

## 소프트 골프 클럽을 이용한 골프 스윙 동작과 인체 작용 하중 분석

### Analysis of Golf Swing Motion and Applied Loads on the Human Body Using Soft-Golf™ Club

곽기영\*, 소하주\*, 김성현\*\*, 김남균\*\*\*, 김동욱\*\*\*\*†

Ki-Young Kwak\*, Ha-Ju So\*, Sung-Hyeon Kim\*\*, Nam-Gyun Kim\*\*\* and Dong-Wook Kim\*\*\*\*†

**초 록** 본 연구의 목적은 소프트 골프 용구가 인체에 미치는 역학적 효과를 분석하는 것이다. 이를 위해 골프 스윙 동작을 캡처하여 스윙 모델을 생성하였고 시뮬레이션을 통해 손목, 팔꿈치, 어깨, 허리 관절의 토크를 도출하였다. 총 5명이 실험에 참여하였고 아연 합금 헤드의 소프트 골프 클럽과 기존 아이언 7번 클럽을 사용하였으며, 클럽당 5번씩 스윙을 수행하였다. 3대의 포지션 센서, 적외선 발광마커와 힘판을 사용하여 골프 스윙 동작을 캡처하였다. 인체 모델 생성 및 동역학 해석 프로그램을 통해 스윙 모델을 생성하여 시뮬레이션 하였고 관절의 토크를 도출하였다. 결과로 소프트 골프 클럽을 이용한 스윙에서 손목 관절 토크는 기존 골프 클럽을 이용한 스윙의 48.83 % 수준이며, 팔꿈치는 61.10 %, 어깨는 74.74 %, 허리는 102.46 %이다. 따라서 소프트 골프 클럽을 이용하여 스윙할 때, 기존 골프 클럽을 이용할 때보다 작은 힘으로 스윙 동작을 수행할 수 있기 때문에 관절에 부하가 적을 것이며, 관절 부상의 감소에 기여할 것이다.

**주요용어:** Soft-Golf™, 골프 스윙, 관절 토크, 생체역학, 역학 분석, 동작 분석

**Abstract** The purpose of this study was to analyze the kinetic effect of Soft-golf™ instrument on the human body structure. To analyze the kinetic effect of Soft-golf™ instrument, Golf swing using Soft-golf™ instrument and regular golf instrument was captured. And then Upper limbs and lumbar joint torques was calculated via computer simulation. Five man participated this study. Subjects performed golf swing using a regular golf and Soft-golf™ instrument. Golf swing motion was captured using three position sensor, active infrared LED maker and force plate. Golf swing model was generated and simulated using ADAMS/LifeMOD program. As a results, joint torque during Soft-golf swing were lower than regular golf swing. Thus soft-golf swing have joint load lower than regular golf swing and contribute to reduce joint injury.

**Keywords:** Soft-Golf™, Golf Swing, Joint Torque, Biomechanics, Kinetic Analysis, Motion Analysis

#### 1. 서 론

골프는 코스 위에 정지하여 있는 공을 클럽으로 쳐서 홀에 넣는 스포츠로 기술 수준, 성별, 나이에 관계없이 라운딩 할 수 있는 특징이 있어 대중적인 스포츠로 보급되고 있다[1].

골프를 하기 위해선 골프공과 골프 클럽이 요구 되는데, 골프용품은 비거리, 볼 제어측면에서 성능 향상을 위해 클럽 헤드의 중량이 많이 나가게 설계·제작되고 있는 실정이다[1]. 이를 위해 대부분의 골프 클럽 헤드와 샤프트는 금속을 주재료로 하여 제작하며, 골프공은 클럽으로부터

전달된 충격력을 견뎌내고 정확하고 멀리 나가게 하기 위해 탄성이 있고 단단한 고무심과 플라스틱을 재료로 하여 제작한다.

골프용구 제작에 사용된 재료로 인해 공과 클럽이 단단하고 무거운 특성을 지니게 되는데, 경기 도중 빠른 속도의 공과 클럽에 충격을 받을시 심각한 부상이 초래될 수 있으며 부러진 클럽에 의해 큰 상해를 입을 수 있다. 또한 클럽의 무거운 중량은 초보자, 어린이, 고령자의 스윙 동작을 어렵게 하는 요소로 작용하며[2], 신체 분절과 각 관절의 비틀림, 회전, 꺾임 움직임이 가속되고 제어가 어렵게 되기 때문에 손목, 팔꿈치, 어깨 관절과 허리 등의 부상의 위험이 높아질 수 있다.

이러한 단점을 보완하기 위하여 2000년에 소프트 골프를 개발하였다[3]. 클럽의 무게로 인해 다루기 어려운 점과 부상의 위험을 보완하기 위하여 소프트 골프 클럽 헤드는 기존 골프 클럽 헤드보다 가벼운 아연합금 재료를 이용하였으며, 헤드의 페이스는 테니스 라켓 형식으로 그물망 구조나 격자모양으로 만들어 무게를 줄였다. 또한 기존의 단단하고 무거운 클럽 샤프트나, 골프공으로 인한 부상을 보완하기 위해 고분자 재료를 이용하여 제작하였다[4].

새롭게 개발한 소프트 골프 용구의 성능과 효과를 검증하기 위하여 선행연구가 수행되었다. 김경 등은 소프트 골프 클럽을 이용한 스윙과 기존 골프 클럽을 이용한 스윙에서 상지와 하지의 근전도를 비교하였다[5]. 김세환 등은 소프트 골프 클럽을 이용한 스윙에서 허리 각도와 토크, 클럽 헤드의 속도를 기존 골프 클럽을 이용한 스윙에 비교하여 분석하였다[6,7]. 김용욱 등은 기존 골프 클럽과 소프트 골프 클럽을 이용한 스윙 동작에서 스윙시간, 그립부, 견관절, 고관절, 슬관절의 이동범위와 속도, 가속도를 비교·분석하였다[8]. 소하주 등은 기존 골프 클럽을 이용한 스윙 패턴과 소프트 골프 클럽을 이용한 스윙패턴을 비교하였다[2].

이들 선행연구는 주로 소프트 골프 스윙의 운동학적 요인에 국한되어있어 스윙을 수행하기 위해 요구되는 역학적인 힘과 관절 부하간의 관계를 설명하기에는 부족하다. 따라서 소프트 골프 스윙의 운동역학적인 요인에 대한 연구가 필요하며, 본 연구는 소프트 골프 용구의 역학적 효과를 분석하였다.

## 2. 실험

### 2.1. 소프트 골프 용구

기존 골프 용구와 비교하여 소프트 골프 용구의 성능과 효과를 분석하기 위해 기존 골프 용구와 소프트 골프 용구를 사용하였고 이를 Fig. 1 과 Table 1에서 나타내었다.

기존 골프 클럽은 연습용으로 많이 사용되는 아이언 7번 클럽으로 헤드의 무게는 300 g, 샤프트를 포함한 전체 무게는 402 g 이다. 소프트 골프 클럽은 헤드를 아연합금으로 제작한 아연 아이언 클럽으로 타격면은 테니스 라켓과 같이 격자 구조를 취하고 있으며 타격면을 제외한 외형은 가벼운 재질의 금속을 사용하였고 샤프트는 그라파이트를 사용하여 제작하였다. 이렇게 제작된 아연 아이언 클럽의 헤드 무게는 196.4 g 으로 기존 골프 클럽 헤드 무게의 65 % 이며, 아연 아이언 클럽의 전체 무게는 285.4 g 이다.

Table 1 The comparison between the regular golf and soft-golf™ apparatus

	Regular golf	Soft-golf™
Club head mass	300 g	196.4 g
Total mass	402 g	285.4 g
Ball mass	45.4 g	28 g
Ball diameter	42.7 mm	45.2 mm



Fig. 1 Regular golf iron club and ball vs. soft-golf™ iron club and ball

소프트 골프공은 천연고무와 wool, nylon이 55 대 45로 혼합된 FELT를 재료로 하여 제작되었으며, 볼의 크기와 형상은 기존 골프공과 동일하지만 무게는 기존 골프공보다 가벼운 28 g 이고 직경은 45.2 mm이다.

2.2. 피험자

남자 5명이 참여하였으며 연령은 54.6세, 신장은 168.2 cm, 몸무게는 72.0 kg이다. 모두 오른손잡이이며, 신경·근·골격계에 질병이 없었다.

2.3. 실험 장치 및 절차

골프 스윙 동작을 수집하기 위하여 28개의 적외선발광마커를 개발된 마커 세트에 따라 Fig. 2에서 나타낸 것과 같이 주요 관절 위치에 부착하였다. 부착된 마커의 3차원 공간위치좌표를 수집하기 위하여 0.01 mm 해상도와 0.1 mm 정밀도를 가진 3대의 포지션 센서(Optotrak Certus, Northern Digital Inc., Canada)와 데이터 수집, 분석 시스템 소프트웨어(Motion Monitor, Innovative Sport, Inc., USA)를 이용하여 샘플링 주파수 100 Hz로 마커의 3차원 공간위치좌표를 수집하였다. 이와 동시에 2대의 힘판(Bertec Inc., USA)를 통해 샘플링 주파수 1000 Hz로 지면반발력을 측정하였고 캠코더를 이용하여 스윙 동작을 녹화하였다. Fig. 3에

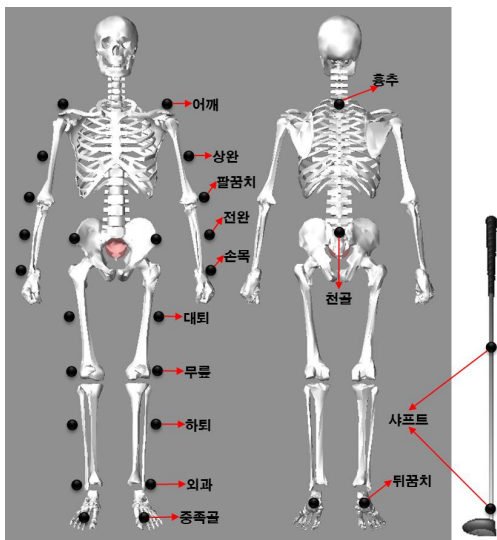


Fig. 2 Golf maker set location for 3D golf swing motion analysis

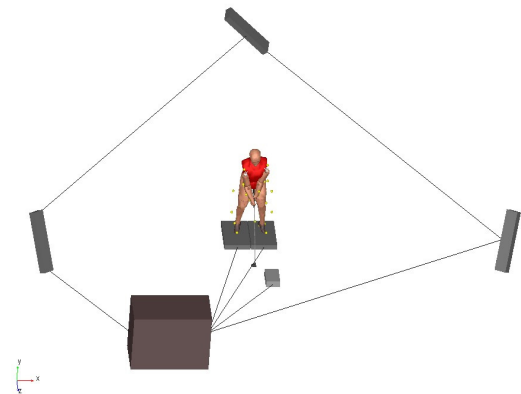


Fig. 3 Motion analysis system for golf swing motion analysis

나타낸 것과 같이 연구에 사용된 하드웨어는 Motion Monitor 프로그램을 통해 동기화되어 데이터(마커의 3차원 공간 위치좌표, 지면반발력, 스윙 영상)가 수집되었으며, 마커의 3차원 공간 위치좌표와 지면반발력 데이터는 이후 스윙 동작을 분석하기위한 소프트웨어에 입력되어졌다.

피험자는 기존 아이언 골프 클럽과 소프트 골프 아이언 아이언 골프 클럽으로 스윙을 하였고, 한 클럽당 5번씩 스윙을 하였다. 피험자는 5번의 스윙 후 10분 정도 휴식시간을 가졌다.

2.4. 골프 스윙 동작 모델링 및 분석

수집된 골프 스윙 동작 데이터를 통해 골프 스윙 동작을 분석하기 위하여 인체 모델링 및 시뮬레이션 프로그램인 LifeMOD(Biomechanics Research Group Inc., USA)를 사용하였다. LifeMOD를 사용하여 피험자의 신체 정보와 같은 전신 골격 모델을 생성하였다. 골격 모델은 머리, 목, 가슴몸통, 복부몸통, 골반, 견갑골, 상완, 하완, 손, 대퇴, 하퇴, 발로 구성되며 총 19개의 분절로 이루어진다. 관절은 총 18개로 각 관절은 경첩조인트로써 x, y, z 3방향으로 구성되며 각 방향으로 회전 자유도를 갖는다[1]. 생성된 골격 모델에 수집된 골프 스윙 동작 데이터를 입력하여 골프 스윙 동작을 시뮬레이션 하였다.

골프 스윙 동작을 Table 2와 같이 6개의 동작으로 구분하여 스윙 동작 동안 왼쪽 손목, 왼쪽 팔꿈치, 왼쪽 어깨, 허리관절에 부착되는 토크(Nm)를 분석하였다.

Table 2 The definition of golf swing event

Swing Event	Definition
TA (Takeaway)	클럽이 어드레스 자세에서 후방으로 이동하는 시점
MB (Mid-Backswing)	클럽 샤프트가 수평면과 평행하는 시점
TB (Top of Backswing)	샤프트가 다운스윙하는 순간
ED (Early-Downswing)	클럽 샤프트가 수평면과 직각을 이루는 시점
BC (Ball contact)	클럽이 볼과 접촉하는 순간
FT (Follow-Through)	접촉 후 클럽 샤프트가 수평면과 평행하는 시점

### 3. 실험 결과 및 고찰

#### 3.1. 골프 스윙 동안 손목 관절에서의 부하

골프 스윙 동안 손목은 주로 코킹과 언코킹 (cocking/uncoking) 움직임을 수행하게 된다. Fig. 4는 소프트 골프 스윙의 여섯 동작에서 손목의 코킹과 언코킹 움직임이 수행되는 동안 생성된 관절의 토크를 기존 골프 스윙 동안 생성된 손목의 토크를 기준(100%)으로 하여 나타내었다.

백스윙(TA~TB) 동안 엄지 방향으로 손목을 옆으로 구부리는 요골편위(코킹)가 일어나며 다운스윙의 TB~MD 동안 요골편위가 유지되며 BC에서부터 요골편위가 급격하게 해제(언코킹)되며 공을 임팩트하게 된다.

백스윙 동안 기존 골프 스윙에서는 클럽의 무거운 중량과 무거운 클럽을 움직이기 위해 손에서 클럽으로 전달되는 힘으로 인해 적절한 관절의 가동 범위를 초과하는 요골편위가 일어날 수 있으며 엄지가 요골 방향으로 꺾이는 현상이 발생할 수 있다.

소프트 골프 클럽을 이용한 백스윙에서 TB 구간의 토크가 104.04% 수준이지만, 전체 백스윙 동안 손목의 토크는 기존 골프 스윙의 66.82% 수준으로 낮다. 이는 스윙에서 중요한 코킹 각을 만드는 데 드는 힘이 감소하였다는 것을 나타내며, 코킹 움직임을 적절히 제어할 수 있을 것임을 나타낸다. 이를 통해서 가동 범위가 초과된 요골편위와 엄지가 꺾이게 되어 입을 수 있는 부

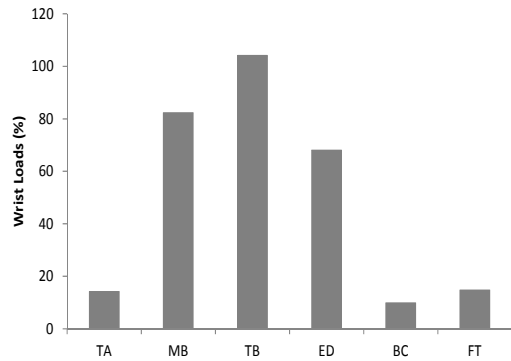


Fig. 4 Generated left wrist loads by golf swing using soft-golf™ club

상이 감소될 것으로 기대할 수 있다.

다운스윙 동안 비거리를 늘리기 위한 임팩트를 만들기 위해 손에 더 큰 힘을 주게 되고 이로 인해 언코킹과 클럽에 대한 제어력을 잃게 되면 공 대신 땅을 치게 되어 유구골 골절 부상이 유발될 수 있다[9,10].

소프트 골프 클럽을 이용한 다운스윙 동안 손목의 토크는 기존 골프 스윙의 32.90% 수준이다. 이는 기존 골프 클럽을 이용하여 스윙할 때 보다 적은 힘으로 다운스윙을 수행한다는 것을 나타내며, 손목과 클럽의 움직임을 적절히 제어할 수 있다는 것을 예측할 수 있다. 이를 통해 과도한 힘과 이로 인해 제어력이 상실되어 공 대신 땅을 쳐 입을 수 있는 유구골 골절 부상이 감소될 것으로 기대할 수 있다.

전체적으로 소프트 골프 스윙 동안 손목 관절의 토크는 기존 골프 스윙 동작의 49.86% 수준이다. 이를 통해 기존 골프 보다 적은 힘으로 손목의 움직임을 수행하였다는 것을 알 수 있다. 즉, 소프트 골프 클럽으로 스윙시 손목에 과도한 부하가 생기지 않고 적당한 힘으로 클럽을 적절히 제어할 수 있을 것이라 예측할 수 있고 결과적으로 꺾임과 골절과 같은 부상이 감소될 것이라 볼 수 있다.

#### 3.2. 골프 스윙 동안 팔꿈치 관절에서의 부하

피험자들은 골프 스윙 동안 주로 굴곡과 신전의 팔꿈치 움직임을 수행하였고, Fig. 5에 소프트 골프 스윙의 여섯 동작에서 팔꿈치의 굴곡과 신전 움직임이 수행되는 동안 생성된 관절의 토크

를 기존 골프 스윙 동안 생성된 토크를 기준으로 하여 나타내었다.

백스윙 동안 클럽이 몸의 뒤로 향하며 팔꿈치의 굴곡 움직임이 수행되며 다운스윙시 공을 임팩트하기 위해 팔꿈치는 급격히 신전되어진다. Fig. 5에서 소프트 골프 백스윙시 MB와 TB구간에서 기존 골프 백스윙보다 높은 토크를 보였다(MB: 115.60 %, TB: 106.65 %). 하지만 팔꿈치의 급격한 신전 움직임이 수행되는 다운스윙 동안에는 42.66 % 수준의 낮은 토크가 나타났다.

골프 스윙시 팔꿈치의 굴곡, 신전 움직임이 과도하거나 과용하면 건염, 근막염, 활액낭염 등이 발생할 수 있으며, 과도한 근육의 수축과 근육이 상과의 근위부에 끼어들어가는 등의 원인으로 내·외측 상과염 부상을 입을 수 있다[10]. 팔꿈치의 급격한 신전 움직임이 수행되는 다운스윙 동안 토크 수준과 전체 스윙 동안 토크 수준(61.10 %)이 기존 골프 클럽을 이용한 스윙보다 낮은 수준으로 나타난 것으로 보아 굴곡·신전 움직임시 근육의 과도하고 급격한 근수축의 정도가 감소되었을 것이며 근육, 건, 인대 등의 조직에 기존 골프 스윙만큼의 부하를 주지 않을 것을 예측할 수 있다. 따라서 골프 스윙시 입을 수 있는 팔꿈치 부상의 정도가 소프트 골프 클럽을 이용한 스윙에선 감소할 것이라 기대할 수 있다.

### 3.3. 골프 스윙 동안 어깨 관절의 부하

골프 스윙 동안 어깨는 주로 내변과 외변 움직임을 수행하게 된다. Fig. 6에 소프트 골프 클럽을 이용한 스윙의 여섯 동작에서 어깨의 내변과 외변 움직임이 수행되는 동안 생성된 관절의 토크를 기존 골프 스윙 동안 생성된 토크를 기준으로 하여 나타내었다.

백스윙 동안 몸 안쪽으로 회전하는 어깨의 내변 움직임이 수행되며 다운스윙 동안 몸 바깥쪽으로 회전하는 어깨의 외변 움직임이 수행된다. Fig. 6에서 소프트 골프 클럽을 이용한 백스윙시 어깨의 회전 토크는 기존 골프 클럽을 이용한 백스윙 토크의 71.37 % 수준이며, 다운스윙시에는 78.11 % 수준이다.

어깨 부상은 주로 골퍼의 나이와 스윙의 파워에 영향을 받는다[11,12]. 특히 고령 골퍼는 어깨 유연성과 관절의 퇴화로 인해 무리한 스윙시 관

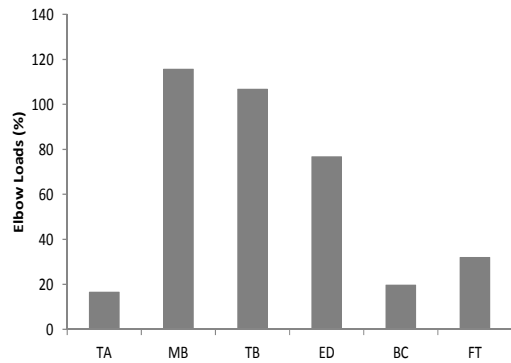


Fig. 5 Generated elbow loads by golf swing using soft-golf™ club

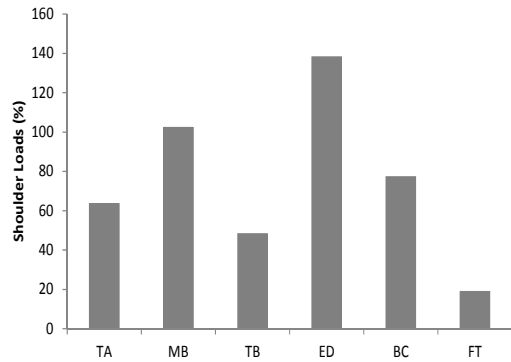


Fig. 6 Generated shoulder loads by golf swing using soft-golf™ club

절낭염과 회전근의 염증 및 외상을 입을 수 있다 [9]. Fig. 6에서 비록 ED구간에서의 회전 토크 수준이 138.19 %로 높게 나타났지만, 전체 스윙 동안 74.74 % 수준의 토크를 나타낸 것으로 보아 어깨 근육이 기존 골프 클럽을 이용하였을 때보다 낮은 수준의 힘으로 내·외변 동작을 수행했다고 볼 수 있으며, 그만큼 부하가 적게 적용되어 스윙시 어깨 관절, 근육 부상이 감소할 것으로 기대할 수 있다.

### 3.4. 골프 스윙 동안 허리 관절의 부하

골프 스윙 동안 허리는 주로 코일링(오른쪽 회전)과 언코일링(왼쪽 회전) 움직임을 수행하게 된다. Fig. 7에 소프트 골프 클럽을 이용한 스윙의 다섯 동작에서 허리의 코일링과 언코일링 움직임이 수행되는 동안 생성된 관절의 토크를 기존 골프 스윙 동안 생성된 토크를 기준으로 하여 나타내었다.

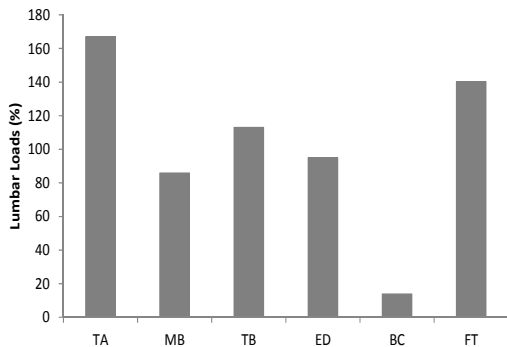


Fig. 7 Generated lumbar loads by golf swing using soft-golf™ club

백스윙 시에는 코일링 움직임이 다운스윙 시에는 언코일링 움직임이 수행된다. Fig. 7을 통해 소프트 골프 클럽을 이용한 백스윙시 허리 토크 수준은 121.94 %이고, 다운스윙 시에는 82.97 %이다. 백스윙시 허리 토크가 높은 이유는 TA구간의 토크가 167 %이기 때문으로 기존 골프 클럽을 이용한 스윙시 허리 코일링 토크는 0.23 Nm, 소프트 골프 클럽을 이용한 스윙시 허리 코일링 토크는 0.38 Nm이다. 두 토크의 차이가 매우 미세하고 크기가 작기 때문에 백스윙시 부하로써 작용은 아주 미미할 것이다.

대부분 스윙시 클럽 헤드 속도를 증가시키고 비거리를 늘리기 위해서 골반의 제한된 오른쪽 회전과 어깨의 큰 오른쪽 회전을 수행해 허리의 비틀림을 최대화 시킨다. 하지만 이러한 방법은 허리에 큰 비틀림, 압축력 등의 부하를 주어 허리 부상을 유발하는 주요 부상 원인이 되고 있다 [13]. Fig. 7에서 다운 스윙시 87.97 % 토크 수준과 특히 공을 임팩트하는 BC구간에서 현저히 낮은 수준의 토크가 나타났다. 이는 스윙 동안 허리에 부하가 적게 적용되었다는 것을 의미 하며, 허리 부상 발생 위험이 감소할 것이라 예측할 수 있다.

#### 4. 결론

본 연구는 소프트 골프 용구의 역학적 효과를 분석하기 위해 가상인체모형을 생성하여 골프 스윙 동작을 시뮬레이션을 하였고, 손목, 팔꿈치, 어깨, 허리 관절에서 소프트 골프 클럽을 이용한 스윙시 생성된 토크를 도출하여 기존 골프 클럽을

이용한 스윙에서 생성된 토크와 비교·분석하였다.

소프트 골프 클럽을 이용한 스윙에서 손목 관절에 생성된 토크는 기존 골프 클럽을 이용한 스윙의 48.83 % 수준이며, 팔꿈치는 61.10 %, 어깨는 74.74 %, 허리는 102.46 %이다.

소프트 골프 클럽을 이용하여 스윙할 때, 기존 골프 클럽을 이용할 때보다 작은 힘으로 같은 스윙 동작을 수행하기 때문에 관절에 부하가 작을 것이며, 관절 부상의 감소에 기여할 것이다.

초보자, 고령자가 소프트 골프 클럽을 이용하여 스윙할 시, 작은 힘으로 관절에 무리 없이 스윙할 수 있어 부상의 위험이 적은 안전한 골프를 즐길 수 있을 것이다.

#### 후 기

이 논문은 2011년 교육과학기술부로부터 지원 받아 수행된 연구임(지역거점연구단육성사업/헬스케어기술개발사업단)

#### 참고문헌

- [1] 광기영, 유미, 소하주, 김성현, 김남균, 김동욱, "소프트 골프 스윙 동작을 위한 인체 시뮬레이션의 운동역학 분석", *J. Biomed. Eng. Res*, Vol. 31, No. 2, pp. 141-150 (2010)
- [2] 소하주, 유미, 광기영, 김성현, 김남균, 김동욱, "소프트 골프 스윙 시 스윙 패턴 분석", *J. Biomed. Eng. Res*, Vol. 31, No. 2, pp. 151-160 (2010)
- [3] 김남균, 김철생, "소프트 골프채", 한국 특허, 1006643540000 (2006)
- [4] Y. Y. Kim, S. H. Kim and N. G. Kim, "Kinematic and kinetic analysis of the soft golf swing using realistic 3D Modeling based on 3D motion tracking," *J. Biomed. Eng. Res*, Vol. 28, No. 6, pp. 744-749 (2007)
- [5] 김 경, 김용욱, 노방환, 권대규, 홍철운, 김남균, "소프트 골프를 이용한 스윙시 근육 사용도 분석", *한국정밀공학회 추계학술대회 논문요약집*, pp. 532-535 (2005)
- [6] 김세환, 김용욱, 권대규, 김남균, "소프트 골프 스윙의 일과 일률 분석", *대한기계학회 춘추학술대회 논문집*, pp. 25-29 (2006)

- [7] 김세환, 김용욱, 권대규, 김남균, "소프트 골프 클럽을 이용한 스윙의 생체역학적 비교 분석", *한국정밀공학회 추계학술대회 논문요약집*, pp. 455-456 (2006)
- [8] 김용욱, 김경, 노방환, 권대규, 홍철운, 김남균, "소프트 골프 클럽을 이용한 스윙 동작 분석에 관한 연구", *대한기계학회 창립 60주년 기념 추계학술대회 강연 및 논문 초록집*, pp. 2199-2204 (2005)
- [9] J. R. Parziale and W. J. Mallon, "Golf injuries and rehabilitation," *Phys. Med. Rehabil Clin. N Am.*, Vol. 17, pp. 589-607 (2006)
- [10] G. Theriault, and P. Lachance, "Golf injuries : an overview," *Sports Med.*, Vol. 26, pp. 43-57 (1998)
- [11] F. W. Jobe and M. Pink, "Shoulder pain in golf," *Clin. Sports Med.*, Vol. 15, pp. 55-64 (1996)
- [12] M. Pink and F. W. Jobe, "Shoulder injuries in athletes," *Clin. Sports Med.*, Vol. 11, pp. 39-47 (1991)
- [13] T. M. Hosea and C. J. Gatt, "Back pain in golf." *Clin. Sports Med.*, Vol. 15, pp. 37-53 (1996)