



골프의 짧은 어프로치 동작 시 타구의 정확성에 영향을 미치는 운동학적 변인 분석

Kinematic Factors Influencing on the Precision of Short Approach Shoots in Golf

김호묵(서울대학교) · 우상연* · 정승은(순천향대학교)

Kim, Ho-Mook(Seoul National University) · Woo, Sang-Yeon* · Jung, Seung-Eun(Soonchunhyang University)

ABSTRACT

H. M. KIM, S. Y. WOO, and S. E. JUNG, Kinematic Factors Influencing on the Precision of Short Approach Shoots in Golf. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 17, No. 2, pp. 227-237, 2007. The purpose of this study was to examine the effect of precision that kinematics had when short approach shots were taken. In this study, the subjects chosen were 5 skilled and 5 unskilled subjects, who were allowed to shoot 10 rounds of shots at target distances of 1m, 2m, 4m, and 8m. Three dimensional analysis was used as methods to obtain kinematics of each shots. In order to verify the statistical significance of the kinematic factors followed by the results of different skills and target distances, we used the two-way repeated ANOVA. The study was experimented within the level of $p < .05$. The results obtained were as follows: 1) the difference of shots of the forward and backward variations were larger than those of the left and right variations, the unskilled subjects' shot distances greatly got larger than that of the skilled subjects as the distance of the target increased, 2) not being affected by the target distance variations, the skilled subjects' rate of down-swing was shorter than the back-swing on short approach shots, 3) the skilled subjects' center of body weight tended to move more naturally towards the target when doing the down-swing to finish than that of the unskilled subjects on short approach shots, 4) the skilled subjects' right hand angle of cocking were narrower and tended to be kept much more consistent than that of the unskilled subjects on short approach shots, 5) the unskilled subjects when doing their back-swings, their right hips swayed towards the back, their trunk-flexion angles were shown to be lower than that of the skilled subjects on short approach shots, 6) the skilled subjects' body weight tended to move more naturally towards the left foot when doing the down-swing to finish than that of the unskilled subjects on short approach shots.

KEYWORDS : GOLF, APPROACH SHOOT, KINEMATIC ANALYSIS.

I. 서론

골프 선수나 아마추어 구분할 것 없이 골프를 하는 사람들의 궁극적인 목표는 가장 적은 타수로 라운드를 마치는 것이다. 일반적으로 적은 타수로 홀 아웃하기 위해서는 티샷을 멀리 그리고 정확하게 보내야 하며 두 번째 타구를 레귤러 온(regular on) 시켜서 1 퍼트(putt) 혹은 2 퍼트로 마무리하여야 한다. 그러나 PGA 투어 선수들 중 정교한 아이언 샷을 구사하는 선수들의 평균 그린 적중률은 70~75% 정도이며(강석태, 2004) 나머지는 레귤러 온이 되지 않아 그린 주변에서 짧은 어프로치를 어떻게 하느냐에 따라 스코어가 결정된다.

골프 선수들은 그린 주변에서 1퍼트로 홀 아웃 할 수 있는 거리로 볼을 보내서 쉽게 파 세이브를 하거나 버디를 만든다. 그러나 핸디캡이 높은 아마추어 플레이어들은 그린 주변에서 실수로 인하여 타수를 많이 잃어버리는 경향이 많다. 특히 초보자들이나 핸디캡이 높은 사람들은 핸디캡이 낮은 골퍼보다 레귤러 온을 하여 플레이할 수 있는 기회가 더 적다. 따라서 매 라운드마다 더 많은 샷 게임(short game)에 직면하게 된다.

레귤러 온이 되지 않았을 경우에, 1퍼팅으로 마무리할 수 있기 위해서는 그린 주변에서 하는 짧은 어프로치 동작에 대한 이해와 함께 많은 연습이 필요하다. 골퍼 선수들은 골프에서 점수를 유지하기 위해서는 무엇이 필요한지 제대로 이해하고 이에 대한 연습을 충분히 하지만 일반적인 아마추어들은 단지 연습장에서 풀 스윙(full swing) 연습에 대부분의 시간을 보내고 있다.

지금까지의 골프 스윙에 대한 연구를 살펴보면 풀 스윙에 대한 운동학적 분석과 샷 게임에 대한 운동학적 분석으로 나눌 수 있다. 풀 스윙에 대한 운동학적 분석은 골프의 드라이버 스윙이나 아연 스윙 시 영상 분석을 통하여 공의 비거리 및 클럽헤드의 속도를 증가하기 위한 주요 운동학적 변인들과 최적의 골프 스윙을 위한 운동학적 변인들을 규명하였다(김무영, 1995; 김주선, 1994; 나상준, 1994; 문병일, 2004; 성낙준, 2004; 송주호, 1999; 윤재백, 1992; 이은정, 2001; 임태상, 1996; Burden, Grimshaw & Wallace, 1998;

Cochran, & Stobbs, 1968; Fujimoto, 1995; Milburn, 1981; Sanders & Owens, 1992). 샷 게임에 대한 운동학적 분석은 칩샷(chip shot)의 특성, 칩샷과 로브샷(lob shot)의 비교 분석이 이루어지고 있다(김창원, 2001; 김창원, 임용규, 2006).

이와 같이 지금까지의 선행연구들은 드라이버 스윙과 아연 스윙의 파워 스윙에 대한 연구가 주류를 이루고 있으며 샷 게임에 대한 연구는 매우 미진한 상태이다. 골프는 단지 풀 스윙에 의해서만 이루어지는 것이 아니라 레귤러 온을 하지 못했을 때 스크램블링(scrambling) 능력에 따라서 스코어의 차이가 많이 나기 때문에 낮은 스코어를 위해서는 짧은 어프로치 시 1 퍼트로 홀 아웃 할 수 있는 곳으로 일관되게 보낼 수 있는 어프로치 기술의 습득 및 연습이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 그린 주변에서 할 수 있는 짧은 어프로치 동작에 대한 운동학적 분석을 통하여 타구의 정확성에 미치는 요인을 규명하고 이를 토대로 짧은 어프로치 샷의 수행능력을 개선시킬 수 있도록 기초자료를 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

피험자는 핸디캡 3이하의 골퍼선수 5명과 평균타수 100타 이상의 아마추어 골퍼 5명으로 하였다. 이들은 본 연구에 자발적으로 참여하였으며 연구 대상자의 구체적인 특성은 <표 1>과 같다.

2. 실험방법

본 실험에서의 어프로치 거리는 볼이 낙하하는 지점

표 1. 피험자 특성

피험자	성별	나이(년)	키(cm)	체중(kg)	경력(년)
숙련자	남	33.4±7.6	172.7±2.5	70.6±9.8	13.4±1.1
비숙련자	남	29.8±7.9	178.4±5.0	75.2±8.3	1년 미만

을 기준으로 1m, 2m, 4m, 8m로 하였으며 볼이 낙하여 굴러가는 것을 고려하지 않았다. 실험 전에 피험자들에게 충분한 워밍업을 하도록 한 후 1m, 2m, 4m, 8m의 거리에 대해 피험자들이 거리를 인식할 수 있도록 실제 실험에 사용될 볼로 충분한 연습시간을 가졌다. 실제 실험에서 1m, 2m, 4m, 8m에 대한 거리 제시 순서는 반복효과를 배제하기 위하여 각 피험자마다 랜덤하게 하였다. 샌드웨지를 사용하여 4가지 목표지점에 공을 떨어뜨리기 위한 샷을 피험자가 각 거리별로 10회 연속하여 시행하였다. 샷의 정확도는 거리감과 방향성으로 구분해 목표 지점에서 전후, 좌우 거리를 측정하였다.

3차원 영상 분석을 위하여 디지털 비디오카메라 4대(CANON 3CCD DIGITAL CAMCODER XL2)를 사용하였다. 주요 관절과 분절을 규정하기 위해 모두 31개의 반사용 마커를 신체에 부착하였으며 골프클럽에서는 헤드의 토우, 헤드의 힐, 리딩 에지의 가장 바깥쪽인 토우 아래 부분, 손잡이 끝을 포함하여 총 35개의 반사용 마커를 부착하였다. 각 관절의 중심점의 위치를 찾기 위해 발목관절과 무릎관절은 관절의 내외측 표시점의 중점으로 추정하는 미드 포인트(Midpoint) 방식을, 고관절은 좌우측 전상장골극(L/R ASIS) 사이의 거리에 대한 비율로 추정하는 Tylkowski-Andriacchi 방식을 각각 이용하였다(Kwon, 2003).

3. 분석 국면 및 구간

스윙동작을 분석하기 위하여 클럽헤드 위치에 따라 어드레스, 백스윙 탑, 임팩트, 피니쉬와 같이 4국면으로 구분하였으며, 구간은 어드레스에서 백스윙 탑까지를 백스윙 구간, 백스윙 탑에서 임팩트까지를 다운스윙 구간으로 분류하였다.

4. 통계처리방법

수집된 자료는 SPSS Windows 13.0 Version 프로그램을 이용해 통계처리를 하였다. 본 연구에서는 목표 거리(4수준)와 숙련도(2수준)에 대한 운동학적 변인이 어떠한 차이가 있는지를 알아보기 위하여 이원곱내분

산분석(two-way repeated ANOVA)을 실시하였다. 유의 수준 $\alpha=0.05$ 수준으로 분석하였다.

III. 결과 및 논의

1. 타구의 정확성

본 연구에서 타구의 정확성은 숙련자와 비숙련자가 모두 1m, 2m, 4m, 8m 거리에 대하여 각각 10회씩 타구를 한 후 각 타구에 대하여 목표 지점과의 전후 거리와 좌우 거리의 편차로 하였다. 이에 대한 평균 및 표준편차와 이원분산분석 결과는 <표 2>, <표 3>과 같다.

타구의 전후 거리에 대하여 숙련도와 타구 거리에 대한 상호작용의 효과가 있는 것으로 나타났다($F=807.789, p=.000$). 숙련자는 거리가 증가할수록 목표 지점에 대한 전후 거리의 차이가 조금씩 증가하는 것으로 나타났으나 비숙련자는 거리가 증가함에 따라 매우 급격하게 전후 거리의 차가 증가하는 것으로 나타

표 2. 타구 거리 편차의 평균 및 표준편차 (cm)

구분	숙련자	비숙련자
전후 거리	1m	5.2±1.97
	2m	9.2±4.11
	4m	13.8±6.07
	8m	30.7±11.02
좌우 거리	1m	0.1±0.13
	2m	0.5±0.64
	4m	0.8±0.79
	8m	3.0±11.02

표 3. 타구 거리 편차에 대한 이원분산분석 결과

	소스	자유도	F값	유의확률
전후 거리	a	3	51.485	.000***
	b	1	73.795	.000***
	a×b	3	807.789	.000***
전후 거리	a	3	51.485	.000***
	b	1	56.187	.000***
	a×b	3	39.465	.000***

***p<.001

a : 거리, b : 숙련도

나 비숙련자는 목표 거리가 증가할수록 거리 컨트롤이 매우 낮아지는 것으로 나타났다. 타구의 좌우 거리에 대하여 숙련도와 타구 거리에 대한 상호작용의 효과가 있는 것으로 나타났다($F=807.789, p=.000$). 숙련자는 거리가 증가할수록 목표지점에 대한 전후 거리의 차이가 조금씩 증가하는 것으로 나타났으나 비숙련자는 거리가 증가함에 따라 매우 급격하게 좌우 거리의 차가 증가하는 것으로 나타났다. Pelz(1999)는 PGA 투어 프로 선수들의 경우 풀 스윙 시 좌우 에러율은 약 7%, 전후 에러율은 약 2%로 보고하고, 짧은 어프로치 타구 시 좌우의 에러율은 2%, 전후의 에러율은 13~26%라고 보고하고 있다. 이러한 결과는 본 연구의 결과의 에러 패턴 비율과 유사한 것으로 나타났다. 즉, 짧은 어프로치 타구 시 방향 조절보다는 거리 컨트롤이 더 어려운 것으로 나타났다. 짧은 어프로치 타구를 할 때 일반적으로 거리가 증가할수록 목표 지점에서 벗어나는 편차가 커지는 것을 알 수 있으며 특히 좌우 거리 편차보다 전후 거리 편차가 더 커지는 것을 알 수 있다. 이는 짧은 어프로치 샷이기 때문에 방향을 맞추는 데는 큰 문제는 없으나 스윙의 크기와 클럽헤드 스피드로 거리를 조절해야 하므로 거리 컨트롤에 큰 어려움을 보이는 것으로 판단된다. 특히 비숙련자는 목표 거리가 증가함에 따라 전후 거리의 편차가 매우 커지는 것을 알 수 있다. 따라서 타구의 정확성을 위해서는 전후 거리 편차를 줄일 수 있는 방법을 규명해야 할 것이다.

2. 스윙 소요 시간

스윙 소요 시간은 백스윙 소요 시간, 다운스윙 소요 시간, 전체스윙 소요 시간으로 하였다. 백스윙 시간은 어드레스에서부터 클럽 헤드가 정점에서 일시 정지하는 지점까지, 다운스윙 시간은 백스윙의 끝에서부터 클럽이 공을 타격하는 임팩트 직전까지로 구분하였다. 이에 대한 평균 및 표준편차, 이원분산분석 결과는 <표 4>, <표 5>와 같다.

백스윙 시간은 숙련도에 따른 주 효과는 나타나지 않았으나 거리에 대한 주 효과가 나타났다($F=16.158, p=.000$). 즉, 거리가 증가함에 따라 백스윙 시간도 증가하는 것으로 나타났다. 숙련도에 따라서는 통계적으로

유의한 차이는 나타나지 않았으나 숙련된 선수들이 비숙련자에 비하여 백스윙 시간이 짧은 것으로 나타났다. 다운스윙 시간은 거리에 대한 주 효과는 나타나지 않았으나 숙련도에 따른 주 효과는 있는 것으로 나타났다($F=6.699, p=.032$). 즉, 다운스윙 시간은 숙련자가 비숙련자에 비하여 짧은 것으로 나타났다. 백스윙과 다운스윙의 비율에서 다운스윙의 비율은 숙련자의 경우 비숙련자보다 짧은 것으로 나타났으며 비숙련자에 비하여 목표 거리에 따라서도 일정한 비율을 나타내고 있다. 전체 스윙 시간은 숙련도에 따라서는 주 효과가 나타나지 않았으나 거리에 대한 주 효과가 나타났다($F=13.858, p=.000$). 즉, 짧은 어프로치 동작 시 전체 스

표 4. 스윙 소요 시간의 평균 및 표준편차 (sec)

	구간	숙련자	비숙련자
백스윙 (비율)	1m	.65±.09 (55.9±7.2)	.64±.05 (45.7±9.0)
	2m	.66±.50 (56.9±9.0)	.70±.07 (50.5±7.3)
	4m	.70±.06 (57.2±5.6)	.74±.09 (53.2±7.7)
	8m	.73±.08 (57.6±5.9)	.80±.11 (54.7±6.8)
다운스윙 (비율)	1m	.29±.03 (44.1±7.2)	.35±.04 (54.3±9.0)
	2m	.29±.05 (43.1±9.0)	.35±.05 (50.0±7.3)
	4m	.30±.04 (42.8±5.6)	.34±.03 (46.8±7.7)
	8m	.31±.03 (42.4±5.9)	.36±.02 (45.3±6.8)
전체스윙	1m	1.24±.14	1.29±.11
	2m	1.31±.12	1.39±.11
	4m	1.37±.12	1.44±.09
	8m	1.49±.23	1.52±.83

표 5. 스윙 소요 시간에 대한 이원분산분석 결과

	소스	자유도	F값	유의확률
백스윙	a	3	16.158	.000***
	b	1	.698	.428
	a×b	1	1.398	.276
다운스윙	a	3	1.040	.393
	b	1	6.699	.032*
	a×b	3	.396	.757
전체스윙	a	3	13.858	.000***
	b	1	.732	.417
	a×b	3	.162	.921

* $p<.05$, *** $p<.001$ a : 거리, b : 숙련도

윙 시간은 목표 거리가 길어짐에 따라 증가하는 것으로 나타났다. 이 결과는 임태상(1996)의 연구에서 제시한 다운스윙의 시간 비율이 백스윙의 1/4정도에 해당된다는 결과보다 다운스윙의 비율이 높은 것으로 나타났다. 박진(2000)은 퍼팅 스트로크에서 백스윙과 다운스윙의 비는 2.7:1이었다고 하고, Mann(1989)은 2.5~2.7:1이라고 보고하고 있다. 본 연구는 이러한 결과보다도 다운스윙의 비율이 높게 나타나는 것으로 나타났다. 따라서 짧은 어프로치 동작의 다운스윙 비율은 퍼팅 스트로크나 풀 스윙의 백스윙에 대한 다운스윙의 비율보다 높은 것을 알 수 있다. 이는 짧은 어프로치 샷이 거리를 많이 내는 목적이 아니라, 목표지점에 정확하게 떨어뜨리는 것이 목적이므로 백스윙을 크게 하지 않고 부드러운 리듬으로 스윙을 하기 때문인 것으로 사료된다. 비숙련자가 숙련자에 비해 다운스윙시간이 긴 것은 숙련자는 각 거리에 알맞은 적절한 크기로 백스윙을 하고 클럽헤드를 가속시키면서 다운스윙을 하지만, 비숙련자는 백스윙 크기를 크게 한 후 다운스윙 시 거리에 따라 속도를 줄이면서 다운스윙을 하는 것으로 사료된다. 이러한 동작이 목표 지점에 대한 전후 거리의 정확성에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

3. 무게 중심 이동 변위

스윙 시 인체 무게 중심의 이동 변위는 타구 방향인 y축 선상에서 왼발뒤꿈치부터 무게 중심 위치까지의 거리로 선정하였다. 짧은 어프로치 동작 시 무게 중심의 이동 변위에 대한 평균 및 표준편차, 이원분산분석 결과는 <표 6>, <표 7>과 같다.

어드레스에서 무게 중심 이동 변위는 거리와 숙련도에 따라서 주 효과가 나타나지 않았다. 즉, 왼발을 기준으로 한 어드레스 시 무게 중심 이동 변위는 거리 및 숙련도에 따라서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 백스윙 탑에서 무게 중심 이동 변위는 거리에 대해서 주 효과가 있는 것으로 나타났으며($F=3.784, p=.024$), 숙련도에 대해서도 주 효과가 있는 것으로 나타났으며($F=9.589, p=.015$). 즉, 무게 중심의 이동 변위는 목표 거리가 증가함에 따라 우측 발쪽으로 이동하는 것으로 나타났으며, 숙련도에 따라서는 숙련자의 경우

비숙련자에 비하여 오른쪽으로 인체의 무게중심 이동이 적은 것으로 나타났다. 이를 통해 백스윙 시 숙련자는 목표 후방으로 몸통이 밀리는 스웨이(sway)가 적은 것을 알 수 있다. 임팩트에서 무게 중심의 이동 변위는 목표 거리와 숙련도에 따른 상호작용의 효과가 있는 것으로 나타났으며($F=4.046, p=.018$), 숙련도에 따른 주 효과도 있는 것으로 나타났으며($F=8.354, p=.020$). 즉, 임팩트에서 무게 중심의 이동 변위는 거리가 증가할수록 숙련자는 무게 중심을 왼발 쪽으로 많이 이동시키는 반면 비숙련자는 인체의 무게 중심이 오른발 쪽에 많이 머무는 것으로 나타났다. 피니쉬에서 무게중심의 이동 변위는 목표 거리와 숙련도에 대해서 각각 주 효과

표 6. 무게 중심 이동 변위의 평균 및 표준편차 (cm)

	국면	숙련자	비숙련자
어드레스	1m	6.02±3.21	8.46±3.95
	2m	4.44±2.22	9.43±2.60
	4m	3.16±3.57	8.67±5.12
	8m	5.15±2.27	9.94±3.90
백스윙 탑	1m	5.62±3.39	9.94±3.84
	2m	4.41±2.01	12.28±4.08
	4m	3.71±3.29	11.83±5.86
	8m	6.01±2.56	13.98±4.79
임팩트	1m	4.21±3.58	8.19±4.76
	2m	2.29±2.01	9.54±3.66
	4m	.49±4.07	8.71±5.71
	8m	.68±2.91	10.24±6.02
피니쉬	1m	2.63±3.39	7.98±5.17
	2m	.79±2.57	9.04±3.81
	4m	-1.42±4.55	6.89±6.89
	8m	-2.70±3.35	8.40±6.52

표 7. 무게중심 이동 변위에 대한 이원분산분석 결과

	소스	자유도	F값	유의확률
어드레스	a	3	1.724	.189
	b	1	4.951	.057
	a×b	3	1.584	.219
백스윙 탑	a	3	3.784	.024*
	b	1	9.589	.015*
	a×b	3	2.903	.056
임팩트	a	3	1.400	.267
	b	1	8.354	.020*
	a×b	3	4.046	.018*
피니쉬	a	3	4.828	.009**
	b	1	8.577	.019*
	a×b	3	3.671	.026*

*p<.05, **p<.01 a : 거리, b : 숙련도

가 있는 것으로 나타났으며, 거리와 숙련도에 대해서도 상호작용의 효과가 있는 것으로 나타났다($F=3.671, p=.026$). 즉, 피니쉬 동작에서 목표 거리가 증가할수록 숙련자들은 인체의 무게 중심을 왼발 쪽으로 많이 이동하는 것으로 나타났으나 비숙련자들은 상대적으로 오른발 쪽에 무게 중심이 많이 남아 있는 것으로 나타났다. Leadbetter와 Huggan(1993)은 칩핑(chipping) 동작 시 자연스러운 리듬을 통한 타구의 정확성을 위하여 스윙 중심축이 스웨이 되지 않는 범위 내에서 목표 방향으로 자연스러운 무게 중심 이동이 이루어져야 한다고 제시하고 있다. 본 연구 결과는 이러한 스윙 지침과 일치하고 있다. 숙련된 골퍼는 백스윙 시 우측으로 무게 중심 이동을 적게 하면서 몸통회전의 중심축이 흔들리지 않도록 견고하게 잘 유지하고 있으며, 다운스윙 동작 시 자연스럽게 목표 방향으로 무게 중심을 이동하는 것으로 나타났다. 비숙련 골퍼들은 백스윙 시 오른발 쪽으로 무게 중심을 많이 이동한 후 다운스윙 시 왼발 쪽으로 무게 중심 이동을 원활하게 하지 못하기 때문에 거리 및 방향성의 컨트롤에 문제가 생기며 볼을 정확하게 맞는 능력도 떨어져 미스 샷을 자주 일으키는 것으로 사료된다. 따라서 짧은 어프로치 동작 시에도 스윙 축을 유지하면서 다운스윙에서 피니쉬까지 목표 방향으로 자연스러운 무게 중심의 이동이 필요하다.

4. 우측 무릎의 이동 변위

우측 무릎의 이동 변위는 y축 선상에서 어드레스 시 오른 무릎의 위치를 기준으로 하여 백스윙 탑, 임팩트, 피니쉬 위치를 뺀 거리로 하였다. 짧은 어프로치 동작 시 우측 무릎의 이동 변위에 대한 평균 및 표준편차, 이원분산분석 결과는 <표 8>, <표 9>와 같다.

우측 무릎의 이동 변위는 백스윙 탑에서 목표 거리와 숙련도에 대해서 주 효과가 나타나지 않았으며, 목표 거리에 따라서도 차이가 없는 것으로 나타났다. 즉, 숙련된 선수와 비숙련자간의 백스윙 탑에서 우측 무릎의 이동은 차이가 없는 것으로 나타났다. 임팩트에서 우측 무릎의 이동 변위는 목표 거리에 대해서만 주 효과가 있는 것으로 나타났다($F=5.89, p=.004$). 즉, 목표

거리가 증가할수록 오른쪽 무릎 위치는 앞쪽으로 많이 이동하는 것을 알 수 있다. 그리고 숙련된 선수는 비숙련자에 비하여 우측 무릎의 이동이 임팩트 시 많이 이동하는 경향을 보이고 있으나 통계적으로 의미는 없는 것으로 나타났다. 피니쉬 단계에서 우측 무릎의 이동 변위는 목표 거리에 대한 주 효과가 나타났으며($F=8.073, p=.001$), 목표 거리와 숙련도에 대한 상호작용의 효과도 나타났다($F=3.291, p=.038$). 즉, 피니쉬 단계에서 오른쪽 무릎은 숙련자가 비숙련자에 비하여 목표 거리가 증가함에 따라 목표 방향으로 점점 더 큰 폭의 차이를 나타내면서 이동되고 있는 것을 알 수 있다. 이는 숙련자는 비숙련자에 비하여 피니쉬까지 오른쪽 무릎을 목표방향으로 지속적으로 움직여 주면서 자연스럽게 무게 중심 이동을 유도하고 있는 것으로 사료된다. 이러한 결과는 Leadbetter와 Huggan(1993)이 제시하고 있는 칩핑 동작 시 양 무릎을 목표 방향으로 부드럽게 약간 밀어주면서 스윙하라는 지침과 일치하

표 8. 우측 무릎의 이동 변위의 평균 및 표준편차 (cm)

	국면	숙련자	비숙련자
백스윙 탑	1m	.16±.51	.64±1.21
	2m	.03±1.12	1.20±2.25
	4m	.64±1.09	2.02±1.90
	8m	.43±1.68	1.62±1.84
임팩트	1m	-1.09±.93	-.54±.87
	2m	-1.63±1.10	-.33±1.03
	4m	-1.55±1.29	-.80±1.83
	8m	-4.00±2.13	-1.26±2.74
피니쉬	1m	-1.60±1.24	-1.15±1.24
	2m	-1.91±.92	-1.00±1.52
	4m	-2.74±1.16	-1.67±1.76
	8m	-6.95±3.54	-2.30±3.34

표 9. 우측 무릎 이동 변위에 대한 이원분산분석 결과

	소스	자유도	F값	유의확률
백스윙 탑	a	3	1.827	.169
	b	1	1.672	.232
	a×b	3	.404	.751
임팩트	a	3	5.891	.004**
	b	1	2.579	.147
	a×b	3	2.083	.129
피니쉬	a	3	8.073	.001***
	b	1	3.623	.093
	a×b	3	3.291	.038*

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$ a : 거리, b : 숙련도

고 있다. 따라서 짧은 어프로치 동작 시 목표 방향으로 자연스러운 무릎이동은 타구의 정확성과 관계가 있는 것으로 사료된다.

5. 우측 힙의 이동 변위

우측 힙의 이동 변위는 y축 선상에서 어드레스 시 우측 힙의 위치를 기준으로 하여 백스윙 탑, 임팩트, 피니쉬 위치를 뺀 거리로 하였다. 짧은 어프로치 동작 시 우측 힙의 이동 변위의 평균 및 표준편차, 이원분산 분석 결과는 <표 10>, <표 11>과 같다.

백스윙 탑에서 우측 힙의 이동 변위는 숙련도에서 주 효과가 있는 것을 나타냈다($F=8.346, p=.020$). 즉, 숙련된 선수는 어드레스에서 백스윙 탑으로 클럽 헤드를 이동할 때 우측 힙을 목표후방으로 적게 움직이는 것에 반하여 비숙련자는 백스윙을 할 때 목표후방으로 우측 힙이 많이 이동하는 것을 알 수 있다. 임팩트에서 우측 힙의 이동 변위는 목표 거리 및 숙련도에 대해서 주 효과가 없는 것으로 나타났다.

피니쉬에서 우측 힙의 이동 변위는 목표 거리에 대해서 주 효과가 나타났고($F=6.158, p=.003$), 숙련도에 대해서도 주 효과가 있는 것으로 나타났다($F=5.734, p=.044$). 또한 목표 거리와 숙련도에 대한 상호 작용의 효과도 있는 것을 나타냈다($F=3.819, p=.023$). 즉, 피니쉬에서 우측 힙의 이동은 목표 거리에 따라서 숙련자는 점차적으로 목표 방향으로 많이 이동하는 경향을 보이고 있으나 비숙련자는 목표 거리가 1m, 2m, 4m로 길어질수록 목표 방향으로 향하는 우측 힙의 이동이 점점 증가 하다가 목표 거리 8m에서는 오히려 4m에서의 움직임보다 목표 방향으로의 움직임을 적게 한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과에서 비숙련자는 숙련자에 비하여 목표후방으로 우측 힙이 스웨이 되면서 어드레스 시의 상체 측경각과 몸통회전의 중심축을 견고하게 유지하지 못하는데 반하여 숙련자는 백스윙 시 우측 힙이 목표후방으로 밀리는 것을 억제하면서 어드레스 시의 상체 측경각과 몸통회전의 중심축을 견고하게 유지하여 스윙 시 신체의 흔들림을 감소시키면서 스윙의 정확도를 높이는 것으로 나타났다. 그리고 숙련자는 다운스윙과 임팩트를 거쳐 피니쉬로 가면서 목표

방향으로 우측 힙을 움직이면서 부드러운 체중이동을 유도하지만 비숙련자는 우측 힙을 목표 방향으로 적게 움직이면서 부드러운 체중 이동이 되지 않고 오히려 뒤쪽에 무게 중심이 남아 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 자연스러운 스윙은 팔과 어깨, 힙을 동시에 자연스럽게 리드미컬한 동작에서 나온다(Pelz, 1999)는 지침과 일치하는 것으로 나타났다. 따라서 짧은 어프로치 동작 시 자연스러운 스윙을 위하여 팔 스윙만이 아니라 회전축을 기준으로 우측 힙도 부드럽게 이동하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

6. 오른 손목의 코킹 각도

오른 손목의 코킹 각도는 클럽 샤프트와 오른팔의 전완과 이루는 각으로 정의 하였다. 이에 대한 평균 및 표준편차, 이원분산분석 결과는 <표 12>, <표 13>과

표 10. 우측 힙의 이동 변위에 대한 평균 및 표준편차 (cm)

	구면	숙련자	비숙련자
백스윙 탑	1m	-.07±1.65	2.34±2.36
	2m	.20±1.18	3.38±3.24
	4m	.07±1.86	2.82±1.29
	8m	-.49±.92	3.42±3.79
임팩트	1m	-1.31±1.70	.09±2.60
	2m	-1.75±.91	-.22±2.87
	4m	-2.19±1.11	-.71±2.53
	8m	-4.86±2.87	.26±4.00
피니쉬	1m	-2.71±2.69	1.65±3.56
	2m	-2.66±1.09	-.19±2.25
	4m	-3.84±2.23	-.83±2.83
	8m	-9.16±5.84	-.36±5.90

표 11. 우측 힙의 이동 변위에 대한 이원분산분석결과

	소스	자유도	F값	유의확률
백스윙 탑	a	3	.244	.865
	b	1	8.346	.020*
	a×b	3	.350	.789
임팩트	a	3	1.319	.291
	b	1	4.321	.071
	a×b	3	2.062	.132
피니쉬	a	3	6.158	.003**
	b	1	5.734	.044*
	a×b	3	3.819	.023*

* $p<.05$, ** $p<.01$ a : 거리, b : 숙련도

같다.

어드레스에서 오른 손목의 코킹 각도는 목표 거리 및 숙련도에 대해서도 주 효과가 없는 것으로 나타났다. 즉, 목표 거리가 증가할 때 오른 손목의 코킹 각도는 차이 없는 것을 의미하며 또한 숙련도에 따라서도 어드레스에서는 오른 손목의 코킹 각도는 차이가 없는 것으로 나타났다. 백스윙 탑에서 오른 손목의 코킹 각도는 목표 거리에 대해 주 효과가 있는 것으로 나타났다 ($F=11.751, p=.000$). 즉, 목표 거리가 증가함에 따라 백스윙 탑에서 오른 손목의 코킹 각도는 점점 감소하는 것으로 나타났다. 임팩트에서 오른 손목 코킹 각도는

숙련도에 대해서만 주 효과가 있는 것으로 나타났다. 즉, 숙련자는 비숙련자에 비하여 임팩트 시 오른 손목의 코킹 각도를 작게 유지하는 것으로 나타났다.

피니쉬에서 오른 손목 코킹 각도는 목표 거리와 숙련도에서 모두 주 효과가 나타나지 않았다. Pelz(1999)는 칩 핑 동작 시 손목의 각도를 일정하게 유지하도록 하고 있으며 김창원 등(2002)은 칩 샷 동작 시 숙련자의 경우 비숙련자에 비하여 손목의 각도 변화가 적은 것으로 제시하고 있다. 본 연구에서도 임팩트 시 숙련자들이 비숙련자들에 비하여 오른 손목 코킹 각도를 어드레스 시 보다 더 작게 유지하고 각 거리에서 이러한 오른 손목 코킹 각도의 변화패턴을 일정하게 유지하는 것을 보여 주고 있다. 따라서 짧은 어프로치 동작 시 손목의 각도를 일정하게 유지하는 것이 볼을 보다 일관성 있게 타구할 수 있는 하나의 방법으로 사료된다.

표 12. 오른 손목 코킹 각도의 평균 및 표준편차 (deg)

	국면	숙련자	비숙련자
어드레스	1m	138.49±10.66	143.31±7.05
	2m	138.38±4.36	143.56±9.74
	4m	137.75±6.65	148.37±9.02
	8m	137.28±6.49	147.49±8.75
백스윙 탑	1m	133.60±12.50	138.27±10.02
	2m	127.98±10.84	139.10±8.33
	4m	125.53±13.29	137.53±11.88
	8m	118.48±15.22	132.85±14.69
임팩트	1m	133.26±10.18	147.16±10.17
	2m	132.54±5.16	147.46±6.28
	4m	134.53±6.07	149.14±8.95
	8m	132.76±5.82	145.19±7.98
피니쉬	1m	143.49±8.61	151.26±12.03
	2m	147.40±10.07	154.18±8.10
	4m	144.27±10.09	152.41±11.39
	8m	142.14±11.23	154.91±8.20

6. 상체 전경각

상체 전경각은 Y-Z 평면상에서 상체가 Z축과 이루는 각으로 정의 하였으며 이에 대한 평균 및 표준편차, 이원분산분석 결과는 <표 14>, <표 15>과 같다.

어드레스 시 상체 전경각에 대해서 목표 거리, 숙련도의 주 효과가 나타나지 않았다. 즉, 어드레스에서 짧은 어프로치 동작 시 목표 거리가 증가할 때 상체의 전경각은 차이가 없는 것으로 나타났고 숙련도에 따라서도 차이가 없는 것으로 나타났다. 백스윙 탑에서 상체 전경각의 경우 목표 거리와 숙련도에 대한 상호 작용 효과가 있는 것으로 나타났($F=8.187, p=.001$). 즉, 목표 거리가 증가할 때 숙련자는 상체를 조금씩 세우는 경향이 있는데 비숙련자는 목표 거리가 증가함에 따라 상체를 점점 더 앞으로 숙이는 경향을 보이고 있다. 임팩트에서 목표 거리와 숙련도에 대한 상호 작용의 효과가 있는 것으로 나타났($F=3.418, p=.033$). 즉, 임팩트에서 목표 거리가 증가할 때 숙련자는 상체를 조금씩 더 세우는 경향이 있는데 비숙련자는 목표 거리가 증가함에 따라 상체를 더 많이 숙이는 경향을 보이고 있다. 피니쉬에서 상체 전경각은 거리에 대한 주 효과가 있는 것으로 나타났($F=3.374, p=.035$). 즉, 피니쉬에서 숙련자와 비숙련자 모두 목표 거리가 증가됨

표 13. 오른 손목의 코킹 각도에 대한 이원분산분석 결과

	소스	자유도	F값	유의확률
어드레스	a	3	.666	.581
	b	1	2.838	.131
	a×b	3	1.433	.258
백스윙 탑	a	3	11.751	.000***
	b	1	2.000	.195
	a×b	3	2.628	.073
임팩트	a	3	.851	.480
	b	1	10.034	.013*
	a×b	3	.186	.905
피니쉬	a	3	.422	.739
	b	1	3.058	.118
	a×b	3	.359	.783

* $p<.05$, *** $p<.001$ a : 거리, b : 숙련도

에 따라 상체 전경각이 더 세워지는 경향을 보이지만 숙련자가 비숙련자에 비하여 상체 전경각을 몸통 회전과 함께 자연스럽게 세우는 경향을 보이고 있다. Martino와 Wade(2002)는 짧은 샷 일수록 스윙축이 변하지 않도록 하며 척추 각도를 일정하게 유지하도록 제시하고 있다. 본 연구 결과에서도 숙련자는 스윙하는 동안 척추 각도를 비숙련자에 비하여 일정하게 유지하는 것으로 나타났다.

비숙련자들은 백스윙 시 타구 거리가 멀어질수록 상체 전경각이 더 낮아지는 것으로 나타난 것은 우측 힙

또한 목표후방으로 더 많이 밀리기 때문인 것으로 사료된다. 그리고 비숙련자가 임팩트 시에도 목표거리가 증가함에 따라 상체 전경각이 낮아지는 경향을 보이는 이유 또한 백스윙 시 리버스 피벗(reverse pivot)에 의해 이미 상체 전경각이 낮아지기 때문인 것으로 사료된다. 피니쉬에서 숙련자와 비숙련자 모두 목표 거리가 증가됨에 따라 상체 전경각이 더 세워지는 경향을 보이지만 숙련자가 비숙련자에 비하여 상체 전경각을 몸통 회전과 함께 더 자연스럽게 세우는 경향을 보이고 있다. 스윙 시 상체 전경각의 변화가 크게 되면 임팩트 시 볼을 정확하게 맞추기 어렵기 때문에 타구의 정확성을 위해서는 스윙 시 상체 전경각의 변화를 일정하게 유지하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

표 14. 상체 전경각의 평균 및 표준편차 (deg)

	국면	숙련자	비숙련자
어드레스	1m	50.53±2.06	53.00±4.54
	2m	52.14±2.03	52.27±5.34
	4m	51.45±2.56	50.58±5.95
	8m	52.80±2.04	52.67±3.58
백스윙 탑	1m	49.79±1.69	52.27±4.58
	2m	51.78±1.95	51.54±5.41
	4m	51.09±1.98	49.26±5.66
	8m	51.68±2.68	49.56±4.03
임팩트	1m	50.94±2.22	52.21±4.50
	2m	53.11±3.40	51.68±3.31
	4m	53.60±3.09	50.26±4.91
	8m	55.94±4.55	52.33±4.46
피니쉬	1m	51.94±3.13	53.50±4.27
	2m	54.66±5.64	53.95±3.47
	4m	57.13±9.49	52.35±3.97
	8m	58.72±7.65	57.70±4.25

표 15. 상체 전경각의 이원분산분석 결과

	소스	자유도	F값	유의확률
어드레스	a	3	2.725	.066
	b	1	.030	.866
	a×b	3	2.670	.070
백스윙 탑	a	3	2.923	.054
	b	1	.034	.859
	a×b	3	8.187	.001***
임팩트	a	3	3.488	.031*
	b	1	.632	.449
	a×b	3	3.418	.033*
피니쉬	a	3	3.374	.035*
	b	1	.192	.673
	a×b	3	1.089	.373

*p<.05, ***p<.001 a : 거리 b : 숙련도

7. 헤드 속도

헤드 속도는 다운스윙 시 임팩트 직후의 클럽 헤드 속도로 정의하였으며 이에 대한 평균 및 표준편차, 이원분산분석 결과는 <표 16>, <표 17>와 같다.

임팩트 시 클럽 헤드 속도에 대한 목표 거리의 주효과가 있는 것으로 나타났다($F=991.138, p=.000$). 즉, 목표 거리가 증가함에 따라 클럽 헤드 속도도 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 숙련도에 대해서는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 볼을 보다 멀리 보내기 위해서는 클럽 헤드 속도를 증가시켜야 한다(Martino와 Wade, 2002)는 일반적인 지침과 일치하고 있다.

표 16. 헤드 속도의 평균 및 표준편차 (m/sec)

		숙련자	비숙련자
헤드 속도	1m	2.51±.31	2.60±.16
	2m	3.51±.26	3.90±.24
	4m	5.07±.20	5.36±.34
	8m	7.50±.37	7.68±.18

표 17. 헤드 속도에 대한 이원분산분석 결과

	소스	자유도	F값	유의확률
헤드속도	a	3	991.138	.000***
	b	1	4.003	.080
	a×b	3	.895	.458

***p<.001 a : 거리, b : 숙련도

IV. 결론

본 연구 결과 짧은 어프로치 동작 시 타구의 정확성을 위해서는 목표 지점에 대한 좌우 거리 편차보다 전후 거리 편차를 줄이는 것이 중요하며, 스윙 시간은 목표 거리에 관계없이 백스윙에 비하여 다운스윙의 시간 비율이 낮은 스윙템포를 유지하는 것이 필요하다. 아울러 짧은 어프로치 동작 시 타구의 정확성을 위하여 오른 손목의 코킹 각도를 어드레스 시 보다 크지 않게 하여 스윙하는 동안 일정하게 유지하는 것이 필요하며, 백스윙 시 우측 골반의 스웨이 없이 어드레스 시 상체 전경각도를 일정하게 유지하는 것이 바람직하다. 또한 백스윙 시 뒤쪽 발로 무게 중심이동을 적게 하고 다운스윙에서 피니쉬 구간까지 무게 중심을 목표 방향으로 자연스럽게 이동하는 것이 필요하다. 따라서 짧은 어프로치 동작 시 타구의 정확성과 자연스러운 동작을 위하여 스윙축을 일정하게 유지하면서 백스윙과 다운스윙 시 자연스러운 무게 중심 이동이 수반되어야 한다.

참고 문헌

- 강석태(2004). **파워골프학**. 서울 : 대경북스.
- 김무영(1995). **골프 스윙 동작의 단순화를 위한 3차원 영상 분석**. 미간행 박사학위논문. 전남대학교 대학원.
- 김주선(1994). **골프스윙 시 운동역학적 요인과 타이밍에 관한 연구**. 미간행 박사학위논문. 연세대학교 대학원.
- 김창원(2001). **골프 스트로크 중 칩샷의 운동학적 분석**. 미간행 석사학위논문. 한양대학교 대학원.
- 김창원, 임용규(2006). **골프 어프로치 샷에 따른 칩샷과 로브샷의 운동학적 분석**. **한국스포츠리서치**, 17(6), 65-72.
- 나상준(1994). **최적의 골프 스윙을 위한 운동학적 변인 연구**. 미간행 석사학위논문. 서강대학교 대학원.
- 문병일(2004). **골프 스윙동작의 운동역학적 특성에 관한 분석**. 미간행 박사학위논문. 조선대학교 대학원.
- 박진(2000). **골프 퍼팅 스트로크 구간별 소요시간 분석**. **한국운동역학회지**, 9(2), 187-193.
- 성낙준(2004). **골프 클럽의 스윙케도와 스윙면에 대한 고찰**. **한국운동역학회지**, 14(1), 99-115.
- 송주호(1999). **골프 드라이버 스윙 동작시 운동학적 특성 비교 분석**. 미간행 석사학위논문. 국민대학교 대학원.
- 윤재백(1992). **골프스윙 시 숙련자와 비숙련자 간의 운동학적 변인 비교 연구**. 미간행 박사학위논문. 경기대학교 대학원.
- 이은정(2001). **골프 클럽에 따른 우수 선수의 스윙 동작 형태 분석**. 미간행 석사학위논문. 서울대학교 대학원.
- 임태상(1996). **골프 드라이버와 아이언 스윙 동작의 운동학적 변인 비교 연구**. 미간행 석사학위논문. 서울대학교 대학원.
- Burden, A.M., Grimshaw, P.N., & Wallace, E.S. (1998). Hip and shoulder rotations during the golf swing of sub-10 handicap players. *Journal of Sports Science*, 16, 165-176.
- Cochran, A., & Stobbs, J. (1968). *The Search for the Perfect Swing*. Philadelphia, PA : J.B. Lippincott Co.
- Cooper, J.M., Bates, B.T., Bedi, J., & Scheuchenzuber, J. (1974). *Kinematic and kinetic Analysis of the Golf Swing*. Biomechanics IV, University Park Press, Baltimore, 298-305.
- David Leadbetter & John Huggan. (1993). *The Golf Swing*. Haper Collins Publishers Ltd.
- Fujimoto, K. (1995). *Determining the essential elements of golf swings used by elite golfers*. Oregon State University, PhD Dissertation.
- Kwon, Y. H. (2003). *KWON3D Motion Analysis Package Version 3.0 User's Reference Manual*. Seoul : VI SOL INC.
- Mann, R. (1989). *Grand Cypress Academy of Golf*. Grand Cypress Resort,
- Martino, R. & Wade, D.(2002). *THE PGA MANUAL OF GOLF*. New York: Warner Books.
- Milburn, P.D. (1981). Summation of segmental velocities in the golf swing. *Medicine and Science in Sports*

orts and Exercise, 14, 1, pp. 60-64.

Pelz, D. (1999). *Dave Pelz's Short game bible*. New York: Doubleday.

Sanders, R.H. & Owens, P.C. (1992). Hub Movement during the swing of elite and novice golfers. *International Journal of Sports Biomechanics*, 8, 3 20-330.

투 고 일 : 4월 30일

심 사 일 : 5월 14일

심사완료일 : 5월 31일