

A Study on the Effective Bicycle Fitting Method for Injury Prevention (For the Development of Bicycle Fitting System)

Gyoung-Hoan Shon*

*Professor, Dept. of Leisure Sports, Suwon Women's University, Suwon, Korea

[Abstract]

This paper proposes a corresponding bicycle fitting method through a number of clinical results and experiments, with the aim of standardizing the comprehensive bicycle fitting method with the aim of developing a system that incorporates bicycle fitting software and hardware to proceed more precisely and quickly. This bicycle fitting method can determine the value of bicycle setting for the rider through in-depth counseling, bicycle check, sophisticated body sizing and analysis, and from the bicycle adjusted to this setting, the posture and pedaling torque can be analyzed through fixed lading, which can be followed to find the most efficient setting value and optimize the bicycle to meet the needs of the rider. Such a fitting method can increase the satisfaction of bicycle riders and also be expected to prevent injury through accurate bicycle setting values. This paper can be established as a bicycle fitting technology that can be recognized even in the global market if the final bicycle fitting system is implemented as the result presented in the most concrete domestic and foreign countries.

▶ **Keywords:** Bicycle fitting system, physical measurement, bicycle injury, bicycle fitting

[요 약]

본 논문에서는 자전거 피팅을 좀 더 정교하고 신속하게 진행하기 위해 자전거 피팅 소프트웨어와 하드웨어를 통합한 시스템을 개발하기 위한 DB구축을 목표로 포괄적인 자전거 피팅 방법의 표준화가 요구됨에 따라 다수의 임상결과와 실험을 통해 이에 맞는 자전거 피팅 방법을 제안한다. 이 자전거 피팅 방법은 심층상담, 자전거체크, 정교한 신체사이징 및 분석을 통해 라이더를 위한 자전거 세팅 값을 결정할 수 있으며 이 세팅 값으로 조정된 자전거에서 고정 라이딩을 통해 자세와 페달링 토크를 분석하고 이를 통해 가장 효율이 높은 세팅 값을 찾아 자전거를 라이더의 요구에 맞게 최적화 할 수 있는 피팅 방법에 대한 결과를 도출 했다. 이와 같은 피팅 방법은 자전거 라이더의 만족도를 높일 수 있으며 정확한 자전거 세팅 값을 통해 부상예방도 기대할 수 있다.

▶ **주제어:** 자전거 피팅시스템, 신체측정, 자전거부상, 자전거피팅

-
- First Author: Gyoung-Hoan Shon, Corresponding Author: Gyoung-Hoan Shon
 - *Gyoung-Hoan Shon (son@swc.ac.kr), Dept. of Leisure Sports, Suwon Women's University
 - Received: 2020. 01. 21, Revised: 2020. 02. 18, Accepted: 2020. 02. 19.
 - This paper was published at the 61st Winter Conference of the Korean Society of Computer Information in 2020 and expanded the "A Study on the Prevention of Injury Bicycle Fittings for the Development of Bicycle Fitting System".

I. Introduction

한국 자전거 문화의 시초는 구한말 의료 선교 목적으로 한국에 온 미국인 알렌이 자신의 『조선견문록』에서 1884년 미국공사관 해군 장교 중에 한 사람이 제물포로 입항한 미국 선박에서 서울로 자전거를 가져왔다고 언급하고 있다. 이러한 역사는 지금까지 자전거 도입에 대한 최초의 기록으로 볼 수 있다[1]. 한국의 130년 자전거 역사는 그리 짧지 않지만 긴 역사에 비해 자전거 관련 기술력은 높은 편이 아니다. 자전거 하드웨어 및 디자인 개발이 기술력이라 한다면 국제시장에서 낮은 수준에 머물고 있다.

대부분 국내 주요 자전거 업체들은 인건비가 저렴한 중국이나 베트남 등지에서 제품을 생산하고 국내에서는 판매에만 주력하고 있다. 반면 네덜란드의 자전거 생산은 1869년부터 시작되어 연간 90~100만대를 생산(자체생산 점유율:70%)하고 있고, 프랑스는 자체적으로 10여개의 자전거 회사가 30종이상의 모델로 경쟁이 심하게 이루어지고 있으며, 독일의 기술력은 기후 보호를 한 CO² 감축 효과와 친환경 교통 관련 기술개발 지원을 추진 중이다. 미국의 경우, 자전거 생산은 연간 약 28만대로 자전거 휠, 타이어, 발 등 부품을 수입 해 미국에서 제조하는 경우가 다수이다. 이처럼 유럽을 중심으로 미국과 일본, 중국의 경우 그동안 자전거 생산을 위한 기술개발에 끊임없이 노력해왔다[2].

최근 국내의 경우 지식경제부와 국토해양부 등이 자거 산업 활성화 선언하여 산악자전거, 하이브리드 자전거, 내비게이션 장착 자전거 등 고성능 자전거 생산 개발에 주력하고 있다[3]. 그러나 기본 프레임과 구동계는 수입에 의존하고 있어 이 분야에서 선진기술을 따라잡기란 거의 불가능에 가까울 수 있다.

자전거의 기술이라면 설계와 생산 그리고 피팅으로 나눌 수 있는데 이중 자전거 피팅기술분야가 최근 관심분야로 부상하고 있으며 10여년전만해도 자전거 제조업체에서는 관심이 없었고 자전거 액세서리를 제조하던 몇 개 업체(Retul등)가 피팅기술을 새롭게 정립하고 각각 나름대로 기술 고도화 하는 과정을 거치고 있었다.

그러나 최근 자전거피팅 대중화에 자전거피팅 사업에 제조업체들도 뛰어들어 하드웨어와 소프트웨어개발에 박차를 가하고 있는 환경이다. 국내의 경우 2014년 손경환이 개발한 Bike Fitting Manual을 시작으로 몇몇 전문가들을 중심으로 피팅프로그램을 운영하고 있다. 다만 아직 국내 자전거 제조 판매업체들은 이 분야에 적극적인 R&D투자는 미흡하다[5].

자전거 피팅이 기술이라고 하지만 자전거라는 기계장치와 인간과의 사이에서 최적화를 이룰 수 있는 조건을 찾는

4차 산업혁명에 걸맞은 다학문 융합기술이기 때문에 단지 구조에 의한 제조업기술로 해결하기에는 한계가 있다.

더구나 고정된 자전거라 할지라도 인간이 갖는 경우의 수들이 다양하기 때문에 단순한 수식으로 피팅값을 정의하는 것도 불가능한 것이다. 결국 자전거 피팅은 다양한 학문적 접근과 경험, 정교한 기술을 통해 상호 최적화 방법을 찾아 표준화 하는 것이 필요하다.

특히 그동안 연구 되어온 자전거 피팅기술들을 한 시스템에 집약시켜 일체형으로 구동되는 Bike Fitting System 개발을 위한 DB 축적이 매우 중요하다.

결국 이 자전거피팅 통합 시스템은 자전거 피팅에서 부상을 예방하고 재발방지를 위한 핵심적인 역할을 할 수 있을 것이다.

따라서 이 연구는 자전거를 탈 때 자전거의 효율을 높이고 부상을 예방할 수 있는 자전거 피팅에 대한 선행연구 고찰과 자전거 부상예방을 위한 효율적인 자전거 피팅 방법을 구체적으로 제시하고 자전거 피팅시스템 개발을 위한 기초자료를 구축하려고 한다. 특히 이 연구에서는 자전거의 각각 부품의 특성과 라이더의 신체사이즈에 따른 부품의 세팅방법을 제시하고 세팅된 자전거의 미세조정(피팅)과정을 통해 자전거로 인한 부상을 예방할 수 있는 방법을 도출하고자 한다.

II. Related research

2.1 Bicycle industry & fitting trend

국가 간 탄소배출규제에 따른 자전거 기반 구축사업은 국가의 핵심 사업이며 자전거도로건설과 이와 관련한 자전거 산업에 대한 향후 성장 모습을 크게 기대하고 있다.

정부는 자전거 보급 활성화를 위해 기반 확충으로 2010~2019년까지 10년간 1조억원 이상의 사업비를 투자해 전국 자전거도로를 연결하며, 정부는 도심생활형 자전거도로 구축을 통해 국내 자전거 교통 분담률을 약 20%까지 끌어 올릴 계획을 갖고 추진했다[9].

따라서 국내 순환형 자전거 도로 건설로 2174.5km 4대강을 중심으로 한 기존 자전거도로와의 연계로 다양한 노선이 완성되었고 해당 자전거 도로는 4대강 정비사업과 연계하여 자전거도로를 신설하는 사업을 정부가 추진하고 있으며, 주로 레저형 기능과 함께 지역 연계형 기능 수행을 목적으로 하고 있다. 방안을 통해 관광자원의 특성, 장소, 주간 및 야간, 계절 등을 감안한 다양한 주제 프로그램을 개발하여 다양한 관광 상품 제공과 자전거 길과 지역

축제의 연결 등의 관련기업의 여행 상품개발 확산을 유도할 수 있는 이용 정보 서비스의 유기적인 연동 시스템 구축이 필요하게 되었다[11].

그리고 국내 경우 자전거 보급률이 현재까지는 현저히 낮아 자전거 기반 확충은 자전거 구매로 이어질 가능성이 매우 높다[6].

그러나 자전거 시장규모는 지속적으로 확대되고 있지만 2000년 중반 이후 인건비 및 원재료 가격 상승 등 원가 부담으로 인해 국내산 자전거의 경쟁력이 하락하면서 국내 자전거업계는 생산라인을 대부분 해외로 이전하여 자체 생산기반이 와해되었다. 현재 자전거 생산은 대부분 OEM 및 ODM방식으로 중국 등 해외에서 이루어지고 있으며 국내에서는 조립 및 테스트 과정만 거쳐 유통하고 있다[10].

이로 인해 국내 자전거 업계의 R&D투자가 급격하게 쇠퇴하여 해외 경쟁업체들과의 기술 경쟁력이 전무한 상황이다.

자전거피팅은 완성차 업계보다는 자전거 연구 집약형 기술력을 보유한 미국의 Retul사가 2000년대 초반 자전거피팅용 장비를 출시하면서 자전거 피팅의 대중화가 이루어지기 시작했다. 이후 시마노, 자이언트 등의 업체에서 자전거 피팅 장비를 개발하여 보급하고 있는 중이다. 일반 자전거 동호인들도 자전거 라이딩 목적이 달라지고 거리가 늘어나면서 자전거의 효율을 높이고 부상을 해결 방법을 부품을 교체하는 방법에서 정교한 자전거 피팅에 대한 관심이 높아졌다[9].

Retul, 시마노, 자이언트에서 개발된 피팅장비들은 모양은 조금씩 다르지만 기본적인 운영방법과 매뉴얼 등의 구조는 동일하다. 이 장비들이 초기에는 많이 보급되었으나 이런 장비를 운영할 수 있는 전문가의 부재와 전문가 양성 프로그램의 부재로 인해 현재는 다소 정체되어 있다.

현재 자전거 피팅시장의 정체를 해결하기 위해 좀 더 쉽고 짧은 시간 내에 피팅을 완성할 수 있는 장비와 소프트웨어에 대한 수요자의 요구가 늘어나고 있는 추세이다[5].

2.2 Bicycle Fitting

인체측정학(Anthropometry)은 자동차, 가전제품, 의료기기 및 스포츠 용품 등 다양한 분야에서 소비자의 만족도와 사용 효율성을 최적화하기 위해 조사되고 연구되어 왔다[8].

그중 Bike Fitting이란 신체사이징을 통해 프레임과 크랭크 암의 길이를 선택하고 여기에 맞는 조향계통의 부품들 그리고 라이더의 라이딩 특성에 맞는 구동계를 정한 후 클릿 조정 안장의 높이, 각도, 위치 값을 조정된 뒤 조향계에 해당되는 스템의 높이, 각도, 길이값 조정, 핸들의 특성, 위치, 각도, 길이, 브레이크 및 변속기 위치 조정을 통해서 라이더의 라이딩 특성에 맞게 최적화 시켜주는 과정이다.

위와 같이 자전거의 세팅 값만 조정후한 자전거 라이더의 라이딩 동작 개선과 페달링 부하테스트를 통해 페달링 동작까지 개선하는 일련의 과정을 마친 후 자전거 피팅이 완성된다. 피팅을 진행한 라이더들의 만족도를 보면 페달링 부하테스트를 통한 페달링동작 코칭이 이루어졌을 때 높은 만족도를 보이며 실제 피팅효과도 높아진다[7].

결국 자전거라이더의 부상 및 사고예방과 자전거 라이딩 효율성을 높이기 위한 신체사이징, 자전거세팅, 자전거 라이더의 자전거라이딩 동작코칭 등의 일련의 종합적인 과정이 자전거 피팅이라고 말할 수 있다[7].

2.3 Bike Fitting System

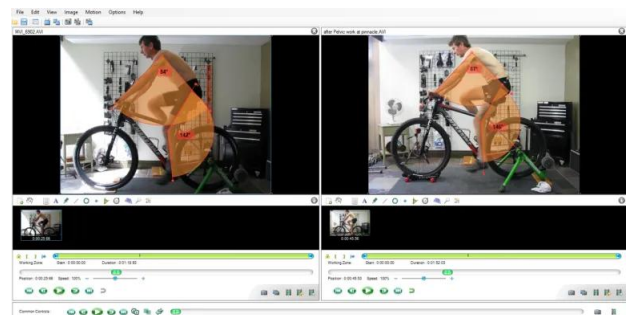


Fig. 1. Fit Kit Systems[12]

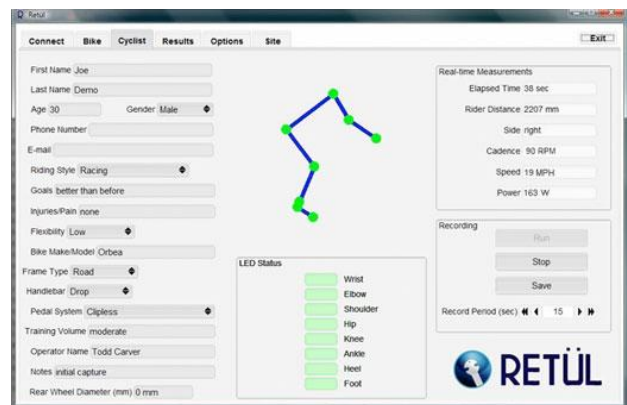


Fig. 2. Retul Bike Fitting Systems[13]

그림 1과 그림 2는 Kit fit system과 Retul사에서 개발해서 운영되고 있는 자전거 피팅시스템이다. 이외에도 몇가지의 피팅시스템들이 개발되어 판매되고 있다. 위의 시스템은 주로 유럽이나 미국의 입상에 의해 개발된 시스템이며 이 연구에서 추구하고 있는 피팅시스템과 유사한 부분이 있다. 다만 현재 해외에서 판매 운영되고 있는 시스템들은 첫째, 라이더의 어깨, 허리, 무릎, 발목의 각도 값에 주목하고 있다. 이러한 각도 값에 의해 최적의 라이딩 자세를 만들 수 있다는 개념이다. 둘째, 최대의 부하와 최대의 효율을 추구하고 좋은 기록과 속도를 낼 수 있는 피팅에 중점을 두고 있다.

셋째로 수동형 하드웨어를 갖춘 피팅시스템이다.

이 연구에서 최종 목표를 두고 있는 Bike Fitting System이란 기존에 개발된 자전거피팅 매뉴얼과 해외에서 개발된 자전거 피팅을 위한 하드웨어를 활용해 자전거 피팅 전문가들의 경험을 통해 이루어지고 있는 자전거 피팅을 피팅 매뉴얼을 기본으로 신체사이징, 바이크체크, 지오메트리체크, 전자동피팅바이크를 활용한 피팅, 실제 자전거를 활용한 피팅, 페달링 테스트, 자전거라이딩 분석 및 코칭까지 하나의 소프트웨어와 완전자동화한 하드웨어로 통합 운영하는 개념이다[6]. 다시 말해 자전거 라이더의 다양한 각도값보다는 페달에서 휠에 전달되는 부하의 효율성에 더 중점을 두며, 하드웨어 역시 기존의 지오메트리값에 의한 자동세팅방식을 채택하여 기존 시스템이 2시간 이상의 피팅시간이 요구 된다면 이 연구의 개발시스템은 30분 이내로 줄일 수 있는 방법을 개발하고 한다.

III. Bicycle Fitting Process and Method

3.1 Pre-consultation for fitting

자전거 피팅을 위한 사전 상담은 매우 중요하며 피팅을 받는 자전거라이더의 개인적인 특성과 요구를 좀 더 정량적 측면과 정성적 측면을 심층적으로 판단 할 수 있는 중요한 데이터를 확보 할 수 있다. 자전거 피팅이 누구나 일정한 산식에 의해 피팅값이 결정되는 것이 아니기 때문에 수없이 많은 경우의 값이 나타나게 된다. 또한 개인의 요구에 맞춘 피팅을 지향할 수 있지만 실제 피팅을 하려는 개인의 요구와 실제 피팅을 진행하면서 나타나는 피팅 값은 상이하게 나타날 수 있으며 이런 경우 피터의 경험적 준거와 지식, 상담내용을 감안하여 최적의 판단이 필요하며 이러한 판단의 결정적인 배경이 이 사전상담에서 정보를 얻을 수 있다.

3.1.1 Occupation, age, gender

직업, 연령, 성별에 따라 자전거 피팅의 방향은 분명 달라진다. 자전거를 타는 사람들은 당연히 자전거 타는 것이 직업이 아닐 뿐 아니라 직업의 특성에 따라 자전거를 타려고 하는 이유도 달라 질 수 있다. 특히 연령의 경우 나이가 젊을수록 퍼포먼스의 경향이 강한 반면 나이가 많아질수록 지구력 증진과 안전하게 즐길 수 있는 자전거를 추구하게 된다. 또한 남성의 경우 좀 더 도전적인 라이딩을 추구하는 반면 여성의 경우 안정적인 라이딩과 보이는 모습에 대한 관심이 크다. 여성이 추구하는 자전거는 남성이 추구하는 자전거에 비해 훨씬 더 복잡하게 나타나기 때문에 좀 더 심층적 상담이 필요하다.

3.1.2 Weight

자전거의 가격을 결정하는 중요한 요인은 자전거의 무게가 결정한다. 자전거의 무게가 가벼워질수록 기술력이 집약된 프레임에 각종 고가의 부품들이 자전거에 적용된다. 고급형자전거의 무게는 6kg대이고 보급형자전거는 8kg~9kg대로 자전거의 무게로 보면 큰 차이를 보이고 있지만 70~90kg대의 남성이 자전거에 올라탄 뒤에 자전거의 무게를 고려해 본다면 큰 차이가 아닐 수도 있다. 체중은 그 무게로 인해 라이딩에 많은 영향을 미치며 체중의 높고 낮음과 근육량의 많고 적음이 피팅의 방향이 달라 질 수밖에 없다. 특히 체중이 많은 편인 경우 페달에 걸리는 토크의 효율을 최대한 높일 수 있는 피팅을 통해 라이더가 쉽게 지치지 않게 할 수 있는 피팅을 고려 해 볼 수 있다.

3.1.3 Pain, injury, disease

자전거 라이더의 통증, 부상, 질병정보는 부상예방을 위한 자전거 피팅의 핵심이 될 수 있다. 자전거로 인한 통증과 부상의 경우 자전거의 사이즈, 부품세팅, 피팅 등의 오류로 인한 경우를 찾아 조정해주어야 하며 그 외의 통증과 부상의 경우는 이러한 통증과 부상이 더 악화되거나 원인이 되지 않도록 자전거 피팅을 위한 정보가 될 수 있다. 예를 들어 허리통증을 호소하는 라이더에게 좀 더 앞으로 숙여지는 자세를 만드는 피팅이 오히려 통증을 더 악화시킬 수 있으므로 이와 같은 정보를 활용하여 피팅에 적용할 수 있다.

그리고 라이더의 질병정보 역시 자전거 피팅에 정교하게 적용되어야 한다. 혈압이나 당뇨 등의 내과적 질환도 중요하지만 정형 외과적 질환에 관심 있게 상담이 이루어질 필요가 있다. 어떤 경우는 본인스스로도 정형 외과적 문제를 안고 있다는 사실을 모르는 경우도 있을 수 있다. 대표적인 것이 거북목과 심한 척추굴곡등이다. 평소 일상생활에서는 문제되지 않던 부분들이 자전거를 타는 순간 통증과 부상으로 나타날 수 있기 때문이다. 따라서 이 항목에 대한 자세한 정보를 상담을 통해 확보해야 한다.

3.1.4 Riding time, distance, number of times, speed

자전거 라이더의 평소 라이딩 시간, 거리, 횟수, 속도 등의 정보는 자전거를 타는 스타일과 목적 등을 쉽게 추정해 볼 수 있다. 특히 부상과 통증의 원인을 파악할 수 있으며 얼마나 자전거에 대한 관심과 노력을 가늠해 볼 수도 있다. 거의 매일 출퇴근용과 주말에는 100km이상의 거리를 즐기는 자전거 라이더와 주말에만 즐기는 라이더의 피팅 요구는 다를 수 밖에 없으며 자신의 평균속도(평속)를 정확하게 아는 사람과 잘 모르는 사람 역시 자전거 피팅에 다른 규칙을 적용할 수밖에 없다. 그리고 주로 다니는 코

스가 어디인지도 파악해 볼 필요가 있는데 전용도로 위주로 타는 경우, 공용도로 위주로 타는 경우, 산악지형의 도로를 타는 경우, 하루에 200km이상의 극한 라이딩을 즐기는 경우 등이 모두 다른 피팅이 적용 될 수 있다.

3.1.5 Riding purpose and other sports to enjoy

자전거를 타는 목적이 단순히 즐기는 용도에서부터 좀 더 복잡하고 난이도 높은 목적으로 활용되는 경우까지 다양한 목적으로 갖고 자전거를 대한다. 이러한 내용 역시 자전거 피팅에서 빠지면 안 될 상담 내용이며 특히 평소 자전거 외 다른 운동을 즐기고 있는지도 확인해 볼 필요가 있다. 예를 들어 스케이트와 같이 자전거탈 때 사용하는 근육이 유사한 운동을 하는 경우와 전혀 운동을 하지 않는 경우는 전혀 다르게 접근할 필요가 있다.

야구선수가 골프에 도전하는 것, 배구선수가 테니스에 도전하는 것 등이 예로 들 수 있으며 운동경력이 전혀 없는 경우에는 부상예방을 위해 좀 더 안전하게 피팅을 진행해야 할 필요가 있다.

3.1.6 Body sizing

신체사이즈 측정을 위해서는 표 1과 같은 항목과 방법으로 측정한다. 각 항목들은 자전거프레임을 포함한 각각의 부품들을 선택할 때 정보로 사용하며 자전거 부품들을 조립한 후 자전거 라이더의 특성(체형, 체력, 목적)에 맞게 자전거를 피팅하는 기초적인 데이터로 활용한다.

표 1의 괄호 안에 표기들은 표 2의 산식에 활용할 때 약자로 표기한 것이다.

	center of the ballpoint to the chair (where the heel touches you).
Arm(A)	Sit on the chair and stretch your arms forward and keep them level. Lightly hold the ballpoint pen in your hand and measure it from the center of the ballpoint pen to the center of the shoulder.
Total Arm(TA)	Sit on the chair and stretch your arms forward and keep them level. Lightly hold the ballpoint pen in your hand and measure the length from the center of the ballpoint to the chair (where the heel touches you).
Upper Leg(UL)	Sit on the chair and attach the waist. The knee maintains 90 degrees and measures the length of the seat from the front of the knee (the front that popped).
Lower Leg(LL)	Sit on the chair and attach the waist. The knee is maintained at 90 degrees and measured in length from the floor to the top of the knee.
Chest Width(CW)	Measure the width and width of the cuff pole from the back in a comfortable posture.
ASIS Width	Measure the width of the ASIS from the front in a comfortable forward position.
Q-angle-R	A general Q-angle measurement method is used.
Q-angle-L	A general Q-angle measurement method is used.
Ischium Width(IW)	Sit in a squatting position on a special measuring device or thick corrugated cardboard for two minutes, and measure the left and right width of the hip by measuring the center of the depressed area on the left and right sides of the corrugated cardboard.

Table 1. Body sizing[6]

category	Measuring method
Height	Measure it using a general measurement method.
Weight	Measure it using a general measurement method.
Inseam Length(IL)	Spread your feet about 20cm against the wall and measure from the floor to the top and end of the crotch.
Outseam Length(OL)	Measure from the sole of the foot to the top of the femur (approximately 3 centimeters or less) with the sole spread out by 8 degrees.
Upper Body(UB)	Sit in a chair, stand at the waist, measure from the bottom of the chair to the shoulder. The shoulder is measured relative to the top of the cuff.
Fore Arm(FA)	Sit on the chair, lower your arm, and keep your lower arm level forward with your elbow attached to the chair. Lightly hold the ballpoint pen in your hand and measure the length from the

3.2 Check the user's bicycle equipment & Fine adjustment

자전거 피팅을 원하는 자전거 라이더들은 대부분 먼저 자전거를 구입하고 일정기간 스스로 자전거세팅을 한 뒤 자전거를 타본 후 자전거 세팅에 문제가 있거나 자신에게 문제가 있다는 것을 느끼고 자전거 피팅을 고민한다.

자전거 구매시점에서부터 자전거피팅전문가의 도움을 받을 수 있다면 오히려 비용과 시간을 같이 줄이는 효과를 얻을 수 있는데도 대부분 그렇지 못하다.

따라서 자전거 피팅을 위해서는 신체사이즈와 함께 자전거부품체크를 정확하게 해야 한다. 결국 신체사이즈 값에 자전거 각 부품의 측정값을 더해 각각의 부품별 포지션범위를 결정하고 이렇게 정해진 포지션 값에 피팅 직전 부품별 세팅을 하게 된다. 물론 세팅 전에 라이더의 라이딩자세와 페달링자세 등을 분석한 뒤 세팅이후의 변화되는 값들을 관찰하

면서 각각의 피팅값을 미세하게 조정하게 된다.

그림 3은 자전거 부품을 체크하면서 조정세팅 전, 후값을 기재할 수 있도록 해놓은 부품체크양식이다.

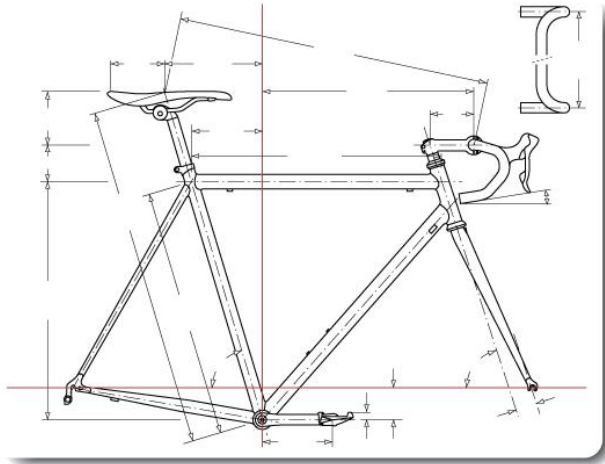


Fig. 3. Bicycle equipment check form

3.2.1 Cleat

클리트조정은 자전거 피팅과정 중 가장중요하고 핵심적인 과정이다. 먼저 이미 장착된 클리트의 위치를 확인해야 하며 원래의 위치는 펜등으로 표시해둔 뒤 신체사이징에서 ASIS값, Q-Angle값, 보행각도값, 내외측 중족골 관절의 위치를 파악하고 클리트의 앞뒤값, 좌우값, 회전값을 추정하여 클리트를 조정한다[7].

3.2.2 Make/Model/Size/Year/Style

자전거 제조회사, 모델, 제조연도, 스타일 등을 먼저 체크하는데 이것은 자전거를 제조하는 회사별로 추구하는 자전거의 디자인이 조금씩 다르다. 예를 들면 오랜 된 브랜드인 캐논데일의 경우 클래식 디자인을 추구하는 반면 자이언트사의 경우 프레임의 경량화하려는 목적으로 로드자전거와 MTB와의 디자인이 유사한 경향을 보인다. 이런 경우 자전거 라이딩 시 특성이 조금씩 달라진다.

그리고 이중 사이즈는 자전거 피팅의 전체적인 방향을 결정하는 요인이 된다. 그 이유는 일반적인 자전거 동호인이 자전거 전문가의 도움 없이 자전거를 구입할 경우 조금 큰 사이즈의 자전거를 선택하는 경우가 있기 때문에 피팅이 전체적으로 줄이는 피팅이 될지 늘이는 피팅이 될지 결정된다. 대체로 표 1의 인심과 신장, 팔길이등의 요인이 자전거 사이즈에 영향을 미치게 되는데 자전거 프레임의 사이즈는 적정범위 안에 위치한 프레임중 작은 사이즈의 자전거를 선택하는 것이 자전거 피팅에 수월성을 갖는다. 어쩌면 큰 프레임의 자전거는 피팅이 불가능한 상황에 봉착할 수 있다. 또한 자

전거 프레임이 큰사이즈인 경우 조립되는 핸들과 스템등의 부품이 자연스럽게 큰사이즈의 부품들이 조립되어 피팅과 정중 부품들을 교체해야 하는 문제가 발생한다.

3.2.3 Handle Make/Model

자전거 핸들은 로드자전거, 하이브리드자전거, MTB모두 여러 종류가 있다. 특히 로드에 적용되는 핸들은 자전거 라이더가 추구하거나 신체적인 특징에 따라 핸들의 종류가 달라질 수 있다. 유연성이 좋거나 속도를 즐기는 경우 드롭바를 잡는 경향이 높아지며 그렇지 않은 경우는 드롭바가 거의 의미 없는 경우도 있다. 따라서 핸들의 종류에 따라 라이딩 목적과 방법이 달라지기 때문에 라이더의 특성을 고려해 핸들을 선택하고 드롭바의 각도 등을 조절할 수 있다.

또한 핸들에 브레이크레버를 장착하기 때문에 브레이크레버의 위치선정을 위한 핸들의 종류역시 영향을 미칠 수 있다.

3.2.4 Stem~Saddle(mm)

스템은 자전거 핸들과 프레임을 연결해주는 부품이다. 단순히 연결의 역할이 아니라 자전거 라이더의 라이딩 자세에 매우 큰 영향을 미치게 된다. 그중 스템의 앞쪽 중심에서부터 안장 중심까지의 거리가 라이더의 허리각도를 결정짓게 되는데 이거리가 너무 멀면 라이더의 상체가 지나치게 앞으로 기울어져 손목, 어깨, 허리 통증의 원인이 되고 기울어진 골반으로 인해 안장통의 원인이 되기도 한다. 또한 이 거리가 지나치게 가까우면 라이더의 상체가 세워져서 속도에 제한을 받을 수 있으며 전체적인 무게중심이 위로 올라감에 따라 낙차 사고의 원인중 하나가 될 수 있다.

스템과 안장중심의 거리를 결정짓는 것은 스템의 길이와 프레임의 사이즈, 안장의 포지션이다. 일반적으로 프레임 사이즈는 라이더의 체형에 대부분 적정한 사이즈가 대부분이며 안장은 앞뒤의 유동 값이 있기 때문에 스템의 길이가 원인이 되는 경우가 많다.

일반 동호인들은 이거리가 멀면 가장 쉬운 해결방법으로 안장을 앞쪽으로 이동시키려고 하지만 안장이 기준(KOPS:Knee Over Pedal Spindle)이상으로 앞쪽으로 이동하게 되면 자전거 페달에 걸수 있는 토크가 줄어들어 자전거의 효율이 떨어진다.

라이더의 상체각도 기준으로 보아 위 KOPS를 넘지 않는 조건에서 허리각도 45°±5°, 어깨각도 90°±5°를 기준으로 허리각도가 작아지고 어깨각도가 기준보다 커지게 되면 스템을 조절해야 한다. 스템을 조절하는 방법은 스템을 뒤집어서

각도를 높이는 방법, 스페이서를 스템 아래쪽으로 이동시켜서 높이를 높이는 방법, 스템을 교체하는 방법 등이 있다.

3.2.5 Top Tube length A/H(mm)

탑튜브는 자전거 프레임의 헤드튜브와 시트튜브를 위쪽에서 연결해주는 부품이다. 프레임이 일체형이기 때문에 길이가 조절되지는 않는다. 자전거 제조사의 홈페이지에는 모든 자전거들의 지오메트리를 공개하고 있는데 보통 세 가지 방법으로 탑튜브 지오메트리값을 공개한다. Top Tube length, Top Tube length(a), Top Tube length(h)이렇게 표시 해둔다. 이 값들중 자전거 피팅에 적용되는 값은 Top Tube length(h)값이다. Top Tube length(a)는 Top Tube length(actual)을 의미하며 Top Tube length(horizontal)의미한다. Actual값은 최근 자전거 탑튜브를 수평으로 제작하지 않고 경사진 형태로 제작하는데 이 경사진 탑튜브의 실제길이이기 때문에 피팅에 의미가 없고 가상의 수평의 탑튜브 길이를 측정하여 피팅에 활용해야 한다. 자전거의 지오메트리에는 그림 3처럼 다양한 정보들을 제공하지만 그것 외에도 XXS, XS, S, M, L, XL등의 표시도 같이 제공된다. 여기서 XS사이즈의 프레임의 Top Tube length(h)는 500mm (±10mm)정도의 수준이다. 이와 같은 기준값을 정하기 위해 표 2의 Top tube(H), Stem Length, Overall Reach를 구하기 위한 산식을 활용한후 피팅에 적용한다.

3.2.6 Stem Height(mm)/Length(mm)/Angle



Fig. 4. Stem sign

그림 4의 스템은 높이는 36~40mm, 길이가 90mm, 각도는 ±6°이다. 높이는 스템 자체가 갖고 있는 높이와 스티어러튜브에 스템 위아래에 장착되는 스페이서의 높이가 최종적인 스템의 높이가 되며, 길이 값은 스템의 길이 값

(60~140mm)이 적용된다. 각도 값은 +6°의 스템을 뒤집어서 장착하면 -6°가 되는 것이다. 라이더의 포지션을 조절하기 위해 스템을 뒤집어 줄수 있다. 이와 같이 스템의 값들을 결정하기 위해서는 표 2의 Top tube(H), Stem Length, Overall Reach의 산식을 고려하여 피팅에 적용한다. 스템의 길이는 짧아질수록 핸들링이 민감해지는 경향이 있으므로 무조건 짧은 스템으로 교체하는 것이 좋은 피팅 방법은 아닐 수 있다.

3.2.7 Saddle F/B(mm)/Width

안장의 길이와 너비는 라이더의 골반크기와 모양과 연관되어있다. 여기서 모양은 골반의 생김새가 아니라 골반을 측면에 바라보았을 때 앞으로 기울어진 경우 바로 서있는 경우, 뒤쪽으로 기울어진 경우 등을 의미한다. 예를 들어 아랫배가 나오고 엉덩이가 뒤쪽으로 튀어나온 체형을 보통 오리궁둥이라고 부르는데 이런 체형은 골반이 앞으로 기울어서 나타나는 경우로 안장통을 호소하는 라이더가 많은 체형에 속한다. 반면 골반이 바로서있는 체형의 경우 안장통에 불편함을 느끼지 못하는 경우가 대부분이다. 보통 딱딱한 안장이 안장통이 심할것이라고 생각하지만 딱딱한 안장은 안장통과 무관할 수 있다. 결국 라이더 골반의 특징에 따라 이에 맞는 안장을 선택하고 정확하게 안장에 앉아 페달링 하는 방법을 익히면 안장통을 줄일 수 있다.

3.2.8 Saddle Height(mm)

안장의 높이 기준값을 결정하기 위해서는 표 1의 Inseam Length(IL)에 표 2의 Saddle hight(SP)산식을 활용한다. 안장높이는 페달이 하사점에 위치했을 때 페달중심에서부터 안장중심까지의 높이이다. 이때 무릎의 각도는 발이 수평을 유지하는 조건으로 145°~155°(±5°)정도를 만들 수 있는 조건이 최적의 조건이라 할 수 있다. 다만 안장이 높다고 해서 효율이 높아지거나 낮아지는 것이 아니므로 이 부분은 라이더의 요구에 적절한 피팅값을 결정해야 한다. 지나치게 높은 안장의 높이는 라이더의 심리적 안정감을 떨어뜨려 라이딩싱 응급대처가 어려워 심각한 부상을 일으킬 수 있는 낙차사고가 발생하기도 한다.

3.2.9 Saddle Angle

안장의 각도는 안장통과 가장 밀접한 요인이다. 특히 살점(Groin Point)통증과 연관이 있다. 안장통의 느끼는 대부분은 이 살점인데 이 살점 통증을 줄이기 위해 많은 라이더들은 임의로 안장의 각도를 앞으로 기울이게 되는데 이 경우 잠시 통증을 줄이다가 바로 통증이 나타나게 되며 이에 더해 어깨 통증과 손목통증이 수반되어 나타나기도 한다.

안장의 각도는 0°로 조정하는 것이 안장세팅이 기본이다.

3.2.10 Crank Arm Length(mm)

크랭크암의 길이는 성인용 자전거의 기준으로 165mm와 171mm 두가지를 장착하여 사용한다. 대부분의 라이더는 자신의 자전거 크랭크암의 길이를 정확히 인지하지 못한다. 눈으로 길이를 식별하기 어렵다. 매우 중요한 부분이며 신장이 작은 편인 경우 165mm의 크랭크암을 사용하는 것이 효율적이며 큰편인 경우 171mm크랭크 암을 사용하도록 권고해야 한다. 그러나 시중에 판매되는 대부분의 자전거(청소년용 포함)는 171mm의 크랭크 암이 조립되어 판매되고 있다. 크랭크 암이 길어지면 페달에 걸리는 힘 값이 높아져 작은 신장의 라이더에게 부담을 줄 수밖에 없다.

3.2.11 Front & Rear Gear Style

앞뒤 기어의 조합에 따라 자전거 라이더의 특성에 맞는 라이딩과 적합한지 그렇지 않은지 식별할 수 있는 중요한 요인이 된다. 앞기어의 경우 MTB는 세장의 기어조합 Road의 경우 2장의 기어조합을 사용하며 뒤기어의 경우 동일하게 10장에서 11장의 기어조합을 사용한다. 이기어를 보통 단수라고 하는데 단수(장수)보다는 코그(Tooth수) 수의 조합의 확인이 필요하다. 업힐과 다운힐이 반복되는 지형의 도로를 많이 타는 환경이라면 앞기어의 코그수는 적게 뒤 기어의 코그수가 많은 조합을 세팅하는 것이 적절하다. 따라서 반대의 경우(속도위주)라면 반대의 조합을 세팅하는 것이 바람직하다.

Table 2. Body size value and Fitting formula[5] (2014 Development of a Research Laboratory at Suwon Women's University)

Category	Fitting formula
Seat tube(Height)	0.65*IL
Top tube(H)	(UB*0.7525)+(TA*0.07)+(FA*0.078) - 1
Stem Length	TA*0.2 - 4
Overall Reach	(UB + TA) / 2 or (UB + A) / 2 - 4
Crank Arm Length	(OL*1.06 + 82.5(or (IL * 1.06 + 82.5)
Saddle height(SP)	0.883*IL
Handlebar position(-)	0.005*(SB*SB) - 0.2 * SB - 1.5 - 2
Handlebar Length(ROAD)	CW + 2
Handlebar Length(MTB)	Height / 3 + 4
Saddle Width	IW + 2

4. Pedaling and Riding Position Analysis

신체사이징, 자전거부품체크, 부품조정전 페달링 및 자세분석, 부품 조정후 라이딩자세를 관찰하면서 미세조정이 이루어진 후 최종적으로 페달링과 라이딩 자세를 분석하게된다.

그림 5는 피팅전(좌), 피팅후(우)의 사진으로 피팅 전, 후 신체의 최적 각도 값을 만들어가는 과정이다. 좌측의 경우 스템과 안장의 거리가 너무 가까운 상태를 스템과 안장조정을 통해 적절한 거리값을 만들어 어깨각도, 허리각도, 무릎의 위치를 조정한 결과(우)이다. 특히 우측 사진의 무릎앞의 수직선이 KOPS(Knee Over Pedal Spindle)이라고 하는데 이 수직선을 무릎의 위치가 앞으로 넘어서지 않도록 하는 것이 안장 포지션의 기본이 된다. 이선이 넘어설 경우 라이딩시 근육의 활용이 떨어져서 자전거 효율도 같이 낮아지게 된다.

단순히 각도와 포지션만 만들어 가는 것이 아니라 그림 5, 6에서 보이는 것처럼 페달링시 발 뒷꿈치의 자세를 코칭하면서 그림 6의 페달링 토크분석결과에 의해 추가적인 미세조정을 하도록 한다.

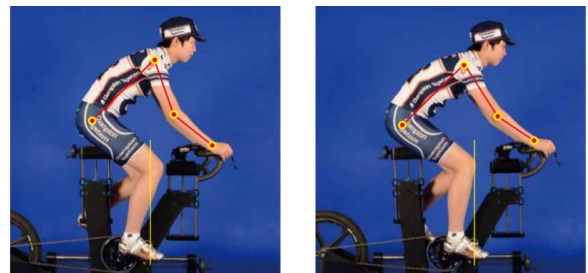


Fig. 5. Before (left) bicycle fitting, after (right)[5]

페달링의 경우 그림 6, 7처럼 크랭크암의 각도에 따라 발의 각도도 달라지는데 이 동작이 정확하게 이루어지지 않으면 정확한 근육사용이 안되며 결국 피팅 효율이 떨어질 수 밖에 없다.

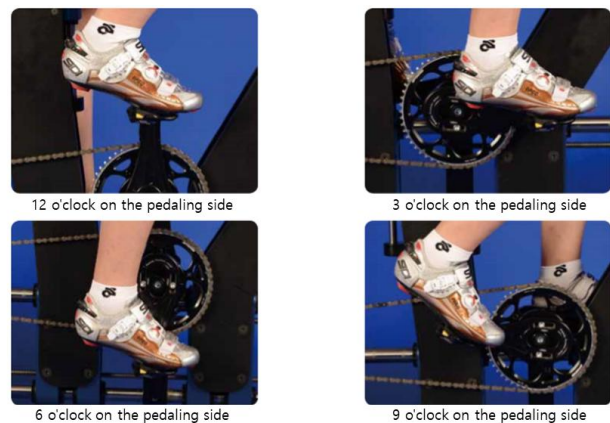


Fig. 6. Foot heel position when pedaling[5]

그림 7의 크랭크암이 3시방향을 가르킬 때 발은 거의 수평을 이룬 반면 9시방향일 때는 뒤꿈치가 들어 올라가는 모양을 볼수 있는데 이렇게 할 수 있는 것은 클릿을 장착하고 페달링을 하기 때문이다.

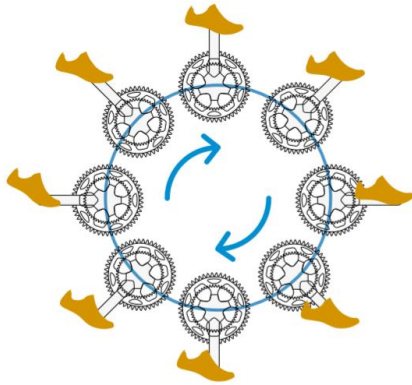


Fig. 7. Foot heel position by angle during pedaling[5]



Fig. 8. Analysis of pedaling torque after bicycle fitting

이와 같은 세팅과 미세조정을 반복하면서 시행되는 페달링을 그림 8처럼 토크 분석을 통해 최적화된 자세와 페달링의 찾아내게 된다.

IV. Conclusions

자전거피팅을 좀 더 정교하고 신속하게 진행하기 위해 자전거 피팅 소프트웨어와 하드웨어를 통합한 시스템을 개발하기 위한 DB구축을 목표로 포괄적인 자전거 피팅 방법의 표준화가 요구됨에 따라 다수의 자전거 피팅 임상결과와 실험결과들의 데이터베이스들을 분석하여 이에 맞는 자전거 피팅 방법을 다음과 같이 제시했다.

첫째, 자전거 라이더의 심층적인 상담방법, 신체사이징 방법과 자전거 부품 조정에 적용하는 방법을 도출했다.

둘째, 자전거로 인한 부상과 통증을 예방하기 위한 각각의 자전거 부품을 조정하는 방법을 도출했다.

셋째, 자전거 라이딩 자세를 최적화시키고 가장 효율적인 페달링 자세를 만든 방법을 도출했고 페달링 토크 분석을 통해 미세하게 라이딩 자세와 페달링 자세를 조정할 수 있는 방법을 도출했다.

물론 위에 제시된 자전거 피팅방법은 피팅 과정중 페달링 분석과 미세조정 이전의 세팅값을 구현할 수 있으며 페달링 분석과 자전거라이딩 코칭을 통해 자전거 피팅을 완성할 수 있다. 특히 심층 상담과 신체사이징, 자전거 체크를 통해 자전거 부상의 원인 되는 부적합한 자전거 세팅값을 개선할 수 있는 피팅방법이기도 하다. 이와 같은 피팅 기술은 한국 자전거 피팅 기술발달에 중요한 계기 될 수 있으며 나아가 한국자전거 소비자장 활성화와 자전거에 의한 부상을 줄이고 그에 따른 사회적비용도 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

이러한 자전거 피팅 시스템은 자전거 산업적 측면에서 자전거 라이더의 자전거 피팅에 대한 요구는 다양하고 복잡해지는 환경아래 생산자와 판매자의 자전거 피팅기술에 대한 수준을 높일 수 있으며, 자전거 판매자의 높은 피팅 기술 수준은 자전거 라이더의 판매자에 대한 신뢰도와 소비자 충성도를 높여 지속적인 매출증대를 일으킬 수 있는 요인이 될 수 있다. 자전거 판매자의 개인의 경험과 지식에 의한 자전거 피팅이 아니라 과학적으로 일반화 된 피팅 기술을 통해 진행되는 피팅으로 좀더 정교하고 정확한 피팅을 산업현장에 적용할 수 있다.

이 연구의 한계는 자전거 피팅이 피팅을 운영하는 피터의 경험과 지식수준 응용능력에 따라 피팅 결과값의 차이를 극복하기 위한 TOOL을 개발하는 것이 연구목적의 일부 일수 있다. 그러나 자전거 피터의 지식수준 즉 인체해부학, 인체운동역학, 운동부상과 재활학 등의 지식이 풍부할수록 피팅의 결과 값이 훨씬 구체적이고 피팅의 받는 라이더의 만족도를 높일수 있다. 특히 자전거 선수경력이 많은 경우 자전거 피팅도 잘 할 수 있을 것이라 생각할 수 있지만 위에 언급한 자전거 피팅을 위한 지식들이 밑바탕이 되지 못한다면 오히려 강력한 부하가 걸리는 피팅결과로 인해 사고와 부상의 원인이 되기도 한다. 따라서 자전거로 인한 부상의 종류와 이러한 부상들의 해부학적, 운동역학적 원인을 분석하고 이에 따른 자전거 피팅의 적용방법에 대한 후속연구가 필요하다.

ACKNOWLEDGEMENT

This paper was researched in 2019 with the support of the pure task of Suwon Women's University.

REFERENCES

- [1] "Bicycle life," 2010(7).
- [2] E. Smirni, and G. Ciardo, "Workload-Aware Load Balancing for Cluster Web Servers," IEEE Trans. on Parallel and Distributed Systems, Vol. 16, No. 3, pp. 219-232, March 2005.
- [3] Ministry of Culture and Sports, "Activating the Sports Industry Workshop," 2011(4).
- [4] Hong Seok Ki, Han Joo, Lee Shin Hae, "Bicycle Culture Space of Citizens", Seoul Development Institute, 2009-PR-18, 2009
- [5] Gyoung-Hoan Shon, "BIKE FITTER MANUAL", Dae Keoung Books, 2014.
- [6] Gyoung-Hoan Shon, "A Study on the Physical Measurement Method for the Development of Bicycle Fitting Integrated System" Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 24 No. 3, pp. 123-133, March 2019.
- [7] Gyoung-Hoan Shon, "A Study on the Adjustment Method of Bicycle Shoe Cleat for Bicycle Fitting System," Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 24 No. 5, pp. 93-102, May 2019.
- [8] Yong-hee Park, Seongah Chin, "Extraction of full body size parameters for personalized recommendation module" Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 11, No. 12 pp. 5113-5119, 2010.
- [9] Yoon Dal Hwan, "A Bicycle Sizing and Fitting System by Extraction of Visual Information of the Piece", Patent power 10-2011-0024739/2, 2011(3).
- [10] Youn Sang Ho, Yoon Dal Hwan, "Intelligent Smart Sizing and Fitting System for Bike Users" Written by the Korea Content Association '13 Vol. 13 No. 5. 2013.
- [11] Yoon, Yoo-Shik, Kim, Ki-Hyun, "A Study of Structural Relationships among Importance Attributes, Satisfaction and Behavior Intention for Bicycle Tourism" Journal of Tourism Sciences Society, Vol. 41, No. 2 pp. 11-24, 2017.
- [12] <https://fitkitsystems.com/products/software/>
- [13] <http://velocraftcycling.com/about/#prettyPhoto>

Authors



Gyoung-Hoan Shon received the Bachelor of Sports Science., Master of Physical Education. and Ph.D. degrees in Physical Education from Dankook University, Korea, in 1993, 1998 and 2003, respectively.

Dr. Shon joined the faculty of the Department of Leisure sports at Suwon Women's University, Suwon, Korea, in 2002. He is currently a Professor in the Department of Leisure sports, Suwon Women's University. He is interested in Bike Fitting, Physical Education for Children and Marine Sports.