



골프 퍼팅 스윙시 성공과 실패에 따른 운동역학적 분석

최성진* · 박종진**

국문 요약

본 연구의 목적은 남자 대학 골프선수들을 대상으로 지면반력의 성분들이 골프 퍼팅의 정확성에 어떤 영향을 미치는지 알아보고 바른 기술을 습득할 수 있도록 기초자료를 제시하며, 일선지도자나 코치들에게는 합리적이고 과학적인 훈련으로 지도할 수 있도록 하고, 특히 골프라는 운동에 있어 퍼팅의 중요도를 인식시키는 데 그 목적이 있으며, 대학 골프 선수 10명에게 골프 퍼팅 스윙을 수행하게 하여 지면반력 시스템을 통해 각 운동역학적 변인들을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 국면별 전후방향의 지면반력 성분은 성공시 왼발이 실패시 왼발보다 전 국면에서 높게 나타났고, 오른발은 AD, BS, FS에서 실패시 오른발이 높게 나타났으며, IP시 성공시 오른발이 높게 나타났다. 국면별 좌우방향의 지면반력 성분은 성공시 왼발이 IP, FS에서 높게 나타났으며, AD, BS에서 실패시 왼발이 높게 나타났고, 오른발은 IP에서 실패시 오른발이 높게 나타났으며, AD, BS, FS시 성공시 오른발이 높게 나타났다. 국면별 수직방향의 지면반력 성분은 성공시 왼발이 AD, BS, FS에서 높게 나타났으며, IP시 실패시 왼발이 높게 나타났고, 오른발은 IP에서 실패시 오른발이 높게 나타났으며, AD, BS, FS시 성공시 오른발이 높게 나타났다. 국면별 회전력의 지면반력 성분은 성공시 왼발과 오른발의 전 국면에서 높게 나타났다. 위의 결과에 대한 결론을 요약해 볼 때 첫째, 전후방향의 힘은 무분별한 힘의 변화보다는 안정된 자세에서 리드미컬한 힘의 변화가 나타나는 동작이 필요하고, 둘째 안정된 자세에서 힘의 좌우 이동 폭이 큰 동작보다는 작은 동작이 퍼팅을 잘 할 수 있는 것으로 생각되었으며, 셋째 공의 진행 방향 즉 클럽의 진행 방향으로 체중이 이동하는 것이 바람직한 동작이며, 넷째, 완벽한 진자운동에 가까운 퍼팅이 바람직한 동작이라 생각되었다.

주제어 : 골프, 퍼팅, 클럽, 지면반력

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

I. 서 론

1. 연구의 필요성

골프 게임의 점수를 향상시킬 수 있는 열쇠는 100야드 이내에서의 플레이 기량이다(Adams and Thomasi, 1996). 골프샷의 64%가 100야드 이내에서 이루어짐에도 불구하고 사람들이 가장 소홀이 다루고 있고, 또 연습을 많이 하지 않는 샷이기도하다. 특히, 대부분의 골퍼들이 퍼터보다 드라이버 타격 연습을 더 좋아하지만 골프 한 라운드를 도는 동안 드라이버를 손에 잡는 것은 14번으로 19%에 불과하다. 이에 반하여 김동원(1977)은 퍼터를 손에 들어야 하는 경우는 전체 40% 이상을 차지하고 있으며, 스코어를 가장 빨리 낮추려면 바로 퍼트 성공률을 높여야 한다고 말한다. 또한 Wiren(1992)은 선수들의 평균 퍼팅은 모든 골프스트로크의 38%를 차지하며 매우 중요하다고 보고하였다. 이렇듯 골프에서 퍼팅이 아주 중요함에도 불구하고 대부분의 일반 골퍼들이 소홀이 다루고 있고, 또 연습을 하지 않는 분야가 바로 퍼팅이다.

운동학과 운동역학 분야에서 골프와 관련된 국내의 선행 연구를 보면, 소재무(1997)의 “여자프로 골퍼의 Middle-Iron 스윙동작에 관한 운동 역학적 분석”, 이기태·강민식(1997)의 “골프 스윙의 운동역학적 코우칭 모델”, 이동우·양동영·김갑선(1998)의 “골프스윙 동작시 상지관절 각도와 신체중심의 변화 분석”, 배성제·김복영(1995)의 “한국 프로 골프 선수의 스윙 동작 분석” 등 골프의 스윙에 대한 연구는 많이 이루어지고 있다. 하지만 골프에서 상당히 중요한 부분을 차지하고 있는 퍼팅 스트로크에 대한 선행연구는 박진(2000)의 “골프 퍼팅 스트로크의 구간별 소요시간”, 정철수·신인식·임비오·은선덕(1999)의 “전후면과 좌우면상에서의 골프 퍼팅 동작이 정확성에 미치는 영향” 등이 있었으나 아직은 골프 퍼팅에 대한 많은 연구가 이루어지지 않는 실정이다.

현재 퍼팅 스트로크에 대한 연구는 역학 분야보다는 심리·제어 분야에서 활발하게 이루어지고 있는데, 이것은 퍼팅이 심리적인 영향이 크며, 거의 분석을 필요로 하지 않는 기술로 분류되고 있는 현실을 반영한 것이다. 하지만 한편으로는 골퍼들이 좋은 성적을 내기 위해서는 그린 위에서 퍼팅 스트로크시 백스윙과 폴로스루의 일정한 거리와 정확한 방향성, 일관된 자세, 일정한 속도가 요구된다고 알려져 왔다. 따라서 퍼팅 스트로크의 완성된 프로 골퍼들의 퍼팅 스트로크 동작에 관한 운동학적 변인들을 규명하는 것은 경기력 향상에 기여할 수 있는 한 방법이라고 하겠는데, Mann(1989)은 미국 PGA투어 프로 19명을 대상으로 퍼팅동작의 운동학적 요인을 분석하였다. 그의 연구 결과에 의하면 일관된 자세와 정확한 방향성이 중요한 것이라는 것을 확인시켰지만 백스윙과 폴로스루의 동등한 길이, 속도는 중요한 퍼팅 요소가 아님을 지적하였다. 이러한 결과는 이전의 연구결과와 상반되는 것으로 이상적인 폴로스루는 백스윙의 두 배이고, 속도는 퍼팅의 길이 뿐만 아니라 퍼팅범위, 슬로우 백스윙에서 빠른 다운 스윙을 한다는 것을 의미한다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 남자 대학 골프선수들을 대상으로 지면반력의 성분들이 골프 퍼팅의 정확성에 어떤 영향을 미치는지 알아보고 바른 기술을 습득할 수 있도록 기초자료를 제시하며, 일선지도자나 코치들에게는 합리적이고 과학적인 훈련으로 지도할 수 있도록 하고, 특히 골프라는 운동에 있어 퍼팅의 중요도를 인식시키는 데 그 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

본 연구의 대상자는 2002년도 서울 Y대학에 소속되어 있는 남자 골프 선수 10명을 선정하였다. 이 연구에 참가한 연구 대상자의 신체적 특성은 표 1과 같다.

표 1. 연구 대상자의 특성

Item	N	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (yrs)	Carrer (yrs)
M±SD	10	26.0±2.1	172.0±9.6	71.5±6.4	9.5±2.9

2. 실험 및 분석 장비

표 2. 지면반력 시스템의 실험 도구

	Equipments	Size Type	Manufacturer	Nationality
지면 반력	Force platform	AMTI ORG-6	AMTI	USA
	증폭기	4-channel, amplifier	AMTI	USA
	X-Y 연산장치	X-Y coordinate arithmetic unit	AMTI	USA
	X-Y 기록장치	X-Y recorder	AMTI	USA
	Computer	Pentium	Trigem	Korea

3. 실험 절차

- 1) 실험도구의 배치는 연구 대상자가 골프 퍼팅 스윙을 완전히 수행할 수 있는 실내의 넓은 공간에서 각각의 발에 한 대씩 디딜 수 있도록 지면반력기를 고정 설치하였다.
- 2) 골프공은 지면반력기의 높이와 같은 판자 위에 인조잔디를 올려놓은 다음 그 위에 놓았다.
- 3) 실험에 임하기 전에 각 연구 대상자는 충분한 워밍업을 하도록 한 후 볼의 감각을 살리기 위해 실제 공을 두고 퍼팅을 하게 했다.
- 4) 연구 대상자들이 각각 왼발과 오른발을 두 대의 압력판 위에 위치 시키고 동작을 행하였기 때문에 두 대의 압력판의 지면반력이 0이 되게 캘리브레이션 시킨 후 실험을 실시하였다.
- 5) 모든 연구 대상자는 각각 5회씩 퍼팅을 실시하여 성공과 실패 동작으로 구분한 후 무작위로 뽑아서 분석하였다.
- 6) 압력판 위에서 3차원 공간의 방향설정은 볼의 진행 방향을 y축으로 하고, 연구 대상자의 전후는 x축으로 위치 시켰으며, z방향은 x, y축이 수직으로 만나는 점에 대해 수직방향으로 설정하였다.

4. 자료 분석방법

본 연구에서의 자료 분석방법은 골프퍼팅 동작을 국면별로 구분하여 지면반력기로부터 나온 데이터를 전후방향(y축), 좌우방향(x축), 수직방향(z축)으로 하여 힘의 크기 및 변화의 패턴, 회전력, 모멘트 등을 시간 함수로 하여 AMTI force platform의 소프트웨어인 CAS로 부터 구하였다.

1) 국면 설정

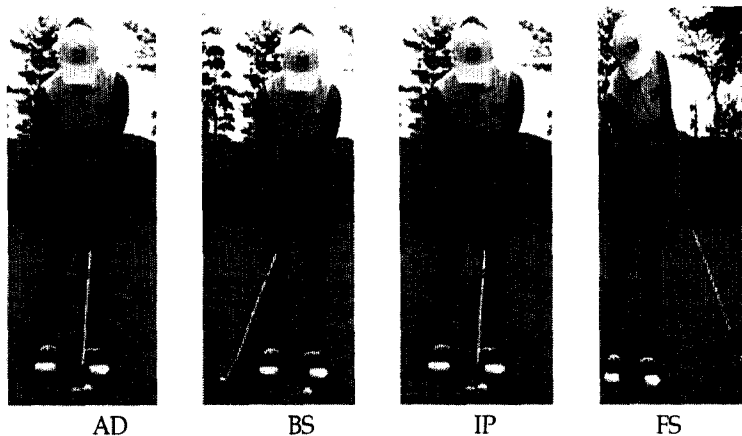


그림 1. 국면 설정

- (1) 제 1국면(AD) - 페이스와 공이 붙어 있는 시점으로 설정하였다.
- (2) 제 2국면(BS) - 클럽 헤드가 백스윙시 일시 정지하는 시점으로 설정하였다.
- (3) 제 3국면(IP) - 클럽 페이스가 공과 만나는 시점으로 설정하였다.
- (4) 제 4국면(FS) - 스윙이 완전히 끝나는 시점으로 설정하였다.

5. 통계 처리방법

본 연구의 통계 처리방법은 골프퍼팅 동작의 성공과 실패동작의 운동학적 및 운동역학적인 변인에서 차이를 나타내는지 그 정도를 구명하기 위하여 통계 패키지인 SPSS/PC+ 10.0 프로그램을 이용하여 평균 및 표준편차를 산출하고 유의 수준 5%에서 t-검증을 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

본 연구는 남자 골프 선수의 퍼팅 스윙시 성공과 실패에 따른 지면반력 성분 분석을 한 결과 및 고찰은 다음과 같다.

1. 전후방향(y축)의 지면반력 성분 분석.

퍼팅 스윙시 전후방향에 대한 각 국면별 지면에 가해지는 지면반력의 성분은 표 3과 같이 나타났으며, 변화형태는 그림 2와 같이 나타났다.

표 3. 전후방향의 국면별 지면반력 성분 비교 (unit : N)

	어드레스(AD)		백스윙(BS)		임팩트(IP)		파니시(FS)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
성공시 왼발	14.23	.41	10.37	.62	16.93	.43	13.39	.47
실패시 왼발	5.15	.84	6.20	.54	1.96	.52	7.93	.40
t - value	25.56*		12.12*		56.33*		20.35*	
성공시 오른발	-9.29	.19	-15.50	.31	-6.95	.34	-10.19	.21
실패시 오른발	-7.93	.37	-7.93	.32	-12.83	.25	-6.67	.26
t - value	-9.34*		-46.29*		42.06*		-25.83*	

* : p < .05

표 3과 같이 전후방향의 국면별 지면반력 성분 분석시 평균과 표준편차는 성공시 왼발은 어드레스(AD)시 $14.23 \pm .41N$, 백스윙(BS)시 $10.37 \pm .62N$, 임팩트(IP)시 $16.93 \pm .43N$, 피니시(FS)시 $13.39 \pm .47N$, 로 나타났으며, 실패시 왼발은 AD시 $5.15 \pm .84N$, BS시 $6.20 \pm .54N$, IP시 $1.96 \pm .52N$, FS시 $7.93 \pm .40N$ 으로 나타났다. 또한 성공시 오른발은 AD시 $-9.29 \pm .19N$, BS시 $-15.50 \pm .31N$, IP시 $-6.95 \pm .34N$, FS시 $-10.19 \pm .21N$ 으로 나타났으며, 실패시 오른발은 AD시 $-7.93 \pm .37N$, BS시 $-7.93 \pm .32N$, IP시 $-12.83 \pm .25N$, FS시 $-6.67 \pm .26N$ 으로 나타났다.

국면별 전후방향의 성공과 실패에 따른 집단간 차이를 알아보기 위하여 t-검정을 실시해본 결과 왼발과 오른발 각각 유의 수준 5%에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

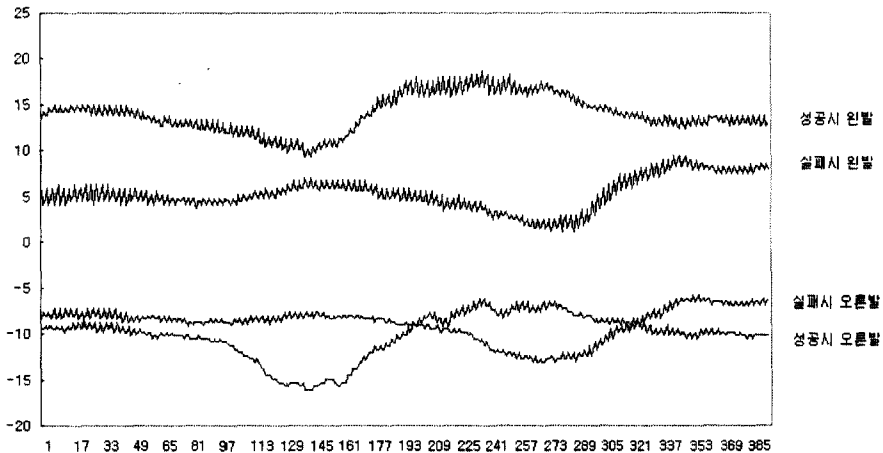
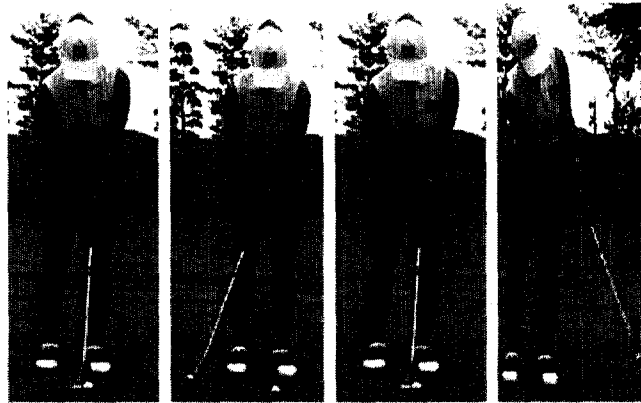


그림 2. 전후방향의 지면반력 변화형태

위의 결과로 볼 때 연구 대상자들의 퍼팅 스위치 국면별 전후방향의 지면반력 변화형태에서 왼발

의 성공시 AD시 13.51N, BS시 9.76N, IP시 18.79N, SF시 13.16N이며, 실패시 AD시 5.63N, BS시 6.41N, IP시 1.52N, SF시 7.94N 이었다. 성공시 전체적인 힘의 비중이 실패의 경우보다 높게 나타나는 것을 위의 그림을 통해 알 수 있었으며, 특히 임팩트 부분에서 성공시 왼발의 지지율이 현저히 높게 나타나는데, 이것은 일반적으로 백스윙을 천천히 움직이면서 다운스윙을 완벽하게 수행하기 위한 단계라 본다. 그러나 백스윙이 빠르게 되면 지지율이 안정적인 위치에 놓이기 전에 다운스윙으로 들어가게 되므로 결과적으로 임팩트를 그르칠 확률이 높아지게 될 것으로 생각된다.

오른발의 성공시 AD -9.441N, BS -16.01N, IP -6.88N, SF -10.15N이며, 실패시 AD -8.33N, BS -7.97N, IP -11.62N, SF -6.12N 이었다.

위의 그림으로 보아 오른발의 경우에는 실패 백스윙 때 힘의 치중이 많으며 이는 임팩트시 타이밍에 절대적인 영향을 줄 수 있으며, 또한 효율적인 체중 이동을 하지 못함을 알 수 있다.

박정현(2000)은 불규칙한 좌우 지지율의 변화는 매회 스윙시 다른 느낌의 터치감을 유발하여, 임팩트시 스위트 스팟에 접촉되는 확률이 떨어져 퍼팅의 성공에 좋지 않은 요인으로 작용한다고 하는 이론과 일치하는 것으로 나타났다.

또한 성공과 실패시 모두 왼발, 오른발이 유사한 그래프의 양상을 보였다. 그러나 성공시 백스윙에서는 힘이 내려가고 임팩트에서는 힘이 정점으로 나타나고 다시 힘이 줄어드는 클럽헤드의 변화에 맞는 역학적 원리에 적합한 힘의 변화를 보이는 것으로 보아서 무분별한 힘의 변화보다는 안정된 자세에서 역학적 원리에 맞는 리드미컬한 힘의 변화를 나타내는 동작이 필요한 것으로 생각된다.

2. 좌우방향(x축)의 지면반력 성분 분석.

퍼팅 스윙시 좌우방향에 대한 각 국면별 지면에 가해지는 지면반력의 성분은 표 4와 같이 나타났으며, 변화형태는 그림 3과 같이 나타났다.

표 4. 좌우방향의 국면별 지면반력 성분 비교 (unit : N)

	어드레스(AD)		백스윙(BS)		임팩트(IP)		퍼니시(FS)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
성공시 왼발	5.56	.43	5.57	.56	10.28	.64	9.26	1.18
실패시 왼발	5.58	.44	5.94	.43	5.84	.65	8.33	.50
t - value	-.06		-1.52		15.27*		4.75*	
성공시 오른발	-4.53	.40	-3.44	.71	-9.34	.48	-7.42	.21
실패시 오른발	-7.21	.35	-6.30	.21	-5.14	.47	-10.15	.31
t - value	21.67*		16.04*		-15.29*		18.59*	

* : p < .05

표 4와 같이 좌우방향의 국면별 지면반력 성분 분석시 평균과 표준편차는 성공시 왼발은 AD시 $5.56 \pm .43N$, BS시 $5.57 \pm .56N$, IP시 $10.28 \pm .64N$, FS시 $9.26 \pm 1.18N$ 으로 나타났으며, 실패시 왼발은 AD시 $5.58 \pm .44N$, BS시 $5.94 \pm .43N$, IP시 $5.84 \pm .65N$, FS시 $8.33 \pm .50N$ 으로 나타났다. 또한 성공시 오른발은 AD시 $-4.53 \pm .40N$, BS시 $-3.44 \pm .71N$, IP시 $-9.34 \pm .48N$, FS시 $-7.42 \pm .21N$ 으로 나타났으며, 실패시 오른발은 AD시 $-7.21 \pm .35N$, BS시 $-6.30 \pm .21N$, IP시 $-5.14 \pm .47N$, FS시 $-10.15 \pm .31N$ 으로 나타났다.

국면별 전후방향의 성공과 실패에 따른 집단간 차이를 알아보기 위하여 t-검정을 실시해본 결과 왼발은 AD, BS시는 각각 유의 수준 5%에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나, IP, FS시는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 오른발은 각각 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

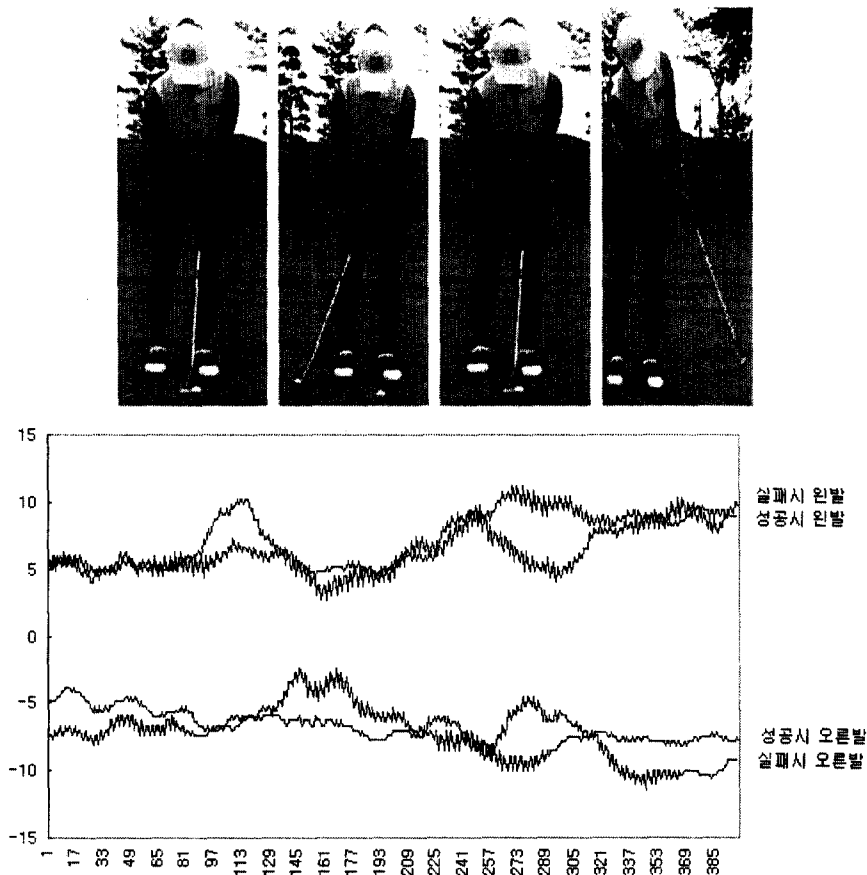


그림 3. 좌우방향의 지면반력 변화형태

연구 대상자들의 퍼팅 스윙시 국면별 좌우방향의 지면반력 변화형태에서 왼발의 성공시 AD

5.67N, BS 10.21N, IP 11.20N, SF 9.00N이며, 실패시 AD 5.57N, BS 7.411N, IP 9.73N, SF 9.60N 이었다. 또한, 오른발의 성공시 AD -4.85N, BS -2.67N, IP -8.91N, SF -7.83N이며, 실패시 AD -7.36N, BS -6.27N, IP -4.45N, SF -9.23N 이었다. 위의 그림으로 보아 성공시 왼발과 오른발 모두 백스윙과 임팩트에서 실패시 보다 낮게 그래프가 형성되는 것을 알 수가 있다. 이는 성공시가 정확한 스탠스로 체중의 앞뒤 분배를 정확하게 한 반면, 실패시는 앞뒤의 흔들림이 커서 몸의 중심이 흔들린 관계로 볼의 강도와 방향을 정확하게 스윙 할 수 없었던 것으로 생각된다.

Dave Pelz' s(2001)는 대부분의 골퍼들이 퍼팅을 하는 동안 자신도 의식하지 못하는 사이에 약간씩 몸을 움직이며, 이를 없애기란 거의 불가능하기 때문에 어드레스 자세를 취하고 몸을 축으로 삼아 하체를 회전시키면 상체도 따라 움직이는데 이것은 상체가 하체 위에 놓여 있기 때문에 당연히 일어나는 결과라고 하였으며, 이 결론과 비교해 보면 안정된 자세에서 힘의 좌우 이동 폭이 큰 동작 보다는 작은 동작이 퍼팅이 잘 할 수 있다는 것으로 생각된다.

또한 Hay, J.(1985)는 그린에서 칩핑이나 피칭을 할 때 스탠스를 좁게 잡는 것이 유리하다고 하였다. 왜냐하면 이렇게 해야 골퍼의 하체가 스윙의 리듬을 유지하기 쉬어진다고 하였다.

만약 안정감을 유지하는데 문제가 된다면, 무릎을 서로 맞대고 섬으로써 퍼팅 스트로크를 위한 단단한 기초를 만든다. 즉 양쪽 무릎을 안쪽으로 모아서 서기 때문에 하체가 움직이는 일이 아예 일어날 수 없다고 하였다. Carlsoo, S(1967)의 조사에 의하면 세계적인 골퍼들 중 상당수가 체중의 절반 이상(55~60% 정도)이 발 앞쪽에 중심을 실음으로써 하체 안정성을 확보하는 것으로서 나타났다.

3. 수직방향(z축)의 지면반력 성분 분석.

퍼팅 스윙시 수직방향에 대한 각 국면별 지면에 가해지는 지면반력의 성분은 표 5와 같이 나타났으며, 변화형태는 그림 4과 같이 나타났다.

표 5. 수직방향의 국면별 지면반력 성분 비교 (unit : N)

	어드레스(AD)		백스윙(BS)		임팩트(IP)		피니시(FS)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
성공시 왼발	329.09	.59	334.61	3.99	372.50	2.04	363.54	1.14
실패시 왼발	338.49	2.17	336.68	.97	344.46	3.39	379.46	.45
t - value	-13.69*		-1.37		17.57*		-39.43	
성공시 오른발	307.22	2.00	301.46	.68	263.27	1.73	271.86	.46
실패시 오른발	294.14	1.55	297.87	.82	289.69	3.47	256.43	1.96
t - value	13.28*		11.08*		-16.73*		27.21*	

* : p < .05

표 5와 같이 수직방향의 국면별 지면반력 성분 분석시 평균과 표준편차는 성공시 왼발은 AD시 $329.09 \pm .59N$, BS시 $334.61 \pm 3.99N$, IP시 $972.50 \pm 2.04N$, FS시 $364.54 \pm 1.14N$ 으로 나타났으며, 실패시 왼발은 AD시 $338.49 \pm 2.17N$, BS시 $336.68 \pm .97N$, IP시 $344.46 \pm 3.39N$, FS시 $379.46 \pm .45N$ 으로 나타났다. 또한 성공시 오른발은 AD시 $307.22 \pm 2.00N$, BS시 $301.46 \pm .68N$, IP시 $263.27 \pm 1.73N$, FS시 $271.86 \pm .46N$ 으로 나타났으며, 실패시 오른발은 AD시 $294.14 \pm 1.55N$, BS시 $297.87 \pm .82N$, IP시 $-289.69 \pm 3.47N$, FS시 256.437 ± 1.96 으로 나타났다.

국면별 전후방향의 성공과 실패에 따른 집단간 차이를 알아보기 위하여 t-검정을 실시해본 결과 왼발은 BS시는 각각 유의 수준 5%에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나, AD, IP, FS시는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 오른발은 각각 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

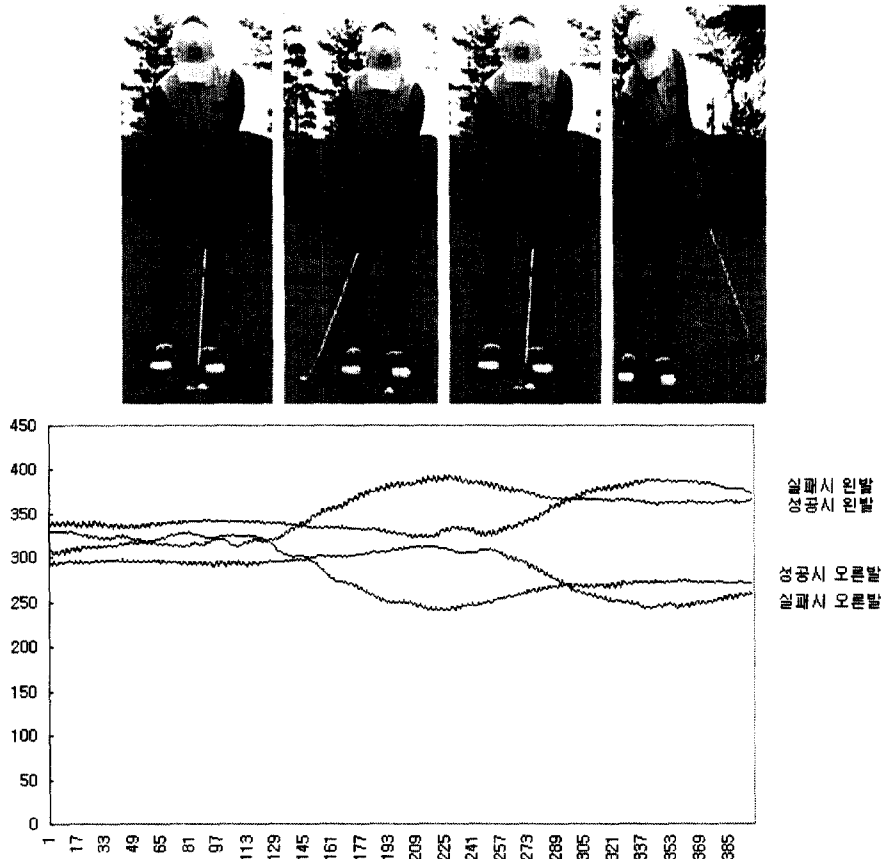


그림 4. 수직방향의 지면반력 변화형태

위의 결과로 볼 때 연구 대상자들의 퍼팅 스윙시 국면별 수직방향의 지면반력 변화형태에서 왼발의 성공시 AD 330.221N, BS 318.86N, IP 393.21N, SF 364.69N이며, 실패시 AD 336.18N, BS

339.09N, IP 332.00N, SF 375.08N 이었다. 또한 오른발의 성공시 AD 308.96N, BS 313.35N, IP 241.82N, SF 271.72며, 실패시 AD 293.46N, BS 296.32N, IP 306.43N, SF 259.10N 이었다. 어드레스 국면에서 나타나는 특징은 지면에 가해지는 힘의 크기에 있어서는 왼발 오른발 모두 큰 차이가 없지만, 백스윙부터 성공시 왼발에 가해지는 힘이 큰 것으로 나타났으나 실패시는 오른발에 가해지는 힘이 큰 것으로 나타났다. 이것은 성공시는 공의 진행방향으로 체중이 약하게 이동하는 양상이 나타났고, 실패시는 이동이 되지 않고 오히려 힘이 오른발쪽으로 이동한 양상을 보였다.

Mann(1989)은 골프 퍼팅 동작에 대한 운동 역학적 요인을 분석한 연구 결과에서 일관된 자세와 정확한 방향의 중요성을 시사하면서, 이상적인 퍼팅시 폴로 스루는 백스윙의 약 두 배이고 이것이 불에 가속도를 주게되어 빠른 다운스윙을 한다고 하였다. 정상급 선수들의 백스윙의 두 배 정도 크기를 갖는 폴로 스루를 줄곧 유지한다고 말한다. 결과적으로, 폴로 스루의 이상적인 길이는 백스윙의 두 배가 된다는 것을 분명히 보여주면서 백스윙 길이의 중요성을 강조하였다.

본 연구에서는 좋은 퍼팅은 공의 진행방향, 즉 클럽의 진행방향으로 체중이 이동하는 것이 바람직한 것으로 생각된다.

4. 회전력(t축)의 지면반력 성분 분석.

퍼팅 스윙시 회전력에 대한 각 국면별 지면에 가해지는 지면반력의 성분은 표 6과 같이 나타났으며, 변화형태는 그림 5와 같이 나타났다.

표 6. 회전력의 국면별 지면반력 성분 비교 (unit : N)

	어드레스(AD)		백스윙(BS)		임팩트(IP)		피니시(FS)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
성공시 왼발	-204.48	13.48	-130.02	6.33	-311.52	12.84	-242.70	16.73
실패시 왼발	-122.99	18.89	-117.82	17.24	-76.11	19.13	-188.93	14.22
t - value	-9.87*		-1.86		-27.62*		-7.16*	
성공시 오른발	118.78	13.62	228.99	12.74	100.97	12.16	95.53	4.97
실패시 오른발	29.26	21.98	15.71	6.46	78.62	19.06	-17.03	15.19
t - value	9.13*		50.72*		2.62		22.52*	

* : p < .05

표 6와 같이 회전력의 국면별 지면반력 성분 분석시 평균과 표준편차는 성공시 왼발은 AD시 -204.48±13.48N, BS시 -130.02±6.33N, IP시 -311.52±12.84N, FS시 -242.70±16.73N으로 나타났으며, 실패시 왼발은 AD시 -122.99±18.89N, BS시 -117.72±17.24N, IP시 -76.11±19.13N, FS시 -188.93±

14.22N으로 나타났다. 또한 성공시 오른발은 AD시 $118.78 \pm 13.62N$, BS시 $228.99 \pm 12.74N$, IP시 $100.97 \pm 12.16N$, FS시 $95.53 \pm 4.97N$ 으로 나타났으며, 실패시 오른발은 AD시 $29.26 \pm 21.98N$, BS시 $15.714 \pm 6.46N$, IP시 $78.62 \pm 19.06N$, FS시 $-17.03 \pm 15.19N$ 으로 나타났다.

국면별 전후방향의 성공과 실패에 따른 집단간 차이를 알아보기 위하여 t-검정을 실시해본 결과 왼발은 BS시는 각각 유의 수준 5%에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나, AD, IP, FS시는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 오른발은 각각 IP시는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나, AD, BS, FS시는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

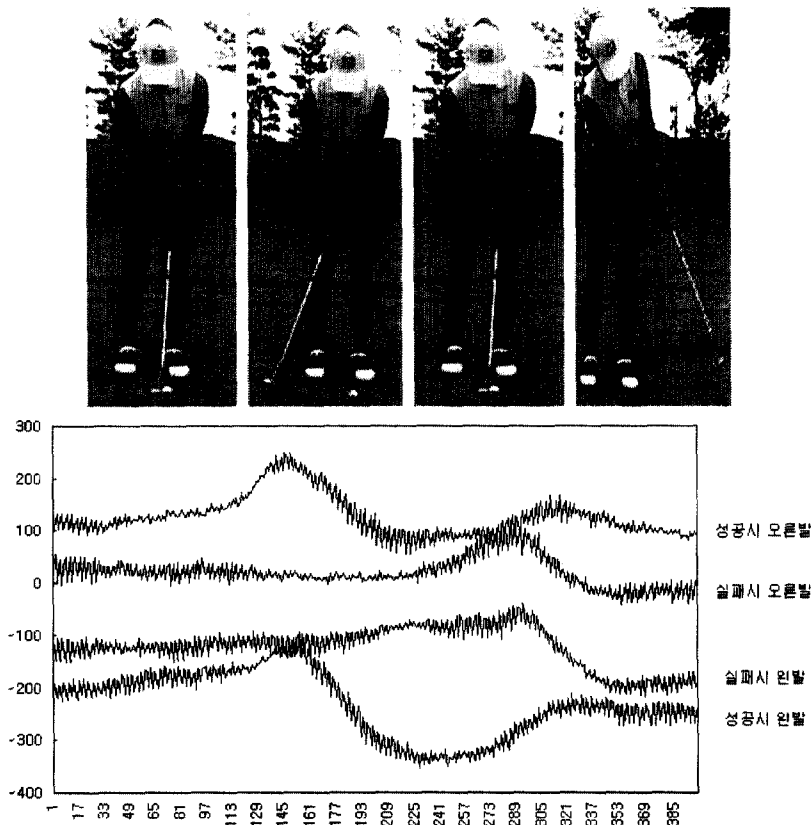


그림 5. 회전력의 지면반력 변화형태

퍼팅 스윙을 하는 동안 지면과 접촉면 전체에 걸쳐서 힘이 작용하기 때문에 힘 작용점을 통과하는 수직축에 대해서 압력판을 수평으로 회전시키려는 토크(torque)가 발생하게 되는데 위의 결과로 볼 때 회전력의 지면반력 변화형태에서 왼발의 성공시 AD $-192.02N$, BS $-140.28N$, IP $-249.34N$, SF $-240.30N$ 이며, 실패시 AD $-1139.46N$, BS $139.99N$, IP $-74.64N$, SF $-201.92N$ 이었다. 위의 결과로 볼 때 왼발은 백스윙까지는 비슷한 회전력을 보였으나 임팩트시 급격한 차이를 보였다. 이는 실패시

상체의 흔들림 즉, 손목과 어깨를 많이 사용하여 퍼팅의 기본인 진자운동을 하지 않았기 때문에 회전력이 커진 것으로 생각된다.

오른발의 성공시 AD 103.09N, BS 215.53N, IP 146.46N, SF 90.42N이며, 실패시 AD 39.32N, BS 15.89N, IP 111.45N, SF 5.51 이었다. 오른발도 성공시는 백스윙에서 높은 회전력을 보인 반면, 실패시는 완만한 곡선을 그리다가 임팩트 지점에서 높은 회전력을 보였다. 이는 성공시는 정확한 중심이동이 이루어졌지만, 실패시는 공을 맞추는데 만 급급한 것으로 보이며, 클럽과 손목과 어깨가 하나가 되어 전체가 진자운동을 하게끔 하여 볼을 바로 보낼 수 있게 하여야 한다고 생각된다.

Paul D. Lee(1999)는 한가지 틀림없이 중요한 원칙은 퍼팅 할 때 발가락이 들리지 않고 꼭 바닥에 붙어있어야 한다. 라고 하였으며, 황인승(1992)은 퍼팅 실행에 있어서 가장 유념해야 할 것은 머리와 눈을 공 위에 두는 것이다. 이는 자세를 안정성 있게 유지해 주는 한편, 일관성 있는 퍼팅에 있어 가장 중요한 요소이기 때문이다 라고 하였다.

본 연구에서의 나타난 결과를 살펴볼 때 위의 연구들과 유사한 결과가 나타났음을 알 수 있다.

V. 결 론

본 연구는 대학 골프 선수 10명에게 골프 퍼팅 스윙을 수행하게 하여 지면반력 시스템을 통해 각 운동역학적 변인들을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 국면별 전후방향의 지면반력 성분은 성공시 왼발이 실패시 왼발보다 전 국면에서 높게 나타났고, 오른발은 AD, BS, FS에서 실패시 오른발이 높게 나타났으며, IP시 성공시 오른발이 높게 나타났다.
- 2) 국면별 좌우방향의 지면반력 성분은 성공시 왼발이 IP, FS에서 높게 나타났으며, AD, BS에서 실패시 왼발이 높게 나타났고, 오른발은 IP에서 실패시 오른발이 높게 나타났으며, AD, BS, FS시 성공시 오른발이 높게 나타났다.
- 3) 국면별 수직방향의 지면반력 성분은 성공시 왼발이 AD, BS, FS에서 높게 나타났으며, IP시 실패시 왼발이 높게 나타났고, 오른발은 IP에서 실패시 오른발이 높게 나타났으며, AD, BS, FS시 성공시 오른발이 높게 나타났다.
- 4) 국면별 회전력의 지면반력 성분은 성공시 왼발과 오른발의 전 국면에서 높게 나타났다.

위의 결과에 대한 결론을 요약해 볼 때 첫째, 전후방향의 힘은 무분별한 힘의 변화보다는 안정된 자세에서 리드미컬한 힘의 변화가 나타나는 동작이 필요하고, 둘째 안정된 자세에서 힘의 좌우 이동 폭이 큰 동작보다는 작은 동작이 퍼팅을 잘 할 수 있는 것으로 생각되었으며, 셋째 공의 진행 방향 즉 클럽의 진행 방향으로 체중이 이동하는 것이 바람직한 동작이며, 넷째, 완벽한 진자운동에 가까운 퍼팅이 바람직한 동작이라 생각되었다.

참 고 문 헌

- 김의환, 이요열, 백광현(2000), 한국프로골프선수 Putting 동작의 3차원 키네메틱 분석(1), The 2000 Seoul international sport science congress II, pp.975-986.
- 박진, 안병화(2000), 퍼팅 스트로크에서 퍼터의 움직임에 관한 운동역학적 분석, 한국운동역학회지, 9(1), pp.187-193.
- 박진(2000), 골프 퍼팅 스트로크의 구간별 소요시간 분석, 한국운동역학회지, 9(2), pp.187-193.
- Adams and Thomasi(1996), *The Academy of golf PGA National play better Golf*, Carlton Books Limited.
- Broer. M. R(1973), *The Etticiency of Human Movement, 3rd* ,Philadelphia: W. B. Sanders Co., pp.234-248.
- Carlsoo. S(1967), *A Kinetic analysis of the golf swing*, Journal of sports medicine, Vol.7, pp.66-72.
- Carney(1986), *World Golf*, New York: Vol.24, No.4, pp.204-209.
- Chapman(1989), *Golf*. Iowa: W. M. C. Brown Co, pp.4-108.
- Cochran. A and J. Stobbs(1968), *The search for the perfect swing*, Philadelphia: J. B. Lippincott Co.
- Copper J.M(1973), *Kinematic and Kinetic Analysis of the Golf swing*, *Biomechanics*, Baltimore: Univ. Park Press. Vol.4, pp.298-305.
- Daish, C. D(1972), *The Physics of Ball Games*, London: The English Univ., Press, pp.22-40.
- Dave Pelz' s(2001), *Putting Bible*, New York: The Doublday Broadway Publishing, a division of Random house, inc, pp.111-116.
- Hay, J.(1985), *The Biomechanics of Sports Techniques*, Printice-Hall, Englewood Cliffs, N. J.
- Herring(1988), *The Search for the perfect swing*, *Biomechanics*, Vol.26, pp.125-135.
- James G Hay(1978), *The Biomechanics of sports Techniques*, Iowa, Human Kinetics, pp.99-101.
- Luhtanen(1988), *Science and Golf*, Proceedings of The First World Scientific Congress on Golf, pp.43-48.
- Mann(1989), *Grand Cypress Academy of Golf*, Grand Cypress Resort, pp.35-55.
- Milburn, P.D.(1982), *Summition of segmental velocties in the golf swing*, *Medicine and science in sport and exercise*, 14(1), pp.60-64.
- Putnam(1993), *Mechanice of Sport*, Human Kinetics Publishers, II.
- Wiren(1992), *Golf, building a solid game*, Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall.

ABSTRACT

Biomechanics analysis by success and failure during golf putting swing

Sung-Jin Choi^{*} · Jong-Jin Park^{**}

In the study the subjects who 10 university golfers act, and the kinetic factors were analyzed by the ground reaction system. the conclusion are as follows.

- 1) In the golf putting swing, the ground reaction factors of sagital plane in aspect are shown that the left and right foot sufficient difference, in the level of $p < .05$.
- 2) In the golf putting swing, the ground reaction factors of frontal plane in aspect is shown that the left foot has no significant difference in AD, BS in the level $p < .05$. In success, IP, FS. It can show significant difference. In addition. the right foot is shown the success, There is significant difference.
- 3) In the golf putting swing, the ground reaction factors of the vertical plane in aspect are shown that the left foot has no significant difference in BS, FS in the level $p < .05$. In success, AD, IP. It can show significant difference. In addition. the right foot is shown the success, There is significant difference.
- 4) In the golf putting swing, the ground reaction factors of torque in aspect are shown that the left foot has no significant difference in BS in the level $p < .05$. In success, AD, IP, FS. It can show significant difference. In addition. the right foot has no significant difference in IP in the level $p < .05$. AD, BS, FS. There is significant difference.

The summarized conclusions are as follows. The first that the power of sagital plane needs the motion which can get the good power change in the stabilized pose. The second is that the small motion can make good putting in stabilized pose. The third is that the body weight move to the direction of the ball. The fourth is that the putting which looks perfect oscillation is good motion.

key words : golf, putting, club, force platform

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