



## 숙련도와 시선형태가 골프퍼팅의 정확성에 미치는 영향

### The Effects of Accuracy on Skill Level and Eye-Tracking Type in Golf Putting

우병훈 · 김창원 · 박양선(한양대학교) · 이근춘(호서대학교) · 임영태\*(건국대학교)

Woo, Byung-Hoon · Kim, Chang-Won · Park, Yang-Sun(Hanyang University) ·

Lee, Kun-Chun(Hoseo University) · Lim, Young-Tae\*(Konkuk University)

#### 국문요약

본 연구의 목적은 골프 퍼팅 시 숙련자와 초보자의 시각형태에 따른 운동학적 변인과 임팩트 시 퍼터 헤드의 정확성에 어떠한 차이가 있는지를 밝히는 것이다. 초보자 5명과 KPGA 세미프로 이상의 자격을 가진 5명의 선수들이 실험에 참여하였다. 3대의 카메라를 이용한 APAS(Ariel Performance Analysis System) 동작분석 시스템을 이용하여 퍼터헤드의 정확성과 운동학적 변인을 구하여 분석하였다. 본 연구의 결과로 퍼팅 시 볼의 정확성, 운동학적 분석의 결과를 토대로 볼 때, 숙련자 집단에서는 퍼팅 시 시선형태가 전혀 영향을 미치지 않았다. 이는 곧 숙련자 집단의 경우 장기간의 연습을 통해 관절 동작이 고정되어 있어 기계적인 스트로크를 한다는 것을 확인할 수 있었다. 하지만, 초보자 집단의 경우 시선형태에 따른 퍼팅 양쪽 모두 어느 정도의 장·단점을 가지고 있는 것으로 판단된다. 또한, 퍼터헤드의 변위가 속도보다 정확성에 더 큰 영향이 미치는 것으로 사료된다.

#### ABSTRACT

B. H. WOO, C. W. KIM, Y. S. PARK, K. C. LEE, and Y. T. LIM, The Effects of Accuracy on Skill Level and Eye-Tracking Type in Golf Putting. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol. 19, No. 4, pp. 729-738, 2009. The purpose of this study was to analyze the impact accuracy and kinematic parameters of skill level and eye-tracking type during putting strokes. For comparison, five elite golfers and five novice golfers participated in this study. Three-dimensional kinematic data were collected for each subject while 10 putting trials were performed for each skill level and eye-tracking type. The APAS system was used to compute the impact accuracy and kinematic parameters of putter heads. The putting stroke was divided into three phases: back swing, downswing, and follow-through. The findings indicated that significant differences were found in skill level as it affected the rate of success. For impact accuracy and the displacement of putter heads, a significant difference was found for the skill level, particularly in backswing and follow-through. In addition, the displacement of the putter head had a greater influence on stroke accuracy than on velocity.

KEYWORDS : GOLF PUTTING, ACCURACY, EYE TRACKING, KINEMATIC ANALYSIS

이 논문은 건국대학교 학술진흥연구비 지원에 의한 논문임.

\*Corresponding Author : 임영태

충북 충주시 단월동 322 건국대학교 자연과학대학 스포츠과학부 골프지도전공

Tel : 043-840-3495 / Fax : 043-840-3498

E-mail : ytlim@kku.ac.kr

## I. 서론

골프 퍼팅 중 주위 환경으로부터 적절한 정보를 지각하는 과정은 거의 시각을 통해서 이루어지는데 퍼팅 동작을 준비하는 과정이나 퍼팅 동작과 같은 특정한 상황에 요구되는 수행에 대한 적절한 단서를 환경으로부터 시각을 통하여 선택한다. 이런 시각 정보는 적절한 단서에 시각적 주의를 기울이는 과정인 시각 탐색(visual search)을 통해 받아들이는데 이 같은 과정은 수행자의 과제에 대한 경험이나 기술의 숙련 정도에 따라서 차이가 있다는 것이 일반적인 견해이다(Vickers, 1992; Williams & Davids, 1998). 퍼팅은 홀까지의 거리와 방향 또는 공의 이동 궤적 등을 정확하게 판단하는 것뿐만 아니라 정확한 임팩트 순간을 위한 시선의 고정 이 매우 중요하다(김선진, 2000b). 특히, 클럽헤드의 스윙궤도(path)와 임팩트 시 클럽페이스의 위치는 볼의 방향에 영향을 주는 주요 요인으로서 좋은 퍼팅 스트로크란 클럽의 이동 방향이 퍼터 선(line of putt)과 동일 하여야 하며 임팩트에서는 이 퍼터 선을 따라 클럽 페이스면의 직각방향으로 타구하는 것이 것이다(Mann, 1989). 따라서 클럽의 이동 방향이 퍼터 선과 일치하는 가장 이상적인 스윙궤도는 퍼터 선을 따라 직선으로 움직이는 것이지만 실제 상황에서는 인체 관절 움직임의 특성상 긴 퍼팅일수록 스윙궤도는 임팩트 지점을 점점으로 곡선을 그리게 된다(박진, 이영섭, 안병화, 2002).

일반적인 골프 퍼팅 교습서를 살펴보면 퍼팅 시 볼을 끝까지 응시하며 스트로크를 하고 임팩트된 이후에도 헤드업 방지를 위해 볼이 놓여 있던 위치에 시선을 고정하라고 지도하고 있는데 이는 눈과 머리의 위치에 따라 변화하는 시선을 스스로 제어하는 방법을 강조하는 예라고 할 수 있다. 하지만 실제의 경우에는 초보자는 물론 숙련자들조차도 퍼팅 스트로크 중 무의식적으로 시선을 움직이게 되어 볼에 대한 집중력 약화 뿐만 아니라 타 신체 분절과의 협응성이 감소하여 퍼팅의 정확성이 떨어지게 된다(Cochran & Stobbs, 1968; Crews & Boutcher, 1987).

선행연구를 살펴보면, 김현경과 고영규(1997)는 시각의 사용유무에 따라 동작의 협응과 제어특성의 차이에

관한 조사를 하였다. Vickers(1992)는 퍼팅의 성공 여부와 기술 숙련수준의 정도에 따른 안구의 움직임 유형을 비교 분석하여 시선을 조절하는 방법의 차이를 규명하였다. Wikinson(1996)은 동작 분석에 관련된 시각적 분별 훈련 프로그램의 체계적 훈련을 통해 탐색 분석 능력 향상과 움직임의 중요한 측면을 보고하였다. 김선진(2000a)은 퍼팅 시 퍼팅 라인에 대한 눈 움직임 유형에 대하여 분석하였다. 박진(2000)은 퍼팅 스트로크의 구간별 소요 시간을 분석하여 숙련된 골프선수를 대상으로 퍼팅 동작을 분석한 결과 각 구간별로 스윙시간이 일정한 비율로 이루어지고 있음을 보고하였다. Cochran과 Stobbs(1968)는 역학적인 관점에서 볼 때 좋은 퍼팅을 만들기 위한 세 가지 요소로써, 볼에 대한 클럽헤드 면의 퍼팅라인에 대한 수직 방향작용과 클럽헤드의 움직임 궤도, 그리고 클럽헤드의 알맞은 속도라고 밝히고 있다. Heuler(1995)는 좋은 퍼팅의 세 가지 조건으로서 임팩트 시 볼과 클럽헤드의 방향이 일치해야하며, 임팩트 시 클럽헤드와 볼이 수직이며, 그리고 임팩트는 반드시 스위트 스팟(sweet spot)에서 이루어져야 한다고 제시하고 있다.

이와 같이 골프 퍼팅 스트로크는 드라이버나 아이언 샷과는 다른 심리적, 역학적 요인들을 가지고 있는 것으로 판단되지만 퍼팅 스트로크의 기술적인 측면에 중점을 둔 운동학적 분석을 통하여 이중진자 운동의 표본을 보여주는 것과 같은 연구들이 대부분의 역학 관련 선행연구들의 경향이였다. 이에 본 연구에서는 골프 퍼팅 시 숙련도와 시선형태에 따라 운동학적 변인에 차이가 있을 것이라는 가설과 골프 퍼팅 시 숙련도 및 시선형태가 운동학적 변인과 임팩트 시 퍼터 헤드의 정확성에 영향을 미칠 것이라는 가설을 설정하여 숙련도와 시선형태가 골프 퍼팅의 정확성에 미치는 영향을 조사하는 것이 본 연구의 목적이다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 실험에 참여한 피험자는 숙련자 집단으로 세미프로

자격이상을 가진 골프선수들과 초보자 집단으로 골프에 경험이 전혀 없는 대학생들을 각 집단별 5명씩 총 10명을 임의 선정하였다. 피험자들의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 피험자의 특성

피험자	연령(yr.)	신장(cm)	체중(kg)	경력(yr.)
숙련자	32.4±4.3	180.2±6.0	82.2±8.2	16.4±4.5
초보자	28.4±1.9	177.0±8.0	75.4±12.4	0.0±0.0

### 2. 실험내용

실험 시작 전 피험자에게 실험에 대한 설명을 하였고, 피험자는 주어진 실험환경에서의 동작에 익숙해질 수 있도록 충분한 퍼팅연습 후 실험에 임하였다. 특히, 초보자 집단에게는 퍼팅 스트로크 자세를 가르친 후, 5분간의 연습을 실시하였다. 실험에 사용한 퍼팅 거리는 3m의 거리로 하였고, 퍼팅 시 스탠스와 자세는 제한을 두지 않았다. 시선형태는 골프볼에 시선을 고정하는 방법과 퍼터에 시선이 따라가는 스트로크 방법으로 설정하여, 숙련자 및 초보자가 시선형태에 따라 각각 10회씩 총 20회 퍼팅을 실시하였다.

### 3. 실험방법

본 실험에는 동작분석을 위해 3대의 카메라를 이용하였고, 3차원 APAS(Ariel Performance Analysis System, USA) 동작분석시스템을 사용하였다. 3차원 분석을 위하여 2m×2m×1m의 통제점틀을 이용하여 비디오 카메라 2대는 피험자 중심으로 설치하였고, 퍼터헤드의 스위트 스폿(sweet spot)에 골프볼이 얼마나 정확하게 임팩트 하는지에 대해 측정하기 위하여, 20cm×20cm의 통제점틀을 이용하여 비디오 카메라 1대는 볼을 중심으로 설치하여 2차원 분석을 실시하였다. 동작분석 카메라의 주파수는 120Hz로 샘플링하였고, 자료분석과정에서 발생할 수 있는 잡음(noise)을 제거하기 위하여 디지털 필터링(digital filtering)을 통하여 스무딩(smoothing)을 실시하였다(10Hz, lowpass filter). 3차원 동작분석을 위해 피험자의 신체 각 부위에 21개, 퍼터에 3개의 마커를 부

착하였다. 또한, 시선형태를 확인하기 위하여 무선체제를 이용한 안구측정기기(Electro Oculography; 이하 EOG, 박양선, 김형식, 이정환, 임영태, 2008)를 이용하였다. 퍼팅 스트로크 시 안구의 움직임이 오른쪽으로 이동시 + 파형(y축), 왼쪽으로 이동시 - 파형(y축)으로 확인이 되며, 움직임이 거의 없는 경우에는 기준선과 평행한 파형을 나타낸다. <그림 1>과 같이 시선 이동의 표준화를 위해 퍼팅 스트로크 전 정지 동작에서 좌우 최대 시선 이동시의 EOG값을 확인하여 시선의 최대 이동범위(range)를 구하였으며 퍼팅 스트로크 전 구간에 걸쳐 시선 이동의 범위가 최대 이동범위의 10% 이하인 경우 시선 고정, 그 이상인 경우 시선 이동으로 판단하였다(수식 1).

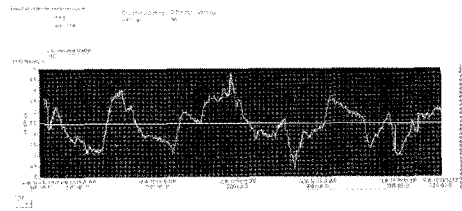


그림 1. 최대 시선 이동시의 EOG 데이터 예제

$$NorEOG(\%range) = \frac{EOG^{putting}}{Range} \times 100$$

수식 1. EOG 표준화 식

실험용 그린은 퍼팅연습용 매트를 이용하였다. 퍼터헤드의 길이는 가로 4cm로, <그림 2>와 같이 볼의 임팩트가 스위트 스폿을 기준으로 퍼터 헤드의 힐(heel)쪽에 위치하고 있으면 +값을 나타내며, 토(toe)쪽에 위치하고 있으면 -값을 의미한다.

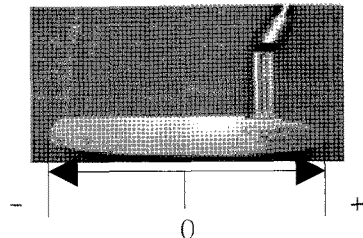
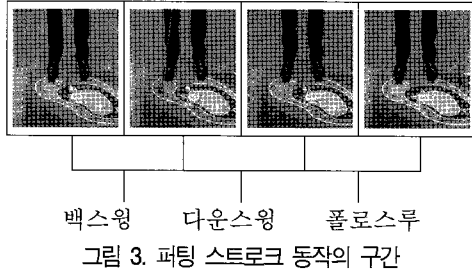


그림 2. 퍼터헤드의 볼 임팩트 방향 정의

### 4. 구간 설정

<그림 3>과 같이 골프 퍼팅 스트로크 동작을 3개의 구간으로 구분하여 설정하였다.



### 5. 통계처리

숙련도 및 시선형태에 따라 각 10회의 퍼터 시도를 APAS 동작분석시스템을 통해 자료를 수집하였다. 퍼팅 시 시선형태와 숙련도에 따른 성공여부에 대한 차이 검증을 위해 이원변량분석(two-way ANOVA)을 실시하였다.

독립변인으로 시선형태, 숙련도 및 퍼팅 성공여부를 설정하여 종속변인인 퍼터헤드의 변위와 속도에 대한 차이를 분석하기 위하여 다변량분석(MANOVA)을 실시하였다. 또한 시선형태, 숙련도, 성공여부에 따라 퍼터헤드의 변위와 속도가 정확성에 미치는 영향을 확인하기 위해 중다회귀분석(multiple regression)을 실시하였다. 모든 자료처리와 통계처리는 MatLab 7.01(MathWorks, Inc.)과 SPSS 17.01(SPSS, Inc.)을 사용하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 퍼팅 시 성공여부

각 피험자들이 시선형태와 숙련도에 따라 퍼팅 시 성공여부를 확인한 결과는 <표 2>와 같고, 성공일 때 1, 실패일 때 2로 설정하였다.

퍼팅 시 성공여부는 <표 3>에 나타난 바와 같이 시선형태에 따라 차이는 보이지 않았지만, 초보자에 비해 숙련자가 높은 성공률을 보였다( $p < .001$ ).

표 2. 퍼팅 시 성공여부

	시선이동	시선고정
초보자	1.62±0.49	1.52±0.51
숙련자	1.14±0.35	1.18±0.39

표 3. 퍼팅 시 성공여부의 차이검증

	제공합	자유도	평균제공	F값	p
시선형태	0.45	1	.045	.230	.626
숙련도	8.405	1	8.405	44.644	.000
시선형태 ×숙련도	.245	1	1.250	.266	.604

\*\*\* $p < .001$

### 2. 퍼터헤드의 정확성

퍼터헤드의 정확성은 퍼터 헤드가 임팩트 시 퍼터의 가장 중앙인 스위트 스폿에 골프공이 얼마나 정확하게 위치하고 있는지에 대한 변인이다. 임팩트 시 골프공이 퍼터 헤드의 힐(heel)쪽에 위치하고 있으면, +값을 나타내며, 토(toe)쪽에 위치하고 있으면, -값을 의미하며, <표 4>와 같다.

표 4. 퍼터헤드의 정확성

		(unit: cm)	
숙련도	시선형태 성공여부	시선이동	시선고정
초보자	성공	-0.45±0.34	-0.44±0.41
	실패	-0.62±0.39	-0.50±0.42
숙련자	성공	-0.23±0.26	-0.23±0.24
	실패	-0.24±0.24	-0.24±0.31

표 5. 퍼터헤드의 정확성의 차이검증

요인	자유도	F값	p
시선형태	1	.271	.601
숙련도	1	20.461	.000
성공여부	1	1.003	.305
시선형태×숙련도	1	.246	.620
시선형태×성공여부	1	.218	.641
숙련도×성공여부	1	.935	.333
시선형태×숙련도×성공여부	1	.399	.547

\*\*\* $p < .001$

퍼터헤드의 정확성은 <표 5>에 나타난 바와 같이 시선행태와 성공여부에서는 차이를 보이지 않았지만, 숙련자가 초보자보다 높은 정확성을 보였다( $p<.001$ ).

### 3. 퍼터헤드의 변위

퍼터헤드의 변위는 합성변위를 나타낸 것으로 <그림 4> 및 <표 6>과 같다.

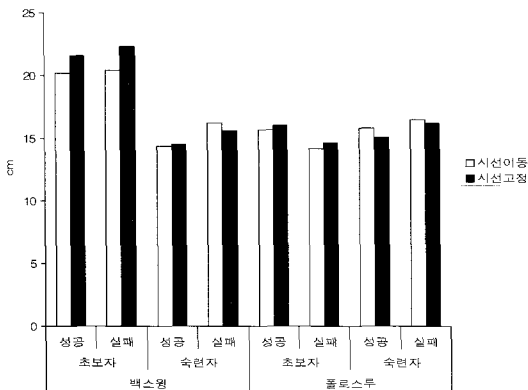


그림 4. 퍼터헤드의 변위

표 6. 퍼터헤드 변위 (unit: cm)

숙련도	시선행태 성공여부	시선팀 (M±SD)	시선팀 (M±SD)
백스윙	초보자 성공	20.20±3.23	21.55±4.71
	초보자 실패	20.43±3.68	22.31±4.40
	숙련자 성공	14.40±2.45	14.55±2.39
	숙련자 실패	16.22±1.48	15.63±2.79
폴로스루	초보자 성공	15.69±2.24	16.04±2.47
	초보자 실패	14.16±2.46	14.68±2.72
	숙련자 성공	15.83±2.00	15.10±2.00
	숙련자 실패	16.54±1.70	16.24±1.74

퍼터헤드의 변위는 <표 7>에 나타난 바와 같이 백스윙 시 시선행태와 성공여부에 따른 차이는 보이지 않았지만, 초보자가 숙련자에 비해 큰 변위를 보였다 ( $p<.001$ ). 또한, 폴로스루 시 시선행태와 성공여부에 따른 차이는 보이지 않았지만, 초보자가 숙련자에 비해 큰 변위를 보였고( $p<.05$ ), 숙련도와 성공여부의 상호관계를 보였다( $p<.01$ ).

표 7. 퍼터헤드 변위의 차이검증

요인	자유도	F값	p	
시선행태	1	1.514	.220	
숙련도	1	107.828	.000	
성공여부	1	2.886	.091	
백스윙	시선행태×숙련도	1	2.589	.109
	시선행태×성공여부	1	.008	.929
	숙련도×성공여부	1	.697	.405
	시선행태×숙련도×성공여부	1	.313	.577
폴로스루	시선행태	1	.011	.918
	숙련도	1	4.214	.041
	성공여부	1	.460	.498
	시선행태×숙련도	1	1.516	.220
폴로스루	시선행태×성공여부	1	.153	.696
	숙련도×성공여부	1	9.480	.002
	시선행태×숙련도×성공여부	1	.027	.869

\* $p<.05$ , \*\* $p<.01$ , \*\*\* $p<.001$

### 4. 퍼터헤드 속도

퍼터헤드 속도는 합성속도를 나타낸 것으로 <표 8>과 <그림 5>와 같다.

표 8. 퍼터헤드 속도 (unit: cm/sec)

숙련도	시선행태 성공여부	시선팀 (M±SD)	시선팀 (M±SD)
백스윙	초보자 성공	50.10±8.62	54.27±11.22
	초보자 실패	46.75±10.09	55.88±11.71
	숙련자 성공	43.50±9.69	41.46±9.03
	숙련자 실패	41.68±4.95	43.27±12.06
다운스윙	초보자 성공	100.44±9.36	104.58±8.63
	초보자 실패	95.97±16.45	106.37±15.87
	숙련자 성공	102.59±10.15	100.89±7.30
	숙련자 실패	106.64±2.84	107.62±12.38
폴로스루	초보자 성공	66.69±15.22	59.39±16.99
	초보자 실패	67.45±57.80	55.72±19.37
	숙련자 성공	68.33±12.86	67.81±15.82
	숙련자 실패	64.91±17.82	66.50±14.72

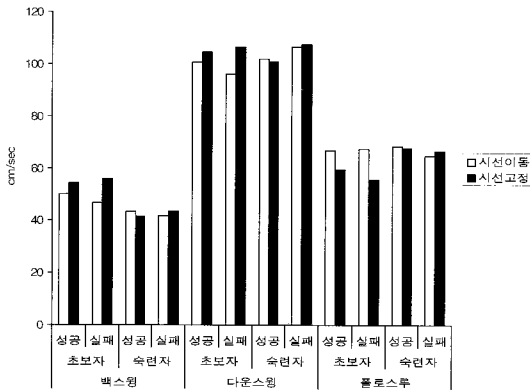


그림 5. 퍼터헤드의 속도

퍼터헤드의 속도는 <표 9>에 나타난 바와 같이 백스윙 시 시선형태와 성공여부에 따른 차이는 보이지 않았지만, 초보자가 숙련자에 비해 빠른 속도를 보였고 ( $p<.001$ ), 시선형태와 숙련도의 상호관계도 나타났다

표 9. 퍼터헤드 속도의 차이검증

	요인	자유도	F값	p
백스윙	시선형태	1	3.532	.061
	숙련도	1	29.445	.000
	성공여부	1	.066	.803
	시선형태×숙련도	1	4.044	.048
	시선형태×성공여부	1	1.581	.219
	숙련도×성공여부	1	.063	.804
	시선형태×숙련도×성공여부	1	.038	.868
다운스윙	시선형태	1	3.087	.081
	숙련도	1	1.738	.189
	성공여부	1	.012	.914
	시선형태×숙련도	1	3.766	.054
	시선형태×성공여부	1	1.296	.256
	숙련도×성공여부	1	2.929	.089
	시선형태×숙련도×성공여부	1	.208	.649
폴로스루	시선형태	1	.011	.918
	숙련도	1	.977	.324
	성공여부	1	.170	.680
	시선형태×숙련도	1	1.179	.279
	시선형태×성공여부	1	.016	.901
	숙련도×성공여부	1	.010	.922
	시선형태×숙련도×성공여부	1	.125	.724

\* $p<.05$ , \*\*\* $p<.001$

( $p<.05$ ). 다운스윙, 폴로스루 구간에서 시선형태, 숙련도, 성공여부에 따른 차이가 나타나지 않았다.

5. 숙련도와 시각형태에 따라 퍼터헤드 변인의 관계

정확성과 퍼터헤드의 변인(변위, 속도)의 상관관계 분석을 위하여 Pearson의 적률 상관계수를 산출하였다. <표 10>에 나타난 바와 같이, 숙련도에 따라 정확성과 퍼터헤드의 변위와 속도에서 초보자와 숙련자 모두 관계가 없는 것으로 나타났다.

표 10. 숙련도에 따른 퍼터헤드와 퍼터속도의 상관분석

	초보자			숙련자		
	1	2	3	1	2	3
1	1.000			1.000		
2	-.111	1.000		.036	1.000	
3	-.087	.049	1.000	.017	.060	1.000

1. 정확성 2. 퍼터변위 3. 퍼터속도

<표 11>에 나타난 바와 같이, 시선형태에 따라 정확성과 퍼터헤드의 변위와 속도에서 시선이동이 퍼터변위 ( $r=.293$ )에서 상관관계를 보였지만, 시선고정에서는 관계가 없는 것으로 나타났다.

표 11. 시선형태에 따른 퍼터헤드와 퍼터속도의 상관분석

	시선이동			시선고정		
	1	2	3	1	2	3
1	1.000			1.000		
2	.293**	1.000		.148	1.000	
3	-.121	-.116	1.000	-.024	.132	1.000

\*\* $p<.01$

1. 정확성 2. 퍼터변위 3. 퍼터속도

표 12. 성공률에 따른 퍼터헤드와 퍼터속도의 상관분석

	성공			실패		
	1	2	3	1	2	3
1	1.000			1.000		
2	.128	1.000		.160	1.000	
3	-.049	.103	1.000	.098	.270**	1.000

\*\* $p<.01$

1. 정확성 2. 퍼터변위 3. 퍼터속도

<표 12>에 나타난 바와 같이, 성공률에 따라 정확성과 퍼터헤드의 변위와 속도에서 성공과 실패 모두 관계가 없는 것으로 나타났다.

**6. 숙련도와 시선형태에 따라 퍼터헤드 변인에 미치는 영향**

숙련도, 시선형태, 성공여부에 따라 정확성과 퍼터헤드의 변인(변위, 속도)에 미치는 영향을 조사하기 위하여 독립변수로 퍼터헤드의 변인(변위, 속도)을 투입하고, 종속변수로 정확성을 투입하여 중다회귀분석을 실시하였다.

숙련도에 따라 초보자의 정확성은 퍼터헤드의 변위와 속도에서 1.9%를 설명력 가지고 있지만, F값은 회귀식이 .934로 차이를 보이지 않았다. 퍼터헤드 변인 중 퍼터변위의 회귀계수는 -.101이며, t값은 -1.062로 차이를 보이지 않았고, 퍼터속도의 회귀계수는 -.101이며, t값은 -.807로 차이를 보이지 않았다. 숙련자의 정확성은 퍼터헤드의 변위와 속도에서 0.2%를 설명력을 가지고 있지만, F값은 회귀식이 .076로 차이를 보이지 않았다. 퍼터헤드 변인 중 퍼터변위의 회귀계수는 .004이며, t값은 .350로 차이를 보이지 않았고, 퍼터속도의 회귀계수는 .005이며, t값은 .036로 차이를 보이지 않았다.

초보자의 퍼터헤드 변인이 정확성에 미치는 상대적 기여도를 살펴보면, 퍼터속도( $\beta=-.081$ ), 퍼터변위( $\beta=-.107$ )는 부적인 관계를 보였고, 숙련자는 퍼터변위( $\beta=.036$ ), 퍼터속도( $\beta=.015$ ) 순으로 나타났다(표 13).

표 13. 숙련도에 따른 퍼터헤드 변인의 회귀분석

변인	초보자			숙련자		
	B	$\beta$	t	B	$\beta$	t
상수	.741		3.521***	.167		.939
퍼터 변위	-.101	-.107	-1.062	.004	.036	.350
퍼터 속도	-.101	-.081	-.807	.005	.015	.150
R2	.019			.002		
F값	.934			.076		

\*\*\* $p<.001$

시선형태에 따라 시선이동에서 정확성은 퍼터헤드의 변위와 속도에서 9.3%를 설명력을 가지고 있으며, F값은 회귀식이 4.995로 회귀식이 통계적으로 유의한 것으로 나타났다( $p<.01$ ). 퍼터헤드 변인 중 퍼터변위의 회귀계수는 .024이며, t값은 2.904로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다( $p<.01$ ). 시선고정에서 정확성은 퍼터헤드의 변위와 속도에서 2.4%를 설명력을 가지고 있지만, F값은 회귀식이 1.179로 차이를 보이지 않았다. 퍼터헤드 변인 중 퍼터변위의 회귀계수는 .012이며, t값은 1.517로 차이를 보이지 않았고, 퍼터속도의 회귀계수는 -.005이며, t값은 -.434로 차이를 보이지 않았다.

시선이동의 퍼터헤드 변인이 정확성에 미치는 상대적 기여도를 살펴보면, 퍼터변위( $\beta=.283$ ), 퍼터속도( $\beta=.088$ ) 순으로 나타났고, 시선고정은 퍼터변위( $\beta=.154$ ), 퍼터속도( $\beta=-.044$ ) 순으로 나타났다(표 14).

표 14. 시선형태에 따른 퍼터헤드 변인의 회귀분석

변인	시선이동			시선고정		
	B	$\beta$	t	B	$\beta$	t
상수	-.018		-.108	.181		1.246
퍼터 변위	.024	.283	2.904**	.012	.154	1.517
퍼터 속도	-.042	-.088	-.905	-.005	-.044	-.434
R2	.093			.024		
F값	4.995**			1.179		

\*\* $p<.01$

성공률에 따라 성공에서 정확성은 퍼터헤드의 변위와 속도에서 2.0%를 설명력을 가지고 있지만, F값은 회귀식이 1.289로 차이를 보이지 않았고, 퍼터헤드 변인은 모두 차이를 보이지 않았다. 실패에서 정확성은 퍼터헤드의 변위와 속도에서 2.9%를 설명력을 가지고 있지만, F값은 회귀식이 1.044로 차이를 보이지 않았고, 퍼터헤드 변인은 모두 차이를 보이지 않았다.

성공의 퍼터헤드 변인이 정확성에 미치는 상대적 기여도를 살펴보면, 퍼터변위( $\beta=.135$ ), 퍼터속도( $\beta=-.063$ ) 순으로 나타났고, 실패는 퍼터변위( $\beta=.144$ ), 퍼터속도( $\beta=.059$ ) 순으로 나타났다(표 15).

표 15. 성공률에 따른 퍼터헤드 변인의 회귀분석

변인	성공			실패		
	B	$\beta$	t	B	$\beta$	t
상수	.144		1.236	.181		.808
퍼터 변위	.010	.135	1.507	.013	.144	1.180
퍼터 속도	-.007	-.063	-.705	.028	.059	.483
R2	.020			.029		
F값	1.289			1.044		

#### IV. 논 의

숙련도, 시각 형태에 따라 각 10번의 퍼팅 스트로크 시 퍼터의 스위트 스폿에 볼을 얼마나 정확하게 맞추는 지에 대한 볼 정확성과 운동학적 변인을 분석하였다.

퍼터헤드의 정확성에 대한 선행연구를 살펴보면, 대부분의 숙련 골퍼는 퍼터의 중앙에서 좌우로 1.25cm 범위 내에서 임팩트가 이루어진다고 보고하였다. 또한 임팩트 지점이 퍼터의 힐(heel)이나 토우(toe) 부분에 형성 되면 퍼터의 스위트 스폿에 접촉된 것만큼 볼이 굴러가지 않으며, 거리 손실 또한 약 10-20% 발생한다고 보고하였다(Maltby, 1995).

본 연구의 결과, 숙련자 집단과 초보자 집단 모두 퍼터 헤드의 토(toe)쪽에서 임팩트가 일어났는데, 초보자 집단의 경우에는 숙련자 집단보다 퍼터 헤드의 토(toe)쪽에 좀 더 치우쳐서 임팩트가 일어남으로써 성공률이 현저히 떨어졌다고 사료된다. 본 연구에서 시각형태와 성공여부는 임팩트 시에 아무런 영향이 미치지 못하였지만, 숙련도에 따른 차이만 나타났다. Bowen(1968)은 초보자 100명을 대상으로 눈의 위치에 따른 퍼팅 성공률을 비교한 결과, 퍼팅 시 눈의 위치가 볼에 있는 경우와 홀에 있는 경우에는 의미 있는 차이가 없는 것으로 보고하고 있어 본 연구와 일치하는 부분이 있었다.

퍼터헤드 변위에서 박진(2002)은 숙련자 집단이 19.02cm, 초보자 집단이 21.54cm를 보여 숙련자 집단의 백스윙이 다소 작은 변위를 보였지만, 통계적인 차이는 보이지 않는다고 보고하였다. 하지만, 폴로스루에서는

숙련자 집단, 초보자 집단 각각 32.66cm, 44.46cm의 차이로 보여, 초보자 집단이 더 긴 변위를 보였고, 통계적인 차이가 나타난다고 하였다. 본 연구결과와 비교하면 백스윙 시 초보자 집단의 경우 유사한 결과를 보였지만 숙련자 집단은 다소 짧은 변위를 보였다. 또한, 선행연구들과 유사하게 숙련자 집단의 백스윙이 초보자 집단에 비해 다소 짧은 변위를 보인 것으로 나타났고, 폴로스루는 분석구간의 지점이 다르므로, 직접적인 비교는 어렵지만, 숙련자가 짧은 변위를 보여, 선행결과와 일치하였다. 또한, 본 연구에서 퍼터변위는 시선이동 시 백스윙(53%), 폴로스루(47%)을 보였고, 시선고정 시 백스윙(54%), 폴로스루(46%)으로 나타나 시선형태에 관계없이 유사한 비율을 보였다. 운동수행의 정확성은 운동학적 변인에 따라 결정된다고 볼 수 있기에 운동과제 자체가 가지고 있는 특성인 시간과 거리와 같은 운동학적 변인에 따라 운동의 정확성을 살펴볼 수가 있다. 일반적으로 대부분의 운동수행에 있어 시간과 거리가 증가할수록 운동수행의 가변성은 증가한다(김선진, 2000b). 이러한 측면에서 운동학적 변인의 가변성에 대한 연구로, Schmidt, Zelaznik, Hawkins, Frank와 Quinn(1979)은 시각 지점에서 10-16cm 떨어진 목표지점에 철필을 빠르게 이동하는 조준 과제를 주어진 목표 운동시간 내에 운동 과제를 수행하게 했다. 이 실험에서 운동거리가 증가함에 따라서 운동 수행의 가변성이 증가하였으며, 정해진 운동거리에서 운동시간이 감소함에 따라서 운동수행 가변성이 점차 감소하였다. 이와 같이 운동시간을 고정하고 운동거리를 증가시키거나, 운동거리를 고정하고 운동시간을 증가시킬 때, 공간 정확성이 점차 감소한다는 사실을 알 수 있었다. 또한, 본 연구에서 퍼터속도는 시선이동시 백스윙(24%), 다운스윙(47%), 폴로스루(31%)의 비율을 보였고, 시선고정 시 백스윙(32%), 다운스윙(68%), 폴로스루(41%)의 비율을 보였다. 본 연구의 결과에서도 숙련자 집단은 운동거리가 정확성을 높이는데 기인하여, 큰 백스윙보다는 작은 백스윙으로 정확성을 높이는 것으로 사료된다.

퍼터헤드 속도의 선행연구로 김의환, 박정현, 및 백광현(2001)은 4m 퍼팅시도 시 백스윙 구간에서 프로는 90cm/sec, 아마추어는 195cm/sec, 다운스윙 구간은 프로가 160cm/sec, 아마추어가 319cm/sec, 폴로스루 구간



은 프로가 115cm/sec, 아마추어가 196cm/sec로 아마추어가 프로보다 빠른 스윙 속도를 보였다고 보고하였다. 박진(2002) 또한 임팩트 시점에서 숙련자 집단은 128.32cm/sec, 초보자 집단은 154.10cm/sec로 초보자 집단이 더 빠른 퍼터 헤드의 속도를 보인다고 하였다. 본 연구결과와 비교하면, 숙련자 집단의 경우 선행연구와 비교해서 전체적인 스윙 속도가 느리게 나왔으나, 이는 퍼팅거리의 차이에 의한 것으로 사료된다. 하지만, 백스윙 구간에서 초보자가 숙련자에 비해 빠른 퍼팅속도를 보인 것은 본 연구의 결과와 일치하였다. 하지만, 시선형태가 퍼팅 스트로크에 아무런 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

또한, 본 연구에서는 정확성이 숙련도와 시선형태, 성공률에 따라 어떠한 차이가 있는지 알아보기 위하여 퍼터헤드의 변위와 속도와의 연관성을 분석하였다. 그 결과 숙련도에 따른 요인에서는 유의한 상관관계가 나타나지 않았고, 시선형태에서는 시선이동 시 퍼터변위에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다. 성공률에 따른 요인에서도 유의한 상관관계가 나타나지 않았다. 좀 더 구체적인 정보를 알아보기 위하여 정확성과 각 요인들 간의 회귀분석을 실시한 결과 숙련도와 성공률에 따른 유의한 차이는 보이지 않았지만, 시선형태 중 시선이동에서 정확성이 퍼터변위와 직접적인 관계가 있는 것으로 나타났다. 이는 시선이동으로 인한 퍼터헤드의 변위가 커짐으로 인해 실수를 유발할 가능성이 높다고 판단해 볼 수 있다. 이는 선행연구의 결과(박진, 2002)에서 밝힌 바와 같이 성공률이 높은 숙련자에 비해 실패율이 높은 초보자의 변위가 길다고 보고한 것과 일치하고 있다. 따라서 상관관계 및 회귀분석 결과 퍼터헤드의 속도보다 변위가 정확성에 더 큰 영향을 주는 것으로 판단된다.

## V. 결론 및 제언

숙련도, 시각형태에 따라 각 10번의 퍼팅 스트로크 시 퍼터의 스위트 스폿에 볼을 얼마나 정확하게 맞추는 지에 대한 볼 정확성과 운동학적 변인을 분석하였다.

퍼팅 시 성공여부는 시선형태에 따라 차이는 보이지

않았지만, 숙련자가 초보자보다 높은 성공을 보였다.

퍼터헤드의 정확성은 시선형태와 성공여부에서는 차이를 보이지 않았지만, 숙련자가 초보자보다 높은 정확성을 보였다.

퍼터헤드 변위에서는 백스윙 시 시선형태와 성공여부에 따른 차이는 보이지 않았지만, 초보자가 숙련자에 비해 더 큰 변위를 보였다. 하지만, 폴로스루 시 시선형태와 성공여부, 숙련도 모두 차이는 보이지 않았다.

퍼터헤드 속도에서는 백스윙 시 시선형태와 성공여부에 따른 차이는 보이지 않았지만, 초보자가 숙련자에 비해 빠른 속도를 보였다. 하지만, 다운스윙, 폴로스루 구간에서 시선형태, 숙련도, 성공여부에 따른 차이는 나타나지 않았다. 정확성과 퍼터헤드의 변인간의 미치는 영향에서는 퍼터헤드의 변위가 속도에 비해 영향이 큰 것으로 나타났다.

종합적인 결과를 토대로 볼의 정확성, 운동학적 분석의 결과를 토대로 볼 때, 숙련자 집단에서는 퍼팅 시 시선형태가 전혀 영향을 미치지 않았다. 이는 곧 숙련자 집단의 경우 장기간의 연습을 통해 관절 동작이 고정되어 있어 기계적인 스트로크를 한다는 것을 확인할 수 있었다. 하지만, 초보자 집단의 경우 시선형태에 따른 퍼팅 양쪽 모두 어느 정도의 장·단점을 가지고 있는 것으로 판단된다. 즉, 볼에 시선을 고정했을 때가 시선이 움직임일 때보다 다소 높은 성공률(시선이동: 38%, 시선고정: 48%)을 보였지만, 시선이동 시에는 임팩트 시 정확성이 떨어지고, 시선고정 시 임팩트에서 정확성이 높아지는 점이 발견되었다. 또한, 퍼터헤드의 변위가 속도보다 정확성에 더 큰 영향이 미치는 것으로 사료된다. 따라서 볼 정확성은 숙련도의 영향은 있지만, 시선형태에 따른 영향은 없는 것으로 나타났다.

향후 시각 형태에 따라 근전도 및 지면반력을 이용한 운동역학적 분석이 수행되어야 할 것으로 생각된다.

## 참고문헌

- 김선진(2000a). 골프 퍼팅 과제 의 눈 움직임 변화 유형에 관한 연구. *한국스포츠심리학회지*, 11(2), 1-14.

- 김선진(2000b). *운동학습과 제어*. 서울: 대한미디어.
- 김의환, 박정현, 백광현(2001). 골프 Putting 동작 시 프로 선수와 아마추어간의 3차원 운동학적 변인 비교분석. *한국운동역학회지*, 10(2), 139-155.
- 김현경, 고영규(1997). 낙하동작의 협응과 제어에 대한 시각의 역할. *한국체육학회지*, 36(3), 77-86.
- 박양선, 김형식, 이정환, 임영태(2008). 단산: 전정 반사 분석을 위한 안구 움직임 무선 측정 장치 개발. *한국운동역학회지*, 18(1), 39-43.
- 박진(2000). 골프 퍼팅 스트로크의 구간별 소요시간 분석. *한국운동역학회지*, 11(2), 319-331.
- 박진(2002). 숙련자와 초보자의 퍼팅 스트로크 특성비교 (I). *한국운동역학회지*, 12(2), 197-206.
- 박진, 이영섭, 안병화(2002). 숙련자와 초보자의 퍼팅 스트로크 특성비교(II). *한국운동역학회지*, 12(2), 207-214.
- Bowen, R. T.(1968). Putting errors of beginning golfers using different points of aim. *Research Quarterly for Exercise and Sports*, 39(1), 31-35.
- Coehran, A., & Stobbs, J.(1968). *The Search for the Perfect Swing*. Philadelphia: PA: J. B. Lippincott Co.
- Crewes, D., & Butcher, S.(1987). An exploratory analysis of professional golfers during competition. *Journal of Sport Behavior*, 9(2), 51-59.
- Heuler, O.(1995). *Perfecting Your Golf Swing*. New York, NY: Sterling Publishing Company, Inc.
- Maltby, R.(1995). *Golf club design, fitting, alteration and repair: The principles and procedures* (4th ed.). Newark, OH: Ralph Maltby Enterprises.
- Mann, R.(1989). *Grand Cypress Academy of Golf*. Grand Cypress Resort, 35-55.
- Schmidt, R. A., Zelaznik, H. N., Hawkins, B., Frank, J. S., & Quinn, J. T., Jr.(1979). Motor output variability: A theory for the accuracy of rapid motor acts. *Psychological Review*, 86, 415-451.
- Vickers, J. N.(1992). Gaze control in putting. *Perception*, 21, 117-132.
- Wilkinson, S.(1996). Visual analysis of the overarm throw and related sport skills: Training and transfer effects. *Journal of Teaching in Physical Education*. 16, 66-78.
- Williams, A. M., & David, K.(1998). Visual search strategy, selective attention and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69, 111-128.

투 고 일 : 10월 31일

심 사 일 : 11월 09일

심사완료일 : 12월 09일