



숙련자와 초보자의 퍼팅 스트로크 특성비교(I)

박진

국문요약

본 연구는 숙련자와 초보자간의 퍼팅 스트로크 특성을 비교하여 바람직한 모델을 제시하고자, 프로 골퍼 5명과 아마추어골퍼 5명 등 10명을 대상으로 실험을 실시하였다. 실험은 실내의 인조잔디에서 진행되었으며, 퍼팅거리는 3 m 였다. 두 대의 AG 456 비디오카메라(60 Hz, 1/500 s)를 이용하여 퍼팅 스트로크 전과정과 볼의 움직임을 녹화하였으며, 이때 실험오차를 최소화하기 위하여 움직임 크기에 알맞은 통제점틀(0.3 x 0.3 x 1.0 m)을 제작하여 사용하였다. 본 실험의 연구결과에 따르면 퍼터의 전체 움직임에서는 퍼팅라인 방향 이동 변위 중 폴로스루 구간과 전체구간에서 숙련자와 초보자간에 매우 의미있는 차이($p < 0.01$)가 있었다. 퍼터의 이동시간에서는 전체스윙시간에서 초보자들이 숙련자들보다 매우 의미있는 차이($p < 0.001$)로 빠르게 클럽을 이동시키는 것으로 나타났다. 임팩트 지역에서 동일한 시간(0.167 초) 동안에 클럽의 퍼팅라인 방향 움직임에 있어서는 초보자가 숙련자보다 평균차이 4.258 cm 더 많이 움직였으며, 임팩트 시점에서 스위트 스폿의 속도는 초보자가 평균차이 0.2578 % 더 빠른 것으로 나타났다. 볼에 직접적인 영향을 주는 임팩트 직전(-0.0167s)에서 임팩트(0.0000s)까지의 변위 벡터의 방향은 숙련자의 경우에 퍼트 선과 거의 일치하는 반면에 초보자들은 퍼트 선과 어긋났다. 클럽 헤드의 스윙궤도는 숙련자가 inside to inside 인 반면에 초보자는 outside to inside로 나타났다. 퍼팅 스트로크는 볼과 클럽의 접촉에 의한 결과이므로 클럽의 움직임도 중요하지만 볼이 움직인 결과도 매우 중요하다. 따라서 볼의 움직임에 대한 연구도 병행되어야 한다.

주제어 : 퍼팅 스트로크, 퍼트 선, 퍼터의 면, 스위트 스폿, 스윙궤도

본 연구는 서울여자대학교 2002년 교내연구비에 의해 연구되었음.

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

I. 서론

골프경기의 기술은 드라이빙 스트로크와 퍼팅 스트로크로 구분 할 수 있다. 드라이빙 스트로크의 경우에는 다양한 클럽을 이용하여 비교적 넓은 목표지점을 공략하는 반면에, 퍼팅 스트로크는 하나의 클럽으로 구체적인 목표 즉, 볼을 홀(hole)에 넣는 것이다. 따라서 퍼팅 스트로크가 드라이빙 스트로크보다는 정교한 동작을 요구한다. 목표가 명확하게 정해져있는 퍼팅 스트로크를 성공시키기 위해서는 몇 가지 역학적인 조건들이 필요하다. 첫째, 임팩트 순간에 퍼터에서 전달되는 힘의 방향이 퍼트 선(line of putt)과 일치하여야 하며, 둘째, 임팩트 순간에 퍼터에서 전달되는 힘의 크기가 적절한 수준이어야 하고, 셋째, 퍼터의 면이 퍼트 선과 수직을 유지해야 한다. (Cochran & Stobbs, 1968; Hay, 1985; Heuler, 1995)

Mann(1989)은 이러한 역학적인 조건들 이외에도 퍼터가 움직임 구간에서 일정한 시간에 이동하여야 하며, 각 구간의 움직인 거리는 퍼팅 거리에 따라 일정한 비율로 움직여야 한다고 보고하였다. 즉, 퍼팅 거리가 변해도 백스윙과 다운스윙, 그리고 폴로스루에 소요되는 시간은 일정하고, 반면에 백스윙과 폴로스루에 필요한 거리는 일정 비율로 각각 변하게 된다. 박진(2000)은 퍼터의 움직임 분석을 통하여 퍼팅 거리에 관계없이 각 구간에서 소요되는 시간은 일정한 것으로 보고하였다. 김의환, 박정현, 백광현(2001)등은 프로선수와 아마추어간의 퍼팅 스트로크를 비교 분석한 결과, 운동학적 변인인 시간, 거리, 속도 등에서 두 그룹간에 차이가 있음을 보고하였다. 이들 선행연구는 퍼터 움직임의 전 구간을 통해서 퍼팅 스트로크의 특성을 찾아내려는 것으로써, 실질적으로 볼에 영향을 미치는 임팩트 순간에 나타나는 현상을 설명하기에는 미흡한 점이 많다. 특히 임팩트 시점에 퍼터의 스위트 스폿(sweet spot)이 볼의 어느 위치에서 어떠한 형태로 접촉하는가 하는 점은 결과에 많은 영향을 미치기 때문에, 전체구간의 분석과 동시에 임팩트 지역에서의 미세한 움직임분석이 병행되어야 한다. 따라서 본 연구는 퍼팅 결과에 영향을 미치는 퍼터 헤드의 움직임을 임팩트 지역과 전체구간으로 구분하여 분석해 보고자 한다. 또한 숙련자와 초보자간의 퍼팅특성을 비교하여 바람직한 퍼팅모델을 제시하고, 초보자의 퍼팅 스트로크 기술을 향상시키는 기초자료를 제공하는데 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.

2. 실험내용

모든 실험은 S여자대학교의 운동역학실험실에서 이루어졌다. 실험에 사용된 퍼터는 국내산(길이 88.9cm, 질량 446.5g)이며, 세 개의 마커를 각각 페이스의 양쪽 끝(toe and heel)과 퍼터의 목(neck) 부분에 부착하였다. 초보자그룹의 경우 퍼터를 처음 잡아보는 관계로 연구자가 퍼터를 잡는 방법과 스트로크 방법 등을 설명하였으며, 동작이 익숙해지도록 충분한 연습을 시켰다. 실험의 순서는 숙련자부터 무순으로 시작하였으며, 한사람이 3회 연속 퍼팅을 한 후에 다음 사람이 퍼팅을 하는 방식을 취하였다. 퍼팅거리는 3미터였으며 실험에 사용된 바닥의 재질은 인조잔디였다. 좌표 값을 얻기 위하여 사용된 카메라는 Panasonic 사의 AG456 비디오카메라(60Hz) 두 대였으며, 카메라의 높이는 실험지역의 높이와 동일하도록 하였다. 실험오차를 최대한 줄이기 위해서 통제점들은 0.3x0.3x1.0 미터의 크기로 제작하였으며, 카메라 화면에 움직임이 최대한 크게 보이도록 카메라 렌즈를 조절하였다.

3. 자료분석 및 처리

퍼팅 스트로크가 녹화된 테이프에 타임코드기(Horita SR-50)를 이용하여 시간을 기록하였다. 그리고 3회의 퍼팅 중에서 연구자와 피험자가 가장 이상적이라고 동의한 1회의 시기(trial)를 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, 이때 발생할 수 있는 오차를 줄이기 위해서 디지털 필터링을 6 Hz에서 실시하였다. 움직임의 축은 퍼팅라인 방향으로의 이동을 x축으로, 퍼팅라인 방향과 상하로 이동을 y축, 그리고 퍼팅라인 방향과 전후로 이동을 z축으로 하였다. 스위트 스폿의 움직임은 페이스의 양쪽 끝에서 얻은 각각의 좌표 값(x, y, z)을 이용하여 계산하였다. 분석내용은 두 가지로 구분하였다. 첫째, 퍼터의 전체 움직임을 어드레스(address), 변환점(transition), 임팩트(impact), 피니시(finish) 등 4개의 시점으로 구분하여, 어드레스에서 변환점까지는 백스윙 구간, 변환점에서 임팩트까지는 다운스윙 구간, 임팩트에서 피니시까지는 폴로스루 구간으로 분석하였다.(박진, 2000) 둘째, 임팩트 지역(impact zone)을 설정하였다. 임팩트 지역은 시간을 기준으로 하여 임팩트가 일어난 시점에서 전후 5프레임(frame)으로 하였다. 즉, 임팩트 전 0.0835초에서 임팩트 후 0.0835초까지가 임팩트 지역이다. 퍼터의 속도는 위치좌표 값을 이용하여 Hamill 과 Knutzen(1995)이 제시한 first central difference 방법으로 계산하였다.

임팩트지역과 각 시점, 그리고 각 구간에서의 평균과 표준편차를 구하였으며, 그룹간의 유의한 차이를 보기 위해서 t-test를 실시하였다.

III. 연구결과 및 논의

1. 퍼터의 전체 움직임

1) 퍼터의 각 축 방향 이동 변위

Table 1. Displacement of sweet spot during the putting stroke (unit: cm)

putt movement	phases	expert	novice	t-value	sig.
horizontal movement along with the line of putt	backswing	19.020 ± .482	21.540 ± 4.90	-1.145	.285
	followthrough	32.660 ± 2.482	44.460 ± 7.34	-3.405	.009**
	total	51.680 ± 2.435	66.000 ± 10.3	-3.026	.016**
vertical movement to the line of putt	TA	1.066 ± .156	1.716 ± .640	-2.205	.059
	IA	.246 ± .036	.370 ± .743	-.373	.719
	FA	7.978 ± 1.176	11.844 ± 5.22	-1.616	.145
horizontal movement squarely to the line of putt	TA	-.816 ± .457	-.294 ± 1.388	-.799	.448
	IA	-.098 ± .275	-.510 ± .985	.901	.394
	FA	-.438 ± .345	-1.46 ± 1.913	1.176	.274

주) TA: the distance from transition to address, IA: the distance from impact to address
FA: the distance from finish to address

2) 퍼터의 각 축 방향 이동 시간

Table 2. Time of sweet spot during the putting stroke (unit: sec)

putt movement	phases	expert	novice	t-value	sig.
time of putt	backswing	.641 ± .038	.564 ± .066	2.248	.055
	downswing	.271 ± .018	.270 ± .043	.010	.993
	followthrough	.415 ± .140	.384 ± .062	.446	.667
	total	1.386 ± .056	1.219 ± .056	4.734	.001***

<표 1>에 의하면 퍼터의 각 축 방향 이동 변위 중 퍼팅라인 방향의 폴로스루 구간의 변위와 전체 구간의 변위에서 숙련자와 초보자 사이에 매우 의미 있는 차이($p < 0.01$)가 있었으며, 나머지에서는 약간의 차이는 있었으나 통계적으로 의의 있는 수준은 아니다. 한편 <표 2>에 의하면 전체퍼팅시간에서 숙련자와 초보자 사이에 상당히 의미 있는 차이($p < 0.001$)가 있었을 뿐, 각각의 구간에서는 약간의 차이가 있었으나 통계적으로 의의 있는 수준은 아니다. 퍼터의 전구간 움직임을 보면, 초보자가 숙련자보다 퍼팅라인 방향과 퍼팅라인의 상하방향으로 움직이는 폭이 컸다. 그리고 퍼팅라인을 기준으로

좌우움직임(스윙궤도)에서는 숙련자가 inside to inside의 포물선궤도를 나타낸 반면에 초보자들은 outside to inside의 직선궤도를 나타내었다. 즉, 숙련자의 경우에는 충분한 시간을 갖고 클럽헤드를 적절히 조절하면서 임팩트를 시도하는 반면에, 초보자들은 긴 거리를 짧은 시간에 이동하므로 정확한 임팩트가 어려울 뿐만 아니라 볼에 전달하는 힘의 크기도 적절치 않을 것으로 사료된다. 한편 초보자들은 스윙의 궤도가 퍼트 선과 일치하지 않으므로 볼의 중심을 타격 하더라도 볼의 이동 방향이 퍼트 선과 일치하지 않을 것으로 사료된다.

2. 임팩트 지역에서 스위트 스폿의 움직임

1) 스위트 스폿의 퍼팅라인 방향으로의 이동 변위

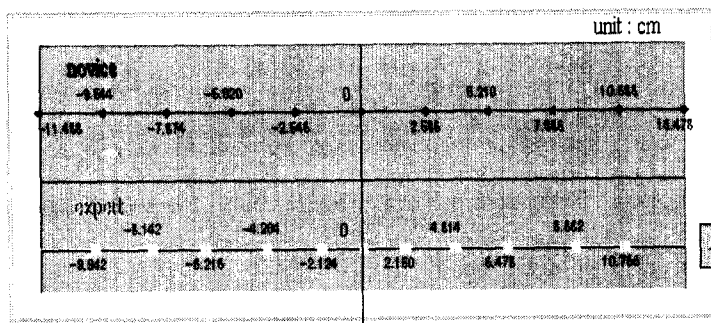


Figure 1. Sweet spot movement within the impact zone along the line of putt

2) 스위트 스폿의 퍼팅라인 방향과 상하로 이동 변위

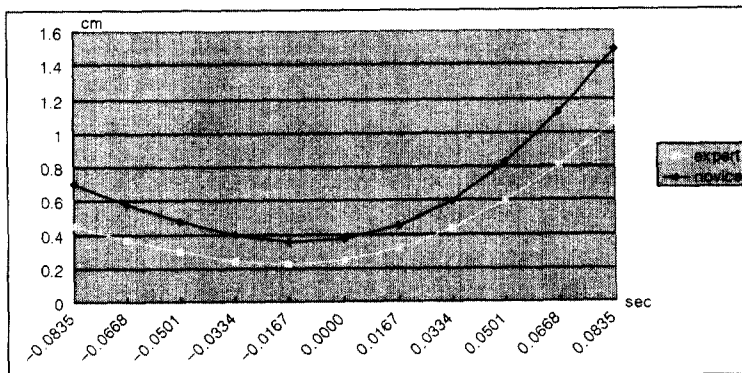


Figure 2. Sweet spot movement vertically within the impact zone

3) 스위트 스폿의 퍼팅라인 방향과 좌우로 이동 범위

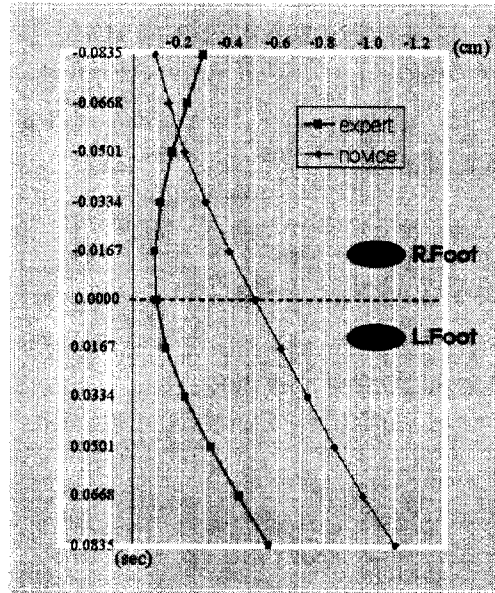


Figure 3. Sweet spot movement laterally within the impact zone

4) 스위트 스폿의 퍼팅라인 방향 속도

Table 3 Velocity of sweet spot during the putting stroke (unit:cm/s)

group	-0.0835	-0.0668	-0.0501	-0.0334	-0.0167	impact	0.0167	0.0334	0.0501	0.0668	0.0835
expert	103.24 ±5.60	111.88 ±6.58	118.24 ±7.09	122.86 ±6.54	126.22 ±5.39	128.32 ±4.55	129.70 ±5.21	129.94 ±7.51	129.64 ±9.49	128.74 ±10.55	126.82 ±10.7
novice	109.24 ±13.46	123.52 ±14.77	135.84 ±18.12	144.94 ±22.65	150.72 ±27.20	154.10 ±30.7	156.46 ±33.0	159.18 ±34.3	163.02 ±35.1	167.94 ±36.12	173.16 ±37.0

<그림 1>은 클럽의 스위트 스폿이 임팩트 존에서 퍼팅라인 방향으로 움직인 변위를 나타낸 것이다. 숙련자가 0.167초 동안에 20.708 cm를 움직인 반면에 초보자는 24.966 cm를 움직여서, 초보자가 숙련자보다 평균 차이 4.258 cm 더 이동시키는 것으로 나타났다. 전체 움직임과 마찬가지로 임팩트 존에서의 움직임 역시 초보자가 숙련자보다는 이동 변위가 큰 것으로 나타났다. 동일한 시간에 긴 거리를 움직이는 관계로 퍼터헤드의 속도<표 3>를 보면, 초보자가 숙련자보다 임팩트 순간에 평균속도 차이 25.78cm/s 가량 빠른 것으로 나타났다. 속도의 크기는 운동량에 직접 영향을 주므로 같은 질량의 퍼터를 이용하여 볼을 타격 할 경우에 초보자의 볼이 숙련자의 볼보다 빠르게 움직일 것이며, 이동거리 또한 길 것으로 사료된다. <그림 2>는 임팩트 존에서 스위트 스폿이 상하로 움직이는

것을 나타낸 것이다. 숙련자들은 초보자들보다 비교적 낮은 궤도를 그리며 이동하는 반면에 초보자들은 높은 궤도로 움직이는 것으로 나타났다. 상하 움직임의 최저점은 숙련자와 초보자 모두 임팩트 바로 직전(-0.0167s)으로 동일하였으며, 클럽헤드가 위로 올라가면서 임팩트가 일어나는 것으로 나타났다. 임팩트 지점을 비교하여 보면 숙련자들은 최초의 어드레스 지점보다 0.246 cm 아래에서 임팩트가 일어난 반면에 초보자들은 0.372 cm에서 임팩트가 일어나, 초보자들이 스위트 스폿으로 부터의 이탈 정도가 더 큰 것으로 사료된다. <그림 3>은 스위트 스폿의 좌우움직임(스윙궤도)을 나타낸 것이다. 임팩트 전 -0.0835s 에서의 스위트 스폿의 위치를 비교해 보면 숙련자가 초보자보다 퍼트 선(수직선)에서 멀리 떨어져 있다. 그러나 임팩트 시점으로 다가갈수록 초보자의 스위트 스폿은 멀어지는 반면에, 숙련자의 스위트 스폿은 원래의 위치에 근접하게 된다. 임팩트 이후에는 초보자와 숙련자 모두 퍼트 선으로부터 멀어지는 경향을 보였다. Cochran 과 Stobbs(1968)에 의하면 퍼터와 볼이 접촉하는 시간은 0.0005s~0.00075s라 한다. 즉, 매우 짧은 시간에 퍼터로부터 힘이 볼에 전달되는데, 퍼터에서 전달하는 힘의 방향이 퍼트 선과 일치하지 않을 경우에는 볼이 홀 방향으로 구르는 것을 기대할 수 없다. 본 실험에 의하면<그림 3> 숙련자들은 임팩트직전에서 임팩트까지의 스위트 스폿의 이동 방향이 퍼트 선과 매우 일치함을 볼 수 있었다. 반면에 초보자들은 퍼트 선과 불일치 하는 것으로 나타났다. 임팩트의 지점 역시 숙련자들은 원래의 위치에서 약 0.1cm 가량 떨어진 곳에서 접촉이 일어난 반면에, 초보자들은 약 0.5cm 가량 떨어진 곳에서 접촉이 일어난 것으로 나타났다. 스위트 스폿에서 벗어날수록 원래 의도하였던 볼의 이동 거리와 방향에 영향을 줄 수 있으므로, 초보자들의 볼은 숙련자들 보다 볼에 회전이 생기거나 볼의 이동거리가 짧아지는 등의 많은 영향을 볼에 주는 것으로 사료된다. <그림 3>에서 숙련자들의 스윙궤도를 보면 퍼트 선에 근접하는 포물선 형태로 나타났다. 이 것을 흔히 inside to inside 스윙궤도라 하는데, 볼과의 접촉이 일어나는 퍼터 헤드 움직임의 중심축보다 퍼트 선 쪽에 있는 관계로 나타나는 자연적인 현상이라 볼 수 있다. 반면에 초보자들의 스윙궤도는 퍼트선과 어긋나는 방향으로의 직선형태로 나타났다. 볼에 직접적인 영향을 주는 임팩트 직전(-0.0167s)에서 임팩트(0.0000s)까지의 변위벡터의 방향을 보면 숙련자의 경우에 퍼트 선과 거의 일치하는 반면에 초보자들은 퍼트 선과 어긋나는 방향으로 나타났다. 볼의 진행방향에 중요한 영향을 미치는 두 가지 요소 중에 하나인 스윙궤도가 퍼트 선을 따라 이동하지 않는 것은 결국 볼의 방향도 퍼트 선을 따라가지 않는다고 할 수 있다. <표 3>은 스위트 스폿의 속도를 나타낸 것이다. 임팩트 시점에서의 속도는 숙련자가 1.2832 %인 반면에 초보자는 1.5410 %인 것으로, 초보자가 평균차이 0.2578 % 더 빠른 것으로 나타났다. 박진(2001)은 3미터 퍼팅 스트로크에서 적절한 클럽의 속도를 1.266 %라고 보고하였다. 본 연구의 숙련자 역시 1.2832 %로 선행연구와 유사한 결과를 보인 반면에 초보자는 빠른 클럽헤드의 속도(1.5410%)를 보여주었다. 결국 초보자가 퍼팅 한 볼은 숙련자가 퍼팅 한 볼보다 먼 거리를 이동할 것이며, 만일 초보자의 볼이 홀 방향으로 진행한다고 하더라도 홀 컵 밖으로 튀어나갈 확률이 높은 것으로 사료된다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 숙련자와 초보자간의 퍼팅 스트로크 특성을 비교하여 바람직한 모델을 제시하고자, 프로골퍼 5명과 아마추어골퍼 5명 등 10명을 대상으로 실험을 실시하였다. 연구결과 퍼터의 전체 움직임에서는 퍼팅라인 방향 이동 변위 중 플로스루 구간과 전체구간에서 숙련자와 초보자간에 매우 의미있는 차이($p < 0.01$)가 있었다. 퍼터의 이동시간에서는 전체스윙시간에서 초보자들이 숙련자들보다 매우 의미있는 차이($p < 0.001$)로 빠르게 클럽을 이동시키는 것으로 나타났다. 임팩트 지역에서 동일한 시간(0.167초) 동안에 클럽의 퍼팅라인 방향 움직임에 있어서는 초보자가 숙련자보다 평균차이 4.258cm 더 많이 움직였으며, 임팩트 시점에서 스위트 스폿의 속도는 초보자가 평균차이 0.2578 m/s 더 빠른 것으로 나타났다. 볼에 직접적인 영향을 주는 임팩트 직전(-0.0167s)에서 임팩트(0.0000s)까지의 변위 벡터의 방향은 숙련자의 경우에 퍼트 선과 거의 일치하는 반면에 초보자들은 퍼트 선과 어긋났다. 클럽헤드의 스윙궤도는 숙련자가 inside to inside 인 반면에 초보자는 outside to inside로 나타났다. 퍼팅 스트로크는 볼과 클럽의 접촉에 의한 결과이므로 클럽의 움직임도 중요하지만 볼이 움직인 결과도 매우 중요하다. 따라서 볼의 움직임에 대한 연구도 병행되어야 한다.

참 고 문 헌

- 김의환, 박정현, 백광현(2001). 골프 Putting 동작 시 프로선수와 아마추어간의 3차원 운동학적 변인 비교분석. 한국운동역학회지, 10(2), pp.139-155.
- 박 진(2000). 골프 퍼팅스트로크의 구간별 소요시간 분석. 한국운동역학회지, 9(2), pp.187-193.
- 박 진(2001). 퍼팅 스트로크에서 퍼터의 움직임에 관한 운동학적 분석, 11(2), pp.319-331.
- 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.
- Hamill, J. & Knutzen, K.M.(1995). Biomechanical Basis of Human Movement, Media, PA: Williams & Wilkins.
- 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.

ABSTRACT

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

Jin Park

The purpose of this study was to investigate 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. The results showed that the novice golfers moved the club significantly longer than the expert golfers($p < 0.01$). According to a movement time, novice golfers moved their club significantly faster than the expert golfers($p < 0.001$). Novice golfers could not control the club head effectively, and could not hit the ball correctly. Based on the impact zone movement, sweet spot of novice golfers moved faster(along the line of putt), higher(along the vertical line), and wider(along the side to side line) than that of expert golfers.

key words : putting stroke, line of putt, putter face, sweet spot, swing path

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