



## 숙련자와 초보자의 퍼팅 스트로크 특성비교(II)

박 전\* · 이 영 섭\*\* · 안 병 화\*\*\*

### 국 문 요 약

본 연구는 임팩트 시에 클럽페이스의 면을 3차원적으로 분석해 보고자 한다. 또한 숙련자와 초보자간에 차이를 비교, 분석하여 초보자의 퍼팅 스트로크 기술을 향상시키는 기초자료를 제공하는데도 그 목적이 있다. 이를 위하여 숙련된 골퍼 5명과 골프경험이 전혀 없는 학생 5명 등, 총 10명이 피험자로 연구에 참여하였다. 실험은 실내의 인조잔디에서 실시되었으며, 잔디에 지름 0.108 미터의 홀을 파서 실제 그린과 동일한 상황을 만들었다. 클럽페이스의 면을 정의하기 위하여 헤드부분의 toe, heel, 그리고 neck에 각각 지름 0.01 미터의 마커를 부착하였으며, AG 456 비디오카메라(60 Hz, 1/500 s) 두 대를 이용하여 움직임을 기록하였다. 클럽페이스의 움직임을 3차원적으로 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, 클럽의 좌우 움직임에 영향을 주는 면의 움직임이 숙련자의 경우 평균 1도로 매우 작은 반면에 초보자들은 평균 6도 이상이었다. 둘째, 숙련자들은 클럽의 움직임보다 손의 움직임이 빨라서 볼을 낮게(클럽페이스를 닫은 상태로 임팩트) 보낼 수 있으나, 초보자들은 클럽보다 손의 움직임이 느려서 볼을 높게(클럽페이스를 열린 상태로 임팩트) 보낸다. 셋째, 클럽헤드의 입사와 반사각도 비는 전체적으로는 1:3.4 이나, 임팩트 존에서의 비는 1:2 정도이다. 넷째, 숙련자의 수직벡터 방향은 초보자의 수직벡터 방향보다 퍼트 선 방향에서 볼 때 이탈각도가 작다. 퍼팅 스트로크는 볼과 클럽, 그리고 볼과 그린의 접촉에 따라서 결과가 나타나는 종목이다. 따라서 퍼터의 움직임도 중요하지만 볼의 움직임과 그린의 역할도 함께 연구가 병행되어야 한다.

주제어 : 퍼팅 스트로크, 퍼터의 면, 수직벡터, 입사각, 반사각

2002년 11월 8일(금) 접수

\* Corresponding author, 교수, 139-774 서울시 노원구 공릉동 126 서울여자대학교 자연과학대학 체육학과  
연락처 : jpark@swu.ac.kr, Tel : 018-580-2001

\*\* 교수, 139-774 서울시 노원구 공릉동 126 서울여자대학교 자연과학대학 자연과학부

\*\*\* 책임연구원, 139-774 서울시 노원구 공릉2동 223-19 체육과학연구원

## I. 서론

골프의 퍼팅 스트로크에서 볼의 방향에 영향을 주는 중요한 두 가지 요소는 클럽헤드의 스윙궤도(path)와 임팩트 시 클럽페이스의 위치(position)이다(Mann, 1989). 좋은 퍼팅 스트로크를 만들기 위해서는 클럽의 움직임 방향이 퍼트 선(line of putt)과 일치해야 하며, 볼과의 접촉 시 클럽페이스의 수직벡터(normal vector)방향 역시 퍼트 선과 일치해야 한다. 퍼팅 길이에 관계없이 클럽의 움직임 방향이 퍼트 선과 일치하기 위한 가장 이상적인 스윙궤도는 퍼트 선을 따라 전후로 이동(straight back and straight through) 해야 하나(Mann, 1989), 실제 상황에서는 퍼트 선과 평행으로 두 발을 놓는 퍼팅의 자세 때문에 퍼팅거리가 길어질수록 스윙궤도는 임팩트 지점을 점점으로 포물선을 그리게 된다. 또한 퍼터 움직임의 중심점(hub)이 퍼트 선의 수직선상에 있지 않고 골퍼의 몸 쪽으로 치우쳐져 있으며, 퍼터 움직임에 관계없이 중심점이 거의 고정되어 있는 것도 퍼터가 퍼트 선을 따라 움직일 수 없는 원인이라고 할 수 있다. 박진(2002)은 숙련자와 초보자의 퍼팅 스트로크 특성비교(I)를 통하여 우수한 골퍼들의 경우 퍼터의 스윙궤도가 임팩트 지점을 접점으로 포물선 운동을 하는 것으로 보고하였다. 특히 볼의 이동에 직접적인 영향을 주는 임팩트 직전(-0.0167초)에서 임팩트 시점(0초)으로의 스윙궤도는 우수 골퍼들의 경우 퍼트 선과 거의 수평을 이루는 것으로, 이러한 퍼터의 움직임은 볼이 퍼트 선을 따라 이동하는데 많은 도움을 준다.

볼의 방향에 영향을 주는 다른 한가지 요소는 클럽페이스의 위치이다. 클럽페이스의 위치는 수직벡터의 방향으로 측정할 수 있는데, 아무리 짧은 퍼팅이라 할 지라도 접촉시간이 0.0006초에 끝나버리거나, 접촉거리가 0.18센티미터 이내이기 때문에 정확한 측정은 매우 어렵다고 할 수 있다(Cochran & Stobbs, 1968). 한편 Palmer(1993)는 볼의 방향에 영향을 주는 두 가지 요소 중 클럽페이스의 위치가 90%를 차지하며 나머지 10%는 스윙궤도라고 할 정도로 임팩트 시 클럽페이스의 위치가 방향에 주는 영향은 매우 크다고 주장하였다. 지금까지 클럽페이스의 이론적인 위치를 설명하는 자료들은 클럽페이스를 선으로 규정하고, 퍼트 선과 직각을 이루는 것이 가장 바람직하다고 현상을 단순화 시켜 보고하고 있다. 즉, 퍼트 선과 페이스의 선이 하나의 면에 있으며, 페이스의 선이 직각을 이루거나 이탈하는 각도를 이용하여 클럽페이스의 위치를 설명하는 것이다(Cochran & Stobbs, 1968; Hay, 1985; Mann, 1989; Heuler, 1995), 이러한 방법의 가장 큰 문제점은 페이스가 면이 아닌 선이며, 운동의 범위가 3차원이 아닌 2차원에서 일어난다는 것이다. 따라서 클럽페이스의 위치를 정확하게 분석하기 위해서는 페이스를 면으로 놓고, 3차원의 공간에서 움직임을 찾아내는 것이 바람직 할 것이다. 그러나 지금까지 퍼팅 스트로크의 연구에서 이러한 방법을 통해서 발표된 것이 없으며, 연구조차 시도되지 않았다. 따라서 본 연구는 임팩트 시에 클럽페이스의 면을 3차원적으로 분석해 보고자 한다. 또한 숙련자와 초보자간에 차이를 비교, 분석하여 초보자의 퍼팅 스트로크 기술을 향상시키는 기초자료를 제공하는데도 그 목적이 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구에 참여한 대상 중 숙련자그룹은 골프경력이 5년 이상이며, 핸디캡이 3 이하인 20대 프로 선수들 5명이며, 초보자그룹은 골프경험이 전혀 없는 20대 학생 5명이다. 피험자들은 모두 오른손잡이였으며, 퍼팅의 방향도 모두 동일하였다. 실험 전에 피험자들에게 실험에 관한 내용을 상세하게 전달하였으며, 실험 참여에 동의하는 구두동의를 피험자 전원으로부터 받았다.

### 2. 실험내용

모든 실험은 S여자대학교 실내에 위치한 운동역학실험실에서 이루어졌다. 인조잔디(6.0 x 0.9 m)에 지름 0.108 m의 홀을 파서 실제 그린에서와 동일한 상황을 만들었다. 실험에 사용된 퍼터는 국내산이며 페이스의 길이는 0.12 m, 최대 폭 0.023 m 그리고 페이스의 최저면에서 샤프트와 연결되는 목부분(neck)까지는 0.08 m 였다. 클럽의 페이스 면을 정의하기 위하여 toe, heel 그리고 neck 부분에 각각 지름 0.01 m 의 마커를 부착하였다. 3차원의 좌표 값을 얻기 위하여 두 대의 Panasonic 사의 AG456 비디오카메라(60Hz)를 이용하였으며, 이 때의 셔터 스피드는 1/500초로 하였다. 카메라의 높이는 실험지역의 높이와 유사하게 하였는데 이는 분석 시 헤드의 움직임을 보다 정확하게 이해하는데 많은 도움이 된다. 실험의 순서는 숙련자부터 무순으로 하였으며, 한사람이 3회 연속 퍼팅을 한 후에 다음 사람이 퍼팅을 하는 방식을 취하였다. 이 때 퍼팅거리는 3 m로 하였다. 초보자들은 퍼팅 스트로크에 관한 경험이 전혀 없는 관계로 실험자가 실험 전에 퍼팅에 관하여 교육을 시켰으며, 동작이 익숙해지도록 충분한 연습을 시켰다. 실험오차를 최대한 줄이기 위해서 통제점들은 0.3x0.3x1.0 m의 크기로 제작하였으며(박진, 2001), 카메라 화면에 움직임이 크게 보이도록 카메라 렌즈를 조절하였다.

### 3. 자료분석 및 처리

두 대의 카메라에 녹화된 내용을 동조시키기 위하여 녹화된 테이프에 타임코드기(Horita SR-50)로 시간을 기록하였다. 분석은 피험자의 3회 시도(trial) 중에서 가장 이상적이라고 판단되는 1회를 선택하여 분석하였다. 분석은 상업용 분석프로그램인 Ariel Performance Analysis System(APAS)을 이용하였다. 각각의 테이프에서 얻어진 2차원 좌표 값은 APAS에 내장된 DLT 방법을 통해서 3차원 좌표 값으로 만들어졌으며, 자료분석과정에서 생길 수 있는 오차를 없애기 위해서 디지털 필터링을 6 Hz에서 실시하였다. 움직임의 축은 퍼팅라인 방향으로의 이동을 x축으로, 퍼팅라인 방향과 상하로 이동을 y축, 그리고 퍼팅라인 방향과 전후로 이동을 z축으로 하였다. 움직임의 기준면(reference plane)은 x축과 y축이 만드

는 면을 시상면(sagittal plane, xy 면)으로, y축과 z축이 만드는 면을 전두면(frontal plane, yz 면)으로, 그리고 x축과 z축이 만드는 면을 횡단면(transverse plane, xz 면)으로 하여 페이스의 면과의 관계를 분석하였다. 스위트 스폿의 움직임은 페이스의 양쪽 끝(toe and heel)에서 얻은 각각의 좌표 값(x, y, z)을 이용하여 평균값으로 계산하였다. 분석시점은 어드레스(address), 변환점(transition), 임팩트(impact), 피니시(finish) 등 4시점으로 구분하여 분석하였다(박진, 2000). 임팩트 지역은 시간을 기준으로 하여 임팩트가 일어난 시점에서 전후 5프레임(frame) 즉, 임팩트 전 0.0835초에서 임팩트 후 0.0835초까지이다. 분석변인은 크게 두 가지로 구분하였다. 첫째, 클럽이 볼을 향하여 들어가는 입사각(input angle)과 임팩트 후에 피니시를 향하는 반사각(output angle)은 변환점과 피니시 시점에서 최저점까지의 각도를 구하였으며, 다섯 프레임(0.0835s) 전후에서 최저점까지의 각도, 그리고 임팩트 전후에서의 각도를 구하였다. 둘째, 페이스의 위치는 어드레스와 임팩트 시점간의 각도차이를 구하였으며, 평균값 계산 시에는 절대값으로 처리하였다. 모든 변인의 평균과 표준편차를 구하였으며, 변인간의 비(ratio)를 구하였다.

### III. 연구결과 및 논의

#### 1. 스위트 스폿의 입사각 및 반사각

Table 1. Input and output angle of sweet spot (unit: degree)

subjects	total input angles	total output angles	0.0835s before impact	0.0835s after impact	0.0167s before impact	0.0167s after impact
expert 1	2.341	14.628	0.963	3.448	up 0.633	up 1.267
expert 2	4.840	11.389	2.067	3.592	up 1.935	up 2.262
expert 3	3.496	15.029	3.541	4.845	down 1.254	up 1.219
expert 4	3.301	12.927	1.853	4.785	up 0.604	up 1.280
expert 5	3.434	13.487	1.880	4.492	up 0.437	up 1.068
mean	3.482	13.492	2.061	4.172		
SD	0.892	1.449	0.932	0.615		
ratio	1 : 3.9		1 : 2.0			
novice 1	3.309	8.026	1.202	2.505	down 1.111	down 0.643
novice 2	6.800	15.908	3.172	4.436	up 0.998	up 1.673
novice 3	6.572	19.699	3.742	7.326	up 1.305	up 2.542
novice 4	3.036	12.199	1.123	4.913	up 0.701	up 1.356
novice 5	3.633	15.862	2.354	3.497	down 0.992	flat 0.000
mean	4.670	14.339	2.319	4.535		
SD	1.854	4.414	1.165	1.813		
ratio	1 : 3.1		1 : 2.0			

<표 1>은 클럽의 스위트 스폿이 볼을 향하여 들어가는 각도와 임팩트 후에 피니시 위치로 가는 각도를 나타낸 것이다. 전체적으로 볼 때 숙련자가 초보자 보다 입사각과 반사각이 적은 것으로 나타났다. 즉, 숙련자의 스윙은 궤도가 완만하여 볼에 회전력을 적게 줄 것으로 생각되나, 반면에 초보자들은 스윙의 궤도가 비교적 급하여 볼을 띄울 수도 있을 것으로 사료된다. 입사각과 반사각을 비교하여보면 숙련자와 초보자 모두 반사각이 상대적으로 큰 것으로 나타났다. 전체 움직임의 경우에는 숙련자가 입사각과 반사각이 1:3.9이며, 초보자의 경우에는 1:3.1이었다. 재미있는 현상은 스윙이 진행되면서 임팩트의 다섯 프레임 전후에서 입사각과 반사각은 전체의 경우보다 그 비율이 상당히 저하되어 숙련자와 초보자 공히 입사각과 반사각이 1:2를 나타냈다. 스윙의 초기에는 클럽헤드가 급경사로 볼을 향하여 진입하나 임팩트 존에 이르면 그 경사가 완만해지는 것으로 보인다. 임팩트 직전과 직후의 경우에도 약간의 차이는 있으나 입사각과 반사각이 약 1:2의 비를 나타내, 임팩트 존에서는 클럽헤드가 동일한 비율로 움직이는 것으로 사료된다. 한편 스윙의 최저점은 피험자마다 약간의 차이를 보였으나, 대부분의 경우 임팩트 바로 직전(0.0167s)에 최저점에 이르며, 그 후에는 클럽헤드가 위로 올라가는 경향을 보여주었다. 즉, 좋은 퍼팅은 클럽헤드가 위로 올라가면서 볼과 접촉(ascending blow)하는 것이며, 초보자들도 같은 경향을 보인 것은 연습의 결과라고 하기보다는 퍼팅 스트로크가 갖고있는 진자운동의 특성 때문인 것으로 사료된다.

## 2. 어드레스와 임팩트 시점간의 페이스의 각도 차이

Table 2. Clubface angles between address and impact with the three different planes unit: degree

subjects	xy plane	yz plane	xz plane
expert 1	0.1	0.2	1.2
expert 2	1.0	0.4	-0.7
expert 3	2.1	0.3	-1.3
expert 4	-2.1	-0.2	1.1
expert 5	0	3.9	-5.0
mean	1.06	1.00	1.86
SD	1.03	1.62	1.77
novice1	17.3	-9.9	15.6
novice2	-2.7	-3.7	5.8
novice3	2.1	5.1	4.8
novice4	5.1	-5.7	5.0
novice5	6.7	7.6	3.9
mean	6.78	6.40	7.02
SD	6.17	2.41	4.84

<표 2>는 어드레스와 임팩트간의 클럽페이스의 각도차이를 나타낸 것이다. xy 면에서 클럽페이스의 각도 차이는 숙련자가 평균 1.06도인 것에 비하여 초보자는 평균 6.78도였으며, 특히 초보자 1번은 17.3도로 상당히 많은 각도차이를 보였다. xy 면의 작은 클럽페이스의 샤프트(중축)에 대한 회전을 나타낸다. 다른 두 개의 면 운동을 배제하고 xy 면으로만 볼을 스트로크 한다면 초보자의 볼은 숙련자의 볼보다 퍼트 선보다 이탈하는 각도가 매우 클 것으로 사료된다. yz 면에서의 클럽페이스 움직임은 숙련자가 평균 1.0도인데 반하여 초보자는 6.4도인 것으로 나타났다. yz 면의 경우에는 볼을 퍼트 선 방향으로 보내는 역할을 한다. yz 면에서만 볼이 임팩트 된다면 초보자의 볼은 숙련자의 볼보다 더 많은 이탈을 보일 것으로 사료된다. xz 면의 경우에는 볼의 수직방향 움직임에 영향을 준다. <표 2>에 의하면 숙련자 2, 3, 5번은 손의 움직임이 클럽페이스보다 빠르게 움직이는 관계로 페이스의 각도가 커진(-값) 반면에, 숙련자 1, 4번과 비숙련자 전원은 클럽페이스가 손의 움직임보다 빠르게(+값) 나타났다. 결국 숙련자 1, 4번과 비숙련자들이 스트로크 한 볼은 숙련자 2, 3, 5번의 볼에 비해서 위로 떠오를 수 있는 확률이 높은 것으로 사료된다. 이러한 결과를 <표 1>과 종합하여 보면 클럽헤드의 방향이 위로 향하면서 클럽페이스가 누워있게(+값) 되므로, 임팩트 된 볼은 순간적으로 튀어 오를 수 있다. 결론적으로 3개의 면 방향을 종합하면, 숙련자의 클럽페이스가 만드는 수직벡터의 방향은 초보자의 클럽페이스가 만드는 수직벡터의 방향보다 이탈각도가 작으며, 이면에 접촉된 볼의 방향 역시 이탈의 정도가 작을 것으로 사료된다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구는 숙련자와 초보자간의 퍼팅 스트로크 특성을 비교하여 바람직한 모델을 제시하고자 시도되었다. 실험에 참여한 피험자는 숙련자가 5명, 초보자가 5명 등 총 10명이었다. 클럽페이스의 움직임을 3차원적으로 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, 클럽의 좌우 움직임에 영향을 주는 면의 움직임이 숙련자의 경우 평균 1도로 매우 작은 반면에 초보자들은 평균 6도 이상이었다. 둘째, 숙련자들은 클럽의 움직임보다 손의 움직임이 빨라서 볼을 낮게(클럽페이스를 닫은 상태로 임팩트) 보낼 수 있으나, 초보자들은 클럽보다 손의 움직임이 느려서 볼을 높게(클럽페이스를 열린 상태로 임팩트) 보낸다. 셋째, 클럽헤드의 입사와 반사각도 비는 전체적으로는 1:3.4 이나, 임팩트 존에서의 비는 1:2 정도이다. 넷째, 숙련자의 수직벡터 방향은 초보자의 수직벡터 방향보다 퍼트 선 방향에서 볼 때 이탈각도가 작다. 퍼팅 스트로크는 볼과 클럽, 그리고 볼과 그린의 접촉에 따라서 결과가 나타나는 종목이다. 따라서 퍼터의 움직임도 중요하지만 볼의 움직임과 그린의 역할도 함께 연구가 병행되어야 한다.

## 참 고 문 헌

- 박 진(2001). 퍼팅 스트로크에서 퍼터의 움직임에 관한 운동학적 분석, 한국운동역학회지 11(2), pp.319-331.
- 박 진(2002). 숙련자와 초보자의 퍼팅 스트로크 특성비교(I). 제 40회 한국체육학회 학술발표회, pp.1205-1209.
- Cochran, A., & Stobbs, J.(1968). The Search for the Perfect Swing. Philadelphia, PA: J.B. Lippincott Co.
- Heuler, O.(1995). Perfecting Your Golf Swing. New York, NY: Sterling Publishing Company, Inc.
- Hay, J.G.(1985). The Biomechanics of Sports Techniques, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall Inc.
- Mann, R.(1989). Grand Cypress Academy of Golf. Grand Cypress Resort, pp.35-55.
- Palmer, M.(1993). Systematic Golf - A Complete Golf Instruction Course. New York, NY: Sterling.

## ABSTRACT

### Comparisons of Putting Stroke Characteristics between Expert and Novice Golfers(II)

Jin Park<sup>\*</sup> · Young-Sup Lee<sup>\*\*</sup> · Byoung-Hwa Ahn<sup>\*\*\*</sup>

The purpose of this study was to examine the putter head movement during the putting strokes. Highly skilled 5 golfers(less than 3 handicaps) and 5 novice golfers(having no golf experience) participated in this study. A target distance was 3 m. Movements of the putter head were recorded at 60 Hz with two video cameras(1/500 shutter speed). The results showed that the angle of the clubface of expert golfers was almost 1 degree, but the novice golfers were more than 6 degrees. Expert golfers moved their hands faster than the head movement, therefore the clubface was not opened during impact. However, the novice golfers moved their hands slower than the head movement, therefore the clubface was opened during impact. The ratio of input and output angles of total movement was 1:3-4, however, the ratio of input and output angles of impact zone was 1:2. The angle of normal vector of expert golfers was less than the angle of normal vector of novice golfers.

*key words : putting stroke, putter face, normal vector, input angle, output angle*

---

*Received in final form 8 November 2002*

\* Corresponding author, Professor, Dept. of physical Education Seoul Women's University 126 Kongnung 2 dong, Nowon-gu, Seoul, 139-774 Korea E-mail : jpark@swu.ac.kr, Tel : 018-580-2001

\*\* Professor, Seoul Women's University 126 Kongnung 2 dong, Nowon-gu, Seoul, 139-774 Korea

\*\*\* Chief Researcher, Korea Sport Science Institute, Seoul Korea