

골프 Fat shot에 대한 운동역학적 분석

Kinetic Analysis of Golf Fat Shot

손지훈
서울시립대학교

Jee-Hoon Sohn(jhsohn@uos.ac.kr)

요약

Fat shot은 골프에서 공보다 뒤땅을 먼저 치게 되는 샷의 공식 용어이다. 본 연구에서는 fat shot과 정상적인 샷의 동작을 비교·분석하였다. K 대학교 교원 5명을 연구대상자로 선정하였으며, 개인별 fat shot이 최소 5개 체크될 때까지, 샷을 계속하게 하였다. AD, MBS, TBS, MDS, IMP, MF를 분석 시점으로 설정하였고, 구간 소요시간, 지면반력 패턴, 백스윙 크기, 팔꿈치 각도, 코킹 각도, 골반과 몸통의 회전, 골반 선속도·각속도 등을 분석하였다. 변인별 차이를 확인하기 위해 대응표본 검증을 실시하였다. Fat shot의 주요 원인으로 간주되는 다운스윙에서의 빠른 코킹 풀림, 다운스윙 초기의 오른 팔꿈치 신전, 뒷발에 체중을 실은 채로 하는 스윙 등의 형태는 나타나지 않았다. 백스윙 크기와 X-Factor 크기, 골반과 몸통의 회전 각도, 골반의 회전각속도에서도 두 샷 간 차이가 나지 않았다. 그러나 정상적인 샷에 비해 Fat shot은 다운스윙 초반이 아닌, 후반부 임팩트 바로 직전의 다소 급격한 체중 이동 형태와 다운스윙 과정 중 골반의 타겟 방향으로의 급격한 가·감속, 그리고 골반의 수직 상방으로의 다소 작고 늦은 타이밍의 움직임 속도 패턴을 나타내었다.

■ 중심어 : | 골프 | 팻 샷 | 미스 샷 | 생체역학 | 운동역학 |

Abstract

When the golf club hits the ground prior to making contact with the golf ball, we define it as 'fat shot'. The aim of this research was to investigate the difference between normal shot and fat shot in golf. Five candidates playing as recreational golfer participated in this research and they were all right-handed people. Time phase between each event, wrist cocking angle, elbow extension-flexion angle, backswing height, pelvis angle, thorax angle, L-GRF, R-GRF, pelvis linear velocity, pelvis angular velocity and COG path were calculated. For statistical analysis the paired T-test was used. An early un-cocking, an early right elbow extension and impact with leaving their weight behind foot were not reasons of fat shot. Backswing height, X-Factor, pelvis angle and thorax rotation angle were not different between normal shot and fat shot. But we could find a pattern of abrupt pelvic movement and weight shift to target direction just before impact in case of fat shot. In addition fat shot showed time-delayed and small value of pelvis linear velocity pattern to upward during downswing phase as against normal shot.

■ keyword : | Golf | Fat Shot | Miss Shot | Biomechanics | Kinetics |

I. 서론

골프 라운드 경기 중, 가장 멧쩍을 때는 20cm 남은 퍼팅을 실수 했을 때가 아니라 갤러리들이 지켜보는 상황에서 잔뜩 폼을 잡고 어드레스를 한 후, 뒤땅을 치는 일일 것이다. 클럽 헤드가 공보다 뒤땅을 먼저 치게 되는 현상을 골프 용어로 'fat shot' 이라고 하는데, 이는 부정확한 임팩트를 야기해 샷의 비거리를 줄어줄게 한다[1]. 골프공의 비거리는 초기 발사 조건(볼 속도, 발사 각도, 볼 회전률)에 영향을 받는데[2], 이는 클럽 헤드와 공 사이의 물리적 충돌에 의해 결정된다. 따라서 뒤땅을 먼저 치게 되면 운동량의 손실로 인해 클럽 헤드의 속도가 줄어들고, 또 정향(orientation)이 뒤틀릴 가능성이 커져 비거리가 짧아지고 방향성이 나빠지는 것이다.

필드에서나 연습장에서나 대부분의 초보자들이, 가끔은 아주 핸디가 낮은 사람들도 뒤땅을 치는 경우가 있다. 기본적으로 스윙아크의 최저점이 볼 뒤쪽에 오게 되면 뒤땅을 치게 되며[3], 심지어 최저점이 만들어지기도 전에 뒤땅을 치기도 한다. 골프 샷은 매우 복잡한 동역학적인 과정이기에[4], 이러한 미스 샷에는 다양한 이유가 있겠지만, 뒤땅을 치는 골퍼들에게 가장 빈번히 주어지는 팁(tip)은 체중 이동의 문제, 너무 이른 코킹 풀림(early un-coking)의 문제, 너무 이른 팔꿈치 신전의 문제(early elbow extension) 등을 해결하라는 것이다.

체중 이동은 골프 스윙에서 스윙 중 신체 중심을 어떻게 움직여야 하는지에 쓰이는 코칭 용어인데, 체중 이동에서의 잘못된 샷 결과에 악영향을 미치게 된다[5]. 너무 급격한 체중 이동은 샷의 불안정성을 증가시키며, 반대로 뒷발에 체중이 남은 채로 이루어지는 스윙은 스윙 궤도를 변화시키게 된다. 코킹과 관련하여 초보자들의 경우, 어깨, 골반, 몸통 회전의 부족함을 보상하기 위해 손목을 쓰기도 하는데[6], 이 역시 샷의 편차를 높이는 원인이 된다. 또한 공을 높이 띄우기 위해 클럽으로 공을 퍼 올리듯 치려고 하는 경향이 있는데, 이로 인해 잘못된 동작이 형성되거나 결과론적으로 뒤땅을 치기도 한다.

Cochran and Stobbs[7]의 연구 이래로 운동역학 분야에서 골프에 관한 연구는 크게 경기력 향상을 위한

연구와[8-10] 부상에 관한 연구[11-13], 최적화 모델링 연구 등[14][15]으로 나뉘어 진행되고 있다. 그러나 아직까지 실패한 샷, 즉 미스 샷에 관한 연구는 부족한 현실이다. 슬라이스 샷의 원인 분석[16], 퍼팅 성공과 실패에 따른 원인 분석[17], 혹은 구질 변화와 관련된 동작 분석 등의 연구[18]는 간혹 있었지만, 미스 샷 중 특히나 'fat shot'에 관한 연구는 국내외 모두 찾아보기 힘들었다.

미스 샷이 일어날 때와 일어나지 않을 때 실제 동작은 어떻게 다른지, 즉 스윙의 주요 시점들에서 어떤 다른 동작이 fat shot을 만들어 내는지에 대한 답을 알게 된다면 골프 코칭에 많은 도움이 될 것이다. 실질적으로 필드에서 골프 코치들에 의해 피교육자들에게 주어지는 팁들은 상식적인 수준에서 전달되는 경우가 많은데, 이러한 팁들이 수치적인 자료들과 얼마나 부합하는지, 추가적인 다른 원인들을 찾을 수 있는지 또한 알아볼 필요가 있다.

이를 위해 본 연구에서는 3차원 동작 분석 시스템과 지면반력기 등을 이용하여 골퍼가 어떤 움직임이 있을 때 뒤땅을 치는가를 분석하였다. 복잡한 골프 스윙 메커니즘을 이해하기에 아직도 우리는 멀리 있다지만[19], 이러한 연구는 궁극적으로 많은 초보 골퍼들이 직면하고 있는 문제점인, 뒤땅을 치게 되는 이유에 대한 이해를 돕는 과학적 기초자료를 제공하고 나아가 이를 바탕으로 본인들의 문제점을 개선해 나가는데 도움이 될 것이라 생각한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 K 대학교 교원 5명을 대상으로 실시되었으며, 이들의 평균 연령 및 신체 계측 정보, 핸디캡 수준은 [표 1]과 같다.

표 1. 연구대상자 정보 및 핸디캡 (N=5)

구분	나이(yrs.)	키(m)	몸무게(kg)	핸디캡
평균	54.60	1.73	69.40	18.80
표준편차	6.54	0.08	6.19	5.26

2. 측정 장비 및 모델

일반 샷과 fat shot의 3차원적 동작 분석을 위해 10대의 바이콘 카메라(Vicon Motion System, Ltd, UK)와 2대의 지면반력기(AMT, Inc, USA)를 사용하였다. 모션 데이터는 300Hz, 지면반력 데이터는 1800Hz로 샘플링하였다. 실험에 사용된 골프 클럽은 5번 아이언으로, 연구대상자 개인의 것을 사용하였으며, 실험 대상자들은 모두 오른손잡이다.

3. 실험 내용

연구대상자들에게 연구의 목적과 실험 진행 절차를 충분히 설명한 뒤, 실험 참가에 대한 동의를 얻고 실험을 시작하였다. 골프 샷에 있어 신체와 골프 클럽의 운동학적·운동역학적 변인을 산출할 수 있도록 관절 중심을 정의할 수 있는 캘리브레이션 마커(calibration marker)와 클러스터 마커 셋(cluster marker set)을 사용하였다. 골프 클럽의 손잡이와 샤프트에 3개, 클럽 헤드의 뒷면에 1개의 마커를 추가로 부착하였는데, 이는 클럽 헤드 부분에 가상의 랜드 마커를 만들기 위한 것이다[그림 1]. 마커 부착이 끝나고 연구대상자 정보를 수집한 뒤, 각각의 연구대상자들이 스스로 충분한 워밍업(warm up)이 되었다고 생각할 때까지 연습 시간을 주었다. 그 후 실제 샷을 실시토록 하였는데, 전문가 2인과 연구대상자 본인이 판단하여, 세 명 모두 fat shot이라고 일치한 개수가 5번이 될 때까지 계속해서 샷을 하도록 진행하였다.

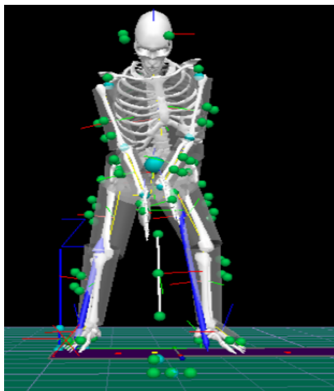


그림 1. 분석 모델

4. 자료 분석

분석 변인들의 값을 산출하기 위해 Vicon Motion Capture System을 통해 얻어진 마커들의 3차원 좌표값을 Nexus(Vicon Motion System, Ltd, UK)를 이용해 c3d 파일로 추출한 후, 이 파일을 Visual 3d and Excel 2010 (Microsoft Inc, USA) 등의 프로그램을 사용하여 분석하였다. 신호 잡음 제거를 위하여 4차 버터 워스 필터(4th order Butterworth filter)를 사용하였으며 차단 주파수는 14hz로 설정하였다. 일반 샷 5회의 평균값과 fat shot 5회의 평균값을 사용하였다.

5. 이벤트 설정

분석을 위한 이벤트 설정은 시간 순서별로 다음과 같다. 어드레스(AD: address), 미들 오브 백스윙(MBS: middle of backswing), 탑 오브 백스윙(TBS: top of backswing), 미들 오브 다운스윙(MDS: middle of downswing), 임팩트(IMP: impact), 미들 오브 폴로스루(MF: middle of follow through)이다. AD에서 TBS를 백스윙 구간, TBS에서 IMP를 다운스윙 구간이라 한다. IMP 시점은 클럽 헤드에 설정한 가상의 랜드 마커와 어드레스 시 공의 위쪽에 부착한 마커와의 y 축 상 거리 차가 최소가 되는 지점을 계산하여 선정하였다. MBS, MDS, MF 시점은 샤프트가 각각 지면과 평행을 이루는 시점으로 선정하였다.

6. 변인 설정

다음은 동작 분석에 사용된 변인 및 변인 산출 분석 방법을 기재한 표이다[표 2].

표 2. 분석 변인 및 산출 방법

변인	산출방법	단위
백스윙크기	왼 손목 관절의 Z축 높이	m
X-Factor	R, L- Acromion과 R, L Iliac을 잇는 두 벡터의 상대각 : 어깨와 골반의 비틀림(꼬임) 정도를 나타냄	degree
코킹각도	샤프트에 붙인 두 개의 마커를 잇는 벡터와 왼 손목 관절과 팔꿈치 관절을 잇는 벡터의 사이각 : 클럽 샤프트와 왼 팔 전완이 같은 평면에서 이루는 사이각을 나타냄	degree
지면반력	수직 지면반력 값을 각자의 체중으로 표준화하여 사용	N/BW

골반, 몸통 각도	타겟 방향에 대한 Z축 회전각 : 골프공과 타겟을 이은 가상의 직선에 대한 골반과 몸통의 회전 각도(직선과 평행할 경우 0도)	degree
팔꿈치 각도	상완과 전완의 신전-굴곡 각도	degree
골반 선속도	골반의 타겟(Y축) 방향, 수직(Z축) 방향에 대한 선속도	m/sec
골반 각속도	골반의 Z축에 대한 회전 각속도	deg/sec
무게 중심	무게 중심의 Z축 높이	m

7. 통계 분석

핸디캡 평균 19 가량의 주말 골퍼들의 정상적인 샷과 fat shot 동작의 특성을 비교·분석한 후, fat shot의 원인을 찾아내기 위한 본 연구에서 두 샷 동작간의 차이검증을 위해 Paired T-test 통계 기법을 사용하였다. Excel 2010로 자료를 정리한 후, Windows SPSS 18.0을 사용하여 유의 수준 $p < .05$ 에서 검증하였다.

III. 결과

본 실험의 결과는 각 구간별 소요 시간[표 3], 백스윙 크기[표 4], 코킹 각도[표 5], 무게 중심 높이[표 6], 팔꿈치 신전 각도[표 7][표 8], 지면반력 크기[표 9][표 10], 골반 각도[표 11], 몸통 각도[표 12], 골반 선속도[표 13][표 14], 골반 각속도[표 15], X-Factor[표 16]으로 요약된다.

일반 샷과 fat shot의 비교 시 스윙 템포는 두 샷 간의 차이가 없었으나 fat shot의 백스윙이 일반 샷보다 약간 빠른 경향을 나타냈다[표 3]. 백스윙 크기는 1cm 단위, 코킹 각도는 시점별 1~2도 단위까지 유사했다. 무게 중심 변위는 큰 차이가 나지 않았으나 fat shot의 경우 백스윙 탑에서 약간 더 높고 임팩트 시 낮은 것을 볼 수 있다[그림 2]. 백스윙 탑에서 일반 샷의 왼발 수직 지면반력 크기가 더 높게 나타났으며[표 9], fat shot은 다운스윙 끝 구간인 임팩트 시점에서 전체적인 지면반력이 큰 것을 알 수 있다[그림 5]. 팔꿈치 각도, 골반 및 몸통 각도는 다운스윙 구간에서 거의 일치했다[표 7][표 8][표 11][표 12]. 다운스윙 구간에서 fat shot의 타겟 방향 골반 선속도가 더 크게 나타났으며[그림 8], 골반의 수직 방향 속도는 [그림 9]와 같은 형태를 보였다.

표 3. 소요 시간 (단위: sec)

시점	평균±표준편차		p-value
	일반 샷	팻 샷	
AD-IMP	1.6615±0.1622	1.6489±0.1242	.570
AD-TBS	1.3289±0.1260	1.3094±0.0927	.426
TBS-IMP	0.3327±0.0531	0.3395±0.0513	.252
TBS-MDS	0.2790±0.0477	0.2856±0.0462	.254
MDS-IMP	0.0536±0.0063	0.0539±0.0057	.430
IMP-MF	0.0836±0.0143	0.0856±0.0095	.480

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

표 4. 백스윙 탑에서 왼 손목의 높이 (단위: m)

시점	평균±표준편차		p-value
	일반 샷	팻 샷	
TBS	1.5430±0.1342	1.5589±0.1251	.193

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

표 5. 코킹 각도 (단위: degree)

시점	평균±표준편차		p-value
	일반 샷	팻 샷	
AD	153.1862±12.9883	153.3108±12.8573	.797
MBS	147.4556±6.7502	147.3020±6.4985	.751
TBS	103.9465±16.5506	101.5338±13.5321	.181
MDS	142.4540±4.6932	142.0903±5.0227	.604
IMP	155.9705±6.0517	155.8273±6.0573	.851
MF	122.4589±21.1012	124.3177±21.2647	.467

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

표 6. 무게 중심 높이 (단위: m)

시점	평균±표준편차		p-value
	일반 샷	팻 샷	
AD	0.9120±0.05080	0.9109±0.05170	.438
MBS	0.9107±0.05087	0.9099±0.05228	.572
TBS	0.9422±0.07886	0.9443±0.07782	.110
MDS	0.9176±0.05369	0.9167±0.05344	.533
IMP	0.9295±0.04702	0.9277±0.04588	.269
MF	0.9463±0.05055	0.9463±0.05084	.962

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

표 7. 왼쪽 팔꿈치 각도 (단위: degree)

시점	평균±표준편차		p-value
	일반 샷	팻 샷	
AD	161.2067±2.6423	162.0308±2.7485	.396
MBS	158.5348±6.6041	158.7596±7.5301	.740
TBS	114.0305±17.7602	115.5458±14.0936	.446
MDS	153.8250±4.4680	154.3005±2.66547	.658
IMP	157.9929±5.3897	158.4083±5.6661	.507
MF	136.6981±20.2359	135.5834±21.1705	.657

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

표 11. 골반 각도 (단위: degree)

시점	평균±표준편차		p-value
	일반 샷	팻 샷	
AD	6.1277±5.59452	6.7830±5.65428	.046*
MBS	-20.9708±9.17917	-21.5137±6.25368	.710
TBS	-52.7941±2.57192	-54.2838±3.91786	.233
MDS	11.5406±6.20957	10.4962±7.0317	.120
IMP	30.0746±9.63573	29.1076±10.40526	.409
MF	51.8837±14.98496	51.1066±14.5375	.630

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

표 8. 오른쪽 팔꿈치 각도 (단위: degree)

시점	평균±표준편차		p-value
	일반 샷	팻 샷	
AD	155.2645±10.7861	154.4720±10.3128	.456
MBS	124.3370±14.5930	124.9152±15.2854	.310
TBS	53.9488±7.3065	55.1979±5.2435	.285
MDS	102.8482±16.8008	103.2136±15.9241	.686
IMP	135.0895±12.2412	135.4728±11.6077	.730
MF	150.9849±13.2167	148.6346±13.1579	.292

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

표 12. 몸통 각도 (단위: degree)

시점	평균±표준편차		p-value
	일반 샷	팻 샷	
AD	26.2369±9.91614	27.2567±9.52435	.011*
MBS	-30.5709±10.24994	-30.1525±9.51116	.695
TBS	-86.7914±4.51570	-87.5776±6.72635	.476
MDS	2.7445±10.82871	1.9226±11.85980	.216
IMP	29.6185±12.02226	29.1663±12.56494	.602
MF	83.4144±25.79862	82.1228±25.5980	.554

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

표 9. 왼발 수직 지면반력 크기 (단위: N/BW)

시점	평균±표준편차		p-value
	일반 샷	팻 샷	
AD	0.5764±0.04338	0.5752±0.04612	.849
MBS	0.39620±0.12768	0.3839±0.12968	.232
TBS	0.2486±0.08108	0.2335±0.08993	.023*
MDS	0.8424±0.26606	0.8648±0.30951	.537
IMP	0.7451±0.19005	0.7731±0.18240	.562
MF	0.7231±0.16134	0.7210±0.1570	.915

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

표 13. 골반 Y축 방향 선속도 (단위: m/sec)

시점	평균±표준편차		p-value
	일반 샷	팻 샷	
AD	-0.0444±0.03864	-0.0477±0.04220	.337
MBS	-0.1654±0.05953	-0.1803±0.05922	.227
TBS	0.2321±0.17666	0.2316±0.17526	.971
MDS	0.7482±0.29485	0.7721±0.27730	.273
IMP	0.3750±0.21643	0.3851±0.21671	.568
MF	0.4019±0.07820	0.3983±0.07002	.845

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

표 10. 오른발 수직 지면반력 크기 (단위: N/BW)

시점	평균±표준편차		p-value
	일반 샷	팻 샷	
AD	0.4349±0.05167	0.4437±0.05832	.345
MBS	0.6526±0.16257	0.6588±0.17576	.612
TBS	0.7103±0.19018	0.7134±0.18950	.621
MDS	0.5141±0.12740	0.5097±0.11913	.868
IMP	0.5389±0.28364	0.5350±0.33059	.910
MF	0.4574±0.28410	0.4562±0.30782	.952

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

표 14. 골반 Z축 방향 선속도 (단위: m/sec)

시점	평균±표준편차		p-value
	일반 샷	팻 샷	
AD	-0.0058±0.00868	0.0018±0.00823	.071
MBS	0.0142±0.04269	0.0087±0.05208	.456
TBS	-0.0249±0.08879	-0.0271±0.0869	.641
MDS	0.4271±0.26393	0.4128±0.24239	.515
IMP	0.3429±0.22596	0.3687±0.26148	.381
MF	0.0581±0.13084	0.0915±0.16014	.360

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

표 15. 골반 회전 각속도 (단위: degree/sec)

시점	평균±표준편차		p-value
	일반 샷	펫 샷	
AD	-3.1087±7.8591	-4.9884±6.3470	.464
MBS	-73.6610±12.5470	-80.6845±13.8801	.051
TBS	46.2007±28.7490	41.5291±24.4314	.301
MDS	383.2195±75.5188	384.5108±82.3744	.903
IMP	274.4874±105.9565	277.17572±109.7939	.761
MF	261.6222±71.3634	260.9098±73.1192	.946

*** $p < .001$

표 16. X-Factor (단위: degree)

시점	평균±표준편차		p-value
	일반 샷	펫 샷	
TBS	42.3412±9.78074	42.5971±9.73995	.345

*** $p < .001$

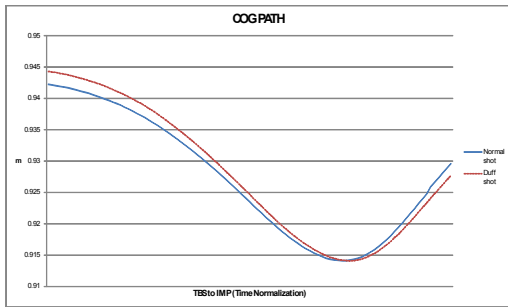


그림 2. 신체 중심 높이(Z축 방향)

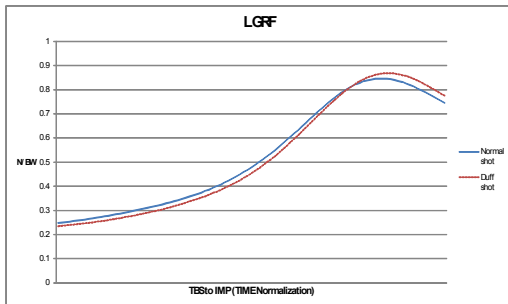


그림 3. 왼발의 수직 지면반력

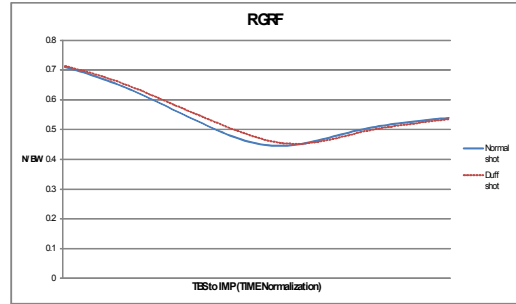


그림 4. 오른발의 수직 지면반력

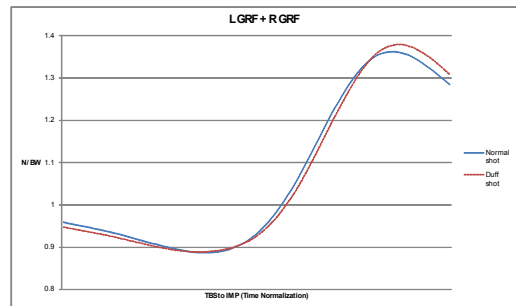


그림 5. 양발의 수직 지면반력 합

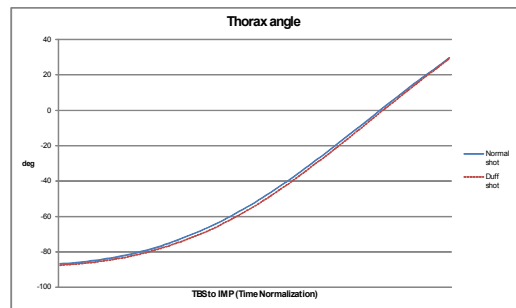


그림 6. 몸통 회전 각도

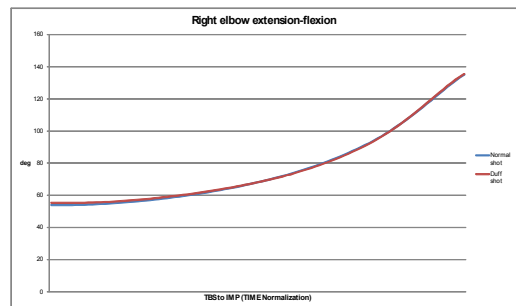


그림 7. 오른쪽 팔꿈치 신전 각도

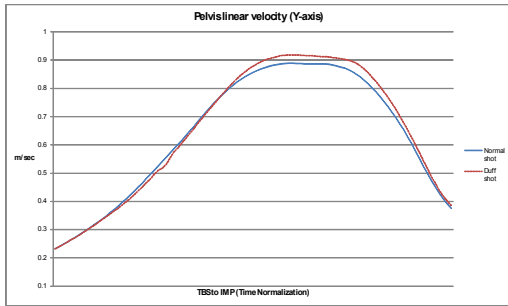


그림 8. 골반 선속도(Y축 방향)

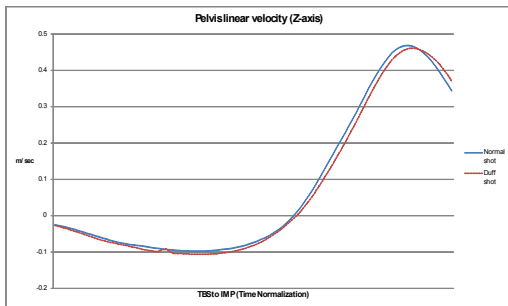


그림 9. 골반 선속도(Z축 방향)

IV. 논의 및 결론

1. 논의

Fat shot은 더프 샷(diff shot)이라고도 하는데 후, 슬라이스와 더불어 아마추어 골퍼들이 가장 많이 하는 미스 샷 중 하나이다. 뒤땅을 치면 공의 비거리가 짧아지고 방향성이 안 좋아질 뿐만 아니라, 심한 경우에는 손목 골절 등의 부상 위험 요소가 되기도 한다[12][20]. 아마추어 골퍼와 프로 골퍼의 부상 패턴은 다르게 나타나지만, 심지어 프로 골퍼조차도 전체 부상의 12% 정도를 fat shot이 차지한다고 한다[12].

본 연구의 목적은 이런 fat shot의 교정을 위해 현장에서 조연되고 있는 동작에 관한 팁들이 실질적으로도 fat shot을 일으키는 원인인지 확인해 보고 추가적인 원인은 없는지를 확인해 보는 데 있었다. 일반적으로 뒤땅을 공보다 먼저 치는 것은 상체에 과도하게 힘이 들어가거나, 체중 이동이 앞발로 충분히 일어나지 않아

체중이 뒷발에 실린 채 샷을 하거나, 오른손잡이의 경우 오른 팔꿈치와 코킹이 빨리 풀리는 경우 일어난다고 알려져 있다.

정상적인 샷과 fat shot의 운동학적·운동역학적 변인을 분석한 결과 다음과 같은 논의를 할 수 있다.

먼저 시점별 코킹 각도를 분석한 결과, 다운스윙 과정에서 fat shot이 얼리 언코킹(early un-cocking) 되는 경향이 나타나지 않았다. 손목을 빨리 풀기 때문에 클럽이 땅에 먼저 닿을 것이라는 기존 관념과 달리 거의 모든 시점에서 코킹 각도는 유사했으며[표 5], 다른 연구와도 비슷한 값들을 나타내었다. 실질적으로 조연되는 얼리 언코킹이 이 번 실험에서의 fat shot의 원인은 아님을 알 수 있다.

다운스윙 과정에서 오른손 타석 골퍼의 경우, 미속력 자일수록 숙련자에 비해 오른 팔꿈치가 일찍 신전되며[21], 오른 팔꿈치가 일찍 신전되면 클럽이 땅에 먼저 닿는다고 알려져 있다. 이 번 실험에서는 [그림 7]에서 볼 수 있는 것과 같이 백스윙 탑에서 임팩트까지 스윙이 진행되는 동안 오른쪽 팔꿈치 신전 각도 또한 거의 완벽하게 일치했다. 역시나 코칭 현장에서 언급되는 다운스윙 초반의 급격한 오른팔 풀림이 이 번 연구에서 fat shot의 원인이 아님을 알 수 있다.

골프에서 좋은 샷을 위한 조건으로서 체중 이동의 중요성은 두말할 여지가 없는데[22][표 9][표 10][그림 3][그림 4][그림 5]로부터 체중 이동 패턴을 확인할 수 있다. 체중이 충분히 타겟 방향으로 이동되지 못하고 뒷발에 남은 체로 임팩트가 일어날 때, fat shot이 나온다는 팁과 다르게 오른발의 수직 지면반력 크기에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다[표 10]. Fat shot의 경우 다운스윙 초기보다 다운스윙 후반, 즉 임팩트 시점에 가까워져서 지면반력 크기가 더 크게 나타나는 경향이 있었다. 스윙 초반 왼발로의 급격한 체중 이동이나 뒷발인 오른발에 체중이 남아 있는 상태에서 샷을 한 것으로는 판단되지 않는다. 오히려 [그림 3][그림 4][그림 5]를 종합해 유추해 보면, 다운스윙 후반부에 왼발로의 체중 이동이 더 강하게 나타났다고 볼 수 있고, 이러한 임팩트 직전의 강한 체중 이동이 샷의 불안정성을 초래했을 가능성이 있다. 체중의 과도한 전방

치우침은 방향성 상실 등의 문제를 유발하기도 한다[23].

체중 이동 해석은 골반의 선속도 변인과 연계하여 해석할 수 있는데, Y축 방향, 즉 타겟 방향으로의 골반 선속도를 살펴보면 다운스윙 구간 중에 fat shot이 큰 값을 나타낸다. 그러나 백스윙 탑과 임팩트 시점, 즉 다운스윙 시작과 끝에서의 속도는 같다[그림 8]. 이는 다운스윙 중 가속과 감속이 정상적인 샷보다 더 컸다는 것을 의미한다. Z축 방향 선속도 그래프를 보아도[그림 9], 다운스윙 구간에서 전체적으로 정상 샷보다 값이 작았으나 임팩트 시점 근처에서는 정상 샷보다 높은 값을 유지하는 것을 알 수 있다. 곡선 아래쪽 면적이 움직인 거리가 되는데, fat shot의 경우 타겟 방향으로의 움직임에 비해 위로의 움직임이 작아 상대적으로 공과의 위치가 가깝고 이로 인해 뒤땅을 치게 되었을 가능성을 생각해 볼 수 있다. 통계적인 차이는 나지 않지만, 신체 중심의 높이에서도 비슷한 결과가 나타나고 있다. [그림 10]을 보면 fat shot의 경우 신체 중심이 더 낮은 것을 볼 수 있는데 전체적으로 낮은 신체 중심도 fat shot을 만들어낸 원인으로 추측해 볼 수 있는 부분이다.

끝으로 백스윙 크기를 가늠하기 위한 백스윙 탑에서 왼 손목의 높이는 1cm 내외의 차이로 유사했고, X-Factor 값도 거의 일치했으며 기존 연구와도 비슷한 값을 나타내었다[8]. 다운스윙 구간에서 골반과 몸통 각도, 골반의 각속도 또한 거의 일치했다.

정상적인 샷과 fat shot은 흔히들 알고 있는 것처럼 특정 동작의 큰 차이에 의해 나타나는 것은 아니었다. 눈에 띄게 체중이 뒤에 실린 채 임팩트가 일어난다거나, 오른쪽 팔꿈치가 급하게 풀린다거나, 얼리 언코킹이 된다거나 하는 이유 등으로 나타나는 것이 아니라, 아주 작은 변화에 의한 것으로 보인다. 물론 무게 중심이 뒤에 있는 채로, 오른쪽 팔이 급하게 풀리면 뒤땅을 칠 수 있을 것이나, 핸디캡 수준 19 정도의 레크리에이션 골퍼들조차 그런 정도의 잘못된 동작은 나타나지 않았고, 일반적인 생각보다 더 찾아내기 힘든 미세한 동작 변화에 의한 것임을 알 수 있었다. 그러나 [그림 5][그림 8][그림 9]에서 볼 수 있듯 fat shot 동작에서 정상적인 샷과는 다른 어느 정도의 특정한 양상이 보임은 분명하다. 그럼에도 불구하고 통계적인 검증이 되지 않은

것은 아마추어 골퍼들의 일관되지 못한 샷 동작이 하나의 원인으로 작용했을 가능성이 있다. 즉, 트라이얼 별 샷 동작 간 차이와 대상자별 스윙 스타일의 다름으로 인해 분석 변인의 표준 편차가 크게 나타났을 가능성이 있다. 또한 표본의 수가, 충분한 통계적 검증력(power)을 가지기에는 다소 적었을 가능성도 있다.

추후 연구에서 연구대상자 표본을 늘리고 이들의 샷 일관성을 먼저 검증한 후, 집단화 하여 같은 실험을 한다면 의미 있는 새로운 결과가 도출될 가능성이 충분하리라 생각된다. 또한 fat shot뿐 아니라 thin shot과 훅, 슬라이스에 관한 추가적 연구도 필요하다 하겠다.

2. 결론

본 연구는 아마추어 골퍼들의 고질병 가운데 하나인 fat shot의 원인을 밝히고자 아마추어 골퍼들의 정상적인 샷 동작과 fat shot의 동작을 비교·분석하였다. 결론은 다음과 같다.

흔히들 알고 있는 것과 같은 체중 이동의 잘못, 즉 다운스윙 과정에서 앞발에 체중을 충분히 실지 못하고 뒷발에 중심을 의지한 채 일어나는 임팩트, 다운스윙에서의 빠른 코킹 풀림, 다운스윙에서의 급한 오른 팔꿈치 신전 등의 요인은 이 번 연구에서 fat shot의 원인으로 나타나지 않았다. 백스윙 크기나, X-Factor 크기, 골반과 몸통의 각도 등도 다운스윙 구간에서 두 샷 간 차이가 나지 않았다.

그러나 정상적인 샷에 비해 fat shot은 다운스윙 초반이 아닌, 후반부 임팩트 바로 직전의 다소 급격한 체중 이동 형태와 다운스윙 과정 중 골반의 타겟 방향으로의 급격한 가·감속, 그리고 골반의 수직 상방으로의 다소 작고 늦은 타이밍의 움직임 속도 패턴을 나타내었다.

필드나 연습장에서 일반적으로 거론 되어지는 fat shot을 교정하기 위한 팁들이 실질적으로 눈에 보일 만큼 차이를 야기하는 요인이 아닐 수도 있다. 추후 다양한 핸디캡 수준별로, 다수의 연구대상자들에 대한 추가 연구가 필요하리라 생각하며, 선수, 코치, 초보자들과의 공론을 통해 현장 적용가능한 해결책을 탐색하고 정립하는 작업 또한 필요하리라 생각된다.

참고문헌

- [1] <http://www.pga.com/golf-instruction/instruction-feature/fundamentals/golf-glossary#f>
- [2] K. Moriyama, T. Yamaguchi, M. Yabu, and M. Tsunoda, "The influence of mechanical impedance of the golf club and the golf ball on ball spin," *The engineering of sport*, Vol.5, pp.337-343, 2004.
- [3] 최대혁, 최희남, 김동진, *골프바이블*, 대한미디어, 2010.
- [4] 조영석, *골프와 물리학*, 물리학과 첨단기술, 제19권, 제7,8호, pp.2-8, 2001.
- [5] K. A. Ball and R. Best, "Golf styles and centre of pressure patterns when using different golf clubs," *J. of sports sciences*, Vol.29, No.6, pp.587-590.
- [6] G. G. Fedorcik, R. M. Queen, A. N. Abbey, C. T. Moorman III, and D. S. Ruch, "Differences in wrist mechanics during the golf swing based on golf handicap," *J. of Science and Medicine in Sport*, Vol.15, No.3. pp.250-254, 2012.
- [7] A. Cochran and J. Stobbs, *Search for the perfect swing*, Lippincott pub, 1968.
- [8] P. J. Cheetham, P. E. Martin, R. Mottram, and B. St Laurent, "The importance of stretching the X-Factor in the downswing of golf," *Optimising performance in golf*, pp.192-199, 2001.
- [9] F. Tinmark, J. Hellström, K. Halvorsen, and A. Thorstensson, "Elite golfers kinematic sequence in full-swing and partial swing shots," *Sports Biomechanics*, Vol.9, No.4, pp.236-244, 2010.
- [10] J. Myers, S. Lephart, Y. Tsai, T. Sell, J. Smoliga, and J. Jolly, "The role of upper torso and pelvis rotation in driving performance during the golf swing," *J. of sports sciences*, Vol.26, No.2, pp.181-188, 2008.
- [11] D. M. Lindsay, J. F. Horton, and A. A. Vandervoort, "A review of injury characteristics, aging factors and prevention programmes for the older golfer," *Sports Medicine*, Vol.30, No.2, pp.89-103, 2000.
- [12] J. Cabri, J. P. Sousa, M. Kots, and J. Barreiros, "Golf-related injuries: A systematic review," *European J. of Sport Science*, Vol.9, No.6, pp.353-366, 2009.
- [13] A. McHardy, H. Pollard, and K. Luo, "One-year follow-up study on golf injuries in Australian amateur golfers," *The American J. of Sports Medicine*, Vol.35, No.8, pp.1354-1360, 2007.
- [14] E. J. Sprigings and R. J. Neal, "An insight into the importance of wrist torque in driving the golf ball-a simulation study," *J. of Applied Biomechanics*, Vol.16, No.4, pp.356-366, 2000.
- [15] C. Chen, Y. Inoue, and K. Shibara, "Numerical study on the wrist action during the golf downswing," *Sports Engineering*, Vol.10, No.1, pp.23-31, 2007.
- [16] 문정환, "골프스윙시 인공지능을 이용한 슬라이스 예측에 관한 연구", *한국정밀공학회 추계학술대회 논문요약집*, pp.37-40, 2004.
- [17] 최성진, 박종진, "골프 퍼팅 스윙시 성공과 실패에 따른 운동역학적 분석", *한국운동역학회지*, 제12권, 제2호, pp.279-293, 2002.
- [18] 손지훈, 류재진, 이기광, 임영태, "의도적인 드로우 샷과 페이드 샷이 골프 스윙 역학에 미치는 영향에 관한 연구", *한국운동역학회지*, 제20권, 제2호, pp.149-154, 2010.
- [19] M. Farrally, A. Cochran, D. Crews, M. Hurdzan, R. Price, J. Snow, and P. Thomas, "Golf science research at the beginning of the twenty-first century," *J. of sports sciences*, Vol.21, No.9, pp.753-765, 2003.
- [20] J. R. McCarroll, "The frequency of golf injuries," *Clinics in Sports Medicine*, Vol.15,

pp.1-7, 1996.

[21] 이동우, 양동영, 김갑선, “골프 스윙동작시 상지 관절 각도와 신체중심의 변화 분석”, 한국운동역학회지, 제8권, 제2호, pp.241-265, 1998.

[22] 성낙준, “지면반력분석기를 이용한 골프 스윙의 분석 평가 방법”, 한국운동역학회지, 제20권, 제2호, pp.213-129, 2010.

[23] 백송원, 김창욱, “골프스윙시 체중 이동 곡성 유형에 대한 연구”, 한국체육과학회지, 제18권, 제2호, pp.1445-1453, 2009.

저 자 소 개

손 지 훈(Jee-Hoon Sohn)

정회원



- 2007년 2월 : 서울대학교 체육교육과(체육학사)
- 2009년 2월 : 서울대학교 체육교육과(체육학석사)
- 2012년 2월 : 국민대학교 체육학과(이학박사)

▪ 2012년 7월 ~ 현재 : 서울시립대학교 도시과학연구원 도시노인건강운동연구소 학술연구교수
<관심분야> : 운동역학, 경기력 향상, 골프, 테니스