

# A Study on the Adjustment Method of Bicycle Shoe Cleat for Bicycle Fitting System

Gyoung-Hoan Shon\*

## Abstract

The nation's fraternity and elite players who have built up a global bicycle infrastructure often find it to be a problem with the bicycle's speed and speed reduction, pain in knees and hip joints, or even with the bike itself, or with the bike's own physical defects or a riding posture. However, we found that most cases of cleat adjustment errors were likely to be true. Accurate adjustment of the cleats is the most important of the entire fitting process and can be the basis for improving the ability of the bicycle rider and preventing injury. Therefore, the study was intended to give a prior study of bicycle fitting, which can improve bicycle efficiency and prevent injury when riding bicycle, and specific ways of adjusting bicycle shoe cleats, and the following results were obtained. First, the cleat characteristics of Shimano, LOOK and Speedplay, which are currently used in public, and the characteristics during the cleat adjustment process, were derived. In addition, the structure and characteristics of dedicated shoes using cleats and the method of using pedalling by the structure of shoes after adjusting the cleats were derived. Second, the position of the shoe and its relationship with torque in pedalling was discussed, and the method of adjusting front and back of cleats was derived. Third, leg length, ASIS, Q-Angle and Q-factor etc. were analyzed and the method of setting and adjusting cleat left and right values were derived. Fourth, the relationship between walking angle and cleat rotation was analyzed, the method was derived, and the torque size and angle behind the cleat adjustment were compared and analyzed using the spinner to indicate the torque and the effective mean torque angle after the cleat adjustment.

▶Keyword: Bike Cleat Adjustment, bicycle injury, Bicycle fitting system,

## I. Introduction

OECD국가의 탄소배출 규제정책과 맞추어서 국가 마다 직접적인 탄소배출을 줄이는 방법을 찾거나 간접적인 탄소배출 저감 정책 즉 플라스틱사용을 줄이거나 나무를 심는 정책을 통해 탄소배출 저감 효과를 보게 되는 데 자전거 기반을 확충하는 정책 또한 탄소배출 저감효과를 갖고 올수 있는 중요한 국가정책이기도 하다.

이전의 자전거는 교통수단과 간단한 운송수단 또는 가벼운 놀이수준의 자전거였다면 현재는 교통과 운송수단을 넘어 중요한 레저스포츠도구로 변모했다. 즉 생활형자전거와 스포츠형자전거로 양분된 것이다.

한국은 자전거 전용도로의 비약적인 발전을 했다. 특히 4대 강 건설과 함께 건설된 자전거 국토중주길과 동해와 서해에 개설된 자전거전용도로는 유럽 몇몇 국가의 자전거도로와 비교해도 전혀 손색이 없다[3].

위와 같이 자전거와 관련된 지표들이 늘어나면서 다양한 역기능들이 나타나게 되었고 그중 자전거로 인한 부상의 빈도 역시 크게 늘고 있다.

이와 같이 자전거 인구가 늘어난다는 의미는 그만큼 자전거로 인한 부상의 빈도도 늘어난다는 것이며 자전거로 인한 부상

• 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: 2019. 03. 18, Revised: 2019. 04. 30, Accepted: 2019. 04. 30.

의 원인은 대표적으로 과속, 범규위반, 자전거를 타는 사람(이하 라이더)의 신체조건과 맞지 않는 자전거의 선택과 자전거 피팅의 오류 등을 들 수 있다[1].

자전거 피팅이란 자전거라이더와 자전거를 최적화 시켜서 자전거 라이딩의 효율성과 안전성을 극대화 시킨다는 의미이다[1]. 이러한 피팅 과정 중 자전거신발 클리트(이하 클리트)의 미세조정 혹은 클리트 피팅(클리트조정)이 자전거 피팅과정 전체가 100%이라면 클리트조정이 50%이상이라고 할 만큼 중요하다[2].

많은 동호인과 엘리트 선수들은 자전거 라이딩 중 나타나는 자전거 속도 및 항속저하, 무릎 및 고관절의 통증 또는 부상 자전거 자체의 문제이거나 자전거라이더 자신의 신체적 결함 또는 라이딩 자세의 문제라고 생각하는 경우가 많다.

그러나 클리트조정의 오류인 경우가 대부분일 확률이 높게 나타난다. 그만큼 클리트의 정확한 조정은 전체피팅과정 중 가장 핵심이며 자전거 라이더의 실력향상과 부상예방의 근간이 될 수 있다[4].

결국 클리트조정의 필요성이 커지고 있는 상황에서 실제 정확하고 정교한 클리트조정방법에 대한 매뉴얼이 부족하다. 클리트조정의 매뉴얼을 개발하는 것은 경우의 수가 워낙 다양해서 정형적인 틀에 넣기가 쉽지 않기 때문이다.

따라서 이 연구는 자전거를 탈 때 자전거의 효율을 높이고 부상을 예방할 수 있는 자전거피팅에 대한 선행연구 고찰과 자전거 신발 클리트 조정방법에 대한 구체적인 방법을 제시하고자 한다.

## II. Background

### 2.1 Bicycle Fitting

자전거 피팅이란 신체사이징을 통해 프레임과 크랭크 암의 길이를 선택하고 여기에 맞는 조향계통의 부품들 그리고 라이더의 라이딩 특성에 맞는 구동 계를 정하게 된다.

그리고 선택된 부품들 즉 클릿슈즈 클리트조정, 안장의 높이, 각도, 위치 값을 조정한 뒤 조향 계에 해당되는 스템의 높이, 각도, 길이값 조정, 핸들의 특성, 위치, 각도, 길이, 브레이크 및 변속기 위치 조정을 통해서 라이더의 라이딩 특성에 맞게 최적화 시켜주는 과정이다[1].

이와 같은 과정을 거치게 되면 자전거 라이딩의 효율성이 높아지면서 라이딩 과정에서 나타날 수 있는 다양한 불편함 들을 해소하고 불편함에서 오는 사고와 부상을 예방할 수 있다.

사람의 신장을 포함한 각각의 피팅을 위한 측정값을 토대로 클리트조정과 자전거의 세팅 값을 조정하고 자전거 라이더의 라이딩 동작 개선, 페달링 부하테스트를 통해 페달링 동작까지 개선하는 일련의 과정을 마친 후의 상태를 의미한다.

따라서 자전거피팅이란 자전거라이더의 부상 및 사고예방과 자전거 라이딩효율성을 높이기 위한 신체사이징, 클리트조정, 자전거세팅, 자전거라이더의 자전거라이딩 동작코칭등의 일련의 과정을 의미한다[5].

자전거 피팅에 관한 전문적인 선행연구를 찾아보기 쉽지 않으며 국내사정도 비슷하다. 이 연구를 토대로 국내 자전거 피팅 연구의 기반을 만들 수 있을 것으로 사료된다.

### 2.2 Bike Fitting System

자전거 피팅 시스템이란 기존에 개발된 자전거피팅 매뉴얼과 해외에서 개발된 자전거 피팅을 위한 하드웨어를 활용해 자전거 피팅 전문가들의 경험을 통해 이루어지고 있는 자전거 피팅을 피팅매뉴얼을 기본으로 신체사이징, 바이크체크, 지오메트리체크, 전자동피팅바이크를 활용한 피팅, 실제 자전거를 활용한 피팅, 페달링 테스트, 자전거라이딩 분석 및 코칭까지 그림 1, 그림 2처럼 하나의 소프트웨어와 그림 3과 같이 완전 자동화한 하드웨어로 통합 운영하는 개념이다.

이 시스템은 자전거산업종사자들이 쉽게 자전거 피팅에 접근할 수 있도록 기존 2-3시간 이상 걸리던 자전거 피팅서비스를 최대한 자동화 하여 피팅시간을 30분 이내로 줄이고 자전거 피팅을 위한 다양한 배경지식들을 학습하지 않아도 시스템 내에서 판단하고 조정과정을 거쳐 사용자에게 정확한 정보를 제공할 수 있도록 개발 중이다.

특히 피팅 과정을 통해 나타나는 데이터들은 자전거 구매 후 자전거 세팅시간을 줄이고 추가조정이 필요 없도록 하여 오히려 자전거에 대한 불편함에 대한 불만을 줄일 수 있으며 이 시스템 사용자의 신뢰도를 높일 수 있다.

자전거 피팅통합시스템 개발은 자전거 동호인에게 최적화된 자전거를 선택 판매함으로써 자전거 피팅의 대중성확보, 자전거 판매업체의 매출증대와 소비자 만족도를 높일 수 있다.

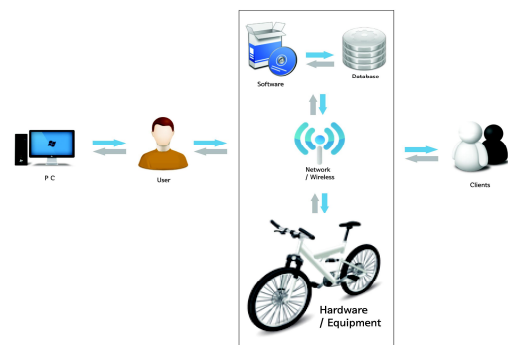


Fig. 1. Conceptual diagram of bicycle fitting system

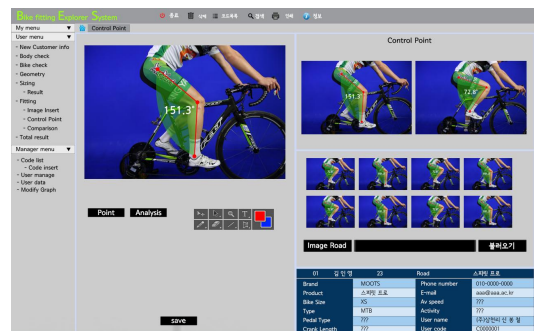


Fig. 2. Bicycle fitting software design

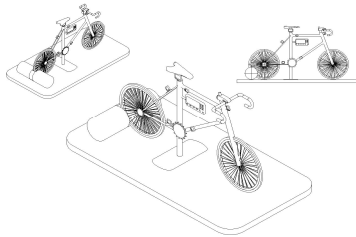


Fig. 3. Conceptual diagram of bicycle (hardware) for fitting

### III. Results of consideration

#### 3.1 Bicycle cleat

##### 3.1.1. Cleat



Fig. 4. Bicycle fitting software design

그림 4는 자전거 전용신발에 별도의 클리트를 장착하고 전용페달에 끼워 넣는 방식으로 자전거 라이딩시 페달을 밟는 동작 외에 발을 당기거나 끌어올리고 다시 밀어내는 동작을 구현할 수 있도록 고안된 장치를 클리트라고 한다.

그림 5처럼 클리트의 종류는 다양한데 가장 대중적으로 사용하는 것이 산악자전거는 그림 5의 A에 보이는 클리트와 페달을 사용한다. 로드용 자전거의 경우 그림 5의 B, C, D의 클리트가 대중적이다. 이 중 B, C는 모양도 비슷하며 장착하는 방법도 동일하다. D는 페달이 클리트 안쪽에 끼워지는 방식으로 B, C의 방식과 반대의 개념이다.

##### 3.1.2. Type of Cleat



Fig. 5. A : Shimano MTB cleat, B : Shimano road bike cleat, C : LOOK cleat, D : Speed play cleat

그림 5에서 좌측은 클리트 우측은 클리트를 끼우는 페달이다. 각각의 페달에는 클리트 장착의 강도를 조절할 수 있는 토크조절장치가 있으며 이 토크조절장치는 클리트 피팅을 위한 미세조정하고는 큰 관계는 없지만 다만 라이딩시 노면의 상태 또는 파워풀한 페달링을 하는 라이더들은 최대한 강하게 조여서 라이딩이 클리트가 페달에서 이탈하지 않도록 한다. 그러나 대부분 동호인자전거 라이더들은 적당한 토크를 유지해서 유사시 쉽게 착, 탈할 수 있도록 조정해 둔다.



Fig. 6. A:Shimano MTB cleat[17]

그림 6은 클리트를 페달에 끼웠을 때 상태이고 끼울 때는 클리트 앞쪽을 먼저 끼우고 뺄 때는 좌우로 회전시켜 빼는 방식이다. 위에서 언급한 페달과 클리트의 조임 토크는 그림 6에서 아래쪽으로 보이는 스프링을 조이는 방식으로 사용되며 어떤 제품은 판스프링방식을 채택하기도 하며 판스프링방식은 조절방식보다는 판스프링의 강도에 의해 토크를 고정하는 방법을 채택한다. 이 스프링을 지나치게 조이거나 강한 토크의 판스프링을 채택한 페달을 사용할 때 신속하게 클리트를 빼지 못해서 부상을 입는 경우가 있다.

따라서 페달의 토크를 조절하기 위해서는 고정형 롤러 트레이너에 자전거를 고정하고 페달링을 하면서 페달토크의 강도를 조절해야 한다.

##### 3.1.3. Bicycle shoe and cleat fitted with cleats



Fig. 7. Bicycle fitting software design[19]

그림 7은 자전거 클리트를 장착할 수 있는 신발의 밑면이며 자전거 클리트 신발 바닥의 재질은 고강도 카본소재로 제작하고 클리트를 신발에 장착한 뒤 미세조정을 위해서는 신발바닥의 휨 현상이 전혀 없어야 한다. 이 휨 현상이 없어야 하는 이유는 페달링을 할 때 클리트는 앞쪽에 장착되어 있지만 페달링시 가해지는 힘의 중심이 신발의 가운데로 이동시켜야 하기 때문이다. 힘의 중심의 이동이란 페달링의 효율을 높이기 위함이며 그림 29에서 보는 것처럼 힘의 중심과 클리트의 정교한 조정에 따라 효율과 힘의 크기 변화되는 결과를 볼 수 있으므로 매우 중요한 구조이다.



Fig. 8. Standard Cleat Position, Midsole Cleat Position[14]

이러한 원리 때문에 그림 8에서처럼 일반적인 Standard Cleat Position과 달리 Midsole Cleat Position을 채택하기도 한다. 다만 Midsole Cleat Position을 채택해서 조정을 할 경우 안장의 높이를 낮추어야 하는 조건이기 때문에 자전거 피팅시 난이도가 까다로워져서 많이 사용하지 않으며 탐튜브의 길이가 520mm 미만의 자전거 프레임의 경우 Midsole Cleat Position을 채택하면 자전거 슈즈 앞부분이 자전거 앞바퀴 뒤쪽에 닿는 문제로 라이딩 시 자전거 전복의 위험이 있다. 과학적으로는 논리적일 수 있으나 실제 적용에서는 한계가 있다. 다만 클리트를 사용하지 않는 라이더들에게 페달의 위치를 Midsole Cleat Position과 같이 활용하는 경우 클리트를 장착한 것과 비슷한 효과를 볼 수 있다는 연구도 진행된 바 있다. 그렇다고 해서 클리트를 사용하는 것만으로 페달링토크 향상 효과를 보는 것은 절대 아니다. 클리트 조정 후 정확한 페달링 코칭이 이루어져야 만 클리트 사용의 효과를 볼 수 있다.

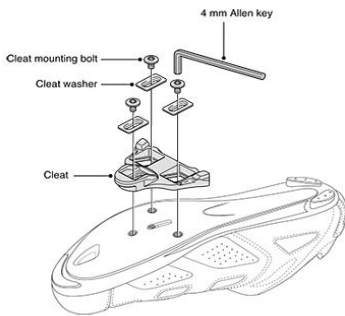


Fig. 9. Bicycle fitting software design[13]

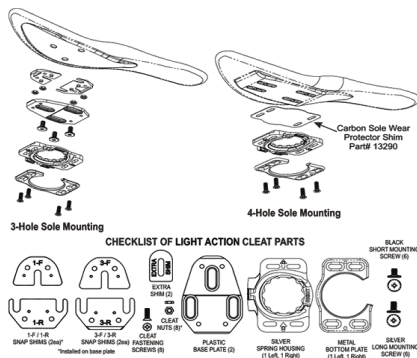


Fig. 10. Bicycle fitting software design[13]

그림 9는 Shimano사의 클리트 장착방법이며 Shimano사의 클리트는 Look사의 클리트 장착방법과 동일하다. 그림 10은 Speedplay사의 클리트 장착방법이다. 그림에서 보는 것과 같이 클리트를 신발에 장착하는 것은 쉽고 간단하다. 그러나 클리트 장착과 클리트 조정은 다른 개념이다. 클리트를 장착하는 것은 단순히 클리트를 자전거 전용슈즈에 설치하는 개념이라면 클리트 조정은 장착된 클리트를 라이더의 신체적인 특성과 자전거의 특성에 맞게 조정하는 것을 의미한다. 여기서 의미하는 라이더의 신체적인 특성은 라이더의 보행각도, ASIS, Inseam, 대퇴골의 길이, Q-angle등과 자전거의 특성 중 자전거의 종류, 자전거앞기어와 뒷기어의 코그수(톱니수의 조합), Q-factor, 라이더가 추구하는 라이딩스타일(예:고속주행, 초단거리라이딩, 장거리라이딩, 언덕길라이딩 등)이 클리트 조정에 활용되는 배경 요소들이다. 이런 요소들의 충분히 반영되어서 클리트를 조정하고 페달링 스핀스캔(토크테스트) 통해 추가적인 미세조정을 하는 것이 클리트 조정이다.

3.1.4. Cleat characteristic

자전거 클리트의 모양과 방식은 조금씩 다르지만 용도는 동일하다. 그림 5-A의 MTB클리트는 로드자전거용 클리트의 특성과 비슷한 보편성을 갖고 있다. 그리고 대표적인 다음의 클리트들의 특성을 분석해 볼 필요가 있다.

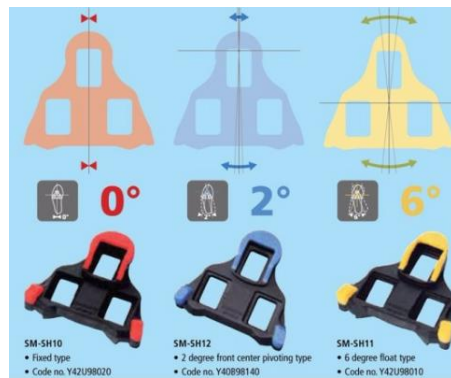


Fig. 11. Shimano Road cleat[10]

그림 11은 시마노사의 로드용 클리트이다. 시마노사의 클리트는 세 가지 모델을 생산하고 있는데 각각의 모델을 색상(빨강, 파랑, 노랑)으로 구분하고 있다. 그림 6처럼 각각의 클리트를 장착하고 전용페달에 끼워 넣었을 때 페달에 끼워진 클리트 중심에서 라이더의 뒤꿈치까지의 좌우 유격의 각도를 표시하고 있다. 빨강은 0°, 파랑은 2°, 노랑은 좌우 최대 6°의 유격을 갖고 있다는 의미이다. 자전거 신발과 클리트 사이에 움직임이 있다는 것이 아니라 클리트를 자전거 페달에 끼워 넣었을 때 클리트와 페달 사이의 움직임이 있다는 특성이다. 다시 말해 빨강은 페달에 클리트를 끼우면 움직임이 없이 고정되고 노랑은 좌우로 최대 6°까지 흔들림이 있다는 것이다. 이런 특성을 제조사들이 채택하는 이유는 라이딩의 목적에 따라 라이더가 클리트

를 선택할 수 있는데 빨강의 경우 고속주행과 단거리 자전거 라이더들이 선호하고 파랑과 노랑의 경우 장거리 라이더들이 선택하게 된다. 페달과 클리트가 0°로 고정될 경우 라이더의 피로도를 높일 수 있고 정확한 조정이 이루어지지 않으면 자전거의 효율이 떨어질 뿐만 아니라 부상의 원인이 되기도 한다. 그래서 대부분의 라이더들은 노란 색 클리트를 선호한다. 노란 색 클리트는 페달에 끼우고 정확한 조정에 약간의 오류가 있더라도 기본적인 클리트의 좌우유격 때문에 라이더의 부상과 피로도를 줄일 수 있는 장점이 있다.



Fig. 12. LOOK cleat[15]

그림 12는 LOOK사의 클리트이며 모양은 시마노사의 클리트와 유사하다. 크기와 자전거신발에 장착하는 방법도 시마노사의 클리트와 동일하다. 색상별 좌우 유격이 시마노사의 클리트에 비해 좀 더 큰 것이 특징이다.



Fig. 13. Speedplay cleat[20]

그림 13은 스피드플레이사의 페달(위)과 클리트(아래)이다. 스피드플레이사의 클리트의 색상과 클리트의 모델은 시마노사와 LOOK사의 클리트처럼 기능이나 특성을 구분하기 위함이 아니라 라이더의 취향에 맞게 선택할 수 있도록 고안된 제품이다. 또한 모델별로 특징적인 기능이 있는 것보다 재질의 종류에 따라 모델을 분류하고 있다. 스피드플레이사의 클리트는 클리트 미세조정 요인(앞뒤값, 좌우값, 회전값)중 앞뒤값, 좌우값은 동일하지만 회전값은 미세조정에 적용할 수 없다. 다만 클리트 자체에 좌우 유격을 조절할 수 있는 기능이 있어서 유격을 줄이거나 넓힐 수 있다. 스피드플레이사의 클리트는 클리트 미세조정 과정에서 회전값 조정은 간단하지 않은 단점이 있다.

### 3.2. Adjustment of Bicycle cleats

#### 3.2.1. Adjusting the front and rear values of the cleats

그림 14는 클리트를 전후로 조정하는 방법으로 클리트를 슈즈에 붙인 후 고정하기 전에 앞뒤로 조정하는 것이다. 클리트 전후값 조정은 그림 14에서처럼 중족골을 기준으로 엄지발가락

과 새끼발가락 족지관절을 기준점(A)으로 엄지발가락 족지관절 기준점 중앙에서 새끼발가락 기준점 중앙까지 가상의 기준선(B)을 긋고 이 기준선(B)에 클리트의 정중앙을 맞추어 약간 느슨한 고정을 한다. 그림 8의 Midsole Cleat Position처럼 페달링시 중족골에 토크중심을 걸어야 페달링 효율이 높아짐[1]에 따라 그림 14처럼 클리트의 전후 값을 조정하게 된다. 사람마다 발의 모양이 다르고 중족골과 발가락 길이 다르기 때문에 신발을 신어보지 않거나 임의로 클리트의 위치를 조정하게 되면 클리트 조정의 의미가 없다. 그리고 간단한 원리로 클리트가 앞쪽으로 조정되면 안장이 낮아지는 효과가 있고, 뒤쪽으로 조정되면 안장이 높아지는 효과가 나타난다. 따라서 자전거 피팅과정 중 무릎의 최적각도를 체크하는 과정이 있는데 이때 클리트 전후조정을 완료후 정확한 페달링 코칭을 통해 무릎각도를 체크 하는 것이 올바르다.

클리트 전후조정 순서는 다음과 같다.

- 중족골 위치를 확인한다.
- 클리트를 슈즈에 부착한다.
- 슈즈를 신고 중족골 위치를 파악하여 펜으로 체크한다.
- 중족골 위치와 클리트 중간이 일치하게 미세조정을 한다.
- 페달링 시 전후좌우를 살펴 무릎의 위치를 살펴본다.
- 페달링 토크 테스트를 실시한다.

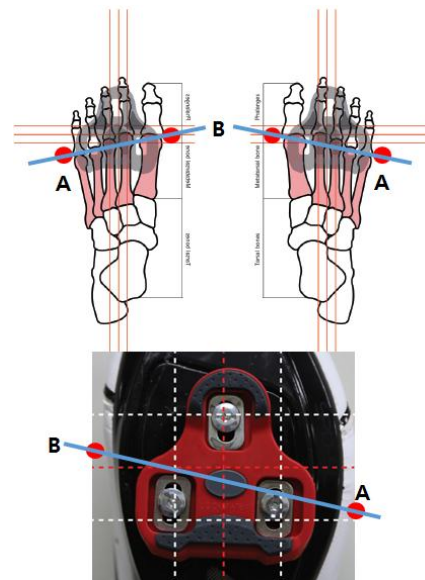


Fig. 14. A:base point, B:reference line

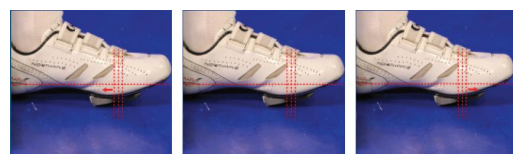


Fig. 15. Adjusting the front and rear values of the cleats

### 3.2.2. Adjusting the left and right values of the cleats

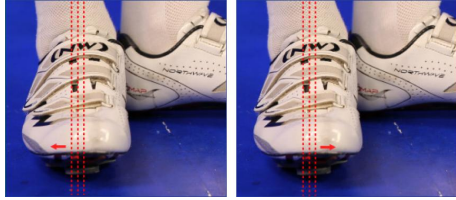


Fig. 16. Adjusting the left and right values of the cleats

그림 16은 클리트를 좌우를 조정하는 방법으로 클리트를 슈즈에 붙인 후 전후 값을 조정한 후 반고정 상태에서 좌우 값을 조정한다. 클리트 좌우 값을 조정 한다는 것은 신발 한 짝의 개념에서 좌우 이지만 한 켤레입장에서는 두발의 사이가 멀어지거나 가까워진다는 것이다. 다시 말해 두발의 간격을 멀리하거나 가까이 해서 무릎의 간격을 조정하는 것이다. 클리트 조정 중 중요도는 다른 조정(전후값, 회전값)에 비해 상대적으로 낮을 수 있으나 좌우조정을 위해 여러 가지 요인들을 고려해야 한다. 클리트 좌우조정을 위해 고려해야 할 요인들은 다음과 같다.

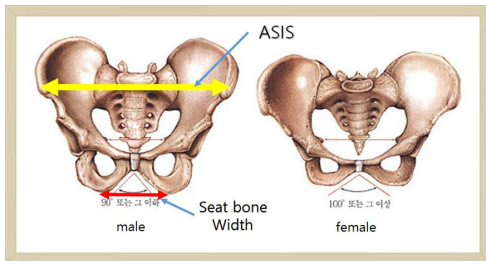


Fig. 17. ASIS

클리트 좌우조정 요인 중 ASIS는 그림 17에서처럼 골반 뼈에서 앞으로 가장 많이 튀어나온 부분이다. 대부분 ASIS 위치가 고관절 중심과 거의 일치한다. ASIS의 너비는 산도 때문에 골반크기가 여성이 조금 넓고 남성이 좁다. ASIS너비는 클리트 조정 시 무릎의 간격을 조절하는 요인으로 활용한다. 물론 ASIS가 무릎의 간격을 결정짓는 것은 아니다. 그림 19의 Q-Angle과 대퇴골 길이의 경우도 무릎의 간격을 결정하는 중요한 요인이다. 다만 ASIS와 Q-Angle 모두 정교하게 측정해서 클리트 조정에 활용되면 좋겠지만 클리트 조정의 필요성 이전에 자전거 판매라는 핵심적인 조건을 갖고 있기 때문에 Q-Angle처럼 시간이 많이 소요되는 측정항목은 상업용 자전거 피팅에서는 육안측정으로도 큰 무리 없을 수 있다. 그림 19에서처럼 Q-Angle값은 남성에 비해 여성이 좀 더 크다. 따라서 ASIS값이 크다고 해서 무릎의 간격이 멀어지는 것은 아니다. 결국 다리길이와 ASIS, Q-Angle값을 고려하고 페달링 테스트를 통해 그림 18처럼 ASIS, 무릎, 발의 중심이 정렬이 되는지를 확인하면 미세조정이 이루어져야 한다. 이런 과정은 자전거 피터의 경력과 경험이 매우 중요하게 작용할 수 있다.

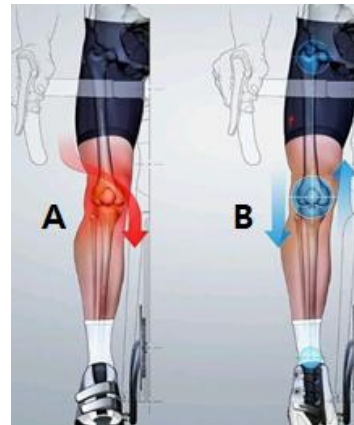


Fig. 18. A: before knee alignment B: after knee alignment[21]

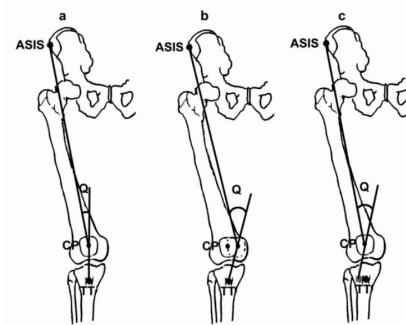


Fig. 19. Q-Angle[18]

그리고 클리트 좌우 값을 조정하기 위해 다리길이와 ASIS, Q-Angle값 외에도 자전거 하드웨어 자체의 특성을 파악해야 하는데 그중 대표적이 것이 Q-Factor이다. Q-Factor는 그림 20처럼 크랭크암 외측 끝에서 반대쪽 크랭크암 외측 끝까지의 너비를 의미한다. 이 Q-Factor를 결정하는 것은 크게 그림 21의 버팀브라켓(이하 B.B)너비에 의한 크랭크암축의 길이와 그림 22의 크랭크 암의 모양이다. Q-Factor너비가 멀어지면 당연히 무릎의 간격도 멀어진다. 때문에 위의 다리길이, ASIS, Q-Angle와 Q-Factor를 감안 하면서 좌우 값을 조정하게 된다. Q-Factor는 알루미늄이나 크로몰리와 같은 금속소재 자전거와 로드용 자전거의 경우 Q-Factor가 좁아지고 카본소재자전거와 산악용자전거의 경우 Q-Factor가 멀어진다.

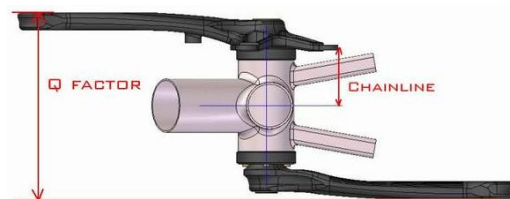


Fig. 20. Q-Factor[16]



Fig. 21. Length of crank shaft[11]

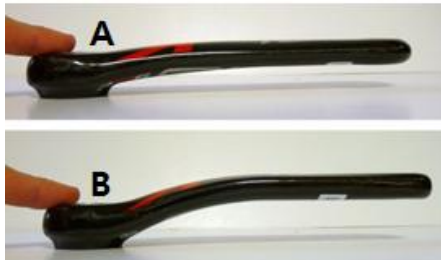


Fig. 22. A:straight-line crank arm, B:flexural crank arm[11]

그림 22는 크랭크 암의 모양인데 그림에서처럼 제조사별로 직선형 모양과 굴곡진 형 크랭크를 제작하고 있다. 그러나 직선형 크랭크 암의 경우 클리트 좌우 값을 좁힌다거나 회전 값을 내측(뒷꿈치기준)으로 회전시킬 경우 발뒤꿈치가 크랭크 암에 닿기 때문에 자전거 피팅에 어려움을 겪을 수 있다.

### 3.2.3. Adjust bicycle cleat rotation value

클리트 조정의 회전 값은 전후 값과 좌우값 조정이 이루어진 이후 실시한다. 그림 23처럼 인간은 각각의 보행각도를 갖고 있으며 이 보행 각도는 고관절에 대퇴골이 연결된 각도 때문에 결정지어진다. 그림 24처럼 인간의 보행각도는 생후 초기에는 큰 각도를 유지하다 유소년기, 성인기를 지나면서 작아지는 특징을 보이다 노인기에 다시 커진다. 신체의 기능적 측면에서 보행시 안정성을 유지하기 위한 것이다. 클리트 회전 값을 조정하는 이유는 일반적인 평페달과 달리 클리트페달은 일단 클리트를 페달에 고정시키면 장시간동안 클리트의 회전 값의 각도가 그대로 유지된다. 일반적으로 자전거 동호인과 선수들이 무릎, 고관절 그리고 발목 등에 통증과 부상이 오는 1차적인 원인이 잘못된 클리트 회전 값 조정이다.



Fig. 23. Foot progression angle[18]

따라서 클리트 회전 값 조정을 위한 핵심은 그림 23의 보행 각도를 토대로 그 각도와 거의 동일하게 회전 값을 조정해야 한다. 보행각도가 내측 7°정도라면(한쪽발 기준) 클리트 역시 자전거 신발 중심에서 내측 7°로 조정해주면 된다. 시마노사와 LOOK사의 클리트는 색상에 따라 클리트 자체 유격을 갖고 있다. 시마노사는 0°~6°, LOOK사는 0°~9°(한쪽신발 기준)의 유격 각도로 각도가 작아질수록 보행각도 측정이 정교해야 하며 가장 큰 유격각도를 사용할 경우 보행각도를 육안검사를 통해 추정해서 클리트 회전 값을 조정해도 무방할 수 있다. 다만 유격 값이 0°의 클리트는 일반 동호인들의 사용을 권장하지 않으며 정확한 회전 값으로 조정한다고 해도 고정된 클리트로 인해 상당한 피로감과 위험 요인을 갖고 있다.

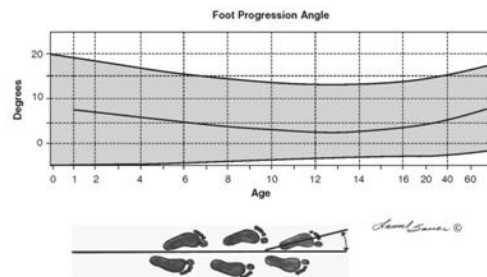


Fig. 24. Foot progression angle. Normal ranges shaded[18].

그림 24는 일반적인 보행각도에 관한 연구결과 이다. 성인기준으로 평균적인 보행각도는 4°~7°수준으로 보통 사람의 보행 각도는 내측회전(뒷꿈치기준)인 것을 알 수 있다. 다시 말해서 발이 외측회전(발가락 쪽보다 뒤꿈치가 멀어지는 경우)이거나 두발이 11자로 정렬된 경우는 흔하지 않다.



Fig. 25. Adjust bicycle cleat rotation value[10]

그림 25는 클리트 회전 값을 조정하기 위해 전용 TOOL을 사용해 0°에 조정해 놓은 것이다. 그림에서 보이는 신발을 좌측으로 회전시킬 때는 클리트를 뒷꿈치기준 내측으로 회전시키는 것이고 오른쪽으로 회전시킬 때는 클리트를 외측으로 회전시키는 것이다. 이렇게 신발 뒤꿈치의 중심을 따라 자전거 라이더의 보행각도에 맞추어서 내측 또는 외측으로 회전시켜 조정하게 된다.

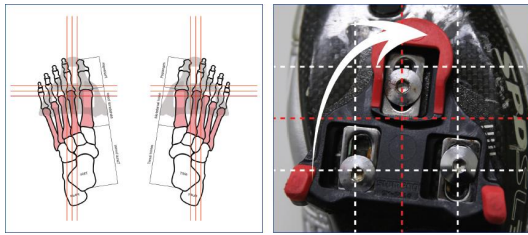


Fig. 26. Rotate the inside of the cleat (back heel reference)

그림 26은 클리트를 내측으로 회전(발의 뒤꿈치 기준)시켰을 때 모습이다. 육안으로는 신발에 붙어 있는 클리트가 정렬되지 않은 것 같지만 자전거 라이더의 내측 보행각도에 맞게 조정하면 이런 모양이 된다.

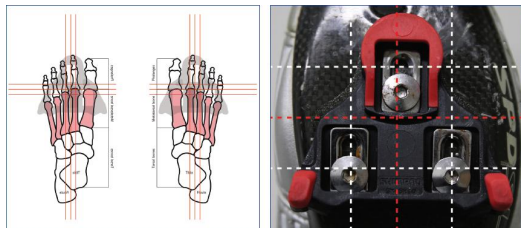


Fig. 27. Cleat 11 characters fixed

그림 27은 클리트를 11자 모양으로 조정했을 때의 경우이다. 자전거 라이더의 보행각도가 0°일 때 이렇게 조정한다. 매우 흔치 않은 조정이다. 그런데 많은 라이더들의 신발에서 볼 수 있는 조정형태이다. 선수들을 포함하여 많은 라이더들이 자전거 클리트 조정의 배경이 보행각도에 있다는 것을 잘 이해하지 못하고 자가로 조정을 하다보면 전후, 좌우, 회전을 모두 중앙으로 조정하는 실수를 하게 된다. 이런 경우 장거리 라이딩시 피로감은 물론이고 부상의 원인이 되기도 한다.

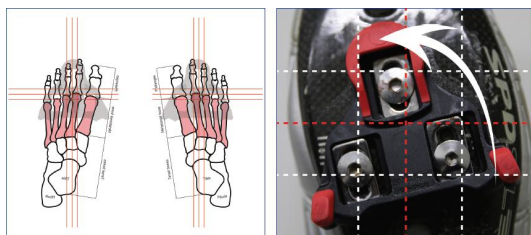


Fig. 28. Rotate the cleat outer (back heel reference)

그림 28은 클리트를 외측으로(뒤꿈치 기준) 회전시켰을 때의 경우이다. 흔치 않은 경우의 클리트 조정 값이며 내측회전보행각도 값을 갖고 있는 라이더가 이런 조정을 한다면 상당한 불편함을 갖고 자전거를 타게 된다. 일반적인 라이더들도 이런 경우의 조정 값을 의도적 비의도적으로 적용하는데 특별한 이유가 아니라면 권고하지 않는 경우이다.

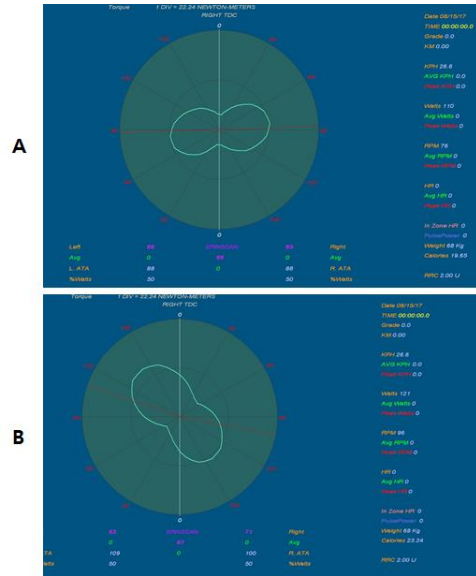


Fig. 29. Analysis of Pedaling Torque Using Spinscan

그림 29는 스피스캐너를 활용해 클리트를 조정하기 전(A)과 조정 후(B)의 페달링 토크 테스트 결과의 예이다. 캡처된 화면의 원은 페달의 각도이며 방향은 시계방향이다. 원을 좌우로 나누어 오른쪽은 오른쪽 발을 0°~180°, 왼쪽은 왼쪽발의 0°~180°까지의 페달링을 스캔하는 것이다. 따라서 원을 위아래로 나눈 위쪽 아래쪽이 0°이다. 중간에 가로로 땅콩 모양의 그래프는 페달링시 힘의 크기를 의미하며 땅콩모양그래프와 비슷한 방향으로 그어지는 선은 페달링시 평균 토크 각도이다. 땅콩모양이 크면 클수록 페달에 가해지는 힘의 크기와 효율이 높아지는 것을 의미하며 페달에 가해지는 토크의 평균 각도는 120°±5°정도를 최적화된 페달링으로 분석할 수 있다.

그림 29의 A와 B의 분석을 위해 적절한 사이즈의 자전거에 기본적인 신체사이징에 의한 안장, 스템, 핸들이 세팅이 되었다는 조건하에 클리트 미세조정 전과 후의 결과이다.

그림 29의 A의 땅콩모양의 크기는 B의 땅콩모양에 비해 확연히 작게 나타나며 땅콩모양과 함께 그어진 선은 A의 경우 90°로 나타나는 반면 B의 경우 100°~110°로 나타나고 있다.

클리트 조정전인 A의 결과와 달리 B는 최적화되고 가장 효율적인 페달링에 B에 비해 가까워지고 있음을 의미한다.

다시 말해 클리트 조정만으로도 페달링의 효율이 높아진다는 결과이다.

#### IV. Conclusions

세계적인 자전거 인프라를 구축한 한국은 자전거 엘리트선수들을 물론이고 자전거 동호인들 모두 최고 사양의 스포츠형 자전거를 사용하고 있다.

많은 동호인과 엘리트 선수들은 자전거 라이딩 중 나타나는 자전거 속도 및 항속능력저하, 무릎 및 고관절의 통증 또는 부상 자전거 자체의 문제이거나 자전거라이더 자신의 신체적 결합 또는 라이딩 자세의 문제라고 생각하는 경우가 많았다.

그러나 클리트조정의 오류인 경우가 대부분일 확률이 높게 나타난다는 것을 알 수 있었다.

클리트의 정확한 조정은 전체 피팅 과정 중 가장 핵심이며 자전거 라이더의 실력향상과 부상예방의 근간이 될 수 있다.

따라서 이 연구는 자전거를 탈 때 자전거의 효율을 높이고 부상을 예방할 수 있는 자전거피팅에 대한 선행연구 고찰과 자전거 신발 클리트 조정방법에 대한 구체적인 방법을 제시하고자 했다.

위와 같은 연구 목적을 통해 다음과 같은 결과를 도출했다.

첫째, 현재 대중적으로 사용되는 Shimano, LOOK, Speedplay의 클리트 특성과 클리트 조정과정 중의 특성을 도출하였다. 또한 클리트를 사용하는 전용신발의 구조와 특성 그리고 클리트 조정이후 신발의 구조에 의한 페달링 활용방법을 도출할 수 있었다.

둘째, 페달링 시 신발의 위치와 토크와의 관계를 고찰하고 클리트 앞, 뒤 조정방법을 도출했다.

셋째, 다리길이, ASIS, Q-Angle, Q-Factor등이 무릎의 간격과 정렬과의 상관관계를 분석하고 클리트 좌우 조정 값 설정과 조정방법을 도출했다.

넷째, 보행각도와 클리트 회전과의 관계를 분석하고 클리트 회전을 위한 방법을 도출했으며 스핀스캐너를 이용해 클리트 조정 앞뒤의 토크 크기와 각도를 비교 분석해서 클리트조정 이후가 조정전보다 큰 토크와 효율적인 평균토크 각도 값을 나타내고 있었다.

위와 같은 연구 결과는 스포츠용 자전거 사용자들이 클리트를 좀 더 정교하게 조정할 수 있는 중요한 토대가 될 수 있으며 클리트조정을 위한 정확한 기준을 마련하고 이 연구의 궁극적인 목적인 자전거 피팅 통합시스템 개발을 위한 중요한 데이터베이스를 구축하는데 기여를 할 수 있게 되었다.

자전거 생산수량과 우수한 성능의 자전거를 생산, 판매하는 것이 양적성장 이었다면 이제는 자전거 라이더를 위한 질적 성장이 필요한 때이다. 대체로 자전거 클릿미세조정의 필요성을 잘 이해하고 있는 유럽지역에 비해 한국은 아직 기초단계에 머물고 있고 이런 이유는 자전거 클릿미세조정을 자전거 판매자조차 정확한 원리와 필요성을 잘 모르고 있기 때문이다. 이 연구는 국내 자전거 판매시장에서 판매자의 전문성을 높이고 판매자에 대한 고객의 충성도를 높일 수 있는 기초자료가 될 수 있다. 특히 이 연구를 기초로 최종 개발하고자 하는 자전거피팅 통합시스템개발이 완료되어 현장에서 자유롭게 활용될 수 있다면 국내 자전거시장의 판매 트렌드를 바꿀 수 있다.

다만 클리트 좌우 값을 조정하기 위한 다리길이, ASIS, Q-Angle, Q-Factor의 요인들을 통제하고 산식을 통해 기대결과를 도출할 수 있는 추가연구가 필요하다. 또한 클리트 회전

값을 조정하기 위해 보행각도를 육안검사 이외에 좀 더 신속하게 검사할 수 있는 도구를 개발하는 것이 필요하다. 그 외에 스핀스캐너를 활용한 토크검사에 다양한 변수들을 활용하여 결과를 도출하고 이 결과 값을 누적해 도출된 데이터베이스 자전거 피팅 통합 시스템 개발에 활용할 수 있어야 한다.

## REFERENCES

- [1] Shon Gyoung Hoan, "BIKE FITTER MANUAL", Dae Keoung Books, 2014.
- [2] "Bicycle life," 2010(7).
- [3] Ministry of Culture and Sports, "Activating the Sports Industry Workshop," 2011(4).
- [4] 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).
- [5] Hong Seok Ki, Han Joo, Lee Shin Hae, "Bicycle Culture Space of Citizens", Seoul Development Institute, 2009-PR-18, 2009
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] K.D.hong, "An Efficient Dynamic Workload Balancing Strategy," Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 15, No. 1, pp. 1-10, Nov. 2010.
- [9] Q. Deng, Y. Luo, and J. Ge, "Dual threshold based unsupervised face image clustering," Proceedings of the 2nd International Conference on Industrial Mechatronics and Automation, pp. 436-439, 2010.
- [10] SHIMANO, <http://www.bike.shimano.com/ko-KR>
- [11] BIKERUMOR, <http://www.bikerumor.com>
- [12] EBRARY, <http://www.ebrary.net>
- [13] GIRO, <http://www.giro.com>
- [14] LINTAMAN, <http://www.lintaman.com>
- [15] LOOKCYCLE, <http://www.lookcycle.com/en/road-cleats/>
- [16] OTSOCYCLE, <http://www.otsocycle.com>
- [17] PARKTOOL, <http://www.parktool.com>
- [18] RESEARCHGATE, <http://www.researchgate.net>
- [19] SPECIALIZED, <http://www.specialized.co.uk>
- [20] SPEEDPLAY, <http://www.speedplay.com>
- [21] SPECIALIZED, <http://www.specialized.com>

### 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.