



엘리트 골프 선수의 드라이버 스윙 시 스윙 평면 분석

The Analysis of Swing Plane of Elite Golfers During Drive Swing

임영태*(건국대학교)

Lim, Young-Tae*(Konkuk University)

국문요약

본 연구의 목적은 국내 엘리트 골프선수들을 대상으로 3차원 스윙 평면 분석(swing plane analysis)을 통해 스윙 평면의 편평도를 확인하여 이들 스윙이 어떤 유형의 스윙인지를 확인하는 것이 목적이었다. 또한 편평도를 이용한 스윙평면 분석 이외에 또 다른 운동학적 변인을 이용한 스윙 평면 분류가 가능한지도 확인하였다. 그 결과 편평도와 핸디캡간의 상관성은 없는 것으로 판명되었고 단일 및 다중 평면 스윙 그룹간의 편평도 비교를 실시한 결과 유의한 차이를 확인할 수가 있었다. 두 스윙 그룹을 구분하는 대표적인 특징인 백스윙 및 팔로우드로우에서의 스윙 궤도차이를 확인하기 위해 실시한 두 스윙 그룹 간 event 별 편평도 비교에서 그 유의한 차이를 확인함으로써 본 연구에서 정의한 오차범위 10cm는 두 스윙 스타일을 구분하는데 유효한 것으로 확인이 되었다. 편평도를 이용한 스윙평면 분석 이외에 운동학적 변인인 두 스윙 그룹 간 샤프트 단위벡터 비교와 샤프트 원위점 변위 비교를 event 별로 실시한 결과 통계적으로 유의한 차이는 확인이 되지 않았다. 하지만 전체적인 변인들의 이동패턴을 살펴 볼 때 각각의 스윙 그룹의 특징을 잘 보여주고 있기 때문에 스윙 스타일을 판단하는 간접적인 지표가 될 가능성을 보여주었다.

ABSTRACT

Y. T. LIM, *The Analysis of Swing Plane of Elite Golfers During Drive Swing*, Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 19, No. 1, pp. 59-66, 2009. The purpose of this study was to evaluate flatness of swing plane and determine swing plane type using 3-D swing plane analysis from young elite male golf players. This study also investigate the possibility of determination of swing plane using other kinematic parameters except flatness. As results, no correlations was found between flatness and handicap. Comparison of flatness between single plane and multiple plane swing group were performed and found a significant difference. The error range of flatness, 10cm, which was used for distinguish swing plane type was effective since significant differences were found at MB, EB, and EF. These differences were typical characteristics to classify two swing styles. Other kinematic parameters such as unit vector components of shaft and displacement of shaft end point also compared per event but found no significant differences. However, the moving patterns of these parameters during a golf swing showed such characteristics of each swing plane type well that these parameters could be used to determine swing style as an indirect barometers.

KEYWORDS : SINGLE SWING PLANE, DOUBLE SWING PLANE, GOLF SWING, FLATNESS

I. 서론

현대과학의 발달로 인해 지난 수십 년간 골프 이론과 골프용품은 비약적인 발전이 있었다. 수많은 유명 골프 교습가들에 의해 골프스윙은 진화되었으며 골프용품 역시 여러 골프용품 회사들의 경쟁적인 연구개발에 힘입어 더 이상 기술적인 진보가 필요 없을 정도로 경이적인 발전을 이룩하였다. 이 같이 비약적인 골프용품의 발달과 과학적인 연구에도 불구하고 지난 수십 년간 골퍼들의 핸디캡(handicap)은 여전히 줄어들지 않고 제자리에 머물고 있다. 물론 과거에 비해 골프 코스의 난이도가 높아지고 코스의 전장이 길어진 것이 가장 주된 이유일 것이다. 하지만 이 보다 더 본질적인 이유는 골프 스윙 자체가 아주 어렵기 때문이다. 다시 말해, 스윙동작은 단순히 보이지만 인체의 동작으로 볼 때 unilateral한 움직임으로서 매우 부자연스러우며 기하학적 악몽(geometric nightmare)에 비유될 정도이기 때문이다(Strausbaugh, 1994).

성낙준(2004)은 골프 스윙에 대한 연구는 많이 이루어지고 있지만 바른 스윙의 개념 파악은 여전히 어려운 숙제이고 현장의 지도자들은 스윙 동작을 평가함에 있어 클럽의 스윙 궤도와 이 궤도가 만들어내는 스윙면(swing plane)을 중시하고 있다고 말한바 있다.

올바른 골프스윙이란 일관성 있게, 빠른 속도로, 클럽의 페이스(face)가 타깃(target)을 향해 클럽 헤드의 스위트 스폿(sweet spot)으로 공을 쳐내게 하는 것이다(Heuler, 1996). 좋은 스윙에 의한 결과 또한 스피드(speed), 정확성(accuracy), 일관성(consistency)이 있어야 하며 이들 세 요인들은 상호 밀접한 관계가 있어서 서로 보완하는 역할을 하고 있다(소재무, 1997). 결국 좋은 스윙이란 빠른 스피드로 공에 정확한 임팩트(impact)를 가하는 것인데 이를 가장 잘 할 수 있는 방법은 클럽이 일관성 있는 스윙궤도를 항상 지나가도록 만드는 것이다. 다시 말해, 평면(on plane)상에서 스윙이 이루어지게 하는 것인데 정확한 평면 위를 지나가지 않더라도 비슷하게 어느 정도 방향이 맞다면 좋은 임팩트를 반복해서 만들 수 있다(Hardy, 2006).

스윙 평면(swing plane)이란 어드레스에서 시작하

여 백스윙을 지나 팔로우드로우까지의 스윙 동안 클럽 헤드의 궤적이 이루는 평면으로 정의되는데 전설적인 미국 PGA 골퍼인 Ben Hogan(1966)에 의해 널리 알려지기 시작하였다. 그 후 많은 골프 지도자들이 스윙 궤도 및 클럽이 움직이는 스윙 평면에 대한 개념의 이해를 강조하고 있다(Haney, 2002; Heuler, 1996; Leadbetter, 2002). 최근 Hardy(2006)에 의하면 이 경사면으로 스윙을 하기 위해서는 두 가지의 방법이 존재하는데 스윙시 팔이 어깨와 동일한 경사면으로 올라가던지 아니면 어깨보다 더 위로 올라가던지 하는 것이라고 말하고 있다. 다시 말해, 팔이 어깨와 같은 평면으로 올라가는 스윙은 단일면(one-plane) 스윙이며 팔과 어깨가 서로 다른 경사면으로 움직이는 것은 이중면(two-plane) 스윙이라는 것이다.

이 같은 스윙 평면의 개념은 골프스윙 중 사진 촬영된 정지 동작을 기초한 것으로서 실제 이 스윙 평면이 3차원적 스윙에서도 존재하는가에 대한 의문을 풀기 위해 최근 권영후(2007)는 3차원 동작분석을 통해 실제 클럽헤드의 스윙 궤적을 추적하고 이 궤적이 얼마나 평면에 가까운지를 확인하기 위해 궤적이 가장 근접한 평면(근사평면)을 계산하여 이를 실제 스윙궤적과 비교, 궤적의 편평도(flatness)를 계산하는 실험을 실시하였다. 이 실험 결과 완벽한 평면형 스윙은 존재하지는 않지만 근사평면에 충분히 가까운 스윙평면의 존재를 확인하여 편평도를 이용한 스윙분석 기법이 두 가지 스윙평면 스타일인 단일 혹은 평면형 스윙과 나선 혹은 다(이)중면 스윙 스타일의 실체를 확인하는데 유용한 방법임을 알 수 있었다.

하지만 이 실험에서는 각각의 스윙 스타일을 대표한 2명의 스윙이 소개되었고 스윙 평면 비교 분석 또한 전체적인 골프 스윙만을 대상으로 하여 보다 많은 사례분석과 포괄적인 스윙 분석의 필요성이 확인되었다. 따라서 본 연구에서는 국내 엘리트 골프선수들을 대상으로 3차원 스윙 평면 분석(swing plane analysis)을 실시하여 권영후(2007)가 개발한 편평도 기법을 이용, 스윙 평면의 편평도를 확인하여 이들 스윙이 어떤 유형의 스윙인지를 확인하는 것이 목적이었다. 또한 편평도를 이용한 스윙평면 분석 이외에 또 다른 운동학적 변인을 이용한 스윙 평면 분류가 가능한지도 확인하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

훌륭한 스윙 동작을 갖고 있는 숙련된 선수들의 스윙 궤도를 이용하여 스윙 평면을 비교 분석하기 위해 본 연구에서는 한국대학골프연맹(KCGA)에 등록된 남자 엘리트 대학 골프선수 14명을 대상으로 선정하였다. 이들 선수들은 현재 부상이 없고 정기적으로 대회에 참가하는 현역선수들로서 전원 오른손잡이이다. 이들 피험자들의 신체 및 골프관련 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 피험자들의 특성

| 신장(cm) | 체중(kg) | 핸디캡 | 경력(년) |
|-------------|-------------|----------|-----------|
| 176.57±2.87 | 72.57±11.47 | 3.35±3.0 | 9.29±2.97 |

2. 실험방법

1) 실험 준비 및 골프 스윙 실시

스윙 동작에 대한 3차원 좌표를 얻기 위한 방법은 일반적으로 이용되는 DLT방식을 이용하였다. 통제점틀(object reference frame)은 직육면체 형태 세 개를 연결하여 사용하였으며, 좌표계는 목표 방향이 Y축, 수직이 Z축이 되도록 설치하였다(그림 1).

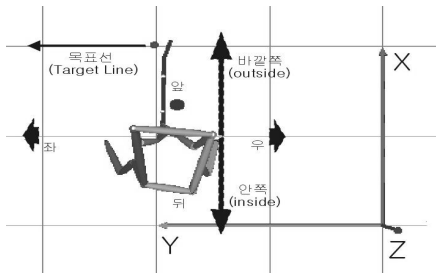


그림 1. 분석에 이용할 관성 좌표계와 방향 (성낙준, 2004)

스윙 동작을 촬영하기 위해 6대의 적외선 고속 카메라(Motionmaster 100, Visol, Korea)를 이용하였으며, 촬영 속도는 120 frame/s 으로 실시하였다.

촬영된 영상을 자동으로 디지털화(digitize)하기

위해서 골프 클럽과 인체의 특정 부위에 반구형의 반사 마커(marker)를 부착하였다. 마커 부착 부위는 좌우 대퇴 골두, 좌우 어깨, 좌우 팔꿈치의 외상과, 좌우 팔목의 내상과, 그립(grip)의 원위(distal) 끝, 샤프트(shaft)의 원위 끝으로 마커를 부착한 피험자의 형태는 <그림 2>와 같다.

피험자들은 자신의 드라이버를 이용하여 3회의 샷을 K대학교의 스윙 분석 실험실 타석에서 실시하였다. 매 스윙 후 타구분석기(square one, USA)를 이용하여 공의 방향과 거리를 확인 한 후, 본인이 가장 잘 실시하였다고 판단한 스윙을 선택하여 컴퓨터에 저장하였다.

2) 자료처리

동작 영상의 디지털화(digitize)와 분석을 위한 컴퓨터 프로그램은 Kwon3D XP version(Visol,Korea)을 이용하였다. 자료의 보간은 2차원 좌표 및 3차원 좌표 모두 부분 보간(partial interpolation)으로 하며, 우연 오차의 제거를 위해 사용한 버터워스 저역통과 필터(butterworth low-pass filter)의 차수는 2차, 차단 주파수는 6Hz로 하였다. 자료 분석을 위해 비디오를 통해 확인 할 수 있는 7개의 event를 아래와 같이 정의하였다(그림 2).

Ball address(BA) - 백스윙 시작 지점.

Middle of backswing(MB) - 백스윙 중간 지점.

End of backswing(EB) - 다운스윙 시작 직전.

Middle of downswing(MD) - 다운스윙시 클럽 샤프트가 지면과 수평인 지점.

Ball impact(IM) - 볼/드라이버 임팩트 지점.

Middle of follow-through(MF) - IM 후 클럽 샤프트가 지면과 수평인 지점.

End of follow-through(EF) - 스윙동작이 끝나고 클럽샤프트가 지면과 수평인 지점.

또한 이들 각각의 event를 이용하여 골프스윙을 6개의 구간으로 나누었다.

(a) early take away(ETA): BA 에서 MB 까지,

(b) late take away(LTA): MB에서 EB 까지,

(c) forward swing(FS): EB 에서 MD 까지,

(d) acceleration(AC): MD 에서 IM 까지,



그림 2. 마커부착 위치 및 골프스윙 event 정의(좌에서 우로)
 (e) early follow-through(EFT): IM 에서 MF까지, 수준은 $p < .05$ 로 하였다.
 (f) late follow-through(LFT): MF 에서 EF 까지.

자료 처리 후 계산된 각 마커들의 3차원 좌표값을 이용하여 결과를 도출하였다. 권영후(2007)가 개발한 편평도 기법(plane analysis)을 이용하여 스윙 궤적이 얼마나 평면에 가까운지를 알아보기 위해 궤적에 가장 근접하는 평면(근사 평면)을 계산한 후 피험자의 실제 궤적값을 근사 평면에 투영하였다. 근사평면 계산은 샤프트 원위점 마커의 프레임별 모션벡터를 확인하고 그 모션벡터와 수직인 임의의 축을 선정한 후 최소 자승법을 이용하여 정확한 회전축을 찾아낸 후 이 축을 이용하여 회전하는 마커의 평면을 구할 수가 있다.

실제 궤적이 완벽한 평면을 형성하면 실제 궤적과 투영된 궤적은 이론적으로 서로 일치한다. 실제 궤적과 투영된 궤적을 비교하여 궤적의 '편평도(flatness)'를 계산하여 스윙평면이 단일면과 얼마나 차이가 나는지를 확인한 후 오차범위가 10cm미만인 피험자들을 단일평면 (SP)스윙 그룹으로, 오차범위가 10cm 이상인 피험자들을 다중평면(MP) 스윙 그룹으로 구분하였다.

3. 통계처리

SPSS version 12.0 통계 프로그램을 이용하여 전체 스윙 구간과 부분스윙 구간 간의 편평도에 대한 유의차가 있는지를 알아보기 위해 independent sample t-test를 실시하였다. 또한 두 그룹간의 전체스윙의 편평도와 각 event 별 편평도, 샤프트 단위벡터 성분 및

원위점 변위에 대한 유의차를 검증하기 위해 independent sample t-test를 실시하였다.

편평도와 핸디캡간의 상관관계를 알아보기 위해 Pearson 상관계수 분석을 실시하였다. 통계적인 유의

III. 결과 및 논의

1. 구간별 소요시간

드라이버 스윙 시 측정된 각 구간별 평균 소요시간 및 표준편차는 <그림 3>과 같다. ETA 구간에서는 0.496 ± 0.076 초, LTA 구간에서는 0.549 ± 0.098 초, FS 구간에서는 0.276 ± 0.053 초, AC 구간에서는 0.053 ± 0.01 초, EFT 구간에서는 0.064 ± 0.006 초, LFT 구간에서는 0.196 ± 0.023 초가 각각 소요되었다. 전체 스윙에 소요된 시간은 1.632 ± 0.158 초로 나타났다.

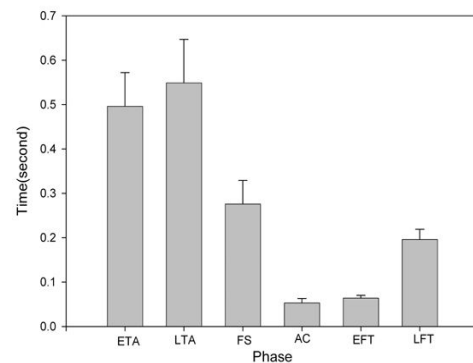


그림 3. 구간별 평균 소요시간 및 표준편차

구간별 평균 소요시간이 가장 긴 구간은 LTA로 FS 구간의 약 2배의 시간이 소요된 것으로 나타났다. 반면에 AC구간의 평균소요시간은 FS구간 소요 시간의 1/5정도로 나타났고 AC와 EFT구간의 평균소요시간은 비슷하게 나타났다. 이 같은 결과는 선행연구들과 비교해 볼 때 거의 유사한 것으로 판단된다.

김도형(2007)의 연구결과에서는 LTA 구간의 경우

0.54±0.07초, FS와 AC를 합친 구간에서는 0.30±0.04초로 본 연구결과와 거의 일치하는 것을 확인할 수 있었다. FS구간의 경우 선행연구 결과를 분석해보면 Milburn(1982)의 경우 평균 0.23초, Neal & Wilson(1985)의 경우 0.21초로 나타나 본 연구결과가 평균 0.04~0.06초 정도 더 소요되는 것을 알 수 있었다. 전체 스윙 구간의 평균 소요시간 또한 선행연구 결과보다 약 0.37초 더 걸리는 것으로 나타났다(박성순, 이경일, 송주호, 2000). 이 같은 차이는 선수들의 스윙 스타일과 스윙 구간의 정의에 있어 선행연구들과 동일하지 않아 나타나는 결과라고 생각된다.

표 2. 피험자의 편평도, 핸디캡, 스윙타입 특성 비교

| Subject | Flatness | Handicap | Swing type |
|---------|----------|----------|------------|
| 1 | 10.459 | 6 | MP |
| 2 | 10.176 | 3 | MP |
| 3 | 10.656 | 0 | MP |
| 4 | 14.502 | 4 | MP |
| 5 | 10.225 | 5 | MP |
| 6 | 11.145 | 3 | MP |
| 7 | 11.93 | 0 | MP |
| 8 | 6.788 | 7 | SP |
| 9 | 8.981 | 0 | SP |
| 10 | 3.577 | 0 | SP |
| 11 | 6.08 | 5 | SP |
| 12 | 6.785 | 0 | SP |
| 13 | 7.494 | 5 | SP |
| 14 | 6.974 | 9 | SP |

· MP : 다중 평면스윙, SP: 단일 평면스윙

2. 편평도와 핸디캡과의 상관관계

드라이버 스윙 동작 시 스윙 스타일과 골프 실력 간의 상관관계를 알아보기 위해 편평도와 핸디캡을 이용하여 검증한 결과 전혀 상관관계가 없는 것(-.074)으로 판명이 되었다(표 2).

이는 대부분의 골프레슨 전문가들이 주장하는 의견과 동일한 결과로서 골프 실력은 스윙 스타일보다는 골퍼 자신의 샷 능력, 즉 샷의 재현성과 구질의 일관성, 정확도, 비거리 등에 의해 결정되는 경우가 훨씬 더 많음을 보여주는 것으로 사료된다(권영후, 2007; Leadbetter, 2002; Hardy, 2006).

3. 두 스윙 구간 간의 편평도 비교

스윙궤적의 편평도 계산에 있어 스윙 구간의 차이가 유의한 영향을 미치는지를 확인하기 위해 전체구간(AD-EF)과 다운스윙구간(EB-MF)간의 비교를 실시하였다. <표 3>에서 나타난바와 같이 다운스윙구간이 전체 구간보다 최소값 및 최대값 모두 상대적으로 작게 나타났다. 이 같은 현상은 LTA 구간과 LFT 구간의 편평도값이 상대적으로 높게 나타나 이 두 구간의 편평도값을 포함하지 않은 다운스윙구간이 편평도 계산에 있어 오차 및 평균값을 감소시키는데 유리하기 때문이다. 하지만 이 두 구간 간의 편평도에 대한 통계적 유의차는 나타나지 않아 구간 설정이 편평도 계산에 있어 결정적인 요인이 아님을 확인할 수 있었다.

표 3. 구간별 편평도 특성 비교

| 구 간 | AD - EF | EB - MF |
|----------|---------|---------|
| 최소값(cm) | 3.577 | 2.164 |
| 최대값(cm) | 14.502 | 10.474 |
| 평균(cm) | 8.984 | 7.010 |
| 표준편차(cm) | 2.846 | 2.717 |

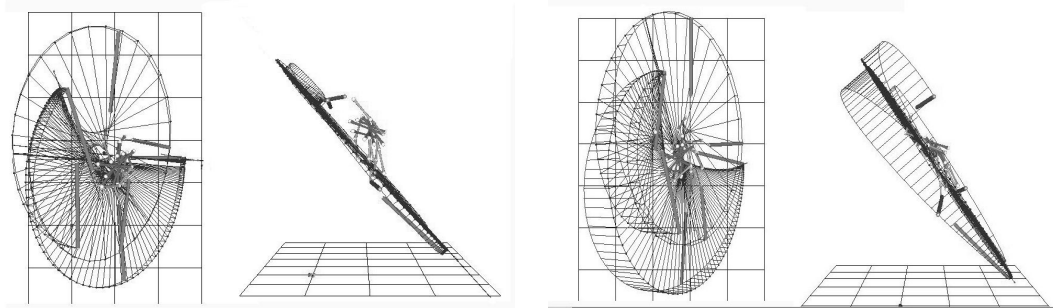


그림 4. 단일평면 스윙(좌)과 다중평면 스윙(우)의 대표적 편평도 궤적 (횡단면과 좌우면)

4. 두 스윙 그룹 간의 편평도 비교

편평도에 대한 SP 스윙 그룹과 MP 스윙 그룹을 비교한 결과 두 스윙 그룹간의 유의차를 확인할 수 있었다. <표 4>의 결과 중 단일평면 스윙 그룹의 최소값과 다중평면 스윙 그룹의 최대값은 선행연구에서 소개한 편평도 24cm의 SP 스윙과 20.6cm의 MP 스윙의 결과와 유사한 것으로 사료된다(권영후, 2007).

표 4. 스윙 그룹 간 편평도 특성 비교

| 스윙 그룹 | 다중평면(MP) | 단일평면(SP) |
|----------|----------|----------|
| 최소값(cm) | 10.176 | 3.577 |
| 최대값(cm) | 14.502 | 8.981 |
| 평균(cm) | 11.299* | 6.668 |
| 표준편차(cm) | 1.539 | 1.635 |

*p<.05

<그림 4>는 두 스윙 그룹의 대표적 사례를 그림으로 보여주는 것으로서 SP 스윙 그룹의 경우 최소 편평도 값을 기록한 피험자의 경우이고 MP 스윙 그룹의 경우에는 최대 편평도 값을 기록한 피험자의 스윙 궤적을 보여주고 있다. 이 두 궤적에서만 살펴보아도 두 스윙 그룹의 스윙 패턴이 확연히 차이가 나타남을 알 수 있을 것이다. <그림 5>는 두 스윙 그룹 간 편평도 비교에 있어 각 event별 비교를 실시한 결과를 보여주고 있다. MB, EB, 그리고 EF에서 유의차를 발견하였는데 MP 스윙 그룹이 SP 스윙 그룹보다 편평

도의 값이 크게 나타났고 그 오차범위 또한 큰 것을 확인할 수 있었다.

이들 세 event는 실제 골프레슨에서 흔히 사용되는 정지화면을 이용한 스윙 평면 비교 시에도 가장 확연한 차이를 나타내는 부분으로 스윙 스타일을 결정짓는 대표적인 특징이라고 판단된다(Hardy, 2006).

특히 이 같이 유의한 결과는 본 연구의 경우 골프 실력 차가 크지 않는 엘리트선수들을 대상으로 하였음에도 불구하고 선행 연구에 비해 실험참가자의 수가 상대적으로 많기 때문에 편평도를 이용하여 스윙 그룹을 구분함에 있어 본 연구에서 정의한 오차범위 10cm가 기준점의 역할을 충분히 한 것으로 판단할 수 있는 근거이다.

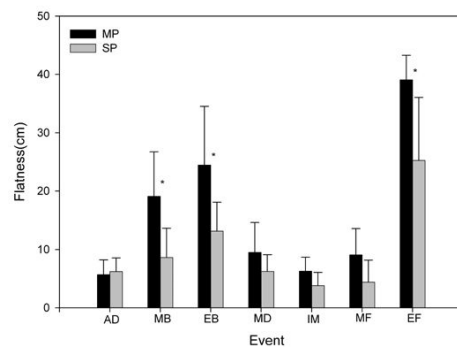


그림 5. Event 별 두 스윙 그룹 간 편평도 비교

5. 두 스윙 그룹 간의 샤프트 단위벡터 성분 비교

<그림 6>은 골프 스윙 시 샤프트의 X축과 Z축의 단위 벡터 성분을 그래프화 한 것으로 좌우면상에서

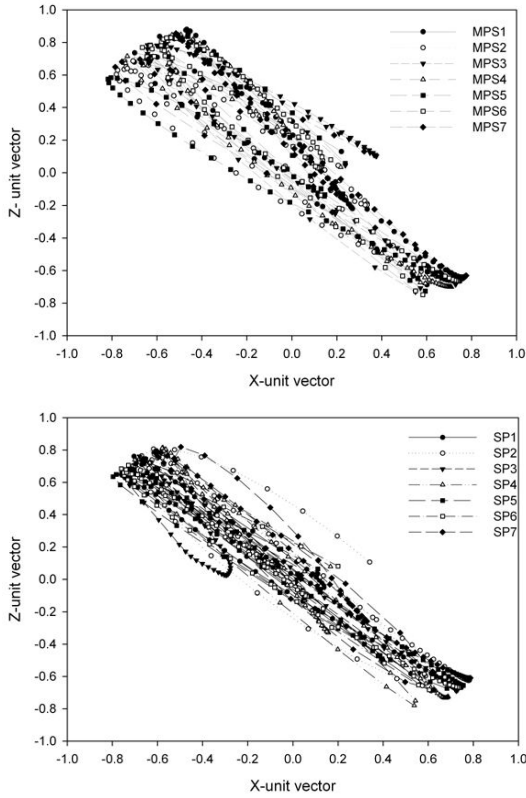


그림 6. 골프 스윙 시 샤프트 단위 벡터의 이동패턴

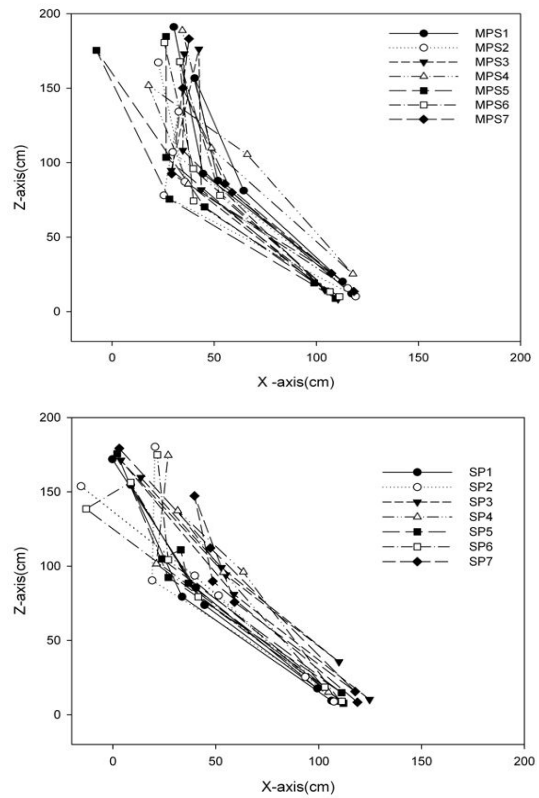


그림 7. 골프 스윙 시 샤프트 원위점의 이동패턴

이 벡터 성분이 어떻게 움직이고 있는지를 보여주고 있다. SP 스윙 그룹의 경우가 MP 스윙 그룹의 경우보다 단일 직선상에 가까운 것을 볼 때 이 두 축의 샤프트 단위 벡터의 이동 경로가 두 가지 다른 스윙 스타일을 확인하는 간접적인 지표가 될 수 있음을 시사하고 있다. 그러나 이들 각각의 단위벡터 성분(X축 단위벡터, Z축 단위벡터)을 동일한 event별로 나누어 두 스윙 스타일 간 비교한 결과 어느 event에서도 유의한 차이는 발견할 수가 없었다.

6. 두 스윙 그룹 간의 샤프트 원위점 변위 비교

<그림 7>은 골프 스윙 시 샤프트의 원위점이 좌우면(X-Z 평면)에서 각 event 별로 어떻게 이동하고 있는가를 보여주고 있다. SP 스윙 그룹의 경우가 MP 스윙 그룹의 경우보다 단일 평면 스윙 스타일의 특징인 일직

선의 형태에 더 근접해 있고 MP 스윙 그룹의 경우 이중 평면 스윙의 특징이라고 할 수 있는 L자 형태의 선이 나타나는 것으로 볼 때 이 원위점의 이동비교가 샤프트 단위벡터 성분 비교와 마찬가지로 두 가지 다른 스윙 스타일을 확인하는 간접적인 지표가 될 수 있음을 보여주고 있다.

그러나 이들 각각의 원위점 좌표 성분(X축, Z축)을 동일한 event별로 나누어 두 스윙 스타일 간 비교한 결과 어느 event에서도 유의한 차이는 발견할 수가 없었다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 국내 엘리트 골프선수들을 대상으로 3차원 스윙 평면 분석(swing plane analysis)을 실시하여 스윙 평면의 편평도를 확인하고 이들 스윙이 어떤 유형

의 스윙인지를 확인하고자 하였다. 또한 편평도를 이용한 스윙 평면 분석 이외에 다른 운동학적 변인을 이용한 스윙 평면 분류가 가능한지도 시도해 보았다. 그 결과 편평도와 핸디캡간의 상관성은 없는 것으로 판명되어 골퍼의 경기력이 스윙 평면 스타일과는 무관한 것으로 나타났다. 골프 스윙 시 편평도를 계산함에 있어 필수적인 요소인 근사평면을 구성하는데 중요한 요인 중 하나인 스윙 구간이 편평도에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시한 비교에서는 구간 간 유의차가 나타나지 않아 구간 설정이 편평도에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 판단이 되었다. 따라서 골프 스윙의 전체구간만을 이용하여 두 스윙 그룹간의 편평도 비교를 실시한 결과 유의한 차이를 확인할 수가 있었다. 물론 SP와 MP 스윙 그룹으로 구분함에 있어 기준이 된 편평도 오차범위 10cm가 큰 값일 수도 있었지만 본 연구결과 두 스윙 그룹을 구분하는 대표적인 특징인 백스윙 및 팔로우드로우에서의 스윙 궤도차를 확인함에 있어 두 스윙 그룹 간 event 별 편평도 비교에서 유의한 차이를 발견함으로써 본 연구에서 정의한 오차범위 10cm는 두 스윙 스타일을 구분하는데 유효한 것으로 나타났다. 편평도를 이용한 스윙평면 분석 이외에 드라이버 샤프트의 백터 성분 및 변위와 같은 운동학적 변인을 이용한 스윙 평면 비교를 시도하였다. 두 스윙 그룹 간 샤프트 단위백터 비교와 샤프트 원위점 변위 비교를 event 별로 실시한 결과 통계적으로 유의한 차이는 확인이 되지 않았다. 하지만 전체적인 변인들의 이동패턴을 살펴볼 때 각각의 스윙 그룹의 특징을 잘 보여주고 있기 때문에 스윙 스타일을 판단하는 간접적인 지표가 될 가능성을 보여주었다. 전술한바와 같이 스윙 평면 스타일과 경기력과는 무관하다. 그러나 좋은 스윙의 기본요소인 일관성 있는 스윙 궤도를 유지하기 위해서는 단일평면 스윙 스타일이 다중 평면 스윙 스타일보다는 유리한 것 또한 사실이다. 본 연구 중 알게 된 것 사실 중 하나는 많은 피험자들이 자기 스윙 스타일이 단일평면 스타일이라고 알고 있었음에도 불구하고 실제 분석 결과는 다중 평면 스윙 스타일로 나타났다는 것이다. 이 같은 현상은 권영후(2007)가 언급한 바와 같이 레슨프로들이 이용하는 정지화면을 통한 스윙 평면 스타일 진단 방법이 실제 3차원동작분석을 통해 실시한 스윙 평면 분석에 비해 정확도가 높지 않음을 시사하고 단일 평면 스

윙 스타일로 스윙을 개조하기 위해서는 3차원 스윙 평면 분석이 반드시 필요하다는 것을 확인시켜주었다.

참고문헌

- 권영후(2007). **골프의 역학: 스윙 평면과 단일면 스윙의 이해**. 스포츠과학, 42-49.
- 김도형(2007). **골프 클럽에 따른 스윙 동작의 운동학적 비교**. 한국스포츠리서치, 18(4), 41-52.
- 박성순, 이경일, 송주호(2000). **골프 드라이버 스윙 동작 시 운동학적 특성 비교 분석**. 한국체육학회지, 39(1), 528-539.
- 성낙준(2004). **골프 클럽의 스윙궤도와 스윙면에 대한 고찰**. 한국운동역학회지, 14(1), 99-115.
- 소재무(1998). **번덕스런 골프의 역학적 해법**. 서울: 흥경.
- Haney, H.(2002). **헝크 헤인니의 21세기 최고의 테크닉(장석기 역)**. 경기도: 한일 산업.
- Hardy, J.(2006). **스윙 플레인의 원리(현준선 역)**. 서울: 삼호미디어.
- Heuler, O.(1996). **Golf swing basics (E. Reinersmann, Trans.)**. New York: Sterling Pub. Co.
- Hogan, B(1966). **벤 호건 모던 골프(편집부 역)**. 서울: 전원 문화사.
- Leadbetter, D.(2002). **골프 스윙**. 서울: 삼호 미디어.
- Milburn, P.(1982). **Summation of segmental velocities in the golf swing**. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(1), 60-64.
- Neal, R. and Wilson, B.(1985). **3-D Kinematic and kinetics of the golf swing**. *International Journal of Sport Biomechanics*, 1, 221-232.
- Strausbaugh, B.(1994). **How to clear your head**. *Golf Digest*, 45(3), 114-118.

투 고 일 : 01월 31일
심 사 일 : 02월 16일
심사완료일 : 03월 24일