

[Original Article]

A study on the taping techniques of functional golf inner-wear for improving golf swing trajectory & shot distance

Jungwoo Kim[†]

Associate Professor, Dept. of Stylist, Yong-In Arts & Science University, Korea

골프 스윙궤적 및 비거리 향상을 위한 기능성 골프 이너웨어의 테이핑 기법 연구

김 정 우[†]

용인예술과학대학교 스타일리스트과 부교수

Abstract

The purpose of this study was to develop the Functional golf inner-wear by preventing the injuries and enhancing the performance of the Golf swing by checking the influence of the wearing of the functional golf inner-wear considering golf characteristics on the Swing trajectory and Shot distance. Functional inner-wear effective for golf swing was manufactured using the sports taping method. Changes in driver and iron swing before and after wearing the functional golf inner-wear manufactured in this way were measured using trackman equipment. Measurement variables were limited to Club Speed, Attack Angle, Club Path, Ball Speed, Smash Factor, and Priority. Before and after wearing functional golf inner-wear, there were statistically significant differences in driver club speed, iron club speed, driver etch angle, iron club pass, driver ball speed, driver smash factor, iron smash factor, driver carry, iron carry, and right shoulder joint proprioceptive sensory ability. As a result, functional golf inner-wear is effective for ball speed, impact, and carry by increasing club speed and efficient swing. Future research will focus on the development of functional golf that can improve the swing ability in a short game that plays an important role in the golf game through various sports taping grafting technique, textile, special material, film, Research on functional golf inner-wear.

Keywords: *golf wear(골프웨어), functional golf inner-wear(기능성 골프이너웨어), golf swing trajectory(스윙궤적), shot distance(비거리)*

Received January 5, 2024
Revised January 28, 2024
Accepted February 3, 2024

[†]Corresponding author
(rlawjddn1@ysc.ac.kr)

ORCID

Jungwoo Kim
<https://orcid.org/0000-0003-1449-1157>

This paper is part of a
doctoral dissertation.

I. Introduction

골프는 티잉 그라운드(Teeing ground)에서 시작해 가장 적은 타수로 공을 홀의 컵에 넣는 것으로(Kim, 2016), 14개의 각기 다른 클럽을 사용하여 대략 5시간 동안 10km 정도를 걸으며 플레이된다.

골프 스윙은 신체 기관들의 협응과 복잡한 조합으로 일어나 공을 보다 정확하게 목표하는 곳으로 보내기 위해 실시되는 동작으로(Ming & Kajitani, 2003; Shim, 2017), 생체 역학분야에서 어려운 동작 중 하나로 뽑을 수 있다(Nesbit & Serrano, 2005). 우수한 골퍼들은 자신의 전신근육 사용을 통해 클럽 헤드 스피드(club head speed: CHS)를 최대로 발휘할 수 있게 된다(Davies & Disaia, 2010). 좋은 스윙은 공을 멀리 보내는 것뿐만 아니라 얼마나 정확하게 보내는지에 따라 결정된다(Lee & Nam, 2005). 성공적인 골프 스윙, 즉 완벽한 스윙은 신체의 근력을 통해 주어진 힘을 효율적으로 전달할 수 있는 파워(Power), 원하는 목표에 얼마나 정확하게 볼을 보낼 수 있는 정확성(Accuracy), 항상 일정한 동작을 반복할 수 있는 일관성(Consistency)에 달려있으며, 이와 같은 요소들은 경기력을 결정하는데 중요한 역할을 한다(Cho, 2015; Kwon, Han, Como, Lee, & Singhal, 2013).

골프 스윙 시 각각의 스트로크는 매우 복잡하고, 역동적인 동작이기 때문에 의도했던 샷을 하는 것은 물리적으로 불가능하다고 할 수 있다(Cho, 2001). 따라서 골퍼들은 스윙의 크기나 형태를 파악하고 일관성과 정확성을 기르기 다양한 카메라 분석법이나 거울을 활용한 훈련들을 진행할 수 있지만 실제 골프 경기 상황에서는 이러한 장비나 도구를 사용할 수 없기에 고유수용감각(Proprioception)의 발달이 요구된다(Park, Kim, & Oh, 2017). 고유수용감각은 사람의 신체에서 힘이나 속도변화, 몸의 움직임, 액션에 대한 감각 등을 조절할 수 있는 능력으로, 골프 경기에서 관절의 안정성과 근피로 감소의 중요한 역할을 담당하며(Voight, Hardin, & Blackburn, 1996), 만약 이 감각 능력이 저하될 때는 관절의 움직임이 기능적으로 불안정하게 나타난다(Menz, Morris, & Lord, 2005; Myers & Lephart, 2000).

또 다른 보고로 높은 수준의 경기력을 발휘하기 위해서는 기본적으로 유연성, 근력, 평형성, 근지구력 등과 같은 운동기능적 체력요인이 중요하지만 운동수행능력과 부상적인 측면에서는 고유수용감각 능력이 중요한 것으로 보고되고 있다(Grigg, 1994). 고유수용성 감각은 공간에서 자세의 인식과 운동감각, 위치감각, 중량감각, 근 수축 타이밍에 관여하고, 신체분절의 움직임과 위치에 관한 정보를 조절계로 전달하는 것

이며(Riemann & Lephart, 2002), 자세와 운동을 조절하기 때문에 매우 중요한 변인으로 작용한다(Kandael, Schwartz, & Jessel, 2000). 따라서 일관성 있는 골프 스윙을 위해서 고유수용성 감각의 활성화와 스윙이 복잡하지 않고 매우 간결해야만 한다(Cochran & Stobbs, 1968; Shim, 2017).

일반적으로 골프 스윙동작은 어드레스-백스윙-다운스윙-임팩트-팔로우 스루 총 5개의 국면으로 나누어 구분하며, 스윙의 전체 과정은 1초 초반대에 이루어지므로 상당히 빠르고 짧은 동작이라고 할 수 있다. 이중 임팩트(Impact)는 스윙 동작 중 가장 역동적인 동작이며, 임팩트 전의 스윙 단계가 모두 표출되기 때문에 가장 중요하다고 할 수 있다(Chae, 2012). 프로 골퍼들의 경우 서로 다른 폼을 구사하면서 일정하고 힘 있는 샷을 구사할 수 있는 것 또한 정확하고 일정한 임팩트 때문이다(Kim, Shin, & Choi, 2002). 정확한 임팩트를 위해서는 클럽페이스의 방향, 클럽헤드의 위치, 클럽헤드 스피드와 클럽헤드에 최고의 운동량을 만들어 내기 위해 신체 분절의 원활한 협응 능력, 백스윙에서 임팩트로의 효과적인 전환동작, 체중 이동, X-Factor 등이 중요하다(Hay, 1993).

1992년 Jim McLean에 의해 처음 소개된 X-Factor는 골퍼들이 비거리를 늘리는 많은 요인 중 하나로 인식되며 다수의 연구가 진행되고 있다. X-Factor는 골반 위치를 기반으로 하는 어깨 회전 각도를 의미하는데, 상대적으로 숙련자일수록 X-Factor의 값이 크며, 탑 오브 백스윙에서 클럽 헤드 스포츠를 높여 높은 수행을 만드는데 유용하다고 보고되고 있으며(Cheetham, Martin, & Mottram, 2001), 골프에서 탄성에너지를 발휘하는 중요한 동작으로 인식된다. 많은 선행연구들에서 X-Factor 값이 클수록 비거리와 CHS가 높게 나타났으며(McTeigue, Lamb, Mottram, & Pirozzolo, 1994), 핸디가 낮은 아마추어 골퍼일수록 볼 스피드도 높게 나타난다고 보고하였다(Myers et al., 2008). 그러나 아직까지 회전각에 대한 정량적인 수치는 정해지지 않고 있는 실정이다(Leadbetter, 2000).

골프 경기력 향상과 반복된 스윙에 따른 부상예방을 위해 최근에 많은 선수들이 기능성 골프웨어 착용과 스포츠테이핑이 활발하게 이루어지고 있다(Chae, & Kang, 2011; Kang, Moon, & Choi, 2006). 먼저 스

포츠 테이핑은 선수들의 체력소비를 최소화하고, 운동 수행력을 극대화하기 위해 신체 관절 및 근육부위에 탄성이 있는 테이핑을 부착하는 방법으로 근육의 피로도를 줄여줌과 동시에 관절 움직임의 기능을 향상시켜주고 도와주는 것으로 인식되어 있다(Choi & Kim, 2001). 현재 출시되는 다양한 골프웨어는 운동 기능성과 화려한 디자인으로 골프 이외에도 일상복으로 많은 사람들이 착용한다. 또한 계절의 변화에 따라 보온의 기능은 물론 가볍고 편하게 입을 수 있도록 변화되고 있다. 골프웨어의 다양한 기능성에 대해 살펴보면 먼저 자신의 신체를 보고하는 역할을 들 수 있다. 골퍼인들이 실제 필드에 나가게 되면 적게는 3시간 많게는 5시간까지도 야외에서 플레이를 진행한다. 그렇기 때문에 장시간 자외선에 노출되어 피부에 안 좋은 영향을 미칠 수 있는데 현재 출시되는 골프웨어들은 이러한 자외선을 차단하는 기능을 가지고 있다. 또한 자연에서 이루어지는 스포츠이다 보니 많은 벌레들이나 뱀, 식물의 독성 등에 노출되는 것으로부터 자신의 몸을 보호한다(Kim & Kim, 2017). 둘째, 골퍼인들의 최상의 컨디션을 유지하는데 도움을 준다. 앞에서 제시한 바와 같이 비와 눈과 같은 갑작스러운 기후변화로부터 신체를 보호하고, 여름에는 땀을 쉽게 배출하여 쾌적한 신체적 컨디션을 유지한다. 또한 일정한 체온 유지를 위해 흡수기능과 속건기능, 통풍기능과 발열기능 등을 통해 외부환경에 적응할 수 있게 도와준다. 셋째, 반복되는 골프 스윙의 적절한 내구성을 가진다. 골프는 편측운동으로 동일한 동작이 무수히 반복되는데 반복되는 동작에도 높은 내구성을 바탕으로 빠르게 복원된다(Chung, 2009).

따라서 반복적인 골프 스윙을 위해서는 선수에게 맞는 적절한 신체 보강 기능이 필요하다(Kim & Kim, 2017). 이러한 부분에서 골프형 맞춤형 기능성 이너웨어는 오랜 시간 운동을 지속하는데 근육에 일정한 압박을 통해 근육의 피로도를 줄여주며, 좀 더 효율적인 근육과 관절의 움직임을 나타내어 효과적인 골프수행을 할 수 있도록 해준다(Kraemer et al., 2010; McLaren, Helmet, Horne, & Blanchonette, 2010). 기존의 선행 연구에 따라 테이핑의 신축성과 유사한 섬유를 적용한 기능성 의류가 골프 스윙에 있어 안정성을 제공하고 의류의 탄성이 골프 스윙 시 굴곡과 신전의 반복되는 동작의 회전능력을 향상시켜 골프의 비거리 및 정

확성을 향상시킬 수 있다고 보고되고 있다(Doan et al., 2003). 이와 더불어 국내 선행연구(Kim & Kim, 2015)에서도 골프 기능성 이너웨어가 운동역학적 변인에서 긍정적인 연구결과가 나타났으며, Kim and Kim(2017)의 연구에서 스포츠 테이핑과 기능성 웨어의 혼합착용이 골프 스윙패턴에 긍정적인 영향이 나타났으며 추후 연구에서 스포츠 테이핑과 기능성 웨어의 일체형 상품의 개발이 필요하다고 보고하였다. 그러나 이러한 결과 등을 바탕으로 기능성 이너웨어가 실제 골프 스윙에 직접적으로 영향을 미치는지 검증해 볼 필요가 있다고 판단된다.

골프 스윙 수행에 도움을 줄 수 있는 기능성 이너웨어 개발은 근골격계에 직접적인 영향을 줄 수 있을 것으로 판단되며, 학문적 지식과 근거 개발을 바탕으로 다양한 연구가 필요한 실정이다. 앞서 언급한 배경을 통해 골프웨어가 많은 골퍼들과 일반인들이 쉽게 착용하는 패션웨어의 기능과 더불어 전문적인 골프종목의 특화된 기능성 이너웨어 개발을 위해 테이핑 기법을 적용하여 그 효과를 직접적으로 확인하려고 한다.

이러한 목적을 달성하기 위해 본 연구는 골프 특성에 맞는 기능성 이너웨어에 테이핑 기법을 접목한 의류를 실착하여 골프 비거리, 볼의 스피드, 골프클럽별 스피드, 스윙의 정확도 등의 차이를 비교하여 새로운 골프형 이너웨어의 효과성을 검증하는데 주된 목적을 가진다. 또한 본 연구의 결과를 바탕으로 골퍼운동을 수행하는데 알맞은 기능성 이너웨어를 개발하고 나아가 프로선수들이 기능성 이너웨어를 착용하고 경기에 나서길 기대해 본다.

II. Methods

1. Subject of study

본 연구의 참여한 대상자는 최근 1년간 심각한 심혈관 질환이나 근골격 질환 경험이 없는 서울 소재 S 대학교 골프학과에 재학 중이며 골프구력이 5년 이상인 남·녀 학생들로 선정하여 실험을 진행하였으며, 본 실험의 목적을 학생들에게 충분히 설명하고 자발적으로 참여 의사를 나타낸 대학 골퍼선수들로 연구를 진행하였다. 참여대상자는 총 30명으로 진행하였으며, 연구대상자의 평균 나이는 21.30세, 평균 신장

은 174.67cm, 평균 핸디는 76.42타, 평균 골프 구력은 13.17년이다.

2. Measurement items and methods

1) Body composition

피험자들의 신장(Height)을 측정하기 위해 자동신장계를 이용하였으며, 피험자들의 머리, 등, 엉덩이, 발뒤꿈치 부분이 신장계에 닿도록 하고 발은 가지런히 모은 자세를 취하여 측정을 실시하였다. 피험자들의 신체조성(Body composition)은 Inbody사에서 개발한 Inbody 770(Inbody. Co, Korea)(Fig. 1)을 활용하여 실시하였으며, 측정 오차를 줄이기 위해 측정 2시간 전에는 식사와 음료, 알코올 및 카페인 섭취를 제한하였으며, 고강도 신체활동 역시 제한하였다.

2) Functional golf wear

기능성 골프웨어는 선행연구에 따라 기능성 이너웨어와 스포츠 테이핑을 접목한 의류로 진행하였다. 골프 클럽별 스윙동작을 수행하는데 있어 사용되는 근육 및 운동능력에 불편함을 최소화하기 위해 래글런 패턴을 적용하였으며, 패널을 사용하여 측면 허리 부분과 등쪽 부위를 보다 몸에 밀착되는 효과를 주었다. 섬유는 나일론 76%, 스판 24%의 혼용율을 가지며 트리코트 원단을 사용하였고, 땀 배출을 원활히 해주는 통기성, 속건 기능을 추가하였다. 스포츠 테이핑의 역할을 하는 특수필름의 경우 PU(폴리우레탄 100%)의 혼용율을 가지고 있으며, 무봉제 접합기법인 웰딩

기법을 사용하여 필름을 접착시켜 최대한 효과적으로 근육을 압박시킬 수 있게 제작하였다. 봉제는 무시접기법인 오드랩프 기법을 사용하여 골프 스윙 시에도 원단과 피부에 쓸리는 현상 없이 편안한 착용감이 들 수 있도록 제작되었다.

(1) Production process

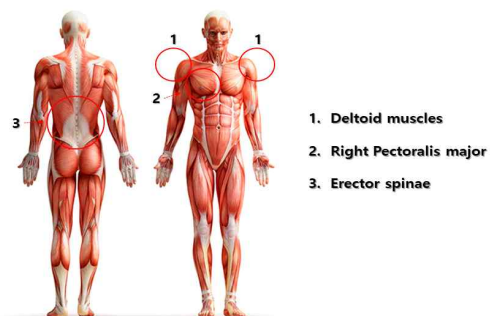
기능성 골프웨어 착용 시 운동학적 분석을 실시한 Kim and Kim(2015)의 연구에서 시작되었다. 이에 그치지 않고 Kim and Kim(2017)은 기능성 웨어와 키네시오 테이핑의 효과를 비교분석 하였으며, 이 연구에서 기능성 웨어와 키네시오 테이핑의 복합적인 효과가 골프 스윙에 긍정적인 효과를 얻을 수 있을 것이라고 보고하였다. 이에 따라 골프 스윙의 구간별 근활성을 분석한 Mchardy and Pollard(2005), Park(2005), Park, Cho, and Park(2004)의 연구를 바탕으로 기능성 골프웨어에 골프 스윙 시 높은 근활성을 나타내는 우측 대흉근, 양측 삼각근, 양측 척추기립근 테이핑 효과를 얻을 수 있는 필름을 부착하여 기능성 골프웨어를 제작하였고 그 부위는 <Fig. 2>와 같다.

① Taping film placements

선행연구들의 결과를 바탕으로 골프기능성 이너웨어 위에 스포츠 테이핑의 부착위치는 삼각근, 우측 대흉근, 척추기립근으로 제한하였다. 먼저 삼각근은 전방, 측면, 후방으로 나눌 수 있으며, 전방 삼각근은 쇄골 외측 1/3지점, 중부 삼각근은 견봉 외측, 후방 삼각근은 견갑골에서 기시하여 상완골의 삼각근 조면에 정리한다. 우측 대흉근은 쇄골 내측 1/2, 흉골의 늑연



<Fig. 1> Measurement of height and body composition
Reprinted from Inbody. (2020).
<http://www.inbody.ac.kr>



<Fig. 2> Taping film attachment location
Adapted from Sullivan. (n.d.).
<https://www.studocu.com>

골 1~6번에서 기시하여 상완골 이두근구에 정지한다. 마지막으로 척추기립근은 크게 표층과 심층의 두 개의 근육군으로 나눌 수 있는데, 척추기립근의 표층 근육군은 최장근과 녹장근으로 구분한다. 또, 척추 가까이 인접하여 길게 연결되어 있는 최장근과 주로 골반의 장골에서 늑골 방향으로 인접하여 길게 붙어 있는 장녹근으로 구성되어 있다.

② Film production process

선행연구를 통해 얻은 각 근육별 위치를 파악하고, Kim and Kim(2017)의 연구에서 실시한 키네시오 테이핑 요법을 기반으로 제작하였다. 골프에 적합한 기능성 이너웨어의 개발은 골프 스윙을 수행하는데 있어 사용되는 근육 및 운동 수행에 불편함을 최소화하기 위해 래글런 패턴의 기능성 이너웨어에 스포츠 테이핑을 부착하는 방식으로 시작되었다. 스포츠 테이핑을 부착한 기능성 이너웨어를 착용한 후 실제 골프 스윙분석 연습을 실시하였지만 접착력 문제로 내구성이 부족하다는 결과를 확인하였다. 따라서 본 연구에서는 스포츠 테이핑의 접착력 문제를 해결하고, 기능성 이너웨어의 스포츠 테이핑 효과를 위해 열전사를 이용한 PU필름을 사용하였으며, 레이저 커팅기를 이용하여 스포츠 테이핑과 동일한 형태로 재단하였다. 또한 공압 프레스를 통해 165°의 열로 PU필름을 부착(웰딩기법)하여 제작하였으며, PU필름의 부착 모습은 <Fig. 3> 및 <Fig. 4>와 같다.

3) Golf swing and distance

본 연구에서 스윙궤적과 비거리를 측정하기 위해 덴마크에서 개발한 Trackman 분석기를 사용하였다.



<Fig. 3> Functional golf wear with taping film

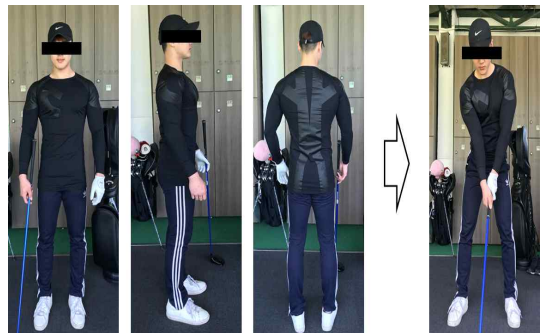
Trackman(Fig. 5)은 장비의 레이더를 통해 볼 스피드(Ball speed), 클럽헤드 스피드(Club head speed), 스매쉬 팩터(Smash factor), 비거리(Distance), 볼의 좌우편차(Side total)를 측정할 수 있는 장비이며, 측정 데이터를 실시간으로 모니터링할 수 있다.

2006년부터 미국 PGA투어에 공식적으로 사용되었고, R&A(The Royal and Ancient Golf Club of St. Andrews)와 타이틀리스트, 켈러웨이, 핑 등의 세계 최대 골프 클럽 제조 회사들과 샤프트 제조회사 등에서 측정장비로 활용하고 있다(Kim, Kim, Lee, Suh, & Kim, 2012). 트랙맨 장비는 최대 400야드까지 어떠한 샷이든 캐리하는 과정까지 모든 과정을 실측하여 기록하며 오차는 100야드 당 1피트 내외로 매우 정교하다.

- (1) 트랙맨(Trackman)의 표적 센서는 5m 뒤에 설치하였다.
- (2) 목표하는 목표물의 위치를 표적 센서와 일치시켰다.
- (3) 대상자들은 측정 10분 전 간단한 워밍업과 타석에서 드라이버와 아이언을 이용하여 충분한 연습 후 실시하였으며, 정확한 데이터를 위해 5분간의 휴식을 취하였다.
- (4) 드라이버, 아이언 1회의 샷 후 10초간의 시간을 두고 총 드라이버 10회, 아이언 10회의 샷을 하였다.

4) Proprioception

견관절의 고유수용성감각(Shoulder proprioceptive sense) 측정 방법으로 관절 위치감각(Joint position sense; JPS) 검사를 실시하였으며, 등속성(Isokinetic)



<Fig. 4> Functional golf wear body wear



<Fig. 5> Swing and ball trajectory measuring equipment (Trackman)

장비인 HUMAC NORM(CSMi, Co., U.S.A)(Fig. 6)을 이용하여 능동적 관절위치감각(active joint position sense: AJPS)을 측정하였다.

(1) Active joint position sense: AJPS

AJPS 검사는 피험자의 좌우측 견관절 굴곡을 측정하는 검사로 스스로 신체 분절의 움직임을 느끼고 인지하는 능력을 평가하는 검사로 등속성(Isokinetic)장비인 CSMi(HUMAC, U.S.A)를 이용하여 실시하였다. 피험자가 찾을 목표각의 설정은 골프 어프로치 스윙의 백스윙(Back swing) 단계에서 견관절 각도의 평균인 45°로 설정하였다(Kang, 2010). 검사 전 목표각에서 5초 동안 피험자의 움직임을 정시하여 목표각도를 인지하였으며(Myers, Guskiewicz, Schneider, & Prentice, 1999), 총 3회를 반복적으로 측정한 후 목표하고자 하는 각에서 벗어난 오차각도(Error angle)를 측정값으로 사용하였다(Fig. 7). 청각적, 시각적 외부 정보를 차단하기 위해 헤드셋과 안대를 착용시켰다(Riemann & Lephart, 2002).

3. Analytical variable

본 연구에서 테이핑 기법을 적용한 기능성 골프 이너웨어를 착용한 후 드라이버와 아이언 스윙을 진행하여 트랙맨에서 나타난 분석 변인의 사전, 사후 분석의 차이를 분석하였다. 여기서 나타나는 분석 변인은 클럽 스피드(Club speed), 어택 앵글(Attack angle), 클럽 패스(Club path), 볼 스피드(Ball speed), 스매시 팩터(Smash factor), 캐리(Carry) 6가지로 제한하였다.



<Fig. 6> Intrinsic water solubility measuring equipment (CSMi)

Reprinted from BES Technology. (n.d.). <https://bestech.com>

- Club speed: 임팩트(Impact) 직전의 클럽속도를 측정하는 값
- Attack angle: 임팩트(Impact) 직전 클럽헤드(Club head)의 진입각도를 측정하는 값이며, 데이터 값이 +일 경우 어퍼 블로우로 올려친다는 것을 의미하며, -일 경우 다운 블로우로 내려친다는 것을 의미.
- Club path: 임팩트(Impact) 순간의 클럽헤드(Club head) 진행 방향을 측정하는 값.
- Ball speed: 임팩트(Impact) 직후의 볼 스피드(Ball speed)를 측정하는 값.
- Smash factor: 클럽페이스(Club face)의 무게중심



<Fig. 7> Examination of the location of the joint sensory process (CSMi)

점(Sweet spot)에 얼마나 정확하게 맞힐 수 있는 지를 측정하는 값.

- Carry: 임팩트(Impact) 후 볼(Ball)이 날아가 처음 착지하는 거리를 측정한 값.

4. Data processing method

본 연구에서 얻어진 모든 자료들은 Window용 SPSS/PC 22.0 통계프로그램을 이용하여 기술 통계치(mean, SD)를 산출하였으며, 기능성 골프웨어 착용에 전·후에 따른 골프 스윙 궤적, 비거리 및 고유수용성 감각의 차이를 확인하기 위하여 대응표본 t-test를 실시하였다. 이때 모든 통계의 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

III. Results

1. Differences in driver swing analysis before and after wearing functional golf wear

기능성 골프웨어 착용 전·후간 드라이버 스윙을 통해 클럽 스피드, 어택 앵글, 클럽 페이스, 볼 스피드, 스매시 팩터, 캐리의 결과를 살펴보았으며, 그 결과는 <Table 1>과 같다.

먼저 기능성 골프웨어 착용 전·후간 드라이버 클럽 스피드의 차이를 비교분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 사전 $\bar{X}=94.14\text{mph}$ 에 비해 사후 $\bar{X}=96.67\text{mph}$ 로 2.53mph 증가한 것으로 나타났다. 또, 기능성 골프웨어 착용 전·후간 드라이버 어택 앵글의 차이를 비교분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 사전 $\bar{X}=1.68^\circ$ 에 비해 사후 $\bar{X}=0.42^\circ$ 로 1.26° 감소한 것으로 나타났으며, 기능성 골프웨어 착용 전·후간 드라이버 클럽 페이스의 차이를 비교분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

기능성 골프웨어 착용 전·후간 드라이버 볼 스피드의 차이를 비교분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 사전 $\bar{X}=134.15\text{mph}$ 에 비해 사후 $\bar{X}=139.22\text{mph}$ 로 5.07mph 증가한 것으로 나타났다. 또한, 기능성 골프웨어 착용 전·후간 드라이버 스매시 팩터의 차이를 비교분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타났고, 사전 $\bar{X}=1.41$ 에 비해 사후 $\bar{X}=1.43$ 으로 0.02 증가한 것으로 나타났다. 기능성 골프웨어

<Table 1> Differences in driver swing analysis (N=30)

Variable	Before	After	t	p
Club speed	94.14±11.08	96.67±10.47	-2.608	.014*
Attack angle	1.68±2.79	0.42±2.62	2.412	.023*
Club path	-2.12±3.26	-2.14±2.08	.033	.974
Ball speed	134.15±19.36	139.22±16.73	-3.475	.002**
Smash factor	1.41±0.06	1.43±0.04	-2.913	.007**
Carry	198.97±42.95	206.83±37.66	-2.478	.019*

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

착용 전·후간 드라이버 캐리의 차이를 비교분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 사전 $\bar{X}=198.79\text{yds}$ 에 비해 사후 $\bar{X}=206.83\text{yds}$ 로 7.86yds 증가한 것으로 나타났다.

2. Differences in iron swing analysis before and after wearing functional golf wear

기능성 골프웨어 착용 전·후간 아이언 스윙을 통해 클럽 스피드, 어택 앵글, 클럽 페이스, 볼 스피드, 스매시 팩터, 캐리의 결과를 살펴보았으며, 그 결과는 <Table 2>와 같다.

기능성 골프웨어 착용 전·후간 아이언 클럽 스피드의 차이를 비교분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 사전 $\bar{X}=79.81\text{mph}$ 에 비해 사후 $\bar{X}=81.69\text{mph}$ 로 1.88mph 증가한 것으로 나타났다. 또한, 기능성 골프웨어 착용 전·후간 아이언 클럽 페이스의 차이를 비교분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 사전 $\bar{X}=0.78^\circ$ 에 비해 사후 $\bar{X}=0.08^\circ$ 로 0.70° 감소한 것으로 나타났다. 기능성 골프웨어 착용 전·후간 아이언 스매시 팩터의 차이를 비교분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 사전 $\bar{X}=1.30$ 에 비해 사후 $\bar{X}=1.33$ 으로 0.03 증가한 것으로 나타났다. 하지만 기능성 골프웨어 착용 전·후간 아이언 어택 앵글과 볼 스피드, 아이언 캐리의 차

<Table 2> Differences in iron swing analysis (N=30)

Variable	Before	After	t	p
Club speed	79.81±9.36	81.69±9.32	-2.208	.036*
Attack angle	-2.43±1.61	-3.10±2.40	1.501	.145
Club path	0.78±3.53	0.08±3.71	2.402	.023*
Ball speed	103.87±14.83	105.42±13.04	-.779	.443
Smash factor	1.30±0.05	1.33±0.06	-2.093	.046*
Carry	139.08±31.63	145.68±24.53	-1.187	.245

* p<.05, ** p<.01

이를 비교분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

3. Differences in intrinsic receptivity before and after wearing functional golf wear

1) Differences in right AJPS before and after wearing functional golf wear

기능성 골프웨어 착용 전·후간의 우측 AJPS의 차이를 비교분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며 그 결과는 <Table 3>과 같다. 사전 =2.39에 \bar{x} 비해 사후 \bar{x} =2.15로 0.24 감소한 것으로 나타났다.

2) Differences in left AJPS before and after wearing functional golf wear

기능성 골프웨어 착용 전·후간의 좌측 AJPS의 차이를 비교분석한 결과는 <Table 4>와 같으며 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

IV. Discussion

골프 스윙(Golf swing)은 신체 각 분절의 협응을 통해 볼(Ball)을 보다 멀리, 정확하게 보내기 위해 실시되는 동작으로 신체 여러 분절들의 움직임과 클럽 헤드

<Table 3> Differences in right AJPS before and after functional golf wear action (N=30)

Variable	Before	After	t	p
Right AJPS	2.39±0.82	2.15±0.85	3.840	.001***

*** p<.001

<Table 4> Differences in right PJPS before and after functional golf wear action (N=30)

Variable	Before	After	t	p
Left AJPS	2.63±0.93	2.62±0.90	.101	.920

(Club head)의 회전으로 이루어진다(Ming & Kajitani, 2003; Shim, 2017). 이에 각 근육의 수축하는 순서와 클럽의 임팩트(Impact) 타이밍이 매우 중요하다고 할 수 있으며, 골프 스윙(Golf swing)능력을 향상시키기 위해서는 생체역학적인 스윙 메커니즘(Swing mechanism)의 이해를 필요로 한다(Nesbit & Serrano, 2005). 그렇지만 각각의 스윙 구간(Swing phase)은 매우 복잡한 형태의 역동적인 동작이기 때문에 의도했던 대로 샷을 날리는 것은 매우 어려운 일이라 할 수 있다(Cho, 2001).

이에 본 연구에서는 스포츠 테이핑(Sports taping) 일체형 기능성 이너웨어(Functional inner-wear) 착용 전·후에 따라 스윙분석 장비인 트랙맨을 이용하여 드라이버(Driver)와 아이언 스윙(Iron swing)을 측정 및 분석하여 비거리(Shotdistance) 및 궤적에 긍정적인 영향을 미치는가에 대해 알아본 분석결과를 아래와 같이 볼 수 있겠다.

Shim(2017)의 연구에서 클럽 스피드(Club speed)는 신체의 근수축 능력과 높은 상관성이 있으며, 근수축 속도가 빠르면 빠를수록 클럽 스피드(Club speed) 또한 증가된다고 하였다. 본 연구에서 테이핑 기법을 적용한 기능성 골프 이너웨어 착용 전·후 간 드라이버 클럽 스피드(Driver club speed)의 차이를 비교·분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 2.53마일 증가한 것으로 나타났다. 또한 아이언(Iron)에서도 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 1.88마일 증가한 것으로 나타났다. 이는 테이핑 기법을 적용한 기능성 골프 이너웨어 착용을 통해 근수축 능력의 향상을 도모하였으며, 더 적은 힘으로 스윙(Swing)

을 할 수 있기 때문에 장시간 경기를 요하는 골프경기에서 큰 피로에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을것이라고 판단된다. 또한 클럽 스피드(Club speed)의 증가는 임팩트(Impact) 시 볼(Ball)에 더 큰 힘을 전달할 수 있기에 비거리(Shot distance) 향상에도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단된다.

클럽 피팅(Club fitting) 시 어택 앵글(Attack angle)은 매우 중요한 데이터라고할 수 있다. 본 연구에서 테이핑 기법을 적용한 기능성 골프 이너웨어 착용 전·후 간 아이언 어택앵글(Iron attack angle)에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나 드라이버 어택앵글(Driver attack angle)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 1.26° 감소한 것으로 나타났다. 이는 드라이버 스윙(Driverswing) 시 어퍼 블로우 스윙(Upper blow swing)을 통해 나타날 수 있는 볼의 백스핀(Back spin of ball)이나 공기 저항값을 줄여줄 수 있으며, 0°에 가까운 플랫한 스윙으로 임팩트(Impact) 시 보다 더 정확한 스윙궤적(Swing trajectory)을 만들어주어 경기력에 긍정적인 효과가 있을 것으로 판단된다.

일반적으로 핸디가 좋은 아마추어 선수는 out & in 클럽 패스(Club path)의 스윙플레인(Swing plane)을 가지고 있다. 본 연구에서 테이핑 기법을 적용한 기능성 골프 이너웨어 착용 전·후 간 드라이버 클럽 패스(Driver club path)에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않고, 아이언 클럽 패스(Iron club path)에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 0.70 감소한 것으로 나타났다. 이는 정확성이 중요한 아이언 스윙(Iron swing) 시 미스 샷(Miss shot)이 될 가능성을 줄여주어 아이언 샷(Iron shot)의 정확성 향상에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단된다.

골프 경기에서 가장 빠른 볼 스피드(Ball speed)는 2010 RE/MAX에서 Ryan Louw가 225마일을 기록하였고, 이에 따른 캐리(Carry)는 약 410야드이다. 미국 PGA 투어프로 중 가장 빠른 볼 스피드(Ball speed)를 기록한 선수는 타이거 우즈로 약 186mph로 기록되어 있다(Trackman, 2012). 본 연구에서 테이핑 기법을 적용한 기능성 골프 이너웨어 착용 전·후 간 드라이버 볼 스피드(Driver ball speed)의 차이를 비교·분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 5.07마일 증가한 것으로 나타났다. 또한 아이언 볼 스피드(Iron ball speed)에서는 통계적으로 유의한 차이는 나

타나지 않았지만 긍정적인 경향이 나타났다. 이는 테이핑 기법을 적용한 기능성 골프 이너웨어 착용에 따라 클럽 스피드(Club speed)가 증가하게 되고 그에 따라 볼 스피드(Ball speed)도 함께 증가되었다고 볼 수 있다. 이 결과 테이핑 기법을 적용한 기능성 골프 이너웨어는 클럽 스피드(Club speed)의 증가를 통해 볼 임팩트(Impact) 후 볼 스피드(Ball speed)까지 증가시킨다는 것을 증명할 수 있었으며, 두 요인으로 인해 비거리(Shot distance)에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단된다.

스매시 팩터(Smash factor) 값은 1.5에 가까울수록 정확한 임팩트(Impact) 즉, 무게중심점에 얼마나 정확하게 맞추는가는 평가할 수 있으며, 클럽헤드(Club head)의 로프트 각(Loft angle)이 클수록 정확한 중심에 맞췄을 때 1.48보다 적은 값이 나타난다. 이는 클럽헤드(Club head)로부터 전달되는 에너지가 볼의 스피(Spin of ball)를 만들고 탄도를 높이는데 사용되기 때문이다. 본 연구에서 테이핑 기법을 적용한 기능성 골프 이너웨어 착용 전·후 간 드라이버 스매시 팩터(Driver smash factor)의 차이를 비교·분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 0.02 증가한 것으로 나타났다. 또한 아이언(Iron)에서도 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며 0.03 증가한 것으로 나타났다.

투어프로 골퍼들의 경우 각양각색의 폼을 구사하면서도 일정하고 힘 있는 샷을 구사하는데 있어 임팩트(Impact)는 매우 중요하게 작용된다(Kim et al., 2002). 골프 스윙(Golf swing)에서 임팩트(Impact)는 스윙(Swing) 동작에서 가장 다이내믹한 동작으로 임팩트(Impact) 전까지의 스윙 단계(Swing phase)가 모두 표출되기 때문에 가장 중요한 요소라고 할 수 있으며(Chae, 2012), 임팩트(Impact)의 필요조건으로 빠른 클럽 스피드(Club speed), 정확한 무게 중심점(Sweet spot)의 타격, 클럽헤드(Club head)의 정렬이다(Sohn, 2011). 스매시 팩터(Smash factor)에서 나타난 값은 임팩트(Impact) 순간에 구질의 방향을 결정하는 중요한 요소로 본 연구 결과 스매시 팩터(Smash factor)의 증가에 따라 임팩트(Impact) 시 보다 더 정확한 무게 중심점(Sweet spot)에 볼(Ball)을 타격할 수 있음을 나타내며, 스윙궤적(Swing trajectory)이 착용 전보다 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서 테이핑 기법을 적용한 기능성 골프 이너웨어 착용 전·후 간 드라이버 캐리(Driver carry)의 차이를 비교·분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 7.86야드 증가한 것으로 나타났다. 또한 아이언(Iron)에서도 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 6.60야드 증가한 것으로 나타났다. 골프 스윙(Golf swing)중 드라이버 샷(Driver shot)의 경우 비거리(Shot distance)가 길면 길수록 그린(Green)까지의 거리는 짧아지게 되고, 두 번째 샷(Second shot)에서는 비교적 짧은 클럽(Club)을 사용함에 따라 온 그린의 확률을 높여 경기력에 긍정적인 효과를 얻을 수 있게 된다. 즉, 본 연구 결과에서 나타난 것처럼 테이핑 기법을 적용한 기능성 골프 이너웨어 착용이 클럽 스피드(Club speed)와 볼 스피드(Ball speed)를 증가시키고 그에 따라 캐리(Carry)까지 증가를 하게 되었다고 판단된다.

고유수용성 감각(Proprioceptive sense) 능력은 스스로를 감지하는 신체능력으로 신체 각 부분의 자세, 위치, 방향, 움직임을 감지하는 능력을 말하며, 협응력을 향상시켜 시합 중 부상을 예방하고 경기력을 향상시키는 역할을 한다(Moraes et al., 2011; Riemann & Lephart, 2002). 본 연구에서 테이핑 기법을 적용한 기능성 골프 이너웨어 착용 전·후간 어깨관절 고유수용성 감각(Proprioceptive sense) 능력의 차이를 비교·분석한 결과 우측 AJPS에서 통계적으로 오차범위가 유의하게 감소함을 나타냈으며, 또한 좌측 AJPS에서는 유의한 차이는 나타나지 않았지만 착용 후에 오차범위가 감소하는 경향이 나타났다. 이는 대흉근과 삼각근을 적절하게 보조해주는 테이핑 기법을 적용한 기능성 골프 이너웨어의 특성이 나타났다고 판단된다.

V. Conclusion

본 연구의 결과를 통해 테이핑 기법을 적용한 기능성 골프 이너웨어의 착용 전·후를 비교하여 클럽 스피드(Club speed), 볼 스피드(Ball speed), 임팩트(Impact), 캐리(Carry)의 효과성을 검증하여 기능성 골프 이너웨어의 필요성을 확인할 수 있었다. 이는 인체 근육의 효율적인 사용을 위한 목적으로 스포츠 테이핑(Sports taping) 기법을 적용하여 제작된 기능성 골프 이너웨어(Functional golf inner-wear)를 착용하였

을 때, 골프 스윙(Golf swing) 시의 움직임과 클럽 스피드(Club speed)가 보다 향상된다는 결과를 바탕으로 골프 스윙 시 스포츠 테이핑 기법의 적용이 보다 적은 근 활성도로 동일하고 강한 힘의 발현할 수 있음을 확인하였다.

본 연구는 골프를 전문적으로 임하는 선수들과 골프의 스윙을 잘하는 동호인들에게 조금 더 효과적인 이너웨어를 제시하고 있다. 추후 연구에서는 다양한 스포츠 테이핑(Sports taping) 접목기법과 섬유, 특수 소재, 필름 및 다양한 패턴 개발을 통해 골프경기에서 중요한 역할을 하는 숏 게임(Short game)에서 스윙능력의 향상을 도모할 수 있는 기능성 골프 이너웨어(Functional golf inner-wear)의 심층적 연구가 필요할 것으로 판단된다.

References

- BES Technology. (n.d.). CSMi Solutions. Retrieved June 12, 2017, from <https://bestech.com.sg/project/csmi/>
- Chae, D. K. (2012). *Analysis of swing point types of golf major students by the biomechanical golf swing analysis program*. Unpublished master's thesis, Yongin University, Yongin, Korea.
- Chae, W.-S., & Kang, N.-J. (2011). The effect of wearing spandex wear with compression band on biomechanical parameters during a golf drive swing. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 21(3), 345-352. doi:10.5103/KJSB.2011. 21.3.345
- Cheatham, P., Martin, P., & Mottram, R. (2001). The importance of stretching the "X-Factor" in the downswing of golf: The "X-Factor stretch". In P. R. Thomas (Ed.), *Optimising performance in golf* (4th ed.) (pp. 192-199). Brisbane: Australian Academic Press Ltd.
- Cho, H. (2015). *The effect of grip strength training on ball's of driving distance in golfers' on their driver shot*. Unpublished master's thesis, Korea National Sport University, Seoul, Korea.
- Cho, Y. S. (2001). 골프와 물리학 [Golf and physics]. *Physics and High Technology*, 10(7/8), 2-8.

- Choi, K.-H., & Kim, H.-T. (2001). The effect of lower leg taping on the muscle performances of ankle joint. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*, 13(2), 445-452.
- Chung, Y.-S. (2009). A study on the functional material and products trend by the analysis of the golfwear brand market. *Journal of Korean Society of Design Science*, 22(4), 155-164.
- Cochran, A. J., & Stobbs, J. (1968). *The search for the perfect swing*. Philadelphia, PA: Lippincott.
- Davies, C., & Disaia, V. (2010). *Golf anatomy*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.
- Doan, B. K., Kwon, Y.-H., Newton, R. U., Shim, J., Popper, E. M., Rogers, R. A., ... Kraemer, W. J. (2003). Evaluation of a lower-body compression garment. *Journal of Sports Sciences*, 21(8), 601-610. doi:10.1080/0264041031000101971
- Grigg, P. (1994). Peripheral neural mechanisms in proprioception. *Journal of Sport Rehabilitation*, 3(1), 2-17. doi:10.1123/jsr.3.1.2
- Hay, J. G. (1993). *The biomechanics of sports techniques* (3rd ed). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Inbody. (2020). Inbody770. Retrieved December 14, 2022, from <https://inbody.co.kr/inbody/contents/InBody770>
- Kandael, E. R., Schwartz, J. H., & Jessel, T. M. (2000). *Principles of neural science* (4th ed.). New York: McGraw-Hill Company.
- Kang, H.-Y., Moon, G.-S., & Choi, J.-Y. (2006). Electromyographical analysis of the upper limb according to application of sports-taping on golf swing. *The Korean Journal of Physical Education*, 45(1), 789-797.
- Kang, J. H. (2010). *The athletic analysis of approach swing according to distance*. Unpublished master's thesis, Mokpo University, Muan, Korea.
- Kim, C. (2016). *Relations with the gold finished swing and the consistency of shot*. Unpublished master's thesis, Pusan University of Foreign Studies, Busan, Korea.
- Kim, J.-W., & Kim, I. (2015). The effect of wearing functional inner-wear on kinematical variables during a golf drive swing. *The Journal of the Korean Society of Knit Design*, 13(1), 10-17.
- Kim, J.-W., & Kim, I. (2017). Effect of sports taping on golf swing when wearing functional inner-wear. *The Research Journal of the Costume Culture*, 25(4), 499-508. doi:10.7741/rjcc.2017.25.4.499
- Kim, S.-J., Shin, Y.-S., & Choi, J.-Y. (2002). A comparative study of kinematic variables related with address and impact in golf driver swing. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 17, 145-158. doi:10.51979/KSSLS.2002.05.17.145
- Kim, T.-Y., Kim, C.-K., Lee, K.-C, Suh, A.-R., & Kim, S.-U. (2012). Smash coefficients of ratio between head speed and ball speed. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 47(2), 819-824. doi:10.51979/KSSLS.2012.02.47.819
- Kraemer, W. J., Flangan, S. D., Comstock, B. A., Fragala, M. S., Earp, J. E., Dunn-Lewis, C., ... Maresh, C. M. (2010). Effects of a whole body compression garment on markers of recovery after a heavy resistance workout in men and women. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(3), 804-814. doi:10.1519/JSC.0b013e3181d33025
- Kwon, Y. H., Han, K. H., Como, C., Lee, S., & Singhal, K. (2013). Validity of the X-Factor computation methods and relationship between the X-Factor parameters and clubhead velocity in skilled golfers. *Sports Biomechanics*, 12(3), 231-246. doi:10.1080/14763141.2013.771896
- Leadbetter, D. (2000). Let me help you hit it farther, straighter, closer. *Golf Digest*, 73-79.
- Lee, K.-K., & Nam, K.-J. (2005). The effect of skill level to intrasubject repeatability of golf swing kinematics. *The Korean Journal of Physical Education*, 44(6), 669-676.
- McHardy, A., & Pollard, H. (2005). Muscle activity during the golf swing. *British Journal of Sports*

- Medicine*, 39(11), 799-804. doi:10.1136/bjism.2005.020271
- McLaren, J., Helmer, R. J. N., Horne, S. L., & Blanchonette, I. (2010). Preliminary development of a wearable device for dynamic pressure measurement in garments. *Procedia Engineering*, 2(2), 3041-3046.
- McTeigue, M., Lamb, S. R., Mottram, R., & Pirozzolo, F. (1994). Spine and hip motion analysis during the golf swing. In A. J. Cochran & M. R. Farrally (Eds.), *Science and golf II: Proceedings of the World Scientific Congress of Golf* (pp. 50-58). London: Taylor & Francis.
- Menz, H. B., Morris, M. E., & Lord, S. R. (2005). Foot and ankle characteristics associated with impaired balance and functional ability in order people. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(12), 1546-1552. doi:10.1093/gerona/60.12.1546
- Ming, A., & Kajitani, M. (2003). A new golf swing robot to simulate human skill-accuracy improvement of swing motion by learning control. *Mechatronics*, 13(8-9), 809-823. doi:10.1016/S0957-4158(03)00004-7
- 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 Sciences*, 26(2), 181-188. doi:10.1080/02640410701373543
- Myers, J. B., Guskiewicz, K. M., Schneider, R. A., & Prentice, W. E. (1999). Proprioception and neuromuscular control of the shoulder after muscle fatigue. *Journal of Athletic Training*, 34(4), 362-367.
- Myers, J. B., & Lephart, S. M. (2000). The role of the sensorimotor system in the Athletic shoulder. *Journal of Athletic Training*, 35(3), 351-363.
- Moraes, M. R., Cavalcante, M. L., Leite, J. A., Macedo, J. N., Sampaio, M. L., Jamaru, V. F., & Santana, M. G. (2011). The characteristics of the mechanoreceptors of the hip with arthrosis. *Journal of Arthopaedic Surgery and Research*, 6(1), 58. doi:10.1186/1749-799X-6-58
- Nesbit, S. M., & Serrano, M. (2005). Work and power analysis of the golf swing. *Journal of Sports Science and Medicine*, 4(4), 520-533.
- Park, D., Kim, M., & Oh, J. (2017). A comparative study of shoulder ROM & proprioception and balance ability between general people and pro golfers. *The Korean Journal of Sport*, 15(1), 663-670.
- Park, J.-R. (2005). The analysis of electromyography of professional golfer's swing in each golf club. *The Korean Journal of Physical Education*, 44(5), 569-578.
- Park, J.-R., Cho, Y.-J., & Park B.-Y. (2004). The analysis of electromyography during golf driver swing. *The Korean Journal of Physical Education*, 43(2), 837-844.
- Riemann, B. L., & Lephart, S. M. (2002). The sensorimotor system, Part I: The physiologic basis of functional joint stability. *Journal of Athletic Training*, 37(1), 71-79.
- Sohn, J.-H. (2011). Research analysis of GRF peak value and timing before and after golf shot impact. *The Korea Journal of Sports Science*, 20(5), 1217-1228.
- Shim, Y. B. (2017). *Correlation of power and constancy during driver swing in golf*. Unpublished master's thesis, Chung-Ang University, Seoul, Korea.
- Sullivan, A. (n.d.). Anatomy summary. *Studocu*. Retrieved June 12, 2017, from <https://www.studocu.com/en-au/document/southern-cross-university/systemic-anatomy/anatomy-summary/5818511>
- Trackman. (2012). Trackman news letters. Retrieved November 13, 2023, from <https://www.trackman.com/ko/references>
- Voight, M. L., Hardin, J. A., Blackburn, T. A., Tippett, S., & Canner, G. C. (1996). The effects of muscle fatigue on and the relationship of arm dominance to shoulder proprioception. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 23(6), 348-352. doi:10.2519/jospt.1996.23.6.348