



클럽별 골프 스윙 시 지면 반력 변화에 관한 연구

A Study of Ground Reaction Forces During Professional Golfer's Swing with Different Golf Clubs

허유진 · 문건필* · 임 정(연세대학교)

Hur, You-Jein · Moon, Gun-Pil* · Lim, Jung(Yonsei University)

ABSTRACT

Y. J. HUR, G. P. MOON. A study of ground reaction forces during professional golfer's swing with different golf clubs, Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 15, No. 2, pp. 103-111, 2005. The purpose of this study was to analysis golf swing in accordance with each club using ground reaction force data. The subject of this study was current professional golf players in Korea. Golf clubs used for this study were driver, iron4, iron7, and pitching. The ground reaction force for left and right foot was collected by one Kistler and one Bertec force platforms. Also collected visual data by JVC high speed camera to check the phase which was composed of address, top of backswing, impact and finish. Sampling rate was 600Hz both ground reaction forces data and visual data. The conclusion are as follows.

1. An aspect of change for ground reaction force was that the weight between the left foot and right foot were contrary to each other in general as the phase.
2. Without regard to the type of golf club, the ratio of necessary ground reaction forces for each phase in accordance with address, top of backswing, impact, and finish was comparatively identical.
3. According to the type of golf club, the tendency of F_y was not varied. In terms of Driver, at the moment of impact, the weight of foot-both right and left-was moved to the movement direction of golf because of the rotation force from swing.

KEYWORDS: FORCE PLATEFORM, GOLF CLUBS

I. 서론

1. 연구의 필요성

골프는 팔, 다리, 몸통, 머리 분절 등의 분절간, 분절 내 정교하면서도 복잡한 협응과 제어로 이루

어지는 익히기 까다로운 기술을 요하는 운동이다. 그럼에도 불구하고 유명선수가 스윙하는 장면을 보면 매끄럽고 또 유연하고 자연스러워 보인다. 하지만 그 스윙이 눈에 보이는 것처럼 쉽지 않다는 점은 수많은 골퍼들이 좋은 스윙을 익히고자 노력하고 있음에서 알 수 있다.

일반적으로 골프 스윙 동작은 어드레스(address), 백스윙(backswing), 다운스윙(downswing), 임팩트(impact), 팔로우 쓰루(follow-through) 등 5개 국면으로 구분되고 있다. 이중 백스윙과 다운스윙은 어깨-팔-손-클럽의 회전운동으로 구성된다. 이들이 각기 다른 축을 중심으로 하여 회전하고 지레라고 생각하면 클럽이라는 지레는 손을 지나는 축을 중심으로 회전하고, 어깨-팔-손으로 결합된 지레는 수평면에 약간 기울어진 채로 몸통을 지나는 축을 중심으로 회전한다(Hay, 1985).

골프스윙의 목적은 효율적인 체중이동을 통해 클럽 헤드에 최대한의 운동량을 전이시킴으로서 공을 목표방향으로 보내는 것이다. 공을 목표방향으로 보내기 위해서는 동작의 효율성, 방향의 정확성, 스윙의 항상성이 필요하다(황인승, 1991). 또한 스윙동작 향상을 위한 여러 가지 스윙지침들의 과학적인 근거와 올바른 스윙동작의 기준이 될 수 있는 기본적인 동작의 모델을 세우는 것이 필요하다. 특히 스윙 동작은 개인의 신체적 특성, 연령, 성별, 클럽의 차이 등에 따라 다양할 수 있으므로 이에 영향을 덜 받는 중요한 공통점을 찾아서 정량화하는 것이 중요하다.

보통 골프 분석에는 눈에 보이는 것을 분석하는 현상학적 연구가 주를 이루어 왔다. 그러나 눈에 보이는 현상에는 그 움직임을 가능하게 한 원인이 되는 힘이 있다. 그 힘이 조화로운 스윙 동작의 필요구성 요인 중 하나는 체중이동이다. 효율적인 체중이동은 강한 임팩트와 방향성 그리고 파워를 높여준다. 좋은 근력과 힘을 가진 선수일지라도 체중의 이동을 적절히 사용할 수 없다면 스윙의 파워를 높일 수 없고, 장타를 칠 수 없으며, 불필요한 근력이 소모된다. 골프 스윙에 있어서 모든 움직임은 발과 지면과의 상호작용으로 이루어진다.

골프 스윙시 체중의 이동패턴, 각 국면에 따른 충격량 및 힘의 변화, 수직축에 대한 힘, 모멘트 등을 분석한 선행연구로는 Carlsoo(1967), William & Cavanagh(1983), Richard et al(1985) 등의 연구를 들 수 있다. William & Cavanagh(1983)은 기술 숙련도가 다른 3그룹에서 스윙 중에 발생하는

힘과 움직임의 실험 연구에서 그룹 내와 그룹 간에 압력패턴의 중심이나 외각에서 같은 변화를 보였고, 또 각 개인들은 성공적인 스윙을 위해 거의 동일한 힘의 발생 패턴을 반복하는 능력을 보유하고 있다고 밝혔다.

이정환(1999)은 체중을 어떻게 신느냐에 따라서 몸도 편하게 움직일 수 있는 것이고 어드레스에서 좌우의 체중 배분은 샷 아이언일 경우 왼쪽으로, 미들 아이언에서 드라이버까지는 좌우 균등하게 걸어야 한다고 주장하였고, 김승태(1997)는 백스윙 탑에서 체중은 몸의 회전에 따라 우측 발뒤꿈치와 왼발의 앞쪽으로 실려야 한다고 주장하였다.

이렇듯 골프 스윙시 체중이동에 따른 발과 지면과의 상호작용은 클럽의 궤도에 직접적으로 영향을 미친다. 따라서 체중이동의 결과는 볼의 구질, 방향, 거리, 탄도, 등에 지대한 영향을 미친다. 그러므로 골프스윙 동작의 체중이동은 적절한 밸런스를 유지할 수 있으며 그것은 성공적인 골프 스윙의 필수적인 요소라고 할 수 있다. 하지만 지금까지의 골프와 관련된 선행 연구들은 주로 영상분석을 이용한 스윙의 일반적인 패턴 분석과 함께 근전도 측정 또는 지면 반력기를 이용한 스윙 각 국면에 따른 크기 및 변화양상 등만이 이루어졌다.

또한 골프 경기는 코스 상태, 홀과의 거리 바람의 방향등으로 인해 매 상황마다 다르게 일어나기 때문에 골퍼들은 그 상황에 따른 적절한 스윙을 해야 하며 따라서 이에 상응하는 적당한 클럽을 선택하여 샷을 한다. 따라서 골프경기에서는 상황에 따라 다양한 클럽이 사용되므로, 동작의 체중이동의 변화를 보는 것에 있어서 클럽의 특징에 따라 체중이동의 운동학적 변인들이 어떻게 변하는지 혹은 일정한지에 대한 연구도 필수적이다.

본 연구에서는 남자 프로 선수들을 대상으로 지면 반력을 통한 클럽별 전후, 좌우, 수직력의 변화를 비교 분석하여 우수선수의 골프클럽별 스윙시 각 국면별 올바른 체중배분에 대한 정량적 자료로 얻어 과학적인 기초자료를 제시 하는데 그 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 예비실험을 통해 스윙동작이 안정되고 좋다고 판단되는 4명의 남자 프로골프 선수로 선정하였다. 이 연구에 참가한 연구 대상자의 신체적 특성은 표 1과 같다.

2. 실험 절차

실험 실시 전 각 대상자에게 실험 환경을 충분히 숙지시킨 후 충분한 워밍업을 하도록 한 후 볼의 감각을 살리기 위해 실제 공을 두고 스윙을 하게 하였다. 그런 다음 인체 분절에 청색 테이핑으로 각 분절을 표시를 하였다.

지면 반력 측정기는 골프 스윙시 오른발과 왼발의 지면반력을 동시에 측정하기 위해 두 대를 사용하였다. 클럽별로 어드레스시의 스탠스가 다르기 때문에 각 클럽의 스윙시마다 지면반력기의 간격을 이동시키며 피험자가 편한 위치에 발이 지면 반력기의 정 중앙에 위치할 수 있게 설치하였다. 오른발의 지면 반력 자료의 수집은 Bertec사의 모델 Type 4060A를 통해 이루어졌으며 왼발은 Kistler사의 모델명 Type 9821CA를 통해 이루어 졌으며 이때 수집빈도는 600Hz로 설정하였다

각 국면을 정의하기 위하여 비디오카메라로 촬영하면서 동시에 지면 반력기를 측정한 후 동조하였다. 스윙의 시간을 표시하기 위하여 타이머를 설치하여 구간의 시점을 알 수 있었다. 골프 스윙 동작의 촬영은 두 대의 고속 디지털 카메라(GR-DVS9500, JVG Japan)와 GE사의 조명 두 대를 피험자의

정면과 측면에 위치하게 하였다.

연구 대상자는 각각 드라이버, 4번, 7번, 피칭클럽 순서대로 5회씩 스윙을 실시하여 연구대상자가 가장 만족한다고 생각되는 장면을 정하여 분석하였다. 지면반력기 위에서 3차원 공간의 방향설정은 연구 대상자의 전후방향을 Y축으로 하고, 좌우는 X축으로 위치 시켰으며, Z방향은 X, Y축은 수직방향으로 설정하였다.

3. 자료 수집

자료의 수집은 두 대의 지면 반력기에서 동시에 받아들였는데 두 대의 증폭기에 6의 각각의 성분마다 X-cable을 이용하여 Kistler사의 지면반력기의 소프트웨어에서 한 번에 두 대의 지면반력 데이터를 측정할 수 있게 하였다. 지면 반력 측정기로부터 나온 미처리 신호는 Bertec mode AM6.3 증폭기에서 증폭되어, Data Translation DT-2801-A A/D board Converter에서 디지털 신호로 변환된 후 개인용 컴퓨터에 저장하였다. 이렇게 얻어진 값은 Bertec의 지면 반력기에서 얻어지는 데이터 값은 아무런 힘이 주어지지 않았을 때를 기준으로 측정하는 반면 Kistler 사의 지면 반력기는 소프트웨어에 피험자의 몸무게를 입력하여 피험자가 반력기 위에서 있을 때를 기준으로 측정하게 된다. 이러한 특성상 본 실험에서는 피험자에게 처음에 각각의 지면반력기에 두발로 서서 움직이지 않는 동작을 10초가 실시하여 Lab VIEW 6.1(Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench)을 이용하여 Kistler의 지면반력기의 0값을 Bertec의 측정값과 같게 변환하여 분석하였다.

표 1. 실험대상자의 특성

	신장(Cm)	체중(Kg)	나이(yrs)	경력(yrs)	핸디	비고
sub1	184	88	26	17	0	Semi pro
sub2	177	73	23	10	0	Semi pro
sub3	182	74	21	10	0	PGA pro
sub4	170	63	21	9	2	Semi pro
Mean±SD	178.25±6.2	74.5±10.3	22.75±2.4	11.5±3.7	0.5±	

4. 동작 구간의 설정

골프 스윙의 백스윙 탑에서 다운스윙 구간의 동작을 설명하고 비교하는데 용이하도록 동작의 진행 상태에 따라 구간을 나누었다. 제 1구간은 어드레스 구간, 제 2구간은 백스윙 구간, 제 3구간을 다운스윙이 완전히 이루어져 임팩트에 이루어진 시점으로, 제 4구간은 스윙을 끝낸 후 피니쉬 구간을 마지막 구간으로 정의 하였다.

Ⅲ. 결과 및 논의

1. 각 클럽별 수직 지면반력

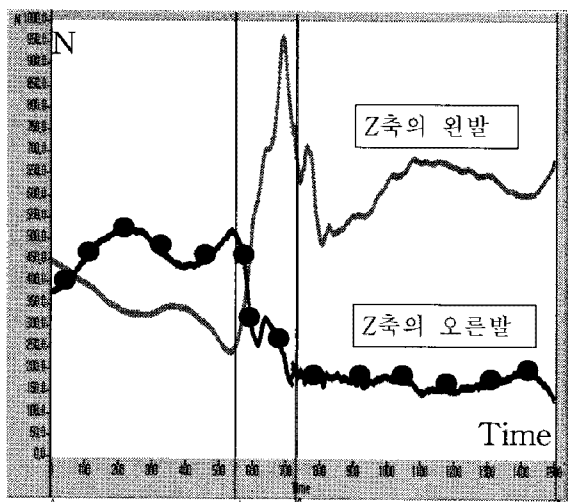
지면 반력 요소 중 가장 중요한 부분이 수직지면 반력이며 이는 피험자가 얼마나 효율적인 스윙을 구사했는가를 나타내며 또 체중분배에 대한 습관과 정보를 얻을 수 있었다.

모든 클럽의 스윙 시 수직방향의 각 이벤트 시점의 지면 반력 값은 지면 반력 값의 체중에 대한 비율을 나타낸다. ($\% = N \cdot BW / 100$) 또한 각 피험자에 대한 표준편차는 표 2에서 확인할 수 있다.

드라이버 스윙시 어드레스의 양발의 지면 반력 분포는 비교적 균등한 비율을 보이고 있다. 백스윙

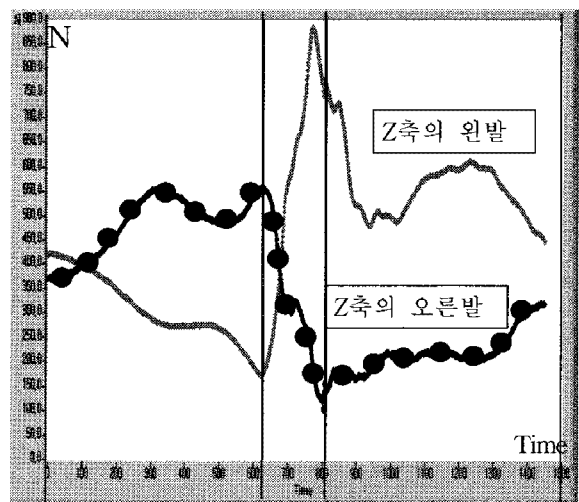
시 왼발은 53.95%에서 29.65%로 나왔으며 오른 발은 49.23%에서 68.42%로 늘어났음을 볼 수 있다. 이는 Koenig와 2인(1994)과 Richard (1985)의 연구에서 백스윙 시 수직 지면 반력의 73%에서 79%가 오른발로 이동한다고 하였는데 이 연구에서는 68.42%가 나와 선행연구보다 약 8%정도의 차이를 나타냈다. 임팩트구간에서는 최대의 피크 값이 임팩트 직전에 이루어진다는 것을 그림 1.1에서 볼 수 있다. 임팩트시 왼발과 오른발의 수직 지면 반력은 평균 65.61% 와 31.71%로 나타났다. 그러나 대상자에 따라서는 오른발 수직 요인이 증가하다 감소하는 시점에 차이가 보이는데 이는 각 대상자의 개인차라고 생각된다. 이러한 현상에 대한 해석으로는 대상자마다 백스윙의 정점에 도달하기 전에 체중 이동이 시작되는 시점이 다르다는 것을 알게 해준다.

임팩트 시점 이전에 나타나는 최대 피크 값은 개인마다 약간의 차이를 보였는데 최소 0.96배에서 최대 1.35배 까지 나타났다. 이는 William과 Cavanagh(1985)의 연구에서 왼발에 110%~140%의 수직 반력이 나타난 결과와 흡사하였다. 4번 아이언의 골프 스윙시 체중이동 변화는 전체적으로 드라이버 스윙과 비슷하였지만 백스윙 시 드



어드레스 백스윙 임팩트 피니쉬

그림 1.1 드라이버의 수직지면 반력



어드레스 백스윙 임팩트 피니쉬

그림 1.2 4번아이언의 수직지면 반력

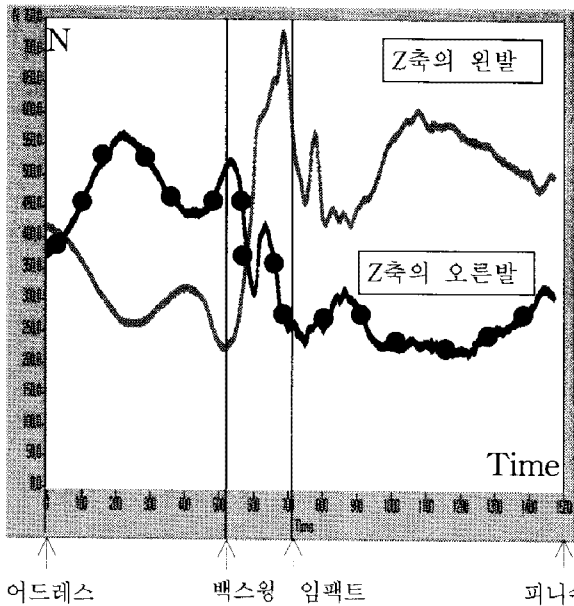


그림 1.4. 7번아이언의 수직지면 반력

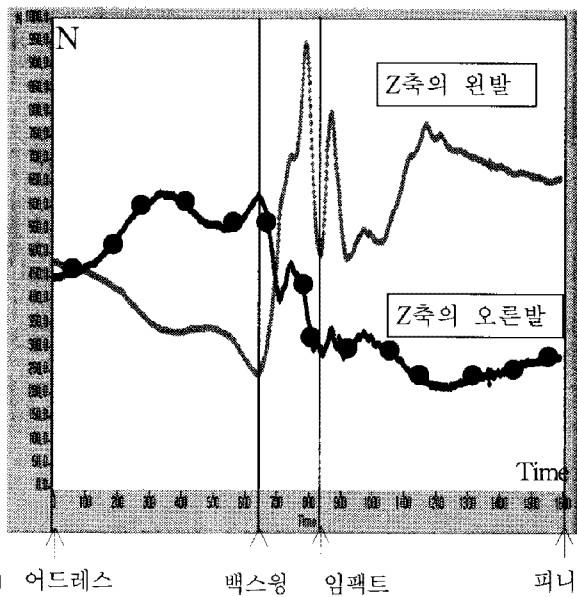


그림 1.5. 피칭의 수직지면 반력

표 2. 클럽에 따른 구간별 수직방향의 지면반력

단위 : N

	드라이버		피칭		4번 아이언		7번 아이언	
	왼발	오른발	왼발	오른발	왼발	오른발	왼발	오른발
어드레스	404.62 (±10.24)	369.25 (±27.44)	404.04 (±5.11)	383.10 (±25.23)	432.66 (±25.71)	372.91 (±15.54)	420.52 (±15.25)	395.78 (±11.12)
백스윙	222.38 (±14.77)	513.19 (±48.54)	177.00 (±22.76)	552.34 (±11.51)	244.85 (±16.62)	487.25 (±12.28)	185.89 (±16.85)	563.69 (±11.92)
최대값	721.18 (±19.86)	305.28 (±37.64)	950.50 (±21.33)	360.44 (±21.31)	1017.7 (±18.18)	159.66 (±41.10)	928.94 (±18.75)	213.92 (±23.82)
임팩트	492.07 (±30.94)	237.83 (±25.34)	442.06 (±11.23)	223.06 (±34.21)	682.36 (±19.21)	123.72 (±21.12)	787.32 (±12.41)	166.52 (±13.82)
피니쉬	493.39 (±23.43)	308.71 (±5.12)	594.04 (±16.76)	201.03 (±46.03)	700.55 (±13.31)	64.82 (±27.27)	501.31 (±21.33)	308.81 (±45.23)

() : 표준편차

라이버는 68.42%가 이동된 반면 아이언 4번의 체중은 73.64% 이동되었다. 이는 드라이버에 비해 아이언 클럽은 길이가 짧고 움직이기 용이하므로 백스윙시 약 5%의 체중이 더 이동된 것으로 보인다. 아이언 7번의 경우는 아이언 4번과 큰 차이를 보이진 않았는데 시간 국면에서는 아이언 7번의 클럽 길이가 아이언 4번 보다 짧고 스윙하기에 좀 더 용이하기 때문에 스윙의 시간이 줄어들고 또 빨라

진다고 볼 수 있다. 선행 연구에서는 클럽의 길이가 길수록 체중이동의 변화가 크게 나타난다고 하였는데 본 연구에서는 클럽의 길이가 짧아질수록 체중이동 변화는 커지고 임팩트 시점도 빨라진다는 것이 나타났다. 피칭의 임팩트시 왼발은 104.97%와 오른발은 22.20%의 체중이동변화를 보였다. 임팩트 직전에 나타나는 최대값은 928.94N으로 체중의 약 123.86% 나타났다. 백스윙에서 임팩트

표 3. 클럽에 따른 구간별 좌우방향의 지면반력

단위 : N

	드라이버		피칭		4번 아이언		7번 아이언	
	왼발	오른발	왼발	오른발	왼발	오른발	왼발	오른발
어드레스	19.41 (±12.63)	-4.2 (±23.64)	12.92 (±12.45)	4.57 (±25.22)	20.72 (±27.25)	5.26 (±11.71)	0.33 (±22.01)	2.94 (±36.62)
백스윙	-102.1 (±24.84)	-41.84 (±31.75)	-102.84 (±32.15)	-4.12 (±15.55)	-19.73 (±16.73)	51.22 (±15.05)	-62.24 (±01.19)	56.69 (±23.48)
최대값	-18.56 (±24.42)	185.15 (±12.41)	-21.03 (±11.12)	115.67 (±18.82)	0.77 (±11.15)	88.23 (±09.92)	-22.84 (±20.75)	56.19 (±38.11)
임팩트	17.23 (±13.03)	-29.2 (±51.75)	-25.41 (±16.75)	-29.37 (±11.18)	3.89 (±21.22)	1.81 (±10.05)	-1.14 (±11.12)	-1.81 (±11.11)
피니쉬	-57.19 (±12.96)	-58.37 (±14.45)	-45.25 (±12.17)	-3.81 (±17.35)	-22.66 (±29.33)	-25.81 (±10.22)	-66.8 (±20.11)	26.5 (±32.45)

() : 표준편차

까지의 소요시간은 0.299초 소요되었고 임팩트 전 최대 피크 값에서 임팩트까지의 소요시간은 0.061초 나타났다. 피니쉬에서는 왼발이 501.31N으로 체중의 66.84%나타났고, 오른발은 41.17% 나타났다.

2. 각 클럽 별 좌우방향 지면반력

모든 클럽의 스윙 시 좌우방향의 각 이벤트 시점의 지면 반력 값은 지면 반력 값의 체중에 대한 비율을 나타낸다.(% = N * BW / 100) 또한 각 피험자에 대한 표준편차는 표 3에서 확인할 수 있다.

드라이버 스윙시 좌우방향의 지면 반력은 어드레스 시 왼발은 19.41N, 오른발은 -4.2N으로 피칭의 골프스윙시 어드레스 값 왼발 -0.33N, 오른발 2.94N에 비해 크게 나왔다. 백스윙 시에는 왼발 -102.2N, 오른발 -41.84N으로서 스윙이 진행됨에 따라 오른발이 오른쪽으로 이동했음을 알 수 있다. 이는 Koenig와 2인(1996)의 연구에서 골프클럽이 타깃방향과 반대로 움직임으로서 나타나는 영향으로, 백스윙 시에는 클럽헤드가 들림에 따라서 몸통의 회전에 의해 각각의 발은 방향을 바꾼다고 하였는데 본 실험에서는 드라이버처럼 긴 클럽은

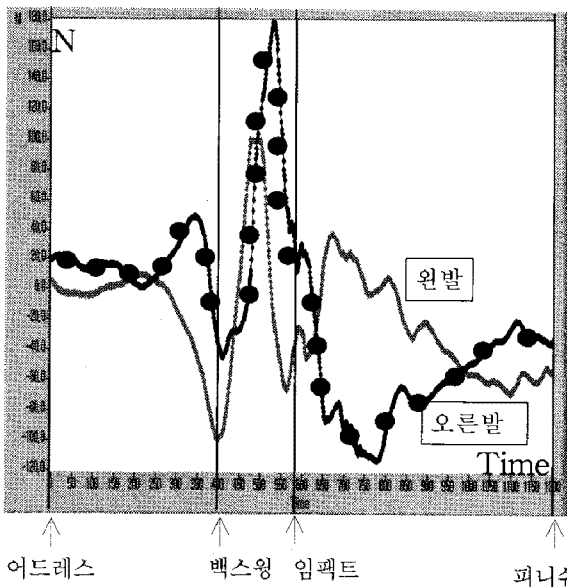


그림 2.1 드라이버의 좌우방향 지면반력

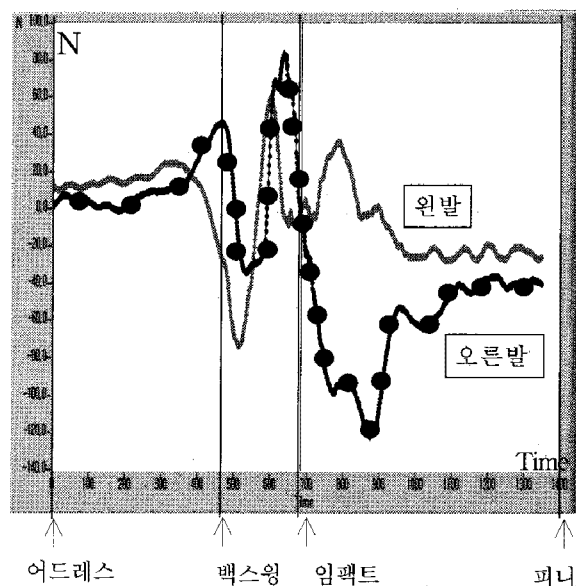


그림 2.2 4번 아이언의 좌우방향 지면반력

백스윙을 할 때 발이 같은 방향으로 이동하는 것을 볼 수가 있다. 다운스윙 구간에서는 임팩트 직전에 최대의 피크 값이 나타났는데 왼발은 볼의 진행 반대방향으로 버텨주고 있다가 임팩트 시에 급격히 진행방향으로 이동해줌을 알 수 있다.

오른발은 다운스윙시 볼의 진행방향인 왼쪽으로 움직인 것을 그림 2.1에서 볼 수 있다. 임팩트 시에는 왼발 17.23N, 오른발 -29.2N의 값이 나왔다. 대상자 마다 스윙패턴은 비슷하지만 그 값에서

약간의 차이가 나타났었는데 이는 대상자간의 스윙의 차이로 인한 것으로 보인다. 아이언 7번에서는 좌우방향의 지면 반력은 어드레스 시 왼발 20.72N, 오른발 5.26N의 값을 보였다. 이는 다른 클럽의 스윙보다 어드레스가 크게 나온 것인데, 클럽의 길이에 상관없이 대상자의 특성에 따라 어드레스의 크기가 달라진다고 보인다. 임팩트 시에는 왼발 3.89N, 오른발 1.81N으로 나타났다. 최대값은 왼발 0.77N, 오른발 88.23N으로 드라이

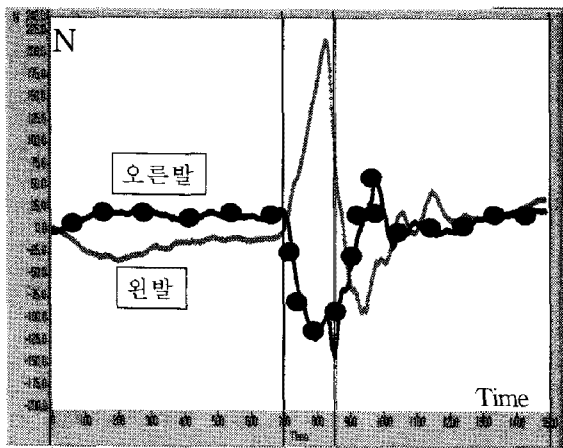


그림 3.1 드라이버의 전후방향 지면반력

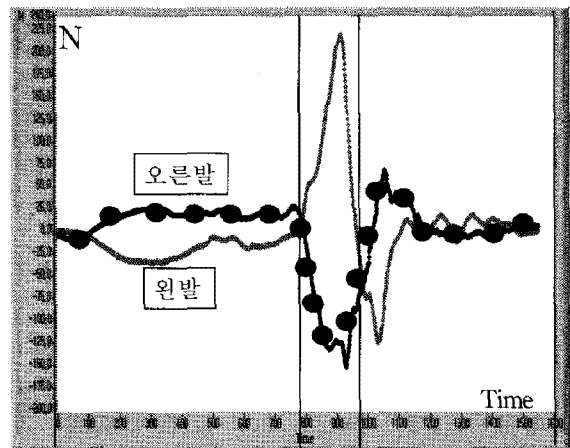


그림 3.2 4번 아이언의 전후방향 지면반력

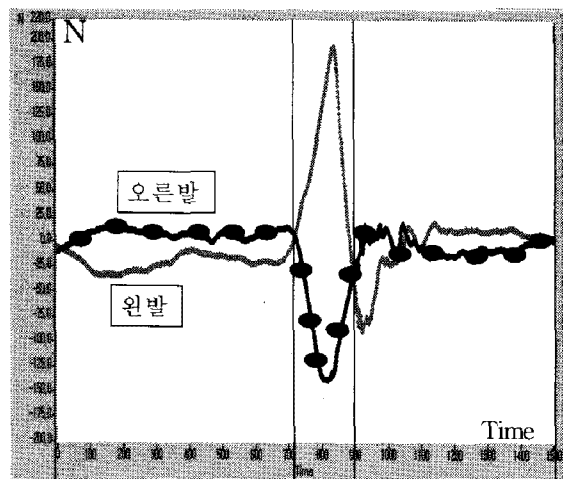


그림 3.3 7번 아이언의 전후방향 지면반력

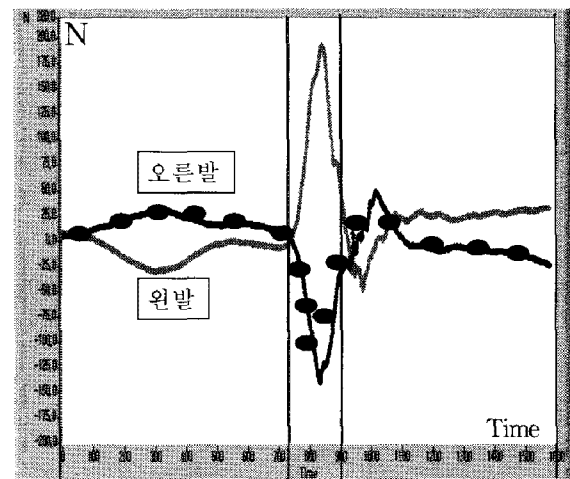


그림 3.4 피칭의 전후방향 지면반력

표 4. 클럽에 따른 구간별 전후방향의 지면반력

단위 : N

	드라이버		피칭		4번 아이언		7번 아이언	
	왼발	오른발	왼발	오른발	왼발	오른발	왼발	오른발
어드레스	-0.66 (±14.45)	-8.44 (±12.23)	3.38 (±14.23)	-0.95 (±02.45)	3.24 (±32.65)	10.32 (±00.45)	-5.68 (±17.00)	-9.96 (±23.23)
백스윙	9.65 (±12.62)	13.89 (±0.54)	8.24 (±13.35)	21.05 (±04.45)	0.33 (±14.78)	51.22 (±32.33)	0.77 (±15.87)	7.54 (±34.22)
최대값	229.37 (±21.42)	-103.97 (±12.76)	216.97 (±12.67)	-99.21 (±13.45)	193.06 (±18.98)	88.23 (±14.44)	194.44 (±14.64)	-131.94 (±45.22)
임팩트	-46.16 (±13.44)	-67.13 (±14.98)	80.1 (±11.47)	-126.83 (±16.75)	21.1 (±54.00)	1.81 (±15.69)	-26.95 (±15.64)	-35.23 (±34.23)
피니쉬	6.69 (±02.25)	3.41 (±15.09)	17 (±17.65)	12.7 (±38.75)	30.18 (±25.67)	-25.81 (±19.70)	5.12 (±13.45)	-0.26 (±23.56)

() : 표준편차

버와 아이언 4번에 비해서 그렇게 큰 피크 값을 내지는 않았으며, 아이언 4번의 스윙과 피칭의 스윙은 드라이버와 비슷한 패턴을 보였다.

3. 각 클럽 별 전후방향 지면반력

모든 클럽의 스윙 시 전후방향의 각 이벤트 시점의 지면 반력 값은 지면 반력 값의 체중에 대한 비율을 나타낸다. (%=N*BW/100) 또한 각 피험자에 대한 표준편차는 표4에서 확인할 수 있다.

드라이버의 전후방향 지면 반력은 어드레스 시 왼발 -0.66N, 오른발 -8.44N으로 나타났다. 백스윙 시에는 왼발 9.56N, 오른발 13.89N으로 큰 체중의 이동을 보이지 않았다.

임팩트 직전 최고 피크 값을 나타낼 때 왼발은 224.7N을 나타내고 오른발은 -152.4N을 나타냈다. 이것은 임팩트 직전 왼발은 뒤꿈치에 힘을 주고 있었고 오른발은 앞꿈치에 힘을 주고 있었다는 것을 알 수 있다. 임팩트 시에는 왼발은 -46.16N, 오른발은 -67.13N을 나타냈으며, 클럽마다 임팩트 시점의 값이 약간씩 차이가 났는데 이는 대상자의 특성과 스윙의 소요시간에 따라 달라진 것일 뿐이다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 지면 반력기를 이용하여 클럽별

(드라이버, 아이언4번, 아이언7번, 피칭) 골프 스윙시 수직, 좌우, 전후 방향의 지면반력을 분석하여 올바른 체중이동의 과학적인 자료를 제시하는데 그 목적이 있다. 대상자들은 현직 프로들 4명으로 실험하였다.

본 연구에서 살펴본 클럽별 스윙시 체중이동 변화를 분석한 결론은 다음과 같다.

1. 골프스윙시 나타나는 수직 지면 반력은 클럽에 따른 차이는 크게 나타나지 않았으나 대상자에 따라서는 오른발 수직 용인이 증가하다 감소하는 시점에서 차이를 보였다.
2. 임팩트 직전 왼발에 걸리는 수직 지면 반력 최대 피크값은 평균 1.2배로 나타났는데 최소 0.96배에서 최대 1.35배까지 나타났다.
3. 수직 지면 반력은 백스윙 구간동안 오른발에서 증가하다 다운스윙 중에는 오른발이 감소하고 왼발이 증가하는 경향을 보였는데 이는 힘의 손실을 막고 파워를 증가시키는 것이다.
4. 클럽의 종류에 따라 지면반력의 좌우방향의 변화 형태는 유사하게 나타났는데 드라이버, 아이언 모두 임팩트 직전까지 좌측으로 급격히 이동하였는데 이는 체중이동을 하면서 정확한 타이밍을 맞추려는 것임을 알 수 있다.
5. 전후방향의 지면 반력은 백스윙에서 임팩트 내려올 때 왼발은 뒤꿈치에 힘을 주고 오른발은 앞꿈치에 힘을 주는데 임팩트 직전에 그

값이 최대가 된다. 이것은 안정된 자세를 취하기 위한 전략이 사용됨을 알 수 있다.

6. 전후 지면 반력에서 백스윙, 임팩트 순간은 정확한 중립 자세를 보여 주며 몸을 정확히 공의 방향으로 가게 하는 간결한 스윙임을 나타낸다.

이러한 결과로 토대로 볼 때, 골프 스윙시 수직 지면 반력은 임팩트 순간에 순차적인 움직임이, 앞뒤, 좌우 반력에서는 백스윙, 임팩트 순간에 균형을 유지시키는 것이 좋은 골프 스윙이며, 정확한 골프스윙의 지면 반력을 설명하기 위해서는 볼을 정확히 임팩트 할 수 있는 정확성 요인과 환경변화에 따른 심리적 요인도 고려되어야 하며 피험자에 따른 특성, 스윙, 그립, 장비 등에 관한 복합적인 연구가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- 이정환.(1999). 골프 스윙 동작시 균형에 대한 연구, 한국리서치 15권 1호 p745_753.
 김승태.(1997). 골프 핸드북, 서울; 보성출판사.
 이정환.(2000). 처음 시작하는 골프, 서울; 자유시대사.

- 황인승.(1991). 메케닉 골프. 서울; 대한교과서 주식회사.
 Carlsoo, S.(1967). A kinematic analysis of the golf swing. *The Journal of sports Medicine*, 84-91.
 Hay, J. G.(1985). The biomechanics of sports techniques.
 Koenig, G. Tamres, M. and Mann, R.W.(1994). The biomechanics of the shoe-ground interaction in golf. *Science and Golf II. Proceeding of the World Scientific Congress of Golf*, 40-44.
 Richards, J., Farrell, M., Kent, J. and Kraft, R.(1985). Weight Transfer Pattern during the Golf Swing, *Research Q. Exercise and Sports*, Vol. 56, No. 4, 361-365.
 Williams, K. R., and Sih B.L.(1998). Ground Reaction Force in Regular-Spike and Alternative-Spike Golf Shoes, *Science and golf III*, 568-575.
 Williams, K. R., and Cavanah P. R.(1983). The mechanics of foot action during the golf swing and implications for shoe design, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol. 15, No3, 247-255.

투 고 일 : 04월 30일

심 사 일 : 05월 15일

심사완료일 : 05월 30일