

골프 퍼팅 시 운동학적 변인과 경사도 인지능력 간 상관성 분석

이재우^{1,*} · 임영태^{2,3} · 권문석³ · 박준성^{4,†}

¹건국대학교 스포츠과학과, 대학원생

²건국대학교 골프산업전공, 교수

³건국대학교 스포츠융복합연구소, 교수

⁴건국대학교 스포츠융복합연구소, 연구원

(2021년 3월 30일 접수: 2021년 4월 12일 수정: 2021년 6월 17일 채택)

Correlation Analysis between Kinematic Variables and Ground Slope Perception Ability during Golf Putting

Jae-Woo Lee · Young-Tae Im · Moon-Seok Kwon · Jun-Sung Park[†]

Sports Convergence Institute, Konkuk University

(Received March 30, 2021; Revised April 12, 2021; Accepted June 17, 2021)

요약 : 본 연구의 목적은 골프 퍼팅 시 발생하는 운동학적 변인과 지면 경사도 인지능력 간 상관성을 분석하는 것이었다. 연구대상자는 신체 건강한 16명의 대학 골프선수들이 참여하였다. 퍼터 헤드의 운동학적 변인은 SAMPutt lab을 통해 분석하였다(70 Hz). 통계 분석은 Pearson 상관관계를 실시하였다. 평지 퍼팅 시 right 인지능력과 backswing 간 상관관계가 나타났다. 슬라이스 1° 퍼팅 시 toe-up 인지능력과 follow-through 간 상관관계가 나타났고, left 인지능력과 aim, backswing, impact, follow-through, loft 간 상관관계가 나타났다. 슬라이스 2° 퍼팅 시 toe-down 인지능력과 aim, backswing, impact 간 상관관계가 나타났다. 훅 2° 퍼팅 시 toe-up 인지능력과 follow-through 간 상관관계가 나타났다. 따라서 반복적인 경사도 인지능력 훈련을 통해 퍼팅 스트로크를 개선시키는 골프 경기력 향상에 도움이 될 것으로 판단된다.

주제어 : 골프 퍼팅, 경사도, 인지능력, 회전 각도, 로프트 각도

Abstract : The purpose of this study was to analyze correlation between kinematic variables and ground slope perception ability during golf putting. 16 collegiate golfers were participated. To collect and analyze the kinematic data of putter head, SAMPutt lab was used(70 Hz). It was performed Pearson's correlation analysis using SPSS. The level of significance was at .05. As a results, right was correlated with backswing in flat. Toe-up was correlated with follow-through and left was correlated with aim, backswing, impact, follow-through, and loft in slice 1°. Toe-down was correlated with

[†]Corresponding author

(E-mail: dkny2361@naver.com)

aim, backswing, impact in slice 2° . Toe-up was correlated with follow-through in hook 2° . In conclusion, it is important to improve the putting stroke through repetitive ground slope perception training.

Keywords : Golf Putting, Ground Slope, Perception Ability, Rotation Angle, Loft Angle

1. 서론

최근 국내 골프 인구가 빠른 속도로 증가하고 있는 추세이다. 이는 국내·외에서 활동하고 있는 남녀 골프선수들의 활약, 스크린 골프의 저변확대, 소셜미디어(SNS)의 발전으로 20~30대 골퍼가 증가함으로써 국내 골프 인구가 약 956만명에 이르고 있어[1] 대중화의 단계를 넘어 질적인 향상을 요하는 시기가 되었다. 이러한 이유로 자연스럽게 골프 기술 분석에 대한 관심이 고조되고, 프로선수와 아마추어 골퍼들은 이러한 기술적인 분석을 통해 골프 실력 향상을 위해 많은 노력과 시간을 할애하고 있다.

골프는 14개의 클럽을 이용하여 18개의 홀로 이루어진 골프 코스를 플레이하는 게임이다. 각 홀은 티잉 그라운드(teeing ground)에서 티샷(tee shot)을 시작으로, 볼이 퍼팅 그린에 있는 홀컵(hole-cup)에 들어갈 때 끝난다. 이러한 과정은 다양한 거리 조건에 따라 클럽을 이용한 롱게임(long game), 숏게임(short game), 퍼팅(putting)으로 이루어져 있으며, 한 경기 당 롱게임은 약 19%, 퍼팅을 포함한 숏게임은 약 70%를 차지하고 있다[2,3]. 일반적으로 프로 선수들은 스코어 유지를 위해 숏게임과 퍼팅 연습에 많은 비중을 두는 반면 아마추어 골퍼들은 비거리를 위한 롱게임 연습에 비중을 두는 것으로 나타나 핸드캡에 따라 연습에 대한 관점이 다르다는 것을 알 수 있다[4-6].

퍼팅은 여러 종류의 샷 가운데 하나지만 다른 종류의 게임이라 불릴만큼 골프에서 매우 중요한 부분을 차지한다[5]. 퍼팅의 성공률은 퍼팅 스트로크(stroke) 시 퍼터 헤드의 운동과 지면의 경사도를 읽는 능력에 좌우된다. 퍼팅 시 일정한 퍼터 헤드의 움직임은 임팩트(impact) 시 공에 일정한 굴림(roll)을 발생시켜 잔디결과 같은 환경적인 요인들로부터 영향을 덜 받게 하여 정확성을 높일 수 있고, 퍼팅 시 부드러운 퍼터 헤드의

움직임은 일정한 가속을 발생시켜 퍼터 헤드의 제어 능력을 높이는 요인으로 보고하였다[7-9].

정확한 지면 경사도 읽기(ground slope reading)는 퍼팅 성공률을 높일 수 있는 능력 중 하나지만 골프 실력과 관계없이 프로 선수와 아마추어 골퍼 모두가 지면 경사도 읽는데 많은 어려움을 겪고 있다[5,10,11]. 특히 어드레스(address) 시 만들어진 에임라인(aim line)을 따라 출발한 공이 홀을 향해 커브(curve)를 그리는 지점과 홀과의 거리인 트루 브레이크(true break)를 이해하고 결정하는데 많은 문제점을 발생시킨다. 대부분의 골퍼들은 지면 경사도를 확인할 때 시지각(visual perception)에 의존한다. 하지만 시지각의 의존도가 높으면 그린 주변의 다양한 환경적인 요인들로 인해 지면 경사도에 대한 정보가 오염될 가능성이 있다[12].

이러한 문제점을 최소화시키기 위한 방법으로 직접 그린을 밟으며 체감하여 얻은 정보와 시지각을 통해 얻은 정보와의 통합이 퍼팅 성공률을 높일 수 있다[13]. 하지만 골퍼들의 지면 경사도를 인지하는 능력을 측정하고, 퍼팅 시 발생하는 헤드의 움직임과의 관계를 확인한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 대학 골프선수들의 경사도 인지능력과 퍼팅 시 발생하는 운동학적 변인 간 상관관계를 확인하는 것이 목적이었다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상자

본 연구에는 최근 12개월 이내 근골격계 부상 이력이 없는 신체 건강한 남자 대학 골프선수 13명과 여자 대학 골프선수 3명 총 16명이 참여하였다(Table 1). 모든 연구 대상자들은 실험 목적과 절차에 대해 설명을 들은 후 참여동의서를 작성하였다.

Table 1. Characteristics of participants (M±SD)

Age(yrs)	Weight(kg)	Height(cm)	Carrier(yrs)	Handicap
22.5±2.29	72.06±9.53	174.31±5.44	6.06±4.81	6.06±4.81



Fig. 1. Ground slope perception test & putting test.

2.2. 실험절차

본 연구에 참여한 연구대상자들은 부상방지를 위해 약 10분간 스트레칭을 실시하였다. 지면 경사도 인지능력을 측정하기 위해 앞서 연구대상자들의 구심성 신호를 최대한 통제하기 위해 노이즈 캔슬링 기능이 내장된 헤드폰(Quietcomfort 35, BOSE, USA)과 안대를 착용하였다. 연구대상자들의 지면 경사도 인지능력은 tilting platform (length: 1 m 10 cm, width: 1 m 40 cm, height: 63 cm, torque: 7.2 Nm, rotation velocity: 2000 r/min, angle: 0° ~ 3°, direction: forward, backward, right, left)을 이용하여 측정하였다.

지면 경사도 인지능력 검사는 tilting platform에 올라가 기울어진 지면을 양발로 체감하여 기울어진 방향을 맞추는 것으로 진행하였다. 지면 경사도 인지능력 검사 시 tilting platform의 각도는 전·후, 좌·우 0.5°, 1°, 1.5°, 2° 무작위 순서로 설정하였으며, 방향별로 5회씩 실시하였다. 연구대상자는 지면 경사도를 인지했을 경우 구두 또는 제스처(gesture)로 연구자에게 전달하였다. Tilting platform의 방향 정의는 신체가 전방으로 기울어진 방향을 toe-down, 신체가 후방으로 기울어진 방향을 toe-up, 신체가 왼쪽으로 기울어진 방향을 left, 신체가 오른쪽으로 기울어진 방향을 right으로 정의하였다. 지면 경사도 인지 검사 평가 기준은 1° 미만을 상, 1.5° 미만을 중, 2° 미만으로 하로 설정하였으며, 각 경사도 조건 별로 5회씩 수행하여 평균값을 산출하였다.

퍼팅 실험은 다양한 경사도 조절이 가능한 putting platform을 이용하였다(length: 3 m 77 cm, width: 1 m 60 cm, height: 46 cm, torque: 7.2 Nm, velocity: 2000 r/min, angle: 0° ~ 3°, direction: forward, backward, right, left). 퍼팅 그린의 스피드는 미국골프협회(USGA)에서 권장하는 방법인 스탬프 미터(stimpmeter)를 이용하여 3~5회 측정 후 평균값을 산출하였다(stimpmeter: 3 m 40 cm). 퍼팅 거리는 미국 PGA 투어 선수들의 평균 퍼팅 성공률이 50% 미만인 3 m로 설정하였다[5,14].

모든 연구대상자들은 퍼팅 거리, 경사도(flat, slice 1°, slice 2°, hook 1°, hook 2°), 그린 스피드에 적응하기 위해 개인의 퍼터를 이용하여 약 10분간 퍼팅 연습을 실시하였다. 어드레스 시 공의 위치는 동일한 거리 조건에서 퍼팅을 수행할 수 있도록 인조잔디에 검정색으로 표시하여 일정한 공의 위치를 설정하였다. 다양한 지면 경사도 퍼팅 시 발생하는 퍼터 헤드의 운동학적 변인(회전 각도 및 로프트 각도)을 수집하기 위해 퍼팅 동작 분석기인 SAMPutt(SAMPutt Lab 2010, Science & Motion Sports, Inc., Mainz, Germany)를 사용하였다(70 Hz). 연구자는 연구대상자가 사용하는 퍼터의 샤프트에 초음파가 발생하는 FlexTriplet을 퍼터 헤드 neck에서부터 약 25 cm 위치에 부착하였으며, 퍼팅 동작 분석기인 SAMPutt basic unit은 공에서 약 50 cm 떨어진 위치에 설치하였다. 연구자는 퍼팅 동작 분

석기 설치 후 캘리브레이션(calibration)을 실시하여 연구대상자의 어드레스 시 퍼터 헤드의 각도를 설정하였다. 이후 연구대상자들은 무작위 순서로 부여된 지면 경사도 조건에 따른 퍼팅을 5회 성공할 때까지 반복적으로 수행하였다.

2.3. 자료분석

각 지면 경사도 조건에서 성공한 퍼팅 5회의 자료분석은 SAMPutt 분석 프로그램을 이용하여 수행하였다. 퍼터 헤드의 회전각도의 정의는 어드레스를 aim, 임팩트의 10 cm 이전을 backswing, 공이 맞는 시점을 impact, 임팩트의 10 cm 이후를 follow-through로 설정하였다. 또한 임팩트 시 퍼터 헤드의 각도는 loft, 공 임팩트 시 퍼터 헤드의 impact spot에 공이 일관성 있게 스트로크 되는지 확인하기 위해 spot 변인으로 정의하였다. 퍼터 헤드의 회전각도의 결과 해석은 양(+)의 수치를 오른쪽, 음(-)의 수치를 왼쪽으로 설정하였다. 로프트 각도의 결과 해석은 양(+)의 수치를 add loft, 음(-)의 수치를 deloft로 설정하였으며, spot 변인은 toe 부분을 양(+)의 수치, heel 부분을 음(-)의 수치로 설정하였다.

2.4. 통계처리

본 연구에서 수집된 운동학적 데이터는 평균(mean)과 표준편차(standard deviation)를 산출하였다. 지면 경사도 인지능력과 퍼팅 시 발생하는 운동학적 변인(회전 각도, 로프트 각도) 간의 상관관계는 SPSS 24.0(Armonk, New York, USA)을 이용하여 Pearson's product moment correlation coefficient(적률상관관계분석)를 실시하였다. 모든 통계적 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하여 상관성을 검증하였다.

3. 결과 및 고찰

연구대상자들의 네 방향에 대한 평균 지면 경사도 인지능력은 다음과 같다(Table 2).

네 방향에 대한 지면 경사도 인지능력 결과, toe-down은 평균 1.00° , toe-up은 평균 0.87° , left는 평균 0.64° , 그리고 right는 평균 1.07° 로 나타났다. 네 방향 중 left 인지능력이 가장 높은 것으로 나타났으며, 반대로 right 인지능력은 가장 낮은 것으로 나타났다.

Flat 퍼팅 시 발생하는 운동학적 변인과 지면 경사도 인지능력 간 상관관계 결과는 다음과 같다(Table 3).

Toe-down, toe-up, 그리고 left 지면 경사도 인지능력은 퍼팅 시 발생하는 퍼터 헤드의 운동학적 변인과의 상관관계가 나타나지 않았다. Right 지면 경사도 인지능력은 어드레스 시 퍼터 헤드의 aim 변인과의 정적 상관관계가 나타났으나($r=.547$, $p=.028$), 그 밖의 운동학적 변인과의 상관관계는 나타나지 않았다.

Slice 1° 퍼팅 시 발생하는 운동학적 변인과 지면 경사도 인지능력 간 상관관계는 다음과 같다(Table 4).

Toe-down 지면 경사도 인지능력은 모든 운동학적 변인과의 상관관계가 나타나지 않았다. Toe-up 지면 경사도 인지능력은 임팩트 이후 동작인 follow-through 시 퍼터 헤드의 회전 각도와의 상관관계가 나타났으나($r=.572$, $p=.021$), 그 밖의 변인과의 상관관계가 나타나지 않았다. Left 지면 경사도 인지능력은 aim과의 정적 상관관계($r=.658$, $p=.006$), backswing 시 퍼터 회전각도와의 정적 상관관계($r=.567$, $p=.022$), 공 임팩트 시의 퍼터 회전각도와의 정적 상관관계($r=.773$, $p=.000$), follow-through 시 퍼터 회전각도와의 정적 상관관계($r=.545$, $p=.029$), 공 임팩트 시 loft 각도와의 정적 상관관계($r=.539$, $p=.031$)가 나타났으나, spot과의 상관관계는 나타나지 않았다. Right 지면 경사도 인지능력은 모든 운동학적 변인과의 상관관계가 나타나지 않았다.

Slice 2° 퍼팅 시 발생하는 운동학적 변인과 지면 경사도 인지능력 간 상관관계는 다음과 같다(Table 5).

Table 2. Average of ground slope perception ability

Unit: deg

Toe-down	Toe-up	Left	Right
1.00 ± 0.39	0.87 ± 0.51	0.64 ± 0.20	1.07 ± 0.32

Table 3. Correlation of kinematic variables and ground slope perception ability

Slope	Variable	Ground Slope Perception Ability							
		Toe-down		Toe-up		Left		Right	
		r	p	r	p	r	p	r	p
Flat	Aim	.257	.336	-.368	.161	.060	.826	.547*	.028
	Back Swing	-.310	.243	-.085	.753	.175	.516	-.121	.656
	Impact	-.268	.317	.121	.655	.248	.355	-.269	.314
	Follow Through	-.005	.984	.324	.221	-.276	.301	.160	.553
	Loft	-.056	.836	-.300	.259	.157	.562	.094	.730
	Spot	-.139	.607	-.306	.249	.425	.101	-.129	.635

*significant difference at $p < .05$

Table 4. Correlation of kinematic variables and ground slope perception ability

Slope	Variable	Ground Slope Perception Ability							
		Toe-down		Toe-up		Left		Right	
		r	p	r	p	r	p	r	p
Slice 1°	Aim	.076	.780	.188	.485	.658**	.006	.139	.609
	Back Swing	-.304	.252	.109	.688	.567*	.022	-.164	.543
	Impact	-.090	.741	.276	.301	.773**	.000	-.121	.656
	Follow Through	.083	.759	.572*	.021	.545*	.029	.155	.567
	Loft	.088	.745	-.126	.642	.539*	.031	-.125	.643
	Spot	.030	.911	-.282	.290	.400	.125	-.389	.136

*significant difference at $p < .05$, **significant difference at $p < .01$

Table 5. Correlation of kinematic variables and ground slope perception ability

Slope	Variable	Ground Slope Perception Ability							
		Toe-down		Toe-up		Left		Right	
		r	p	r	p	r	p	r	p
Slice 2°	Aim	-.582*	.018	-.230	.392	.052	.847	-.173	.523
	Back Swing	-.612*	.012	-.098	.718	.100	.713	-.340	.198
	Impact	-.629**	.009	-.043	.875	.103	.704	-.383	.144
	Follow Through	-.194	.471	.173	.521	.134	.619	-.046	.866
	Loft	-.114	.673	-.314	.237	.374	.154	-.345	.191
	Spot	.207	.442	-.126	.641	.323	.222	.088	.745

*significant difference at $p < .05$, **significant difference at $p < .01$

Table 6. Correlation of kinematic variables and ground slope perception ability

Slope	Variable	Ground Slope Perception Ability							
		Toe-down		Toe-up		Left		Right	
		r	p	r	p	r	p	r	p
Hook 1°	Aim	.179	.506	-.374	.153	-.156	.565	.078	.775
	Back Swing	-.152	.574	-.266	.319	-.007	.980	-.148	.585
	Impact	.003	.991	-.112	.679	-.114	.674	-.188	.485
	Follow Through	.092	.736	.125	.644	-.391	.135	.062	.821
	Loft	.165	.543	-.365	.164	.231	.390	-.245	.360
	Spot	.069	.800	.005	.984	.319	.229	-.177	.511

Table 7. Correlation of kinematic variables and ground slope perception ability

Slope	Variable	Ground Slope Perception Ability							
		Toe-down		Toe-up		Left		Right	
		r	p	r	p	r	p	r	p
Hook 2°	Aim	-.375	.153	.211	.434	-.137	.613	.064	.815
	Back Swing	-.461	.072	.104	.701	.017	.951	-.181	.502
	Impact	-.445	.084	.321	.225	-.104	.702	-.244	.363
	Follow Through	-.340	.197	.508*	.044	-.292	.273	.065	.811
	Loft	-.130	.630	-.030	.911	.072	.790	-.235	.380
	Spot	.045	.868	-.168	.533	.172	.525	-.246	.358

*significant difference at $p < .05$

Toe-down 지면 경사도 인지능력은 aim과의 부적 상관관계($r = -.582$, $p = .018$), backswing 시 퍼터 헤드의 회전각도와의 부적 상관관계($r = -.612$, $p = .012$), impact 시 퍼터 헤드의 회전각도와의 부적 상관관계($r = -.629$, $p = .009$)가 나타났으나, follow-through, loft, spot과의 상관관계는 나타나지 않았다. Toe-up, left, 그리고 right 지면 경사도 인지능력은 모든 운동학적 변인과의 상관관계가 나타나지 않았다.

Hook 1° 퍼팅 시 발생하는 운동학적 변인과 지면 경사도 인지 능력 간 상관관계는 다음과 같다(Table 6).

모든 지면 경사도 인지능력은 퍼팅 시 발생하는 퍼터 헤드의 운동학적 변인과의 상관관계가 나타나지 않았다.

Hook 2° 퍼팅 시 발생하는 운동학적 변인과 지면 경사도 인지 능력 간 상관관계는 다음과 같다(Table 7).

Toe-down 지면 경사도 인지능력은 모든 운동학적 변인과의 상관관계가 나타나지 않았다. Toe-up 지면 경사도 인지능력은 follow-through 시 발생하는 퍼터 헤드의 회전각도와의 정적 상관관계가 나타났으나($r = .508$, $p = .044$), 그 밖의 운동학적 변인과의 상관관계가 나타나지 않았다. 또한 left와 right 지면 경사도 인지능력은 모든 운동학적 변인과의 상관관계가 나타나지 않았다. 본 연구는 tilting platform을 이용하여 지면 경사도 인지능력을 측정하고 다양한 지면 경사도 조절이 가능한 putting platform위에서 퍼팅 시 발생하는 운동학적 변인들 간 상관관계를 확인하는

것과 네 방향의 지면 경사도 인지능력 중 가장 많은 변인들과의 상관성을 갖는 특정 방향의 인지능력을 확인하는 것이 목적이었다. 하지만 현재 국내·외의 퍼팅과 관련된 연구 중 지면 경사도 인지능력과 운동학적 변인 간 상관성을 확인한 연구가 전무한 실정이라 본 연구 결과 분석과 해석에 제한점이 있다.

본 연구의 다양한 지면 경사도 조건에서 어드레스 시 퍼터 헤드의 aim 변인과 상관성은 toe-up을 제외한 right, left, toe-down으로 확인되었다. 퍼팅은 정확성을 요구하는 신체 운동으로서 외부의 자극으로부터 정확한 정보를 수집하는 것이 중요하기 때문에 인체의 고유수용성감각의 역할이 크다[15-17]. 즉 퍼팅 시 홀컵으로 성공적으로 운동시키기 위해서는 신체와 퍼터 헤드가 홀컵 방향과 일치되었을 때 가능한 것으로 본 연구의 결과를 비추어볼 때 연구대상자들의 고유수용성감각 기관으로부터의 정보 수집이 정확하게 이루어진 것으로 해석할 수 있다.

그리고 퍼팅 시 퍼터 헤드의 회전각도 (backswing, impact, follow-through)와 left, toe-down, toe-up 인지능력 간 상관관계를 확인하였다. 흥미로운 것은 대부분의 퍼터 헤드의 회전 각도는 left 인지능력과 상관성이 나타났고, 퍼팅 시 지면 경사도는 slice라는 점이다. 이러한 이유는 본 연구에서 실시한 지면 경사도 인지능력 검사에서 left 인지능력이 평균 0.64° 로 나타나 나머지 세 방향의 인지능력보다 높게 나타난 것과 관계가 있을 것으로 생각된다. 특히 slice 경사는 많은 골퍼들이 어려움을 겪는 라이(lie)로 대부분의 골퍼들이 시각적인 감각과 같은 다양한 감각의 오류를 발생시킬 수 있는 확률이 높아 임팩트 시 손목의 회전을 최소화 시키려는 경향[18,19]이 있어 hook 경사도에서는 퍼터 헤드의 회전 각도와 상관성이 나타나지 않았을 가능성이 있다. 게다가 left와 toe-down 인지능력은 hook 경사도 조건에서 퍼팅 헤드의 운동학적 변인 간 상관관계가 나타나지 않아 Park et al.(2019)와 Wu et al. (2020)의 연구결과와 일치하는 것으로 나타났다[18,19]. 또한 퍼팅 스트로크 시 퍼터 헤드의 로프트는 볼의 출발 각도에 영향을 미친다. 본 연구 결과 로프트 변인은 toe-up 인지능력과 유일하게 상관성을 나타내었다. 퍼팅 스트로크 시 손목 회전의 제어는 목표 방향으로 일정하게 공을 운동시킬 수 있고, 퍼팅에 관여하는 근육들의 운동체계를 유지시킬 수 있다[20]. 즉, toe-up 인

지능력은 정확하고 일정한 퍼터 헤드의 궤도를 통해 로프트 각도를 유지시켜 볼에 일정한 에너지를 발생시켰을 가능성이 있으며[4], 운동수행 측면에서 지면 경사도를 인지하는 능력과 같은 신체 감각기관의 기능은 운동수행 중 정확성과 일관성 등 퍼포먼스를 향상시킬 수 있다[21]는 의미로 생각된다.

4. 결론

본 연구결과를 종합해보면, left와 toe-down 인지능력은 퍼팅 스트로크 시 공의 운동을 결정하는 요인들과 관련이 있으며, 상대적으로 인지능력이 낮은 toe-up과 right 인지능력을 향상시키는 것이 정확한 퍼팅 스트로크를 수행하는데 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다. 골프 퍼팅은 정확성을 요구하는 신체 운동으로서 일관성있는 스트로크를 수행하기 위해서는 신체 고유수용성 감각 기관을 통한 정확한 정보 수집이 요구된다. 하지만 편향적인 움직임을 요구하는 골프 스윙으로 인해 특정 부위의 발달 및 저하로 인한 신체 불균형과 퍼팅 시 시각적 및 청각적 방해로 지면 경사도 인지능력을 퍼팅 시 발생하는 변인과 상관성에 직접적인 요인을 찾기에는 본 연구의 결과만으로 부족할 수 있다. 또한 현재 국내·외의 퍼팅과 관련된 연구에서 지면 경사도 인지능력과 퍼팅 시 발생하는 운동학적 변인 간 상관성을 확인한 연구는 전무한 실정이라 이와 관련된 연구가 활발하게 진행될 필요가 있다고 생각된다.

References

1. KGA. *2017 Korea Golf Index*. Korea Golf Association, (2017).
2. Y. T. Lim, J. S. Choi, Y. M. Han, H. S. Kim, J. H. Lee, J. H. Jun, G. R. Tack, "Analysis of golf putting for elite & novice golfers using jerk cost function", *Korean Journal of Sports Biomechanics*, Vol. 16, No. 1, pp. 1-10, (2006).
3. J. Park, "Swing time analysis during the putting stroke", *Korean Journal of Sports Biomechanics*, Vol. 9, No. 2, pp. 187-193, (2000).

4. J. Park, "A Study affecting the results of putting stroke which are face angle at impact, swing path of club, and green slope", *Korean Society of Golf Studies*, Vol. 6, No. 2, pp. 169-176, (2012).
5. D. Pelz. *Dave Pelz's putting bible: The complete guide to mastering the green*. Doubleday Books. (2000).
6. G. Wren. *Golf: Building a Solid Game*. Practice Hall. (1987).
7. J. Karlson, G. Smith, J. Nilsson, "The stroke has only a minor influence on direction consistency in golf putting among elite players", *Journal of Sports Science*, Vol. 26, No. 3, pp. 243-250, (2008).
8. S. H. Lee, S. B. Kim, "The effect of fixation point change on performance golf putting performance", *Journal of Sport and Leisure Studies*, Vol. 52, No. 2, pp. 707-715, (2013).
9. J. K. Ryu, S. J. Kim, "The characteristics of control in golf putting on skill level and target distance", *Journal of Sport Psychology*, Vol. 18, No. 3, pp. 181-191, (2007).
10. S. Park, T. Toole, S. Lee, "Functional roles of the proprioceptive system in the control of golf-directed movement", *Perceptual and Motor Skills*, Vol. 88, No. 2, pp. 631-647, (1999).
11. J. M. Poolton, R. S. W. Masters, J. Maxwell, "The relationship between initial errorless learning condition and subsequent performance", *Human Movement Science*, Vol. 24, No. 3, pp. 362-378, (2005).
12. J. N. Vicker, "Gaze control in putting", *Perception*, Vol. 21, No. 1, pp. 117-132, (1992).
13. S. J. Mackenzie, E. J. Springs, "Evaluation of the plumb-bob method for reading greens in putting", *Journal of Sports Sciences*, Vol. 23, No. 1, pp. 81-87, (2005).
14. D. Delay, V. Nougier, J. Orliaguet, Y. Coello, "Movement control on golf putting", *Human Movement Science*, Vol. 16, No. 5, pp. 597-619, (1997).
15. J. S. Park. *Effect of somatosensory sense perception ability on putting performance according to changes of green slope*(Doctoral dissertation), Konkuk University, Chungju, (2020).
16. J. Bossom, "Movement without proprioception", *Brain Research*, Vol. 71, pp. 285-296, (1974).
17. A. Polit, E. Bizzi, "Characteristics of motor programs underlying arm movements in monkeys", *Journal of Neurophysiology*, Vol. 42, pp. 183-194, (1979).
18. J. S. Park, Y. T. Lim, J. W. Lee, M. S. Kwon, "Comparison of kinematic variables between elite golfer and novice during golf putting", *Journal of the Korean Applied Science and Technology*, Vol. 36, No. 3, pp. 789-796, (2019).
19. Y. L. Wu, C. F. Huang, C. Marquardt, H. T. Wang, "Putting performance and kinematics differ with skill level in female golfers", *The Open Sports Sciences Journal*, Vol. 13, No. 1, (2020).
20. M. T. Jahnke, A. Struppler, "Responses of human muscle spindle afferents during isotonic position holding and active movement", *Brain Research*, Vol. 515, pp. 181-186, (1990).
21. F. B. Horak, F. Hlavacka, "Somatosensory loss increases vestibular sensitivity", *Journal of Neurophysiology*, Vol. 86, pp. 575-585, (2001).