

## 골프 드라이버 스윙 시 Early Extension에 따른 임팩트 변화

소재무<sup>1</sup> · 김용석<sup>1</sup> · 김재정<sup>1</sup> · 유광수<sup>2</sup>

<sup>1</sup>건국대학교 사범대학 체육교육과 · <sup>2</sup>건국대학교 대학원 체육학과

### Change of Impact by the Early Extension in during a Golf Driver Swing

Jae-Moo So<sup>1</sup> · Yong-Seok Kim<sup>1</sup> · Jae-Jung Kim<sup>1</sup> · Kwang-Soo Yoo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Education, College of Education, Konkuk University, Seoul, Korea

<sup>2</sup>Department of Physical Education, Graduate School of Konkuk University, Seoul, Korea

Received 29 January 2010; Received in revised form 10 February 2010; Accepted 27 March 2010

#### ABSTRACT

The purpose of this study is to validate that change of impact by the Early Extension in during a golf driver swing. 13 golf players who were diagnosed with symptoms of Early Extension participated in a proactive corrective training programs that took place 3 times a week for a 4 month period. Data was collected by recording 5 pre and 5 post training driver swings and analyzing the data to calculate the change in velocity and its effect in the shot used the TRACK MAN. After the training, the changes of early extension were -0.21 cm in backswing section E2(take away), -0.64 cm in E3(halfway backswing), and -0.94 cm in E4(backswing top). The downswing section changes were -1.34 cm in event E5(halfway downswing), -1.74 cm in E6(impact). Impact force increased and thus club speed increased by 6.32 km/h, ball speed increased by 10.94 km/h, max height decreased by -6.22 m, carry increased by 10.85 m, carry side(left deviation) decreased by 4.84 m, flight time by increased by 0.4 sec, and total length increased by 17.96 m while landing angle decreased by -7.74 deg.

**Keywords** : Early Extension, Pelvis, Forward Bending, Golf, Impact

## I. 서론

골프경기력에서 가장 큰 영향을 미치는 요소는 비거리와 방향이며(Wiren, 1990), 이를 위해서는 신체분절들의 회전운동과 관절들의 복잡하고 연속적인 회전동작으로 인체의 회전축을 토대로 상체와 하체의 회전량을 유기적으로 유지하여 타이밍이 잘 이루어질 때 최대의 효과를 나타낼 수 있다(소재무, 2002; 이경옥, 소재무, 2004; Burden, Grimshaw & Wallace, 1998; Egret, Vincent, Weber, Dujardin & Chollet, 2003).

효과적인 골프스윙은 하체의 고정과 회전축의 고정에 의한 정확성과 일관성의 확립으로, 상체의 어깨회전각도와 하체의 골반 회전각도 차이가 클수록 힘의 축적을 많이 하게 되어 에너지 사용효율이 높고(Cheetham, Martin, Mottram, & St. Laurent, 2001; Lindsay & Horton, 2002), 측면 기울임(side bending)각을 크게 나타낼 수 있다(Horton, Lindsay & MacIntosh, 2001).

골프스윙에서 또 다른 몸통 기울임인 전방 기울임(forward bending)은 어드레스에서 생성되는 골반과 척추의 각도(McTeigue, Lamb, Mottram & Pirozzolo, 1994)로써, 약 35° - 45°를 유지하는 것이 이상적이다(Hardy & Andrisani, 2008).

전방 기울임에서 나타나는 골반과 척추의 각도가 다운스윙에서 일찍 퍼지거나 일어나서는 것을 “Early Extension(조기 신전)”이라 하였는데, 이것은 다운스윙을 할 때 골반이 공에 더

Corresponding Author : Jae-Moo So  
Department of Physical Education, Konkuk University,  
1 Hwayang-dong, Gwangjin-gu, Seoul, Korea.  
Tel : +82-2-450-3828 / Fax : +82-2-453-6326  
E-mail : human@konkuk.ac.kr

본 논문은 2009년도 건국대학교 학술진흥연구비 지원에 의한 논문임.

가깝게 접근하는 현상을 초래한다. 이것은 골퍼가 균형을 유지하기 위해 상체를 들어 올리게 하며, 하체는 임팩트 하는 동안에 쉽게 회전하지 못하고 앞으로 나가며 일어서게 되는 현상을 초래하게 된다(Rose, 2007).

Early Extension현상의 신체적인 원인은 하체근육과 관절이 유연하지 못하거나 좌·우 비대칭이면 좋은 어드레스 자세를 방해하고, 골반의 인쪽 회전이 부족할 경우 다운스윙 하는 동안 하체가 부드럽게 회전하는 것을 방해하며, 상체를 하체로부터 분리하지 못하면 척추이동성이 적어지게 되어 광배근의 유연성이 부족하게 된다. 또한 둔부근육과 복근의 힘이 약할 경우에 다운스윙 시 척추를 일정한 각도로 유지하기 힘들기 때문이다. 또 다른 원인으로서는 클럽이 너무 길거나, 선수가 골프공에서 너무 멀리서 있거나, 어드레스 할 때 발뒤꿈치에 너무 많은 체중을 싣거나, 좋지 못한 스윙 경로 등 다른 자세 결점으로 생길 수 있다고 보고하고 있다(Rose, 2007).

이러한 Early Extension현상과 골프 임팩트변인과의 역학적인 인과관계에 관한 분석은 골프 드라이버 스윙 시 Early Extension 현상이 임팩트변인에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 궁금증을 풀어줄 수 있으며, Early Extension현상에 따른 임팩트의 변화를 명확하게 규명할 수 있을 것이다.

Rose(2007)는 아마추어 선수 412명을 대상으로 드라이버 스윙 시 Early Extension현상을 조사한 결과 265명(64.32%)이 Early Extension현상을 나타냈고, 128명(31.07%)이 Early Extension 현상이 나타나지 않았으며, 19명(4.61%)이 굴곡 되는 현상을 나타내었다. 김무영(1995), 손원일(2008), 이경일, 황동규, 및 류희봉(2000), 성낙준(2005), 장재관(2007), 최성진, 박종진, 및 양동호(2002), McTeigue et al. (1994)은 골프 스윙에서 나타나는 전방 기울임에 대하여 어드레스와 임팩트 시 각도의 변화 차이만을 보고하고 있으며, Early Extension현상과 임팩트 변화에 대한 내용은 찾아보기 힘들었다.

따라서 본 연구는 Early Extension현상이 일어나는 대상자를 상대로 Early Extension현상 교정 트레이닝 처치 후 Early Extension현상 전·후에 나타나는 임팩트 변인의 특성을 정량적으로 비교하여, 골프 드라이버 스윙 시 Early Extension현상에 따른 임팩트 변화를 과학적으로 규명하여 골프지도방법에 기초자료로 제공하는데 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상자는 Early Extension현상을 나타내는 총 15명의 오른손을 사용하는 골프선수를 대상으로 자발적인 동의

에 의해 선정하였으나, 실험에 끝까지 참여하지 못한 남자 대학연맹선수 1명과 여자 중고연맹선수 1명은 제외하였다. 남자 선수는 11명으로 KPGA소속 PGA 프로 1명, SEMI 프로 2명, 국가대표 선수 1명, 상비군 선수 3명, 대학연맹선수 3명, 중고연맹선수 1명이며, 여자선수는 2명으로 KLPGA소속 PGA 프로 1명과 대학연맹선수 1명으로 총 13명을 대상으로 분석하였다. 피험자의 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Physical characteristics of subjects (n=13)

Age(years)	Stature(cm)	Weight(kg)	Career(years)
21.23±5.04	174.62±4.54	72.15±10.27	7.15±4.47

### 2. 실험장비

본 연구의 실험에 동원된 장비는 3D Motion Analysis(USA)로 총12개의 유선 전자기장센서와 240 Hz로 전자기장을 측정하는 전자기장측정감지센서(USA), 골반의 무게중심점을 자동으로 인식하는 AMM 3D-Golf Electromagnetic System(USA)을 이용하여 실시간으로 3D모션캡처 하였다. AMM 3D-Golf Electromagnetic System은 실시간으로 고속 전자기장 센서를 사용하여 표준 영상보다 8배 빠르게 신체의 분절과 클럽의 움직임을 추적하는 알고리즘으로 되어 있으며, 전역좌표계는 골프 매트(1.5 m×1.5 m) 내에서 어드레스 자세를 취하면, AMM 3D-Golf Electromagnetic System에 의하여 X축(전·후 방향), Y축(좌·우 방향), Z축(상·하 방향)을 자동으로 캘리브레이션되어 기준좌표계의 원점(0, 0, 0)으로 나타낸다. 생체역학 분석 프로그램인 Data sheet & 3D analysis(USA)는 어드레스에서 인체의 모든 분절과 관절 그리고 골프클럽의 운동학적 데이터를 0점으로 자동 선정되기 때문에 어드레스에서의 골반의 운동학적 좌표를 모두 0점으로 캘리브레이션되어 위치변화를 나타냈다. 골프 드라이버 스윙 시 임팩트변인과 비거리는 TRACK MAN(DK)을 이용하여 분석하였고, TRACK MAN은 군사용 미사일탄도 추적 레이더 감지 시스템을 응용하여 365.76 m거리의 드라이버 샷에서부터 짧은 피칭까지 볼의 전체 궤적 측정이 가능하며, 공이 떨어지는 위치의 오차범위는 91.44 m당 30.48 cm이내로 측정된다(Figure 1).

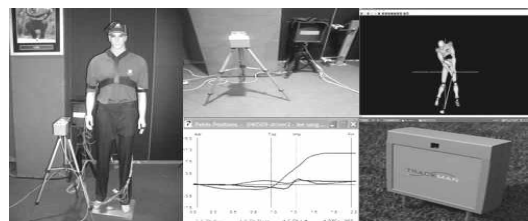


Figure 1. Experimental equipment

### 3. 인체 및 골프 드라이버 클럽 마커점

3D Motion Analysis(USA)의 12개 유선 전자기장센서 중 7개의 유선 전자기장센서를 인체해부학적 자세에서 경추7번, 양쪽 팔꿈치를 몸쪽으로 접었을 때 팔꿈치 위쪽의 평편한 부분, 양쪽 손등 세 번째 마디 위, 이마, 골프 드라이버 샤프트와 그립 처음 부분의 사이에 부착하였다(Figure 2).

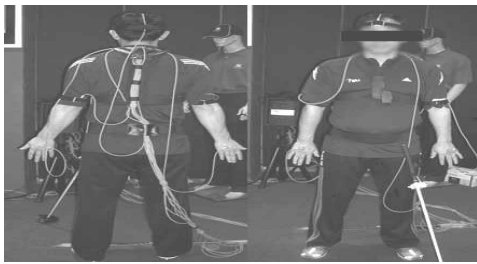


Figure 2. Wired magnetic sensor point of attachment

디지털타이저를 통해 골프 드라이버 그립끝 부분을 첫 번째 순서로 클럽헤드 neck 부분에 클럽면쪽 2번, 바깥쪽 3번, 클럽헤드면 heel 밑 부분 4번, toe 밑 부분을 5번, toe 윗부분 6번, 헤드면쪽 grip 중앙 7번, 헤드면 바깥쪽 grip 중앙 부분을 8번의 순서로 총 8개를 마커하였다. 인체는 왼쪽 어깨를 첫 번째 순서로 하여, 우측 어깨 2번, 우측 겨드랑이 중앙부분 3번, 우측 갈비뼈 마지막부분 4번, 우측 고관절 5번, 좌측 고관절 6번, 좌측 장골 7번, 우측 팔꿈치 바깥쪽 8번, 우측 팔꿈치 안쪽 9번, 우측 손목 바깥쪽 10번, 우측 손목 안쪽 11번, 우측 손을 앞으로 나란히 한 자세에서 주먹을 쥐었을 때 손등 두 번째 마디 위쪽 11번, 다섯 번째 마디 아래쪽 13번, 좌측 팔꿈치 바깥쪽 14번, 좌측 팔꿈치 안쪽 15번, 좌측 손목 바깥쪽 16번, 좌측 손목 바깥쪽 17번, 좌측 손을 앞으로 나란히 한 자세에서 주먹을 쥐었을 때 손등 두 번째 마디 위쪽 18번, 다섯 번째 마디 아래쪽 19번의 순서로 총 19개를 마커하였다(Figure 3).

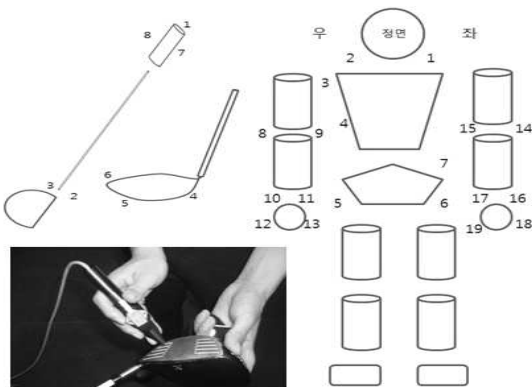


Figure 3. Digitizer and the marker points

### 4. 실험방법 및 절차

본 연구의 실험은 성남시 분당구에 위치한 “L”사의 골프 휘트니스센터에서 실시하였으며, “L”사의 골프분석 및 레슨전문가 5명과 골프전문 트레이너 및 재활전문가 5명의 진단(평가요소: Data sheet & 3D Analysis를 이용한 골반 스웨이, 골반 높이, 골반 Early Extension, TRACK MAN을 이용한 임팩트변인과 비거리)에 의하여 피험자를 선정하였고, 각자의 피험자에 맞는 13개 항목의 트레이닝 <Table 2>을 처방하여 4개월 동안 주3회씩 비 공개적으로 실시하였다(Figure 4). 실험 기간인 4개월 동안 피험자는 Early Extension현상 교정 트레이닝 이외에 개인적인 별도의 근력 트레이닝을 하지 않도록 통제하였고, 트레이닝 시간 이외의 다른 일상생활은 통제하지 못하였다. 피험자들은 트레이닝 전(사전), 트레이닝 후(사후)로 나누어 각자의 드라이버로 5회 스윙을 한 후, 헤드스피드가 가장 높게 나타난 스윙을 선택하여, 임팩트 변인과 비거리 <Table 3>를 분석하였다.



Figure 4. Experimental scene and Training Scene

Table 2. Early Extension corrective training program and time/inning

Training Title	time/inning
Cat & Dog	3 sec/10 inning
Long Turns with club-Half-Kneeling	Both 10 inning
Reach backs	Both 10 inning
Flatten Arches form Arches	10 inning
Cervical Stars	2 inning
3 Position Bridging	10 sec/5 inning
Leg Lifts Arm Pre-Loaded	30 inning
Bird dog Club Perpendicular	Both 15 inning
Horizontal Chops-Wide to Narrow Base	Wide Base 10 inning Narrow Base 10 inning
Single leg Balance	Keep your eyes 15 seconds Close your eyes 15 seconds
Duck Walks	3rd round
Lunges	20 inning
Stork Turns Supported	15 inning

Early Extension 현상 교정 트레이닝 프로그램의 척추 유동성 운동(Cat & Dog)은 허벅지와 팔이 바닥과 직각이 되도록 엎드려 손과 다리를 짚은 자세에서 팔꿈치를 굽히지 않고 척추를 최대한 낮춘 후(강아지 자세) 척추를 최대한 들어 올린다(고양이 자세). 척추회전운동(long turns with club-half-kneeling)은 무릎을 반쯤 구부리고 편안한 쿠션위로 무릎을 구부려 내린 후 골프 클럽의 양끝을 머리위로 잡고 최대한 위로 올린 상태에서 하체를 움직이지 않고 최대한 양쪽방향으로 회전시킨다(Figure 4). 흉추 가동성 운동(reach backs)은 두 팔과 다리로 엎드려 오른쪽 손을 머리 뒤로 두고 척추와 팔꿈치를 최대한 시계방향으로 회전시킨 후 반대로 척추를 반 시계방향으로 틀어 오른쪽 팔꿈치를 왼쪽 무릎에 닿도록 한다. 그리고 왼쪽 팔로 반복한다. 발목 부상방지 운동(flatten arches form arches)은 짐볼이나 의자에 앉은 후 발을 어깨 넓이로 한 후 양손을 모아 무릎 사이에 놓고 양손을 무릎에 붙인 상태로 발바닥을 위로 향하게 회전시킨다. 반대로 양손을 무릎에 붙인 상태로 발바닥을 내전시켜 반복한다. 목 회전 운동(cervical stars)은 목을 지면과 수직으로 상하 3번 움직이고 좌우로, 그 다음 대각선 방향으로 2번 움직인다. 대둔근 강화 운동(3 position bridging)은 무릎을 굽히고 양 발을 바닥에 닿도록 등을 대고 누워 가슴위로 양손을 교차시킨 후 오른쪽 다리를 들어 곧게 내뻗으며 왼쪽 대둔근을 이용하여 골반을 바닥으로 들어 올려 반대쪽도 같은 방법으로 반복한다.

골반 운동성 및 복근 강화 운동(leg lifts arm pre-loaded)은 스트레칭용 줄(FMT)을 문의 위쪽 경첩에 부착한 후 양쪽 손잡이를 잡고 머리가 문 쪽을 향한 채 다리를 쭉 펴고 등을 눕는다. 손잡이를 양편으로 잡아당겨 손바닥이 바닥을 향하게 하고 몸의 중심을 잡고, 척추를 안정되게 하면서 발을 쭉 편 채 한쪽 발을 한 번에 하나씩 들어 올리며 다른 쪽 발도 반복한다. 체간 하부 안정성 운동(bird dog club perpendicular)은 손과 발을 짚고 엎드린 자세로 허벅지나 팔이 손바닥에 수직이 되도록 한 후 한쪽 무릎을 들어 골프 클럽을 골반에 평행이 되도록 올려놓고, 무릎을 90°로 구부림을 유지하면서 엉덩이를 펴도록 한다. 복근 강화 운동(horizontal chops-wide to narrow base)은 스트레칭용 줄(FMT)을 문 중간 경첩에 고정을 시킨 후 짐볼에 앉고 다리를 넓게 벌려 하체를 고정 시킨 후 팔을 굽히지 않고 핀 상태에서 손잡이를 잡고 상체를 양쪽으로 비틀면 운동을 한다. 균형 감각 운동(single leg balance)은 한쪽 다리로 서서 안정된 자세를 잡고, 안정이 되면 눈을 떴다 감았다 하면서 중심을 유지한다. 중둔근 강화 운동(duck walks)은 종아리 중간 부분에 고무줄이나 튜빙을 걸어 다리에 저항이 생기게 한 후 양 팔을 가슴에 교차시켜 중심을 잡고 좌우로 성큼성큼 걸으며 앞으로 나아간다. 하체강화 및 균형감각 운동(lunges)은 척추를 곧게 세워 서 있다가 앞으로 나아가듯이 왼발을 크게 앞으로 내딛으며 상체를 곧게

세운다(스쿼트 자세). 같은 방법으로 오른쪽 발도 반복한다. 마지막으로 골반 회전 운동(stork turns supported)은 곧게 선 자세에서 한쪽 다리를 90° 구부린 후 상체는 고정하고 하체만 회전을 한다. 이때 구부린 다리는 움직이지 않고 골반을 이용하여 회전한다.

Table 3. Impact factor and the distance

CLUB	Club Speed(km/h)
	Ball Speed(km/h)
LAUNCH	Smash Factor(Ball Speed/Club Speed)
	Vertical Launch Angle(deg)
	Max Height(m)
	Carry(m)
LANDING	Carry Side(m)
	Flight Time(sec)
	Landing Angle(deg)
TOTAL	Total Length(m)

### 5. 국면과 이벤트

#### 1) 이벤트

이벤트는 어드레스 자세(address: E1), 백스윙 시 샤프트가 지면과 평행한 자세(take away: E2), 백스윙 시 왼팔이 지면과 평행한 자세(halfway backswing: E3), 백스윙 탑 자세(backswing top: E4), 다운스윙 시 왼팔이 지면과 평행한 자세(halfway downswing: E5), 임팩트 자세(impact: E6), 팔로우 스로우 시 샤프트가 지면과 평행한 자세(follow through: E7), 피니시 자세(finish: E8)로 총 8개로 나누었다.

#### 2) 국면

국면은 P1(E1-E2), P2(E2-E3), P3(E3-E4), P4(E4-E5), P5(E5-E6), P6(E6-E7), P7(E7-E8)로 총 7개로 나누었다.

### 6. 자료처리

골프 드라이버 스윙 시 Early Extension에 따른 임팩트 변화에 대한 자료처리는 SPSS 12.0 통계 프로그램을 이용하여 트레이닝 전(사전), 트레이닝 후(사후)로 나누어 차이를 알아보고 자 대용 tset를 실시하였으며, 유의수준은 α=.05로 하였다.

## III. 결 과

Early Extension 현상에 따른 골반 무게중심의 운동학적 변인, 임팩트변인과 비거리의 결과는 다음과 같다.

### 1. 골반 스웨이(sway)

Early Extension현상에 따른 골반 스웨이의 운동학적 변화는 어드레스에서 형성된 골반 무게중심이 백스윙시 오른쪽 방향이 (-)값이고 다운스윙 시 왼쪽방향이 (+)값을 의미한다.

골반 스웨이 변화는 <Table 4>와 <Figure 5>에서 나타난 바와 같이, 어드레스에서 보다 E2에서는 -2.76±1.65 cm, -1.88±1.28 cm, E3에서는 -3.32±2.20 cm, -2.01±1.72 cm, E4에서는 -2.00±2.61 cm, -0.23±2.55 cm로 어드레스보다 E2에서 E4까지 골반이 전체적으로 오른쪽 방향으로 회전하는 것을 보여주며 트레이닝 후 백스윙 탑 시점인 E4에서는 1.77 cm가 골반 스웨이가 감소된 것으로 나타났다( $p<.05$ ).

Table 4. Changes in the Pelvis sway (unit: cm)

Phase	Event	Time	M	SD	t	P
P2	E2	pre	-2.76	1.65	-1.382	.192
		post	-1.88	1.28		
P3	E3	pre	-3.32	2.20	-1.659	.123
		post	-2.01	1.72		
P4	E4	pre	-2.00	2.61	-2.184	.050*
		post	-0.23	2.55		
P5	E5	pre	4.81	2.57	-4.34	.672
		post	5.72	2.75		
P6	E6	pre	9.12	3.00	-1.336	.206
		post	9.44	3.74		
P7	E7	pre	12.04	4.03	.024	.981
		post	12.02	3.97		
P8	E8	pre	21.43	5.97	.096	.925
		post	21.32	3.27		

\* $p<.05$

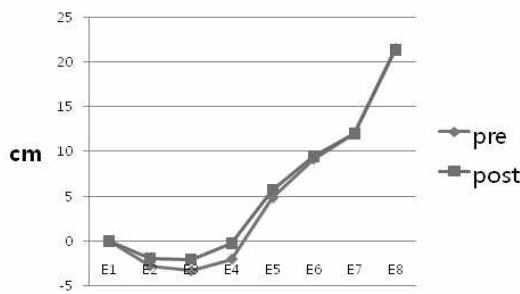


Figure 5. Changes in the Pelvis sway

### 2. 골반 높이

Early Extension현상에 따른 골반 높이의 운동학적 변화는 어드레스에서 형성된 골반 무게중심의 높이 차이를 의미한다.

골반의 높이변화는 <Table 5>와 <Figure 6>에서 나타난 바와 같이, 전체적인 이벤트 구간에서 통계적으로 유의하지 않게 나타났으나( $p>.05$ ), 어드레스보다 전체적으로 E2에서 E4까지 골반이 낮아지면서, E6에서는 급격하게골반이 위로 올라가는 모습을 나타내고 있다.

Table 5. Changes in the height of the Pelvis (unit: cm)

Phase	Event	Time	M	SD	t	P
P2	E2	pre	-0.53	0.54	.314	.579
		post	-0.59	0.41		
P3	E3	pre	-1.41	0.75	.730	.480
		post	-1.62	0.83		
P4	E4	pre	-2.85	1.02	.928	.372
		post	-3.22	1.30		
P5	E5	pre	-2.36	1.35	.585	.569
		post	-2.85	1.77		
P6	E6	pre	1.31	1.49	1.116	.286
		post	1.06	2.03		
P7	E7	pre	1.48	1.18	.000	1.000
		post	1.48	1.73		
P8	E8	pre	1.62	2.74	.173	.866
		post	1.48	1.29		

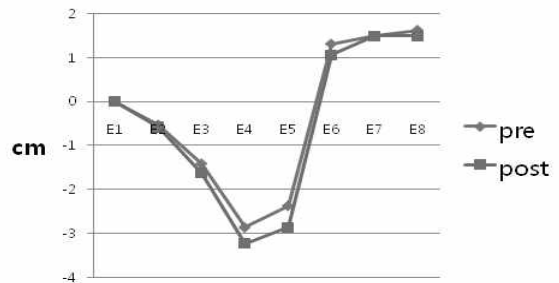


Figure 6. Changes in the height of the Pelvis

### 3. 골반의 Early Extension

골반의 Early Extension변화는 어드레스에서 형성된 골반 무게중심의 전후면에 대한 움직임을 의미한다.

골반의 Early Extension변화는 <Table 6>과 <Table 7>에서 나타난 바와 같이, 백스윙 구간인 E2에서부터 0.84±0.88 cm, 0.63±0.73 cm로 -0.21 cm, E3에서는 2.52±1.62 cm, 1.88±1.50 cm로 -0.64 cm, E4에서는 2.89±2.75 cm, 1.95±2.12 cm로 -0.94 cm( $p<.05$ )가 트레이닝 후 Early Extension현상이 감소하였으며, 다운스윙 구간인 E5에서는 2.00±3.03 cm, 0.66±2.05 cm로 -1.34 cm( $p<.05$ ), E6시점인 임팩트에서는 3.73±3.01 cm, 1.99±2.85 cm로 -1.74 cm( $p<.05$ )가 트레이닝 후 Early Extension현상이 전체적으로 감소하는 것으로 나타났다( $p<.05$ ).

Table 6. Changes in the Pelvis Early Extension (unit: cm)

Phase	Event	Time	M	SD	t	P
P2	E2	pre	0.84	0.88	.882	.395
		post	0.63	0.74		
P3	E3	pre	2.52	1.62	1.803	.097
		post	1.88	1.50		
P4	E4	pre	2.89	2.75	2.229	.046*
		post	1.95	2.12		
P5	E5	pre	2.00	3.03	2.314	.039*
		post	0.66	2.05		
P6	E6	pre	3.73	3.01	2.395	.034*
		post	1.99	2.85		
P7	E7	pre	4.43	2.87	1.843	.090
		post	3.07	2.49		
P8	E8	pre	4.72	4.62	1.735	.108
		post	2.27	4.75		

\* $p < .05$

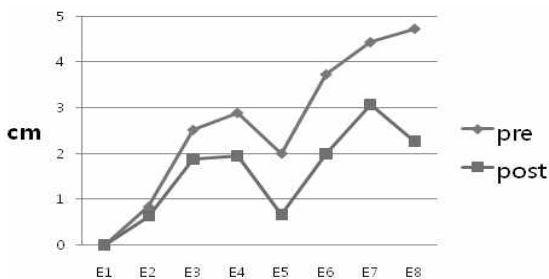


Figure 7. Changes in the pelvis Early Extension

#### 4. 임팩트변인과 비거리

골반의 Early Extension 변화에 따른 임팩트변인과 비거리는 <Table 7>에서 나타난 바와 같다.

Club Speed에서는 166.15±5.16 km/h, 172.47±4.27 km/h로 트레이닝 후 6.32 km/h 증가하였으며( $p < .01$ ), Ball Speed에서는 240.47±12.15 km/h, 251.41±5.66 km/h로 트레이닝 후 10.94 km/h 증가하였다( $p < .05$ ). Smash Factor는 Ball Speed/Club Speed 비율로써 볼 효율성이라 하며 미국 PGA 투어선수들 평균 볼 효율성은 1.48(Track Man Launch Quick Guide, 2003)로 보고되고 있으나, 본 연구에서는 클럽 스피드에 비해 볼에 전달되는 효율이 낮게 나타났으며 유의하지 않았다( $p > .05$ ). 그리고 Vertical Launch Angle(볼의 출발각도)도 유의하게 나타나지 않았다( $p > .05$ ).

Max Height(지면과 공의 최고점 높이)는 39.27±4.82 m, 33.05±5.53 m로 트레이닝 후 -6.22 m 감소하였고( $p < .01$ ), Carry에서는 228.78±9.04 m, 239.64±12.69 m로 트레이닝 후 10.85 m가 더 증가한 것으로 나타났으며( $p < .05$ ), Carry Side(좌우편차)

Table 7. Impact factor and the distance

Factor	Time	M	SD	t	P
Club Speed(km/h)	pre	166.15	5.16	-3.101	.008**
	post	172.47	4.27		
Ball Speed(km/h)	pre	240.47	12.15	-2.747	.016*
	post	251.41	5.66		
Smash Factor	pre	1.45	0.06	-.776	.451
	post	1.46	0.02		
Vertical Launch Angle(deg)	pre	12.77	1.19	-1.375	.191
	post	13.17	1.09		
Max Height(m)	pre	39.27	4.82	3.818	.002**
	post	33.05	5.53		
Carry(m)	pre	228.78	9.04	-2.475	.027*
	post	239.64	12.69		
Carry Side(m)	pre	5.27(R)	1.00	-1.101	.929
	post	5.45(R)	3.26		
	pre	10.48(L)	5.04		
	post	5.65(L)	4.64		
Flight Time(s)	pre	6.94	0.53	-2.751	.016*
	post	7.34	0.31		
Landing Angle(deg)	pre	47.89	4.14	5.197	.000***
	post	40.15	5.09		
Total Length(m)	pre	240.47	14.38	-3.499	.004**
	post	258.43	11.78		

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

는 통계적으로는 유의하게 나타나지 않았으나( $p > .05$ ), 좌측 편차는 4.83 m로 감소하였다.

Flight Time(비행시간)은 6.94±0.53 sec, 7.34±0.31 sec로 트레이닝 후 0.4 sec 증가하였고( $p < .05$ ), Landing Angle(볼이 지면에 떨어지는 각도)은 47.89±4.14 deg, 40.15±5.09 deg로 -7.74 deg가 트레이닝 후 감소하였으며( $p < .001$ ), Total Length(전체거리)는 240.47±14.38 m, 258.43±11.78 m로 트레이닝 후 17.96 m 증가하였다( $p < .01$ ).

## IV. 논의

본 연구는 Early Extension 현상이 있는 13명의 골프선수(남 : 11명, 여 : 2명)를 대상으로 Early Extension 현상의 개선 전·후에 대한 임팩트변인과 비거리의 인과관계를 분석하는데 중점을 두었다.

골반 스웨이 변화는 백스윙 탑 시점인 E4에서 -2.00±2.61 cm에서 -0.23±2.55 cm로 1.77 cm가 골반 스웨이가 감소된 것

으로 나타났다( $p<.05$ ).

골반의 높이변화는 전체적인 이벤트 구간에서 통계적으로 유의하지 않게 나타났으나( $p>.05$ ), 어드레스보다 전체적으로 E2에서 E4까지 골반이 낮아지면서 E6에서 골반이 위로 올라가는 모습을 나타내고 있다. 성낙준(2005)의 왼쪽 고관절과 오른쪽 고관절 높이는 전체적으로 1 cm에서 2 cm차이로 골반은 원래높이를 유지한 채로 회전한다는 보고와 박영훈, 엄창홍, 및 서국웅(2005)의 어드레스 0.14 cm, 백스윙 탑 -3.48 cm, 임팩트 1.42 cm의 높이 차이와 같이 유사한 패턴으로 골반 높이의 움직임을 나타내고 있다.

골반의 Early Extension 변화는 백스윙 구간인 E3에서는 -0.64 cm, 백스윙 탑 시점인 E4에서 -0.94 cm 다운스윙 구간인 E5에서는 -1.34 cm, 임팩트 시점인 E6에서는 -1.74 cm로 트레이닝 후 Early Extension 현상이 전체적으로 감소하는 것으로 나타났다( $p<.05$ ).

골반의 Early Extension 변화에 따른 임팩트 변인과 비거리에서 Club Speed는 6.32 km/h로 증가하였고( $p<.01$ ), Ball Speed도 10.94 km/h 증가하였다( $p<.05$ ). Max Height(지면과 공의 최고점 높이)는 -6.22 m 감소하였으나( $p<.01$ ) Carry에서는 10.85 m가 더 증가한 것으로 나타났으며( $p<.05$ ), Carry Side(좌우편차)는 통계적으로는 유의하게 나타나지 않았으나( $p<.05$ ), 좌측 편차는 4.83 m로 감소하였다. Flight Time(비행시간)은 0.4 sec 증가하였고( $p<.05$ ), Landing Angle(볼이 지면에 떨어지는 각도)은 -7.74 deg로 감소하였으나( $p<.001$ ), Total Length(전체거리)는 17.96 m 증가하였다( $p<.01$ ).

이상의 연구결과를 종합해 보면 Early Extension 현상 개선에 의하여 골반의 움직임이 안정되어가고 Early Extension 현상에 따라 임팩트 요인과 비 거리에 긍정적인 영향을 미치게 되었다. 따라서 Early Extension 현상의 여부가 비거리와 방향성을 향상시킬 수 있는 요인으로 판단된다.

## V. 결론 및 제언

### 1. 결론

골프 드라이버 스윙 시 Early Extension에 따른 임팩트 변화를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 골반 스웨이 변화는 백스윙 탑 시점인 E4에서 감소되어 유의한 차이가 나타났다( $p<.05$ ). 골반의 높이 변화는 전체적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p>.05$ ). 골반의 Early Extension 변화는 전체적인 백스윙 구간에서 감소한 것으로 나타났으며 다운스윙 구간과 임팩트 시점에서도 감소된 것으로 나타났다( $p<.05$ ).

골반의 Early Extension 변화에 따른 임팩트 변인과 비거리는 Club Speed( $p<.01$ )와 Ball Speed( $p<.05$ )는 증가하였고 Max Height( $p<.01$ )는 낮아졌지만 Carry( $p<.05$ )는 증가한 것으로 나타났다. Carry Side( $p<.05$ )는 통계적으로는 유의하게 나타나지 않았으나 좌측 편차( $p<.05$ )는 정량적으로 감소하였다. Flight Time( $p<.05$ )은 증가하였고 Landing Angle( $p<.001$ )은 감소하였으나 Total Length( $p<.01$ )는 증가하였다.

### 2. 제언

본 연구에서는 Early Extension 현상에 따른 골반중심의 위치 변화와 임팩트 변인과 비거리요인을 분석하였다. 본 연구의 결과를 토대로 향후 진행하고자 하는 연구방향은 다음과 같다.

- 1) 향후 연구에서는 다양한 집단의 골퍼들로 선정하여 양적인 접근을 시도할 필요가 있다.
- 2) 어드레스가 불안정한 경사면에서의 접근을 통해 Early Extension 현상 여부와 임팩트 변인과 비거리가 어떻게 변화하는지 시도할 필요가 있다.

## 참고문헌

- 김무영(1995). **골프스윙 동작의 단순화를 위한 3차원 영상 분석**. 미간행 박사학위논문. 전남대학교 대학원.
- 박영훈, 엄창홍, 서국웅(2005). **골프 드라이버 스윙 시 힙의 수평면상 움직임에 관한 운동학적 분석**. **한국운동역학회지**, 15(4), 97-104.
- 성낙준(2005). **골프 클럽에 따른 타격자세의 변화**. **한국운동역학회지**, 15(4), 181-189.
- 소재무(2002). **변덕스러운 골프스윙의 운동역학적 해법**. 서울: 도서출판 흥경.
- 손원일(2008). **골프 드라이버 스윙에서 어드레스와 임팩트 동작의 운동학적 비교분석**. **한국사회체육학회지**, 34, 1398-1404.
- 이경옥, 소재무(2004). **골프 스윙 시 양발 간 지면반력의 관계**. **한국여성체육학회지**, 44(6), 669-676.
- 이경일, 황동규, 류희봉(2000). **골프 업라이트스윙과 플랫스윙의 운동학적 비교**. **한국운동역학회지**, 9(2), 159-170.
- 장재관(2007). **골프 스윙 시 힙과 천골의 움직임에 관한 고찰**. **한국스포츠리서치**, 18(5), 95-102.
- 최성진, 박종진, 양동호(2002). **골프 드라이버 스윙시 구질 변화에 따른 운동학적 분석**. **한국운동역학회지**, 12(2),

259-278.

- Burden, A. M., Grimshaw, P. N., & Wallace, E. S.(1998). Hip and shoulder rotations during the golf swing of sub-10 handicap players. *Journal of Sports Sciences*, 16(2), 165-176.
- Cheetham, P. J., Martin, P. E., Mottram, R. E., & St. Laurent, B.F.(2001). *The importance of stretching the "X-Factor" in the downswing of golf: the "X-Factor Stretch"*. In: Optimizing Performance in Golf. P.R. Thomas(Ed). Australian Academic Press. 192-199.
- Egret, C. I., Vincent, O., Weber, J., Dujardin, F. H., & Chollet, D.(2003). Analysis of 3D kinematics concerning three different clubs in golf swing. *International Journal of Sports Medicine*, 24(6), 465-470.
- Horton, J. F., Lindsay, D. M., & MacIntosh.(2001). Abdominal muscle activation of elite male golfers with chronic low back pain. *Medicine Science Sports & Exercise*, 33(10), 1647-1654.
- Lindsay, D. M., & Horton, J. F.(2002). Comparison of Spine Motion in Elite Golfers With and Without Low Back Pain. *Science and GolfIV: Proceedings of the World Scientific Congress of Golf*. Eric Thain(Eds), Routledge, St. Andrews, Scotland. 77-87.
- McTeigue, M., Lamb, S. R., Mottram, R., & Pirozzolo, F.(1994). Spine and hip motion analysis during the golf swing. *Science and Golf II: Proceedings of the World Scientific Congress*. Cochran, A.J. & Farrally, M.R.(Eds). E & FN Spon, London, 50-58.
- Rose, G.(2007). *TPI CERTIFIED*. Golf Fitness Instructor seminar manual.
- Track Man Launch Quick Guide.(2003). *TRACKMAN*
- Wiren, G.(1990). PGA Teaching Manual. PGA of America, U.S.A.