

# 일상생활중 심박과 운동량을 이용한 Cardiopulmonary Fitness 추정

윤치열, 현은제, 안중우, 김희찬, 윤형진  
서울대학교 협동과정 바이오엔지니어링  
서울대학교 의과대학 의공학교실

## Estimation of cardiopulmonary fitness by using heart rate and energy expenditure in daily life

C. Yoon, E. Hyun, J. Ahn, H. C. Kim, H. J. Yoon\*

Interdisciplinary program of Bioengineering, Seoul National University, Korea

Department of Biomedical Engineering, Seoul National University, Korea

\*hjyoon@snu.ac.kr

### Abstract

Cardiopulmonary Fitness (CPF) is important in health management. However, measurement of CPF needed professional equipment and operator of cardiopulmonary exercise test (CPET). Due to the difficulty of CPET measurement, there have been necessities to measure CPF in daily life without any specific protocol or professional equipment. We measure activity energy expenditure (EE) and heart rate (HR) in 4 consecutive days without specific exercise protocol. Maximum EE determined by HR was compared with VO<sub>2</sub>max and the estimation model was developed.

### 연구 배경

운동량 연산은 가속도신호를 이용해 운동량으로 환산하는 방법을 주로 이용[1, 2]하고 에너지를 얼마나 소모하였는지를 알 수 있다. 하지만, 운동량 측정기는 에너지 소모와 physical activity만 관리하기 때문에, exercise와 physical activity가 축적 되어 개인이 얼마나 건강해졌는지, 실제적으로 physical fitness 가 얼마나 개선되었는지를 확인하는 것은 불가능하다.

Physical fitness 중 하나인 심폐지구력 지표 (Cardiopulmonary fitness)는 physical activity를 수행하기 위해 혈액과 호흡을 통해 산소를 공급하는 능력에 관한 지표로써

endurance performance와 관련이 크며, 다양한 건강지표와 연계하여 분석하였을 때 사망률과도 밀접한 관계가 있음이 밝혀져 있다[3]. 일반적으로 CPF는 VO<sub>2</sub>max가 이를 대표적으로 설명한다고 알려져 있으며 운동을 통해 개선이 가능하다고 알려져 있다. 운동을 통해 CPF가 개선되면 사망률이 현저하게 줄어든다는 것이 증명되어[3], CPF가 적절히 관리되어야 함이 밝혀져 있다.

그러나 일반적인 CPF 측정법은 전문성을 요구하면서, 위험성이 따르기 때문에 일상생활에서 CPF를 확인할 수 있는 방법이나 장치가 필요하다. 본 논문에서는 가속도계와 심박 측정기를 동시에 착용하여 운동량과 심박을 일상생활 중 측정하고 이를 분석하여 CPF를 추정

하는 새로운 방법에 관해 연구한 결과를 서술하고자 한다.

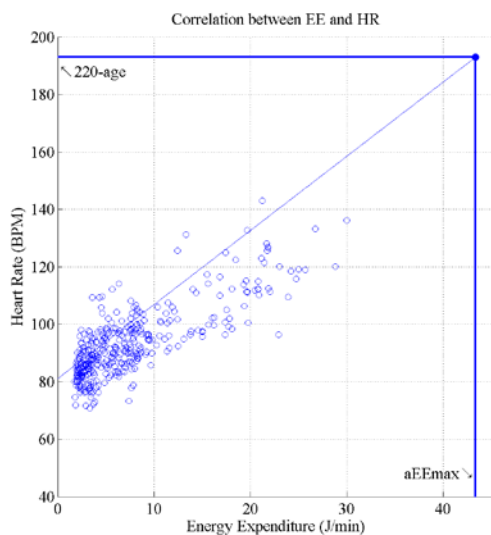
### 연구 방법

건강한 정상 남성 성인 18명을 대상으로 최대운동부하검사인 브루스 프로토콜을 수행시켰으며, 운동중의 호흡 가스를 분석하여 최대 산소 섭취량을 측정하였다.

이후 4일동안 3축 가속도, 심박 통합 센서를 좌측 가슴에 부착하고 수면시나 물에 관련된 활동을 제외한 모든 시간 동안 센서를 착용한 상태로 일상적인 생활을 할 수 있도록 요구하였다.

측정된 가속도 신호는 비선형적 운동량 계산식[1, 2]에 근거하여 1분당 운동량(J/min)으로 변환되었으며, 심박수 역시 1분동안의 평균 심박수(BPM)으로 변환하였다. 1분동안의 운동량과 심박수간의 상관관계를 확인하여 피험자별로 차이가 있는지를 파악하였다. 또한 운동량과 심박수의 상관관계로부터 추출한 최대 운동량을 이용하여 피험자의 최대 산소 섭취량과의 관계를 분석하였다.

### 연구 결과



Correlation between Measured and Estimated VO2max

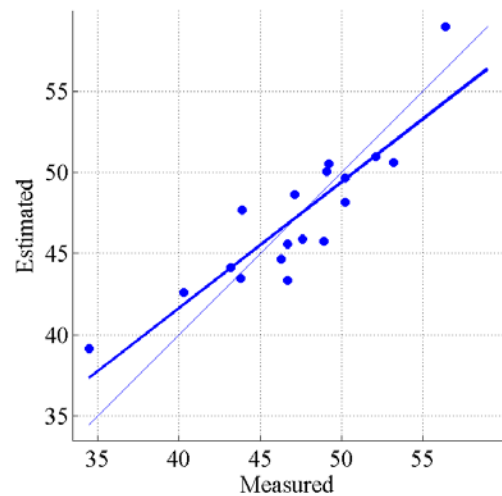


그림 1. (A) 한 개인의 4일간 운동량과 심박수, (B) 18명 피험자의 최대 운동량과 최대 심박수간의 상관관계를 통해 최대 운동량 연산으로 일상생활중에 CPF를 잘 추정할 수 있음이 확인되었다.

### Acknowledgements

이 연구는 국립중앙의료원 개인창의연구 전략 과제와 2013년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 수행된 연구임(No. 2005-2001287).

### 참고 문헌

- [1] Chen, K.Y. and D.R. Bassett, *The Technology of Accelerometry-Based Activity Monitors: Current and Future*. Medicine & Science in Sports & Exercise, 2005. 37(Supplement): p. S490-S500.
- [2] Chen, K.Y. and M. Sun, *Improving energy expenditure estimation by using a triaxial accelerometer*. Journal of Applied Physiology, 1997. 83(6): p. 2112-2122.
- [3] Lee, D.C., et al., *Mortality trends in the general population: the importance of cardiorespiratory fitness*. J Psychopharmacol, 2010. 24(4 Suppl): p. 27-35.