

안장높이에 따른 페달링 파워구간에서의 대퇴근육 활성도 분석

Analysis of Thigh Muscle Activities by Saddle Height During Power Phase Pedaling

*서정우, #탁계래, 최진승, 강동원, 배재혁

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

Key words : Pedaling, Electromyography, Saddle height, Knee angle, Power phase

1. 서론

사이클 주행 시 페달링 자세는 부상을 방지하고 경기력을 향상시키는 중요한 요인이 된다. 페달링 자세를 변화시킬 수 있는 다양한 변인들 중에서 안장높이의 조절은 하지 관절의 각도를 변화시켜 관절이 가동 되는 범위를 결정하게 되며 근육의 활성화 및 비활성화 시점이나 크기와 같은 근육의 특성은 관절 가동범위의 영향을 받게 된다. 근육이 생성하는 힘은 페달을 통해 크랭크에 전달되고 크랭크의 저항과 관성을 극복하여 에너지로 전환된다. 여기서 근육 힘의 크기, 활성화되는 패턴과 같은 특성을 확인하기 위해 근전도 신호를 측정하고 이를 통해 페달링 수행의 적합성을 평가한다. 사이클 페달링시 안장높이에 따른 근육의 기능에 대한 다양한 주장이 있었다. Houtz는 안장의 높이가 근육활성도 시점에는 영향을 미치지 않지만 안장이 높을수록 효율적인 페달링을 수행한다고 주장하였으며[1], Ericson은 안장의 높이와 근육 활성화는 근육의 종류에 따라 다르다고 하였다[2]. 이처럼 안장의 높이는 페달링시 근육에 영향을 주는 중요한 변인으로 작용하지만, 적정 안장높이(무릎관절 각도 : 35°~25°)에 따른 근육활성도의 차이는 살펴보지 않았다. 이에 본 연구에서는 적정 안장높이에 따라 페달링 파워구간(power phase)에서 활성화되는 외측광근(Vastus lateralis)과 대퇴이두근(Biceps femoris)을 살펴보았다.

2. 방법

2.1 실험 방법

실험은 경륜 선수 7명(Age : 34.8±3.5, Height : 171.9±4.1, Weight : 82.5±7.2.) 을 대상으로 수행하

였으며 자동승차조절기와 적외선 카메라 6대로 구성된 3차원 동작분석시스템(Motion Analysis Corp., USA)을 사용하였다. 안장 높이 변인을 설정하기 위해 무릎관절 각도를 35°, 30°, 25° 세 가지로 선정하였고 정확한 각도를 맞추기 위해 페달링 수행중인 동적 상태에서 3차원 동작분석시스템을 이용하여 각도를 측정하며 안장의 높이를 조절하였다. 무릎관절 각도별로 3분간 2회씩 반복실험하였으며, 90rpm에 맞추기 위해 Tacx사의 I Magic trainers 프로그램과 페달파워 측정기인 SRM (Schoberer Rad Messtechnik, Germany)을 사용하였다. 근전도 측정을 위한 표면전극 부착부위는 우측 하지 대퇴부 근육인 외측광근과 대퇴이두근이며 근전도 전극 부착지점을 면도 후 소독하여 부착하였다. 근전도(Trigno wireless EMG systems, DELSYS, USA)는 3차원 동작분석시스템과 동기화(synchronization) 하여 1200Hz 샘플링 주파수로 데이터를 획득하였다.



Fig. 1 The scene of experiment & Knee Angle

2.2 분석 방법

측정된 모든 근전도 데이터는 잡음을 제거하기 위해 4차 0지연 butter-worth filter를 이용하여

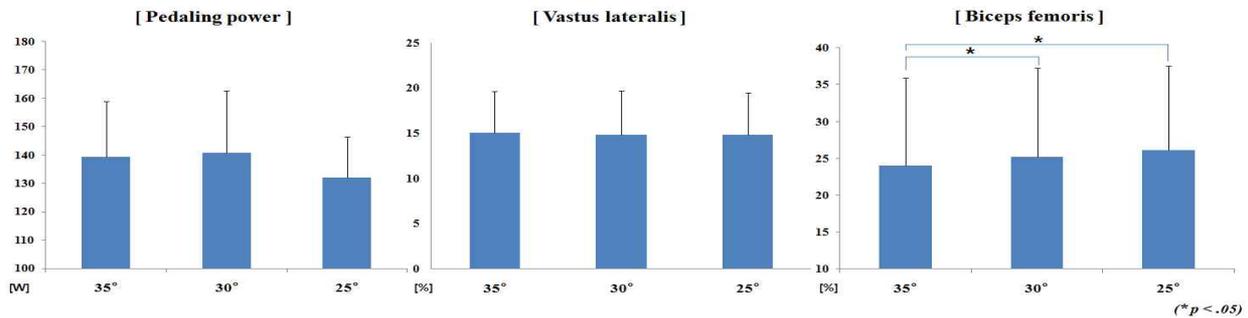


Fig. 2 Results of saddle height by mean power[w] & mean of muscle activation[%]

15~500 Hz bandpass로 필터링하였다. 또한 전파 정류(full wave rectification)를 실시하고 40 ms 의 평균을 이용하여 평활화(smoothing)하였다. 각 근육별 표준화(normalization)작업을 위해 Sprint MVC(Maximal Voluntary Contraction)method를 사용하였다[3]. 이는 최대속도 페달링시 최고치를 추출하여 이를 최대 근 수축력으로 설정하는 방법이다. 페달링 파워구간에서 무릎관절 각도에 따른 근육 활성도의 전체 합을 백분율로 산출하여 통계적인 유의차를 확인하였다(IBM SPSS statistics19,USA).

3. 결과

페달링시 파워를 측정하여 모든 피험자가 90rpm을 유지하였고, 이때 파워는 동일함을 확인 하였다(Fig.2). 파워구간인 크랭크를 회전하는 페달암(pedal arm)의 각도가 가장 높은 위치 0° (Top Dead Center, TDC)부터 가장 낮은 위치 180° (Bottom Dead Center, BDC)사이에서 전체 피험자의 활성화도 총 합에 대한 평균을 나타내었을 때, 외측광근의 경우 무릎각도 35°, 30°, 25°에서 각각 15.07%, 14.81%, 14.82%를 보였고, 대퇴이두근의 경우 각각 23.99%, 25.22%, 26.10%를 나타냈으며 대퇴이두근에서만 통계적인 유의차를 보였다 (p<.05).

4. 토의 및 결론

대퇴이두근은 상대적으로 낮은 안장의 높이 (무릎관절 각도 35°)가 중간 높이(무릎관절 각도 30°)와 상대적으로 높은 높이(무릎관절 각도 25°)를 비교하였을 때 유의차를 보였고 외측광근의 경우 안장높이에 대한 근육활성도의 통계적인 유의차는 없었다. 일반적으로 페달링 파워가 동일할 경우 근육 활성도가 낮을수록 효율적이다

[4]. 안장의 높이가 높아지면 무릎의 굴곡과 신전의 범위가 커지게 되고 페달링시 근육 피로도가 증가하여 효율성이 떨어지게 된다. 안장의 높이는 대퇴 주동근인 외측광근 보다는 길항근인 대퇴 이두근의 활성화도에 영향을 있음을 확인하였으며, 대퇴이두근의 관점에서는 무릎관절 각도가 35° 일 때의 안장 높이가 상대적으로 적절한 높이라고 할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 페달파워와 상관성이 높은 대퇴근육 관점에서의 활성화도를 살펴본 것이므로[4] 적정 안장높이를 선정하기 위해 에너지 효율성 및 다양한 근육의 활성화도에 대한 다각적인 분석이 필요하겠다.

후기

위 논문은 문화체육관광부의 스포츠산업기술 개발사업에 의거 국민체육진흥공단의 국민체육진흥기금을 지원받아 연구 되었습니다.

참고문헌

1. Houtz, S. J., Fischer, F. J., "An analysis of muscle action and joint excursion during exercise on a stationary bicycle," J Bone joint Surg Am, 123-131, 1959.
2. Ericson, M., "On the biomechanics of cycling. A study of joint and muscle load during exercise on the bicycle ergometer," Scand J Rehabil Med Supply, 16, 1-43, 1986.
3. Albertus K, Y., Tucker, R., Derman, Wayne., Lambert, M., "Alternative methods of normalising EMG during cycling," J of EMG and Kinesiology, 20, 1036-1043, 2010.
4. Hug, F., Dorel, S., "EMG analysis of pedaling: A review," J of EMG and Kinesiology, 19, 182-198, 2009.