



남녀 골프선수의 스윙 구간별 좌·우 체중지지 비율이 경기수행력에 미치는 영향

백광열(단국대학교, 박사수료) · 한희진(단국대학교, 박사과정) · 신윤아*(단국대학교, 교수)

국문초록

본 연구의 목적은 남녀 골프선수를 대상으로 스윙 구간별 좌·우 체중지지 비율이 경기수행력에 미치는 영향을 규명하는 데 있다. 이를 위해 대한골프협회에 등록된 골프선수 20명(남성 10명, 여성 10명)을 대상으로 분석을 실시하였다. 스윙 구간은 다운스윙(E4), 임팩트(E5), 팔로우 스루(E6)의 세 구간으로 구분하였으며, 실시간 지면반력 기반 압력 분석 장비인 Swing Catalyst Balance Plate(Initial Force AS, Norway)를 활용하여 체중지지 비율(%)을 측정하였다. 경기수행력은 비거리, 클럽헤드 스피드, 볼 스피드, 스매시 팩터를 변인으로 설정하였다. 수집된 자료는 Jamovi 2.3.28 프로그램을 이용하여 Mann-Whitney U Test, 스피어만 상관분석 및 이원분산분석으로 검증하였다. 연구 결과, 첫째, 남성 선수가 여성 선수에 비해 모든 경기수행력 지표와 E4 구간의 좌측 체중지지 비율에서 유의하게 높은 수치를 보였다($p < .05$). 둘째, 남녀 선수 모두 E5 구간의 좌측 체중지지가 높을수록 스매시 팩터가 감소하는 음(-)의 상관관계를 보였다($p < .05$). 셋째, E5 구간의 스매시 팩터를 제외한 모든 변인에서 성별에 따른 주효과(Main effect)는 매우 유의하게 나타났으며($p < .001$), 체중지지 수준에 따른 주효과는 E5 구간에서만 나타났으며($p < .05$), 체중지지 수준 및 성별과의 상호작용 효과는 통계적으로 유의하지 않았다($p > .05$). 결론적으로 임팩트 순간 과도한 좌측 체중지지는 남녀 모두에게 에너지 전달 효율성을 저해하며, 체중지지는 기술적 요인에 영향을 미치는 변인임을 확인할 수 있다. 본 연구는 임팩트 구간의 적절한 체중지지 분포가 경기수행력 향상의 핵심임을 규명함으로써, 훈련 프로그램 구성의 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

한글주요어 : 골프선수, 체중지지 비율, 스윙 구간, 경기수행력

* 신윤아, 단국대학교, E-mail : shinagel3@gmail.com

I. 서 론

골프는 미세한 자세 조절과 전신의 협응이 요구되는 대표적인 스포츠로(Jiang, 2023), 골프 스윙은 단순히 클럽을 휘두르는 동작을 넘어 운동학적 패턴과 정확한 신체의 움직임 제어가 요구되는 스윙 메커니즘의 정확한 제어에 의해 이루어진다(Hume, Keogh, & Reid, 2005).

스윙은 시간 순서에 따라 어드레스(set-up), 백스윙(back swing), 탑(top), 다운스윙(downswing), 임팩트(impact), 팔로우 스루(follow-through), 피니시(finish)의 총 7개 구간으로 세분화된다(Kwon et al., 2012). 백스윙과 탑은 회전 에너지를 축적하는 구간이며, 축적된 에너지는 다운스윙 시 클럽헤드 속도의 증가를 만들어 낸다(Tinmark et al., 2010). 임팩트는 공과 클럽이 접촉하는 결정적 순간을 뜻하며, 팔로우 스루는 스윙의 종료 구간으로 체간의 회전을 마무리하는 단계이다(Steele et al., 2018). 이 중 다운스윙(E4), 임팩트(E5), 팔로우 스루(E6)에 해당하는 후반부 이벤트 구간은 클럽 및 볼 스피드 증가와 함께 정밀한 공 접촉을 통해 경기력을 결정짓는 핵심 구간으로 간주된다(Kwon et al., 2012; Tinmark et al., 2010).

이러한 스윙의 효율성은 지면과의 상호작용인 체중지지 비율(weight distribution ratio)의 변화와 밀접한 관련이 있다(Gryc et al., 2015). 체중지지 비율이란 좌·우 발바닥에 가해지는 하중 분포의 비율로, 구간에 따른 적절한 체중 이동은 균형 유지,

회전력 생성, 폭발적인 에너지 전달을 만들어 낸다(Gryc et al., 2015). 다운스윙과 임팩트 시점에서 발생하는 좌측 하지로의 빠르고 정확한 체중이동은 회전축의 안정성을 확보하고 에너지 손실을 최소화하는 결정적인 요인으로 작용한다(Tinmark et al., 2010). 만약 임팩트 시점에서 좌측 발에 충분한 하중이 지지되지 않을 경우, 회전력의 분산으로 인해 타구의 방향성이 불안정해질 뿐만 아니라 비거리와 정타율(smash factor)의 저하를 초래할 수 있다(허영준 등, 2005).

선행연구에 따르면 숙련된 선수일수록 고도화된 조절을 통해 효율적인 체중지지 패턴을 구현하는 것으로 보고되었다(Queen et al., 2013). 특히 투어 프로 골퍼의 경우 다운스윙 시작부터 임팩트 직전까지 좌측 중심으로의 급격한 체중 이동을 통해 폭발적인 클럽헤드 속도를 만들어 낸다(김영수, 소정환, 2016). 반면, 비숙련자나 아마추어는 체중 이동의 타이밍 지연과 일관되지 않은 지지로 인해 타구의 일관성과 정확성이 떨어지는 것으로 나타났다(Horan et al., 2010). 숙련된 투어 프로 골퍼들은 임팩트 시점에서 좌측으로 체중지지가 되지 않을 경우, 슬라이스, 훅과 같은 불안정한 방향성이 나타날 수 있다고 보고되었다(김영수, 소정환, 2016).

한편, 최근 연구에서는 선수 개인의 신체적 특성에 따라 최적의 지지 전략이 다를 수 있음이 제기되고 있다(Beak & Kim, 2018). 뿐만 아니라, 여성 골퍼들은 신체 구조 및 유연성의 특성상 남성 선수에 비해 상대적으로 더 넓은 스윙 아크와 백스윙 상단에서 고관절 및 어깨 관절의 회전 각도가 커져, 남성과는

다른 체중지지 이동 전략을 보유할 가능성이 있다 (Egret et al., 2006). 생체역학적으로 남성이 여성보다 드라이버 스윙 시 엉덩이와 허벅지에 더 강한 힘을 가하는 것으로 나타났으며(배기혁 등, 2018), 손목 움직임 패턴과 스윙 시 팔꿈치 각도에서도 차이가 있는 것으로 보고되었으나(Zheng et al., 2008), 이러한 물리적 차이가 실제 경기수행력에 미치는 영향력에 대해서는 성별에 따른 비교 분석은 부족한 실정이다.

이처럼 남녀 골프선수 간 스윙 메커니즘은 차이가 존재하기 때문에, 동일한 체중지지 비율이라도 경기수행력은 상이할 수 있으며, 각각의 다른 체중지지 전략을 가질 수 있다. 그러나 기존의 골프 역학 연구들은 주로 남성 선수에 편중되어 있거나, 체중 이동의 일반적인 경향성을 파악하는 데 국한되어 왔다. 특히 남녀 골프선수를 대상으로 스윙 핵심 구간에서의 좌측 체중지지율이 클럽 스피드, 볼 스피드와 같은 물리적 지표는 물론, 타격의 효율성을 나타내는 스매시 팩터 및 최종 비거리에 어떠한 영향을 미치는지 규명한 연구는 여전히 부족한 실정이다.

이에 본 연구는 대한골프협회(KGA)에 등록된 전문 남녀 골프선수들을 대상으로, 정적 준비 자세인 어드레스와 스윙 중 에너지를 축적하는 단계인 백스윙을 제외하고, 체중이동이 직접적으로 나타나는 다운스윙(E4), 임팩트(E5), 팔로우 스루(E6) 구간에서의 체중지지비율이 주요 경기수행력 지표(비거리, 클럽스피드, 스매시 팩터, 볼 스피드)에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 이를 통해 성별 특성과 체중지지 비율을 고려한 최적의 스윙 메커니즘을 제안하고, 과학적 근거에 기반한 트레이닝 전략을 제공하는 데 그 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

대한골프협회에 전문선수로 등록되어 있는 남녀 골프선수 20명을 대상으로 실시하였다. 모든 대상자는 측정변인에 영향을 줄 수 있는 근골격계 질환이 없고, 최근 3개월 이내 외과적 수술 경험이 없는 자로 선정하였다. 연구의 목적과 절차 및 유의사항을 충분히 설명한 뒤 자발적 참여에 대한 동의를 얻었으며, 이에 동의한 인원들만 본 연구에 포함하였다. 연구대상자의 일반적인 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구대상자의 일반적 특성(평균±표준편차)

변인	남성(n=10)	여성(n=10)
나이(세)	22.70±2.41	19.60±2.80
신장(cm)	178.80±5.71	167.10±3.28
체중(kg)	78.36±9.03	66.49±6.45
골격근량(kg)	36.83±3.49	26.24±2.44
체지방량(kg)	13.86±4.92	18.95±4.71
BMI(kg/m ²)	24.57±3.06	23.81±2.20
체지방률(%)	17.39±1.49	28.24±1.71

2. 측정항목 및 도구

1) 신체 구성

신장은 자동신장계(ds-102, Sewoo, Korea)를 사용하였다. 신체조성은 Inbody 320(Inbody, Korea)을 사용하여 체중, 골격근량, 체지방률, 체질량지수(BMI)를 측정하였다. 신장은 0.1cm 단위까지 측정하고, 체중과 골격근량은 0.1kg 단위까지, 체지방률

은 0.1% 단위까지 측정하였다.

2) 좌, 우 체중지지 비율

스윙 시 각 이벤트 구간별(다운스윙, 임팩트, 팔로우 스루) 좌우 체중지지 비율 측정을 위해 실시간 지면 반력 기반의 압력 분석 장비인 Swing Catalyst Balance Plate(Initial Force AS, Norway)를 사용하였다. 장비는 실내 골프 연습장 타석에 고정 설치하였으며, 선수들은 장비 위에서 스윙을 수행하였다. 스윙 중 지면에 가해지는 수직 압력 데이터를 고속 샘플링하여 스윙 전 구간에 걸쳐 실시간으로 좌우 체중 분포를 수집하였다. 스윙 구간별 지지 비율에 대한 분석은 각 피험자당 총 15회의 스윙을 실시하여 수집된 데이터의 각 이벤트 지점 별 평균값을 활용하였으며, 체중지지 비율은 상호보완적 관계이므로, 통계적 독립성을 확보하기 위해 스윙의 리드 사이드로 여겨지는 좌측 체중지지율(%)을 기준으로 분석하였다(Ball & Best, 2007).

3) 경기수행력 지표

경기수행지표를 측정을 위해 Trackman 4(Trackman, Denmark)를 사용하였다. 측정 장비는 실내 골프연습장의 타석 뒤 3m 지점에 설치하였다. 본 실험 전 10분 동안 스트레칭을 진행한 후 10분간 스윙 연습을 실시하였다. 측정 결과의 타당성을 높이기 위해 모든 참가자는 동일한 티 높이와 동일 규격의 공을 사용하였으며, 클럽 역시 동일한 드라이버를 사용하도록 통제하였다(김정원, 2024). 각 스윙 간 휴식 시간은 1분으로 설정하였으며, 총 15번의 스윙을 수

행하였다. 경기수행력 지표로는 비거리, 클럽 헤드 스피드, 볼 스피드, 스매시 팩터로 선정하였다(Brožka et al., 2023). 측정 변인에 대한 결과값은 15회 스윙의 평균값을 최종 결과값으로 활용하였다.

3. 자료처리

본 연구의 통계적 자료처리는 Jamovi 2.3.28 프로그램을 이용하여 수행하였으며, 모든 측정값에 대해 평균과 표준편차를 산출하였으며, Shapiro-Wilks test를 실시하여 정규성을 검증하고, 집단 간 동질성을 확인하기 위해 Levene의 등분산 검정을 실시하였다. 남녀 골프선수 간 스윙 구간별 체중지지 비율 및 경기수행력 지표의 차이를 비교하기 위해 Mann-Whitney U Test를 실시하였으며, 구간별 좌측 체중지지 비율과 경기수행력의 관련성을 규명하기 위해 스피어만 상관분석(Spearman's rank correlation analysis)을 실시하였다. 성별과 체중지지 수준에 따른 경기수행력의 차이 및 두 변인 간의 상호작용 효과를 검증하기 위해 이원분산분석(Two-way ANOVA)을 실시하였다. 이때, 집단 간 차이에 대한 효과크기로 부분 에타 제곱(Partial η^2)을 산출하였으며, Cohen(2013)이 제시한 기준에 따라 .01은 작은 효과, .06은 중간 효과, .14 이상은 큰 효과로 해석하였다. 또한, 체중지지 수준을 범주화하기 위해 각 성별 내 구간별 체중지지 비율의 중위수(Median)를 기준으로 상위 그룹(High group)과 하위 그룹(Low group)으로 나누어 독립변수를 설정하였다. 모든 통계적 유의수준(α)은 .05로 설정하였다.

표 2. 성별에 따른 체중지지 비율 및 경기수행력 차이(평균±표준편차)

변인	남성(n=10)	여성(n=10)	u	p
비거리(m)	250.55±8.54	211.08±8.42	0	<.001
클럽 스피드(m/s)	175.28±5.39	149.25±5.56	0	<.001
스매시 팩터	1.47±0.02	1.43±0.06	17	.05
볼 스피드(m/s)	258.79±8.58	216.67±8.03	0	<.001
E4 구간 좌측 체중지지(%)	65.94±8.53	54.43±10.20	18	.014
E5 구간 좌측 체중지지(%)	57.10±18.15	45.22±18.61	30.5	.165
E6 구간 좌측 체중지지(%)	49.83±23.19	38.41±21.02	37	.264

E4: down swing, E5: impact, E6: follow through

III. 결과

1. 남녀 선수 간 체중지지 비율 및 경기수행력 차이

남녀 골프선수 간의 구간별 좌측 체중지지 비율과 경기수행력 지표를 비교 분석한 결과는 <표 2>와 같다. 분석 결과, 모든 경기수행력 지표에서 남성 선수가 여성 선수에 비해 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다($p < .05$).

스윙 구간별 좌측 체중지지 비율의 경우, E4 구간에서 남성 선수(65.94±8.53%)가 여성 선수(54.43±10.20%)보다 유의하게 높았다($p < .05$). E5 및 E6 구간에서는 남녀 집단 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$).

2. 스윙 구간별 좌측 체중지지 비율과 경기수행력의 관련성

스윙 구간별 좌측 체중지지 비율과 경기수행력 간의 상관관계를 분석한 결과는 <표 3>과 같다.

표 3. 구간별 좌측 체중지지 비율과 경기수행력의 관계 분석(r)

성별	변인	비거리	클럽 스피드	스매시 팩터	볼 스피드
남성	E4 L(%)	-0.07	-0.79	-0.15	-0.22
	E5 L(%)	-0.56	0.15	-0.87**	-0.18
	E6 L(%)	-0.61	-0.14	-0.63	-0.27
여성	E4 L(%)	0.37	0.01	0.32	0.16
	E5 L(%)	-0.05	-0.19	-0.70*	-0.45
	E6 L(%)	-0.12	-0.08	-0.51	-0.12

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

남성 선수의 경우, E5 구간에서의 좌측 체중지지 비율과 스매시 팩터 간에 유의한 음(-)의 상관관계가 나타났다($r = -.87, p < .001$). 이를 제외한 E4, E6 구간과 경기수행력 지표 간에는 유의한 상관관계가 나타나지 않았다.

여성 선수 또한, E5에서의 좌측 체중지지 비율과 스매시팩터 간에 유의한 음(-)의 상관관계가 나타났다($r = -.70, p < .05$). 반면 E4 및 E6 구간에서는 경기수행력 지표와 유의한 상관관계가 나타나지 않았다.

3. 성별과 좌측 체중지지 수준에 따른 경기수행력의 차이

각 성별 내 구간별 좌측 체중지지 비율의 중위수 (Median)를 기준으로 상위 그룹과 하위 그룹으로 나누었으며(E4: 63.3%, E5: 45.73%, E6: 38.9%) 성별과 구간별 좌측 체중지지 수준에 따른 경기수행력의 차이를 분석한 결과는 <표 4>와 같다.

표 4. 성별과 좌측 체중지지 수준에 따른 경기수행력 차이

구간	경기 수행력	요인	df	F	p	η^2_p
E4	비거리	성별	1	107.74	<.001	.871
		지지 수준	1	0	.957	0
		성별 × 지지 수준	1	1.91	.186	.107
		오차	16			
	클럽 스피드	성별	1	103.1	<.001	.866
		지지 수준	1	0.03	.865	.002
		성별 × 지지 수준	1	0.41	.529	.025
		오차	16			
	볼 스피드	성별	1	123.52	<.001	.885
		지지 수준	1	0	.978	0
		성별 × 지지 수준	1	1.29	0.272	.075
		오차	16			
스매시 팩터	성별	1	4.05	.061	.202	
	지지 수준	1	0.49	.495	.03	
	성별 × 지지 수준	1	0.1	.751	.006	
	오차	16				
E5	비거리	성별	1	123.81	<.001	.886
		지지 수준	1	3.59	0.076	.183
		성별 × 지지 수준	1	1	0.333	.059
		오차	16			

클럽 스피드	오차	16				
	성별	1	103.21	<.001	.866	
	지지 수준	1	0.46	0.508	.028	
	성별 × 지지 수준	1	0	0.959	0	
볼 스피드	오차	16				
	성별	1	132.19	<.001	.892	
	지지 수준	1	2.49	0.134	.135	
	성별 × 지지 수준	1	0.02	0.896	.001	
스매시 팩터	오차	16				
	성별	1	5.41	.033	.253	
	지지 수준	1	5.48	.033	.255	
	성별 × 지지 수준	1	0.67	0.424	.04	
비거리	오차	16				
	성별	1	121.12	<.001	.883	
	지지 수준	1	1.64	0.218	.093	
	성별 × 지지 수준	1	2.49	0.134	.135	
클럽 스피드	오차	16				
	성별	1	101.67	<.001	.864	
	지지 수준	1	0.04	0.842	.003	
	성별 × 지지 수준	1	0.17	0.682	.011	
E6	볼 스피드	오차	16			
		성별	1	124.24	<.001	.886
		지지 수준	1	0.86	0.368	.051
		성별 × 지지 수준	1	0.54	0.475	.032
스매시 팩터	오차	16				
	성별	1	5.01	.040	.239	
	지지 수준	1	4.18	0.058	.207	
	성별 × 지지 수준	1	0.34	0.569	.021	

분석 결과, E4 구간의 스매시 팩터를 제외한 모든 경기수행력 지표에서 성별에 따른 주효과가 유의하게 나타났으며($p < .05$), 효과크기(η^2)값은 모두 .14 이상으로 산출되어 Cohen(2013)의 기준에 따라 큰 효과크기를 보였다. 체중지지 수준에 따른 주효과는 E5 구간의 스매시 팩터 구간에서만 유의하게 나타났으며($p < .05$), 효과크기(η^2)는 .255로 큰 효과크기를 보였다. 이를 제외한 모든 구간에서 체중지지 수준에 따른 주효과 및 성별과 체중지지 수준 간의 상호작용 효과는 통계적으로 유의하지 않았다($p > .05$).

IV. 논 의

본 연구는 골프 선수의 성별에 따른 스윙 구간별 체중지지 비율이 경기수행력에 미치는 영향을 규명하고자 실시하였다. 분석한 결과에 대한 논의는 다음과 같다.

남녀 선수 간 체중지지 비율 및 경기수행력 차이를 비교해 본 결과 남성 선수는 여성 선수에 비해 모든 경기수행력 변인에서 통계적으로 유의하게 높은 수치를 나타냈으며, 구간별 체중지지 비율에서는 E4 구간에서 좌측 체중지지 비율이 남성 선수가 여성 선수보다 유의하게 높게 나타났다. 이는 숙련된 남성 골퍼가 여성 골퍼보다 다운스윙 시 더 큰 지면반력(Ground Reaction Force)을 생성하며, 압력 중심(COP)의 이동 속도가 유의하게 빠르다는 선행 연구 결과와 부합한다(Horan et al., 2010). 또한, 전체

스윙 중 짧지만 신체 분절 간 힘이 전달되는 중요한 구간으로 알려진 다운스윙 구간(Nesbit & Serrano, 2005)에서 하체의 역학적 활용 방식이 성별에 따라 차이가 나타나는 것으로 생각된다. 남성 선수는 상대적으로 높은 제지방량과 하체 근과워를 보유하고 있어(Bartolomei et al., 2021), 다운스윙 시 중력과 근력을 결합한 폭발적인 지지를 만들기 유리하다. Wells 등(2009)은 남성 골퍼가 여성보다 평균 20-30% 높은 하체 근력을 보유하고 있다고 하였다. 반면 여성 선수는 Q각(Q-angle)이 남성보다 큰 골반의 구조적 특성과 상대적으로 낮은 근력으로 인해, 남성과 동일한 수준의 빠른 체중 이동을 통한 지지율 증가 보다는 완만한 중심 이동 패턴을 보이는 경향이 있다(Egret et al., 2006). 이는 각 성별이 보유한 신체적 조건과 해부학적 특성에 따른 최적화된 서로 다른 운동역학적 전략을 수행하고 있는 것으로 판단된다.

스윙 구간별 좌측 체중지지 비율과 경기수행력 간의 관련성을 분석한 결과, 남녀 모두 E5 구간에서만 좌측 체중지지 비율과 스매시 팩터 간에 유의한 음(-)의 상관관계가 나타났는데, 이는 임팩트 순간 좌측으로의 과도한 체중 이동이 오히려 스윙 효율성을 저해할 수 있는 것으로 보인다. 스매시 팩터는 임팩트 시 에너지 전달 효율성을 나타내는 지표로(Tuxen, 2008; TrackMan, 2013), 클럽페이스의 중심 타격에 의해 결정된다(Hume et al., 2005; Sweeney et al., 2013). 임팩트 시 좌측으로 과도하게 체중이 이동하면 무게 중심이 지나치게 전방 이동하여 상체가 불을 앞지르는 현상이 나타나고(Kwon et al., 2012;

McTeigue et al., 1994), 클럽페이스가 열린 상태로 볼을 맞아 에너지 전달 효율을 감소시킨다(Sweeney et al., 2013). McTeigue 등(1994)은 PGA 투어 선수들을 분석한 결과 임팩트 시 무게 중심이 어드레스 위치보다 2-3인치 이상 전방 이동하면 스매시 팩터가 평균 0.05-0.08 감소한다고 보고하였으며, Joyce 등(2013) 또한 좌측 체중이 70%를 초과하면 회전축이 좌측으로 평균 3-5cm 이동하면서 중심 타격 확률이 평균 23% 감소한다고 보고하며 본 연구결과를 뒷받침한다.

한편 비거리, 클럽헤드 스피드, 볼 스피드와는 유의한 상관이 나타나지 않았는데, 이러한 경기수행력 지표는 선수의 절대적 근력과 파워 생성 능력에 의해 결정되는 반면(Hellström, 2009; Myers et al., 2008), 스매시 팩터는 기술적 정교함과 임팩트 정확성을 반영하는 지표이기 때문이다(Fradkin et al., 2004; Langdown et al., 2012). 클럽헤드 스피드의 변화는 근력과 파워 변인이 영향을 미치나 스매시 팩터는 근력 변인과 관련성이 없으며(Hellström, 2009), 스매시 팩터는 임팩트 시 클럽페이스 각도 오차와 강한 상관관계를 보인다(Langdown et al., 2012). E4 구간에서 체중지지 비율이 경기수행력과 관련성이 없는 것은, E4 구간의 주요 역할이 지면반력을 통한 운동에너지 생성(Nesbit & Serrano, 2005)이며, 에너지 전달 효율성을 나타내는 구간이 아니기 때문이다. 또한, E6 구간은 이미 볼이 클럽페이스를 떠난 이후의 감속 및 균형 회복 단계(Cheetham et al., 2001)로 경기수행력에 영향을 미치지 않는다.

성별과 좌측 체중지지 수준에 따른 경기수행력의

차이를 분석한 결과, 비거리, 클럽헤드 스피드, 볼 스피드에서 성별에 따른 주효과는 매우 유의하게 나타났으나, 체중지지 수준에 따른 주효과는 E5 구간의 스매시 팩터에서만 유의하게 나타났으며, 모든 구간과 지표에서 성별과 체중지지 수준 간의 상호작용 효과는 나타나지 않았다.

성별 주효과가 일관되게 나타난 것은 선수의 신체 분절 길이, 근력, 파워 생성 능력과 같은 생리학적 특성이 경기수행력에 큰 영향을 미치기 때문이다(Hellström, 2009; Torres-Ronda et al., 2011; Wells et al., 2009). 스매시 팩터의 경우 E4 구간에서 성별 주효과가 나타나지 않았는데, 앞서 제시한 에너지 전달 효율을 의미하는 스매시 팩터는(Tuxen, 2008; TrackMan, 2013) 성별에 관계없이 임팩트 순간의 정교한 타이밍, 클럽페이스 정렬, 중심 타격과 같은 기술적 요인에 의해 결정될 수 있다(Hume et al., 2005; Langdown et al., 2012).

선행 연구에 따르면 남녀 프로 골퍼 간 평균 스매시 팩터에 유의한 차이가 없다고 보고하였으며(Barrentine et al., 1994), 기술적 수준이 동일하면 성별 차이가 사라지고, 여성 선수도 적절한 기술 훈련을 통해 남성과 동등한 수준의 에너지 전달 효율성을 달성할 수 있음을 의미한다.

체중지지 수준에 따른 주효과가 E5 구간의 스매시 팩터에서만 나타난 것 또한, 앞서 논의한 바와 같이 임팩트 순간의 체중 분포가 에너지 전달 효율성에 직접적 영향을 미치는 것을 의미한다. 비거리, 클럽헤드 스피드, 볼 스피드에서 체중지지 수준의 주효과가 나타나지 않은 것은 체중지지 비율 보다 선수의 절대

적 근력, 유연성, 신체 분절의 협응 능력과 같은 다른 요인들에 더 크게 영향을 받기 때문으로 생각된다. Myers 등(2008)은 클럽헤드 스피드의 변량 중 72%가 하체 근력, 코어 안정성, X-factor로 설명된다고 보고하였다. 뿐만 아니라 숙련된 선수들은 자신만의 일관된 스윙 메커니즘을 보유하고 있기에(Langdown et al., 2013), 체중지지와 같은 역학적 요소의 변화가 성별이라는 변수와 결합하여 전체적으로 일관된 경기수행력을 나타내지 않았을 것이다.

이러한 결과를 종합해보면, 성별과 단편적인 체중지지 비율의 변화가 경기수행력에 미치는 영향은 제한적이나, 임팩트 순간의 좌측 체중지지가 에너지 전달 효율성을 의미하는 스매시팩터에 결정적 영향을 미친다는 점을 확인할 수 있으며, 남녀 모두에게 동일하게 나타난 것은 성별에 관계없이 보편적으로 적용 가능한 지표이자 코칭 지침을 제공한다라는 점에서 의의가 있다.

한편, 본 연구는 숙련된 프로 골프 선수를 대상으로 이루어졌으며, 상대적으로 제한된 표본 규모를 기반으로 진행되어 아마추어들의 경기력까지 결과를 확대하기에는 어려움이 있다. 또한, 근력, 유연성, 신체구성과 같은 변수를 측정하지 못했다. 향후 연구에서는 다양한 연령대와 숙련 수준을 포함한 더 큰 표본을 확보하고, 단순 지지 비율이 아닌 생리학적 지표, 생체역학적 지표와 같은 다양한 변인을 포함해 분석할 필요가 있다.

V. 결 론

본 연구는 남녀 골프선수를 대상으로 스윙 구간별 좌·우 체중지지 비율이 경기수행력에 미치는 영향을 규명하고, 성별에 따른 차이를 분석하였다. 수집된 데이터를 바탕으로 도출된 최종 결론은 다음과 같다.

첫째, 남녀 골프 선수 간의 경기수행력 차이가 나타났으며, 이는 성별에 따라 하체를 활용하는 역학적 메커니즘이 다르기에 신체 특성에 따른 접근이 필요하다.

둘째, 남녀 골프 선수 간 체중지지 비율과 경기수행력의 관련성은 모두 임팩트 구간에서 스매시 팩터간에 강한 음(-)의 상관관계가 나타났으며, 임팩트 순간 과도한 좌측 체중이동이 체중중심의 전방 이동과 회전축 불안정을 유발하여 에너지 전달 효율성을 오히려 저해할 수 있다.

종합해보면, 프로 골프선수의 경기수행력 향상을 위해 단순히 체중이동의 양을 늘리는 것보다, 임팩트 순간의 과도한 이동을 통제하고 체중지지 비율을 유지하는 것이 핵심이며, 기술적 지표를 의미하는 스매시팩터는 성별에 따른 차이가 나타나지 않는다는 점에서 공통된 기술 훈련 코칭이 필요하다. 이는 선수들의 스윙 효율성을 교정하는 과학적 근거로 활용할 수 있을 것이다.

향후 연구에서는 아마추어 선수를 포함한 다양한 기술 수준의 선수들을 대상으로 체중이동 패턴의 학습 과정과 최적화 전략을 중단적으로 분석하여, 기술 수준별 맞춤형 코칭 프로그램 개발의 기초 자료를 제공할 필요가 있다.

참고문헌

- 김영수, 소정환. (2016). 드라이버 스윙의 느낌에 따른 X-Factor, Triple X-Factor, 압력중심 분석. **한국운동역학회지**, 26(3), 265-272.
- 배기혁, 이준수, 한규훈, 신정호. (2018). 성별에 따른 골프 드라이버 스윙 동작의 운동학적 분석. **한국운동역학회지**, 28(1), 1-8.
- 허영준, 문광준, 임정. (2005). 프로 골퍼의 클럽 종류에 따른 스윙 시 지면반력에 관한 연구. **한국운동역학회지**, 15(2), 103-111.
- Beak, N., & Kim, J. (2018). Gender differences in the kinematic and kinetic variables of the golf swing. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 30(1), 12-24.
- Ball, K., & Best, R. J. (2007). Different centre of pressure patterns within the golf stroke I: Cluster analysis. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 757-770.
- Bartolomei, S., Grillone, G., Di Michele, R., & Cortesi, M. (2021). A Comparison between Male and Female Athletes in Relative Strength and Power Performances. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(1), 17.
- Brožka, M., Kotrba, M., Zah lka, F., & Gryc, T. (2023). Impact factors analysis: Differences in high-level golfers. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 23(4), 400-412.
- Chu, Y., Sell, T. C., & Lephart, S. M. (2010). The relationship between biomechanical variables and driving performance during the golf swing. *Journal of Sports Sciences*, 28(11), 1251-1259.
- Cheetham, P. J., Martin, P. E., Mottram, R. E., & St Laurent, B. F. (2001). The importance of stretching the &X-Factor& in the golf downswing. In A. J. Cochran (Ed.), *Science and Golf III: Proceedings of the World Scientific Congress of Golf*(pp. 192-199). Routledge.
- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. routledge.
- Egret, C., Nicolle, B., Dujardin, F. H., Weber, J., & Chollet, D. (2006). Kinematic analysis of the golf swing in men and women experienced golfers. *International Journal of Sports Medicine*, 27(6), 463-467.
- Fradkin, A. J., Sherman, C. A., & Finch, C. F. (2004). How well does club head speed correlate with golf handicaps. *Journal of*

- Science and Medicine in Sport*, 7(4), 465-472.
- Gryc, T., Zahalka, F., Malina, T., Malina, L., & Hrbáček, P. (2015). Movement and weight transfer during the golf swing. *Journal of Physical Education and Sport*, 15(4), 781-786.
- Hellström, J. (2009). Competitive elite golf: A review of the relationships between playing results, technique and physique. *Sports Medicine*, 39(9), 723-741.
- Horan, S. A., Evans, K., & Kavanagh, J. J. (2010). Movement variability in the golf swing of male and female skilled golfers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(8), 1474-1483.
- Hume, P. A., Keogh, J. W., & Reid, D. (2005). The role of biomechanics in maximising distance and accuracy of golf shots. *Sports Medicine*, 35(5), 429-449.
- Joyce, C., Burnett, A., & Ball, K. (2013). Methodological considerations for the 3D measurement of the X-factor and lower trunk movement in golf. *Sports Biomechanics*, 12(3), 206-221.
- Kwon, Y. H., Han, K. H., Como, C., Singhal, K., & Lee, S. (2012). Validity of the X-factor computation methods and relationship between X-factor parameters and clubhead velocity in skilled golfers. *Sports Biomechanics*, 11(2), 231-246.
- Langdown, B. L., Bridge, M., & Li, F. X. (2012). Movement variability in the golf swing. *Sports Biomechanics*, 11(2), 273-287.
- McTeigue, M., Lamb, S. R., Mottram, R., & Pirozzolo, F. (1994). Spine and hip motion analysis during the golf swing. In A. J. Cochran & M. R. Farrally (Eds.), *Science and golf II: Proceedings of the World Scientific Congress of Golf* (pp. 50-58). E & FN Spon.
- Myers, J., Lephart, S., Tsai, Y.-S., Sell, T., Smoliga, J., & Jolly, J. (2008). The role of upper torso and pelvis rotation in driving performance during the golf swing. *Journal of Sports Sciences*, 26(2), 181-188.
- Nesbit, S. M., & Serrano, M. (2005). Work and power analysis of the golf swing. *Journal of Sports Sciences*, 23(5), 493-504.
- Queen, R. M., Butler, R. J., Dai, B., & Barnes, C. L. (2013). Difference in peak weight transfer and timing based on golf handicap. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(9), 2481-2486.
- Sweeney, M., Mills, P., Alderson, J., & Elliott, B. (2013). The influence of club-head kinematics on early ball flight

- characteristics in the golf drive. *Sports Biomechanics*, 12(3), 247-258.
- Steele, K., Roh, E., Mahtani, G., Meister, D., Ladd, A., & Rose, J. (2018). Golf swing rotational velocity: The essential follow-through. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 42(5), 713-721.
- Tinmark, F., Hellström, J., Halvorsen, K., & Thorstensson, A. (2010). Elite golfers' kinematic sequence in full-swing and partial-swing shots. *Sports Biomechanics*, 9(4), 236-244.
- TrackMan. (2013). *TrackMan newsletter 3: The secrets of smash factor*. TrackMan Golf.
- Tuxen, F. (2008). *TrackMan newsletter 1: Club delivery*. TrackMan Golf.
- Wells, G. D., Elmi, M., & Thomas, S. (2009). Physiological correlates of golf performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(3), 741-750.
- Zheng, N., Barrentine, S. W., Fleisig, G. S., & Andrews, J. R. (2008). Swing kinematics for male and female pro golfers. *International Journal of Sports Medicine*, 29(12), 965-970.
- Jiang, S. (2023). A systematic study on body control in golf players. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 29, e2022_0613.

The Effects of Phase-Specific Weight Distribution on Golf Performance: A Comparative Analysis by Gender

Gwang-Yeol Baek(Dankook University, PhD Candidate) ·

Hee jin Han(Dankook University, PhD Student) · Yun-A Shin(Dankook University, Professor)

ABSTRACT

This study aimed to investigate the influence of bilateral weight distribution during specific swing phases on golf performance variables in male and female professional-level golfers. Twenty golfers (10 males, 10 females) registered with the Korea Golf Association participated in the study. The swing cycle was categorized into three critical phases: downswing (E4), impact (E5), and follow-through (E6). Dynamic weight distribution ratios(%) were quantified using the Swing Catalyst Balance Plate (Initial Force AS, Norway), a high-precision ground reaction force (GRF) system. Performance metrics encompassed carry distance, club head speed, ball speed, and smash factor. Statistical analysis was performed using Jamovi 2.3.28, utilizing Mann-Whitney U tests, Spearman's rank correlation, and two-way ANOVA. The results revealed several key findings: First, male golfers demonstrated significantly superior values in all performance indices and a higher left-side weight distribution during the E4 phase compared to female counterparts ($p < .05$). Second, a significant negative correlation was identified between left-side weight distribution at the E5 phase (impact) and smash factor across both genders ($p < .05$), suggesting that excessive unilateral loading may compromise energy transfer efficiency. Third, a robust main effect of gender was observed across all variables except for the smash factor at E5 ($p < .001$). The main effect of weight distribution levels was exclusively significant during the E5 phase ($p < .05$), while no significant interaction between gender and weight distribution was detected ($p > .05$). In conclusion, these findings indicate that disproportionate left-side weight bearing at the moment of impact functions as a mechanical constraint that diminishes the smash factor. This study underscores the importance of optimizing phase-specific weight distribution as a critical determinant of performance, providing a biomechanical foundation for developing precision-based training interventions in elite golf.

Key words: Golfers, Weight distribution ratio, Swing phase, Athletic performance

논문 접수일 : 2026. 02. 07
논문 승인일 : 2026. 03. 12
논문 게재일 : 2026. 03. 31