

# 동적 무릎각도와 하지분절 길이를 고려한 안장높이 도출 Saddle Height according to Dynamic Knee Angle and Lower Limb Segment Length

\*배재혁, #탁계래, 최진승, 강동원, 서정우

\*J. H. Bae, #G. R. Tack(grtack@kku.ac.kr), J. S. Choi, D. W. Kang, J. W. Seo  
건국대학교 의료생명대학 의학공학부, 의공학 실용기술연구소

Key words : Dynamic knee angle, Saddle height, Multiple regression equation, Lower limb segment length

## 1. 서론

페달링 시 안장의 높이는 부상방지와 최적의 수행능력에 영향을 미치기 때문에 매우 중요한 결정 요소이다[1]. 안장높이를 결정하기 위해서는 선수의 신체적인 조건, 특히 하지 분절의 길이, 비율을 고려해야 된다. 하지 분절의 길이와 비율에 따른 안장높이를 결정하는데 주로 사용되는 방법은 인심(내측 다리길이)의 109%의 길이로 안장높이를 결정하는 방법이 있고, 페달을 하사점(bottom dead center)에 고정시킨 후에 무릎의 각도가 25~35°가 되도록 안장높이를 결정하는 방법이 있다[1]. 그 중 인심의 길이 하나만으로 안장 높이를 결정하는 방법은 선수 개개인의 하지분절 비율에 따라 각기 다른 무릎 각도를 나타내어 적절한 무릎 각도를 벗어나게 된다[2]. 수행능력에 있어서도 25~35°의 무릎각도, 그 중 25°의 무릎각도가 산소 소비량의 효율성과 페달링 수행능력에 있어서 우수함이 선행 연구에서 검증되었다[2]. 선행 연구의 무릎각도 측정방법은 페달을 하사점에 고정시킨 후에 측정하는 정적 측정이며, 이것은 측정자에 따라 차이가 발생할 수 있고, 실제 페달링 시 하사점에서의 무릎각도와 오차가 생길 수 있기 때문에[3] 실제 페달링 시의 무릎각도를 측정하는 동적 측정이 필요하다. 하지만 동적 측정은 수동각도계만으로 측정이 쉽지 않기 때문에 결과적으로는 하지분절의 길이를 적용해 동적무릎 각도를 고려한 안장높이를 도출할 수 있는 방법이 필요하다.

이에 본 연구는 국내 사이클 선수들을 대상으로 동적 측정방법을 사용하여 35°, 30°, 25°의 무릎각도별 안장높이로 페달링 수행을 실시하고, 하지분절의 길이와 동적 무릎각도를 이용한 회귀 분석방법을 통해 안장 높이를 결정할 수 있는 식을

도출 하는데 목적을 두었다.

## 2. 방법

### 2.1 실험방법

피험자는 국내 사이클 선수 6명(Age : 34.8±3.5, Height : 171.5±4.4, Weight : 83.5±7.3)을 대상으로 실시하였다. 피험자의 프레임 사이즈는 피험자의 기존 자전거의 치수 측정 후, 자체 제작한 자동승차 조절기에 기존 자전거 프레임 사이즈를 동일하게 적용하였다. 페달링 시의 동작 측정을 위해 3차원 동작 분석기(Motion analysis Corpa., USA) 6대를 사용하였으며, Plug-in gait marker set을 통해 하지관절의 중심에 9mm의 마커를 부착하였다. 실험은 기존 선수 자전거의 안장 높이와 시상면의 하사점에서의 3가지 동적 무릎각도(35°, 30°, 25°)

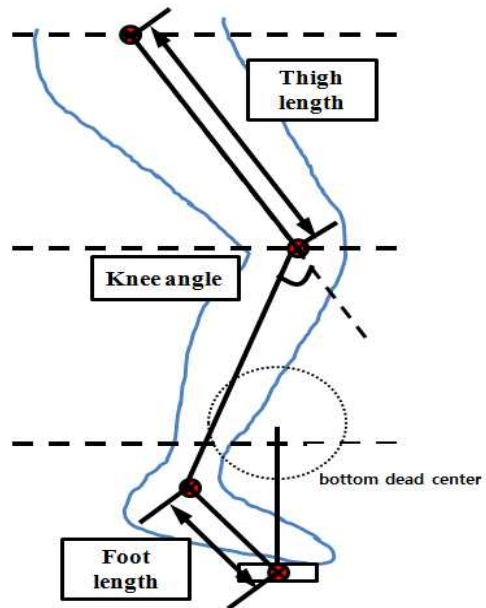


Fig. 1 Definiton of lower limb segment and knee angle

Table 1 Multiple Regression Equation for the calculation of the saddle height

Multiple Regression Equation	Correlation Coefficient(R)	Coefficient of Determenation(R <sup>2</sup> )	Sig. F Change
SH = - 0.266×KA + 1.397×IN - 1.832×TL - 1.684×FL +71.146	0.994	0.988	0.000

SH = Saddle Height, KA = Knee Angle, IN = Inseam TL = Thigh length, FL = Foot length

에 따른 안장높이를 설정하여 실시하였다. 동적 무릎각도의 설정은 90 RPM의 속도로 30초간의 페달링 후 페달위치가 하사점일 때의 무릎 각도를 3차원 동작 분석기의 동작 데이터를 이용하여 측정 한 뒤 35°, 30°, 25°의 무릎각도별 안장높이를 정적 측정과의 오차를 이용, 예측하여 결정하였다. 또한 결정된 안장높이로 3분 동안 90 RPM의 Sub-Maximal test를 수행하여 동적 무릎각도를 오차를 확인, 수정하였다.

### 2.2 분석방법

3차원 동작 분석기를 통해 획득된 모션 데이터를 사용하여 <Fig. 1>에 나타낸 대퇴길이(관절부터 슬관절까지 거리), Foot의 길이(복사뼈부터 페달중앙까지 거리), 무릎각도와 인심의 길이를 계산하였으며, 모든 변인에 대한 계산은 Matlab v7.7 (Mathwork Inc., USA)을 이용하였다. 측정된 변인들을 통해 안장높이를 도출하는 회귀식을 구현하였다. 회귀 분석은 통계 프로그램인SPSS 17.0(SPSS Inc., USA)를 이용하여 처리하였다.

### 3. 결과 및 논의

하지분절과 동적무릎각도를 이용한 안장높이 도출 회귀식은 <Table 1>에 나타내었다. 회귀식은 동적 무릎각도, 대퇴길이, Foot의 길이가 작아질수록, 안장 높이는 낮아지는 경향을 보였고 인심길이가 길어질수록 안장높이는 높아지는 경향을 보였다. 도출된 회귀식의 결정계수는 약 98%로 하지분절과 동적무릎각도를 이용한 안장높이의 예측에 높은 설명력을 가진다. 도출된 식을 이용한다면 정적 측정과 달리 측정자에 따른 오차가 발생하지 않을 것이며, 개개인의 하지분절의 길이만으로도 페달링 시의 동적 무릎각도에 따른 안장높이를 도출할 수 있기 때문에 측정 시간을 줄일 수 있고 실제 페달링 시의 무릎각도를 정확히 적용할 수 있을 것이다.

### 4. 결론

본 연구에서는 국내 사이클 선수를 대상으로 동적 측정을 통해 결정된 35°, 30°, 25°의 무릎각도별 안장높이에 대한 페달링 수행을 통해 하지분절의 길이와 무릎의 각도에 따른 안장높이를 결정할 수 있는 도출식을 구해 보았다. 그 결과 결정계수가 약 98%의 높은 설명력을 나타내는 회귀식을 도출 할 수 있었다. 무릎 각도의 동적측정은 정적측정에 비해 측정자에 따른 오차가 없으며, 도출된 회귀식을 통해 하지분절의 길이만으로도 무릎각도별 안장높이를 결정할 수 있기 때문에 이에 관한 연구의 효율성에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다. 그러나 회귀식 구현에 사용된 피험자의 데이터는 6명으로, 다양한 하지분절의 특성을 포함한다고 볼 수 없다. 향후 보다 정확한 회귀식 구현을 위해 더 많은 국내 사이클 선수를 대상으로 한 무릎각도별 안장높이의 연구가 수행되어야 할 것이다.

### 후기

이 연구는 문화체육관광부의 스포츠산업기술 개발사업에 의거 국민체육진흥공단의 국민체육진흥기금을 지원받아 연구 되었습니다.

### 참고문헌

- Holmes, J. C., Pruitt, A. L. and Whalen, N. J., "Lower extremity overuse in bicycling," Clinics in Sports Medicine, **13(1)**, 187-205, 1994.
- Peveler, W. W. and Green, J. M., "Effects of saddle height on economy and anaerobic power in well-trained cyclists," Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association, **25(3)**, 629-633, 2011.
- Farrell, K. C., Reisinger, K. D. and Tillman, M. D., "Force and repetition in cycling: Possible implications for iliotibial band friction syndrom." Knee, **10(1)**, 103-109, 2003.