

프로골퍼의 드라이버 비거리증가를 위한 목적스윙 시 X-Factor, X-Factor Stretch, 클럽변인과 전체비거리(total length)와의 상관관계

박혜림¹·소재무²·김재정²

¹건국대학교 대학원 체육학과 · ²건국대학교 사범대학 체육교육과

Analyze the Correlation between Variable Factors, Kinematic Factors(x-factor, x-factor stretch) and Club Impact Factors, Affecting the Total Length of the Ball During a Pro-Golfer's Driver Swing

Hye-Lim Park¹ · Jae-Moo So² · Jai-Jeong Kim²

¹Department of Physical Education, Graduate School of Konkuk University, Seoul, Korea

²Department of Physical Education, College of Education, Konkuk University, Seoul, Korea

Received 31 January 2015; Received in revised form 16 March 2015; Accepted 23 March 2015

ABSTRACT

Objective : The purpose of this study was to analyze the correlation between physical factors (X-factor, X-factor stretch) and club factors (club speed, ball speed, club path, smash factor, vertical launch angle, spin rate, flight time, total length) during impact and it affect on the total distance of the ball during a golf driver swing.

Background : There were not enough studies that analyzed the correlation between physical factors(X-factor, X-factor stretch) and club factors(club speed, ball speed, club path, smash factor, launch angle, spin rate, flight time, total length) during a purpose swing to increase total distance.

Method : For this study, 9 right handed professional male golfers (KPGA) were chosen. The test subject group used their own drivers and each took a total of 10 swings. These swings consisted of 5 purpose swings to increase total distance and 5 normal swings. Results: The purpose swing to increase total distance showed larger physical factors(X-factor, X-factor stretch) compared to a normal swing however the results were not statistically significant. Total distance increased during a purpose swing as a result of ball and club speed.

Conclusion : The results showed that club factors, ball speed and club speed contributed the most in affecting the total distance of the ball during a purpose swing.

Keywords : Kinematic, Impactor factor, Driving distance, X-factor

I. 서 론

골프는 1개의 공을 14개의 클럽을 활용하여 18홀을 경기하여 타수가 가장 적은 경기자가 우승하는 게임이다. 그러므로

이 논문은 박혜림(2015)의 박사학위 논문에서 발췌하였음.

Corresponding Author : Jai-Jeong Kim

Department of Physical Education, Graduate School,
Konkuk University, Seoul, Korea

Tel : +82-2-450-3828 / Fax : +82-2-453-3266

E-mail : freekim113@hanmail.net.

골프의 경기력은 타구된 공이 가급적 멀리 의도된 방향으로 도달하게 하거나 홀에 넣어 타수를 줄이는데 있다고 할 수 있다(So, 2002). 따라서 골프의 경기력에서 가장 큰 영향을 미치는 것은 비거리와 방향성이다. 최근 경기를 하는 골프 코스를 보면 코스의 총길이가 길어지고, 난이도는 점점 어렵게 설계된 곳이 많다. 특히 홀의 거리, 코스의 상태 등의 변화에 따라 의도적으로 비거리를 내야 하는 상황과 정확성을 구사해야 하는 상황 등 적절한 샷을 요구하는 경우가 발생한다. 실제로 골프 경기성적에 있어서 드라이버와 우드 샷은 25%, 웨지 샷

은 6%(Kim, 2005; Pelz & Frank, 2000)를 차지한다고 나타났으며, 국내외에서 다승을 하는 대부분의 선수들은 장타력을 가지고 있는 것으로 보아(So, Kim, Park, 2013), 드라이버의 비거리는 우승을 할 수 있는 조건 중의 하나로 골프 경기력에 많은 영향을 미친다고 할 수 있다.

현대스윙에서 드라이버 비거리를 멀리 보내기 위해서는 스윙동작에서 최대한 운동량을 크게 하는 상체와 골반의 꼬임을 강조하고 있다(Myer et al, 2008). 그러나 비거리 증가를 위해서 반드시 어깨회전을 많이 할 필요는 없으며, 골반보다 어깨의 회전 각도를 크게 함으로써 X-factor의 차이 각을 크게 만들어야 한다고 하였다.

비거리증가에 중요한 요소로 Mclean과 Andrisani(1997)는 백스윙 탑에 도달하기 직전 다운스윙으로의 동작 시 어깨의 회전과 골반 회전각의 차이를 강조 하였다. 즉, 백스윙을 하는 동안 상체와 골반의 분리는 몸통의 탄성에너지를 축적하였다가 다운스윙 시 강력한 회전력과 파워를 낼 수 있다는 것이다(Burden et. al., 1998; Horton et. al, 2001; Myer et. al., 2008). X-factor stretch 선행연구(Kim, 2004; Jang, 2005a, Jang, 2005b; Cheetham et al., 2000; Cheetham et. al., 2001)는 백스윙 탑보다 다운스윙 초기에 X-factor 값이 크게 나왔으며 X-factor stretch 값이 크면 비거리 증가에 영향을 미친다고 보고하였다. 그러나 최근의 연구에서는 둘 다 동등하게 중요하다고 주장하고 있다.

골프스윙에서 비거리 증가를 위한 또 다른 중요한 부분은 임팩트인데, 정지해있는 볼에 대해 강한 충격량을 전달해 비거리를 낼 수 있다. 그러기 위해서는 임팩트 시 클럽헤드 속도를 높이고, 클럽각도를 유지해야 하며(Plagenoheof, 1983), 클럽헤드의 충격중심과 볼의 중심이 일치되도록 정확한 위치에 운동방향을 유지하는 것이 중요하다고 하였다(Hay, 1985).

클럽헤드 속도를 높이기 위해서는 스윙 시 적절한 타이밍이 필요하고, 정확한 볼의 중심과 임팩트와의 수평각이 맞아야 한다고 하였다(Plagenoheof, 1983; Andrisani, 2005). 임팩트 시 수평각은 볼 속도, 발사각도, 볼 회전을 등에 영향을 미치며 이상적인 볼의 발사각도(launch angle)는 비거리에 영향을 미친다고 하였다(Moriyama, Yamaguchi, Yabu, & Broer, 1973; Campbell 1985; Smith, 2014). 클럽 스피드가 같은 경우 볼의 발사각도(launch angle)가 높을수록 비거리가 늘어난다고 하였으며(Kim, 2005; Trackman, 2012), 볼의 발사각도는 클럽헤드의 무게 중심과 볼의 접촉되는 위치에 따라 결정 된다고 하였다(Park, Lee, Song, 2000).

지금까지의 비거리에 관한 선행연구로는 신체 분절의 작용과 타이밍에 관한 연구(Neal & Wilson, 2005; Leadbetter, 2000; Barrantine, 1994; Penner, 2003; Novosel & Garrity,

2004)와 임팩트 시 비거리에 관한 연구(Moom, 1995; Kim, 2005)는 있었지만 실질적으로 비거리를 늘리기 위한 목적 스윙의 샷을 하였을 때 신체의 변인(X-factor, X-factor stretch)과 클럽변인(club speed, ball speed, club path, smash factor, launch angle, spin rate, flight time, total length)의 사이에서 비거리에 영향을 미치는 관계성에 대한 연구는 매우 부족하였다.

따라서 본 연구에서는 비거리를 증가하려는 목적스윙의 샷과 일반스윙의 샷을 비교하고, 거리가 증가된 목적스윙의 샷에서 신체변인(X-factor, X-factor stretch)과 클럽변인(club speed, ball speed, club path, smash factor, launch angle, spin rate, flight time, total length) 사이에서 비거리에 영향을 미치는 변인들의 관계성을 규명하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

Table 1. Characteristics of subjects

Age(year)	Hight(cm)	Weight(kg)	Handicap
23.67±2.55	177.11±2.62	76.56±1.64	1.33±1.41

2. 실험 장비

본 실험에 사용된 촬영 장비와 클럽측정 장비는 <Table 2>와 같다.

Table 2. Experimental equipments

	Experiment equipments	Manufacture
Instrument	Motionmaster100	Visol
	Trackman	Trackman
Analysis instrument	Kwon3D XP	Visol

3. 실험 절차

실험 전 피험자들에게 실험내용 및 주의사항을 충분히 설명하고 본 실험을 실시하였다. 피험자들은 스트레칭과 워밍업을 시킨 후에 자신의 드라이버와 골프화를 신고 총 10회의 드라이버 샷을 실시하였으며, 실험자의 주문에 따라 비거리를 증가하기 위한 목적스윙 5회와 일반스윙 5회를 구분하여 실시하였다. 3차원분석을 위하여 2m × 2m × 1m의 통제점 틀을 사전에 설치하여 10초간 촬영한 다음 제거하였다. 전역 좌표계 설정은 타겟 방향 혹은 운동진행 방향을 Y축 방향으로 하

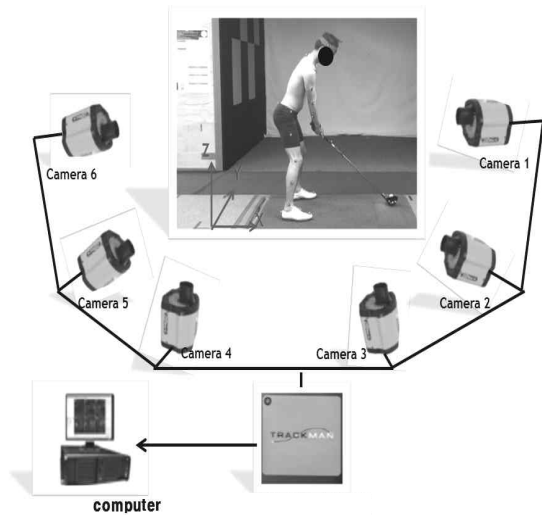


Figure 1. Experimental equipment arranged

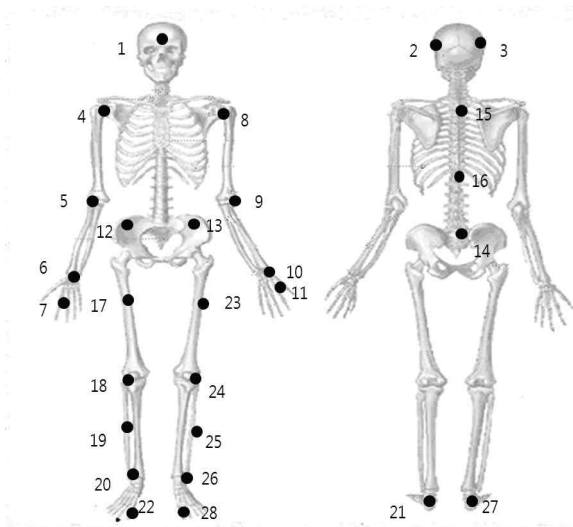


Figure 2. maker

고, 지면에 대하여 직교 방향을 Z축 방향으로 하였다. Y축과 Z축을 벡터 곱하여 나타난 수직 축을 X 축으로 정의하였다. 영상장비 및 클럽변인 측정 장비(Trackman)는 <Figure 1>와 같이 배치하였고, 반사마커의 위치는 인체 관절 점 <Figure 2>과 같이 28개를 부착 하였다.

4. 자료처리

영상분석은 Visol(Korea)사의 Kwon3D XP를 통해 디지털링을 하여 분석에 이용하였고, 임팩트는 클럽변인 측정 장비인 트랙맨(Trackman)을 이용하였다. 디지털링 시 발생하는 오차를 제거하기 위해서 Butterworth의 low-pass filter 방법을

사용하였고, 이때 cut-off frequency 는 10Hz 로 하였다. 또한, 자료 분석을 위해 6개의 event를 아래와 같이 정의하였다.

- 1) 어드레스(address): 준비 자세
- 2) 백스윙 톱(back swing top) : 백스윙의 정점
- 3) 미드 다운스윙(middle of downswing) : 다운스윙 시 샤프트가 지면과 수직인 시점
- 4) 임팩트(impact) : 임팩트 시점
- 5) 포워드 스윙(forward swing) : 샤프트가 목표방향과 평행인 시점
- 6) 피니쉬(finish) : 스윙이 끝나는 시점

5. 통계처리

영상장비와 임팩트 시 클럽변인 측정 장비에서 얻어진 데이터를 통해 비거리가 증가한 목적스윙에서 전체비거리(total length)에 영향을 미치는 요인으로 신체변인(X-factor, X-factor stretch)과 임팩트 시 클럽변인의 관계성을 알아보기 위해 상관관계분석(correlation analysis)을 사용하였다.

6. 분석요인

- 1) X-factor : 백스윙 탑에서 골반 회전각도와 어깨 회전각도의 차이를 나타낸 각이다.
- 2) X-factor stretch : X-factor의 각을 순간적으로 늘려주는 동작으로 백스윙 탑에서 다운스윙할 때 하체를 먼저 리드함으로써 순간적으로 비틀림 각을 증가시키는 것을 의미한다.
- 3) 클럽 속도(club speed) : 임팩트직전 클럽헤드가 이동하는 속도이다.
- 4) 볼 속도(ball speed) : 볼 스피드는 클럽 스피드에 의한 임팩트 결과물로 볼이 반발되어 나가는 속도이다.
- 5) 클럽패스(club path) : 임팩트 시 클럽페이스가 오른쪽 또는 왼쪽으로 이동하는 방향이다.
- 6) 스윙 스팟 적중률(smash factor) : 클럽헤드에서 볼에 전달되는 에너지의 양이다. 즉, 볼 스피드와 클럽스피드의 비율
- 7) 회전량(spin rate) : 임팩트 직후 볼의 회전량이다.
- 8) 발사각(launch angle) : 클럽헤드와 볼이 임팩트 된 직후 볼이 지면과 이루는 각도이다.
- 9) 트랙맨(Trackman) : 군사용 미사일 탄도 추적 레이더 감지 시스템을 응용하여 365.76m 거리의 드라이버 샷에서부터 짧은 피칭까지 볼의 전체 궤적 추적이 가능하며, 공의 오차 범위는 91.44m 당 30.48cm 이내로 측정된다.

III. 결 과

1) X-Factor

<Table 3> X-factor 시점에서는 목적 스윙의 샷에서 $58.87 \pm 4.36^\circ$, 일반 스윙의 샷에서 $54.49 \pm 5.52^\circ$ 로 나타났다. 목적 스윙의 샷에서 3.28° 가 크게 나타났으며, <Table 4>에서 X-factor와 전체 비거리(total length)와의 상관관계수 값이 .382로 통계적으로 낮은 상관관계를 나타냈다.

Table 3. Purpose swing normal swing

	purpose swing (M±SD)	normal swing (M±SD)
X-factor(deg)	58.87±4.36	54.49±5.52
X-factor stretch(deg)	60.33±11.41	56.21±5.75
club speed(mph)	107.03±4.21	99.05±4.19
ball speed(mph)	158.54±7.55	105.05±20.86
club path(deg)	-0.01±1.89	-0.27±2.13
smash factor	1.48±0.02	1.49±0.03
spin rate(rpm)	2558.89±280.96	2243.33±503.26
launch angle(deg)	11.30±2.12	9.86±2.98
flight time(sec)	6.58±0.46	5.31±1.11
total length(m)	262.73±14.82	237.22±19.77

2) X-Factor stretch

<Table 3> X-factor stretch 값은 목적 스윙의 샷에서 $60.30 \pm 11.41^\circ$, 일반 스윙의 샷에서 $56.21 \pm 5.75^\circ$ 로 목적 스윙의 샷에서 4.09° 크게 나타났다. <Table 4>에서 X-factor stretch와 전체 비거리(total length)의 상관관계수 값이 .432로 통계적으로 약간 상관있는 것으로 나타났다.

3) 클럽속도(club speed)

<Table 3>에서 클럽속도(club speed)는 목적 스윙의 샷에서 107.03 ± 4.21 mph(47.85 m/s), 일반 스윙의 샷에서 99.05 ± 4.19 mph(44.25m/s)로 나타났다. 목적 스윙의 샷에서 7.98 mph(3.50m/s) 높게 나타났으며, <Table 4>에서 클럽속도(club speed)와 전체 비거리(total length)의 상관관계수 값이 .882로 통계적으로 높은 상관관계를 나타냈다.

4) 볼 속도(ball speed)

<Table 3>에서 볼 속도(ball speed)는 목적 스윙의 샷에서 158.54 ± 7.55 mph(70.87 m/s), 일반 스윙의 샷에서 105.05 ± 20.86 mph(65.92 m/s)로 나타났다. 목적 스윙의 샷에서 53.49 mph 높게 나타났으며, <Table 4>에서 볼 속도(ball speed)와 전체 비거리(total length)의 상관관계수 값이 .960으로 통계적으로 매우 높은 상관관계를 나타냈다.

5) 클럽 패스(club path)

<Table 3>에서 클럽 패스(club path)는 임팩트 시 열려 맞는 것은 (+)값으로, 닫혀 맞는 것은 (-)값으로 나타났으며, 목적 스윙의 샷에서 $-0.01 \pm 1.89^\circ$, 일반 스윙의 샷에서 $-0.27 \pm 2.13^\circ$ 로 나타났다. 목적스윙의 샷에서 0.16° 더 열려 맞는 것으로 나타났으며, <table 4>에서 클럽 패스(club path)와 전체 비거리(total length)의 상관관계수 값이 -.404로 통계적으로 약간 부적 상관이 있는 것으로 나타났다.

6) 스윙 스팟 적중률(smash factor)

<Table 3>에서 스윙 스팟 적중률(smash factor)은 목적 스윙의 샷에서 1.48, 일반 스윙의 샷에서 1.49로 나타났다. 목적 스윙의 샷에서 0.01 낮게 나타났으며, <Table 4>에서 스윙 스팟 적중률(smash factor)과 전체 비거리(total length)의 상관관계수 값이 .653으로 통계적으로 다소 높은 상관관계를 나타냈다.

7) 회전량(spin rate)

<Table 3>에서 회전 량(spin rate)은 목적 스윙의 샷에서 2558.89 ± 280.96 rpm, 일반 스윙의 샷에서 2243.33 ± 503.26 rpm로 나타났다.

목적스윙의 샷에서 315 rpm 높게 나타났으며, <Table 4>에서 회전 량(spin rate)과 전체비거리(total length), 볼 속도(ball speed), 스윙 스팟 적중률(smash factor)의 상관관계수 값이 각각 -.654, -.505, -.569로 통계적으로 다소 높은 부적 상관관계를 나타냈다.

8) 볼의 출발 각도 (launch angle)

<Table 3>에서 볼의 출발 각도(launch angle)는 목적 스윙의 샷에서 $11.30 \pm 2.12^\circ$, 일반 스윙의 샷에서 $9.86 \pm 2.98^\circ$ 로 나타났다. 목적스윙의 샷에서 1.45° 높게 나타났으며, <Table 4>에서 볼의 출발 각도(launch angle)와 전체비거리(total length)의 상관관계수 값이 -.397로 통계적으로 낮은 부적 상관관계를 나타냈다.

9) 비행시간(flight time)

<Table 3>에서 비행시간(flight time)은 목적 스윙의 샷에서 6.58 ± 0.46 sec, 일반 스윙의 샷에서 5.31 ± 1.11 sec로 나타났다. 목적스윙의 샷에서 1.27 sec로 높게 나타났으며, <Table 4>에서 비행시간(flight time)과 전체비거리(total length)의 상관계수 값이 .053으로 통계적으로 거의 상관이 없는 것으로 나타났다.

10) 전체비거리 (total length)

<Table 3>에서 목적 스윙의 샷은 262.73 ± 14.82 m, 일반 스윙의 샷은 237.22 ± 19.77 m로 나타났다. 목적스윙의 샷에서 전체비거리가 25.51 m 높게 나타났다.

IV. 논 의

X-factor 와 전체 비거리(total length) 와의 상관계수 값이 .382로 통계적으로 낮은 상관관계를 나타냈다. X-factor stretch 값은 목적 스윙의 샷에서 $60.30 \pm 11.41^\circ$, 일반 스윙의 샷에서 $56.21 \pm 5.75^\circ$ 로 목적 스윙의 샷에서 4.09° 크게 나타났으나 X-factor stretch 와 전체 비거리(total length)의 상관계수 값이 .432로 통계적으로 약간 상관있는 것으로 나타났다.

Jang(2005)는 X-factor 값이 프로골퍼의 경우 74.78° , 아마추어의 경우 51.72° 를 나타냈다고 하였으며, Cole & Grimshaw (2009)의 핸디캡 0-10의 골퍼와 핸디캡 11-20의 골퍼를 대상으로 조사한 결과, 백스윙 탑에서 핸디캡 0-10의 골퍼들이 더 큰 X-factor 값을 나타냈고, 핸디캡 11-20의 골퍼들이 낮은 X-factor 값을 나타냈다고 보고하였고, Kim(2010)의 연구 결과에서는 아마추어보다 프로들의 X-factor 값이 더 높게 나타났다고 연구되었다. X-factor stretch 값은 Mclean(2008)의 연구에서 투어프로의 경우 17.4° , 아마추어의 경우 5.9° 가 높게 나타났다고 보고하였고, Choi, Lee, Sohn, Lim, (2010)의 연구에서는 4.36° 로 나타났으며, Kim(2012)의 연구 결과에서는 $7.6-9.0^\circ$ 로 나타났다고 보고되었고, 이는 클럽 속도(club speed)에 영향을 미치는 요인이 된다고 하였다. 따라서 본 연구에서도 비거리 증가를 위한 의도적인 목적 스윙의 샷에서 X-factor, X-factor stretch 값이 커진 것으로 나타났다. 그러나 전체 비거리와 X-factor의 상관관계가 낮게 나타난 것은 목적스윙의 샷에서의 X-factor 변화가 임팩트 시 클럽과 공의 변화에 많은 영향을 주는 요인이 아니라고 사료된다. 이러한 결과로 볼 때 일부 학자들의 X-factor에 대한 각도 차이가 비거리를 증가시키는 요인이 되기는 하지만 정량적으로 정해지지 않고 있다고 한(Hogan, 2000; Leadbetter, 2000; Mclean, 1996) 결과와 일부 일치 한다고 판단된다.

클럽 속도(club speed)는 골프 스윙 시 공을 가격하기 직전의 순간에서부터 임팩트 순간의 속도를 말하는 것이며, 전체 비거리(total length)를 늘리기 위해서는 임팩트 되는 순간이 중요하다. PGA투어 평균 전체 비거리(total length)는 266 m를 나타내고 있으며, 본 연구에서 전체 비거리는 목적 스윙의 샷에서 262.73 ± 14.82 m, 일반 스윙의 샷에서 237.22 ± 19.77 m로 나타났다. 목적 스윙의 샷에서 25.51 m 높게 나타났으나, 목적 스윙의 샷과 일반 스윙의 샷에서 모두 PGA 평균 비거리보다 낮게 나타났다. 이는 실험 환경과 피험자의 차이로 생각된다. 클럽속도(club speed)는 목적스윙의 샷에서 107.03 ± 4.21 mph(47.85 m/s), 일반 스윙의 샷에서 99.05 ± 4.19 mph(44.25m/s)로 나타났다. 목적스윙 시 7.98 mph (3.57m/s) 높게 나타났으나, PGA 평균 클럽속도(club speed) 113 mph (50.52m/s)보다는 낮게 나타났으나 이 또한 실험 환경과 피험자의 차이로 생각된다. 클럽속도(club speed)와 전체 비거리(total length)의 상관계수 값이 .882로 통계적으로 높은 상관관계를 나타냈다. 이는 선행 연구 So, Kim & Park(2013)의 연구에서 클럽스피드 32.36 m/s와 Hong(2012)의 연구에서 30.84 m/s와 Lee(2005)의 연구에서 나타난 31.07 m/s 보다는 높게 나타났다. Cho(2003)는 클럽헤드 속도의 증가에 비례하여 거리도 증가한다고 하였는데 본 연구와 비슷한 결과를 나타냈다. 즉 전체 비거리(total length)를 증가시키기 위해서는 클럽 속도(club speed)를 빠르게 해야 하고, 클럽속도(club speed)가 빨라질수록 전체 비거리(total length)의 증가에 많은 기여를 하는 것으로 사료된다.

Choe(2003)와 Kim(2001)은 클럽속도(club speed)가 변하면 볼의 속도(ball speed)도 변하여 비거리에 영향을 미친다고 하였다. 본 연구에서 볼속도(ball speed)는 목적 스윙의 샷에서 158.54 ± 7.55 mph(70.87 m/s), 일반 스윙의 샷에서 105.05 ± 20.86 mph(46.96 m/s)로 나타났으며, 목적스윙의 샷에서 53.49 mph(23.91 m/s) 높게 나타났다. 볼의 속도(ball speed)와 전체 비거리(total length)의 상관계수 값이 .960으로 통계적으로 매우 높은 상관관계를 나타냈다. 클럽속도(club speed)보다 볼 속도(ball speed)가 전체 비거리(total length)에 더 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. Kim(2005)는 같은 클럽 속도(club speed)보다 볼 속도(ball speed)에 따라 전체 비거리(total length)가 달라질 수 있다고 하였는데 본 연구와 비슷한 결과를 나타내고 있다. 따라서 전체 비거리(total length) 증가를 위해서는 클럽 속도(club speed)로 볼의 중심점에 큰 파워를 전달 할 수 있어야 할 것으로 사료된다.

볼의 중심점에 큰 파워를 전달하기 위해서는 임팩트 시 클럽 페이스 각도(club path)가 열리(+)/거나 닫히는(-) 것은 중요한 작용으로 볼 수 있다. Hong(2013)은 임팩트 시 클럽의 열림(+)/과 닫힘(-)은 공의 구질에 영향을 미치게 되고, 이는 비거

리에 영향을 미친다고 하였고, Moon(1994)은 임팩트 시 열려 맞으면 공이 높이 떠서 비거리에 손실을 가져오고, 닫혀 맞으면 낮은 탄도로 날아가 많이 구르는 현상을 가져오며, 클럽의 이동면이 1°차이가 생겼을 때 200 y거리에서 약 8 y의 비거리 편차가 생긴다고 하였다. 그러나 본 연구에서 클럽 페이스 각도(club path)는 목적 스윙의 샷에서 $-0.01 \pm 1.89^\circ$, 일반 스윙의 샷에서 $-0.27 \pm 2.13^\circ$ 로, 목적 스윙의 샷에서 0.16° 더 열려 (+) 맞는 것으로 나타났으며, 클럽 페이스(club path)와 전체 비거리(total length)와는 상관관계수 값이 $-.404$ 로 통계적으로 약간 부적 상관있는 것으로 나타났다. 따라서 임팩트 시 클럽의 페이스 각도(club path)가 열리거나(+), 닫히는 것은(-) 볼의 방향에 영향을 미치는 것으로 사료되며, 그로 인해 전체 비거리(total length)에도 영향을 미치는 것으로 사료된다.

스윙 스팟 적중률(smash factor)은 클럽속도(club speed)와 볼의 속도(ball speed)의 비율로써 효율적으로 비거리에 적용된 수치를 말하는 것으로, Smith(2014)는 임팩트 시 중앙에 맞았는지, 방향각이 정확하게 맞았는지 판단 할 수 있다고 하였다. Trackman launch monitor (2012)에서 PGA 투어선수들의 평균 볼 효율성은 1.48 로 보고되었고, Kang(2008)의 연구 결과에서는 볼이 최적지점(sweet spot)에 정확하게 맞았을 경우 1.5 이상의 스윙 스팟 적중률(smash factor)을 나타냈다고 하였다. Trackman(2012)은 스윙 스피드가 같은 경우 스윙 스팟 적중률(smash factor)이 높을 때 비거리가 증가한다고 하였는데, 본 연구에서는 목적 스윙의 샷에서 1.48, 일반 스윙의 샷에서 1.49 로 비슷하게 나타났으며, 스윙 스팟 적중률(smash factor)과 전체 비거리(total length), 볼의 속도(ball speed), 클럽 페이스(club path)의 상관관계수 값이 각각 .653, .621, $-.678$ 으로 상관의 정도는 다소 높은 상관임을 나타냈다. 스윙 스팟 적중률(smash factor)을 높이는 것은 볼 속도(ball speed)와 클럽 페이스(club path)에 긍정적인 영향을 주어 전체 비거리(total length)의 증가에 영향을 줄 것으로 사료된다.

회전량(spin rate)은 클럽페이스(club face)가 볼과의 접촉 시 분당 역회전 하는 수치를 말하는 것으로 Jorgensen(1999)은 공의 회전 속도는 임팩트 순간 로프트가 얼마나 기울어져 있는가에 달려 있다고 하였고, Sohn(2012)은 스윙 형태에서 회전량(spin rate)이 줄어드는 것은 로프트 각도가 작아지고 볼에 가해지는 수평 성분의 힘이 증가하게 되는 것을 의미한다고 하였으며, Kang(2008)의 연구에서는 백스핀이 없는 볼은 100 y이상을 비행 할 수 없다고 하였다. 본 연구에서는 목적스윙의 샷에서 2558.89 ± 280.96 rpm, 일반 스윙의 샷에서 2243.33 ± 503.26 rpm으로 목적스윙 시 315 rpm 높게 나타났으며, 회전량(spin rate)과 전체비거리(total length), 볼 속도(ball speed), 스윙 스팟 적중률(smash factor)의 상관관계수 값이 각각 $-.654$,

$-.505$, $-.569$ 로 통계적으로 다소 높은 부적 상관관계를 나타냈다. 선행연구의 결과로 볼 때 목적 스윙에서 일반 스윙보다 높아진 백스핀은 볼의 스피드와 비행 거리에 영향을 미칠 수 있으며 전체 비거리(total length)를 증가 시키는 것으로 판단 된다.

볼의 출발각도(launch angle)는 클럽과 볼의 접촉 후 공이 날아오르는 각도를 말하는 것으로, Trackman(2012)은 프로들의 경우 $12^\circ - 15^\circ$ 가 가장 이상적인 볼의 출발각도로 비거리 영향을 미친다고 하였고, Bae & Kim(1995)은 숙련자의 경우 약 12.11° 의 각도가 이상적인 볼의 출발 각도(launch angle)라고 하였다. 그러나 본 연구에서는 목적스윙의 샷에서 $11.30 \pm 2.12^\circ$, 일반 스윙의 샷에서 $9.86 \pm 2.98^\circ$ 로 목적스윙의 샷과 일반 스윙의 샷에서 모두 선행연구 보다 낮게 나타났으나 이는 실험 환경과 피험자의 차이로 생각된다. 전체 비거리(total length)와 볼의 출발 각도(launch angle)는 상관관계수 값이 $-.397$ 로 통계적으로 낮은 부적 상관관계를 나타냈다. 하지만 볼의 출발 각도(launch angle)와 비행시간(flight time)의 상관관계수 값이 $.754$ 로 통계적으로 높은 상관관계를 나타냈다. 비거리 증가를 위한 목적 스윙의 샷에서 볼의 출발 각도(launch angle)가 높아져 볼의 비행시간(flight time)에 영향은 줄 수 있으나 전체 비거리(total length)에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료 된다.

비행시간(flight time)은 목적 스윙의 샷에서 6.58 ± 0.46 sec, 일반 스윙의 샷에서 5.31 ± 1.11 sec로 목적스윙의 샷에서 약 1.26 sec비행시간(flight time)이 긴 것으로 나타났다. 비행시간(flight time)과 전체 비거리(total length)의 상관관계수 값이 $.053$ 으로 통계적으로 거의 상관이 없는 것으로 나타났다. 이 결과 또한 긴 비행시간으로 볼의 비행거리는 증가 할 수 있으나 전체 비거리(total length)에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단되며 볼은 이상적인 포물선으로 운동하면서 비행시간이 증가되어야 비거리 증가에 효과가 있을 것이라 사료된다.

V. 결 론

본 연구의 목적은 골프 드라이버 스윙 시 볼의 전체비거리(total length)에 영향을 미치는 요인으로 신체변인(X-factor, X-factor stretch)과 임팩트 시 클럽변인(club speed, ball speed, club path, smash factor, vertical launch angle, spin rate, flight time, total length)의 관계성을 분석하고자 하였다. 이를 위해 오른손을 사용하는 남자 프로골프 선수(KPGA)로 9명을 선정 하였으며, 피험자들은 자신의 드라이버를 사용하여 비거리를 증가하기 위한 목적스윙의 샷 5회와 일반스윙의 샷 5회, 총

10회의 드라이버 샷을 실시하였다. 이상의 결과를 보면 목적 스윙의 샷에서 전체 비거리에 영향을 미친것은 클럽변인(club speed, ball speed, club path, smash factor, vertical launch angle, spin rate, flight time, total length)으로 나타났으며, 클럽 변인 중에서 볼 속도(ball speed)와 클럽 속도(club speed)가 가장 크게 기여하는 것으로 나타났다.

참고문헌

- Andrisani, J. (2005). *Tiger's New Swing: An Analysis of Tiger Woods' New Swing Technique*. New York, NY: St. Martin's Press.
- Bae, S. J., & Kim, B. Y. (1995). The motion analysis of golf swing performed by KPGA professional golfers. *Korean Journal of Physical Education*, 34(2), 2402-2414.
- Barrentine, S. W., Fleisig, G. S., & Johnson, H. (1994). *Ground Reaction Forces and Torques of Professional and Amateur Golfers. Science and Golf II*. Proceeding of the 1994 World Scientific Congress of Golf. Edited by Cochran, A. J., & Farrally, M. R. Taylor & Francis. 33-39.
- Broer, M. R. (1973). *Efficiency of Human Motion*, Philadelphia : W. B. Saunders.
- 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.
- Cambell, K. R. & Reid, R. Z. (1985). The application of optimal control theory to simplified models of complex human motions. *the Golf Swing*, 527-532.
- Cheetham, P. J., Martin, P. E., Mottram, R. E., & St. Laurent, B. S. (2000). The importance of stretching the X Factor in the golf downswing. 2000 Pre-Olympic Congress. *International Congress on Sport Science Sports Medicine and Physical Education. Brisbane*, 7-12.
- 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.
- Cho, B. W. (2003). *Analysis of Decisive Factor on Distance for University Golf Player's Object Execution Using Late Hitting Method*. Unpublished Master degree Konkuk National University.
- Choi, M. C., & Lee, K. K., & Sohn, J. H., & Lim, Y. T. (2010). Comparison of X-factor and X-factor stretch from elite golfers in Korea. *Korean Society of Golf Studies*, 14(2), 1-4.
- Choe, U. J. & Park, W. H., & Hong, C. G. (2003). The effect of the fitness exercise program for 10 weeks on the golf driver-shot. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 19(2), 1467-1474.
- Cole, P. H., & Grimshaw, P. N. (2009). The X-Factor and its relationship to golfing performance. *Journal of Quantitative Analysis in Sport*, 5, 1-9.
- Hay, J. G. (1985) *The Biomechanics of Sport Techniques*. Prentice-Hall Inc., England Cliffs, New Jersey.
- Hogan, B. (2000). *Golf Digest 50 Greatest Golfer of all Time and What They Taught us*. Golf Digest. July. 93.
- Horton, J. F., Lindsay, D. M., & Macintosh. B. R. (2001). Abdominal muscle activation of elite male golfers with chronic low back pain. *Medicine Science Sports & Exercise*, 33(10), 1647-1654.
- Hong, S. Y. (2012). *Kinematic Analysis According to the Intentional Ball Quality Change at Golf Driver Swing*. Unpublished Master degree Konkuk National University.
- Jang, J. K. (2005). A Study on the Effective X-Factor. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 15(3), 153-159.
- Jang, J. K. (2005). The effect of X-Factor in club head speed. *Korean Journal of Physical Education*, 44(4), 431-438.
- Jorgensen, T. (1999). *The Physics of Golf*, Second Edition. Springer.
- Jung, K. I., & Jun, J. H., & Yu, S. M. (2004). *Golf Equipment*. Seoul.
- Kang, D. S. (2008). *The Effect of Impact Bag Training on the Golf Driver Shot*. Unpublished Master degree Hanyang National University.
- Kim, C. Y. (2005). *Study on the Change Process and Flight Distance of Golf Club*. Unpublished Master degree Yongin National University.
- Kim, C. U. (2004). *Coordinated Analysis of the Body During a Swing of Golf According to Techniques Levels*. Unpublished doctoral dissertation, Kyungung National University.
- Kim, H. C. (2005). *Par Save Shot Game*. Seoul : Nexusbook.
- Kim, H. K. (2011). *A Study on the Effect of Physical Fitness and Golf Swing Performance through Weight Training*. Unpublished Master degree Kook Min National University.
- Kim, J. Y. (2012) *The Comparative Analysis of Late Hitting and X-factor According to Clubs in Golf Swing*. Unpublished Master degree Busan University of Foreign Studies.
- Kim, Y. S. (2010). *Analysis of Pelvis Movement, Triple X-Factor, and O-Factor During a Golf Driver Swing*. Unpublished doctoral dissertation, Konkuk National University.
- Lee, Y. G. (2005). *Biomechanical Analysis for the Effective Performance of Golf Swing Movement*. Unpublished doctoral dissertation, Chonbuk National University.
- Leadbetter (2000). *A Proper Cast can Mean Power*. Golf Digest. 24, December.
- Moriyama, K., Yamaguchi, T., Yabu, M., & Tsunoda, M. (2004). "The influence of mechanical impedance of the golf club and the golf ball on ball spin," *The Engineering of Sport*, 5, 337-343.
- Myers, J., Lephart, S., Tsai, y. s., Sell, T., Smoliga, J., & Jolly, J. (2008). The role of upper torso and pelvis rotation in driving performance during the golf swing. *Journal of Sports Science*,

26(2), 181-188.

- McLean, J. (1996). *The X-Factor Swing*. Harper Collins Publishers, New York.
- McLean, J., & John, Andrisani. (1997). *The X-Factor Swing by John Andrisani and Jim McLean*, Hardcover.
- McLean, J. (2008). *Triple-X Factor. Three Moves Today's Tour Players use to Drive the Ball Super-Long, and How to Make Them Work for You*. Retrieved July 25, 2009.
- Moon, J. W. (1994). *Research on the Effects of Club Head Speed and Head Angle on the Distance of Flying When Impacted*. Unpublished Master degree Konkuk National University.
- Myers, J., Lephart, S., Tsai, y. s., Sell, T., Smoliga, J., & Jolly, J. (2008). The role of upper torso and pelvis rotation in driving performance during the golf swing. *Journal of Sports Science*, 26(2), 181-188.
- Neal, R. J., & Wilson, B. D. (1985), "3D kinematics and kinetics of the golf swing". *International Journal of Sport Biomechanics*, 1, 221-232.
- Novosel, L., & Garrity, J. (2004). *Tour Tempo. Golf's Last Secret Finally Revealed*. Doubleday Books.
- Pinner, A. R. (2003). The Physical of Golf. *Report on Progress in Physics*, 66, 131-171.
- Pelz, D., & Frank, J. A. (2000). *Dave Pelz's Putting Bible*. New York, NY: Doubleday.
- Plagenhoef, S. C., Evans, F. G., & Abdelnour, T. (1983). Anatomical Data for Analyzing Human Motion. *Research Quarterly for Exercise and Sports*, 54(2), 169-178.
- Park, S. S., & Lee, K. I., & Song, J. H.(2000). A comparative analysis of the kinematical characteristics during the driver golf swing. *Korean Journal of Physical Education*, 39(1), 528-539.
- Park, H. L. (2015). *Analyze the Correlation between Variable Factor, Kinematic Factor(x-factor, x-factor stretch) and Club Impact Factors, Affecting the Total Length of the Ball During a Pro-Golfer's Drive Swing*. Unpublished doctoral dissertation, Konkuk National University.
- Sohn, J. H. (2012). *Analysis of Golf Players' Swing Motion According to Adjustment of Power, Distance and Trajectory*. Unpublished Master degree Kookmin National University.
- Smith, Mark F. (2014). *Golf Science*. Seoul: Myungin books.
- So, J. M. (2002). *Mutable on Golf Swing Mechanics in Solution*. Hongkyung Books.
- So, J. M., & Kim, J. J., & Park, H. L. (2013). Kinematic characteristics in female pro golfers' swings intended to increase driving distance. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 23(4) 387-393.
- Trackman (2012). *These Tables are Adapted From Data Collected and Analysed by the Makers of the Trackman Launch Monitor*.(www.trackman.dk).