



체형에 따른 골프 스윙 동작 비교

정 남 주* · 윤 회 중** · 백 영 수***

국 문 요 약

본 연구는 골프스윙 시 체형별로 나타나는 운동학적 요인을 분석하여 비교함으로써 체형별 골프지도를 위한 기초자료를 제공하는데 있다. 이를 위해 현재 남자 프로골프선수 9명을 대상으로 각자의 체중과 신장 그리고 상완둘레등을 고려하여 외배엽, 내배엽, 중배엽으로 체형을 나누었다. 각자의 골프스윙동작을 비디오 카메라로 촬영하여 스윙동작을 8개의 구간으로 나누어 분석하였으며 다음과 같은 결론에 도달하였다. 골프스윙 소요시간은 내배엽형이 가장 길었으며 다음으로 중배엽형, 마지막으로 외배엽형이 가장 짧은 스윙시간을 보이고 있었다. 좌우이동변위가 가장 크게 나타나는 체형은 중배엽형이었으며, 다음으로는 내배엽형, 그리고 외배엽형이 가장 작게 움직이는 것으로 나타났다. 내배엽형은 임팩트 시 상하변위가 상승쪽으로 향하고 있었으며 내배엽형과 중배엽형은 임팩트 시 거의 일정한 높이를 유지하여 안정감을 높이는 것으로 나타났다. 상체회전각도와 골반회전각도는 임팩트 시 외배엽형의 상체와 골반이 미리 돌아가는 형태를 취하고 있어 내배엽과 중배엽형에 비해 다소 다른 특징을 보이고 있었다. 이러한 스윙에 대한 체형별 운동학적 특징을 이론을 제시함에 있어 보다 근본적인 힘의 이동을 알아야 할 필요가 있다. 따라서, 차후 연구에서는 지면반력을 이용하여 압력중심점(COP)의 분석이 함께 이루어져야 할 것으로 판단된다.

주제어 : 역학, 골프, 스윙동작

2002년 11월 6일(수) 접수

* Corresponding author, 시간강사, 131-763 서울시 송파구 오륜동 88-15 한국체육대학교 체육학과
연락처 : pechung@knupe.ac.kr

** 교수, 131-763 서울시 송파구 오륜동 88-15 한국체육대학교 체육학과

*** 교수, 320-711 충청남도 논산시 내동 26번지 건양대학교 운동처방학

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

골프에서 기본적인 움직임은 클럽의 회전운동이다. 성공적인 회전은 항상 지면에 대해 접촉하고 있는 발 운동을 시초로 무릎, 몸통과 어깨, 팔의 움직임, 팔목, 손등의 복잡한 일련의 동작 수행에 의존한다(Richards et al, 1985). 골프 경기의 순위를 결정짓는 요인은 정확도와 거리가 가장 중요한데, 거리를 결정짓는 가장 큰 요인은 임팩트시 클럽헤드의 속도와 헤드각도로 알려져 있다. 백스윙(back swing)과 다운스윙(down swing)은 모두 어깨-팔-손과 클럽의 회전운동으로 구성되며 각각 다른 축을 중심으로 하여 회전하는 지레로 이해될 수 있다. 클럽의 지레는 손을 지나는 축을 중심으로 회전하며 어깨-팔-손의 지레는 수평면에 대해 약간 경사가 진체로 가슴을 지나는 축을 중심으로 각각 회전하게 된다(Hay, 1985). 다운스윙 시 헤드의 속도는 왼팔이 수평에 가까이 될 때까지 급속히 증가를 하며, 이 영향으로 인해 헤드에 원심력과 접선력의 두 힘이 발생한다. 원심력은 어깨-팔-손의 지레의 회전축에서 작용하여, 클럽헤드의 원호운동을 억제하는 역할을 한다. 접선력은 클럽 손잡이 진행방향의 접선방향으로 작용을 한다. 이 성분은 그립과 클럽이 접선 성분이 작용하는 방향으로 가속을 시키면서 원심력과 반대 방향의 각운동을 촉진시킨다.

그동안 골프스윙에 관한 내용은 많은 진보를 거듭하고 있다. 골프스윙은 1930년대 보비존스와 클래식스윙에서 1950년대 플랫폼 업라이트의 합성스윙으로, 1950년대말 벤호간의 모던골프스윙으로 이어졌다. 1960년대에 파워골프에 대한 여러 타법이 개발되었으며 1970년대 잭니클라우스 등의 스퀘어 투 스퀘어스윙이 주류를 이루기도 하였으며 1980년대 말부터 니팔도 등의 바디턴 스윙이 주류를 이루며 발달되어왔다(나상준, 1994).

또한, 스윙동작을 역학적으로 분석한 연구는 운동학적(kinematic) 연구와 운동역학적(kinetic) 연구가 주를 이루어오고 있다(김무영, 1995; 류지선, 1995; 박진, 2000; 이동우, 1997; 이기태, 1997). 이들 연구는 스윙의 전체적인 소요시간과 관절의 각도인 및 인체의 중심에 대한 내용을 주로 다루었다. 그리고, 스윙의 소요시간(나상준, 1994), 손과 그립에 작용하는 힘, 손목의 토크(최주선, 1994), 코킹과 언코킹, 신체분절의 기여도, 가속도 및 각가속도, 클럽헤드의 회전속도와 헤드각도(문종욱, 1994), 신체중심의 위치와 체중의 이동(유원석, 1997), 골프스윙의 단순화(김무영, 1995)에 이르기까지 2차원적에서 3차원적 분석으로 발전되어 왔다. 그러나 이러한 이론을 모든 사람에게 동일하게 적용하는 데는 어려움이 있으며, 클럽헤드가 그리는 스윙면은 신장과 체격, 자세에 따라 다르게 나타나고(Owen and bunker, 1989), 스윙면의 각도는 클럽헤드의 궤도에 영향을 미치고 타격 시 볼의 방향에 영향을 미치게 된다(Wiren, 1990).

인간은 각자의 특성을 가지고 있다. 골격과 근육의 다양성이 사람마다 약간의 체형 차이가 나타

난다. 반복되는 생활양식의 차이에 따라 유전적 요소에 따라 인간은 체형과 체격이 구별되어져 운동 수행에서도 차이를 보이게 된다. 그러나, 이제까지의 골프에 관한 연구들은 체형의 차이점을 고려하지 않는 일반적인 연구들이 주를 이루어왔다. 동일한 스윙을 체형에 차이가 있는 사람에게 적용해보면 스윙적응이 어렵고 향상정도 역시 매우 낮아진다. 따라서 사람의 체형을 외배엽과 내배엽으로 나누어 체형에 적합한 골프스윙을 연구하는 것이 필요할 것으로 보여진다. 본 연구는 골프스윙 시 체형별로 나타나는 운동학적 요인을 분석하여 비교함으로써 체형별 골프지도를 위한 기초자료를 제공하는데 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 현재 남자 프로골프 선수들로써 총 9명을 선발하였다. 이들 중 체중과 신장 그리고 상완둘레의 길이에 따라 외배엽, 내배엽, 중배엽으로 나누었으며 이들의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 II-1. 연구대상자의 신체적 특성

체형	대상자	가슴둘레(cm)	체중(kg)	신장(cm)	상완둘레(cm) 좌/우
외배엽	S1	88	62	167	29/28.5
	S2	80.5	62	177	23.5/24
	S3	89.5	64	172	27.5/29
	M±SD	87.5±4.9	61.3±3.0	171.5±4.2	27.4±2.7/27.8±2.5
내배엽	S5	105	83.5	176	34.5/35.5
	S6	104	82	173	35/35
	S7	105	88	170	35.5/36
	M±SD	102.5±4.4	82.6±4.5	171.7±3.5	34.9±0.5/35.0±1.1
중배엽	S9	97.5	81	174	31/32.5
	S10	98	69	175	32.5/32
	S11	96.5	72	170	31.5/32
	M±SD	96.8±2.7	73.7±5.8	173.5±2.8	30.8±1.0/31.5±1.1

2. 실험절차

실험절차는 다음과 같다. 우선 골프스윙 동작을 모두 점유할 수 있는 높이 2m, 길이, 2m, 폭 2m의 정사각형 통제점들을 조립하여 실제 동작이 실시되는 지점에 설치하였다. 비디오 카메라를 삼각대로 고정시켜 이날의 조도에 적합한 셔터스피드를 1/1000로 조절하였다. 카메라의 뷰파인더(view finder)와 실제화면을 대조해가며 통제점들이 모두 포함될수있게 하였으며 통제점이 모두 관찰될 수 있는 곳에 카메라를 설치하여 통제점들 촬영하였다. 통제점들을 제거한 후 이 자리에 골프 보조대를 설치하여 연구대상자들의 스윙을 보조하였다. 골프스윙은 7번 클럽을 사용하였음 연구대상자별로 각각 5회씩 실시하여 가장 좋은 동작을 선정하여 분석하였다. 대상자들은 골프 스윙을 실시하기전 상의는 탈의하였으며 하의는 타이즈를 착용하였다. 연구대상자별로 인체 관절점에 산업용 반사마커를 부착하여 디지털타이징 시 관절점 추정에 용이하게 하였다.

3. 자료산출방법

높이 2m, 폭 1m, 길이 2m의 통제점 들에 표시되어있는 총 24개의 통제점을 5번씩 디지털타이징하여 파일로 저장하였다. 이때 전후방향을 Y축, 좌우방향을 X축, 상하방향을 Z축으로 설정하였다. 인체는 총 22개의 관절점을 가진 21개의 분절로 연결된 강체 시스템(linked rigid body system)으로 정의하였다. 이런 각 분절의 무게중심점과 전신의 무게중심위치를 구하기 위하여 인체분절지수는 Plagnehoef(1983)의 자료를 이용하였다. 3대의 카메라에서 촬영된 S-VHS 테이프의 영상을 디지털타이징하여 2차원 좌표를 얻은후 3차원좌표를 산출하기 위해 공간의 자료를 이미 알고있는 통제점을 활용하는 DLT(direct linear transformation)방법을 적용하였다(Abdel-Aziz & Karara, 1971). 3차원 좌표 산출시 디지털타이징 오차등과 같은 여러 가지 원인에 의해 노이즈(noise)가 발생하는데, 이러한 노이즈에 의한 오차를 제거하기 위하여 스무딩(smoothing)이 실시하였다. 연구에서는 버터워스(Butterworth) 2차 저역통과 필터(low-pass filter)를 이용하였으며, 이때 차단주파수는 8.0Hz로 설정하였다.

4. 분석범위

본 연구의 분석범위는 어드레스 지점을 시작으로 클럽헤드가 90도를 움직이면 하나의 구간으로 설정하였다. 분석의 마지막 지점은 폴로스루(follow-through)에서 클럽의 샤프트가 지면과 수직을 이루는 지점으로 하였다<그림 1>.

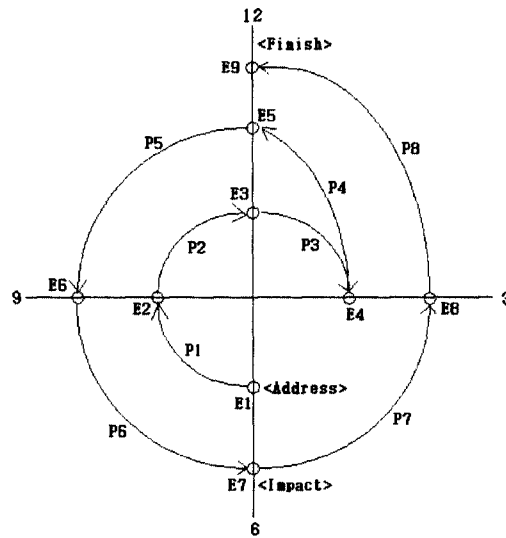


그림 1. 클럽의 움직임에 따른 분석구간(박진, 2000)

5. 분석변인

분석변인은 인체중심 상하변위, 구간별 소요시간, 각도요인을 분석하였다. 이들의 계산방법은 다음과 같다.

1) 소요시간

시간요인은 어드레스(E1)에서 팔로우쓰루(E4)까지의 시간을 의미하며 계산방법은 다음과 같다.

$$\text{시간} = (\text{마지막 국면 프레임 수} - \text{시작국면 프레임 수}) \times 0.02$$

2) 거리요인

거리요인(d)은 인체중심의 이동변위 등을 구하였으며, 두 점사이의 위치벡터가 $A(A_x, A_y, A_z)$ 와 $B(B_x, B_y, B_z)$ 라 하면 이들의 산출방법은 다음과 같다.

$$d = \sqrt{(A_x - B_x)^2 + (A_y - B_y)^2 + (A_z - B_z)^2}$$

3) 각도요인

각도요인은 어깨각도, 전경각도, 몸통각도를 다음과 같은 공식을 이용하여 산출하였다.

$$\theta = \arccos\left(\frac{A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z}{\sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2} \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}}\right)$$

III. 연구결과 및 고찰

1. 구간별 소요시간

골프 스윙시 체형에 따른 구간별 평균 소요시간은 <표 2>와 같다.

표 2. 구간별 평균 소요시간

(단위 : sec)

체형	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
외배엽	0.39	0.23	0.28	0.26	0.09	0.08	0.06	0.10
내배엽	0.57	0.30	0.29	0.37	0.16	0.08	0.08	0.13
중배엽	0.35	0.23	0.32	0.30	0.09	0.06	0.06	0.11

결과에 의하면 백스윙(P1~P3)까지의 소요시간이 가장 길게 나타난 체형은 내배엽형으로 약 1.16초로 나타났으나 외배엽형과 중배엽형은 모두 0.90초로 동일하게 나타났다. 다운스윙이 시작되는 P4와 다운스윙 중반의 P5에도 역시 내배엽형이 가장 긴 소요시간을 보이고 있으며 중배엽형과 내배엽형이 그 다음으로 긴 소요시간을 보였다. 임팩트 구간인 P6에서는 외배엽과 내배엽형이 0.08초의 소요시간을 보였으며 중배엽형은 0.06초를 보여 다소 짧은 소요시간을 보이고 있었다. 임팩트 이후 릴리즈 구간인 P7과 팔로우쓰루 구간인 P8에서 내배엽형이 가장 긴 소요시간을 보이고 있었다. 결국, 외배엽형이 전체적으로 가장 긴 소요시간을 보였으며 다음으로 중배엽형과 내배엽형 순으로 나타났다. 즉, 골프스윙 소요시간은 내배엽형이 가장 길었으며 다음으로 중배엽형, 마지막으로 외배엽형이 가장 짧은 스윙시간을 보이고 있었다.

2. 인체중심 좌우이동변위

체형별 인체 중심의 좌우이동변위에 대한 결과는 <표 3>과 같다.

표 3. 인체중심의 좌우이동변위 (단위 : cm)

체형	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
외배엽	-4.85	-1.4	2.3	7.6	4.45	3.9	2.15	2.9
내배엽	-2.85	-3.15	1.55	4.3	2.55	3.4	2.1	1.5
중배엽	-7.9	-0.4	3.9	6.3	4.55	3.25	2.95	5.7

<표 3>에 의하면 외배엽은 P1에서 P2까지의 중심이동이 약 5cm, 내배엽은 약 6cm, 중배엽의 경우 약 8cm 정도 이동하는 것으로 나타났다. P3에서는 외배엽이 2.3cm, 내배엽이 1.55cm, 중배엽이 3.9cm 반대방향으로 움직이는 것으로 나타났다. Mann(1988)의 연구에 의하면 클럽헤드가 지면과 수직이 되는 시점이 바로 이 지점이며, 측면이동이 끝나면 오른발을 축으로하여 회전운동을 시작한다고 보고하여 이지점을 변환(trasition)의 시작점이라고 보고하였다. 본 연구 결과 역시 모든 체형별로 클럽이 지면과 수직인 변환의 시작점에 다르면 중심의 움직임도 우측으로 이동을 멈추고 방향을 바꾸어 좌측으로 이동하는 형태를 보이고 있다. 분석구간 중 중심의 수평이동이 가장 크게 나타나는 곳은 다운스윙의 초반부분(P4)으로 나타났다. 이 구간에서 중심의 수평이동크기는 평균 8cm 정도 되는 것으로 보고(Park, 1993) 하고있으나, 본 연구에서는 이보다는 다소 작은 값을 보이는 것으로 나타났다. 다운스윙이후 중심이동은 계속 좌측으로 움직여 외배엽은 약 14cm, 내배엽은 약 13cm, 중배엽은 약 16cm 이동하는 것으로 나타났다. 이는 이경일 등(2000)이 보고한 8.35~9.45cm의 움직임 보다는 다소 큰 것으로 나타났다. 전체적으로 좌우이동변위가 가장 크게 나타나는 체형은 중배엽형이었으며, 다음으로는 내배엽형, 그리고 외배엽형이 가장 작게 움직이는 것으로 나타났다.

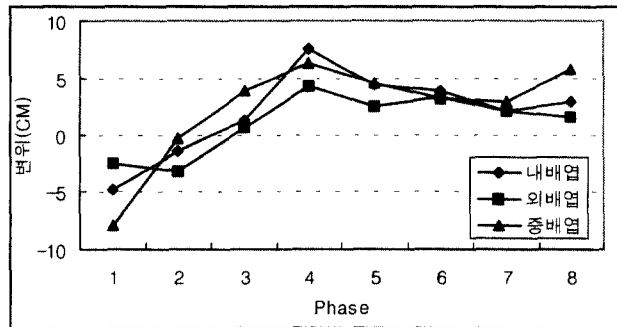


그림 2. 좌우 이동 변위

3. 인체중심 상하이동변위

체형별 인체중심의 상하이동변위에 대한 결과는 <표 4>와 같다. 결과에 의하면 백스윙구간(P1,

P2, P3)에는 외배엽, 내배엽, 중배엽형 모두 다소 상승하는 형태를 보이고 있었다. 그러나 다운스윙 초기인 P4 구간에서는 반대방향으로 약간의 하강을 보이고 있다. 박진(2000)의 연구에 의하면 이 구간에서 약 5cm 정도의 변화가 나타난다고 하였으나 본 연구에서는 이보다는 다소 작은 값을 보이고 있다. P5구간에서는 중심이 계속 아래 방향으로 움직이고 있었으며 P6구간에서는 외배엽형만 다시 상승하는 형태를 보이고 있으며 내배엽형과 중배엽형은 이때까지 계속 하강을 하는 것으로 나타났다.

표 4. 인체중심의 상하이동변위

(단위 : cm)

체형	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
외배엽	1.05	1.3	0.4	-2.75	-1.4	1.3	1.8	2.35
내배엽	0.3	1.35	0.55	-1.35	-2.85	-0.1	2.65	2.9
중배엽	1.5	0.6	0.25	-0.95	-0.6	-0.35	0.65	4.1

P6구간은 임팩트가 이루어지는 곳으로 외배엽과 내배엽형은 어드레스 자세(P1)구간에서와 매우 유사한 위치에서 임팩트가 이루어지고 있으나 중배엽형은 이보다 아래 부근에서 임팩트가 이루어지는 것으로 나타났다. 임팩트 이후에 클럽헤드가 상승하는 것과 같이 중심은 완만한 상승을 보이다가 P8구간에서는 체형별로 약 2~4cm 정도 상승하는 것으로 나타났다. 따라서 백스윙구간에서는 중심이 2cm 정도의 상승을 보이다가 다운스윙의 초반과 중반에 다시 아래 방향으로 2cm 가량 하강을 보인후, 다운스윙의 후반에 다시 상승을 하면서 임팩트가 일어나는 것으로 보여진다. 결국, 내배엽형은 임팩트 시 상하이동변위가 상승쪽으로 향하고 있었으며 내배엽형과 중배엽형은 임팩트 시 거의 일정한 높이를 유지하여 안정감을 높이는 것으로 사료된다.

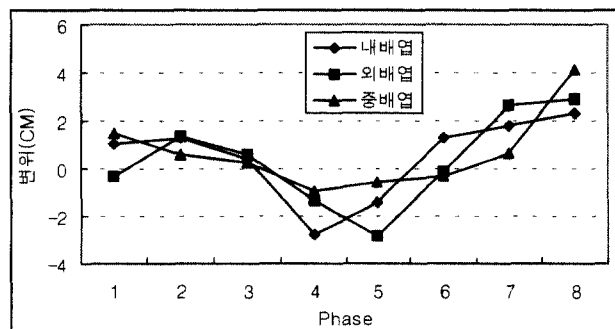


그림 3. 인체 중심 상하이동변위

4. 오른쪽 어깨관절 상하이동 변위

골프 스윙 시 어깨관절의 상하이동 변위는 각도변화의 보완적 측면에서 의미를 갖는다. <표 4>와 <그림 4>는 국면별 오른쪽 어깨관절 상하이동변위에 대한 결과이다.

표 4. 오른쪽 어깨관절 상하이동변위 (단위: cm)

체형	P1	P2	P3	P1~P3	P4	P5	P6	P4~P6	P7	P8	Total
외배엽	13.6	8.5	0.7	22.8	-10.5	-10.4	-6.2	-27.1	-2.1	1.8	53.8
내배엽	13.7	6.7	1.2	21.6	-5.1	-12.7	-10.2	-28.0	-5.3	4.6	59.5
중배엽	13.5	7.8	0.7	22.0	-13.2	-11.5	-3.0	-27.7	0.9	5.2	55.8

위의 결과에 의하면 백스윙 구간인 P1, P2, P3에서 모든 체형이 어깨관절의 상방향이동을 보이고 있었다. P1에서 P3까지의 오른쪽 어깨관절 상하이동변위는 외배엽형이 22.8cm, 내배엽형이 21.6cm, 중배엽형이 22.0cm를 보여 상당부분 유사한 변위를 보였다. 또한 다운 스윙구간인 P4, P5, P6에서는 어깨 관절이 하방향으로 이동하고 있는 것으로 나타났다. P4에서 P6까지의 오른쪽 어깨관절 상하이동변위는 외배엽형이 -27.1cm, 내배엽형이 -28.0cm, 중배엽형이 -27.7cm를 보여 체형간에 큰 차이를 보이지 않고 있다. 그러나 내배엽형의 경우 P4구간에서 외배엽형과 중배엽형에 비해 다소 작은 값을 보이고 있었으며 P5와 P6구간에서도 다른 체형에 비해 다소 큰 값을 보이고 있었다. 이는 임팩트 국면으로 이어지는 단계에서는 인체의 안정이 이루어져야한다(임용규, 2000)는 측면에서 오른쪽 어깨 관절의 이동이 크게 나타난 것으로 보여지는데 내배엽형의 경우 관절의 이동이 불안한 것으로 추측된다. 스윙전구간의 오른쪽 어깨의 이동변위의 절대값(Total)을 살펴본 결과 외배엽형이 53.8cm, 내배엽형이 59.5cm, 중배엽이 55.8cm를 보여 내배엽형의 오른쪽 어깨 관절의 이동이 다소 큰 것으로 나타났다. 이는 다운 스윙구간이후 P7과 P8구간에서 관절의 이동을 제어하지 못했기 때문으로 추측된다.

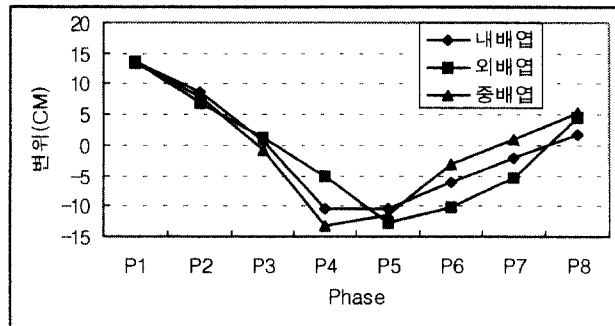


그림 4. 오른쪽 어깨관절 상하이동변위

5. 왼쪽 어깨관절 상하이동변위

골프스윙 시 왼쪽 어깨관절 상하이동변위에 대한 결과는 <표 5>와 <그림 5>와 같다.

표 5. 왼쪽 어깨관절 상하이동변위

(단위 : cm)

체형	P1	P2	P3	P1~P3	P4	P5	P6	P4~P6	P7	P8	Total
외배엽	-6.0	-4.5	-0.8	11.3	-2.4	8.4	9.5	20.3	5.3	4.1	41.0
내배엽	-7.0	-3.1	-0.3	10.4	-5.6	5.3	11.7	21.7	9.8	5.1	47.0
중배엽	-6.6	-2.4	-1.6	10.6	-2.9	7.9	7.8	18.6	6.6	3.6	39.4

결과에 의하면, 백스윙 구간인 P1, P2, P3에서 왼쪽 어깨관절이 모두 하방향 이동변위를 보이고 있었다. 이는 오른쪽 어깨관절이 상방향으로 이동하는 것과 더불어 왼쪽 어깨가 하방향으로 이동하고 있음을 보여준다. 이 구간에서 왼쪽 어깨 관절의 이동변위는 외배엽형이 11.3cm, 내배엽형이 10.4cm, 중배엽형이 10.6cm의 이동을 보여 체형간이 큰 차이를 보이지 않고 있었다. 다운 스윙구간인 P4, P5, P6에서는 왼쪽 어깨관절이 하방향에서 상방향으로 전환되는 구간으로 외배엽형과 중배엽형은 P5에서 내배엽형은 P6구간에서 상방향으로의 전환이 이루어지고 있었다. 다운스윙구간에서 왼쪽 어깨관절의 전체 이동변위는 외배엽형이 20.3cm, 내배엽형이 21.7cm, 중배엽형이 18.6cm를 보여 체형간에 약간의 차이를 보이고 있었다. 골프스윙 시 왼쪽 어깨관절의 전체 상하이동변위는 외배엽형이 41cm, 내배엽형이 47cm, 중배엽형이 39.4cm를 보여 내배엽형이 다소 큰 변위를 보이고 있었다.

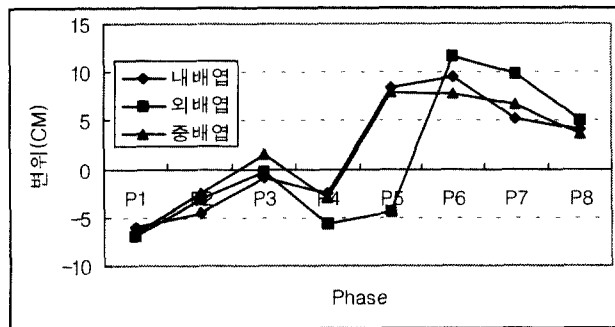


그림 5. 왼쪽 어깨관절의 상하이동변위

6. 상체회전각도

상체회전각도는 왼쪽 어깨관절중심점에서 오른쪽 어깨관절중심점으로 향하는 벡터와 X축간에 형성된 각도를 Z축에 투영시켜 살펴보았다. 골프스윙 시 각도 변화량은 <표 6>과 같으며 전체적인 변화형태는 <그림 6>과 같다.

표 6. 구면별 상체회전각도 변화량 (단위 : deg)

체형	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
외배엽	0	49.7	83.2	104.8	58.2	22.4	-22.9	-55.9	-89.0
내배엽	0	59.7	84.4	102.8	70.0	26.6	-6.4	-63.5	-109.0
중배엽	0	47.8	85.5	107.3	62.6	27.1	-8.6	-53.8	-109.0

결과에 의하면, 처음 어드레스 자세(E1)에서는 내배엽형이 외배엽형과 중배엽형에 비해 다소 큰 값을 보이는 것으로 나타났다. 백스윙이 완성되는 E4에서의 상체회전각도를 살펴보면 외배엽형이 104.8도, 내배엽형이 102.8도, 중배엽형이 107.3도를 보였다. 백스윙에서의 정점에서 상체회전각이 크다는 것은 장타를 위한 충분한 회전거리를 확보 할 수 있다는 점과 속도를 크게할 수 있다(이동우, 1997)는 측면에서 외배엽형이 가장 바람직한 것으로 보여진다. 다운스윙이 시작되는 E5에서 임팩트가 이루어지기 전의 E6까지의 상체회전각도변화는 감소되는 형태가 된다. 각도가 줄어드는 정도 즉 각속도를 빠르게 해주어야 임팩트에서 충분한 파워를 형성할 수 있다. 임팩트 시(E7) 상체회전 각도는 외배엽형이 -22.9도, 내배엽형이 -6.4도, 중배엽형이 -8.6도를 보이고 있어, 외배엽형이 다른 체형에 비해 상체를 미리 오픈시켜 임팩트를 유도하는 것으로 나타났다. 그러나, 상체를 미리 오픈시키게 되면 클럽의 속도를 어느정도 크게할 수 있는 장점이 있지만 정확도가 떨어지는 단점도 가지게 됨으로 클럽의 특성상 정확도를 높일 수 있는 측면이 더 유리할 것으로 보인다(김무영, 1995).

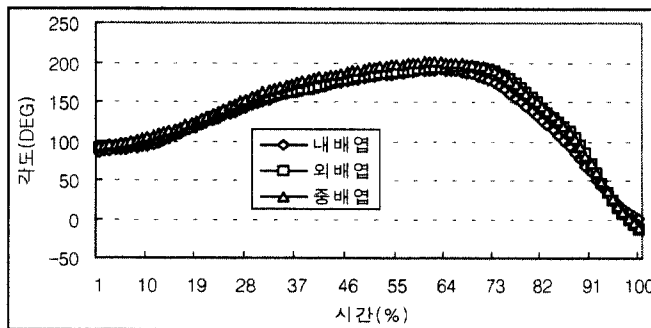


그림 6. 상체회전 각도 변화

7. 골반회전각도

골반회전각도는 왼쪽에서 오른쪽으로 향하는 벡터와 X축이 이루는 사이각도를 의미하며 골프스윙 시 골반의 회전각도에 대한 결과는 <표 7>, <그림 7>과 같다. 처음 준비자세(address)를 기준으로 하여 각 국면별로 각도가 변화된 량을 분석하였다.

표 7. 골반회전각도 변화량

(단위 : deg.)

체형	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	Total
외배엽	0	18.6	44.6	59.4	10.7	-18.1	-42.2	-58.1	-79.8	331.5
내배엽	0	20.0	64.5	67.1	17.3	-8.9	-12.1	-41.1	-67.5	298.5
중배엽	0	15.6	39.9	73.4	24.2	-10.9	-28.9	-44.1	-73.5	310.5

결과에 의하면 처음 준비자세에서 클럽이 90도가 되는 지점인 E2까지의 변화량은 내배엽형이 20도로 가장 크게 나타났으며, E3 역시 내배엽형이 가장 큰 값을 보이고 있다. 그러나 전환지점인 E4에서는 중배엽형이 가장 많은 골반회전각도의 변화량을 보이고 있었으며 E5 역시 중배엽형이 다른 체형에 비해 보다 큰 각도 변화량을 보이고 있었다. E6는 클럽헤드의 각도가 E2와 동일한 위치이지만 방향이 서로 다르게 작용한다. 이 국면의 골반각도 변화량은 외배엽형이 가장 많은 변화를 보이고 있었으며, 임팩트시점인 E7과 이후 스윙궤적이 이어지는 E8, E9에서 역시 외배엽형이 가장 많은 각도변화를 보이고 있었다. 상체전경각도 변화와 마찬가지로 외배엽형의 회전각도가 다른체형에 비해 크게 나타나고 있다. 골프스윙 시 전체 골반각도 변화량은 외배엽형이 331.5도, 내배엽형이 298.5도, 중배엽형이 310.5도로 외배엽형이 가장 많은 골반각도 변화량을 보이는 것으로 나타났다.

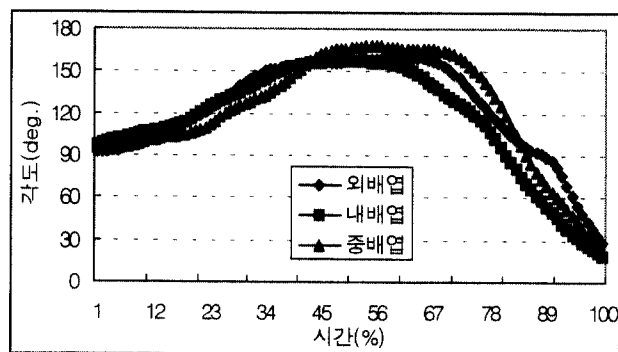


그림 7. 골반회전각도 변화

IV. 결론 및 제언

본 연구는 골프스윙 시 체형별로 나타나는 운동학적 요인을 분석하여 비교함으로써 체형별 골프 지도를 위한 기초자료를 제공하는데 있다. 이를 위해 현재 남자 프로골프선수 9명을 대상으로 각자의 체중과 신장 그리고 상완둘레등을 고려하여 외배엽, 내배엽, 중배엽으로 체형을 나누었다. 각자의 골프스윙동작을 비디오 카메라로 촬영하여 스윙동작을 8개의 구간으로 나누어 분석하였다. DLT(direct linear transformation)기법에 의한 3차원 영상분석을 통하여 소요시간, 인체중심변위, 상체회전각도를 산출하였으며 다음과 같은 결론에 도달하였다.

골프스윙 소요시간은 내배엽형이 가장 길었으며 다음으로 중배엽형, 마지막으로 외배엽형이 가장 짧은 스윙시간을 보이고 있었다. 좌우이동변위가 가장 크게 나타나는 체형은 중배엽형이었으며, 다음으로는 내배엽형, 그리고 외배엽형이 가장 작게 움직이는 것으로 나타났다. 내배엽형은 임팩트 시 상하변위가 상승쪽으로 향하고 있었으며 내배엽형과 중배엽형은 임팩트 시 거의 일정한 높이를 유지하여 안정감을 높이는 것으로 나타났다. 상체회전각도와 골반회전각도는 임팩트 시 외배엽형의 상체와 골반이 미리 돌아가는 형태를 취하고 있어 내배엽과 중배엽형에 비해 다소 다른 특징을 보이고 있었다.

이러한 스윙에 대한 체형별 운동학적 특징을 이론을 제시함에 있어 보다 근본적인 힘의 이동을 알아야 할 필요가 있다. 따라서, 차후 연구에서는 지면반력을 이용하여 압력중심점(COP)의 분석이 함께 이루어져야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 김무영(1995). 골프스윙 동작의 단순화를 위한 3차원 영상분석. 전남대학교 대학원 박사학위논문
- 김주선(1994). 골프스윙시 역학적 요인과 타이밍에 관한 연구. 연세대학교 대학원 석사학위논문
- 나상준(1994). 최적의 골프스윙을 위한 운동학적 변인연구. 서강대학교 교육대학원 교육학석사 논문
- 문종구(1994). 골프스윙 임팩트시 클럽 헤드속도와 헤드각도가 비거리에 미치는 영향. 건국대학교 대학원 석사학위논문
- 박완용(1995). 기술 수준별 골프스윙 동작제어의 운동학적 차이에 관한 연구. 연세대학교 대학원 박사학위논문
- 박 진(2000). 골프 스윙시 중심의 움직임에 관한 연구. 한국운동역학회지. 제10권 1호, pp.247-257.
- 윤재백(1992). 골프스윙시 숙련자와 비숙련자간의 운동학적 변인 비교 연구. 경기대학교 대학원 박사학위논문
- 안병규(1998). 골프운동의 기술수행시 상해빈도에 관한 연구. 동국대학교 교육대학원 교육학석사논문
- 이기태(1992). 골프스윙의 인체역학적 지도모형의 구성. 연세대학교 대학원 박사학위논문
- 이기태, 강민식(1997). 골프스윙의 운동역학적 코우칭 모델. 한국운동역학회지. 제7권 1호, pp.19-34
- 이경일, 황동규, 류희봉(2000). 골프 업라이트스윙과 플렛스윙의 운동학적 비교. 한국운동역학회지, 9(2), pp.159~170.
- 이동우, 양동영, 김갑선(1998). 골프 스윙동작시 상지관절 각도와 신체중심의 변화분석. 한국운동역학회지. 제8권 2호, pp.241-266.
- 임용규, 유병훈(2000). 골프 스윙시 숙련도에 따른 클럽간의 운동학적 분석. 한국운동역학회지. 제 9권 2호, pp.307~326.
- 윤승영(1998). 골프스윙 동작의 단계별 운동학적 분석. 수원대학교 대학원 석사학위논문
- 유원석(1997). 골프동작시 신체중심의 이동. 수원대학교 대학원석사학위논문
- 전유섭(1998). 스포츠 해부학. 서울 : 형설출판사
- 전희숙(1987). 골프스윙의 운동학적 분석. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문
- 하철수(1998). 운동역학. 서울 : 형설출판사
- 한응희(1995). 골프스윙동작의 요인별 운동학적 분석. 조선대학교 대학원 석사학위논문
- Abdel-Aziz, Y.I., & Karara, H.M. (1971). Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry. *Proceedings of the Symposium on Close-Range Photogrammetry* (pp. 1-18). Falls Church, VA: American Society of Photogrammetry.
- Hay, J.G.(1985). *Biomechanics of sports technique*. Prentice-Hall Inc. Englewood cliffs : New Jersey.

- Jobe, F.W., Perry, J., & Pink, M.(1989). Electromyographic shoulder activity in men and women professional golfer. *The American Journal of Sport Medicine*, 17, pp.135-142.
- Maddalozzo, G.F.J.(1987). An anatomical and biomechanical analysis of the full golf swing. *National Strength and Conditioning Association*, 9(4), pp.6-79.
- Mann, R., Griffin, F.(1988). *Fundamentals of a model swing*. Golf Illustrated, Feb., Apr., Jun., Aug.
- Neal, R. J., & Wilson, B. D. (1985). 3D Kinematics and kinetics of the golf swing. *International Journal of Sports Biomechanics*, 1, pp.221-232.
- Park, J.(1993). *A kinematic comparison of the skill techniques of men and women golfers*. Doctoral dissertation. University of Northern Colorado.
- Richards, J., Farrell, M., Kent, j., & Draft, R.(1985). Weight transfer patterns during the golf swing. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 56(4), pp.361-365.
- Ryu, J.S., & Park, J.(1995). A kinematic analysis of professional women golfers' swing. '95KNUPE *International Symposium*, pp.76-83
- Williams, K., & Cavanagh, P.(1983). The mechanics of foot action during the golf swing and implications for shoe design. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 15(3), pp.247-255.

ABSTRACT

A Comparison of the Difference in the Golf Swing Motion According to Somatotypes

Nam-Ju, Chung* · Hee-Joong Yoon** · Young-Soo Baik***

This study was intended to provide basic materials for golf coaching by somatotype by analyzing and comparing the kinematic factors found in each somatotype at the time of golf swing. For this purpose, the somatotype was divided into endomorph, mesomorph and ectomorph in reference to the weight, height and upper arm circumference of each of nine professional golfers. Each of their golf swing motions was videotaped with the camcorder and their swing motion was analyzed by dividing it into 8 sections. The time required for the swing motion, the displacement of the center of the human body and the rotational angle of the upper body were calculated through the three-dimensional image analysis based on the DLT(Direct Linear Transformation). Based on the findings of this study, the following conclusion was drawn:

The endomorphic golfers showed the longest required golf swing time, followed by the mesomorphic golfer and then the ectomorphic golfer. The displacement of left-to-right movement was largest in the mesomorphic golfers, followed by the endomorphic golfers and then the ectomorphic golfers. It was found that in case of the endomorphic golfers the up-to-down displacement was upward at the time of impact and that the endomorphic and mesomorphic golfers raised the sense of stability by maintaining an almost uniform height at the time of impact. As for the rotational angle of the upper body and the rotational angle of the thigh, the upper body and the thigh took a form of rotating earlier in the ectomorphic golfers at the time

Received in final form 6 November 2002

* Corresponding author, Instructor, Korea National University of Physical Education 88-15 O-Ryun dong, Songpa-gu, Seoul, 138-763, Korea E-mail : pechung@knupe.ac.kr

** Professor, Korea National University of Physical Education 88-15 O-Ryun dong, Songpa-gu, Seoul, 138-763, Korea

*** Professor, Exercise prescription major Health Science Konyang University 26, Nae-dong, Nonsan, Chungnam 320-711, Korea

of impact, who showed a somewhat different characteristics compared to the endomorphic and mesomorphic golfers.

It is necessary to investigate the movement of more fundamental forces in presenting the theory related to the kinematic characteristics of this swing by somatotype. Accordingly, it is thought that it is necessary to analyze the center of pressure(COP) using the ground counterforce in the future study.

key words : golf swing motion, somatotypes