한국운동역학회지, 2003, 제13권 3호, pp. 133-149
Korean Journal of Sport Biomechanics
2003, Vol. 13, No. 3, pp. 133-149

대학 골프 선수의 Pitching wedge 스윙동작의 운동학적 특성 분석

백진호*(체육과학연구원) · 윤동섭**(성균관대학교) · 김재필***(전남대학교)

ABSTRACT

Kinematical Analysis of Pitching wedge swing motion in University Golfer

Back, Jin-Ho*(Korea sports science institute)
Yoon, Dong-Seob**(Sungkyunkwan University) · Kim, Jae-Phil***(Chonnam University)

J. H. BACK, D. S. YOON, J. P. KIM. Kinematical Analysis of Pitching wedge swing motion in University Golfer. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol.13, No.3, pp. 133-149, 2003. The purposes of present study were to determine the major check-points of golf swing from the review of previous studies, and to suggest additional information on the teaching theory of golf. The golf swing motion of 6 male and female elite university golf players were filmed with 16mm Locam II high speed cameras at the speed of 200f/s, and variables such as time, displacement, angle, velocity were calculated and analyzed by 3D Cinematography using DLT method. The results were:

2003년 10월 23일(목) 접수
* Corresponding author, 139-242, 서울시 노원구 공릉 2동 체육과학연구원
연락처 : jhback@sports.re.kr, Tel : 02-970-9552
** 시간강사, 440-746, 경기도 수원시 장안구 천천동 300 성균관대학교 스포츠과학과
*** 시간강사, 500-757, 광주광역시 용봉동 300번지 전남대학교 체육교육과

1. Differences were shown in the ratio of weight distribution on the feet, cocking angle, take-back velocity, club-head velocity at impact depending upon the physical characteristics and club used for swing.
2. Time for the down-swing and impact were 0.27~0.29s in men and 0.29~0.32s in women, which was 1/3 of the time for the back-swing. Women showed longer total swing time than men because of longer time in back-swing, follow-through and finish.
3. Men showed larger range of motion in shoulder and knee joints than women, on the other hand women showed larger range of motion in hip joint than men.
4. Cocking motion and right elbow flexion were occurred at the top of back-swing and cocking release was occurred at the moment of impact. Maximum rotations of shoulder and hip joints were found between the top of back-swing and down-swing phase.
5. Women showed lower back-swing velocity than men, and men showed higher club velocity(men: 38.2~38.6m/s, women: 35.1~36.4m/s)than women.

KEY WORDS : PITCHING WEDGE, SWING MOTION, TIME, DISPLACEMENT, ANGLE, VELOCITY

Ⅰ. 서 론

1. 연구의 필요성

골프스윙은 고도의 기술과 과학적인 면을 요구하는 운동으로 신체분절의 회전 및 여러 관절의 복잡하고 연속적인 동작에 의하여 스윙이 이루어진다(박영균, 이태호, 1996).

정확하고 파워 있는 골프스윙은 어드레스, 백스윙, 탑 스윙, 다운스윙, 임팩트, 팔로 스로우, 피니쉬 등작이 조화롭게 이루어져야 하는데, 이는 골프스윙동작이 평면상에서 이루어지는 것 이라기 보다는 운동학적 여러 변인들이 동시에 작용하는 입체면상의 동작이기 때문에 보다 상세히 각 단계별로 분석하는 것이 필수 요건이라 하겠다(윤재백, 1992).

이 중 백스윙과 다운스윙은 어깨-팔-손-클럽으로 연결된 2개의 지레에 의한 회전운동으로 구성된다. 이들이 각기 다른 축을 중심으로 회전하는 지레라고 생각하면 클럽(하부지레)이라는 지레는 손목을 지나는 축을 중심으로 회전하고, 어깨와 팔(상부지레)로 결합된 지레는 수평면에 약간 기울어진

채로 몸통을 지나는 축을 중심으로 회전이 일어나는 운동이다.

Cocharan과 Stobbs(1968)는 볼의 비행거리를 증가시키기 위한 요인으로 클럽에 가해진 클럽헤드(Clubhead) 및 볼의 질량, 클럽길이, 볼의 복원력, 클럽샤프트(Clubshaft)의 탄성도, 임팩트의 각도 등에서 얻어지는 볼의 투사각, 초속도, 각속도 등이 거론될 수 있다고 주장하고 있다.

1960~1980년대 선행연구의 대부분은 외국에서 발표된 것으로 Vaughan(1981)과 Neal & wilson(1985)을 제외한 대부분의 선행연구자들은 3차원 동작인 골프 스윙을 2차원 평면에서 이루어지는 동작으로 가정하였기 때문에 3차원 동작인 골프 스윙을 분석하는데 문제점이 있었다. 1990년대에 와서는 국내에서도 조수현(1990), 강봉환(1992), 유재청(1991), 윤재백(1992), 김진철(1992), 이혜숙(1992), 김주선(1993), 김하영, 박진(1994), 나상준(1994), 임태상, 이계산(1996), 박영균, 이태호(1996), 소재무(1997), 이기태, 강민식(1997), 김무영(1998)등에 의하여 골프 스윙의 3차원적 분석 연구가 이루어졌다. 이들 선행연구들은 신체분절의 기여도, 타이밍, 숙련자와 비숙련자의 차이, 드라이버 스윙과 아이언 스윙의 차이 그리고 주요 국면별 일부 역학적인 변수의 기술 및 비교에 관한 내용이었다. 이들 선행연구들은 '모든 골프클럽의 스윙의 기본은 같다'는 기본 이론을 바탕으로 드라이브 스윙이나 아이언 스윙의 국면별 주요 변수들을 지적하고 기존 이론을 확인함으로써 스윙시 고려해야 할 부분적인 사항들을 제시하였다.

그러나 임태상과 이계산(1996)은 드라이버와 아이언 스윙에 있어서 클럽헤드의 속도, 어깨의 회전각, 라이각 등에서 차이가 있는 것으로 보고하였고, 임도순(1999)은 골프 클럽에 따라 다양한 역학적인 변수를 주요 국면별로 조사하여 클럽별로 이해하기 쉬운 지도이론을 제시하는 것이 필요하다고 하였다. 이렇게 골프경기에 사용되는 클럽은 다양하여 크게 우드와 아이언으로 나누어지며 그 클럽수는 실제 14개가 있다.

골프경기는 맨손 또는 한 두 개의 도구를 사용하는 다른 구기운동과는 달리 14개의 클럽을 가지고 행하는 경기로서 골프경기에서 사용되는 샷들을 크게 나누어 보면 드라이버 샷, 페어웨이 우드 샷, 아이언 샷, 숏 어프로치 샷, 벙커 샷, 퍼팅 샷 등 다양한 운동내용을 갖고 있다. 이오헌(1982)은 이러한 샷들을 잘 적용함으로써 실제경기에서 좋은 스코어를 낼 수 있다고 하였듯이 골프는 다양한 클럽을 가지고 다양한 샷을 해야만 하며 어느 한 가지라도 소홀해지면 좋은 스코어를 낼 수가 없어 골프 스윙에서 클럽별 연구가 꼭 필요하다고 판단된다.

따라서 클럽별로 세분화된 스윙을 연구하고자 하는데 큰 의미를 두고 여러 가지 클럽들 중에서 그 중요성이 Driver 나 Middle Iron만큼 중요할 뿐만 아니라 실제 경기에 있어서 그 중요성이 보다 큰 피칭 웨지(Pitching wedge)에 대한 분석은 절대적으로 필요하다고 할 수 있다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 K대학에 재학중인 남녀골프선수 각각 3명의 피칭 웨지 스윙동작을 3차원 영상

분석법을 통하여 숏 아이언 피칭 웨지 사용에 대한 기초적인 자료를 제공하는 것이다.

3. 연구의 제한점

1) 인체의 관절은 완전한 강체가 아니지만 분석에 있어서는 강체(Rigid Body)로 되어 있는 분절들이 연결된 시스템(Linked System)으로 가정하였다. 즉, 근 수축에 의한 분절형태의 변형과 그에 따른 질량 중심과 관성모멘트의 변화는 고려하지 않았다.
2) 모든 스윙동작은 실제 경기 중에 행해진 동작의 분석이 아닌 제한된 공간에서 행해진 스윙 동작으로 제한하였다.
3) 연구 대상자들은 K대학 남녀 골프 선수들로 제한하였다.
4) 본 연구는 대상자들의 피칭 웨지에 국한하여 실시하였다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 K대학에 재학중인 남(S1, S2, S3), 여(S4, S5, S6) 골프선수 6명을 연구대상자로 하였으며 이들의 신체적 특성은 <표1>과 같다.

표 1. 연구 대상자의 신체적 특성

	신장(cm)	체중(kg)	연령(yrs)	경력(yrs)	성별
S1	178	74	22	9	남자
S2	181	70	20	8	남자
S3	172	71	19	8	남자
S4	170	63	20	6	여자
S5	168	67	19	8	여자
S6	163	58	20	8	여자

2. 실험절차

실공간 좌표를 설정하기 위해서 대상자의 스윙동작이 관찰될 수 있는 공간에 통제점 틀을 조립하여 설치하였다. 2대의 고속카메라는 줌렌즈(zoom lenz)로 초점을 조절하여 카메라의 필드 안에 스윙동작 및 동조타이머 모두가 포함되도록 하였으며 이때 카메라의 촬영속도는 200 frames/sec로 하였다. 노출계를 이용하여 광량을 조사한 후 셔터개각 및 노출 시간, 카메라의 F-stop을 조절하였다. 이러한 촬영 준비가 모두 완성된 후에 2대의 고속 카메라를 작동시켜 설치된 통제점 틀을 먼저 촬영한 다음 이를 제거한 후 실험을 실시하였다.

실험실시 전에 충분한 연습스윙 후에 스윙동작을 촬영하였으며 연구 대상자들이 잘못했다고 판정되는 것을 제외하고 자신이 만족한 스윙을 골라서 분석에 사용하였다.

스윙동작의 조건은 피칭웨지가 멀리 보내기 위해 사용하는 클럽이 아니기 때문에 피험자가 피칭웨지를 가지고 안정된 자세를 유지하며 최대로 거리를 낼 수 있는 스윙 자세로 하여 촬영·측정하였다.

3. 자료 분석방법

통제점 틀에 있는 통제점을 5번 반복하여 디지타이징하여 평균값을 파일로 저장하여 사용함으로써 디지타이징시 발생할 수 있는 오차를 최대한 줄일 수 있도록 하였다. 이 과정에서 실공간 좌표계의 기준점(0,0,0)은 연구대상자의 정면을 기준으로 통제점 틀의 좌측아래 점(point)으로 설정하였으며 좌표축의 설정은 볼이 진행하는 방향을 Y축(운동진행방향), 지면에 대하여 수직방향을 Z축(상하방향) 그리고 Z축에서 Y축으로 벡터외적(cross product)을 X축(좌우방향)으로 하였다.

인체를 총 21개의 관절점을 가진 16개의 분절로 연결된 강체 시스템(linked rigid body system)으로 정의하여 클럽을 인체와 연결된 조직으로 간주하였다.

4. 각도 및 이벤트의 정의

(1) 각도 정의

① 슬관절각(Knee angle) : 고관절, 슬관절, 발목관절의 중심을 잇는 대퇴와 하퇴의 사잇각

② 상체 전경각(Trunk angle) : 견관절, 고관절, 슬관절의 중심을 잇는 상체와 대퇴의 사잇각

③ 그립각(Grip angle) : 오른쪽 견관절, 오른손 중심과 샤프트가 이루는 각

④ 라이각(Lie angle) : 지면과 샤프트가 이루는 각

⑤ 어깨 및 힙 회전각(Shoulder rotation angle & Hip rotation angle) : 좌·우측의 견관절의 중심을 잇는 선과 고관절을 잇는 선들이 Y축(볼 진행 방향)과 이루는 각

⑥ 어깨각(shoulder angle) : 좌우측 견관절 중심을 잇는 선과 수평면과의 사잇각

⑦ 코킹각(Cocking angle) : 클럽의 샤프트와 좌측 주관절과 손목관절의 중심을 잇는 선과의 사잇각
⑧ 주관절각(Elbow angle) : 우측 견관절, 주관절, 손목관절의 중심을 연결하는 선과의 사잇각

(2) 이벤트 정의
각 이벤트는 <그림 1>에 나타내었다..

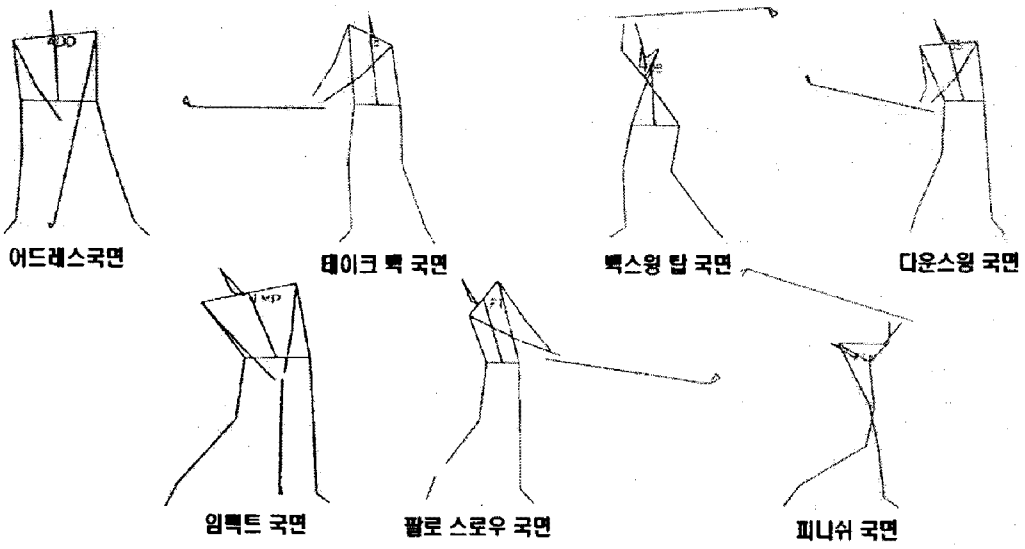

그림 1. 피칭웨지 스윙의 이벤트 정의

① 어드레스(address) : 스탠스를 취한 뒤 공에 클럽 페이스를 대는 공을 치기 위한 준비자세
② 테이크 백(Take-back) : 백 스윙의 일부로서 클럽의 샤프트가 지면과 평행이 될 때까지의 동작
③ 백 스윙 탑(Back-swing Top) : 백 스윙의 마지막 부분으로서 다운 스윙 직전의 순간
④ 다운스윙(Down-swing) : 백 스윙 톱으로부터 그립의 끝이 벨트라인에 올때까지 두 손을 내리는 동작
⑤ 임팩트(Impact): 그립의 끝이 벨트라인에 온 이후부터 클럽헤드에 공이 맞는 순간까지의 동작
⑥ 팔로 스로우(Follow-through) : 임팩트로부터 외팔의 주관절이 굽기 직전까지의 동작
⑦ 피니쉬(Finish) : 체중의 대부분이 좌측발 쪽으로 이동된 스윙동작이 끝난 상태

Ⅳ. 결과 및 고찰

1. 총 소요시간 및 이벤트별 경과시간

피칭웨지(pitching wedge) 스윙동작의 이벤트별 경과시간에 대한 결과는 <표2>에 나타난 바와 같다.

표 2. 이벤트별 경과시간 단위 : (sec)

SEX	남				여			
Phase \ Subject	S1	S2	S3	M±SD	S4	S5	S6	M±SD
①Address	0	0	0	0.00±0.00	0	0	0	0.00±0.00
②Take-back	0.39	0.47	0.45	0.44±0.04	0.39	0.45	0.45	0.43±/0/3
③Top of B.swing	0.44	0.40	0.47	0.44±0.04	0.55	0.67	0.61	0.61±0.06
④Down-swing	0.25	0.26	0.25	0.25±0.01	0.27	0.25	0.27	0.26±0.01
⑤impact	0.04	0.05	0.05	0.05±0.01	0.06	0.06	0.07	0.06±0.01
⑥followthrough	0.03	0.04	0.04	0.04±0.01	0.06	0.07	0.05	0.06±0.01
⑦Finish	0.27	0.25	0.25	0.26±0.01	0.34	0.35	0.38	0.36±0.02
Total(1~6)	1.14	1.12	1.25	1.17±0.07	1.32	1.31	1.44	1.36±0.07

피칭웨지 골프 스윙동작의 피니쉬까지의 총 소요시간은 남자가 1.12~1.25초, 여자는 1.31~1.44초로 여자가 남자보다 스윙시간이 긴 경향을 보였다. 클럽의 샤프트가 지면과 수평이 되는 테이크 백까지의 소요시간은 남녀가 0.39~0.47초 범위로 나타났고 테이크 백에서 백스윙 탑까지의 소요시간에서는 남자가 0.40~0.47초의 범위인데 반해 여자는 0.55~0.67초의 범위로 나타났다. 백스윙 탑까지의 총 소요시간은 남자가 0.83~0.92초, 여자는 0.94~1.12초의 범위로 나타나 여자가 남자보다 백스윙을 천천히 하는 것으로 나타났는데 이는 주로 테이크 백에서 백스윙 탑까지 소요시간의 차이에서 온 결과로 사료된다.

볼의 속도와 방향 거리에 결정적인 영향을 미치는 다운스윙의 시간은 백스윙 탑에서 클럽의 그립이 허리에 올 때까지의 다운스윙 이벤트와 임팩트까지로 나눌 수 있는데, 다운스윙 까지의 소요시간에서는 남자가 0.25~0.26초의 범위로 나타났고 여자는 0.25~0.27초의 범위를 보였으며, 다운스윙에서 임팩트까지의 소요시간은 남자가 0.04~0.05초,여자가 0.06~0.07초로 나타났다. 임팩트까지의 총 소요시간은 남자가 0.27~0.29초의 범위로 나타났고, 여자는 0.29~0.32초의 범위로 선행연구의 결과와 비슷하였으며, 남자가 여자보다 다운스윙과 임팩트까지의 소요시간이 짧은 것으로 나타났다.

다운 스윙과 백스윙의 총 소요시간을 비교해 보면 다운스윙은 백스윙의 약 1/3로 나타났는데 이러한 결과는 임태상과 이계산(1993)이 발표한 1/4과 비교하면 백스윙과 다운스윙의 소요시간의 차이가 본 연구의 대상자들에서 적은 것으로 나타났다.

임팩트 이후 우측 팔이 완전히 펴지는 순간인 팔로 스로우까지의 시간은 남자가 0.03~0.04초여자가0.05~0.07초로 나타나 여자가 팔로 스로우를 더 길게 하는 경향을 보였다. 팔로 스로에서 우측 발이 지면과 수직에 가깝게 되는 순간까지의 소요시간에서는 남자가 0.25~0.27초, 여자가 0.34~0.38초로 나타나 여자가 남자보다 긴 팔로 스로우에 이어 피니쉬도 긴 것으로 나타났다.

이상의 피칭웨지 스윙의 이벤트별 경과시간에 관한 결과를 요약하면 여자는 남자에 비해 스윙의 총 소요시간이 긴 경향을 보였으며 그 원인은 백스윙, 팔로 스로우 및 피니쉬까지의 소요시간이 길었기 때문인 것으로 판단된다.

2. 신체 분절의 최대 이동변위

피칭웨지 스윙동작 중 우측 손목, 두정점, 클럽헤드, 슬관절, 견관절, 고관절의 x,y,z축 상에서 일어난 최대 이동변위의 결과는 <표 3>에 나타난 바와 같다.

손목관절의 x축상의 최대 이동변위는 골프 스윙의 가파른 정도와 관계가 있다. 즉, 전후방향을 나타내는 x축상의 최대 이동변위가 크면 스윙이 플랫한 경우로 볼 수 있으며, 작을수록 스윙이 업라이트하다고 할 수 있다. 여자 S4를 제외한 모든 연구대상자들은 39.4~41.6cm의 비슷한 값을 보였다. 65.8cm의 최대 변위를 보인 S4는 지나치게 플랫한 스윙을 한 것으로 보여 수정이 필요할 것으로 판단된다.

모든 연구 대상자들이 임팩트까지는 두정점의 x,y,z축 상의 최대 이동변위가 10cm이하의 값을 보여 스윙동안에 머리의 움직임을 최대한 억제하고 있는 것으로 나타났으며, S1의 경우에는 팔로 스로우 이벤트에서 일어서는 경향을 보였고, S6의 경우에는 팔로 스로우 이벤트에서 머리가 볼의 진행방향으로 따라가는 경향을 보였다. 클럽헤드의 y축 방향의 최대 이동변위는 스윙의 크기를 결정하는 요소로 볼 수 있으며, 이 요소는 신체의 특성에 영향을 많이 받으며 임팩트시에 클럽헤드의 속도에 영향을 미친다고 할 수 있다. 남자는 y축상의 최대 이동변위가 231.5~249.4cm로 나타났으며, 여자는 219.9~239.0cm의 범위를 보여 남자의 스윙이 여자보다 큰 경향을 보였다.

슬관절의 최대 이동변위에서는 x축상에서의 좌측 슬관절 최대 이동변위가 남자가 18.6~26.3cm,여자가 14.1~16.0cm의 범위를 보여 남자가 여자보다 백스윙 시에 좌측 슬관절의 전후방향 움직임이 많은 것으로 나타났으며, 우측 슬관절에서도 남자가 8.0~12.7cm, 여자가 5.0~11.9cm로 남자가 여자보다 다운스윙과 임팩트에서 우측 슬관절의 전후방향 운동이 많은 것으로 나타났다. 또한 남녀 공히 좌측 슬관절이 우측보다 움직임이 많은 것으로 나타났다. 좌우를 나타내는 y축상의 최대 이동변위를 조사한 결과 남자가 여자보다 좌우측 슬관절의 y방향 운동범위가 모두 큰 것으로 나타났으며 상하

를 나타내는 z축에서는 모든 대상자들이 공히 임팩트 직후까지는 좌우 슬관절의 상하 운동이 없다가 팔로 스로우에서 슬관절의 신전이 일어나면서 개인차를 보였다.

팔로 스로우 이벤트까지의 견관절 최대 이동변위를 조사한 결과, 남자(좌:28.3~35.8cm, 우:23.7~30.8cm)가 여자(좌:23.8~28.9cm, 우:21.3~23.0cm)보다 좌우측 견관절의 x축상의 이동변위가 큰 것으로 나타나 남녀 모두가 좌측이 우측보다 이동변위가 큰 것으로 나타났다. y축에서는 남자(좌:32.6~37.1, 우:22.7~29.0cm), 여자(좌:32.2~37.5, 우:21.9~26.7cm)로 남녀의 차이는 작으나, 좌측 견관절이 우측보다 y축상에서도 남녀 공히높은 값을 보였다.

표 3. 신체분절의 최대 이동변위 단위 : cm

SEX			남				여			
Phase \ Subject			S1	S2	S3	M±SD	S4	S5	S6	M±SD
①R.wrist		x	39.7	41.6	39.4	40.2±1.2	65.8	40.0	40.5	48.8±14.8
		y	115.1	84.6	99.7	99.8±15.6	81.4	11.7	81.4	58.2±40.2
		z	78.0	91.2	85.0	84.7±6.6	90.2	90.1	82.6	87.6±4.4
②Vertex		x	5.8	5.5	639	216.8±365.7	5.4	5.5	8.8	6.6±1.9
		y	7.0	9.3	932	316.1±533.4	5.6	6.4	10.14	7.4±2.4
		z	13.7	6.	731	250.2±416.4	8.9	5.6	13.9	9.5±4.2
③Club Head		x	145.8	128.0	136.4	136.7±8.9	158.9	179.3	139.0	159.1±20.2
		y	231.5	249.4	236.7	239.2±9.2	219.9	224.9	239.0	227.9±9.9
		z	208.5	215.6	203.0	209.0±6.3	214.7	211.3	198.2	208.1±8.7
④Knee	Left	x	20.0	18.6	26.3	21.6±4.1	14.1	14.5	16.0	14.9±1.0
		y	27.6	36.6	31.4	31.9±4.5	26.3	20.2	25.3	23.9±3.3
		z	9.9	8.1	12.9	10.3±2.4	7.1	9.4	14.6	10.4±3.8
	Right	x	8.0	12.7	10.9	10.5±2.4	11.9	9.5	5.0	8.8±3.5
		y	25.9	31.5	29.9	29.1±2.9	29.4	26.9	24.5	26.9±2.5
		z	11.5	6.4	11.8	9.9±3.0	11.8	6.7	10.5	9.7±2.7
⑤Shoulder	Left	x	28.3	28.3	35.8	30.8±4.3	23.8	28.9	26.3	26.3±2.6
		y	37.1	33.9	32.6	34.5±2.3	37.5	32.2	37.5	35.7±3.1
		z	26.8	23.2	29.0	26.3±2.9	19.1	22.3	20.8	20.7±1.6
	Right	x	23.7	27.2	30.8	27.2±3.6	21.7	21.3	23.0	22.0±0.9
		y	22.7	28.1	29.0	26.6±3.4	26.7	21.9	23.9	24.2±2.4
		z	23.5	22.3	19.5	21.8±2.1	29.9	22.2	21.7	24.6±4.6
⑥Hip	Left	x	11.3	11.0	12.9	11.7±1.0	17.3	13.3	12.4	14.3±2.6
		y	18.3	19.5	21.8	19.9±1.8	25.0	24.9	24.8	24.9±0.1
		z	10.3	10.4	10.69	10.5±0.2	9.3	6.1	8.6	8.0±1.7
	Right	x	14.0	14.3	15.9	14.7±1.0	14.9	15.0	14.9	14.9±0.1
		y	21.7	24.1	23.3	23.0±1.2	26.2	26.1	26.1	26.1±0.1
		z	6.6	5.7	6.2	6.2±0.5	9.4	5.5	11.7	8.9±3.1

z축상에서는 좌측 견관절에서는 남자(23.2~29.0cm)가 여자(19.1~22.3cm)보다 높은 이동변위를 보였으나, 우측에서는 남자(19.5~23.5cm)와 여자(21.7~29.9)의 큰차이를 보이지 않았다. 이상의 결과는 팔로 스로우 까지는 회전의 축이 몸의 우측으로 치우쳐져 있으며 다운스윙 과정에서는 우측견관절의 회전이 억제되고 있다는 것을 의미한다. 우측 견관절의 최대운동은 팔로 스로우 후에서 피니쉬에 이르기까지의 이벤트에서 급격히 일어나는 것으로 나타났다.

고관절의 최대 이동변위를 조사한 결과, x축에서는 남자(좌:11.0~12.9cm, 우:14.0~15.9cm)와 여자(좌:12.4~17.3cm, 우:14.9~15.0cm) 모두가 우측 고관절의 이동범위가 좌측보다 크게 나타났으며, 여자가 남자보다 좌측 고관절의 이동변위가 높은 것으로 나타났다. y축에서는 여자(24.8~25.0cm, 우:26.1~26.2cm)가 남자(좌:18.3~21.8cm, 우:21.7~24.1cm)보다 좌우측 고관절 모두에서 높은 이동변위을 보였으며, 남녀 공히 우측 고관절의 이동변위가 좌측보다 높은 것으로 나타났다.

z측에서는 임팩트까지는 비교적 낮은 이동변위를 보이다가 팔로 스로우 이벤트에서 개인차를 보였다. 이상의 고관절 최대 이동변위 결과를 요약하면 팔로 스로우 이벤트까지는 우측 고관절의 운동이 좌측보다 많으며 여자들이 남자보다 고관절의 이용률이 높다는 것을 보여주었다.

3. 각도 변인

어드레스시의 각도변인에 대한 결과는 <표 4>에 정리하였고, 각 이벤트별 각도변인은 <표 5>에 제시하였다.

1) 어드레스시의 각도변인

어드레스시의 각도변인은 사용하는 클럽과 개인의 체격요소에 따라 개인차가 심할 수 있는 것으로 사료되어 별도로 정리하였으며 결과는 다음과 같다.

좌우측 견관절의 기울기를 나타내는 어깨각은 남자가 14~17도, 여자가 17~18도로 나타나고 선행연구의 결과(20도)보다 적은 경향을 보였으며 여자가 남자보다 우측 어깨를 더 기울이는 경향이 있는 것으로 나타났다. 좌측 전완과 클럽의 샤프트와의 사잇각의 나타내는 그립각에서는 남자가 140~144, 여자가 143~146도로 나타나 여자가 남자보다 높은 각은 각을 보였다. 상체를 앞으로 숙인 정도를 나타내는 상체 전경각에서는 남자가 36~37도, 여자가32~44도로 나타나 남자에 비해 여자가 개인차가 큰 것으로 나타났다.

슬관절각은 남자(우:155.2~160.4도, 좌:161.9~172.5도)와 여자(우:155.4~159.7도, 좌:152~163.7도)로 나타났으며 임태상, 이계산의 연구결과(156.1도)와 비슷하였다. S5를 제외하고는 우측 슬관절각이 좌측보다 작은 경향을 보였고, 좌측 슬관절각에서 남자는 여자보다 높은 값을 보였다.

지면과 샤프트가 이루는 라이각에서는 남자가 47~50도, 여자가 44~47도의 값을 보였으며 이는 선행연구에서 발표한 59도보다 많은 차이가 있는 것으로 나타났다. 어드레스 시의 견관절과 고관절

회전각은 거의 0에 가까운 값을 나타내었다.

좌측 전완과 샤프트가 이루는 사잇각인 코킹각은 어드레스시에 남자가 139.8~147.7도, 여자가 144.3~147.8도로 나타나 남녀의 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 우측 전완과 상완이 이루는 주관절각에서는 남자가 164~168도, 여자가 165.2~173.2도로 나타났다.

표 4. 어드레스 시의 각도변인 단위 : 도

	SEX	남				여			
Phase	Subject	S1	S2	S3	M±SD	S4	S5	S6	M±SD
Address	Shoulder angle	14	17	15	15.3±1.5	17.5	17	18	17.5±0.5
	Grip angle	140	142	144	142.0±2.9	143	146	145	144.7±1.5
	Trank angle	36	36	37	36.3±0.6	44	34	32	36.7±6.4
	Knee angle(R)	160.4	154.1	155.2	156.6±3.4	155.9	159.7	155.4	157.0±2.4
	Knee angle(L)	172.5	162.2	161.9	165.5±6.0	158.1	152	163.7	157.9±2.4
	Lie angle	47	50	47	48.0±1.7	47	44	47	46.0±1.7
	Shoulder Rot.	-1.1	-3.4	-2.2	-2.2±1.2	-4.8	-5.6	-3.2	-4.5±1.2
	Hip R	3.7	9.3	4.0	5.7±3.2	5.0	8.4	0.4	4.6±4.0
	Cocking angle	139.8	147.7	142.8	143.4±4.0	144.3	147.3	147.8	146.5±1.9
	Elbow angle	168.0	164.0	164.1	165.4±2.3	165.2	1664.9	173.2	168.3±4.3

2) 이벤트별 주요 각도변화

견관절의 회전각은 테이크백 시에는 남자가 34~54도, 여자가 32~56도로 나타났으며, 백스윙탑에서는 남자가 111~118도, 여자가 105~114도로 나타났다. 임태상과 이계산(1996)이 발표한 110.7도 보다는 높은 경향을 보였으며 이때 어깨의 회전이 많이 일어나는 것으로 나타났으며, 다운스윙에서는 남자가22~36도, 여자가12~31도로 나타나 백스윙때와는 반대방향으로 어깨가 회전하고 있음을 나타내준다. 백스윙에서 다운스윙 이벤트까지에서 견관절 회전이 가장 큰 것으로 나타났다. 이어서 임팩트 때에는 남자가 -17~-16도, 여자는 -16~-12도로 나타나 짧은 시간에 비해 많은 견관절 회전이 일어나고 있는 것으로 나타났다. 견관절 회전각을 비교해 본 결과 개인차가 남녀 차에 비해 큰 경향을 보였고 백스윙탑에서 다운스윙까지에서 가장 견관절 회전이 큰 것으로 나타났다.

고관절의 회전각은 테이크백 시에는 남자가 9~14도, 여자가 9~15도로 나타났으며, 백스윙탑에서는 남자가 15~28도, 여자가 13~30도로 나타났다. 임태상, 이계산(1996)이 발표한 31.5도 보다는 낮은 경향을 보였으며, 다운스윙에서는 남자가 -12~4도, 여자가 -10~0도로 나타나 백스윙 때와는 반대방

향으로 고관절이 회전하고 있음을 나타내 준다.

백스윙에서 다운스윙까지에서 고관절 회전이 가장 큰 것으로 나타났다. 이어서 임팩트 때에는 남자가 -29~-17도, 여자는 -29~-23도로 나타났다. 고관절 회전각을 이벤트별로 비교해 본 결과 개인차가 남녀 차에 비해 큰 경향을 보였고 백스윙탑에서 다운스윙 이벤트까지에서 견관절 회전과 함께 고관절 회전도 가장 큰 것으로 나타났다.

표 5 이벤트별 각도변인 단위 : 도

SEX		남				여			
Phase \ Subject		S1	S2	S3	M±SD	S4	S5	S6	M±SD
Take-back	Shoulder R	54	34	36	41±11	56	38	32	42±12
	Hip R	14	9	12	12±3	9	15	14	13±3
	Cocking angle	144	145	138	142±4	131	149	141	140±9
	Elbow angle	156	139	152	149±9	146	148	146	147±1
Top of B.swing	Shoulder R	116	111	118	115±4	107	105	114	109±5
	Hip R	24	15	28	22±7	13	28	30	24±9
	Cocking angle	81	97	97	92±9	76	88	91	85±8
	Elbow angle	68	56	63	62±6	66	68	51	62±9
Down-swing	Shoulder R	26	22	36	28±7	14	31	12	19±10
	Hip R	4	-12	-12	-7±9	-5	0	-10	-5±5
	Cocking angle	106	111	107	108±3	123	125	128	125±3
	Elbow angle	119	114	117	117±3	145	127	108	127±19
Impact	Shoulder R	-17	-17	-16	-17±1	-12	-16	-12	-13±2
	Hip R	-17	-29	-28	-25±7	-26	-29	-23	-26±3
	Cocking angle	151	152	153	152±1	147	147	152	149±3
	Elbow angle	152	138	149	146±7	159	150	155	155±5
Follow thruogh	Shoulder R	-43	-28	-36	-36±8	33	-45	-25	-12±41
	Hip R	-29	-33	-38	-33±5	-23	-40	-28	-30±9
	Cocking angle	145	146	145	145±1	127	160	152	146±17
	Elbow angle	165	147	159	157±9	154	156	169	160±8
Finish	Shoulder R	-45	-140	-137	-107±54	142	-156	-133	-49±166
	Hip R	-108	-97	-98	-101±6	-113	-117	-100	-110±9
	Cocking angle	56	70	61	62±7	95	107	75	92±16
	Elbow angle	158	162	163	161±3	153	170	152	158±10

코킹각의 비교에서는 테이크백에서 남자의 코킹각이 138~145도, 여자가 131~149도로 어드레스와 비교해 볼 때 차이를 보이지 않다가, 백스윙탑에서는 남자가 81~97도, 여자가 76~91도로 나타났다. 임태상, 이계산(1996)이 발표한 코킹각 87.7도와 유사한 결과이며, 전체 이벤트 중에서 가장 작은 각도를 나타냄으로써 이 이벤트에서 가장 많은 코킹동작이 이루어짐을 보여 주었다. 다운스윙에서는 남자가 106~111도, 여자가 123~128도로 코킹각이 커졌다가 임팩트에서는 남자가 151~153도, 여자가 147~152도로 이 이벤트에서 가장 많은 코킹 릴리즈가 이루어진 것으로 나타났다. 이어서 팔로스로우와 피니쉬에서는 다시 코킹각이 작아지는 것으로 나타났다. 코킹각의 비교결과를 요약하면 개인차가 심하며 코킹동작은 주로 백스윙탑 이벤트에서 이루어지면 코킹릴리즈는 임팩트 순간에 일어나는 것으로 나타났다.

우측 주관절 각도의 비교 결과 테이크백에서는 남자가 139~156도, 여자가 146~148도로 어드레스 이벤트와 비슷한 값을 보이다가 백스윙탑에서는 남자가 56~68도, 여자가 51~68도로 가장 큰 주관절의 굴곡이 일어났으며, 다운스윙에서는 남자가 114~119도, 여자가 108~145도로 개인차가 크나 빠른 주관절의 신전이 일어난 것으로 나타났다. 임팩트에서는 남자가 138~152도, 여자가 150~159도로 다운스윙에 이어서 계속적인 주관절의 신전이 일어며 이는 팔로스루까지 계속되다가 피니쉬에서 다시 굴곡하는 것으로 나타났다. 이상의 결과는 주관절의 굴곡은 백스윙탑에서 주로 이루어지고 신전은 주로 다운스윙에서 이루어지는 것을 보여준다.

4. 이벤트별 Y축 방향 직선속도

우측 손목관절과 클럽헤드의 y축상의 직선속도를 조사한 결과는 <표 6>에 나타내었다.

테이크백에서 우측 손목관절의 y축 방향의 직선속도는 남자가 -1.6~-1.3m/s, 여자가 -1.1~-0.9m/s로 나타나 여자가 남자보다 백스윙 속도가 낮은 것으로 나타났으며, 백스윙탑에서는 거이 정지상태를 나타내다가 다운스윙에서는 남자가 2.9~4.1m/s, 여자가 4.7~5.4m/s 여자가 높은 속도를 보였다. 이어서 임팩트에서는 남자가 5.3~6.3m/s, 여자가 4.6~5.0m/s로 남자가 여자보다 높은 속도를 보였으며 팔로스루에서도 남자(4.7~6.6m/s)가 여자(4.1~5.8m/s)보다 높은 값을 보였다.

테이크백에서 클럽헤드의 y축방향의 직선속도는 남자가 -1.7~-1.5m/s, 여자가 -1.3~-1.0m/s로 박영균, 이태호(1996)의 연구결과(2.10m/s)보다 느린 것으로 나타났으며, 여자가 남자보다 백스윙 속도가 낮은 것으로 나타났으며, 백스윙탑에서는 거이 정지상태를 나타내다가 다운스윙에서는 남자가 -15.0~-11.7m/s, 여자가 -11.5~-11.2m/s 로 남자가 높은 속도를 보였다. 이어서 임팩트에서는 남자가 38.2~38.6m/s, 여자가 35.1~36.4m/s로 남자가 여자보다 높은 클럽헤드의 속도를 보였다. 팔로스루에서도 남자(26.7~26.8m/s)가 여자 (21.3~21.4m/s)보다 높은 값을 보였다. 우측 손목관절과 클럽헤드의 y축상의 직선속도를 비교한 이상의 결과를 요약하면 여자가 남자에 비해 백스윙의 속도는 느린 것으로 나타났다.

표 6. 이벤트별 Y축 방향 직선속도 단위 : m/s

SEX		남				여			
Phase \ Subject		S1	S2	S3	M±SD	S4	S5	S6	M±SD
②Take-back	우측손목	-1.3	-1.3	-1.6	-1.4±0.2	-0.9	-1.1	-1.0	-1.0±0.1
	클럽헤드	-1.7	-1.5	-1.7	-1.6±0.1	-1.2	-1.3	-1.0	-1.2±0.2
③Top of B.swing	우측손목	-0.3	0.1	0.1	0.0±0.2	-0.0	-0.4	-0.2	-0.2±0.2
	클럽헤드	-0.18	-0.18	-0.11	-0.2±0.0	-0.5	-0.5	-0.3	-0.4±0.1
④Down-swing	우측손목	4.1	3.6	2.9	3.5±0.6	5.4	4.8	4.7	5.0±0.4
	클럽헤드	-11.7	-15.0	-13.3	-13.3±1.7	-11.5	-11.2	-11.3	-11.3±0.2
⑤Impact	우측손목	5.8	6.3	5.3	5.8±0.5	5.0	5.0	4.6	4.9±0.2
	클럽헤드	38.4	38.6	38.2	38.4±0.2	36.2	35.1	36.4	35.9±0.7
⑥folowthough	우측손목	5.4	6.6	4.7	5.6±1.0	4.9	4.1	5.8	4.9±0.9
	클럽헤드	26.8	26.7	26.7	26.7±0.1	21.3	21.3	21.4	21.3±0.1

V. 결론 및 제언

1. 결론

기존의 다양한 골프 지도이론을 요약, 정리하여 이벤트별 주요 체크 포인트를 결정하고 기존 이론의 수정보완을 위한 자료를 제시하기 위하여, 기량이 우수한 남녀 대학 골프 선수 각각 3명의 피칭웨지 스윙동작을 3차원 영상분석하여 이벤트별 경과시간 변인, 신체분절의 최대 이동변위, 각도변위 및 속도변위를 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 이벤트별 주요 체크 포인트를 결정하기 위한 선행연구와 문헌 조사결과, 골프스윙은 클럽과 개인의 신체적인 특성에 따라 일부 변수가 달라 질 수 있으며, 어드레스시 양발의 무게 비율, 코킹각, 테이크백 속도, 다운스윙과 임팩트시 클럽의 속도 등에 있어서 이론의 차이가 있는 것으로 나타났다.
2) 이벤트별 경과시간의 비교 결과, 다운스윙과 임팩트까지의 소요시간이 남자가 0.27~0.29초, 여자가 0.29~0.32초로 나타났으며 이것은 백스윙 소요시간의 약1/3로 나타났다. 또한, 여자가 남

자에 비해 스윙의 총 소요시간이 긴 것으로 나타났으며, 그 원인은 백스윙, 팔로스루 및 피니쉬의 소요시간이 길었기 때문인 것으로 나타났다.

3) 신체분절의 이벤트별 최대 이동변위에서는 남자가 백스윙까지는 좌측 슬관절과 견관절의 전후방향 이동변위가 여자보다 크게 나타나 어깨와 무릎의 이용률이 높은 것으로 나타났으며, 고관절의 이동변위에서는 여자가 남자보다 고관절의 이용률이 높은 것으로 나타났다. 우측손목, 두정점, 클럽헤드의 이동변위 조사결과, 일부 연구 대상자 스윙의 보안점을 발견하였다.
4) 어드레스에서의 각도변위는 사용한 클럽과 개인의 체격에 따라 개인차가 있을 것으로 사료되며, 견관절과 고관절의 이벤트별 각도변화를 조사한 결과 백스윙 탑에서 다운스윙까지의 이벤트에서 가장 큰 회전이 일어나는 것으로 나타났다. 코킹각은 77~98도의 범위로 나타났으며, 코킹동작과 주관절의 국곡은 주로 백스윙탑에서 일어나며 코킹릴리즈는 임팩트에서, 주관절의 신전은 다운스윙에서 일어나는 것으로 나타났다.
5) 우측 손목관절과 클럽헤드의 Y측방향 직선속도 조사결과, 근력이 약하고 유연성이 높은 여자가 남자보다 백스윙의 속도가 낮은 것으로 나타났으며, 임팩트(남:38.2~38.6m/s, 여:35.1~36.4m/s)와 팔로스루에서는 남자가 여자보다 클럽헤드의 속도가 높은 것으로 나타났다.

2. 제 언

본 연구의 수행과정에서 발견된 여러 가지의 문제점으로부터 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

1) 볼의 속도를 조사하기 위해서는 300 f/s이상의 촬영속도가 요구될 것이다.
2) 발끝, 발목관절, 견관절 중심점을 정확하게 파악하기 위한 방법이 연구되어야 할 것이다.
3) 다른 종류의 숏 아이언과 각 클럽별 스윙동작에 따른 계속적인 연구가 필요하다.

참고문헌

강봉환(1992). 골프스윙동작의 운동학적 분석. 한국체육학회지, 31(3), 285-300.

김무영(1995). 골프스윙동작의 단수화를 위한 3차원 영상분석. 미간행 박사학위논문. 전남대학교 대학원.

김무영(1998). 우수골퍼와 초보자의 스윙동작에 관한 3차원 영상분석. 한국운동역학회지, 8(1), 127-154.

김주선(1993). 골프스윙시 운동 역학적 요인과 티이밍에 관한 연구. 미간행 박사학위논문. 연세대학

교 대학원.

김진철(1992). 골프스윙의 운동학적 분석. 미간행 석사학위논문. 조선대학교 대학원.

김하영, 박진(1994). 골프 스윙의 운동학적 분석. 한국체육학회지, 33(3), 391-399.

나상준(1994). 최적의 골프스윙을 위한 운동학적 변인 연구. 미간행 석사학위논문. 서강대학교 대학원.

박성순(1990). 골프 스윙시 최적의 타이밍을 위한 방안 연구, 국민 대학교 논문집, 10.

박영균, 이태호(1996). 골프스윙의 비교분석 -프로골퍼선수와 아마추어 중심으로. 경희대학교 체육학 논문집, 24, 197 -210.

배성제, 김복영(1995). 한국 프로골프선수의 스윙동작분석. 한국체육학회지, 34(2), 402-414.

소재무(1996). 골프역학. 서울 : 도서출판 홍경

소재무.(1997). 여자프로 골퍼의 Middle-Iron스윙동작에 관한 운동역학적 분석. 한국운동역학회지, 7(2), 165-183.

유재청(1991). 골프스윙시 신체분절의 기여도 및 지면반력에 관한 연구. 미간행 박사학위논문. 국민 대학교 대학원.

윤재백(1992). 골프스윙시 숙련자와 비숙련자 간의 운동학적 변인 비교 연구. 미간행 박사학위논문. 경기대학교 대학원.

이혜숙(1992). 골프스윙의 생체역학적 분석. 미간행 박사학위논문. 이화여자대학교 대학원.

이기태, 강민식(1997). 골프스윙동작의 운동역학적 코우칭 모델. 한국운동역학회지, 7(1), 19-34.

이오헌(1982). 골프 드라이버 tit의 동작에 관한 연구. 미간행 석사학위논문. 경희대학교 교육대학원.

이용열(1998). 골퍼 스윙동작의 3차원 운동학적 분석. 미간행 석사학위논문. 용인대학교 교육대학원.

임도순(1999). 롱 아이언 골프스윙의 신체국면별 분석. 한국사회체육학회지, 1999년 제12호(하권), 873-890.

임태상, 이계산(1996). 골프 드라이버와 아이언 스윙 동작의 운동학적 변인 비교연구. 한국체육학회지, 6(1), 35-51.

월간 국제골프사(1997). 국제 GOLF. 1997년 1월호.

월간 골프가이드사(1997). 골프가이드. 1997년 3월호.

조수현(1990). 골프스윙의 운동학적 분석. 미간행 석사학위논문. 건국대학교 교육대학원.

황인승(1993). 메커닉 골프. 서울 : 대한교과서 주식회사

Allen, F., Presti, L., D. & Romack, B.(1968). The golfer' s bible. New York : Doubleday

Budney, D. R. & Bellow, D. G.(1979). Kinetic analysis of a golf swing. *Research Quarterly*, 50, 272-277.

Carlsoo, S.(1967). A Kinetic analysis of the golf swing. *Journal of Sports Medicine*, 776-782.

Cooper, J. M., Bates, B. T. & Sheuch enzuber, J.(1985). Kinematic and kinetic analysis of the golf *Journal of Sport Biomechanics,* 1, 298-305.

Cocharan, A. & Stobbs, J.(1968). The search for the perrect swing. J. B. Lipoincott, Pshiladelphia.

Jin, Pack(1996). A. Kinematic Comparison of the Swing Techniques of Men and Women Golfers(Seoul Women's Univ), 한국체육학회지, 35(3), 271-285.

Jorgensen, T.(1970). On the dynamics of the swing of a golf club. *Amerivan Journal of Psysics,* 38(5), 644-651.

Koichiro, F.(1994). Determining the essential of golf swing : Members of Japan professional golf association. Unpublished Dissertation Proposal.

Kwon, Y. H(1994). KWON3D Motion analysis Package Version2.1 User's Reference Manual. 1-6. 28. Anyang : Visual Technology systems.

Milburn, P. D.(1982). Summation of segemental velocities in the golf swing. *Medicine and science in sports and exercise,* 14(1), 60-64.

Neal, R. J. & Willson, B. D.(1985). 3-D Kinematics and kinetics of the golf swing. *IJSB,* 1, 221-232.

Vaughan, C. L.(1981). A Three-dimensional analysis of forces and torqe applied by a golfer during the down swing. *Biomechanics,* 7B, 325-331.

Willimas, S. D.(1969). The dynamics of the golf swing. *Quarterly Journal of Mechanics and Applied Mathematics,* 20(2), 247-264.