

무릎각도법에 의한 사이클 안장높이 선정 시 최대 및 최대하 운동에 따른 운동학적 변화 고찰

Changes of Lower Limb Joint Angles due to Maximal and Submaximal Pedaling using Holmes Method

*배재혁¹, #탁계래^{1,2}, 최진승^{1,2}, 강동원¹, 신윤호¹, 이주학¹

*J. H. Bae¹, #G. R. Tack(grtack@kku.ac.kr)^{1,2}, J. S. Choi^{1,2}, D. W. Kang¹, Y. H. Shin¹, J. H. Lee¹

¹건국대학교 의료생명대학 의학공학부, ²의공학 실용기술연구소

Key words : Saddle height, Knee angle, Pedaling

1. 서론

사이클 경기는 속도를 경쟁하며, 효율적인 페달링을 통해 경기 성적을 향상시킬 수 있다. 효과적이고 최적의 사이클 페달링을 위해서 피팅(fitting)이 사용된다. 피팅이란 탑승자의 신체 특성을 고려한 적절한 프레임 사이즈를 조절하는 것으로 그 중 안장높이는 부상방지와 최적의 수행능력에 있어 매우 중요한 결정 요소이다. 이에 따라 최적의 안장높이 결정을 위한 많은 방법이 연구되었으며 최근에 가장 선호되는 방법은 페달을 하사점(bottom dead center, BDC)에 고정시킨 후에 무릎의 각도가 35°~25°가 되도록 안장높이를 결정하는 무릎각도법(Holmes method)이다[1]. 무릎각도법은 다른 안장높이 결정방법과의 비교를 수행한 선행연구에서 부상방지 및 수행능력에 있어서 보다 우수함이 입증되었으며[2], 하지 분절의 길이와 비율이 고려되기 때문에 개인마다 최적의 페달링 자세를 제공할 수도 있다. 따라서 무릎각도법을 적용한 연구가 늘어나는 추세이며 페달링 중 하지의 각 관절 각도와 근활성화의 상관관계에 대한 연구[4], 최대 및 최대하 조건에 따른 에너지 소비량 및 파워의 변화 연구[2] 등 최적의 페달링 자세를 찾기 위해 다양한 접근 방법이 진행되고 있다. 하지만 페달링 자세는 분속수 또는 부하의 조건에 따라 바뀔 수 있으며[3] 이는 하지관절의 각도를 변화시키므로 수행능력 및 부상방지도 영향을 미치게 된다. 또한 대부분의 사이클 연구가 최대 또는 최대하 조건에서 진행되고 있는 것을 고려하였을 때 최대 및 최대하 운동 시 실제 하지 관절 각도의 변화에 대한 고찰과 정밀한 분석이 필요한 시점이다.

따라서 본 연구는 국내 사이클 선수들을 대상으

로 35°, 30°, 25°의 무릎각도별 안장높이로 최대 및 최대하 페달링을 수행하고, 하사점에서의 고관절 각도, 무릎 각도, 발목 각도를 비교·분석 하였으며, 이를 통해 최대 및 최대하 운동에 따른 하지분절 각도의 변화에 대한 기초자료를 제공하는데 목적을 두었다.

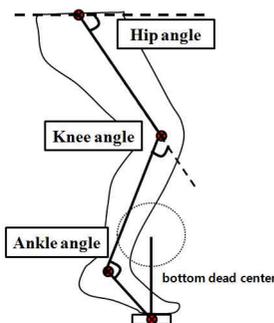


Fig. 1 Definiton of joint angles

2. 방법

2.1 실험방법

피험자는 국내 사이클 선수 7명(Age : 34.3±3.5, Height : 174.2±4.6, Weight : 82.5±7.2)을 대상으로 실시하였다. 모든 실험은 프레임사이즈 및 안장높이의 조절이 가능한 고정형 사이클을 사용하여 피험자의 기존 자전거의 프레임 사이즈와 동일하게 하였다. 페달링 시의 동작 측정을 위해 3차원 동작 분석기(Motion analysis Corpa., USA) 6대를 사용하였으며, Plug-in marker set을 통해 하지관절의 중심에 9mm의 마커를 부착하였다. 실험은 시상면의 하사점에서의 3가지 무릎각도(35°, 30°, 25°)에 따른 안장높이를 설정하였다. 실험에 앞서 10분간의 warm-up을 실시 한 뒤, 각 안장높이에 따라

10초간의 최대운동 및 3분간 90RPM의 최대하 운동을 실시하였다. 각 실험 간에는 30분 이상의 충분한 휴식을 취하였다.

2.2 분석 방법

3차원 동작 분석기를 통해 획득된 모션 데이터를 사용하여 <Fig. 1>과 같이 하사점에서 고관절 각도, 무릎 각도, 발목 각도를 계산, 분석하였다. 모든 변인에 대한 계산은 Matlab v7.7 (Mathwork Inc., USA)을 이용하였으며 최대 및 최대하 운동 간의 통계적인 유의차를 확인하기 위해 SPSSv19 (SPSS Inc., USA)를 사용하여 Paired t-test를 수행하였다. 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 하였다.

3. 결과 및 논의

무릎각도법을 이용한 최대 및 최대하 페달링 시 하사점에서 각 관절의 각도변화는 <Table 1>에 나타내었다. 최대 및 최대하에 따른 관절각도 비교 시 고관절에서는 35°, 30°에서 유의한 차이가 낮으며 25°에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 무릎관절에서는 30°, 25°에서 유의한 차이가 낮으며 35°에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 발목관절에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 25°에서의 고관절과 35°에서의 무릎관절에서 유의한 차이가 나지 않았으나 모든 안장높이에서 고관절과 무릎관절은 최대 및 최대하 페달링 시 모든 안장높이에서 차이가 있음을 알 수 있으며<Table 1>, 이는 분속수에 따라 페달링 자세가 변화했음을 의미한다. 최대 운동 시 무릎관절의 각도는 피팅 시 의도했던 35°, 30°, 25°와 상당한 차이가 있으며, 특히 35°에서 권장 무릎각도인 35°~25°를 벗어나 부상의

Table 1 Joint angle on the lower limb during maximal and submaximal pedaling

		Sub	Max	p-value
Hip	35	67.69±2.01	70.57±3.18	0.020*
	30	69.86±2.41	72.65±3.27	0.013*
	25	71.74±2.51	73.51±4.13	0.067
Knee	35	35.72±2.15	38.06±2.59	0.052
	30	32.29±2.51	34.49±2.31	0.044*
	25	28.40±2.48	31.91±3.24	0.004*
Ankle	35	104.95±5.92	105.41±5.98	0.997
	30	106.21±5.34	107.33±6.31	0.874
	25	108.42±4.98	109.10±5.19	0.811

위험성이 높아짐을 알 수 있다. 또한 고관절 각도의 유의한 차이는 하지관절 각도와 근활성화의 유의한 상관관계[4]가 있음을 미루어 보았을 때 페달링 수행능력에도 영향을 미칠 것으로 사료된다.

4. 결론

본 연구에서는 국내 사이클 선수를 대상으로 무릎각도법에 의한 사이클 안장높이 선정 시 최대 및 최대하 운동에 따른 하지관절의 각도를 비교 분석을 하였다. 그 결과 발목관절에서 유의한 차이가 나타나지 않았으나 고관절과 무릎관절의 각도에서 유의한 차이가 나타났다. 하지 관절의 각도가 부상방지 및 수행능력에 영향을 미치는 것을 고려하였을 때 무릎각도법을 이용한 안장높이 선정 시 사이클 선수의 종목을 고려하여 적용되어야 하겠다. 특히 최대 운동 시 무릎각도는 피팅 시 의도했던 각도를 벗어나 부상의 위험이 높으므로 무릎각도법을 이용한 페달링 자세 연구 시 분속수를 고려하여 진행할 것을 제안하는 바이며 향후 보다 정확한 연구가 진행되기 위해 부하별 연구가 수행되어야 할 것이다.

후기

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업업(No.2012R1A1A4A01008158).

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.
- Sanderson, D. J., Martin, P. E., Honeyman, G. and Keefer, J., "Gastrocnemius and soleus muscle length, velocity, and EMG responses to changes in pedalling cadence," Journal of Electromyography and Kinesiology, **16(6)**, 642-649.
- 서정우, 최진승, 강동원, 배재혁, 탁계래, "사이클 페달링 시 안장높이에 따른 하지 관절 각도와 근육활성화의 상관관계," 한국운동역학회지, **22(3)**, 357-363, 2012.