



투어프로골퍼 스윙의 운동학적 분석

Kinematic Analysis of Swing of Golfer on Professional Golf Tour

임정*(연세대학교) · 나성훈(고려대학교)

Lim, Jung* (Yonsei University) · Na, Sung-Hoon (Korea University)

국문요약

본 연구는 투어중인 프로골퍼를 대상으로 시즌 중 사용하는 드라이버스윙을 분석하는데 목적을 두었다. 연구대상으로서 3명의 KPGA(Korean Professional Golfer Association)의 투어골퍼를 대상으로 시즌중의 드라이버스윙을 수집하기위해 시즌 마지막 경기 직후 측정하였다. 다운스윙구간을 분석구간으로 정했으며 임팩트 이후 릴리즈 구간까지 분석하였다.

그 결과 기존의 운동학적 연구에서 나타난 주동분절 간의 유기적 작용은 본 연구에서도 같게 나타났다. 흉곽, 왼팔 그리고 손으로 이어지는 시스템은 상위분절인 흉곽이 먼저 움직이고 왼팔, 왼손과 클럽으로 이어지는 순서를 보임으로서 선행연구와 같게 나타났다. 오류의 수준이 크게 줄어든 데이터를 이용하여 미세한 변화를 정확하게 기술할 수 있었다. 그러나 선행연구와 다른 결과도 나타났다. 3명의 대상자 모두에게서 왼팔의 코킹각의 구성에 있어서 기술되지 못했던 왼손의 내전각을 표현할 수 있었고 그로인해 왼손의 내전각은 코킹의 형성에 크게 영향을 주지 않는 것을 발견했다. 또한 선행연구에서 강조되었던 임팩트 직전 흉곽의 운동이 볼의 진행방향의 반대라 미세하지만 볼의 진행방향과 같은 방향으로 진행됐음을 알 수 있었다.

ABSTRACT

J. LIM, S. H. NA, Kinematic Analysis of Swing of Golfer on Professional Golf Tour. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 18, No. 3, pp. 43-50, 2008. The purpose of this research is to analysis the swing of driver used by professional golfers during on-season. In order to collect on-season driver swings of research objects, which are three KPGA(Korean Professional Golfer Association) professional golfers, measurements were carried out right after the last game of a season. The analysis range was set to down-swing point while analysis was conducted to after-impact, release point.

As a result, systematic process between leading segments of the previous precise kinematic analysis research seems to turn up the same. However, there were different results compared to the preceding research. All three testers expressed adduction of left hand which could not be described with forming cocking angle, in consequence, adduction of left hand does not have a big effect on formation of cocking. Moreover, chest movement right before the impact; which was emphasized in previous research, the direction was not opposite but the same with the ball.

KEYWORDS : PROFESSIONAL GOLFERS DURING ON-SEASON, DRIVER SWING, COCKING ANGLE

* lj5400@yonsei.ac.kr

I. 서론

골프스윙의 연구는 많은 운동역학자와 지도자, 그리고 프로골퍼에 의해 이루어져 왔다(Harmon, 2001). 그 결과 각 자의 경험적 자료와 그 당시 이용할 수 있는 과학적 측정법을 이용하여 많은 이론을 기술해 왔다. 이렇게 형성되고 누적되어온 이론들은 현장에서 유능한 지도자들과 프로골퍼들에 의해 훈련과 투어(경기)에 적용되어 왔다(Bradley, 2004 ; Golf Digest, 2004).

이 이론들은 현장에서 레슨을 하는 지도자들에 의해 경험적 검증으로 증명되었다. 지도자 스스로의 시도, 레슨을 받는 대상자에게 시도, 그리고 다른 프로골퍼들과 숙련자들에게 그와 같은 경험에 대한 인터뷰를 통해 증명되어 왔다. 이 과정이 필요한 이유는 측정 장비의 낮은 신뢰도에 의해 나타나기도 했다. 골프스윙의 연구는 실질적으로 기계학적 영역을 적용하여 이루어진다. 결국 물리학적 근거를 사용할 수 있으므로 수치에 의한 결론을 내릴 수 있다. 그러나 골프스윙이라는 종합적인 기술평가에 있어서 확실한 답을 낼 수는 없었다. 그 이유는 인체를 강체(Rigid Body)로 보고 설명하기에는 생체에 의한 변인이 스윙의 결과에 영향을 줄 수 있다고 판단되기 때문이다(임정, 2004; Winter, 1990). 또한 측정 장비의 자료산출의 정확도가 높지 않아 스윙결과에 영향을 줄 수 있는 크기의 오류를 범할 수 있기 때문이다. 종합적으로 강체로 제한하여 나타나는 오류와 측정 장비의 오류에 의해 복합적인 오류를 범하게 된다. 따라서 기계장치를 이용한 국부적인 측정 외에는 종합적인 기술 분석은 명확한 근거를 제시할 수 없었고 그로인해 현장의 명성이 높은 레슨가나 프로골퍼의 경험적 검증을 통해 인증을 받아야 했다.

스윙 연구를 위한 분석대상이 될 대상자의 선정과 스윙의 수집시기에도 치밀한 계획이 필요하다. 골프선수들 선정하여 스윙자료를 수집하기 위해서는 어떤 선수를 선택하고 어떤 스윙의 자료를 수집하겠는가. 상위랭킹의 프로골퍼들의 연중 일정을 파악하고 선수들의 인터뷰를 통해 알아본 결과, 대상자는 프로골프 정규투어를 참가하는 선수 중 상위랭킹의 선수들을 선정해야 하고 스윙은 시즌중의 스윙자료를 수집해야 의미가 있다고 한다.

그러나 이 선수들의 스윙을 시즌 중에 측정 할 수는 없다. 특히 상위랭킹의 선수들은 시즌 중에 스윙을 교정하지 않으며 스윙의 촬영조차 꺼려한다는 것이다. 따라서 골프스윙의 유용한 자료를 수집하기란 어려운 문제이다.

하지만 측정 장비의 발전과 광학식 장비에서 발생하던 측정자의 오류(Human Error)를 개선할 수 있는 장비들이 개발됨으로서 측정 장비에 의한 오류를 줄여나가고 있다. 결국 골프 스윙의 분석만이 아닌 동작분석의 전체적인 과제개선이 이루어지고 있고 개선되어갈 문제 이므로 그런 문제점이 존재한다는 것을 인식하는데 의미가 있다고 본다. 그렇다면 현실적으로 골프스윙에서 개선 가능한 부분인 양질의 대상자 선정은 가능한 것인가? 문제는 상위랭킹의 투어프로골퍼들을 시즌 중에 사용하는 스윙을 어떻게 수집하느냐는 것이다. 이는 시즌의 마지막 경기가 끝난 후 빠른 시일 내에 수집하는 방법을 찾을 수가 있다. 이와 같은 계획이 가능하다면 그동안 실시 되어온 골프스윙의 종합적인 기술평가가 가능할 것이다.

따라서 본 연구는 골프의 현장자료 수집의 일환으로 투어프로골퍼의 스윙을 시즌이 끝난 후에 측정하여 선수가 실제 경기에 사용하는 스윙을 운동학적으로 분석하는데 목적이 있다. 또한 기존의 선행 연구를 통해 스윙의 결과에 직접적으로 영향을 주는 구간을 다운스윙 구간이라고 판단하고 백스윙 탑에서 임팩트, 릴리즈까지를 분석 구간으로 정하였다.

II. 연구방법

1. 실험절차

대상자는 3명의 KPGA(Korean Professional Golfers Association) 소속 투어골퍼를 선정하였다.

자료 수집은 9대의 적외선 카메라를 이용한 Vicon Motion System Ltd.(VMSL)을 이용하였다. 이 동작분석시스템에서 요구하는 플러그인 게이트의 좌표인식 마커를 착용하였다. 자료 수집은 1/200sec간격으로 영상을 형성시켰다.

영상의 수집은 어드레스부터 팔로우스루까지 골프스윙의 전 동작을 수집하였으며 드라이버스윙을 대상으로 하였다.

표 1. 대상자 정보

대상자	신장(cm)	나이(년)	경력(년)
1	173	22	7
2	181	24	9
3	182	22	8

대상자에게 10번의 드라이버스윙을 실시하게 하였으며 그 중 타구의 탄도와 거리가 대상자의 경기 시 기록과 가장 흡사한 8개의 스윙을 선정하여 영상자료로 만들었다. 그 영상 중 시즌 중에 대표적으로 사용된 스윙 1개를 대상자 본인이 선정하게 하였다.

2. 자료처리

수집된 자료는 VICON 사의 Workstation이라는 프로그램으로 그림 1과 같은 해부학적 모델로 가시화시켰다. 모델의 해부학적 근거는 플러그인 게이트로 실측된 자료에 인체해부학적 자료를 적용시켜 뼈 모양의 애니메이션 영상으로 재생시켰다.

운동학적 기술분석을 위해 레슨에 필요한 중요 관절의 해부학적 각도변화를 나타냈다. 해부학적 각도는 오일러의 공식(Euler's equation of angle)을 이용하여 3차원 동작으로 나타내었다.

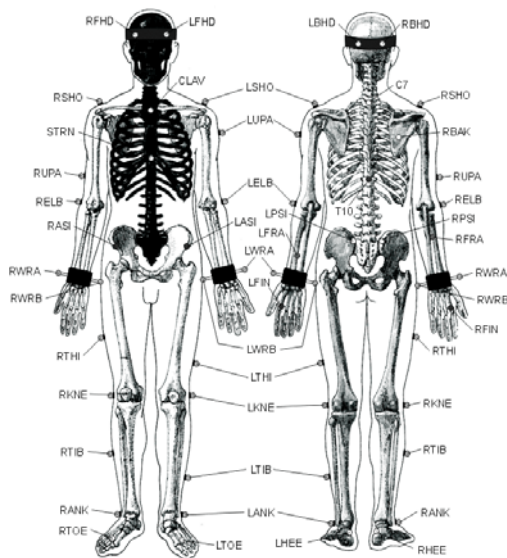


그림 1. 좌표화를 위한 플러그인게이트 위치

1) 운동학적(Kinematics) 분석

(1) 전체스윙의 소요시간 측정

상위랭킹의 골퍼들의 구간별 소요시간을 측정하여 국면별 전체소요시간에 대한 비율을 알아보려고 했다.

(2) 운동학적 기술 분석 위한 구간설정

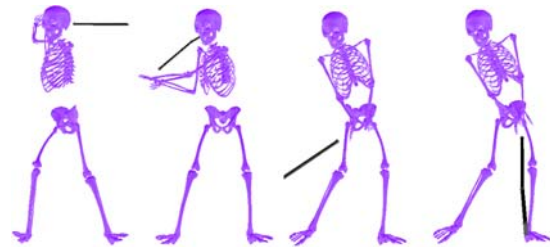


그림 2. 스윙분석구간 구분

(3) 운동학적 분석을 위한 시스템의 구성

임정(2004), 임정과 황인승(2006)이 사용한 3분절시스템을 이용하여 스윙에 관여하는 3개의 분절이 작용하는 3개의 관절의 각변위를 이용하여 운동학적 데이터로 표현 하였다.

(4) 분절 간의 각도차를 설명하기위한 지역축 구성

원손의 지역축 : 원손의 무게중심점(center of mass)에 구성된 x_w, y_w, z_w 의 단위벡터

x_w : anterior - posterior 방향을 나타내는 단위벡터

y_w : medial - lateral 방향을 나타내는 단위벡터

z_w : vertical 방향을 나타내는 단위벡터

왼팔의 지역축 : 왼쪽 팔의 무게중심(center of mass)에 구성된 $x_{arm}, y_{arm}, z_{arm}$ 의 단위벡터

x_{arm} : medial - lateral 방향을 나타내는 단위벡터

y_{arm} : anterior - posterior 방향을 나타내는 단위벡터

z_{arm} : vertical 방향을 나타내는 단위벡터

어깨의 지역축 : 왼쪽 어깨관절 중심에 구성된 $x_{sdr}, y_{sdr}, z_{sdr}$ 의 단위벡터

x_{sdr} : anterior - posterior 방향을 나타내는 단위벡터

y_{sdr} : medial - lateral 방향을 나타내는 단위벡터

z_{sdr} : vertical 방향을 나타내는 단위벡터

흉곽의 지역축 : 흉곽의 무게중심(center of mass)에 구성된 x_{ut}, y_{ut}, z_{ut} 의 단위벡터

x_{ut} : anterior - posterior 방향을 나타내는 단위벡터

y_{ut} : medial - lateral 방향을 나타내는 단위벡터

z_{ut} : vertical 방향을 나타내는 단위벡터

골반의 지역축 : 골반의 무게중심(center of mass)에 구성된 x_{lt}, y_{lt}, z_{lt} 의 단위벡터

x_{lt} : anterior - posterior 방향을 나타내는 단위벡터

y_{lt} : medial - lateral 방향을 나타내는 단위벡터

z_{lt} : vertical 방향을 나타내는 단위벡터

이와 같은 상위분절의 지역좌표계에 대한 하위분절의 회전을 해부학적 운동으로 가정하고 운동학적 각운동을 나타냈다.

(5) 운동학적 데이터 그래프의 구분은 다음과 같다.

- ① - 굴곡-신전(flexion - extension)
- ② - 내전-외전(adduction - abduction)
- ③ - 내-외측 회전(internal - external rotation)

III. 결과 및 논의

1. 대상자의 스윙국면별 소요시간

3명의 대상자가 나타낸 소요시간 중 각자가 가지고 있는 개인차에 의해 팔로스루는 차이가 있을 수 있으므로 동작의 목적인 임팩트까지 만을 살펴보자. 대상자

표 2. 스윙 국면별 소요시간(단위:sec)



대상자	어드레스	백스윙탑	임팩트	팔로스루
1	0.000	0.565	0.755	1.120
2	0.000	0.565	0.725	0.995
3	0.000	0.600	0.780	1.090

표 3. 백스윙과 다운스윙의 비율(단위:sec)

대상자	백스윙	다운스윙	백스윙:다운스윙
1	0.565	0.190	2.97:1
2	0.565	0.160	3.53:1
3	0.600	0.120	5.00:1

1.과 2는 백스윙구간에서 같은 시간을 소요하고 있다. 대상자 3은 0.035초를 더 사용하고 있다. 임팩트까지 내려오는데 대상자 3의 소요시간이 0.120초로 가장 짧았다. 대상자 1은 0.190초, 대상자 2는 0.160초로 나타났다. 정확성과 파워요인으로 중요한 변인이 될 수 있는 타이밍의 요소(전철우 외, 2006)로 볼 수 있는 백스윙과 다운스윙의 비율은 다음과 같다.

통계적인 수치에 의해서 설명해야 할 변인이기 때문에 소요시간에 의한 백스윙과 다운스윙의 비율에 대한 설명을 하기에는 어려움이 있다. 하지만 세 선수의 투어 성적에서 드라이버 스윙의 평균 비거리와 정확성을 나타내는 공식집계에서 대상자 1과 2의 결과와 3의 결과는 차이가 있는 것으로 나타나 표2와 표3의 결과를 가지고 유추할 수는 있다고 본다. 대상자 1은 3명의 대상자중 비거리가 가장 짧은 선수이며 페어웨이 적중률이 투어전체의 5위권 선수이다. 대상자 2는 투어전체에서 페어웨이적중률이 1위인 선수이다. 대상자 3은 투어전체에서 페어웨이 적중률이 20위권의 선수이며 비거리는 5위권의 선수이다. 참고적으로 대상자1, 2는 투어전체에서 10권의 비거리를 기록하고 있다(KPGA,2007).

2. 다운스윙의 운동학적 분석

운동학적 분석의 결과로 다운스윙을 100%로 환산한 x축과 각 분절 간의 해부학적 움직임 각도(degree)로 표시한 y축으로 구성된 그래프를 만들었다(이하 그래프의 x축과 y축에 대한 설명 생략).

1) 대상자 1의 각운동

대상자 1의 왼손의 운동은 곡선③에서 볼 수 있듯이 138°의 내측회전, 곡선①의 36°신전, 그리고 곡선②의 13° 내전상태에서 다운스윙을 시작한다. 일반적으로 코킹(cocking)의 유지 시간이 숙련자와 비숙련자를 구분 짓

는 가시적인 척도라면(Leadbetter, 1990;Mann & Griffin, 2000) 대상자 1은 다운스윙-임팩트-릴리즈를 100%로 볼 때, 64%시점에서 코킹을 풀기 시작하여 72%시점부터 본격적으로 풀기 시작한다. 코킹의 풀림에 사용한 각변위는 손목의 내측회전각의 폭(65)을 가장 많이 사용하고 있으며 다음으로 신전각의 폭(43)을 사용하고 있다. 미세하지만 구조적으로 관절의 폭이 제한되어 있는 내전각의 폭(17)도 사용되고 있다.

임정(2004)의 연구와 임정과 황인승(2006)의 연구에서 고민했던 손목의 내-외측각의 운영은 대상자 1의 경우 약10내전을 이미 한 상태에서 27까지 더 내전시키는 것으로 나타났다. 이것은 다른 각도요소 즉 굴곡-신전, 내-외측회전요소와는 다른 현상이다. 즉 손목의 코킹을 형성하기 위한 외측회전각을 코킹을 풀기위한 내측회전방향으로의 운동 시키는 것과 코킹의 형성을 위한 신전각을 코킹을 풀기위해 굴곡방향으로 운동시키는 현상과 다르다는 것이다. 손목의 코킹에서 기존의 연구에서는 데이터의 신뢰도와 각변위의 폭이 너무 미세하여 확신을 가질 수 없는 부분이므로 기술할 수 없었다. 그러나 대상자 1에서는 어드레스에서 유지된 내전각을 임팩트 직전까지 유지하고 있어 코킹의 형성에 내-외전각은 관여하지 않는 것으로 나타났다.

대상자 1의 왼팔의 운동은 곡선③에서 볼 수 있듯이 138의 내측회전, 곡선①의 46진전, 그리고 곡선②의 79°외전상태에서 다운스윙을 시작한다. 다운스윙-임팩트-릴리즈를 100%로 볼 때, 52%시점까지 내측회전각과 외전각의 감소를 서서히 진행시키며 다운스윙을 한다.

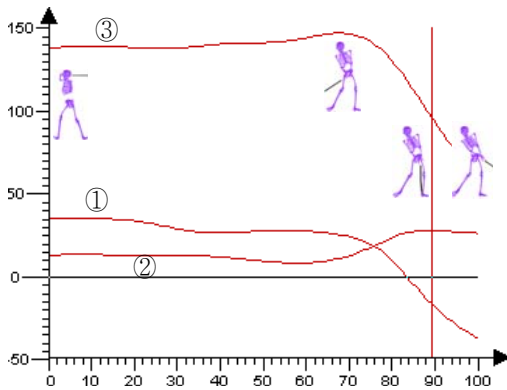


그림 3. 대상자1의 왼손 각변위

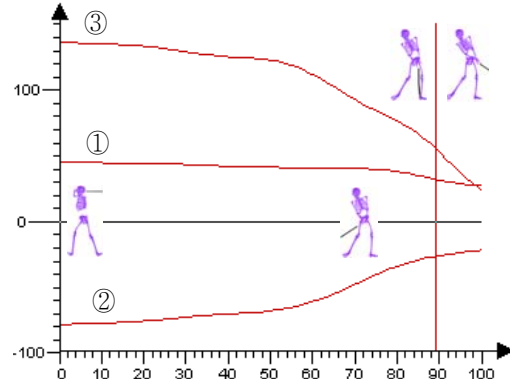


그림 4. 대상자1의 왼팔 각변위

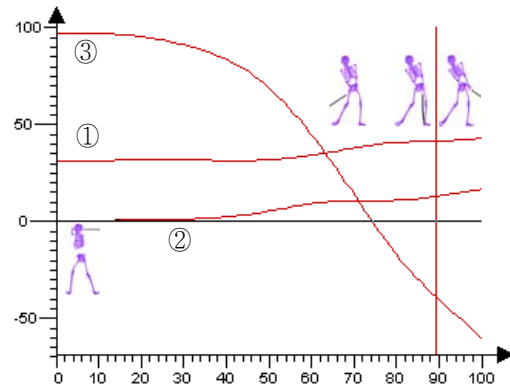


그림 5. 대상자1의 흉곽 각변위

그 후 59(79감소)와 18(61감소)까지 감소시키며 임팩트를 이룬다. 굴곡-신전각은 거의 변화를 주지 않았으며 임팩트 직전에 약간의 신전각의 감소를 보일 뿐이었다.

대상자 1의 흉곽의 운동은 곡선③에서 볼 수 있듯이 96의 내측회전(척추를 중심으로 한 우측회전), 곡선①의 31굴곡, 그리고 곡선②의 0의 내-외전이 없는 상태에서 다운스윙을 시작한다. 다운스윙에서 가장 큰 변화인 코킹이 풀리기 시작하는 시점(64%)을 기준으로 보면 흉곽의 운동은 꾸준히 임팩트를 향해 회전하고 있다. 몸통을 허리를 중심으로 골반과 흉곽으로 나눌 때 몸통의 측면 기울임각(tilt angle)을 알 수 있는 곡선②의 각변화는 다운스윙의 30%시점부터 우측으로 기울어지기 시작하여 18의 우측 기울어짐 상태에서 임팩트를 이룬다. 굴곡각은 41까지 10가량 더 굴곡시켜 임팩트를 이룬다. 골프스윙에 있어서 선행연구가 밝히고 있는 헤드스피드를 늘리기 위해 스윙반대방향으로 흉곽을 미는 현상(신전)임

정, 2004; Mann & Griffin, 2000)은 나타나지 않았고 오히려 약간의 굴곡이 일어남으로서 공을 임팩트하기 위해 공쪽으로 더 다가가는 것으로 나타났다. 이것은 분명 훅박의 운동에 있어서 하위분절들의 스피드를 높이기 위한 동작은 아니다. 그러나 임팩트와 릴리즈 후 훅박을 반대방향으로 신전시키는 현상은 나타났다. 따라서 대상자 1에서는 기존의 선행연구에서 기술되던 하위분절들(팔 - 클럽 - 클럽헤드)의 스피드증가를 위한 스윙반대방향으로의 운동은 임팩트와 릴리즈에서는 나타나지 않고 팔로스루 직전부터 일어나는 것으로 나타났다.

2) 대상자 2의 각운동

대상자 2의 왼손의 운동은 곡선③에서 볼 수 있듯이 142°의 내측회전, 곡선①의 35°신전, 그리고 곡선②의 5°내전상태에서 다운스윙을 시작한다. 이 각도차는 코킹에 사용된 백스윙 탑의 손목의 해부학적 각도차이다. 역시 대상자 1과 비슷한 형태를 보이고 있다. 대상자 2는 다운스윙-임팩트-릴리즈를 100%로 볼 때, 62%시점에서 코킹을 풀기 시작하여 72%시점부터 본격적으로 풀기 시작한다. 코킹의 풀림에 사용한 각변위는 손목의 내측회전각, 신전각, 내전각 순으로 사용되고 있다. 대상자 2에서도 코킹에 사용된 왼손의 내외전각은 백스윙 탑에서 코킹을 이루는데 관여하지 않고 있다. 다만 코킹이 풀리기 직전인 44%-58%구간에서 약간의 외전각을 보이며 클럽을 끌고 내려오는 현상에 의해 피동적인 관여가 나타나고 있다.

대상자 2의 왼팔의 운동은 곡선③에서 볼 수 있듯이 145°의 내측회전, 곡선①의 42°신전, 그리고 곡선②의 92°회전

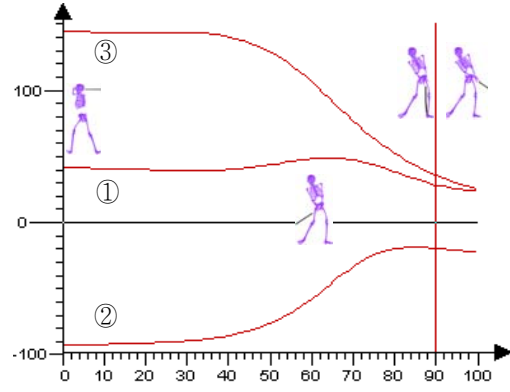


그림 7. 대상자2의 왼팔 각변위

상태에서 다운스윙을 시작한다. 다운스윙-임팩트-릴리즈를 100%로 볼 때, 40%시점까지 내측회전각과 외전각의 감소를 서서히 진행시키며 다운스윙을 한다. 그 후 28(117감소)와 22(70감소)까지 감소시키며 임팩트를 이룬다. 대상자 1에 비해 각도차가 상대적으로 크게 나타났다. 이는 대상자 1보다 백스윙의 크기가 큰 것으로 나타났기 때문이다.

대상자 2의 훅박의 운동은 곡선③에서 볼 수 있듯이 104°의 내측회전(척추를 중심으로 한 우측회전), 곡선①의 26°굴곡, 그리고 곡선②의 6°의 우측기울임 상태에서 다운스윙을 시작한다. 대상자 1과 마찬가지로 다운스윙 전 구간에 걸쳐 훅박의 운동은 꾸준히 임팩트를 향해 회전하고 있으며 기울기는 정비례에 가깝다. 몸통을 허리를 중심으로 골반과 훅박으로 나눌 때 몸통의 측면기울임각(tilt angle)을 알 수 있는 곡선②의 각변화는 다운스윙의 26%시점부터 우측으로 기울어지기 시작하여 22°의 우측

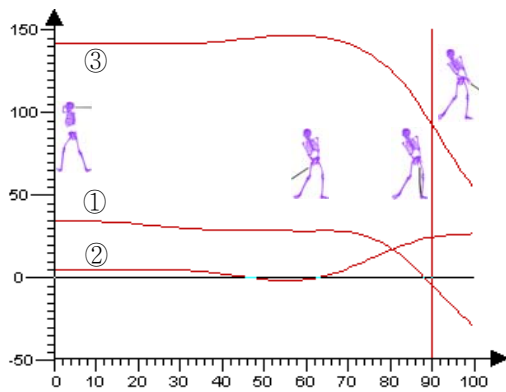


그림 6. 대상자2의 왼손 각변위

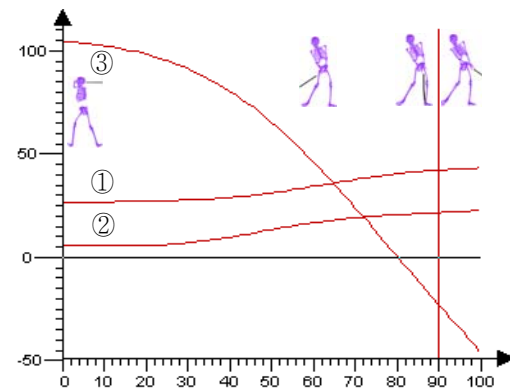


그림 8. 대상자2의 훅박 각변위

기울어짐 상태에서 임팩트를 이룬다. 굴곡각은 43까지 17가량 더 굴곡시켜 임팩트를 이룬다. 역시 대상자 1과 같이 스윙반대방향으로 흉곽을 미는 현상(신전)(임정, 2004; Mann & Griffin, 2000)은 나타나지 않았고 오히려 약간의 굴곡이 일어남으로서 공을 임팩트하기 위해 공쪽으로 더 다가가는 것으로 나타났다. 대상자 2에서도 대상자 1과 같이 기존의 선행연구에서 기술되던 하위분절들(팔 - 클럽 - 클럽헤드)의 스피드증가를 위한 흉곽의 스윙반대방향 운동은 임팩트와 릴리즈에서는 나타나지 않고 팔로스루 직전부터 일어나는 것으로 나타났다.

3) 대상자 3의 각운동

대상자 3의 왼손의 운동은 곡선③에서 볼 수 있듯이 142의 내측회전, 곡선①의 26진전, 그리고 곡선②의 19° 내전상태에서 다운스윙을 시작한다. 내전각의 차가 더 나타나고 있는 것 외에는 대상자 1, 2와 같은 형태의 코킹의 형성이다. 대상자 3은 다운스윙-임팩트-릴리즈를 100%로 볼 때, 60%시점에서 코킹을 풀기 시작하여 곧 급격한 감소율로 코킹각을 줄이고 있다. 이점은 대상자 1, 2와 다르게 나타나는 현상이다. 그러나 코킹의 풀림에 사용한 각변위는 대상자 1, 2와 같은 형태로 손목의 내측회전각, 신전각, 내전각 순으로 사용되고 있다.

대상자 3의 왼팔의 운동은 곡선③에서 볼 수 있듯이 160의 내측회전, 곡선①의 50진전, 그리고 곡선②의 100외전상태에서 다운스윙을 시작한다. 다운스윙-임팩트-릴리즈를 100%로 볼 때, 42%시점까지 내측회전각과 외전각의 감소를 서서히 진행시키며 다운스윙을 한다.

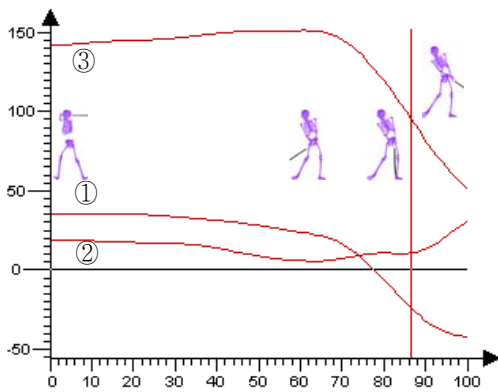


그림 9. 대상자3의 손목각 변위

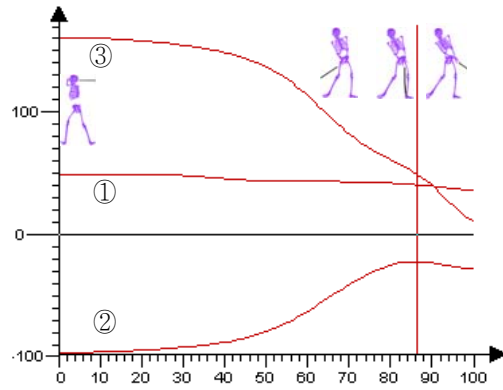


그림 10. 대상자3의 왼팔 각변위

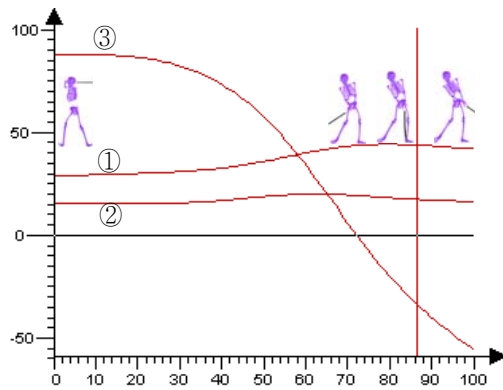


그림 11. 대상자3의 흉곽각 변위

그 후 24(136감소)와 51(49감소)까지 감소시키며 임팩트를 이룬다. 대상자 1, 2에 비해 각도차가 상대적으로 크게 나타났다. 특히 내측외전각의 감소 폭은 3명의 대상자중 가장 크다. 이는 대상자 1, 2보다 더 큰 왼팔의 외측회전에 의해 백스윙을 만들어 내고 있기 때문이다.

대상자 3의 흉곽의 운동은 곡선③에서 볼 수 있듯이 89의 내측회전(척추를 중심으로 한 우측회전), 곡선①의 29도굴, 그리고 곡선②의 16의 우측 기울임 상태에서 다운스윙을 시작한다. 몸통의 측면기울임각(tilt angle)을 알 수 있는 곡선②의 각변화는 다운스윙의 32%시점부터 우측으로 기울어지기 시작하여 18의 우측 기울어짐 상태에서 임팩트를 이룬다. 굴곡각은 41까지 11가량 더 굴곡시켜 임팩트를 이룬다. 선행연구가 밝히고 있는 헤드스피드를 늘리기 위해 스윙반대방향으로 흉곽을 미는 현상(신전)(임정, 2004; Mann & Griffin, 2000)은 나타나지 않았고 대상자 1, 2와 같은

형태로 임팩트와 릴리즈 이후인 팔로스루 직전에 일어나는 것으로 나타났다.

구성하고 재검토해야 할 것으로 판단된다.

V. 결론

기존의 운동학적 연구에서 나타난 상위분절에 의한 하위분절의 운동형태는 본 연구에서도 함께 나타났다. 흉곽, 왼팔 그리고 손(클럽)으로 이어지는 시스템은 상위분절인 흉곽이 먼저 움직이고 왼팔, 왼손과 클럽으로 이어지는 순서를 보임으로서 선행연구와 함께 나타났다. 선행연구에서 일괄적으로 설명해온 분절 간의 작용순서는 함께 나타났지만 개인차에 따라 다른 것이 확실하게 나타났다. 하지만 선행연구와 비슷하게 나타났다고 기술할 수 있는 것은 상위분절과 하위분절 간의 작용순서가 선행연구와 같다는 것을 의미한다. 3명의 대상자는 분절의 작용순서는 같으나 분절운동의 폭은 차이를 보였다. 이 폭은 상위분절과 하위분절의 운동에 의해 나타나는 또 하나의 물리적작용으로 효율성에 영향을 줄 수 있는 운동역학적(kinetic)분석의 요소가 될 수 있다.

그 외에도 다음과 같은 결과를 발견할 수 있었다. 본 연구에서는 대상자 모두에게서 왼팔의 코킹각의 구성에 있어서 선행연구에서는 미세한 분절의 움직임으로 측정 오류를 감안하여 기술되지 못했던 왼손의 내전각을 표현할 수 있었다. 그 결과 왼손(손목)의 내전각은 코킹의 형성에 크게 관여하지 않는다는 것을 발견했다. 즉, 코킹각이 손목의 내전각 형성으로 이루어지는 것이 아니라 신전각과 외전각으로 이루어지는 것으로 나타났다. 또한 선행연구에서 강조되었던 임팩트 직전 흉곽의 운동이 볼의 진행방향의 반대로 진행된다는 분석과는 다르게 골반-흉곽의 연결구조에서 있어서는 임팩트와 릴리즈 구간까지는 미세하지만 볼의 진행방향과 같은 방향으로 진행됐음을 알 수 있었다. 영상분석을 위한 동영상 스윙을 검토한 결과 왼쪽골반 이하의 움직임에서 볼의 진행방향의 반대로의 움직임을 찾을 수 있었다. 따라서 선행연구에서 임팩트 직전과 임팩트 시점에서 나타났다는 흉곽운동의 결과는 정밀한 동작분석에 의해 흉곽, 골반 그리고 하체를 포함하여 하나의 시스템으로

참고문헌

- 임정(2004). *골프드라이버 스윙시 요추부하에 관한 연구*. 연세대학교 대학원 박사학위논문.
- 임정, 황인승(2006). *골프스윙 3분절시스템의 Joint Torque의 산출*. *한국운동역학회지* 제16권 4호 105-113.
- 전철우, 황인승, 임정(2006). *골프스윙오류의 운동역학적 분류*. *한국운동역학회지* 제16권 4호 95-103.
- Butch Harmon(2001). *Golf digest 2001. 2. Golf Digest USA.*
- KPGA(2007). *koreapga.com*. 한국프로골프협회.
- Nick Bradley(2004). *The flaws of Golf Swing*. DK Publishing, Inc., New York.
- Golf Digest(2004). *Golf Digest 2004. 8. Golf Digest USA.*
- Leadbetter, D(1990). *The golf swing*. The stephen green press, USA.
- Ralph mann & Mr. Fred Griffin(2000). *Dr. golf mann swing like a pro*.
- David A. Winter(1990). *BIOMECHANICS AND MOTOR CONTROL OF HUMAN MOVEMENT*. John Wiley & Sons, Inc.

투 고 일 : 7월 31일

심 사 일 : 8월 7일

심사완료일 : 9월 20일