



## 퍼팅 스트로크 실험용 진자퍼팅기 개발

### A Development of Pendulum Putting Machine for the Experiments of Putting Stroke

박 진\* (서울여자대학교)

Park, Jin\* (Seoul Women's University)

---

#### ABSTRACT

J. PARK, A Development of Pendulum Putting Machine for the Experiments of Putting Stroke. Korean Journal of Sports Biomechanics, 2006, Vol. 16, No. 4 pp. 147-152, 2006. The purpose of this study was to develop the experimental machine for the putting strokes. This experimental machine is called Pendulum Putting Machine (PPM). The height of PPM is 75cm and the mass is 10kg. To make the frame of this machine, 2.4 and 2.0 diameters of iron pipes were used. Bottom of the frame (bottom girdle) was made with circle shape and top of the frame (top girdle) was made with rectangular shape. Above the top girdle, iron plate (12x17x0.5cm) was placed to connect the ball bearing. At the top of the frame two ball bearings with axis were placed for the diverse lies of putters and irons. To verify usefulness of this machine, experiments were executed with the PPM. Two major experimental conditions were hitting points (sweet spot, toe side, heel side) and hitting places (bottom, 3cm before bottom, 3cm after bottom). Eleven different cases were tested. The results showed that the diversity of the ball placement (distance and direction) was acceptable (distance range, 2.70-5.87 standard deviation; direction range, 1.71-4.65 standard deviation). Overall the Pendulum Putting Machine is very useful for the study of putting and driving strokes.

KEYWORDS: PENDULUM PUTTING MACHINE, PUTTING STROKE, SWEET SPOT, TOE, HEEL

---

## I. 서 론

골프스윙의 기술을 두 가지로 구분한다면 드라이빙 스트로크와 퍼팅 스트로크로 나눌 수 있다. 드라이빙 스트로크의 경우에는 다양한 클럽을 이용하여 비교적 넓은 목표지점을 공략하는 반면에, 퍼팅 스트로크는 하

나의 클럽으로 구체적인 목표에 볼을 넣는 것이다(박진, 2002).

퍼팅 스트로크에서 볼을 홀에 홀드(holed)시키기 위해서는 역학적인 조건이 선행되어야 한다. Cochran 과 Stobbs(1968)는 이들 조건을 볼에 대한 클럽헤드 면의 퍼팅라인에 대한 수직방향작용, 클럽헤드의 움직임궤도,

클럽헤드의 알맞은 속도 등으로 판단하였다. Marr (1989)은 클럽헤드의 스윙궤도와 임팩트 시 클럽페이스의 위치라고 주장하였다. 한편 Heuler(1995)는 임팩트 시 볼과 클럽헤드의 방향이 일치해야하며, 임팩트 시 클럽헤드와 볼이 수직이며, 임팩트는 반드시 스위트 스폿에서 이루어져야 볼을 홀드시킬 수 있다고 주장하였다. 박진(2006)은 볼의 홀드 조건으로 퍼터페이스의 이동궤도, 퍼팅라인에 대한 퍼터페이스의 타격각도, 퍼터페이스와 볼의 접촉위치, 지면의 저항, 그리고 경사도등이 영향을 미치는 것으로 제시하였다.

퍼팅 스트로크는 흔히 진자운동으로 비유된다. 그래서 퍼팅의 특성을 연구하기 위하여 몇 명의 연구자들이 진자퍼팅기를 개발하여 퍼팅연구에 활용하였다. Cochran 과 Stobbs(1968)는 삼각대형태의 진자퍼팅기를 제작하여 연구를 하였으며, Pelz(2000)는 사람과 유사한 형태의 로봇을 만들어서 실험을 하였다. 본 연구는 선행연구의 내용을 바탕으로 퍼팅 스트로크 실험을 위한 실험용 진자퍼팅기를 개발하는 것이 주목적이다.

## II. 연구 방법

### 1. 진자퍼팅기의 개요

진자퍼팅기의 전체 크기는 75cm, 질량은 10kg이다. 구조물의 골격은 지름 2.4cm와 2.0cm의 파이프를 이용하였다. 하부의 지지면은 평면에서 최대한의 안정을 주기 위해 지름 2.4cm의 파이프를 지름 44.5cm의 원형으로 만들었다. 그리고 지름 2.0cm의 파이프를 이용하여 지지면에서 각각 두 개씩 4개의 다리가 서로 교차(X자)하며 올라가 상부를 지지하도록 만들었다<그림 1>, <그림 2>.

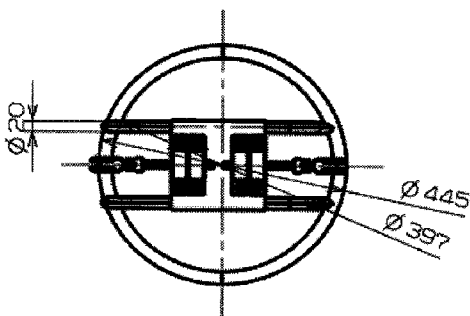


그림 1. 하부의 지지면

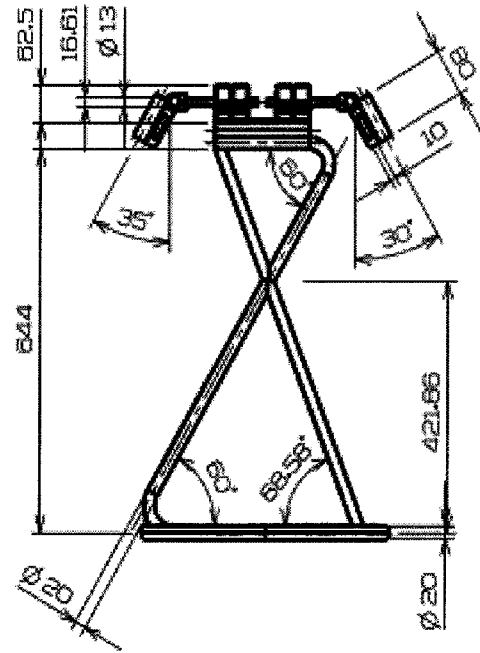


그림 2. 교차 지지대

상부 지지면에는 가로 12cm, 세로 17cm, 그리고 두께 0.5cm의 철판을 올려놓았다. 상부의 지지면 역할을 하는 이 철판은 완전한 수평을 이루도록 하였다. 철판에 축이 달린 베어링을 연결하기 위하여 구멍을 뚫어 놓았다. 본 연구에서 제작한 진자퍼팅기는 다양한 라이의 퍼터와 아이언을 실험하기 위하여 양쪽에 클럽을 설치할 수 있도록 제작하였다. 즉, 축이 달린 베어링 두 개가 양쪽에 부착되었다. 두 개의 베어링 축에는 클럽을 잡을 수 있도록 클럽의 그립과 같은 크기의 손잡이가 달려있으며, 클럽을 쉽게 낄 수 있도록 한 쪽면의 일부분은 완전히 절단하였다. 이 때 클럽의 흔들림을 방지하기 위하여 손잡이에 4개의 홈을 파서 볼트로 칠 수 있도록 하였다.<그림 3>.

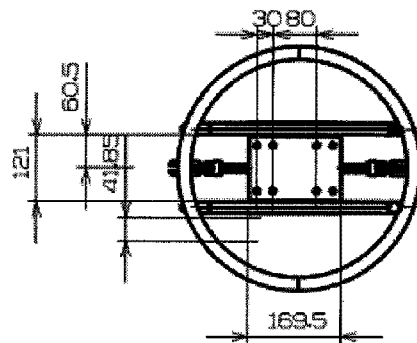


그림 3. 상부의 지지면

완성된 진자퍼팅기는 <그림 4>와 같다.

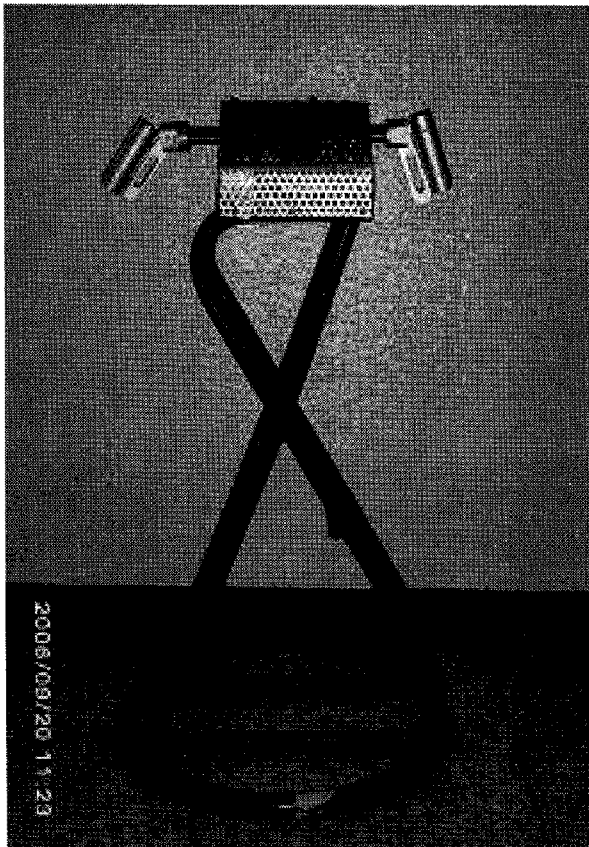


그림 4. 진자퍼팅기

## 2. 진자퍼팅기를 이용한 실험

진자퍼팅기의 활용성을 검증하기 위하여 다음과 같이 진자퍼팅 실험을 실시하였다. S여대 운동역학실험실에 있는 인조 잔디(1.8 x 6.0m) 위에 진자퍼팅기를 설치하였다. 그리고 퍼터를 연결한 다음 퍼터페이스의 스위트 스폿과 직각으로 연결된 전방 2.7m지점에 목표표시물을 놓았다. 퍼터의 후방 25cm 지점에 움직이지 않는 물체를 놓고 손으로 <그림 5>와 같이 퍼터를 이동시킨 다음에 퍼터를 놓아 자유낙하 하도록 하였다.

실험의 조건은 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 첫째 볼과의 접촉부분을 퍼터의 중앙 부분인 스위트 스폿(sweet spot)으로 타격하는 것<그림 6>, heel 부분으로 타격하는 것<그림 7>, toe 부분으로 타격하는 것<그림 8>이다. Heel 쪽으로 타격하는 것은 스위트 스폿에서 가깝거나(1.5cm) 혹은 먼 것(3cm) 두 가지로 구분하였

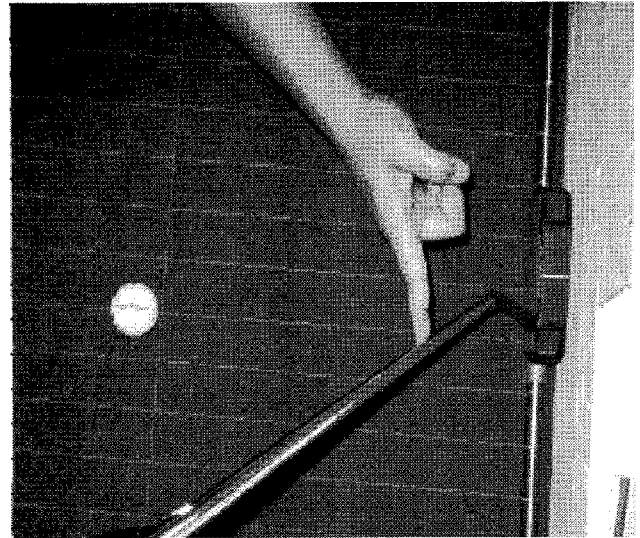


그림 5. 퍼터의 25cm 후방으로 이동

으며, toe 쪽으로 타격하는 것 역시 스위트 스폿에서 가깝거나(1.5cm) 혹은 먼 것(3cm) 두 가지로 구분하였다. 둘째 퍼터의 스윙궤도 중 최저점에서 타격하는 것, 하강하면서 타격하는 것, 상승하면서 타격하는 것이다. 진자가 최저점에서 타격하는 경우에는 두 개의 조건을 혼합하여 다섯 가지의 경우를 측정하였고, 진자가 하강하면서 타격하거나 상승하면서 타격하는 경우에는 두 개의 조건을 혼합하여 각각 세 가지의 경우를 측정하였다. 따라서 11가지의 서로 다른 경우를 측정하였다.

모든 실험은 20회씩 반복하였고, 실험의 순서는 동일한 위치에서 동일한 조건으로 무작위로 실시하였다.

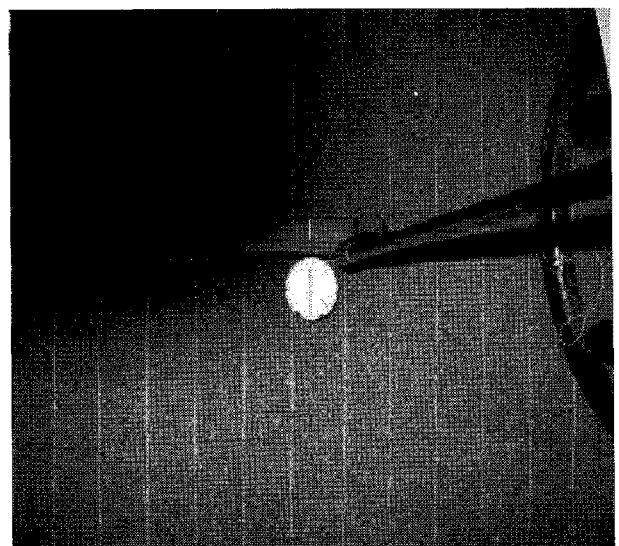


그림 6. 퍼터와 볼이 스위트 스폿에서 접촉

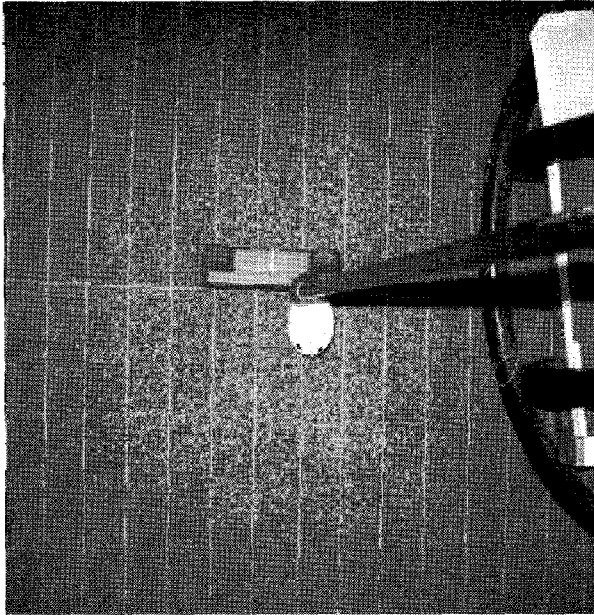


그림 7. 퍼터와 볼이 heel에서 접촉

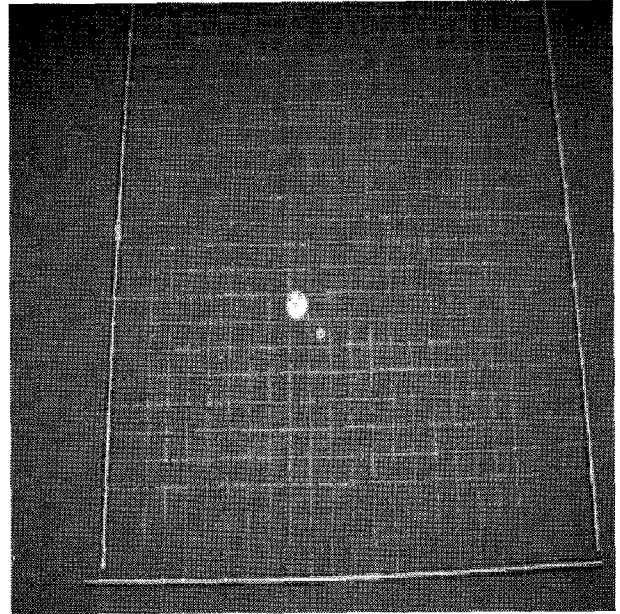


그림 9. 목표표시물과 볼의 위치

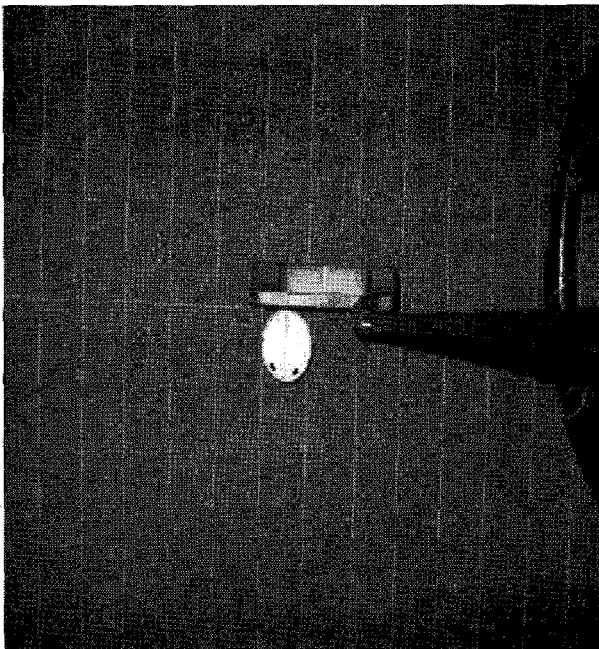


그림 8. 퍼터와 볼이 toe에서 접촉

볼의 위치를 파악하기 위하여 폭 1m, 길이 4m의 좌표계를 설치하였다. 좌표계는 볼의 이동에 영향을 주지 않는 얇은 실을 이용하여 직접 제작하였으며, 정사각형 한 변의 길이는 4cm로 하였다<그림 9>. 볼의 위치좌표는 볼의 중심점으로 하였으며, 센티미터 단위로 기록하였다.

### 3 자료처리

본 실험에서 나타난 볼의 위치는 클럽 헤드가 정지해 있을 때를 기준으로 직각좌표계를 설치하여 각 위치의 (x, y)값을 기록하였다. y축 방향의 값은 퍼터의 스위트 스폿과 목표표시점으로 연결되는 퍼팅라인(putting line)이며, 볼의 진행방향을 "+"값으로 하였다. x축 방향의 값은 퍼팅라인을 기준으로 하였으며, "+"값은 볼의 진행방향 좌측에 두었다. 그러므로 스위트 스폿은 x축으로 "0", y축으로 "0"에 위치한다. 모든 실험 자료의 x, y 값에 대한 평균과 표준편차를 구하였다.

## III. 결과 및 논의

### 1. 진자의 최저점에서 스트로크

<표 1>은 진자의 최저점에서 스트로크 된 볼의 위치 값이다. <표 1>에 의하면 진자의 최저점에서 볼을 스트로크 할 경우에 볼의 이동 방향(y축)으로의 표준편차는 크게 차이가 없는 것으로 나타났다. 볼의 좌우방향으로의 흔들림(x 축) 역시 큰 차이를 보이지 않았다.

표 1. 진자의 최저점에서 타격된 볼의 이동 위치 값

(단위: cm)

진행방향 \ 타격위치		sweet spot	toe 1.5cm	toe 3cm	heel 1.5cm	heel 3cm
y	M	247.5	245.1	217.1	242.8	226.6
	sd	4.75	4.80	5.87	3.27	5.74
x	M	1.2	-3.0	-3.0	2.0	0.5
	sd	4.21	2.67	3.29	3.52	2.53

2. 진자의 상승점에서 스트로크

<표 2>는 진자가 상승하면서 볼을 스트로크 할 때 볼의 위치값이다. 상승하면서 스트로크 할 때 역시 편차가 크지 않은 것으로 나타났다.

표 2. 진자의 상승점에서 타격된 볼의 이동 위치 값

(단위: cm)

진행방향 \ 타격위치		sweet spot	toe 3cm	heel 3cm
y	M	246.2	219.4	217.1
	sd	3.56	4.82	3.34
x	M	2.8	2.1	0.3
	sd	1.71	2.49	2.34

3. 진자의 하강점에서 스트로크

<표 3>은 진자가 하강하면서 볼을 스트로크 할 때 볼의 위치값이다. 하강하면서 스트로크 할 때 역시 편차가 크지 않은 것으로 나타났다.

표 3. 진자의 하강점에서 타격된 볼의 이동 위치 값

(단위: cm)

진행방향 \ 타격위치		sweet spot	toe 3cm	heel 3cm
y	M	245.7	219.8	226.8
	sd	2.70	3.02	4.47
x	M	2.5	-1.0	0.8
	sd	4.65	3.56	3.09

요소는 거리와 방향이다. 본 연구에서 제작한 진자퍼팅기의 정확성을 평가하는 것 역시 거리와 방향에 두었다. 11가지의 실험조건을 가지고 각 20회를 반복하여 실험한 결과 거리를 평가하는 y 축으로의 평균의 범위는 최대 247.5cm에서 최소 217.1cm로 30.4cm 이었고, 표준편차 범위는 2.70 - 5.87이었다. 그리고 방향을 평가하는 x 축으로의 평균의 범위는 2.75cm에서 -3.2cm로 5.95cm이었으며, 표준편차 범위는 1.71 - 4.65였다.

Pelz(2000)는 퍼터의 헤드가 볼에 직각으로 접촉을 한다고 하더라도 임팩트 시 볼의 위치가 스위트 스폿을 벗어나게 되면 볼의 방향은 목표지점으로부터 멀어지는 것으로 보고하였다. 그러나 본 실험의 결과에 의하면 볼이 집중되는 평균의 위치는 타점에 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 볼 이동의 전체적인 경향은 스위트 스폿으로 타격할 경우에는 목표지점보다 좌측(+x) 방향으로 이동하였고, heel 로 타격할 경우에는 중앙(퍼팅라인)으로 이동하였다. Toe 부분으로 타격할 경우에는 중앙(퍼팅라인)으로 이동하거나 아니면 퍼팅라인과 수평인 직선방향으로 이동하였다.

Cochran 과 Stobbs(1968)는 드라이버를 이용한 스트로크 실험에서 스위트 스폿으로 스트로크 된 볼이 전체 거리 약 220m 나갔을 경우에 드라이버 헤드의 스위트 스폿에서 0.6 cm 떨어진 지점으로 스트로크 할 경우에는 약 2.7m(전체거리의 1.2%)의 거리손실이 있으며, 스위트 스폿에서 1.3 cm 떨어진 지점으로 스트로크 할 경우에는 약 11m(전체거리의 5%)의 거리손실이 있으며, 스위트 스폿에서 2 센티미터 떨어진 지점으로 스트로크 할 경우에는 약 27.4m(전체거리의 12.5%)의 거리손실이 있다고 보고하였다. 즉, 스위트 스폿에서 타점이 멀어질수록 거리의 손실이 큰 것으로 보고하였다. 본 실험 결과에 의하면 퍼터헤드의 스위트 스폿에서 스

퍼팅 스트로크의 결과를 평가하는 중요한 두 가지

트로크 된 볼이 평균 247.5cm 이동하였다. 그런데 스위트 스폿에서 toe 쪽으로 1.5cm 벗어난 지점으로 타격할 경우에는 평균 2.4cm(전체거리의 1%)의 거리손실이 있었으며, toe 쪽으로 3cm 벗어난 지점으로 타격할 경우에는 평균 30.4cm(전체거리의 12.3%)의 거리손실이 있었다. Heel 쪽의 경우에는 스위트 스폿에서 1.5cm 벗어난 지점으로 타격할 경우에는 평균 4.7cm(전체거리의 1.9%)의 거리손실이 있었으며, 3cm 벗어난 지점으로 타격할 경우에는 평균 20.9cm(전체거리의 8.4%)의 거리손실이 있었다. 스위트 스폿에서 toe 쪽과 heel 쪽의 경우에 약간의 차이는 있었으나 대체적으로 Cochran 과 Stobbs(1968)의 연구결과와 유사한 것으로 나타났다. 즉, 스위트 스폿과 가까운 지점으로 스트로크 할 경우에는 거리의 손실이 크지 않으나 멀어질수록 거리의 오차는 증가하는 것으로 사료된다.

#### IV. 결 론

본 연구는 퍼팅 스트로크 실험을 위한 실험용 진자 퍼팅기를 개발하는 것이 목적이다. 진자퍼팅기의 크기는 75cm 질량은 10kg이다. 구조물의 골격은 지름 2.4cm와 2.0cm의 원형 파이프를 이용하였다. 상부의 지지대는 철판(12x17x0.5cm)을 이용하였고 그 위에 축이 달린 베어링을 두 개 장착하였다. 진자퍼팅기의 활용성을 검증하기 위하여 스윙궤도를 직선으로 후방 25cm에 고정된 다음 볼의 위치와 페이스의 타점을 달리하면서 11개의 조건을 가지고 실험을 실시하였다. 실험결과 거리를 평가하는 y 축으로의 평균의 범위는 최대 247.5cm에서 최소 217.1cm로 30.4cm 이었고, 표준편차 범위는 2.70 - 5.87이었다. 그리고 방향을 평가하는 x

축으로의 평균의 범위는 2.75cm에서 -3.2cm 로 5.95cm 이었으며, 표준편차 범위는 1.71 - 4.65였다. 즉, 대부분의 실험조건에서 결과 값이 평균점으로 높게 집중하는 것으로 판단되었다. 따라서 본 연구에서 제작한 진자퍼팅기는 퍼팅 스트로크의 역학적인 메커니즘을 밝혀내는데 유용한 도구로 사용될 수 있다고 사료된다.

#### 참 고 문 헌

- 박진(2002). 숙련자와 초보자의 퍼팅 스트로크 특성 비교(I). 한국운동역학회지, 12(2), 197-206.
- 박진(2006). 다양한 지점에서의 진자 퍼팅 스트로크 결과에 대한 분석. 서울여자대학교 자연과학연구소논문집, 18.
- Cochran, A., & Stobbs, J.(1968). The Search for the Perfect Swing. Philadelphia, PA: J.B. Lippincott Co.
- Heuler, O.(1995). Perfecting Your Golf Swing. New York, NY: Sterling Publishing Company, Inc.
- Mann, R.(1989). Grand Cypress Academy of Golf. Grand Cypress Resort.
- Pelz, D.(2000). Dave Pelz's Putting Bible, New York: Doubleday, pp 88-92.

투 고 일 : 2006. 10. 30

심 사 일 : 2006. 11. 10

심사완료일 : 2006. 12. 20