

심박변이도의 운동부하 의존성

권정훈*, 김철승, 엄광문(건국대 의학공학부)

Work Load Dependency of Heart Rate Variability (HRV)
J. H. Kwon*, C. S. Kim, G. M. Eom (Biomedical Eng., Dept., KGU)

ABSTRACT

The purpose of this work is to investigate the effect of work load on heart rate variability (HRV) which is widely used marker of the autonomic nervous system activity. Average heart rate, rating of perceived exertion, and the power spectrum of heart rate variability were investigated in seven healthy males during exercise at various work loads. The subjects were divided into two groups according to the average heart rate during exercise, group 1 with lower heart rate and group 2 with higher heart rate. HF component showed decrease followed by increase with workload. Accordingly, the LF/HF ratio showed increase followed by decrease with workload. The peak in LF/HF ratio of group 1 was at the lower workload than that of group 2.

Key Words : Heart rate variability (심박변이도), autonomic nervous system (자율신경계), cardiovascular fitness (심혈관 기능), sympathetic (교감신경), parasympathetic (부교감신경)

1. 서론

불규칙한 심박수의 박동간 변동(beat-to-beat fluctuation)은 일반적으로 심혈관계 기능을 조정하는 교감신경계와 부교감신경계의 상호작용으로 발생되어 진다. 이런 심박동의 변화를 심박 변이도 (HRV)라 한다. HRV의 이용하여 내, 외적인 환경 요인에 의하여 미세하게 변화하는 자율 신경계의 변화를 정량적으로 분석함으로써 스트레스에 대한 인체의 반응을 분석하고, 현재의 건강 상태 및 정신 생리학적 안정 상태를 파악하는데 사용되어지고 있다.

생리학적인 측면에서 저강도의 운동 시 부교감신경의 억제(withdrawal)로 심박수를 높이고, 중강도 이상의 운동 시 교감신경의 활동으로 심박수를 높인다. HRV를 이용하여 운동 중 자율신경계의 변화에 관한 연구가 진행되고는 있으나 아직은 정확하게 밝혀진 것은 없는 실정이다.

본 연구에서는 운동 중 심박변이도를 분석하여 운동 강도별 자율신경계의 반응을 조사하고자 한다.

2. 방법

2.1 실험 대상자 및 실험 절차

정상인(25.6±0.5[yr], 남자)을 대상으로 실험하였

고 cycle ergometer를 사용하여 50, 75, 100, 125, 150W의 운동부하로 60rpm의 속도를 유지하며 실험을 실시하였다. 랜덤하게 결정된 부하를 이용하여 하루 두 번 일정한 시간에 5분 동안 실시하였다. 이전 실험에 의한 피로에서 회복이 되고 자율신경계의 기능이 정상으로 복귀되는 시간을 고려하여 4시간의 시간 차이를 두고 실험을 실시하였다. 운동 중 심박수 측정은 Biopac을 이용하였다.

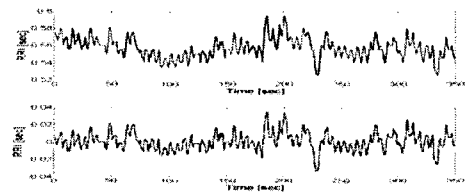


Fig. 2 \hat{R}_i series(upper) and \tilde{R}_i series(bottom)

2.2 HRV의 주파수 분석 방법

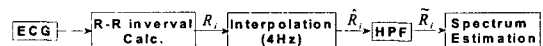


Fig. 1 block diagram of HRV spectrum analysis

RR interval(R_i)을 cubic interpolation 방법으로 4Hz

의 주기적 신호(\hat{R}_i)로 변환하였고(그림1), 저주파 성분이 포함되어 smoothness prior 방법²을 사용하여 저주파 신호를 제거한 후 스펙트럼분석(Autoregressive algorithm,그림2)하여 세 가지의 대역(VLF: <0.04Hz, LF: 0.04~0.15Hz, HF: >0.15)으로 구분하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 심폐기능의 평가

그림 3은 운동 전후의 심박수의 변화를 이용하여 계산한 인지운동강도(rating of perceived exertion: RPE)를 보여주고 있다. 동일한 강도에서 운동시 group1의 경우 모든 강도에서 상대적으로 운동 강도를 낮게 인지하고 있고, 또한 적은 에너지를 이용하여 운동하였다고 판단할 수 있다. 이러한 결과를 이용하여 group1이 상대적으로 심폐기능이 좋다고 판단할 수 있다.

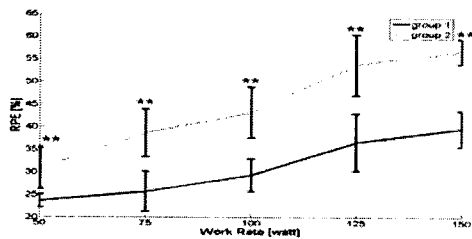


Fig. 3 RPE(solid line: group 1, dotted line: group 2)

3.2 HRV의 주파수 분석

그림 4에서 75W이하에서의 감소는 미주신경의 억제로 인한 것이고, 75W 이상의 증가는 기존의 연구결과와 일치하는 것으로 교감신경의 증가로 인하여 호흡이 빨라지게 된 영향일 것으로 추정되고 있다. 그림 5의 저강도에서 미주신경의 감소로 인하여 LF/HF비가 증가하게 되고, 중강도 이상일 경우 교감신경 자극으로 인한 호흡량의 증가로 인하여 HF의 증가로 나타나게 되어 LF/HF비가 감소하게 된다.

특히 그룹 간 피크는 group1은 75W, group2는 100W에서 나타난다. 즉, 평균심박수(Table 1)와 RPE(Fig. 3)에서 심폐기능이 더 좋다고 판단된 group1의 피크가 더 낮은 부하에서 발생한다.

이 결과로 운동 부하에 따른 자율신경계 기능을 심폐기능과 연계하여 종합적으로 평가할 수 있는 가능성이 있다고 보이나 구체적 평가지침을 마련하기 위해서 폐기능에 대한 검사 및 호흡관련 파라메터

모니터링을 실험에 추가하는 등의 추가적인 연구가 필요하다.

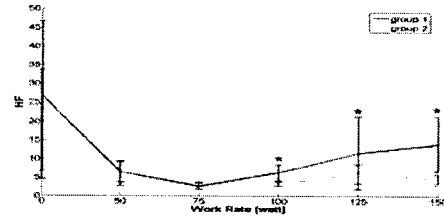


Fig. 4 HF component during exercise(solid line: group 1, dotted line: group 2)

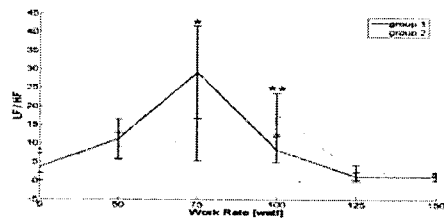


Fig. 5 the ratio between HF and LF during exercise(solid line: group 1, dotted line: group 2)

4. 결론

본 연구는 HRV를 이용한 운동중 자율신경계 기능을 심폐기능과 관련지어 평가하였다. 그 결과로 운동강도가 증가함에 따라 부교감신경의 활성도가 감소하나, 75W이상의 고강도 운동에서는 증가하는 것을 확인하였다. 또, 심폐기능의 차이가 LF/HF 피크의 차이로 나타남을 확인하였다.

후기

본 연구는 산자부의 지역산업기술 개발 사업의 지원(IH-3-14)으로 수행되었음.

참고문헌

1. Task force of the european society of cardiology and the north american society of pacing the electrophysiology, "Heart rate variability standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use," *Circulation*, Vol. 93, pp. 1043-1065, 1996.
2. Mika, P. T., Perttu O. R., and Pasi, A. K., "An advanced detrending method with application to HRV analysis," *IEEE Trans. Biomedical Eng.*, Vol. 49, pp. 172-175, 2002.