

A Study on the Physical Measurement Method for the Development of Bicycle Fitting Integrated System

Gyoung-Hoan Shon*

Abstract

Bicycle fitting used to depend on empirical adherence of bicycle Peter and intuitive judgment by hand, but recent developments in industry and the Fourth Industrial Revolution have continuously developed other related tools that can be applied to bicycle fitting. Depending on these circumstances, bicycle fitting technology is also developing, and due to the difficulty of the technicians, there is a limit to popularizing.

The Bicycle Integrated Fitting System has the need for this study to make these problems easy for anyone to operate by the system of manual. The purpose of this study is to examine the methods of physical sizing among the various stages of developing these systems. Accurate physical measurements can improve the efficiency of bicycle riding and minimize the injury of bicycle risers issued by incorrect fittings.

Thus, in this study, physical measurement methods for bicycle fitting were derived by body region and applied to the post-measurement fitting as well as the location and method of measurement. It has prepared a basis for establishing a core database for physical measurement of development of integrated bicycle fitting system. Research was conducted to enhance understanding and utilization of users after system development and results were derived for the purpose of the study.

Research was conducted to establish a database for the development of a bicycle integrated fitting system, and future research on bicycle fitting methods, application of the system, and hardware development should be carried out.

▶ Keyword: Bicycle fitting system, physical measurement, bicycle injury

I. Introduction

4차 산업혁명시대가 도래한 현재 녹색산업에 대한 관심이 급증하고 있는 가운데 자전거에 대한 관심이 점차 높아지고 있다. 환경오염과 탄소배출이 없는 자전거의 가치가 부각 되고 있다.

2010년 이후 국내 자전거 판매량이 급증하는 것을 보면 국내 자전거 동호인의 숫자도 급증하는 것을 알 수 있다.

자전거 동호인이 늘어난다는 의미는 그만큼 자전거로 인한 부상의 빈도도 늘어난다는 것이며 자전거로 인한 부상의 원인은 대표적으로 과속, 범규위반, 자전거를 타는 사람(이하 라이더)의 신체조건과 맞지 않는 자전거의 선택과 자전거 피팅의 오류 등을 들 수 있다.

과거의 자전거 판매시장과 현재의 자전거 판매시장은 많이 다른 점이 있다. 2000년을 기준으로 이전의 자전거 시장은 교통수단과 간단한 운송수단 또는 가벼운 놀이수준의 자전거를 판매했었다면 2000년 이후는 교통과 운송을 넘어 중요한 레저스포츠로서의 자전거를 판매하는 시장으로 변모했다. 다시 말해 생활형자전거와 스포츠형자전거로 양분된 것이다. 자전거 엘리트선수들을 물론이고 자전거 동호인들 모두 위의 생활형자전거와 스포츠형자전거를 잘 구분할 수 있는 일반명사처럼 사용되고 있다.

많은 동호인들은 위 두 가지의 자전거를 구분하기 위해 자전거의

*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. 01. 29, Revised: 2019. 02. 19, Accepted: 2019. 02. 19.

가격에 의해 구분된다고 보는 견해가 있지만 이는 사실과 다르다.

먼저 스포츠형자전거는 일반적으로 대중에 알려진 스포츠에 사용되는 자전거의 형태를 갖추고 있는 것들을 의미하며 대표적으로 로드자전거(T.T포함), 산악자전거(하드테일, 풀 서스펜션), BMX등을 들 수 있으며 생활형 자전거는 어린이용자전거, 바구니 등이 달려 있는 여성용자전거, 산악자전거와 로드자전거 혼합형이 하이브리드 자전거 등을 들 수 있다. 따라서 스포츠형자전거와 생활형 자전거는 자전거의 가격에 의한 결정이 아니라 사용목적에 의한 분류기준이라 볼 수 있다. 2000년 이후 한국은 자전거 전용도로의 비약적인 발전을 했다. 특히 4대강 건설과 함께 건설된 자전거 국토종주길과 동해와 서해에 개설된 자전거전용도로는 유럽 몇몇 국가의 자전거도로와 비교해도 전혀 손색이 없으며 오히려 외국에서 국내 자전거 도로 탐방하기 위해 방문할 정도이다.

자전거보급률이 늘어나고 자전거전용도로가 확충되는 요인들이 스포츠형자전거가 늘어 나게 된 직접적인 원인들이 되고 있다.

위와 같이 자전거와 관련된 지표들이 늘어나면서 다양한 역기능들이 나타나게 되었고 그중 자전거로 인한 부상의 빈도 역시 크게 늘고 있다. 일반적으로 자전거에 의한 부상이라 하면 사물과의 충돌, 자전거 넘어짐에 의한 낙차 등을 들 수 있는데 이러한 사고들이 최근 사회적인 문제로 부각 돼서 다양한 캠페인을 통해 사고예방을 위한 동호인들의 의식을 개선시켜주기 위해 국가와 지자체 관련기업들이 노력하고 있다.

그리고 위의 부상 원인 외에 자전거피팅의 오류에 의한 부상을 들 수 있다. 자전거 피팅은 한국에서 그 개념이 알려지게 된 것은 엘리트선수들을 위한 경기력향상의 도구로 활용되었지만 최근에는 엘리트선수들 뿐 아니라 일반 동호인들에게도 큰 관심의 도구 이기도하다. 피팅을 하는 대표적인 목적은 자전거라이딩의 효율성을 높이기 위함이다. 자전거는 자동차와 달리 엔진이 사람이다. 자전거 특성과 사람의 특성을 고려한 자전거 세팅과정이 자전거 피팅이라 할 수 있다. 최근 까지 비싼 자전거가 좋은 자전거라는 의식이 자전거동호인들에게 자리 잡고 있다 보니 고가의 자전거 판매시장이 한동안 활발했다. 보급형자전거를 타던 많은 동호인들은 고급형 또는 최고급형 자전거로 교체하고 자전거를 타는 과정에서 심각한 딜레마에 빠지는 경우가 많은데 이유는 보급형보다 못한 만족도 때문이다. 이런 경우 대부분이 자전거 피팅에 대한 지식이 부족한 상태에서 자전거의 가격에만 관심을 두고 있었기 때문이다. 따라서 지금은 피팅이 선택이 아니라 필수과정이라는 것으로 자리 잡고 있으며 자전거를 효율적으로 타기 위한 중요한 과정이다[4].

한국이 자전거도로가 선진국수준으로 발전하고 생활형자전거보다는 스포츠형자전거 보급이 늘어나면서 자연스럽게 자전거동호인들의 자전거를 타는 시간, 거리, 속도 등이 급속히 늘어났고 또한 과거 선수들만의 전유물이라고 여겼던 클릿슈즈 사용이 대중화 되었다.

자전거 동호인은 자전거로 인한 부상의 원인이 단순히 자전거를 타는 것에 있었다고 의식할 수 있으며 문제해결방법도 회피를 하게 되는데 실제 부상의 원인은 그렇지 않은 경우가 대다수이다. 신체적인 특징에 의해 자전거를 타는 동작과 행위가

부상을 일으키는 원인이 되기도 하지만 사람과 자전거의 피팅의 오류에서 발생하는 부상의 원인이 훨씬 더 많다는 것을 선행연구를 통해서 알 수 있다.

이처럼 자전거 피팅이 중요하다는 것은 알지만 아직 국내의 연구에서 피팅에 대한 좀 더 과학적이고 구체적이면서 실직적인 연구가 많이 이루어지지 않고 있으며 이에 대한 지식공유를 위한 매체도 쉽게 접근 할 수 없는 현실이다[1].

더구나 국내 자전거피팅전문가들이 활동중이만 대부분 경험에 의존한 자전거피팅을 하는 경우가 많아 매뉴얼화된 피팅 시스템이라기보다 경험적 준거에 따른 자전거피팅 결과를 제시하다 보니 자전거라이더의 입장에서는 자전거피팅에 의한 정형화 되고 구체적인 솔루션을 제공받거나 피팅 후 피드백을 위한 전후비교 데이터에 대한 부족함을 느낄 수밖에 없다. 결국 시스템이 부족한 자전거 피팅에서 부상을 예방하고 재발방지를 위한 추적이 어려워지고 이에 대한 기초자료를 축적하기도 어렵다.

따라서 이 연구는 자전거를 탈 때 자전거의 효율을 높이고 부상을 예방할 수 있는 자전거피팅에 대한 선행연구 고찰과 자전거 피팅과 자전거부상에 대한 관계를 구체적으로 제시하고 향후 자전거 피팅시스템의 하드웨어 개발을 위한 자전거 라이더의 신체측정에 대한 구체적인 방법을 제시하고자 한다.

II. Related research

2.1 Bicycle industry trend

국가가 정책적으로 자전거 인프라 구축을 진행하고 있는 주력산업이며 자전거도로건설과 이와 관련한 자전거 산업에 대한 향후 성장 모습을 크게 기대하고 있으며 정부에서는 자전거 보급 활성화를 위해 인프라 확충으로 2010~2019년까지 10년간 1조억원 이상의 사업비를 투자해 전국 자전거도로를 연결하며, 정부는 도심생활형 자전거도로 구축을 통해 국내 자전거 교통분담률을 약 20%까지 끌어 올릴 계획이다.

이에 따라 첫째, 전국 순환형 자전거 도로 건설로 2174.5km 4대강을 중심으로 한 기존 자전거도로와의 연계로 다양한 노선 확충하고 있으며

둘째, 레저형의 자전거도로 건설로 관광지와의 연계로 국내외 관광객들이 자전거로 이동하는 레저용 자전거 수요 증대 될 것으로 기대하고 있다.

셋째, 자전거 수요 증가는 시설과 더불어 자전거 관광산업으로 국토 중주인증자수가 급격히 증가하고 있다. 여가-레저를 스포츠를 통해 능동적으로 향유하는 자전거인구가 증가할 것으로 예측하고 있으며 2010년 당시 행정안전부를 중심으로 제시된 2019년까지의 국가자전거정책을 살펴보면 Vision 2019는 Easy & safety, Environment, Efficiency, Economy, Exchange, Experience로 여기에서 'Economy'는 관광과 연계한 지역경제 활성화를 목적으로 제시하고 있다[9].

현재 4대강을 중심으로 자전거도로가 완성되어 있으며, 해당 자전거 도로는 4대강 정비사업과 연계하여 자전거도로를 신설하는 사업을 정부가 추진하고 있으며, 주로 레저형 기능과 함께 지역 연계형 기능 수행을 목적으로 하고 있다.

현재 완공된 주요 자전거도로는 낙동강, 금강, 영산강, 남한강, 세재길, 북한강, 한강, 아라 등으로 1000km가 넘는다.

해외의 경우 네덜란드, 덴마크, 스위스 같은 유럽 국가들이 국가적인 사업으로 추진되었던 곳들이다.

네덜란드의 경우 자전거도로 건설은 1970년대 자동차의 증가로 인한 교통정체가 사회적인 문제가 증가하면서 효율적인 교통수단으로 자전거를 바라보기 시작하였으며, 1980년대부터 자전거 우선의 도로체계와 국가중심의 장거리 자전거도로망을 건설하기 시작하여 국가자전거도로망이 구축되었다.

덴마크는 국가자전거도로건설을 위해 자전거 인프라 구축뿐만 아니라 활성화를 정부, 지자체, 민간, 하계 시민이 협의체를 구성하였다. 정부 주관의 자전거 시범단지를 선정하여 주변 도시에 파급효과를 기대할 수 있는 국가자전거도로 정책이 수립되었다.

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

1990년 이후 승용차 보급 확대로 감소세이던 국내 자전거시장은 2000년 이후 높은 증가세를 실현하였다. 소득수준 상승에 따라 건강에 대한 관심과 레저활동 인구가 증가하면서 자전거 수요가 뚜렷한 성장세를 나타내고 있다. 또한 고유가 및 기후 변화 시대에 대응하는 에너지 절약 정책 추진으로 자전거가 친환경 교통수단으로서 새롭게 주목받으면서 수입제품을 중심으로 국내 자전거 시장이 급격히 확대되었다. 반면 국내 생산은 지속적인 하락세이고 국내 수요의 90% 이상을 수입에 의존하면서 열악한 산업구조를 나타내고 있다[3].

국내 자전거 시장규모는 지속적으로 확대되고 있으나 국내 자전거 생산량은 2만대 수준으로 감소하였다. 2000년 중반 이후 인건비 및 원재료 가격 상승 등 원가부담으로 인해 국내산 자전거의 경쟁력이 하락하면서 국내 자전거업체는 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. 이로 인해 국내 자전거 부품 업체 역시 급격하게 쇠퇴하여 대부분의 부품 제조업체들이 업종을 전환하거나 폐업되었다. 따라서 국내에서 생산하는 자전거도 주요 부품은 해외에서 조달하는 등 자전거 산업내 공급기반이 취약한 상태이다[2].

2.2 Bicycle Fitting

올바른 자전거 피팅은 자전거를 선택하기 이전부터 시작 된다. 자전거를 피팅하기 전에 기준이 되는 것은 자전거라이더의 신체사이징이 되어야 하며 여기에 유연성과 근력 관절가동범위등을 포함시킨다. 자전거를 천천히 타거나 짧은거리를 이동하는 목적이라면 피팅의 의미가 그리 크지 않지만 고속주행과 장거리주행이 많은 라이더들에게는 그 의미가 매우 크다. 엘리트선수과 생활체육 자

거 동호인 모두 피팅에서 얻는 효과는 자전거의 효율성을 높이는 것이지만 그것만큼이나 중요한 것이 부상 예방일수 있다.

따라서 피팅이란 신체사이징을 통해 프레임과 크랭크 암의 길이를 선택하고 여기에 맞는 조향계통의 부품들 그리고 라이더의 라이딩 특성에 맞는 구동계를 정하게 된다.

그리고 선택된 부품들 즉 클릿슈즈 클릿조정 안장의 높이, 각도, 위치 값을 조정한 뒤 그림 1처럼 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.

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.

위의 효율성이라 함은 자전거의 세팅 값만 조정한다고 해서 효율성이 100%개선되는 것이 아니라 자전거 라이더의 라이딩 동작 개선과 페달링 부하테스트를 통해 페달링 동작까지 개선하는 일련의 과정을 마친 후의 상태를 의미한다. 대체로 피팅을 진행한 라이더들의 만족도를 보면 페달링 부하테스트를 통한 페달링동작 코칭이 이루어졌을 때 높은 만족도를 보이며 실제 피팅효과도 높아진다.

따라서 자전거피팅을 정의 한다면 “자전거라이더의 부상 및 사고예방과 자전거 라이딩효율성을 높이기 위한 신체사이징, 자전거세팅, 자전거라이더의 자전거라이딩 동작코칭등의 일련의 과정을 의미한다” 라고 할 수 있다[5].



Fig. 1. Bicycle steering system fitting

2.3 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 2, 그림 3처럼 하나의 소프트웨어와 그림 4, 그림 5처럼 완전자동화한 하드웨어로 통합 운영하는 개념이다.

이 시스템이 개발되기 위해 다양한 데이터베이스가 필요하다. 특히 신체사이징을 위한 신체부위와 기능별 측정이 필요하

며 정확한 신체측정을 통해 라이더에게 최적화된 자전거피팅서비스를 제공할 수 있다. 모든 자전거 업체들은 자전거의 지오메트리를 상세하게 공개하고 있다. 공개된 지오메트리를 정확하게 알고 활용하려면 자전거의 공학적 개념과 신체의 운동역학적 개념 생리학적 개념들을 잘 이해해야 한다[7].

그러나 자전거를 구매하거나 판매하는 입장에서 이런 기술들을 다 갖추기가 어렵다. 따라서 이런 기술을 지원할 수 있는 기술이 필요하다. 현장에서 자전거 피팅 서비스를 하는 자전거 피터들은 자전거 판매 이전단계(소비자의 구매 전 단계), 또는 판매단계에 개입하지 못하는 것이 현재 산업의 구조이다. 소비자가 구매 전 단계부터 자전거 피팅에 대한 관심이 있거나 판매자가 피팅에 대한 기술이 있다면 소비자가 자전거와 각종 부품들을 선택하는데 실패를 줄일 수 있다.

이 시스템은 자전거산업종사자들이 쉽게 자전거 피팅에 접근할 수 있으며 종전 2~3시간 이상 걸리던 자전거 피팅서비스를 30분 이내로 줄일 수 있다. 정확한 신체사이징을 통해 자전거 프레임을 선택하고 각종 부품들을 정확하게 소비자에게 판매해서 소비자 만족도를 높일 수도 있다. 자전거에 대한 소비자의 높은 만족도는 재구매를 유도 할 뿐 만 아니라 각종 액세서리 판매 및 자전거 정비를 위한 충성고객으로도 관리 할 수 있다. 따라서 자전거 피팅시스템 개발은 자전거 판매 종사자의 매출증대와 자전거 동호인에게 최적화된 자전거를 판매함으로써 라이딩의 효율을 높이고 부상예방에도 크게 기여 할 수 있다.

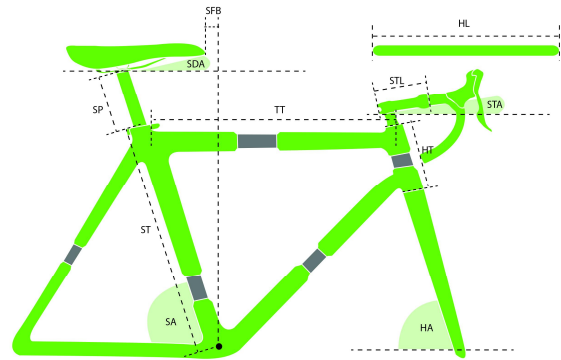


Fig. 4. Basic design for fitting bicycles (hardware)

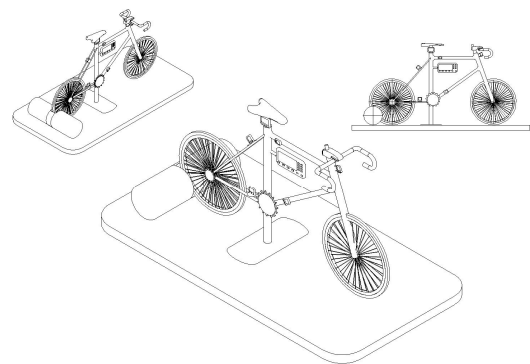


Fig. 5. Conceptual diagram of bicycle (hardware) for fitting

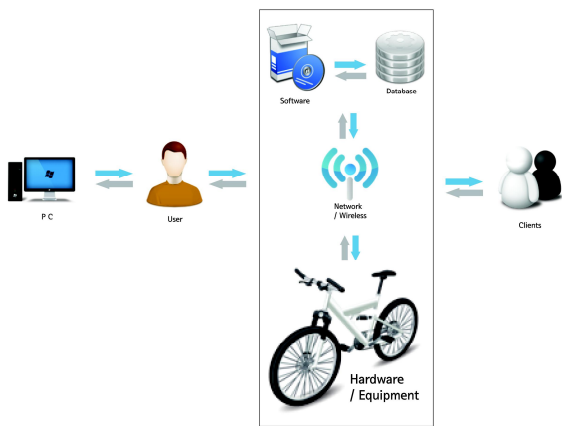


Fig. 2. Conceptual diagram of bicycle fitting system

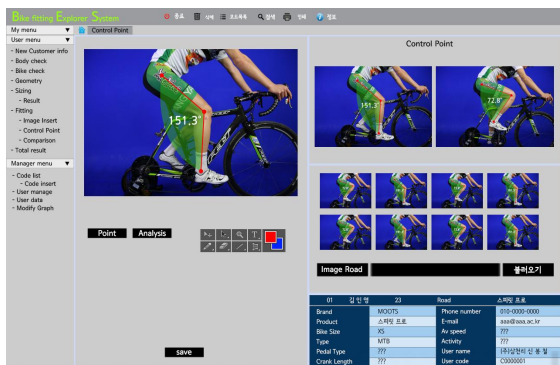


Fig. 3. Bicycle fitting software design

III. Conclusions

3.1 Inseam

그럼 6처럼 자전거 피팅을 위해 신체를 사이징하는 과정중 첫 번째는 Inseam을 측정하게 되는데 Inseam은 두 다리의 안쪽 길이 즉 두발을 맨발로 로드자전거의 경우 발안쪽 너비가 로드자전거 라이더는 145mm~155mm, MTB 라이더는 165mm~190mm 정도의 너비(자전거 Q-factor 특성 너비)로 벌린 채 바닥부터 살점(회음부)까지의 길이를 의미한다.

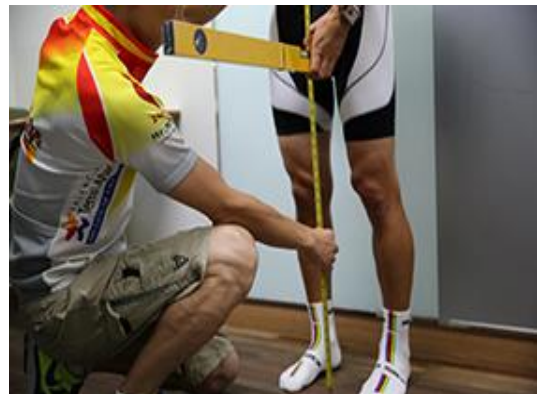
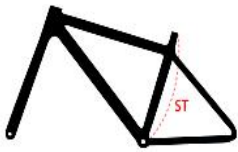
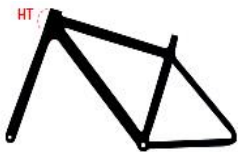
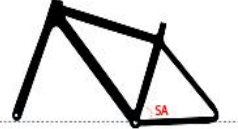
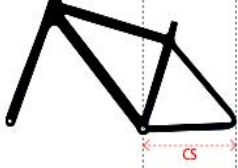


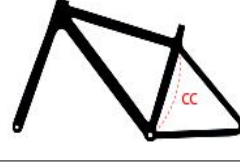


Fig. 6. Inseam measurement

다양한 측정도구를 활용해서 측정하게 되는데 결과 값은 대부분 비슷하게 나온다. Inseam을 측정하는 목적은 페달링 동작 조정전 기초적인 안장의 높이를 가늠하기 위한 것이며 Inseam 값을 이용해 일정한 산식을 적용하고 라이더의 안장높이의 기준을 일단 정하게 된다. 위의 산식은 해외 데이터와 국내데이터를 활용해 안장높이를 정하고 3D 모션캡처장비, 근전도검사장비, 페달링부하테스트 장비 등을 활용해 가장 최적화되는 높이 찾아 그 높이 값을 기준으로 효율적인 안장높이를 구할 수 있는 산식을 개발해 사용하고 있다. 그러나 이 높이 값은 단순한 피팅전 자전거 세팅 값에 불과 하며 자전거 라이더의 특성에 따라 미세하게 조정된다.

Inseam이 자전거 피팅이 기본이 되는 이유는 기타 다른 신체사이징 요소들에 비해 비중이 크고 페달링 효율에 가장 큰 영향을 미치기 때문이다. Inseam의 길이에 의해 안장의 높이를 결정해서 페달링 코칭을 통해 최적화된 페달링 상사점과 하사점시점의 무릎 각도와 허리각도를 조정할 수 있다. Inseam 측정에 의한 안장의 높이는 자전거 라이더의 무릎과 고관절 부상에 직접적인 원인이 되며 지나치게 낮을 경우 무릎 슬개골 주변 인대들이 페달링시 내회전, 외회전을 부자연스럽게 하는 문제로 장시간 자전거 주행 시 급성 염증에 의한 통증과 장기간 이상태가 유지된다면 적극적인 치료를 요하게 된다. 이 경우 치료가 되었다 하더라도 자전거 피팅이 선행되지 않으면 부상이 반복될 수밖에 없다[8].

Table 1. Bicycle geometry

	ST(Seat-Tube Length) BB중간에서 Seat Tube 상단 끝까지 측정하는 범위
	HT(Head-Tube Length) Down-Tube와 TOP Tube가 연결되는 Tube
	SA(Seat-tube angle) Seat tube 각도
	CS(Chain stay length) Chain stay 길이

	BB(Bottom Bracket Drop) 지면에서 BB 중간까지의 거리
	CC(Center-To-Center) BB중간에서 Seat Tube 와 Top Tube가 결합하는 중간까지 측정하는 범위
	TT(Top-Tube Length) Head tube와 Seat tube와 연결되는 Tube
	HA(Head-tube angle) Head-tube 각도
	WB(Wheelbase) 자전거 앞바퀴 허브중심에서 뒷바퀴 허브중심까지의 거리
	TOTAL

3.2 Height

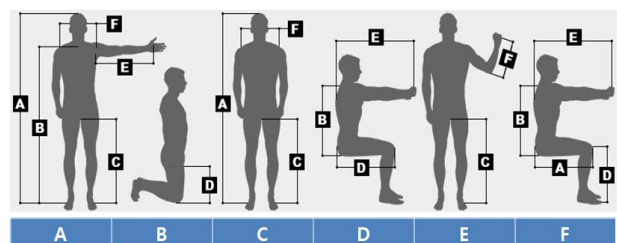


Fig. 7. Location of measurement by body part

신장은 자전거의 프레임 선택하기 위한 가장 필수적이고 기본적인 측정범위가 그림 7이다. 그림 8의 자전거의 프레임은 로드용 자전거이며, 산악자전거(MTB), 철인경기용(TT)자전거 모두 기본적인 프레임 사이즈는 제조회사별로 조금씩 다르게 표시하지만 핸들의 스티어링 튜브부터 안장이 꽂인 시트 튜브까지의 길이(답튜브,

TT)를 기준으로 표 1의 지오메트리와 함께 XXS, XS, S, M, L, XL, XXL등과 같이 자전거의 사이즈를 표시한다. 자전거의 프레임 사이즈 정보는 위와 같은 T.T 정보 이외에도 스티어링튜브의 각도, 시트튜브의 각도, 앞뒤바퀴의 거리인 휠베이스, 시트튜브의 높이, 페달크랭크를 장착하게 되는 버팀브라켓(B.B)의 사이즈 등의 Geometry값으로 소비자의 편의를 돕기 위해 공개하고 있다. 그러나 이런 값들이 당연히 수치로 보여지기 때문에 소비자가 이해하기에 어렵고 결국 자전거를 최초로 구매하는 단계에서 자전거 판매점의 직원의 조언에 의존할 수밖에 없다. 대부분의 자전거 소비자는 자전거 제조사에서 공개하고 있는 XS, XS, S, M, L, XL, XXL와 같은 사이즈를 일반적으로 의류 사이즈와 혼동하는 경우가 있어서 실제로 성인 남성 대부분은 M사이즈나 L사이즈를 선택하는 경우가 있는데 실제로 신장이 170cm 성인의 경우 XS사이즈의 프레임이 적절한 프레임으로 나오는 결정되는 경우가 대부분이므로 신장은 프레임사이즈 결정의 중요한 요인이다.

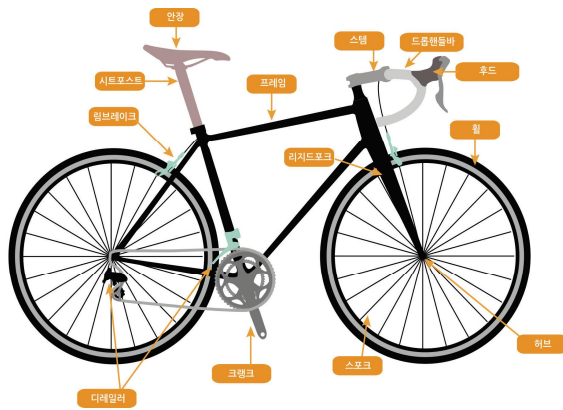


Fig. 8. Parts associated with bicycle fitting

3.3 Upper Body

그림 7의 자전거 피팅을 위한 측정 범위에서 상체길이측정 방법은 양쪽 쇄골이 가슴에서 만나는 중앙지점에서 바닥까지의 높이 값에 Inseam을 뺀 값을 의미한다. 일반적인 앉은키와는 다른 측정방법이다.

상체길이는 프레임을 선택한 후 핸들과 스티어링튜브를 연결해주는 stem의 길이와 각도를 결정하는 요인이 된다. stem의 길이와 각도를 결정하는 요인은 상체길이 외에 허리근력과 유연성 라이딩 스타일을 고려해야 하지만 기본적으로 상체길이가 매우 중요하다. 즉 상체길이에 따라 stem의 길이를 줄이거나 늘릴 수 있으며 낮출 수도 있다. 자전거피팅에서 길이 값, 그림 9의 각도값 이외에 스티어링튜브 스페어링을 활용한 높이 값도 피팅하게 되는데 이 부분 역시 상체길이와 상당한 연관이 있다. 단순히 그림 26의 상체의 길이와 유연성, 기립 근의 발달정도가 기본적인 자전거 피팅 적용값이지만 골반의 포지션(전방, 일반, 후방)에 따라 달라질 수 있다.

특히 라이더들이 느끼는 안장통의 원인이 1차적으로 이 부분에서 시작되는데 자전거를 피팅하는 피터의 임상경험이 매우 중요하다. 대부분의 자전거 라이더들은 안장통의 원인이 안장

의 구조적인 문제라고 생각한다. 그러나 안장 구조의 문제는 10건 중 1건 미만으로 근본적인 원인을 찾아야만 정확하게 피팅을 할 수 있다.

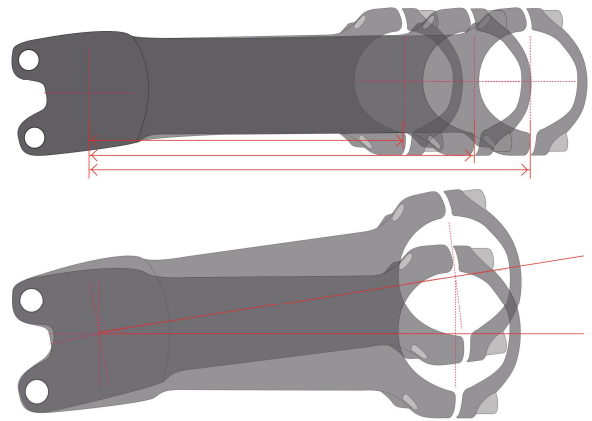


Fig. 9. Length and angle of the bicycle stem

3.4 Fore Arm & Arm Length

팔 길이를 측정하는 방법은 자전거 핸들바폭의 봉을 잡은 뒤 팔을 L자로 한 후 이것을 잡은 봉의 중간에서 외측 상과두 중간까지의 길이값(아래팔길이), 팔을 앞으로 쭉 뻗어서 봉중간에서 견갑극까지의 길이값(팔길이), 팔을 측면상에서 봉중간에서 벽에 기대어 있을 때 등이 붙어 있는 지점까지의 길이값(전체팔길이)을 측정하게 된다. 이 팔길이 값들은 스템과 핸들 포지션에 영향을 준다. 팔길이 값은 상체길이와도 연동되는데 이 부분은 손바닥, 손목, 팔꿈치, 어깨 통증과 밀접한 연관이 있다. 위 부위의 통증은 스템 포지션의 문제이지만 자전거 라이더의 라이딩 자세와 페달링 습관도 관계가 된다. 자전거 라이딩중 통증은 자전거 라이딩에 의한 부상에도 관계가 있지만 자전거 사이즈의 잘못된 선택, 잘못된 자전거 피팅, 비효율적인 자전거 라이딩 자세로 인해 자전거 라이딩의 효율도 같이 낮아지게 된다.

3.5 Upper Leg & Lower Leg



Fig. 10. Upper leg measurement



Fig. 11. The height of the saddle and the angle of the knee

등받이가 없는 의자에 앉아 등을 벽에 붙이고 무릎은 90도로 굽힌 상태에서 무릎앞쪽 끝에서 벽에 붙은 엉덩이까지의 길이 값(윗다리길이)이고 뒷꿈치 발바닥부터 무릎위쪽까지의 길이 값을 그림 10처럼 아래다리 길이를 측정하게 되는데 이 값들은 Inseam과 같이 안장의 높이에도 영향을 주는 값이며 그림 11의 안장의 전후위치와 페달을 끼우는 크랭크암 길이를 결정하는데 결정적인 역할을 하게 된다. 시중에 판매되는 자전거의 크랭크암의 길이는 대부분 170mm이지만 대부분의 한국여성과 신장 170cm미만의 남성은 크랭크암의 길이를 165mm사용해야 적합하다. 이 차이를 느낄 수 있는 방법은 두 가지의 길이를 비교해서 사용해보면 알 수 있는데 아주 짧은 길이이지만 라이딩 중 편안함의 차이는 아주 크게 느낄 수 있다.

3.6 Seatbone Width & ASIS

좌골의 너비는 직접 측정하거나 ASIS값으로 추정할수도 있다. ASIS는 직접 측정하는 것이 제일 용이하고 라이더의 전면에서 그림 12의 ASIS의 중심 좌우의 너비를 직접 측정한다. 좌골은 안장의 사이즈, 안장포지션을 결정하는데 주로 활용되며 ASIS의 경우 안장의 사이즈와 자전거 슈즈의 클릿을 조절할 때 클릿중심과 중심 간의 간격을 조정하는데 참고 할 수 있다. 좌골의 너비와 관련된 자전거 세팅은 자전거 라이더들이 가장 많이 간과 하는 부분이고 이 때문에 다양한 부상을 일으키고 부상의 원인조차 모르는 경우가 많다. 그중 안장사이즈의 예를 들 수 있다. 현재 판매되고 있는 안장은 사이즈 뿐만 아니라 패딩과 모양이 매우 다양하여 정형적으로 안장을 선택하는 것이 어렵다. 그러나 중요한 원칙은 라이더의 좌골 너비를 알아야만 기본적인 안장의 사이즈를 선택할 수 있으며 그림 12에서 보는바와 같이 남성과 여성의 골반의 모양과 크기가 다르며 대체로 여성이 남성에 비해 좌골의 너비가 큰 편이다. 대다수의 자전거 라이더들은 좌골의 크기와 관계없이 크고 넓은 안장이 편안한 안장이라고 생각할 수 있지만 열화상카메라로 찍은 그림 13처럼 안장에 좌골이 엮여지는 위치를 확인할 수 있다. 안장의 너비가 좌골의 너비보다 작으면 회음부의 통증으로 인해 편안한 라이딩뿐만 아니라 잘못된 자세로 인해 기타 다른 신체부위의 부상으로 연결될 수 있고 안장이 너비가 좌골의 너비에 비해 클 경우 처음에는 편안하다고 느낄 수 있지만 장거리 라이딩을 할 경우 고관절에 부담을 주어 고관절 통증과 무릎통증 등으로 연결되는 경우도 있다. 안장의 잘못된 선택 때문에 위와 같은 통증과 부상만이

있는 것은 아니다. 그림 14처럼 자전거 피팅에서 안장의 피팅은 안장의 상하조절값, 전후이동값, 전후각도기울기값등을 활용하게 되는데 이런 값들이 적절하게 세팅되지 않았을 경우에도 안장통증을 겪을수 있다. 특히 안장통을 겪는 라이더들의 경우 안장을 앞쪽으로 기울여 타는 경우가 있는데 이 경우 일시적으로 통증을 완화시켜주는 효과가 있지만 얼마지나지 않아 안장통과 함께 체중이 앞으로 이동하는 효과에 의해 손목과 어깨 통증이 나타나며 자전거의 페달링효율을 떨어뜨리기 때문에 건출물의 머릿돌을 빼는 것처럼 전체적인 자전거 라이딩 기분을 혼들어 놓게 된다. 자전거 피팅이 기준이 되는 안장의 전후 기울기 값은 일단 수평이 되어야 한다. 그 뒤에 퍼포먼스위주의 라이더의 경우 앞으로 2°내의 기울기 산악자전거나 다운힐자전거의 경우 뒤쪽으로 2°내에서 조절이 가능하다.

안장의 위치조절은 그림 15처럼 무릎, 허벅지, 어깨, 손목각도에 직접적인 영향을 주는 세팅 값이기 때문에 매우 중요하고 그림 25의 페달링 분석을 통해 피팅과정 중 안장의 위치 값을 빈번하게 조절해야 만 한다.

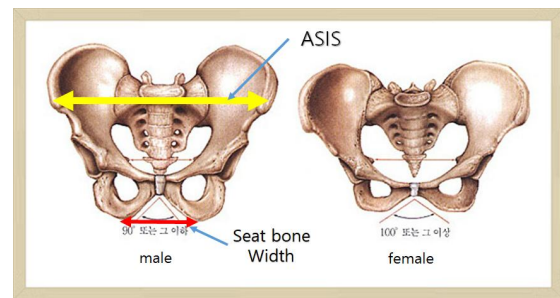


Fig. 12. ASIS and Seat bone Width

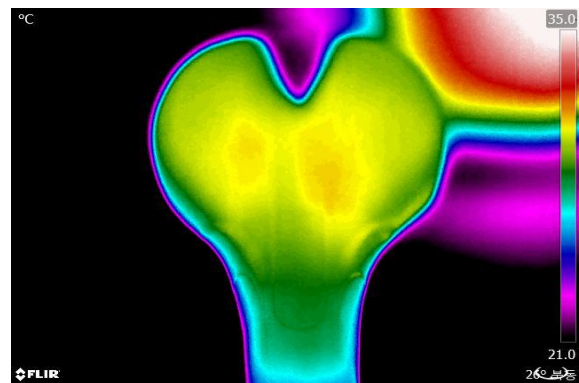


Fig. 13. Position of the seat bone (thermal image)

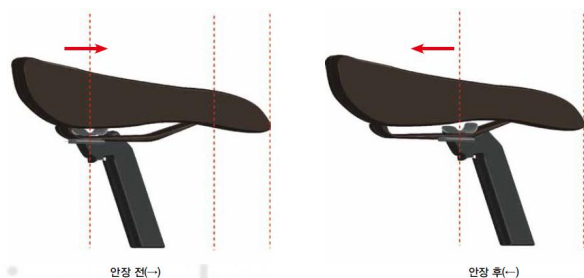


Fig. 14. the postwar adjustment of the saddle



Fig. 15. Knee position and shoulder angle

3.7 Shoulder Width

어깨너비의 측정은 신체의 뒤쪽에서 그림 16의 양쪽 견갑골 좌우의 너비를 측정한다. 그림 17처럼 손가락으로 견갑골을 눌러 위치를 잡고 줄자로 직접 측정하게 된다. 어깨너비는 자전거 핸들길이를 결정하는 중요한 값이 된다. 자전거 동호인들 중에는 핸들의 종류를 성인용 아동용으로만 존재한다고 생각하는 경우도 있다. 자전거의 핸들은 자전거의 목적과 라이딩형태, 라이더의 신체조건에 따라 수없이 많은 종류가 있다. 특히 자전거 핸들의 최초선택은 좌우 너비 값인데 이것을 결정하기 위한 배경 값이 어깨 너비 값이다. 보통은 핸들의 너비를 라이더의 어깨너비와 일치시키거나 약간 크게 선택하는 것이 맞다. 그림 18처럼 핸들의 너비는 핸들양쪽 핸들바 중간에서 중간까지이며 로드용자전거의 경우 두 팔을 폈을 때 양쪽 견갑골의 너비와 핸들의 너비가 일치될 수 있다. 만약 핸들의 너비가 어깨너비보다 지나치게 크거나 작을 경우 핸들링의 민감성이 떨어지거나 지나치게 민감해져 사고의 원인이 되기도 한다. 그러나 자전거 피팅에서 더 중요하게 보는 것은 핸들이 어깨너비보다 작을 때 양쪽 팔이 흉곽을 조이게 돼서 작아진 흉곽 때문에 호흡량이 줄어들어 라이더의 산소공급이 떨어지면서 순발력과 지구력을 떨어뜨리는 직접적인 원인이 된다. 피포먼스를 즐기는 라이더들중 언덕길을 라이딩할 때 호흡이 부족하다고 느끼는 경우중 핸들사이즈가 작은 경우를 자주 발견할 있다. 물론 장거리 라이딩에서도 산소공급의 부족은 라이더의 피로를 빨리 느끼게 하며 결국 장거리라이딩 계획을 실패하고 만다. 그림 19, 그림 20에서처럼 핸들은 사이즈 선택이후에도 브레이크레버, 핸들 앞뒤 로테이션값들을 조정할 수 있다. 당연히 어깨 너비와 연관이 있으며 신체의 여러 길이 값들과도 연관된다.



Fig. 16. Position of shoulder width measurement



Fig. 17. shoulder width measurement

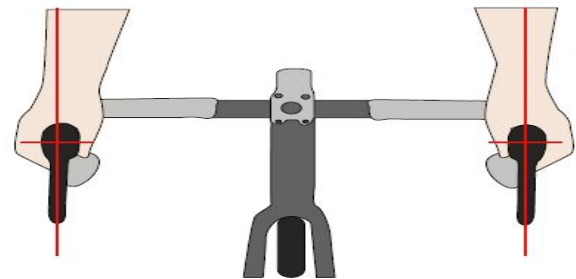


Fig. 18. (Left) When the shoulder width is narrower than the handle
(Right) The shoulder width is the same as the handle width.

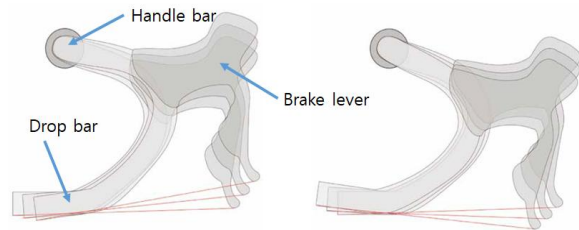


Fig. 19. Handlebar and brake lever adjustment



Fig. 20. Adjust drop bar

3.8 Walking Angle

보행각도의 측정은 자전거 피팅의 근본이 되며 여러 가지 신체 사이징 중 가장 중요하다 할 수 있다. 사람이 제자리에 편안히 앉거나 서있을 때 두 발이 11자인사람은 그리 많지 않다. 특히 걸을 때 발모양도 구조적으로 11자 보다는 8자 모양이 일반적이라

할 수 있다. 일반적으로 사람의 보행각도는 7°~15°(한쪽발 기준)로 대부분 두발을 엄지발가락 사이의 폭이 뒷꿈치 사이의 폭보다 넓다.

이 보행각도는 보행측정기, 족적검사, Q-factor(자전거 크랭크와 크랭크간의 좌우 간격)에 의한 추정, 육안검사 등을 통해 발의 보행 각도를 측정한다. 보행각도는 그림 21에서 보는 바와 같이 중족골과 족지골 사이 지점에 클릿슈즈의 클릿을 장착해야 하는데 장착되는 클릿의 회전각도값을 정하는 지표가 된다.

클릿슈즈 클릿의 회전 값이란 현재 가장 많이 사용되고 있는 시마노社 클릿과 Look社의 클릿에서 조정이 가능한 전후값, 좌우값, 회전값 중 좌우 회전의 조정을 의미하는데 그림 22, 그림 23에서 처럼 슈즈에 클릿을 장착할 때 제조사에서 제공하고 있는 각각의 조정 값을 측정 기준 값에 의해 조정해야 한다. 이 과정이 중요한 이유는 이 클릿 조정이 정확하지 않을 경우 자전거의 주행성능에 영향을 줄 뿐만 아니라 자전거 라이더의 무릎과 고관절, 발목관절 부상의 원인이 된다.

보통 자전거 페달의 회전수를 RPM이라고 표현하는데 분당 60회의 회전을 가정할 때 시간당 3600회의 회전과 장거리라이더의 경우 2만에서 3만회의 회전을 하기 때문에 클릿이 제대로 장착되지 않는다면 다양한 부상의 원인이 되기 때문에 자전거 피팅의 근본이 되고 가장 중요한 피팅과정이다. 그리고 클릿의 좌우값은 ASIS값과 다리 길이를 통해 좌우 값을 정확하게 되는데 페달에 없게 되는 발의 간격의 너비를 결정한다. 그리고 그림 23처럼 클릿 전후 조정은 중족골과 족지골간의 관절의 중앙에 클릿을 장착한다. 이 과정이 정확해야 페달링시 자전거에 정확한 힘을 가할 수 있다. 또한 클릿 장착후 반드시 그림 24, 그림 25처럼 페달링 교육과 페달링 토크 테스트를 통해 페달링 효율성을 점검하고 자전거 피팅후 이와 같은 페달링이 습관처럼 활용할 수 있도록 도움을 주어야 한다. 그림 25의 페달링 토크 테스트(spin scan)는 페달링시 두발이 자전거에 가하는 힘의 크기와 각도의 위치를 정확하게 볼 수 있기 때문에 이것을 통해 라이더가 페달링에 대해 얼마나 잘 이해하고 있으며 피팅후 페달링 효율이 더 좋아질지 그렇지 않을지 판단할 수도 있다. 컴퓨터레이너소프트웨어를 통해 페달링을 스캔한 그림 25는 오른발의 페달링 토크가 왼발에 비해 크게 나타나고 있으며 페달링을 최적화 할 수 있는 페달링각도인 120°에 조금씩 미치지 못하고 있다. 이런 경우 피팅과는 조금 다른 페달링 코칭을 통해 조정할 수 있다. 이렇게 정확한 페달링이 완성된 뒤에 그림 11, 그림 15처럼 측정된 페달링 시 무릎의 각도와 위치를 신뢰할 수 있다.

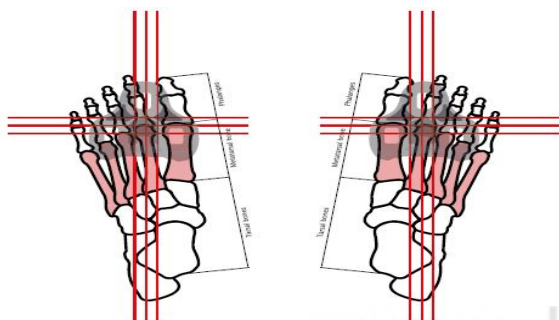


Fig. 21. Cavity bone and cleat adjustment

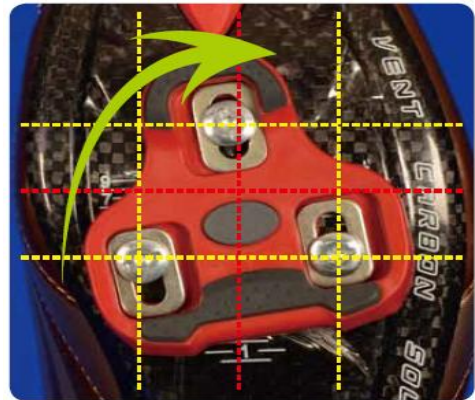


Fig. 22. Adjust the LOOK cleat rotation value

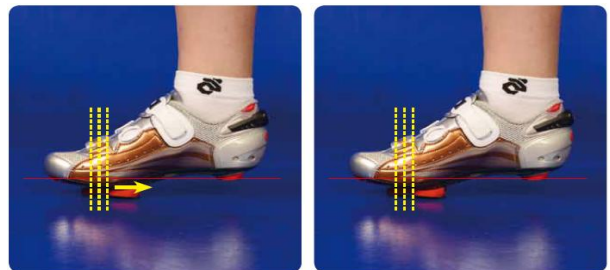


Fig. 23. Adjusting the front and back cleat values

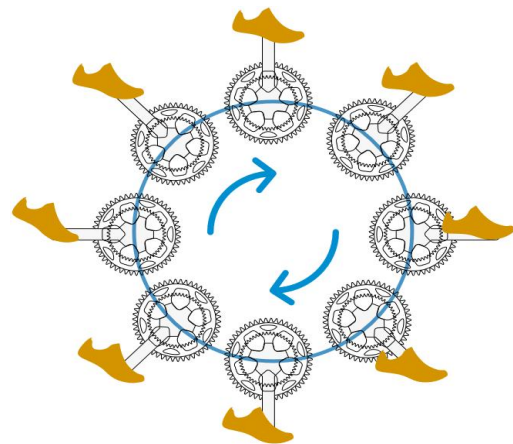


Fig. 24. The angle of the pedal-ring

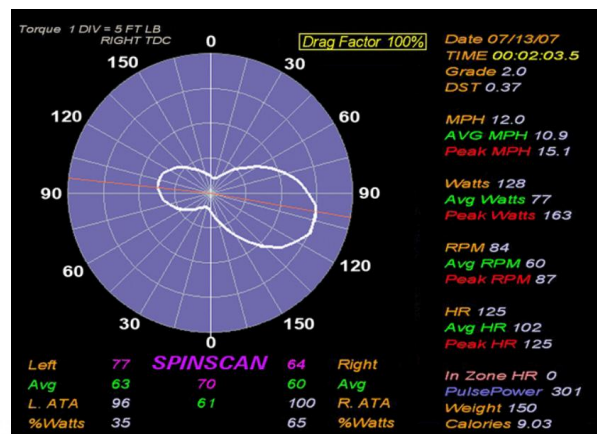


Fig. 25. Analysis of Pedaling Torque Using Spinscan

3.9 flexibility

유연성을 측정항목과 방법은 그림 26과 같다. 자전거 피팅과 정 중 유연성을 측정하는 이유는 자전거 피팅에서 가장 일반적이고 효율적인 값들이 존재한다. 그러나 이 경우는 일반적인 값이며 유연성이 떨어지는 라이더들에게는 불편한 값이 될 수 있고, 유연성이 좋은 라이더들에게는 더 좋은 라이딩을 위해 방해 요소가 될 수 있다. 따라서 자전거 라이딩의 목적에 따라 피팅 값을 달리할 수 있는데 여기에는 당연히 유연성이 뒷받침이 되어야 한다. 특히 안장과 핸들과의 거리 그리고 그림 20에서 로드자전거의 드롭바라고 불리는 아래쪽 핸들 바를 잡고 오랜 시간 라이딩을 하려면 신체 유연성이 좋아야만 가능하다.



Fig. 26. Flexible measurement

IV. Conclusions

녹색혁명과 4차 산업혁명에 따라 자전거가 갖는 의미와 가치가 커지고 있다. 4대강 사업과 이산화탄소 배출량 감축을 위한 자전거 전용도로 설치를 국가와 지방자치단체에서 적극적인 입장을 취하고 있는 배경에 힘입어 전국적으로 자전거도로 인프라가 세계적인 수준에 올라서고 있다. 자전거가 단순한 이동 수단과 놀이감을 넘어 국민의 건강과 체력을 기르는 레저스포츠수단이 되었으며 자전거 관광이라는 새로운 문화 패러다임을 창출하고 있다. 국가의 경제상황에 따라 자전거 시장의 활성화 정도가 달리 나타나지만 거시적인 측면으로 보면 지속적인 발전이 될 수 있는 시장이다. 보급형 자전거가 주류를 이루던 10

년 전(2019년 기준)에 비해 초고가 자전거 판매시장이 정착이 되어 가는 분위기 이다.

스포츠의 3대 요소인 시설, 프로그램, 지도자에서 자전거 도로 인프라와 레저스포츠용 자전거 판매가 확대 되면서 시설이 잘 갖춰져 있는 반면 접근성이 편한 자전거에 대한 프로그램과 지도자 양성이 아직 열악한 편이다. 특히 자전거 피팅은 위 세 가지의 요소들을 모두 포함하고 있다. 유럽을 포함한 선진국은 자전거 피팅이 당연시 되고 있는 반면 한국의 경우 자전거 피팅이 아직 엘리트 자전거 선수들만의 전유물이라고 보고 있는 경우가 많다. 이런 현상은 누구의 잘못이라기보다 급변하는 자전거 문화의 과도기라고 볼 수 있다. 그동안 자전거 피팅은 자전거 피터의 경험적 준거와 수작업을 통한 직관적 판단에 의존했었지만 최근 산업의 발달과 4차산업혁명에 의해 자전거 피팅에 적용할 수 있는 도구들이 타 관련 산업에서 끊임없이 개발되고 있다. 이러한 환경에 따라 자전거 피팅기술도 발전하고 있는데 기술자체의 난이도 때문에 대중화하는데 한계가 있다. 결국 자전거 피팅이 대중화 되려면 일명 “자전거포 사장님”도 자전거 피팅을 할 줄 알아야 한다. 그러나 자전거 피팅의 다양한 기술을 전수하고 현장에서 활용하기까지 많은 시간과 기회비용을 감수해야 하므로 간단한 문제는 아니다. 자전거 통합피팅시스템은 이러한 문제들을 매뉴얼화 시스템화에 의해 누구나 쉽게 운영하는 것이 이 연구의 필요성을 두고 있다. 이 연구는 이러한 시스템을 개발하기 위한 여러 가지 단계 중 신체사이징 방법에 대한 정확한 고찰이 이 연구의 목적이다. 정확한 신체측정(사이징)은 자전거 라이더의 자전거를 최적화 하여 자전거 라이딩의 효율을 높이고 정확하지 않은 피팅에 의해 발행하는 자전거 라이더의 부상을 최소화 할 수 있다.

따라서 이 연구에서는 자전거 피팅을 위한 신체측정 방법을 신체부위별로 도출하였고 측정 부위와 방법 뿐 만 아니라 측정 이후 피팅에 적용하여 그 효과에 대해서도 결과 도출을 할 수 있었다. 자전거 통합피팅시스템 개발의 신체측정(사이징) 핵심 데이터베이스를 구축할 수 있는 근거를 마련했다. 시스템 개발 이후 유저의 이해와 활용도를 높이기 위해 연구가 진행되었고 연구목적에 맞게 결과를 도출했다.

이 연구의 목적대로 자전거 피팅시스템 개발이 완료된다면 자전거 판매시장에서 판매방법의 접근방법이 완전히 바뀔 수 있을 것으로 사료된다. 정확한 사이즈의 자전거를 선택하게 하고 자전거 라이더 개개인의 특성에 맞는 피팅서비스를 제공하므로 자전거 소비자의 신뢰와 재구매 등의 고객 충성도를 높여서 자전거 판매시장에 변화를 유도할 수 있다.

이러한 목적과 기대효과를 토대로 자전거 통합피팅시스템 개발 데이터베이스 구축을 위한 고찰연구로 진행되었다.

향후 자전거 피팅방법에 대한 고찰, 시스템 적용에 관한 연구, 하드웨어 개발에 관한 연구들이 진행되어야 할 것이다.

더불어 자전거 클리트 조정에 대한 구체적인 연구와 정량적 데이터베이스를 확보 할 수 있는 방안을 제시해야 한다. 그리고 신체측정과 함께 자전거 사이트를 선택하기 위한 좀더 객관적인 산식 도출에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

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.

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.