한국운동역학회지, 2007, 제17권 3호, pp. 51-60
Korean Journal of Sport Biomechanics
2007, Vol. 17, No. 3, pp. 51-60

숏 퍼팅과 롱 퍼팅 시 퍼터헤드와 신체 정열의 운동학적 분석

Kinematic Analysis of the Putter Head and Body Alignments during Short and Long Putts

박태진 · 염창홍* · 박영훈 · 손승 · 서국웅 · 서국은(부산대학교)
Park, Tae-Jin · Youm, Chang-Hong* · Park, Young-Hoon · Sun, Sheng · Seo, Kuk-Woong · Seo, Kook-Eun(Pusan National University)

ABSTRACT

T. J. PARK, C. H. YOUM, Y. H. PARK, S. SUN, K. W. SEO, and K. E. SEO, Kinematic Analysis of the Putter Head and Body Alignments during Short and Long Putts. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 17, No. 3, pp. 51-60, 2007. The purpose of this study was to kinematically analyze the differences between short(2.17 m) and long(10.94 m) putting stroke motions. Thirteen male professional golfers were participated in this study. Experiment was conducted on the artificial grass mat in the gymnasium. Kinematic data were collected by the 60 Hz Kwon3D motion analysis system. Differences were compared by SPSS paired t-test and one-way ANOVA. Duncan was used for post-hoc test and a=.05. The results were as follows:

1. Ground projected trajectory of the putter head were statistically straight during both short and long putts.
2. There was no consistent alignment tendency among shoulder, hip, and stance alignments. However stance alignment was consistent between short and long putts. Thus it is assumed that professional golfers align their body based on their stance alignment.
3. During putting, shoulder rotated not only up and down but also right and left.
4. Left and right elbow distance was maintained during all phases of the putts for both short and long putts.
5. Inter foot distance of long putting was longer than that of short putting.

KEYWORDS : GOLF PUTTING, BODY ALIGNMENT, MOTION ANALYSIS

* kevinyoum@yahoo.co.kr

Ⅰ. 서 론

퍼팅 스트로크에 관한 학문적 연구는 오래 전부터 시작되었다. 골프에 관한 체계적인 학술적 연구는 1968년 영국골프협회(GSGB: Golf Society of Great Britain)에서 펴낸 'Search for the Perfect Swing'에서부터 라는 것이 정설이다.

골프클럽 설계를 위한 연구는 Werner와 Greig(2000)의 'How Golf Clubs Really Work'에 과학적 공식과 함께 잘 설명되어 있다. 물리학 교수인 Penner(2001)는 실험을 통하지 않고 타인 논문의 실험결과 데이터를 이용하여 드라이버의 이상적 곡률과 로프트를 수학적으로 계산했다(박영훈, 2002).

NASA의 과학자였던 Pelz(2000)는 'Putting Bible'과 'Short Game Bible'을 발표하였는데 과학적 해석은 부족하지만 많은 실험 자료를 제시하고 있다.

퍼팅 자세는 우수한 프로들 사이에서도 차이가 있기 때문에 한 가지로 요약할 수 없으며(Palmer, 1987), 골프 수행능력 향상 및 개선에 도움을 주는 퍼팅 동작에 대한 정형화된 역학적 원리나 기술적인 분석이 어렵다(Vickers, 1992).

Pelz(2000)에 따르면, 0.61m 내 퍼팅은 성공하지만 0.91m에서 실수를 하기 시작하며, 프로선수들도 0.91m에서 85%에서 95%의 성공률을 보이며, 1.52m에서 프로선수들은 65%, 아마추어들은 약 50%를 성공했고, 1.83m에서 미국 PGA투어 프로 선수들도 약 50%로 성공률이 낮아졌다. 3.05m에서는 아무도 홀에 25% 이상의 공을 계속 넣지는 못했고, 4.57m 이상에서는 프로선수들이라고 해도 최고 10%라고 하였다.

미국 프로 골프협회의 2005년 통계자료에 따르면, 미국 PGA투어 202명의 평균스코어는 71.12±0.17타, 한 라운드 당 평균퍼팅이 29.18±0.47타, 퍼팅이 스코어에 41%를 차지하고 있다. 그리고 첫 번째 퍼팅거리의 평균은 10.94m, 성공한 퍼팅거리의 평균은 2.17m인 것으로 나타났다. 퍼팅에 관한 국내연구는 김무영, 김서영(2004), 김성은(2004), 김유신, 김은정, 박한성(2005), 김의환, 박정현, 백광현(2001), 류제광(2002), 박진(2000, 2001, 2002, 2003), 박영훈(2002), 박한성(2004), 조스진(2000), 주동엽(2000), 최성진, 박종진(2002), 황규형(2004) 등에 의하여 꾸준하게 지속되고 있지만 주로 6m 미만에서 이루어지는 프로와 아마추어의 운동학적 비교 · 분석이었다. 이와 같은 짧은 거리에서의 퍼팅 스트로크 비교는 운동학적으로 크게 차이가 나지 않는 문제점이 있어 퍼팅 거리를 다양화한 운동학적 연구가 요구된다. 따라서 미국프로골프협회 통계자료(PGA, 2005)에서 나타난 것과 같이 프로 골퍼들의 평균 첫 퍼팅거리(10.94m)와 같이 상대적으로 긴 거리 퍼팅에 대한 연구가 필요하다.

Cochran과 Stobbs(1968)는 거리별로 프로골퍼와 퍼팅기계(putting stroke machine)의 퍼팅 스트로크 성공률을 비교한 결과, 프로골퍼의 경우 약 2m 거리에서 55%, 6m 거리에서 12%, 18m 거리에서 3%의 성공률을 나타낸 반면, 퍼팅기계의 경우, 2m 거리에서 98%, 6m 거리에서 50%, 18m 거리에서 20%를 성공시킨 것으로 보고하였다. 또한 퍼팅 시 공과 퍼터헤드의 접촉시간은 6m 이상 퍼팅거리일 때 0.0005초, 아주 짧은 퍼팅거리(tap-in)는 0.00075초 이내로 짧으며 어떤 방법으로 퍼팅을 해도 잔디 때문에 처음에는 잔디 위를 점프해서 나가고, 골프공이 퍼터헤드에서 떨어진 직후 속도가 가장 빠르고, 퍼팅 시 공에 훅이나 슬라이스 스핀을 의도적으로 가해도 스핀효과는 없으며 초기에 사이드로 회전하는 상태에서도 공은 평평한 잔디 위를 직선으로 움직인다고 보고하였다.

흔히 퍼팅은 진자운동 또는 시계추 운동이라는 말을 많이 사용된다. 진자운동에서 중요한 것은 '주기는 진폭이나 진자의 무게와 무관하다'는 것으로 퍼팅 스트로크가 크든, 작든 퍼팅의 주기는 일정해야한다는 것이다. 따라서 퍼팅거리가 길어지면 클럽속도를 빨리 하기보다는 스트로크의 크기를 크게 하고 주기는 일정하게 유지하는 개념이 중요하다(박영훈, 2002).

퍼팅 스트로크에서 가장 중요한 것은 퍼터의 움직임이다. Cochran과 Stobbs(1968)는 역학적인 관점에서 볼 때 좋은 퍼팅을 만들기 위한 세 가지 요소로 볼에 대한 클럽헤드면의 퍼팅라인에 대한 수직방향작용과 퍼터헤드의 움직임 궤도, 그리고 퍼터헤드의 알맞은 속도라고 밝히고 있다. Heuler(1995) 역시 좋은 퍼팅의 세 가지 조건으로 임팩트 시 볼과 퍼터헤드의 방향이 일치해야 하며, 임팩트 시 퍼터헤드와 볼이 수직이며, 그

리고 임팩트는 반드시 스위트 스폿(sweet spot)에서 이루어져야 한다고 제시하고 있다.

퍼팅 스트로크 시 어깨, 팔, 퍼터가 모두 기울어진 척추를 중심으로 움직이므로 퍼터헤드는 선 운동과 원운동이 결합되어 복합적으로 움직인다. 즉, 의도적으로 어떤 동작을 취하지 않으면 퍼터헤드는 원운동을 한다. 따라서 퍼팅 정확성 연구를 위하여 직선으로부터 이탈한 투사체와 원운동으로부터 이탈한 투사체의 목표에 대한 정확도 차이를 비교 검토할 필요가 있다. 퍼팅 스윙 시 골퍼들마다 다른 퍼팅궤도를 가지고 있으며, 어드레스자세 또한 여러 가지 형태를 가지고 있다. 이는 골퍼들마다 신체적 특성과 추구하는 퍼팅 스트로크가 다르기 때문이다. 하지만 임팩트 시 공을 목표지점으로 보내는 것은 누구나 동일하다. 공을 목표지점으로 바르게 보내기 위해서는 어드레스가 중요하고, 어드레스는 퍼팅궤도를 좌우하는데 큰 역할을 한다. 따라서 본 연구는 프로골프선수들의 롱 퍼팅(10.94m)과 숏 퍼팅(2.17m) 시 목표에 대한 어드레스와 퍼팅 궤도를 비교·분석하여 골프 경기력 향상을 위한 기초 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 부산·경남지역에서 세미프로로 활동 중인 13명을 선정하였으며, 피험자의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

2. 실험장비

사용된 동작분석 장비와 설치는 <표 2>, <그림 1>과 같다.

표 1. 신체적 특성

		나이 (yrs)	신장 (cm)	체중 (kg)	경력 (yrs)
pro (n=13)	M	24.7	172.0	72.8	9.4
	SD	6.7	5.3	8.1	3.8

표 2. 실험장비

equipment	model	manufacturer
motion analysis S/W	Kwon3D 3.1	Visol(Korea)
digital video camera	Sony VX2100	Sony(Japan)
control object		custom made
synchronizer	VSAD-CB	Visol(Korea)
putter	Scotty cameron	Titleist(USA)
ball	Pro V1-X	Titleist(USA)
grass	CN1200G5	Kolon(Korea)

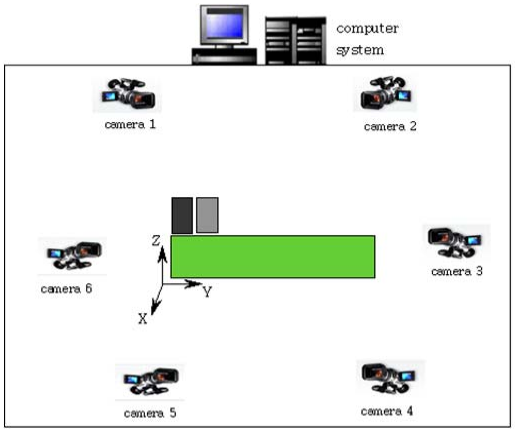

그림 1. 실험 장비 설치

3. 실험절차

미국골프협회에서 미국 골프장 평균 그린 빠르기로 제시하는 Stimpmeter 2.6~2.9(USGA, 1996)에 가장 가까운 코롱 CN1200G5 무방향성 인조잔디를 사용했으며, 퍼팅거리는 2.17m, 10.94m로 하였다.

<그림 1>과 같이 실내체육관에서 피험자가 퍼팅을 완전하고 안전하게 수행할 수 있는 공간을 확보한 다음, 퍼팅 시 좌우 양 발이 놓이는 곳에 고정대를 설치하여 동일한 높이의 구조물 위에 인조 잔디(2×15m)를 설치하고, 퍼팅 스트로크 위치와 두 목표거리(2.17m, 10.94m)를 설정하였다.

발판 위에 실험동작이 충분히 이루어질 수 있는 1×2×2m 크기의 통제틀을 설치하고, 통제틀에 3차원 실 공간 재구성을 위한 통제점 33개를 규칙적으로 배

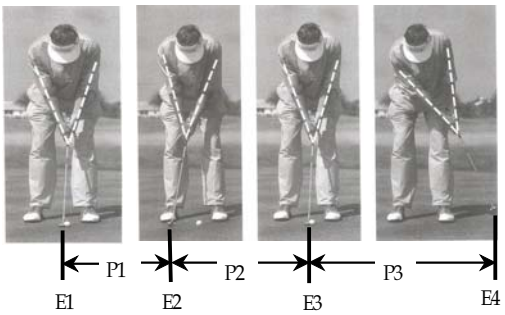

그림 2. 이벤트 및 구간

치하였다. 사용된 이벤트와 구간 정의는 <그림 2>와 같이 설정하였다.

공간좌표는 피험자의 오른쪽 뒤를 원점(0, 0, 0)으로 하고 피험자의 정면을 x 축, 골프공이 굴러가는 방향을 y 축, 지면과 수직인 축을 z 축으로 설정하였다.

신체정렬각도는 <그림 3>과 같이 오픈(+), 클로즈드(-)로 정의하였다. 퍼팅 전 과정에 걸쳐 인체 랜드 마크 관찰이 용이한 6곳에 비디오카메라를 설치한 다음 각 카메라 영상의 배경은 검은색 천으로 검게 처리하였다. 비디오카메라는 수동초점, 셔트 스피드 우선모드, 셔트 속도 1/1,500초로 세팅하였으며, 통제틀을 약 10초 간 촬영 후 제거하였다.

각 피험자에게 연구 취지를 설명하고 피험자의 신체적 특징을 측정한 후 피험자들에게 충분한 워밍업(warming-up) 시간을 부여하였다.

영상분석 시 디지타이징(digitizing)을 정확하고 용이하게 하기 위해서 검은색 타이즈(tights)를 상 · 하 모두 착용시키고 피험자에게 <표 3>, <그림 4>와 같이 랜드마크(landmark)를 부착하였다.

임팩트 순간 타격 음을 마이크를 이용하여 동기신호 발생기에 입력시키고, 이 신호에 따라 출력되는 TTL(transistor transistor logic)신호와 LED를 통하여 영상분석 데이터와 동기화 하였으며, 수동으로 두 개의 TTL 신호를 추가 발생시켜 분석 시 활용하였다.

4. 분석 및 자료처리

본 연구에서 관절점과 인체모형은 <표 3>, <그림

표 3. 랜드 마크 리스트

No	Name	No	Name
ⓐ	R. toe	ⓟ	L. elbow
ⓑ	R. heel	ⓠ	L. wrist
ⓒ	R. ankle	ⓡ	L. hand
ⓓ	R. knee	ⓢ	vertex
ⓔ	R. hip	ⓣ	forehead
ⓕ	L. toe	ⓤ	occiput
ⓖ	L. heel	ⓥ	R. ASIS
ⓗ	L. ankle	ⓦ	L. ASIS
ⓘ	L. knee	ⓧ	sacrum
ⓙ	L. hip	①	club 1
ⓚ	R. shoulder	②	club 2
ⓛ	R. elbow	③	club 3
ⓜ	R. wrist	④	club 4
ⓝ	R. hand	⑤	club 5
ⓞ	L. shoulder	⑥	club 6

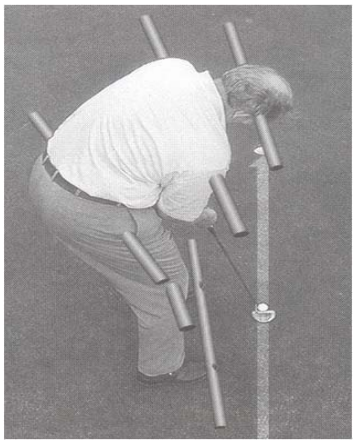

그림 3. 신체정렬각도 정의(Pelz, 2002)

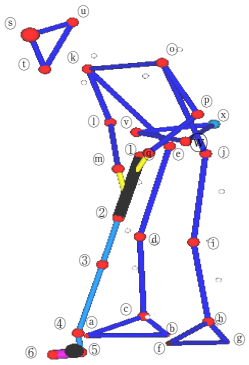

그림 4. 랜드 마크

4>와 같이 30개의 점에 의해 연결된 강체로 정의하고, 인체분절 자료는 Modified Yeadon Kwon(1993), 자료 분석은 Kwon3D Motion Analysis 3.1(Kwon, 2002)을 사용하였다.

Missing Point 처리를 위하여 60Hz Full pre & post interpolation을 사용하였다. 차단주파수는 6Hz Butterworth low pass filter를 사용하여 자료를 filtering 하였다. DLT(Abdel-Aziz, & Karara, 1971)기법을 이용하여 3차원 좌표를 구성하고, 실공간재구성오차(reconstruction error) 0.43 cm 를 얻었다.

SPSS 12.0 통계 프로그램을 사용하여 숏 퍼팅과 롱 퍼팅 시 퍼터헤드 궤도와 신체 정렬각도의 이벤트별 운동학적 변인에 대한 평균차이는 대응표본 *t*-test, 이벤트 간 평균차이는 one-way ANOVA를 실시하였다. 사후검증은 *Duncan*을 이용하였으며, 통계적 유의수준은 α=.05로 설정하였다.

Ⅲ. 결과 및 논의

1. 퍼터헤드 전·후 변위

퍼터헤드의 전·후 변위는 퍼팅 어드레스 시 공의 진행방향과 수직을 이루는 방향을 나타내며, 이벤트별 퍼터헤드의 전·후 변위는 <표 4>, <그림 5>와 같다.

표 4. 이벤트별 퍼터헤드의 인체 전·후 변위 (cm)

		S	L	t-value
P1	E1	0	0	0.60
	E2	0.26±0.28	0.03±1.36	
	t-value	-3.35**	-0.09	
P2	E2	0.26±0.28	0.03±1.36	1.78
	E3	0.24±0.73	-0.22±0.88	
	t-value	-0.10	-0.58	
P3	E3	0.24±0.73	-0.22±0.88	1.04
	E4	0.14±1.84	-0.69±3.46	
	t-value	0.291	0.534	
	E1	0	0	
	E3	0.24±0.73	-0.22±0.88	
	t-value	-1.173	0.919	

** p<.01
S; 숏 퍼팅(2.17m), L; 롱 퍼팅(10.94m)

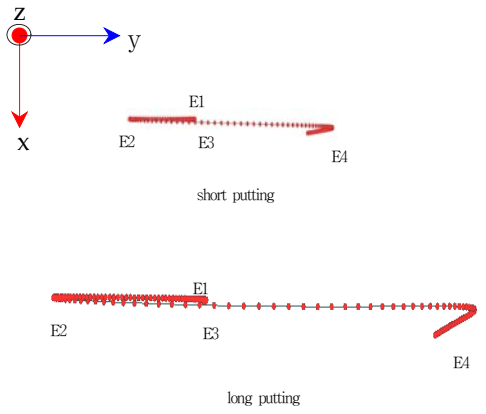

그림 5. z축에서 본 이벤트별 퍼터헤드의 궤적

본 연구에서 퍼터헤드 전·후 방향 위치는 E1을 기준으로 표준화하였다.

퍼터헤드 전·후 방향 위치는 숏 퍼팅 시 E2 0.26±0.28cm, E3 0.24±0.73 cm, E4 0.14±1.84 cm로, 롱 퍼팅 시 E2 0.03±1.36 cm, E3 -0.22±0.88 cm, E4 -0.69±3.46 cm로 나타났다.

숏 퍼팅 시 E1과 E2 비교에서는 통계적으로 유의한 차이(p>.01)가 나타났으나, E2와 E3, E3와 E4 비교에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 롱 퍼팅 시에는 모든 이벤트에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 각 이벤트 별 숏 퍼팅과 롱 퍼팅 시에도 유의한 차이는 나타나지 않았다.

이는 숏 퍼팅과 롱 퍼팅 시 퍼터헤드의 이동이 일관되게 움직이고 있는 것을 알 수 있으며, 다소 수치상의 차이는 나타났으나 거의 직선에 가까운 퍼터헤드 궤도를 이루고 있는 것으로 보인다.

숏 퍼팅과 롱 퍼팅 시 퍼터헤드의 전·후 변위의 E1과 E3를 비교해보면, 숏 퍼팅 시 E3 0.24±0.73 cm, 롱퍼팅 시 E3 -0.22±0.88 cm로 숏 퍼팅 시에는 퍼터헤드가 E1보다 크게 나타나 몸에서 멀어지는 것으로 나타났고, 롱 퍼팅 시에는 퍼터 헤드가 E1보다 작게 나타나 몸에서 가까워지는 것으로 나타났다.

이러한 결과는 퍼터헤드 궤적이 백스윙과 팔로스루에서 안으로 들어오는 inside to inside의 곡선 궤도로 나타났다는 보고(박진, 2000; 김성은, 2004)와 다소 차이가 있는 것을 알 수 있으며, 퍼팅의 정확성을 높이기

위해서는 페이스 각도가 임팩트 시 목표방향과 수직을 이루어야 하며, 그렇게 하기 위해서는 직선 스트로크를 해야 한다는 pelz(2000) 보고와 유사한 것으로 판단된다. 이는 수치상으로 미미한 차이에 의해 초래된 결과로서 영상분석이 가지고 있는 디지타이징 오류와 관련된 것으로 사료되며, 보다 정밀한 장비와 보다 많은 사례수를 통한 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

2. 신체 정렬각도

1) 어깨 정렬각도

어깨 정렬각도는 왼 어깨 관절과 오른 어깨 관절을 연결하는 선과 y축이 이루는 각을 z축에서 투영한 각도이다.

숏 퍼팅과 롱퍼팅 시 E1과 E3에서 어깨 정렬각도는 <표 5>와 같다.

숏 퍼팅 시 어깨 정렬각도는 E1에서 피험자 53.9%(n=7)는 2.84±1.48° 오픈, 46.1%(n=6)는 -2.48±1.73° 클로즈드 자세를 취하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 E3에서는 모두(n=13) 1.97±3.73° 오픈 자세를 취하고 있는 것으로 나타났다.

롱 퍼팅 시 어깨 정렬각도는 E1에서 피험자 61.54%(n=8)는 3.08±2.02° 오픈, 38.46%(n=5)는 -2.88±1.75° 클로즈드 자세를 취하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 E3에서 어깨 정렬각도는 모두(n=13) 2.35±4.18° 오픈 자세를 취하고 있는 것으로 나타났다.

이는 기존의 골프지도서에서 퍼팅 시 인체 전후축을 중심으로 하는 어깨 관절의 상·하 회전을 강조하고 있다. 그러나 인체 상하축을 중심으로 하는 좌·우 회전 역시 수행되고 있는 것으로 나타났다. 따라서 퍼팅 시 어깨 정렬각도의 궤도에 있어 약간의 개인차가 있음을 알 수 있으며, 이는 퍼팅 시 퍼터 헤드 궤도를 직선으로 수행하기 위해 이루어지는 것으로 사료된다.

2) 골반 정렬각도

골반 정렬 각도는 왼 고관절과 오른 고관절을 연결하는 선과 y축이 이루는 각을 z축에서 투영한 각도이다.

숏 퍼팅과 롱퍼팅 시 E1과 E3에서 골반 정렬각도는 <표 6>과 같다.

숏 퍼팅 시 골반 정렬각도는 E1에서 피험자 53.85%(n=7)는 3.92±3.07° 오픈, 46.15%(n=6)는 -2.74±3.01° 클로즈드 자세를 취하고 있는 것으로 나타났다.

롱 퍼팅 시 골반 정렬각도는 E1에서 피험자 46.15%(n=6)는 4.00±2.21° 오픈, 53.85%(n=7)는 -2.76±3.28° 클로즈드 자세를 취하고 있는 것으로 나타났다.

E1과 E3에서 골반 정렬각도 비교에 의하면, E1에서 오픈은 E3에서도 오픈, E1에서 클로즈드는 E3에서도 크로즈드 자세를 취하고 있는 것으로 나타났다.

퍼팅 시 오픈과 클로즈드 자세를 취한 모두에서 E2에서 E3로 향하는 포워드 스윙에서 미세하게나마 목표방향으로 점점 열리고 있는 것으로 나타났으며, 롱 퍼팅이 숏 퍼팅 보다 골반이 더 많이 열리는 것으로 나타났다.

이는 퍼팅 스트로크 시 신체 리듬이 흐트러지더라도 볼의 정확도를 높이기 위해 하체를 고정시키고 어깨 회전으로 스트로크를 해야 하지만(Pelz, 2000), 상지와 하지를 연결하는 고관절은 피험자들의 의도적인 움직임이 아닌 어깨 회전에 의한 움직임으로 사료되며, 롱 퍼팅 시가 숏 퍼팅 시보다 더 움직이는 것으로 나타났다.

3) 발 정렬각도

발 정렬각도는 왼쪽 발뒤꿈치에서 오른쪽 발뒤꿈치를 연결하는 직선과 y축이 이루는 각을 z축에서 투영한 각도이다.

표 5. 어깨 정렬각도 (°)

	E1		E3
	Open	Close	Open
S	2.84±1.48 (n=7)	-2.48±1.73 (n=6)	1.97±3.73 (n=13)
L	3.08±2.02 (n=8)	-2.88±1.75 (n=5)	2.35±4.18 (n=13)

표 6. 골반 정렬각도 (°)

	E1		E3	
	Open	Closed	Open	Closed
S	3.92±3.07(n=7)	-2.74±3.01(n=6)	4.24±2.86(n=7)	-2.01±3.29(n=6)
L	4.00±2.21(n=6)	-2.76±3.28(n=7)	5.93±2.44(n=6)	-0.67±3.98(n=7)

표 7. 어드레스 시 발 정렬각도 (°)

	Open	Closed
S	2.86±1.54(n=11)	-0.67±0.14(n=2)
L	2.56±1.72(n=11)	-1.08±1.46(n=2)

숏 퍼팅과 롱퍼팅 시 E1에서 발 정렬각도는 <표 7>과 같다.

숏 퍼팅 시 발 정렬각도는 E1에서 피험자 84.62%(n=11)는 2.86±1.54° 오픈, 15.38%(n=2)는 -0.67±0.14° 클로즈드 자세를 취하고 있는 것으로 나타났다.

롱 퍼팅 시 발 정렬각도는 E1에서 피험자 84.62%(n=11)는 2.56±1.72° 오픈, 15.38%(n=2)는 -1.08±1.46° 클로즈드 자세를 취하고 있는 것으로 나타났다.

발 정렬각도에서 숏 퍼팅 시 오픈 자세를 취한 피험자는 롱 퍼팅 시에도 오픈 자세를 취하고, 숏 퍼팅 시 클로즈드 자세를 취한 피험자는 롱 퍼팅 시에도 클로즈드 자세를 취하고 있는 것으로 나타났다.

피험자 13명 전원의 신체 부위별 정렬상태 비교는 <표 8>과 같다.

숏 퍼팅과 롱 퍼팅 시 어깨 정렬과 골반 정렬이 일관된 자세를 취한 경우는 84.62%(11명)이며, 일관되지 않은 경우는 15.38%(2명)로 나타났다. 이는 퍼팅 시 신체 정렬이 용이하지 않음을 보여주는 것이다. 그러나 대부분의 프로 골퍼들은 일관성이 있게 수행하고 있는 것으로 사료된다.

표 8. 어드레스에서 모든 피험자의 신체정렬상태

sub	S			L		
	sh	hp	st	sh	hp	st
S1	o	c	o	o	c	o
S2	c	c	o	o	c	o
S3	c	c	o	c	c	o
S4	c	c	c	c	c	c
S5	c	o	o	c	o	o
S6	c	o	o	c	o	o
S7	o	c	o	o	c	o
S8	o	o	o	o	o	o
S9	c	c	o	c	c	o
S10	o	o	o	o	c	o
S11	o	o	o	o	c	o
S12	o	o	o	o	o	o
S13	o	o	c	o	o	c
c	4	5	0	4	6	0
o	11	10	15	11	9	15

sh: 어깨 정렬, hp: 골반 정렬, st: 발 정렬
c: 클로즈드, o: 오픈

발 정렬은 숏 퍼팅과 롱 퍼팅 시 일관성이 있게 수행하고 있는 것으로 나타나 프로 골퍼들은 발 정렬을 인체정렬 기준으로 두고 있는 것으로 사료되며, 발은 지면과 접촉하고 있어 목표선과 정렬상태의 조절이 용이하지만 어깨와 골반 정렬은 발 정렬보다 어렵다는 것을 나타내고 있는 것으로 사료된다(편은경, 2007).

어깨, 골반, 발 정렬상태가 오픈, 클로즈드로 일관성 없이 나타난 것은 피험자들의 신체구조, 개인적인 성향, 반복된 연습에 의한 의도적인 정렬, 피험자들의 의도되지 않은 정렬오차, 분석 장비 오차 등이 복합된 결과인 것으로 판단된다.

어드레스에서 신체의 오픈·클로즈드 구분은 정렬상태를 판정하는 신체부위에 따라 달라지며 선수에 따라서도 일관성을 찾기 어렵다(박영훈 2005).

Cochran과 Stobbs(1968)는 골프공을 목표지점으로 정확히 보내기 위해서는 어깨, 골반, 발 정렬 각을 목표선과 평행하게 하는 것이 절대적으로 필요한 것은 아니라고 하였다. 하지만 대부분의 골프 지도서는 신체정렬이 스퀘어로 수행되도록 권장하고 있다(Leadbetter, 2002; LPGA, 2000; Peper, Frank, Anderson & Andrisani, 1997; Smith, 1998).

4) 팔꿈치 간격

왼 팔꿈치 관절점과 오른 팔꿈치 관절점간의 거리를 나타내는 팔꿈치 간격은 <표 9>와 같다.

팔꿈치 간격은 숏 퍼팅 시 E1 34.49±5.12 cm, E2 34.21±5.06 cm, E3 34.28±4.95 cm, E4 35.05±4.60 cm,

표 9. 왼 팔꿈치와 오른 팔꿈치 관절점간 거리 (cm)

	E1	E2	E3	E4	*F-value*
S	34.49 ±5.12	34.21 ±5.06	34.28 ±4.95	35.05 ±4.60	*.078*
L	35.10 ±6.15	35.13 ±5.92	34.77 ±5.99	36.48 ±5.27	*.219*
t-value	*.89*	*1.47*	*.83*	*2.93***	

** p<.01

롱 퍼팅 시 E1 35.10±6.15 cm, E2 35.13±5.92 cm, E3 34.77±5.99 cm, E4 36.48±5.27 cm로 퍼팅 중 변화가 없는 것으로 나타났다.

이는 Pelz(2000)의 보고와 같이 손과 팔을 고정시키고 어깨를 위주로 한 스윙을 하기 때문인 것으로 사료된다.

숏 퍼팅과 롱 퍼팅 간 E1, E2, E3 에서 팔꿈치 간격 차이는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 퍼팅 거리에 상관없이 임팩트 까지는 팔꿈치 간격이 일정하게 유지되고 있는 것을 의미한다. E4에서는 통계적으로 유의한 차이(p<.01)가 나타났다.

5) 어드레스 시 발 벌림각도와 발 간격

발 벌림각도는 발뒤꿈치에서 발끝을 연결하는 직선이 x 축과 이루는 각을 z축에서 투영한 각도이다.

숏 퍼팅과 롱 퍼팅 시 어드레스에서의 발 벌림각도는 <표 10>과 같다.

왼 발 벌림각도는 숏 퍼팅 8.35±3.59°, 롱 퍼팅 8.24±3.81°, 오른발 벌림각도는 숏 퍼팅 -3.40±3.78°, 롱 퍼팅 -2.83±2.67°로 퍼팅 거리에 따른 유의한 차이는 나타나지 않았다.

왼 발과 오른 발 벌림각도의 합을 의미하는 양발 벌림각도는 숏 퍼팅 11.75±6.35°, 롱 퍼팅 11.02±5.77°로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

이는 왼 발과 오른 발의 간격을 숏 퍼팅과 롱퍼팅에 상관없이 일정하게 유지하고 있는 것으로 사료된다.

왼발과 오른 발간의 비교에 의하면, 숏 퍼팅 시 왼발 8.35±3.59°, 오른발 -3.40±3.78°(P<.001), 롱 퍼팅 시 왼발 8.24±3.81°, 오른발 -2.83±2.67°(P<.001)로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

표 10. 어드레스 시 양발 벌림 각도 (°)

	left - right	left	right	*t-value*
S	11.75 ±6.35	8.35 ±3.59	-3.40 ±3.78	*-6.673****
L	11.02 ±5.77	8.24 ±3.81	-2.83 ±2.67	*-6.929****
t-value	*-1.42*	*-0.25*	*1.06*	

*** *p*<.001

표 11. 어드레스 시 양발 뒤꿈치 간격 (cm)

	Inter foot distance
S	29.05±4.27
L	30.18±4.02
t-value	*2.51***

** *p*<.01

퍼팅 시 왼 발과 오른 발 모두 회외(external rotation)된 자세를 취하고 있으며, 오른 발은 목표선과 수직에 가깝게 둔 반면 왼 발은 목표 쪽으로 오픈된 자세를 취하는 것으로 나타났다.

발 간격은 발뒤꿈치를 서로 연결한 직선거리를 말하며, E1에서 어드레스 시 양발 간격은 <표 11>과 같다.

E1에서 어드레스 시 양발 뒤꿈치 간격은 숏 퍼팅 29.05±4.27 cm, 롱 퍼팅 30.18±4.02 cm(p<.01)로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

이는 골프 스윙의 크기에 따라 양발 간격이 넓어지는 일반적인 현상과 유사한 것으로 나타나 본 연구의 숏 퍼팅과 롱 퍼팅에서도 양발 간격이 영향을 받고 있는 것으로 사료된다.

Ⅳ. 결 론

부산 · 경남지역에서 세미프로로 활동 중인 13명을 선정하여 숏 퍼팅(2.17m)과 롱 퍼팅(10.94m)동작을 3차원 영상 기법을 통하여 운동학적으로 비교 · 분석하여 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 수평면상에서 퍼터헤드 이동 궤적은 퍼팅거리와 상관없이 직선에 가까운 것으로 나타났다.
2. 어깨, 골반, 발 정렬은 오픈과 클로즈드로 일관성은 없는 것으로 나타났으나, 발 정렬은 숏 퍼팅과 롱 퍼팅 간에 일관성이 있는 것으로 나타나 프로 골퍼들은 발 정렬을 인체정렬 기준으로 두는 것으로 나타났다.
3. 퍼팅 시 어깨가 상 · 하뿐 아니라 좌 · 우로도 회전하는 것으로 나타났다.
4. 좌 · 우 팔꿈치 간격은 퍼팅거리에 상관없이 퍼팅

시 전 구간에 걸쳐 차이가 나타나지 않았다.

5. 좌·우 양발 간격은 롱 퍼팅이 숏 퍼팅 보다 더 넓은 것으로 나타났다.

퍼터헤드 궤도는 목표선과 거의 유사하게 나타났으나 신체 정렬에서는 각 개인의 특성, 즉 신체구조, 개인적 성향, 반복된 연습에 의한 결정된 정렬 오류, 기계적인 측정 오류 등의 영향으로 목표선과 일관되게 나타나지 않았다. 이러한 신체 정렬 오류는 목표선과 동일한 방향으로 퍼팅을 수행하는 데 방해가 된다(Pelz, 2002). 그리고 본 연구 결과에 나타난 신체 정렬 자료를 추가하여 이해한다면 퍼팅 수행력 향상에 도움이 될 수 있을 것이다.

퍼팅과 관련된 다양한 변수 이용, 정밀한 장비, 많은 사례수를 통한 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

김무영, 김서영(2004). 골프 퍼팅스트로크에 대한 운동학적 변인 분석. **한국스포츠리서치**, 15(5), 1775-1784.

김성은(2004). **골프 퍼팅 스트로크 동작의 운동학적 비교·분석**. 미간행 박사학위논문. 수원대학교 대학원.

김의한, 박정현, 백광현(2001). 골프 putting 동작 시 프로선수와 아마추어간의 3차원 운동학적 변인 비교분석, **한국운동역학회지**, 10(2), 139-155.

김유신, 김은정, 박한성(2005). 골프 퍼팅 시 양팔의 근전도 변화에 관한 연구. **한국스포츠리서치**, 16(5), 93-102.

류제광(2002). **기술 수준과 목표 거리에 따른 골프 퍼팅 동작의 제어 특성**. 미간행 석사학위논문. 서울대학교 대학원.

박진(2001). 퍼팅 스트로크에서 퍼터의 움직임에 관한 운동학적 분석. **한국운동역학회지**, 11(2), 319-331.

박진(2002). 숙련자와 초보자의 퍼팅 스트로크 특성 비교(I). **한국운동역학회지**, 12(2), 197-206.

박진, 이영섭, 안병화(2002). 숙련자와 초보자의 퍼팅 스트로크 특성 비교(II). **한국운동역학회지**, 12(2), 197-206.

박진(2003). 퍼팅 스트로크의 충돌과정에서 나타난 퍼터헤드와 볼의 운동에너지 변화분석. **한국운동역학회지**, 13(2), 175-183.

박영훈(2002). **퍼팅 시뮬레이션에서 퍼터 헤드면의 각도 궤도가 정확도에 미치는 영향**. 미간행 석사학위논문. 부산대학교 대학원.

박영훈(2005). **남자 프로골퍼의 드라이버스윙 시 하체동작의 운동역학적 분석**. 미간행 박사학위논문. 부산대학교 대학원.

박한성(2004). **골프 퍼팅시 양팔의 근전도 변화에 관한 연구**. 미간행 석사학위논문. 강릉대학교 대학원.

조스진(2000). **골프 퍼팅 스트로크의 운동학적 분석-숙련자와 비숙련자를 중심으로**. 미간행 석사학위논문. 서울여자대학교 대학원.

주동엽(2000). **심리기술훈련 방식이 경쟁불안 및 생리적 요인과 골프 퍼팅수행에 미치는 영향**. 미간행 석사학위논문. 전남대학교 대학원.

최성진, 박종진(2002). 골프 퍼팅 스윙 시 성공과 실패에 따른 운동역학적 분석. **한국운동역학회지**, 12(2), 279-293.

황규영(2004). 맥락간섭 효과가 초보자 골프 퍼팅기술 향상에 미치는 영향에 관한 운동역학적 분석. **한국스포츠리서치**, 15(6), 533-542.

편은경(2007). 남자프로골퍼의 30 야드 칩샷과 피치샷 동작의 운동학적 분석. 한국운동역학회지, 17(2), 177-185.

Abdel-Aziz, Y. I., & Karara, H. M.(1971). *Direct linear transformation form comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry.* Proceedings of the symposium on close-range photogrammetry. (pp. 1-8). Falls Church, VA: American society of photogrammetry.

Cochran, A., & Stobbs, J.(1968). *Search for the perfect swing*. Chicago, IL: Triumph books.

Heuler, O.(1995). *Perfecting your golf swing*. New York, NY: Sterling Publishing Company, Inc.

Kwon, Y. H.(1993). *The effects of body segment parameter estimation on the experimental simulation of a complex airborne movement*. Doctoral Dissertation, Pennsylvania State University.

Kwon, Y. H.(2002). *KWON3D motion analysis package version 3.1 User's Reference Manual*. Seoul; Visol corp.

Leadbetter(2002). *100% golf: Unlocking your true golf potential*. Italy: Rotolito Lombarda.

LPGA(2000). *LPGA's guide to every short*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Palmer, A.(1987). *Play great golf*. Garden City, NY: Doubleday & Company, Inc.

Pelz, D.(2000). *Dave Pelz's putting bible*. New York, NY: Doubleday.

Penner, A. R.(2003). The physics of golf. *Reports on progress in physics*, 66. 131-171.

Peper, G., Frank, J. A., Anderson, L., & Andrisani, J.(1997). *Golf magazine's complete book of golf instruction*. New York, NY: Harry N. Abrams, Inc.

PGA(2005). PGA Tour Stats. www.pgatour.com

Smith, R.(1998). *How to find your perfect golf swing*. New York, NY: Broadway Books.

USGA(1996). *Stimpmeter manaul*. Far Hills, NJ: USGA.

Vickers, J. N.(1992). Gaze control in putting. *Perception*, 21, 117-132.

Werner, F. D., & Greig, R. C.(2000). *How golf club really work and how to optimize their designs*. Jackson, WY.: Origin Inc.

투 고 일 : 7월 26일
심 사 일 : 8월 6일
심사완료일 : 9월 5일