

## 중등학생 골프선수의 퍼팅 스트로크 동작에 대한 운동학적 분석

고재연<sup>1</sup> · 오정환<sup>2</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 대학원 체육교육과 · <sup>2</sup>충남대학교 사범대학 체육교육과

### Kinematic Analysis of Secondary School Golf Player's Putting Stroke Motion

Jae-Yeon Ko<sup>1</sup> · Cheong-Hwan Oh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Education, Graduate School of Chungnam National University, Taejon, Korea

<sup>2</sup>Department of Physical Education, College of Education, Chungnam National University, Taejon, Korea

Received 31 October 2010; Received in revised form 10 November 2010; Accepted 22 December 2010

#### ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the difference in kinematic variables for successful and unsuccessful golf putting strokes. The study population included 8 male secondary school golf players who had played golf for over 3 years and whose handicap was 4 or lower. A hole was made on a 5-m-long artificial flat mat for practice, and an environment similar to that of a real green was created. The participants' motions were analyzed through 3D image analysis, and the difference in kinematic variables for successful and unsuccessful putting strokes in the same direction was determined. Data analysis revealed the following findings: The time spent for a segment of putting was the greatest for the backswing segment for both successful and unsuccessful strokes. During address and impact, the both changed to a larger extent. For successful putting strokes, the change in the elbow angle during the downswing was greater for the right elbow than for the left elbow. For both successful and unsuccessful putting strokes, the left shoulder angle increased during the segment from address to the turning point and decreased during the segment from the turning point to impact. In contrast, the right shoulder angle significantly differed between successful and unsuccessful putting strokes only during address. During successful and unsuccessful motions, the swing was executed with the moving displacement of the X-axis of the club head maintained almost constant along a straight light without back and forth movement. In the backswing segment, moving displacement of the Y- and Z-axes was greater in successful strokes than in unsuccessful strokes; however, this difference was very small for the Y-axis. The velocity of the club head for successful and unsuccessful motions significantly differed during address and at the turning point. The highest velocity of the ball was greater for successful than for unsuccessful putting strokes.

**Keywords** : Putting Stroke, Successful, Unsuccessful, Kinematic Analysis, Body Segment

## I. 서론

스포츠과학의 발달과 함께 지난 100여년간 스포츠 경기력이 현저히 향상되었으며 프로 골프 선수들의 경기력 또한 꾸준히

향상되고 있다(Chatterjee, Wiseman, & Perez, 2002). 골퍼들의 다양한 역학적 연구를 통해 양적·질적 데이터를 제공하고 있는 결과로 볼 수 있다(Hume, Keogh, & Reid, 2005, Zumerhik, 2002). 골프경기에서 퍼팅 스트로크는 게임 속의 게임이라고 불릴 만큼 매우 중요한 기술이고(박진, 2001), 실제로 프로경기 등 높은 수준의 경기에서 퍼팅이 차지하는 비율이 Wren(1992)은 38%, 박진(2000), 최성진과 박종진(2002), 하종규(2006), Cochran 과 Stobbs(1968), Palmer 와 Dobereiner(1986), Heuler(1995)는 40-45%에 이른다고 보고하였다. 이렇듯 골프경기에서 퍼팅 스트로크

Corresponding Author : Cheong-Hwan Oh  
Department of Physical Education, College of Physical Education,  
National University, Taejon, Korea  
Tel : +82-10-8220-6101 / Fax : +82-42-821-8897  
E-mail : jho@cnu.ac.kr

는 대단히 중요함으로 스코어를 빨리 낮추려면 퍼팅 성공률을 높이려는 노력을 기울여야 함에도 불구하고(박진, 2000, 2001, 2002), 대부분의 일반 골퍼들은 드라이버 등의 타격연습을 더 좋아하면서 퍼팅 연습은 하지 않거나 소홀히 하는 경향이 있다.

대부분의 일반 골퍼들이 퍼팅 연습을 좋아하지 않거나 소홀히 하는 것은, 아마도 이현섭(2008)의 지적대로 퍼팅 동작이 골프 경기의 다른 동작들에 비해 고정적인 형태를 띠고 있고 작은 운동범위를 가지고 있어서 운동을 했다는 느낌을 받을 수 없기 때문이거나, 혹은 하종규(2006)가 그의 연구에서 지적한 바와 같이 퍼팅은 외부환경에 민감하게 영향을 받아서 숙련도와 퍼팅의 성공률이 반드시 비례하지는 않기 때문이라고 사료된다.

이제까지 퍼팅 스트로크에 대한 연구는 운동역학 분야보다는 심리학이나 제어분야에서 활발하게 이루어지고 있는 실정인데(정청희, 2000), 이는 퍼팅이 심리적인 영향을 많이 받고 그다지 분석을 필요로 하지 않는 기술로 분류되어 있었기 때문이라고 사료된다.

최근 들어 골퍼들이 좋은 성적을 내기 위해서는 그린 위에서의 퍼팅 스트로크가 매우 중요하다는 인식이 확산되었고, 퍼팅 스트로크의 백스윙과 폴로스스로 때 일정한 거리와 정확한 방향성, 일관된 자세, 일정한 속도를 유지하는 완벽한 진자운동을 하여야만 최상의 결과를 획득할 수 있다는 연구결과들이 보고되면서 운동학적 변인들을 규명하려는 다양한 시도가 이루어지고 있다.

Mann(1989)은 미국 PGA 투어프로 19명을 대상으로 퍼팅 동작의 운동학적 요인을 분석하여 퍼팅 스트로크에서는 일관된 자세와 정확한 방향성이 중요하지만 백스윙과 폴로스스로의 동등한 길이와 속도는 중요한 퍼팅 요소는 아니라고 보고하였고, Palmer(1987)는 그의 저서 *Play Great Golf*에서 퍼팅 자세는 우수한 프로선수들 사이에서도 차이가 있기 때문에 한 가지로 요약할 수는 없지만, 볼의 방향에 영향을 주는 것은 90%가 클럽 페이스의 위치이고, 나머지 10%는 스윙궤도라고 지적하면서 두 가지 요소를 적시하였다. 이외에도, 국내에서 김선진(2000)은 골프 퍼팅시에 눈 움직임의 변화 유형을 분석하였고, 김무영(1995)과 김성은(2004)은 퍼팅 스트로크의 운동학적 변인을 분석하였고, 김의환, 박정현, 및 백광현(2001)은 프로선수와 아마추어선수들의 퍼팅 동작이 3차원 운동학적 측면에서 어떤 차이가 있는지를 분석하였고, 박진(2000, 2001, 2002, 2006, 2007)은 퍼터의 움직임에 대한 운동학적 분석과 숙련자와 초보자의 퍼팅 스트로크 특성 비교 분석, 운동량 크기별 볼의 이동속도 변화 등을 분석 보고하였고, 황규영(2005)은 임팩트 지점에 따라서 퍼팅 수행능력이 달라지는 변인을 조사 분석하는 등, 퍼팅 스트로크에 대한 다양한 결과물들이 보고되고 있다. 또한, 골프에 관한 역학적 연구들은 다양하게 이루어지고 있다. 상지(Springs, & Neal, 2000, Mitchell, Banks, Morgan, & Sugaya, 2004), 몸통(Lindsay, Horton, & Paley, 2002), 힙, 어깨(Burden, Grimshaw, & Wallace, 1998)등 인체 부위별로 세분화 되어 연구

가 진행되고 있다(박영훈, 엄창홍, 서국웅, 2005).

그렇지만, 사전연구 결과물들의 대다수는 숙련자와 비숙련자들의 스트로크 동작을 비교분석하는 경향이 있으며 운동학적 분석은 미비한 실정이다. 따라서 골프 퍼팅 스트로크 동작을 3차원 영상분석을 통하여 보다 정확하고 종합적인 분석이 요구되며 성공 여부에 대한 분석을 통해 퍼팅 스트로크의 성공률을 높일 수 있는 방법을 제시하는 연구가 이루어져야 할 필요성이 있다.

그럼으로 본 연구는 운동경력이 3년 이상이고 핸디캡이 4 이하인 중등학교선수 8명을 대상으로 3차원 동작분석을 통해 골프 퍼팅 스트로크 동작의 성공과 실패에 대한 운동학적 변인들의 차이를 비교하여 퍼팅의 성공률을 높일 수 있도록 퍼팅 지도에 필요한 기초자료를 제공하는데 목적이 있다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상자

퍼팅 스트로크 동작에 대한 운동학적 분석 연구에 참여한 연구 대상자는 중등학교 학생 8명으로 골프 경력은 3년 이상, 핸디캡 4이하인 학생 골프 선수들을 선정하였다. 연구 대상자 8명의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. The general characteristics of the subjects (N=8)

Subject	Age	Height(cm)	Mass(kg)	Handicap	Putting
Mean	17.88	175	74.25	2.88	31
SD	±0.99	±2.73	±11.07	±1.36	±1.07

### 2. 실험 장비

실험에 앞서 3차원 공간좌표 설정을 위해 통제점들이 모두 카메라필드 안에 포함되도록 하였으며, 연구 대상자로부터 10 m 떨어진 거리에 고속카메라 2대를 지면과 수평으로 설치하고 촬영 하였다(Table 2).

Table 2. Experimental equipments

No	Experimental equipments	Name	Co
Motion picture equipments	High Speed Camera	MotionMaster 100	VISOL
	Control Point	Control Point	VISOL
	Analysis Program	Kwon3D Ver 3.1	VISOL
Analysis equipments	Computer	RACK-360	LG
	Monitor	SAM TRON77E	Samsung
	Zone Speed	Time Record	VISOL
	VTR	Super VHS ET	JVC

### 3. 실험 절차 및 자료 분석 방법

실험은 실험실에서 실제 그린인 아닌 연습용 인조매트(5.0 m × 0.9 m)에서 지름 0.108 m의 홀을 만든 후, 실제 그린과 유사한 환경을 조성하여 실시하였다. 실험에 참여한 연구 대상자들은 상의는 탈의하고 하의는 검정색 타이즈를 착용하게 하였으며, 실험 전에 20-30분간 충분한 워밍업을 할 수 있도록 하였다. 실험에 사용된 퍼터는 Callaway사의 Odyssey Black-series IX #1 퍼터로 사용하였으며, 반사마커는 인체관절의 중심점과 퍼터(Putter)의 페이스의 toe, heel, 그리고 neck 부분에 각각 지름 0.01 m의 마커를 부착하였으며, 통제점을 표시한 높이 2 m, 길이 2 m, 폭 1 m의 통제점 틀을 수직으로 설치하였다. 또한 카메라는 5대를 지면에서 1.3 m 높이에 설치하고 촬영속도는 100 frame/sec로 하였다. 연구 대상자들이 자기 고유의 방식으로 5회 연속 5 m 퍼팅을 한 것 중에 완전히 성공 하였을 때의 동작과 실패 하였을 때의 동작 1개씩을 선정하여 KWON3D ver. 3.1 프로그램을 이용하여 운동학적 요인을 분석하였다. 또한 통계적 산출을 위해서 Excell ver 4.0 SPSS windows, 10.0 프로그램을 이용하여 분석하였다.

### 4. 동작의 국면 및 구간 설정

퍼팅 스트로크 시 연구 대상자들이 실시한 동작에 대한 분석의 용이함을 위하여 4개의 국면(Event)과 3개의 구간(Phase)으로 <Figure 1>과 같이 구분 하였다.

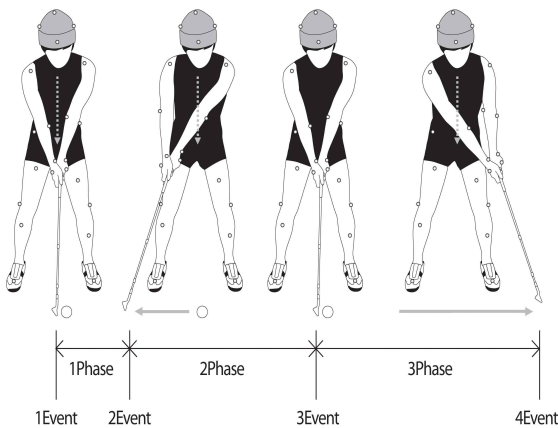


Figure 1. Event and Phase

#### 1) Event(국면)설정

- (1) 1 Event : 스탠스를 취하고 클럽이 몸의 중앙에서 지상에 닿았을 때를 말하며, 백스윙을 시작하기 직전의 준비 자세
- (2) 2 Event : 백스윙의 정점으로써 다운스윙이 시작하는 순간
- (3) 3 Event : 클럽이 공을 임팩트 하는 순간
- (4) 4 Event : 스윙이 완전히 끝난 순간

#### 2) Phase(구간)설정

- (1) 1 Phase : 스탠스를 취하고 클럽이 몸의 중앙에 닿았을 때부터 백스윙의 정점인 순간
- (2) 2 Phase : 다운스윙이 시작하는 순간부터 공을 임팩트하는 순간
- (3) 3 Phase : 클럽이 공을 임팩트 한 순간부터 스윙을 완전히 끝낸 순간

### 5. 통계처리

중등학교 학생 골프선수들이 자기 고유의 스트로크 방식으로 퍼팅을 할 때 성공과 실패에 대한 운동학적 변인 간에 차이가 있는지를 규명하기 위해 SPSS 14.0 프로그램을 이용하여 모든 변인의 평균값과 표준편차를 구하였다. 이 산출된 각 변인의 평균값 차이가 통계적으로 유의한 차이인지를 검증하기 위하여 유의수준은  $p < .05$  수준에서 대응표본  $t$  검증을 실시하였다.

## III. 결과

분석을 위해 4개의 국면과 3개의 구간을 설정하였으며 구간별 소요시간, 국면별 클럽헤드의 이동변위, 각 관절의 각도, 클럽의 속도와 임팩트 시 볼의 속도를 다음과 같이 분석하였다.

#### 1. 클럽의 구간별 소요시간

골프 퍼팅 시 성공과 실패에 대한 구간별 소요시간은 1구간(백스윙), 2구간(다운스윙), 3구간(폴로스로)로 나누어 분석하였으며 결과는 다음의 <Table 3>과 같다.

클럽헤드의 구간별 소요시간을 살펴보면, 성공 시 총 소요시간의 평균값은 1.53초로 나타났으며, 1구간에서는  $0.73 \pm 0.14$  m/sec, 2구간에서는  $0.30 \pm 0.02$  m/sec, 3구간에서  $0.50 \pm 0.06$  m/sec로 나타났다. 실패 시에는 총 소요시간의 평균값이 1.44초로 나타났으며, 1구간에서는  $0.63 \pm 0.12$  m/sec, 2구간에서는  $0.31 \pm 0.05$  m/sec, 3구간에서는  $0.50 \pm 0.04$  m/sec로 나타났으며, 퍼팅 스트로크 동작의 성공과 실패에 대한 전체 소요시간 및 각 구간별 소요시간의 비교 결과 유의한 차이는 없었다.

본 연구 결과는 성공과 실패 모두에서 1구간인 백스윙 시에 가장 긴 소요시간을 보였으며, 유의한 차이는 없었지만 전체 소요시간에 대한 비율이 각각 0.47%와 0.43%로 성공의 경우가 더 긴 소요시간과 비율을 보였다.

Table 3. The elapsed time of each phase (unit: sec)

	1 Phase		2 Phase		3 Phase		Total time
	M	SD	M	SD	M	SD	
Successful	0.73	±0.14	0.30	±0.02	0.50	±0.06	1.53
Unsuccessful	0.63	±0.12	0.31	±0.05	0.50	±0.04	1.44
t-value	2.18		-1.42		0.00		

\*  $p < .05$

### 2. 왼쪽 손목각도

왼쪽 손목각도에 대한 국면별 퍼팅 스트로크 시 성공과 실패에 따른 결과는 <Table 4>와 같이 나타났다.

<Table 4>의 퍼팅 시 왼쪽 손목각도를 살펴보면, 성공 시 1국면에서는  $134.36 \pm 17.21^\circ$ , 2국면에서는  $141.70 \pm 16.50^\circ$ , 3국면에서는  $140.18 \pm 17.30^\circ$ , 4국면에서는  $134.54 \pm 20.98^\circ$ 이며, 실패 시 1국면에서는  $136.97 \pm 15.83^\circ$ , 2국면에서는  $134.48 \pm 16.95^\circ$ , 3국면에서는  $135.46 \pm 13.92^\circ$ , 4국면에서는  $127.37 \pm 11.11^\circ$ 로 나타났지만 각 국면별 왼쪽 팔꿈치 각도의 성공과 실패에 대한 비교결과 유의한 차이는 없었다.

<Table 4>는 퍼팅 스트로크 시 성공과 실패에 대한 왼쪽 손목각도의 변화를 보여주고 있다. 이 표를 보면 왼쪽 손목각도가 성공 시 1국면에서 2국면까지는  $7.34^\circ$ 가 커졌고, 2국면에서 3국면까지는  $1.52^\circ$ 가 작아졌으며, 3국면에서 4국면까지도  $5.64^\circ$ 가 작아졌다. 하지만 실패에서는 1국면에서 2국면까지는  $2.49^\circ$ 가 작아졌고, 2국면에서 3국면까지는  $0.98^\circ$ 가 커졌으며, 3국면에서 4국면까지는  $8.09^\circ$ 가 작아졌다는 것을 알 수 있었다.

5 m 퍼팅 스트로크에서 왼쪽 손목의 어드레스 시와 임팩트 시의 각도변화를 살펴보면 성공 시에는  $5.82^\circ$ , 실패 시에는  $1.51^\circ$ 의 변화가 나타나고 있어 성공 시에 왼쪽 손목각도의 변화가 더 큰 것으로 나타났다.

Table 4. The angle of left wrist (unit: deg)

	1 Event		2 Event		3 Event		4 Event	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Successful	134.36	±17.21	141.70	±16.50	140.18	±17.30	134.54	±20.98
Unsuccessful	136.97	±15.83	134.48	±16.95	135.46	±13.92	127.37	±11.11
t-value	-0.35		1.08		1.00		0.97	

\*  $p < .05$

### 3. 오른쪽 손목각도

오른쪽 손목각도에 대한 국면별 퍼팅 스트로크 시 성공과 실패에 따른 결과는 <Table 5>와 같이 나타났다.

<Table 5>의 퍼팅 시 오른쪽 손목각도를 살펴보면, 성공 시 1국면에서는  $136.63 \pm 17.67^\circ$ , 2국면에서는  $136.07 \pm 17.32^\circ$ , 3국면에서는  $140.91 \pm 14.31^\circ$ , 4국면에서는  $144.23 \pm 10.14^\circ$ 이며, 실패 시 1국면에서는  $145.28 \pm 10.35^\circ$ , 2국면에서는  $144.36 \pm 10.72^\circ$ , 3국면에서는  $144.15 \pm 13.32^\circ$ , 4국면에서는  $146.36 \pm 12.81^\circ$ 로 나타났다.

연구 결과에서 <Table 5>는 퍼팅 스트로크 시 성공과 실패에 대한 오른쪽 손목 각도의 변화를 보여주고 있다. 이 표를 보면 오른쪽 손목각도는 성공 시 1국면에서 2국면까지는  $0.56^\circ$ 가 작아졌고, 2국면에서 3국면까지는  $4.84^\circ$ 가 커졌으며, 3국면에서 4국면에까지는  $3.32^\circ$ 가 커졌다. 하지만 실패에서는 1국면에서 2국면까지는  $0.92^\circ$ 가 커졌고, 2국면에서 3국면까지는  $0.21^\circ$ 가 작아졌으며, 3국면에서 4국면까지는  $2.21^\circ$ 가 커졌다.

5 m 퍼팅 스트로크에서 오른손목의 어드레스 시와 임팩트 시의 각도변화를 살펴보면 성공 시에는  $4.28^\circ$ , 실패 시에는  $1.33^\circ$ 의 변화가 나타나고 있어 성공 시에 오른손목의 각도 변화가 더 많은 것으로 판단되었다. 하지만 각 국면별 오른쪽 손목각도의 성공과 실패에 대한 비교결과 유의한 차이는 없었다.

Table 5. The angle of right wrist (unit: deg)

	1 Event		2 Event		3 Event		4 Event	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Successful	136.63	±17.67	136.07	±17.32	140.91	±14.31	144.23	±10.14
Unsuccessful	145.28	±10.35	144.36	±10.72	144.15	±13.32	146.36	±12.81
t-value	-1.49		-1.58		-0.91		-0.72	

\*  $p < .05$

### 4. 왼쪽 팔꿈치각도

왼쪽 팔꿈치각도에 대한 국면별 퍼팅 스트로크 시 성공과 실패에 따른 결과는 <Table 6>과 같이 나타났다.

Table 6. The angle of left elbow (unit: deg)

	1 Event		2 Event		3 Event		4 Event	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Successful	127.55	±15.38	129.06	±12.78	129.40	±13.87	125.35	±12.71
Unsuccessful	126.52	±8.09	127.69	±11.47	126.89	±10.96	122.93	±11.61
t-value	0.27		0.39		0.94		0.61	

\*  $p < .05$

<Table 6>의 퍼팅 시 왼쪽 팔꿈치각도를 살펴보면, 성공 시 1국면에서는  $127.55 \pm 15.38^\circ$ , 2국면에서는  $129.06 \pm 12.78^\circ$ , 3국면에서는  $129.40 \pm 13.87^\circ$ , 4국면에서는  $125.35 \pm 12.71^\circ$ 로 나타났고, 실패 시 1국면에서는  $126.52 \pm 8.09^\circ$ , 2국면에서는  $127.69 \pm 11.47^\circ$ , 3국면에서는  $126.89 \pm 10.96^\circ$ , 4국면에서는  $122.93 \pm 11.61^\circ$ 로 나타났다. 하지만 각 국면별 왼쪽 팔꿈치 각도의 성공과 실패에 대한

비교결과 유의한 차이는 없었다. 퍼팅 스트로크에서 중요한 다운스윙 동안의 관절 각도를 살펴보면, 2국면 변환점에서 3국면 임팩트까지의 각 변화가 성공과 실패 시 각각  $-0.36^\circ$ ,  $0.8^\circ$ 로 성공의 경우가 변환점부터 임팩트까지 왼쪽 팔꿈치 각도의 변화가 적은 것으로 나타났다.

## 5. 오른쪽 팔꿈치각도

오른쪽 팔꿈치각도에 대한 국면별 퍼팅 스트로크 시 성공과 실패에 따른 결과는 <Table 7>과 같이 나타났다.

<Table 7>의 퍼팅 시 오른쪽 팔꿈치각도를 살펴보면, 성공 시 1국면에서는  $131.19 \pm 10.08^\circ$ , 2국면에서는  $129.91 \pm 9.95^\circ$ , 3국면에서는  $132.18 \pm 9.46^\circ$ , 4국면에서는  $134.73 \pm 9.20^\circ$ 로 나타났고, 실패 시 1국면에서는  $132.65 \pm 9.87^\circ$ , 2국면에서는  $132.94 \pm 7.43^\circ$ , 3국면에서는  $133.55 \pm 8.80^\circ$ , 4국면에서는  $137.42 \pm 9.75^\circ$ 로 나타났다. 하지만 각 국면별 오른쪽 팔꿈치 각도의 성공과 실패에 대한 비교결과 유의한 차이는 없었다. 퍼팅 스트로크에서 중요한 다운스윙 동안의 관절 각도를 살펴보면, 2국면 변환점에서 3국면 임팩트까지의 각 변화가 성공과 실패 시 각각  $2.27^\circ$ ,  $0.61^\circ$  만큼 커졌으며, 성공의 경우가 변환점부터 임팩트까지 오른쪽 팔꿈치 각도의 변화가 크게 나타났다. 오른 팔꿈치에서는 오른 팔꿈치의 성공과 실패에 차이를 살펴본 t검정에서 모두 유의한 차이를 보이고 있지 않다.

Table 7. The angle of right elbow (unit: deg)

	1 Event		2 Event		3 Event		4 Event	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Successful	131.19	$\pm 10.08$	129.91	$\pm 9.95$	132.18	$\pm 9.46$	134.73	$\pm 9.20$
Unsuccessful	132.65	$\pm 9.87$	132.94	$\pm 7.43$	133.55	$\pm 8.80$	137.42	$\pm 9.75$
t-value	-0.53		-1.43		-0.96		-1.54	

\*  $p < .05$

## 6. 왼쪽 어깨각도

왼쪽 어깨각도에 대한 국면별 퍼팅 스트로크 시 성공과 실패에 따른 결과는 <Table 8>과 같이 나타났다.

<Table 8>의 퍼팅 시 왼쪽 어깨각도를 살펴보면, 성공 시 1국면에서는  $21.33 \pm 6.41^\circ$ , 2국면에서는  $25.69 \pm 8.06^\circ$ , 3국면에서는  $20.65 \pm 6.91^\circ$ , 4국면에서는  $19.69 \pm 9.16^\circ$ 로 나타났고, 실패 시 1국면에서는  $17.73 \pm 5.81^\circ$ , 2국면에서는  $22.34 \pm 6.26^\circ$ , 3국면에서는  $17.46 \pm 5.27^\circ$ , 4국면에서는  $17.10 \pm 7.08^\circ$ 로 나타났다. 하지만 각 국면별 왼쪽 어깨 각도의 성공과 실패에 대한 비교결과 유의한 차이는 없었다.

Table 8. The angle of left shoulder (unit: deg)

	1 Event		2 Event		3Event		4 Event	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Successful	21.33	$\pm 6.41$	25.69	$\pm 8.06$	20.65	$\pm 6.91$	19.69	$\pm 9.16$
Unsuccessful	17.73	$\pm 5.81$	22.34	$\pm 6.26$	17.46	$\pm 5.27$	17.10	$\pm 7.08$
t-value	1.46		1.89		1.69		0.94	

\*  $p < .05$

## 7. 오른쪽 어깨각도

오른쪽 어깨각도에 대한 국면별 퍼팅 스트로크 시 성공과 실패에 따른 결과는 <Table 9>와 같이 나타났다.

<Table 9>의 퍼팅 시 오른쪽 어깨각도를 살펴보면, 성공 시 1국면에서는  $26.38 \pm 6.95^\circ$ , 2국면에서는  $24.94 \pm 7.82^\circ$ , 3국면에서는  $25.90 \pm 7.44^\circ$ , 4국면에서는  $34.04 \pm 8.68^\circ$ 로 나타났으며, 실패 시 1국면에서는  $22.59 \pm 9.46^\circ$ , 2국면에서는  $21.61 \pm 9.17^\circ$ , 3국면에서는  $23.09 \pm 9.39^\circ$ , 4국면에서는  $31.99 \pm 9.59^\circ$ 로 나타났다. 성공과 실패 시의 차이를 비교한 결과 1국면인 어드레스 순간에서만 유의한 차이( $t=2.50$ ,  $p < .05$ )를 보였다.

Table 9. The angle of right shoulder (unit: deg)

	1 Event		2 Event		3 Event		4 Event	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Successful	26.38	$\pm 6.95$	24.94	$\pm 7.82$	25.90	$\pm 7.44$	34.04	$\pm 8.68$
Unsuccessful	22.59	$\pm 9.46$	21.61	$\pm 9.17$	23.09	$\pm 9.39$	31.99	$\pm 9.59$
t-value	2.50*		2.17		1.90		2.25	

\*  $p < .05$

## 8. 클럽헤드의 이동변위(X축)

X축의 클럽헤드 이동변위에 대한 각 국면별 퍼팅 스트로크 시 성공과 실패 동작에 따른 결과 값은 <Table 10>과 같다.

Table 10. Displacement of (X)axis (unit: cm)

	1 Event		2 Event		3 Event		4 Event	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Successful	73.47	$\pm 1.65$	73.66	$\pm 1.58$	73.63	$\pm 1.39$	72.33	$\pm 1.71$
Unsuccessful	73.67	$\pm 1.35$	73.19	$\pm 2.08$	73.73	$\pm 1.41$	72.36	$\pm 2.30$
t-value	-0.29		0.97		-0.16		-0.05	

\*  $p < .05$

<Table 10>은 퍼팅 시 클럽헤드의 X축에 대한 이동변위를 나타낸 것으로, 성공 시 1국면에서는  $73.47 \pm 1.65$  cm, 2국면에서

는 73.66±1.58 cm, 3국면에서는 73.63±1.39 cm, 4국면에서는 72.33±1.71 cm로 나타났으며, 실패 시 1국면에서는 73.67±1.35 cm, 2국면에서는 73.19±2.08 cm, 3국면에서는 73.73±1.41 cm, 4국면에서는 72.36±2.30 cm으로 나타났다. 하지만 각 국면별 클럽 헤드의 X축에 대한 이동변위의 성공과 실패에 대한 비교결과 유의한 차이는 없었다.

**9. 클럽헤드의 이동변위(Y축)**

Y축의 클럽헤드 이동변위에 대한 각 국면별 퍼팅 스트로크 시 성공과 실패 동작에 따른 결과 값은 <Table 11>과 같다.

<Table 11>은 퍼팅 시 클럽헤드의 Y축에 대한 이동변위를 나타낸 것으로, 성공 시 1국면에서는 44.20±2.44 cm, 2국면에서는 19.66±2.21 cm, 3국면에서는 44.90±2.19 cm, 4국면에서는 87.98±10.53 cm로 나타났으며, 실패 시 1국면에서는 41.14±7.21 cm, 2국면에서는 20.21±3.90 cm, 3국면에서는 45.29±2.37 cm, 4국면에서는 88.07±5.75 cm로 나타났다. 본 연구 결과를 바탕으로 1구간의 이동 변위를 살펴보면, 성공의 경우 1국면인 어드레스에서 2국면인 변환점까지 24.54 cm, 실패의 경우 20.93 cm로 나타나 성공의 경우가 좀 더 과감한 백스윙을 한 것으로 판단된다. 각 국면별 클럽 헤드의 Y축에 대한 이동변위의 성공과 실패에 대한 비교결과 유의한 차이는 없었다.

Table 11. Displacement of (Y)axis (unit: cm)

	1 Event		2 Event		3 Event		4 Event	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Successful	44.20	±2.44	19.66	±2.21	44.90	±2.19	87.98	±10.53
Unsuccessful	41.14	±7.21	20.21	±3.90	45.29	±2.37	88.07	±5.75
t-value	1.12		-0.55		-0.39		-0.04	

\* p<.05

**10. 클럽헤드의 이동변위(Z축)**

Z축의 클럽헤드 이동변위에 대한 각 국면별 퍼팅 스트로크 시 성공과 실패 동작에 따른 결과 값은 <Table 12>와 같다.

<Table 12>는 퍼팅 시 클럽헤드의 Z축에 대한 이동변위를 나타낸 것으로, 성공 시 1국면에서는 3.66±0.27 cm, 2국면에서는 5.65±0.59 cm, 3국면에서는 4.52±0.53 cm, 4국면에서는 15.97±4.08 cm로 나타났으며 실패 시 1국면에서는 3.91±0.51 cm, 2국면에서는 5.29±1.12 cm, 3국면에서는 4.24±1.38 cm, 4국면에서는 15.45±2.36 cm로 나타났다. Z축에 대한 1구간의 이동 변위를 살펴보면, 성공의 경우 1국면이 어드레스에서 2국면인 변환점까지 1.99 cm, 실패의 경우 1.38 cm 위로 올라간 것으로 나타났다. 각 국면별 클럽 헤드의 Z축에 대한 이동변위의 성공과 실패에 대한 비교결과 유의한 차이는 없었다.

Table 12. Displacement of (Z)axis (unit: cm)

	1 Event		2 Event		3 Event		4 Event	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Successful	3.66	±0.27	5.65	±0.59	4.52	±0.53	15.97	±4.08
Unsuccessful	3.91	±0.51	5.29	±1.12	4.24	±1.38	15.45	±2.36
t-value	-0.95		0.75		0.62		0.66	

\* p<.05

**11. 클럽헤드의 속도**

퍼팅 스트로크 시 성공과 실패 동작에 대한 클럽 헤드의 속도는 다음의 <Table 13>과 같다.

<Table 13>은 퍼팅 시 클럽헤드의 속도를 나타낸 것으로, 성공 시 1국면에서는 0.19±0.11 m/sec, 2국면에서는 0.06±0.05 m/sec, 3국면에서는 1.62±0.26 m/sec, 4국면에서는 0.18±0.15 m/sec로 나타났으며, 실패 시 1국면에서는 0.36±0.21 m/sec, 2국면에서는 0.15±0.11 m/sec, 3국면에서는 1.49±0.14 m/sec, 4국면에서는 0.24±0.26 m/sec으로 나타났다. 성공과 실패의 차이를 살펴본 t테스트 결과 1국면(t=-2.44, p<.05)과 2국면(t=-3.18, p<.05)에서 유의한 차이를 보였다.

Table 13. Velocity of golf club head (unit: m/sec)

	1 Event		2 Event		3 Event		4 Event	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Successful	0.19	±0.11	0.06	±0.05	1.62	±0.26	0.18	±0.15
Unsuccessful	0.36	±0.21	0.15	±0.11	1.49	±0.14	0.24	±0.26
t-value	-2.44*		-3.18*		1.70		-0.59	

\* p<.05

**12. 볼의 속도**

임팩트 이후 볼의 최고 속도에 대한 결과는 다음의 <Table 14>와 같다. <Table 14>는 임팩트 시 볼의 속도를 나타낸 것으로 성공 시 3.36±0.73 m/sec, 실패 시 3.08±0.22 m/sec로 나타나 성공의 경우가 좀 더 빠른 볼 속도를 보였으나 두 집단 간에 유의한 차이는 없었다.

Table 14. Velocity of ball (unit: m/sec)

	Velocity of ball	
	M	SD
Successful	3.36	±0.73
Unsuccessful	3.08	±0.22
t-value	0.98	

\* p<.05

## IV. 논 의

퍼팅 스트로크 시 성공과 실패에 따른 시간은 1구간인 백스윙 구간에서 가장 긴 소요시간을 보였으며, 유의한 차이는 없었지만 전체 소요시간에 대한 비율이 각각 0.47%와 0.43%로 성공 시의 경우가 더 긴 것으로 나타났다. 박진(2000)은 J대학에 재학 중인 남자골프선수 9명을 대상으로 퍼팅시간을 분석한 결과 백스윙은 평균 0.71초, 다운스윙은 0.27초, 그리고 폴로스로는 0.55초 였다고 보고하였다. 이러한 결과는 본 연구와 같게 나타났으며, 일반적인 골프 퍼팅의 소요시간은 백스윙 때 가장 큰 비율을 차지하는 것으로 나타났다.

왼쪽 손목 각도의 변화를 보면 왼쪽 손목각도가 성공 시 1구면에서 2구면까지는  $7.34^\circ$ 가 커졌고, 2구면에서 3구면까지는  $1.52^\circ$ 가 작아졌으며, 3구면에서 4구면까지도  $5.64^\circ$ 가 작아졌다. 하지만 실패일 때는 1구면에서 2구면까지는  $2.49^\circ$ 가 작아졌고, 2구면에서 3구면까지는  $0.98^\circ$ 가 커졌으며, 3구면에서 4구면까지는  $8.09^\circ$ 가 작아진 것으로 나타났다.

5 m 퍼팅 스트로크에서 왼쪽 손목각도를 어드레스 시와 임팩트 시의 각도변화를 비교해 보면 성공 시에는  $5.82^\circ$ , 실패 시에는  $1.51^\circ$ 의 차이가 나타나고 있어 성공 시에 왼쪽 손목각도를 더 크게 하고 퍼팅하는 것으로 나타났다. 퍼팅 스트로크 시 성공과 실패일 때의 오른쪽 손목 각도의 변화를 보면 성공 시 1구면에서 2구면까지는  $0.56^\circ$ 가 작아졌고, 2구면에서 3구면까지는  $4.84^\circ$ 가 커졌으며, 3구면에서 4구면까지는  $3.32^\circ$ 가 커졌다. 하지만 실패일 때는 1구면에서 2구면까지는  $0.92^\circ$ 가 커졌고, 2구면에서 3구면까지는  $0.21^\circ$ 가 작아졌으며, 3구면에서 4구면까지는  $2.21^\circ$ 가 커졌다. 5 m 퍼팅 스트로크에서 오른 손목각도를 어드레스 시와 임팩트 시의 각도변화를 비교해 보면 성공 시에는  $4.28^\circ$ , 실패 시에는  $1.33^\circ$ 의 차이가 나타나고 있어 성공 시에 오른쪽 손목각도를 더 크게 하고 퍼팅하는 것으로 나타났다.

왼쪽 팔꿈치 각도의 다운스윙 동안 관절 각도를 살펴보면, 2구면에서 3구면 임팩트까지의 각도 변화가 성공과 실패 시 각각  $-0.36^\circ$ ,  $0.8^\circ$ 로 성공일 때가 임팩트까지 왼쪽 팔꿈치 각도의 변화가 적은 것으로 나타났다. 이러한 결과는, 김성은(2004)의 연구에서 5 m 퍼팅 시 초보자 집단이 우수 집단보다 팔꿈치 관절의 굴곡이 상대적으로 적은 것으로 보고한 결과와 일치하였다. 이와 같이 팔꿈치 관절의 굴곡이 적음으로써 체간과의 거리가 멀어 공을 정확하게 타격하지 못함으로 실패할 수 밖에 없는 것으로 판단된다.

오른쪽 팔꿈치 각도의 다운스윙 동안의 관절 각도를 살펴보면, 2구면에서 3구면 임팩트까지의 각도 변화가 성공과 실패 시 각각  $2.27^\circ$ ,  $0.61^\circ$ 로 성공일 때가 임팩트까지 오른쪽 팔꿈치 각도의 변화가 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 김성은(2004)의 연구에서 초보자 집단과 우수 집단 모두 변환점에서

임팩트 순간까지 각각  $3.86^\circ$ ,  $1.96^\circ$  만큼 각도의 변화를 보였다고 보고한 결과와 일치하는 것으로 나타났다. 결과적으로 오른쪽 팔꿈치의 경우 오른쪽 어깨의 회전축을 지나 임팩트 지점으로 멀어지는 과정의 자연스러운 팔꿈치 펴짐 동작이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

왼쪽 어깨각도의 다운스윙 동안의 관절 각도를 살펴보면, 2구면 변환점에서 3구면 임팩트순간까지 다시 각도가 작아지는 패턴이 정상적인 진자운동의 움직임이라고 한다면, 본 연구 결과도 이러한 정상적인 패턴을 보여주고 있는 것으로 나타났다. 각 구면별 왼쪽 어깨 각도의 성공과 실패에 대한 비교결과 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 오른쪽 어깨각도의 경우 1구면인 어드레스 순간에서만 유의한 차이( $t=2.50$ ,  $p<.05$ )를 보였는데, 이는 1구면인 어드레스 순간 오른쪽 어깨 각도의 차이는 퍼팅 스트로크 준비 자세에서 스탠스와 볼과의 거리에 의한 결과로 사료된다.

X축에 대한 이동변위에 대한 비교결과 모두 스탠스를 기준으로 앞뒤의 움직임이 거의 없이 일직선으로 똑바르게 스윙을 한 것으로 나타났다. 퍼팅 스트로크 시 성공과 실패 시의 Y축에 대한 1구간의 이동 변위를 살펴보면, 성공인 경우 1구면인 어드레스구면에서 2구면인 변환점까지  $24.54$  cm, 실패인 경우  $20.93$  cm로 나타났다. 그러므로 성공의 경우가 좀 더 과감한 백스윙을 한 것으로 판단된다.

이러한 결과는 김성은(2004)의 연구결과인  $15.4$  cm 이동하였다는 결과보다는 백스윙의 크기가 크게 나타났는데, 이는 연구 대상자의 신장 차이에 의한 것으로 사료된다. 퍼팅 스트로크 시 성공과 실패 시의 Z축에 대한 1구간의 이동 변위를 살펴보면, 성공인 경우 1구면인 어드레스에서 2구면인 변환점까지  $1.99$  cm, 실패인 경우  $1.38$  cm 위로 올라간 것으로 나타나 성공의 경우가 좀 더 퍼팅의 기본 동작인 진자운동의 움직임을 보인 것으로 판단된다(Cochran, & Stobbs, 1968, Jorgensen, 1970, Ohlhoff, & Richter, 2000, Williams, 1967, Zhou, & Whiteman, 1996). 또한, 최진승, 김형식, 임영태, 이정환, 및 탁계래(2007)의 연구보고에서 보고한 숙련자일수록 진자운동에 가깝게 퍼팅이 이루어져야 안정적이고 성공적인 퍼팅이 이루어진다는 결과와 일치하였다.

클럽헤드의 속도 차이는 t테스트 결과 1구면( $t=-2.44$ ,  $p<.05$ )과 2구면( $t=-3.18$ ,  $p<.05$ )에서 유의한 차이를 보였다. 이와 같이 연구 결과를 통해서 알 수 있는 것은 제2구면인 변환점 순간에 클럽헤드가 최대한 정지한 상태에서 다시 다운스윙으로 이어지는 진자운동이 이루어져야 만이 좋은 퍼팅동작이라고 사료된다.

## V. 결 론

본 연구는 골프 경력 3년 이상, 핸디캡 4이하의 남자 중등학

생 골프선수 8명을 대상으로 퍼팅 스트로크의 성공과 실패 동작에 대한 3차원 영상분석을 실시하였다. 분석을 용이하게 하기 위해 4개의 국면과 3개의 구간으로 설정하였으며, 구간별 소요시간, 국면별 클럽헤드의 이동변위, 상지 관절의 각도, 클럽 및 볼의 속도에 대한 분석 결과를 바탕으로 얻어진 결론은 다음과 같다.

- 1) 퍼팅의 구간별 소요시간은 성공과 실패 동작 시 백스윙 구간에서 소요시간이 가장 길게 나타났으며, 전체 소요시간은 성공의 경우가 더 길게 나타났다.
- 2) 어드레스와 임팩트 일 때, 손목각도는 왼쪽과 오른쪽 모두 성공 시 각도변화가 더 크게 나타났다.
- 3) 팔꿈치 각도는 퍼팅 스트로크 시에 다운스윙 동안 성공의 경우, 왼쪽 팔꿈치 각도변화는 적게 나타났고 오른쪽 팔꿈치 각도변화는 크게 나타났다.
- 4) 왼쪽 어깨각도의 경우 성공과 실패 시 어드레스에서 변환점 까지 각도가 커지고, 변환점에서 임팩트 순간까지 다시 각도가 작게 나타났다. 하지만 각 국면별 왼쪽 어깨 각도의 성공과 실패에 대한 비교결과 유의한 차이는 없었다. 반면 오른쪽 어깨각도는 성공과 실패 시의 차이를 비교한 결과 어드레스 순간에서만 유의한 차이를 보였다.
- 5) 성공과 실패 동작 시 각 국면별 클럽헤드의 X축의 이동변위는 앞뒤의 움직임이 거의 없이 일직선으로 똑바르게 스윙을 한 것으로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 또한 백스윙 구간에서 Y축에 대한 이동변위는 성공의 경우가 좀 더 크게 나타났고, 클럽헤드의 Z축에 대한 이동변위는 성공의 경우가 더 크게 나타났다. 하지만 성공과 실패에 대한 각 국면별 클럽 헤드의 Y축과 Z축에 대한 이동변위는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.
- 6) 클럽헤드의 속도 차이는 성공과 실패 동작 시 유의한 차이를 보였으며, 퍼팅 스트로크 과정에서 볼의 최고 속도는 성공 시의 경우 빠른 것으로 나타났다.

## 참고문헌

김무영(1995). 골프 스윙 동작의 단순화를 위한 3차원 영상분석. 미간행 박사학위 논문. 전남대학교 대학원.  
 김선진(2000). 골프 퍼팅 과정의 눈 움직임 변화 유형에 관한 연구. The 2000 Seoul International Sport Science Congress, 369-378.  
 김성은(2004). 골프 퍼팅 스트로크 동작의 운동학적 비교분석.

미간행 박사학위 논문. 수원대학교 대학원.  
 김의환, 박정현, 백광현(2001). 골프 Putting 동작 시 프로선수와 아마추어 어간의 3차원 운동학적 변인 비교분석. **한국운동역학회지**, 10(2), 139-155.  
 박영훈, 염창홍, 서국웅(2005). 골프 드라이브 스윙 시 힙의 수평면상 움직임에 관한 운동학적 분석. **한국운동역학회지**, 15(4), 97-104.  
 박진(2000). 골프 퍼팅스트로크의 구간별 소요시간 분석. **한국운동역학회지**, 9(2), 187-193.  
 박진(2001). 퍼팅 스트로크에서 퍼터의 움직임에 관한 운동학적 분석. **한국운동역학회지**, 11(2), 319-331.  
 박진(2002). 숙련자와 초보자의 퍼팅 스트로크 특성비교(I). **한국운동역학회지**, 12(2), 197-206.  
 박진(2006). 퍼팅 스트로크 실험용 전자퍼팅기 개발. **한국운동역학회지**, 16(4), 147-152.  
 박진(2007). 퍼팅 스트로크에서 퍼터의 선 운동량 크기에 따른 볼의 이동 속도 변화에 관한 연구. **한국운동역학회지**, 17(4), 83-88.  
 이현섭(2008). 퍼팅거리에 따른 숙련자와 비숙련자 간의 퍼팅스트로크분석. **한국체육학회지**, 47(3), 495-505.  
 정창희(2000). 스포츠심리학의 발전과 과제. **체육사회학회지**, 6, 166-181.  
 최성진, 박종진(2002). 골프 퍼팅 스윙시 성공과 실패에 따른 운동역학적 분석. **한국운동역학회지**, 12(2), 279-293.  
 최진승, 김형식, 임영태, 이정환, 탁계래(2007). 그림압력과 각운동학을 이용한 골프퍼팅분석. **한국운동역학회지**, 17(3), 125-131.  
 하종규(2006). 골프 퍼팅 시 오류동작 교정을 위한 진단과 처방. **한국운동역학회지**, 16(2), 21-24.  
 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.  
 Chatterjee, S., Wiseman, F., & Perez, R.(2002). Studying improved performance in golf. *Journal of Applied Statistics*, 29(8), 1219-1227.  
 Cochran, and J. Stobbs(1968). *The search for the perfect swing*, Philadelphia: J.B Lippincott Co.  
 Heuler, O.(1995). *Perfecting Your Golf Swing*. New York, NY: Sterling Publishing Company, Inc..  
 Hume, P. A., Keogh, J., & Reid, D.(2005). The role of biomechanics in maximising distance and accuracy of golf shots. *Sports Medicine*, 35(5), 429-449.  
 Jorgensen, T. P.(1970). On the dynamics of the swing of a golf club. *American Journal of Physics*, 38, 644-651.



- Lindsay, D. M., Horton, J. F., & Paley, R. D.(2002). Trunk motion of male professional golfers using two different golf clubs. *Journal of Applied Biomechanics*, 18, 366-373.
- Mann, R.(1989). *Grand Cypress Academy of Golf*. Grand Cypress Resort, 35-55.
- Mitchell, K., Banks, S., Morgan, D., & Sugaya, H.(2003). Shoulder motions during the golf swing in male amateur golfers. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 33(4), 196-203.
- Ohlhoff, A., & Richter, P. H.(2000). Forces in the double pendulum. *Journal of Applied Mathematics and Mechanics*, 80(8), 517-534.
- Palmer, A.(1987). *Play Great Golf*. Garden City, NY: Doubleday & Company, Inc.
- Palmer, A. and P. Dobreiner(1986). *Arnold Palmer's Complete Book of Putting*. New York, NY: Antheneum.
- Springs, E. J., & Neal, R. J.(2000). An insight into the importance of wrist torque in driving the golf ball: a simulation study. *Journal of Applied Biomechanics*, 16, 356-366.
- Williams, D.(1967). The dynamics of the golf swing. *Quarterly Journal of Mechanics and Applied Mathematics*, 20(2), 247-264.
- Wiren, G.(1990). *PGA Teaching Manual*. PGA of America, U.S.A.
- Wiren, G.(1992). *Golf, building a solid game*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Zhou, Z., & Whiteman, C.(1996). Motions of a double pendulum. *Nonlinear Analysis, Theory & Application*, 26(7), 1177-1191.
- Zumerchik, J.(2002). *Newton on the tee: a good walki though the science of golf*. New York, NY: Simon & Schuster.