운동과 약물에 의한 심장 부하의 심자도 양상 비교

Magnetocardiogram difference between pharmacologic and exercise stress test

임현균, 김기웅, 권혁찬, 이용호, 김진목, 유권규, 김인선,
김원식, 임청무, 이상길, 정남식, 고영국

Hyun Kyoon Lim, Kiwoong Kim, Hyukchan Kwon, Yong-Ho Lee, Jin-Mok Kim, Kwon Kyu Yu, In-Seon Kim, Wuon-Shik Kim, Cheong Moo Lim, Sangil Lee, Namsik Chung*, Young-Guk Ko*

한국표준과학연구원 뇌인지융합기술연구단, *연세대학교 세브란스 심장병원 심장내과

ABSTRACT

심장의 박동수는 자율신경계에 있어서 매우 중요한 감성 지표가 되어 왔다. 정상인 심장박동수의 개인간 차이는 유의하게 다르지 않다. 그러나 심장병 환자는 건강한 사람들과 유의한 차이를 보이게 된다. 특히 허혈 초기에는 증상이 잘 나타나지 않기 때문에 일부러 심장에 부하를 주어서 허혈 유무를 판정하기도 한다. 부하를 주는 방법은 운동에 의한 운동부하검사, 약물에 의한 약물부하검사로 나뉜다. 신체조건 및 안정상 운동부하 검사가 불가능한 경우에는 약물을 이용한다. 심전도를 이용한 심장부하 연구는 많이 수행되어 왔으나 심자도 연구는 초기단계이다. 본 연구에서는 20 대 정상인 20 명과 협심증 환자들 27 명에게 약물 부하를 유도하여 나타난 심박수, 심자도의 차이를 비교하였다. 또한 8 명의 정상인을 대상으로 가혹한 운동부하를 일으켜 최대 부하상태에서 안정 상태까지 이르는 과정을 심자도로 관찰하였다. 결과로서 운동부하 검사에서 야기되는 스트레스의 정도는 약물로 얻어지는 부하에 비해 유의하게 큼을 알 수 있었다. 또한 약물 스트레스는 정상인의 심장 전기생리학적 변화는 미미하지만 일부 허혈 환자들에게서는 유의한 차이를 보였다. 미약한 약물 스트레스에 대해 변화되는 정도가 심자도에 관찰되어 허혈 검사에 사용 가능성을 보였다.

Keyword: 심자도, 운동부하, 심장 박동수, 허혈판정

1. 서론

정상인의 심박수는 일반적으로 성인의 경우 1 분에 60-80 회 정도인 것으로 알려져 있다. 다양한 환경에 따라 변하게 되는 심박수 변이도 (heart rate variability: HRV)는 여러 연구에서 피시험자의 상태를 측정하는 지표로 이용되어 왔다. 운동의 의해 증가되는 심박수의 증가 정도를 피시험자의 나이와 함께 고려하여 운동부하의 정도로서 가장 빈번하게 측정되고 있다. 자율신경계의 변화측정도 이용되어[1] 가장 편안함을 느끼는 온도를 측정하는 지표로 이용되기도 하고[2], 심리적 지표로 사용되어 노인 우울증에 따라 심박수가 변하는지도 측정되기도 한다[3]. 일반적으로 운동에 의한 부하의 정도를 심박수 변이도와 함께 심전도를

사용하여 정량적으로 측정한다. 본 연구에서는 심전도보다 공간해상도가 매우 뛰어나고, 비접촉식인 심자도 (Magnetocardiogram, MCG) 장치를 이용하여 심장의 부하의 정도에 따라 어떤 변화가 발생하는지 연구하였다.

2. 연구 방법

2.1. 측정장치

심자도 장치는 한국표준과학연구원에서 개발한 64 채널 장치를 사용하였다(그림 1). 본시험에 사용된 MCG 장치의 센서는 평면형 일차 미분계 형태로서 가슴표면의 접선 성분을 측정한다. 이장치는 0.1 Hz 의 고주파 통과 필터 및 100 Hz 의 저주파 통과 필터, 그리고 60 Hz 의 노치 필터가 사용되었다. 심장의 미약한 신호를 외부의 잡음으로부터 보호하기 위해서 모든 신호는 자기차폐실 내부에서 이루어졌다. 30 초 동안 측정된 데이터는 R-파를 중심으로 중첩되어 평균화되어 분석되었다.

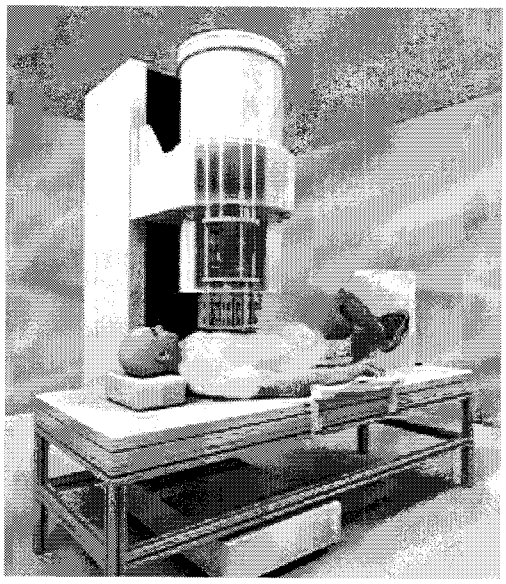

그림 1. 심자도 장치 및 측정 장면

2.2. 피시험자

심자도 본 시험에는 20 대 정상인 남자 20 명 (평균연령 26.3±4.9 세), 50~60 대 협심증환자 27 명 (평균연령 64.5±8.6 세)이 약물에 의한 심장 부하 시험에 참가하였다. 또한 운동부하에 의한 시험에는 8 명의 정상인 (남자, 36.3±9.4 세)가 참가하였다. 모든 시험과정은 세브란스 병원의 임상시험절차 및 동의서에 서명한 후 이루어졌다.

2.3. 약물과 운동에 의한 심장 부하

약물에 의한 심장부하는 심근 허혈 진단에 일반적으로 많이 사용되는 Adenosine 이 사용되었다. 약물의 투여는 의료전문가에 의해 이루어졌으며, 피시험자의 체중에 비례하여 투여하였다 (0.28 cc / kg).

운동에 의한 심장부하는 우선 운동하기 전의 정상상태에서 심자도를 측정하여 참고값으로 사용하였다. 이후 자기차폐실 외부에서 줄넘기 500 회를 마친 후 차폐실에 입실하여 심장부하 후 변화하는 모습을 측정하였다.

2.4. 분석

모든 피시험자에 대하여 심박수의 변이도를 약물 투여 전, 후를 비교하였다. 맥박수에 따른 심부하 계산은 아래 표준맥박수 계산법을 사용하였다 (식 1, [4:5]).

표준맥박수 = (최대맥박수−안정맥박수)X 강도 +안정맥박수 ---------- (1)

여기서 최대 맥박수는 karvonen 의 최대 심박수 예측법인 "220−나이" 를 사용하였음.

MCG 의 허혈판정용 변수가 별도로 여러 개 있으나[6:7], 본 연구에서는 심박수 변화를 주된 변수로 분석하였고, 특별히 T-파 정점에서의 자기장 맵의 변화를 비교하였다.

표 1. 약물 및 운동 전후의 심장 부하 정도

	평균연령	맥박수 Adenosine		Stress 강도
		전	후	
정상인 (20명)	26.3 ±4.9	75.6 ±6.9	96.8 ±8.6	17.9 + 5.7 %
환자 (27명)	64.5 ±8.6	62.0 ±7.7	75.4 ±11.1	14.2 ± 9.4 %
정상인 (8인-줄넘기)	36.3 ±9.4	69.0 ±7.0	121.5 ±16.9	46.5 ± 12.9 %

3. 결과

3.1. 약물에 의한 심박수 변화

정상인의 심박수는 안정 상태에서 분당 75.6±6.9 회였고, 최대 심박수는 약물 투여시작 4-5 분경에 이루어졌다. 최대 심박수 평균은 96.8±8.6 회였다. 협심증 환자 그룹의 맥박수는 약물투여 전 분당 62.0±7.7 회에서 투여 후 75.4±11.1 회로 늘었다. 스트레스의 강도는 정상인이 17.9 %, 환자가 14.2 % 였다. 반면 운동에 의한 부하는 매우 커져서 운동 전후 맥박수는 약 69 회에서 121.5 회로 증가하였다 (표 1, 그림 2~3 참조). 운동에 의한 부하는 그 지속되는 시간도 오래 걸려서 30 분 이후까지 처음상태로 돌아오지 않았다 (그림 4 참조).

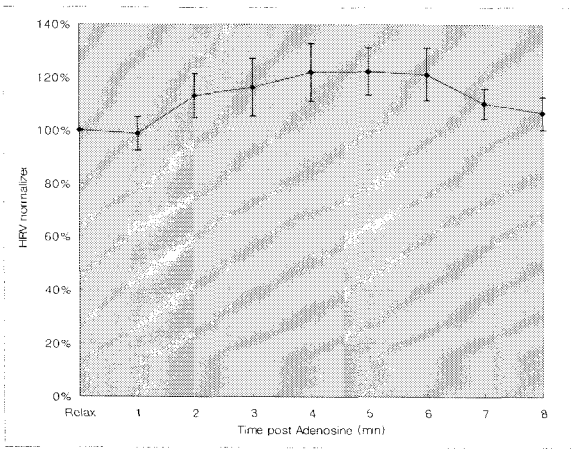

그림 2. 정상인의 약물에 의한 맥박수 변동

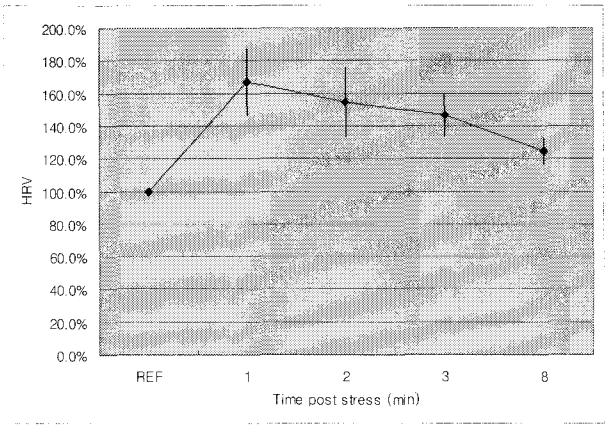

그림 3. 정상인 운동에 의한 맥박수 변도

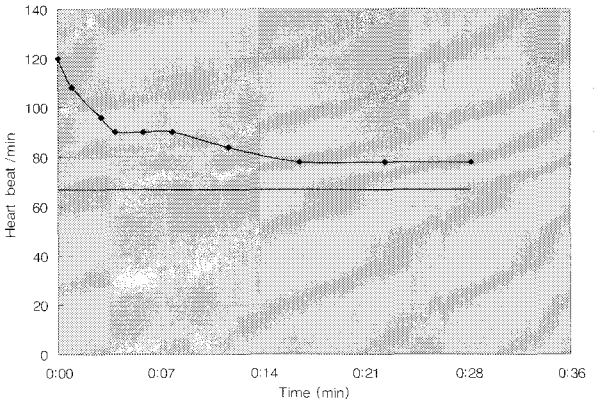

그림 4. 정상인 운동부하에 의한 심장 맥박수 변화. 운동 후 30 분 동안 변화임.

3.2. 심자도 분석

약물 투여에 따른 심자도 자기장맵의 변화는 정상인에게서는 크게 달라지지 않았다. 그러나 협심증 환자에 있어서는 심각한 변화를 보이는 환자도 있었고, 그렇지 않은 환자들도 있었다. 심각한 변화를 보이는 환자의 예가 그림 5 에 보여지고 있다. 운동에 의한 정상인의 심자도 역시 약간의 변화가 관찰되었다.

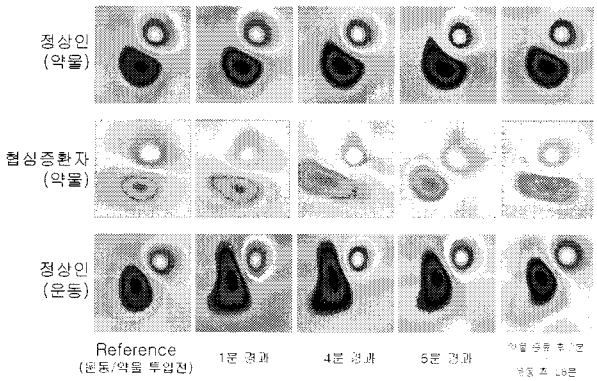

그림 5. 시간 경과에 따른 심자도 자기장 맵의 변화. 약물 및 운동에 의한 심장 부하로 인하여 자기장 맵의 형태가 변화됨을 알 수 있음.

4. 논의

약물 혹은 운동에 의한 심장 박동수의 변화는 심근에 부여되는 부하를 측정하는데 매우 중요하다. 본 연구에서는 정상인과 협심증 환자에게 약물을 사용한 부하와 운동에 따른 부하에 의해 심장박동이 얼마나 달라지는지 측정하였다. 약물의 경우는 심부하 정도가 높지 않았고, 약물 중단 이후 심장 박동수는 정상으로 돌아왔다. 그러나 운동의 경우는 30 분이 경과되어도 정상시의 심장 박동보다 높은 박동수를 유지함이 관찰되어 알려진 바와 같이 환자에게 위험을 초래할 수 있음을 알 수 있었다. 어떠한 상태의 협심증 환자에게 약물의 효과가 더 있었는지에 대한 추후 연구가 요구된다.

참고문헌

[1] Lauer, M.S. (2009). Autonomic function and prognosis. Cleve Clin J Med, 76 Suppl 2S18-S22.

[2] Lan, L., Lian, Z., Liu, W., Liu, Y. (2008). Investigation of gender difference in thermal comfort for Chinese people. Eur J Appl Physiol, 102(4), 471-80.

[3] Jindal, R.D., Vasko, R.C., Jr., Jennings, J.R., Fasiczka, A.L., Thase, M.E., Reynolds, C.F., III. (2008). Heart rate variability in depressed elderly. Am J Geriatr Psychiatry, 16(11), 861-6.

[4] Miller, W.C., Wallace, J.P., Eggert, K.E. (1993). Predicting max HR and the HR-VO2 relationship for exercise prescription in obesity. Med Sci Sports Exerc, 25(9), 1077-81.

[5] Maeda, F., Keenan, J.P., Tormos, J.M., Topka, H., Pascual-Leone, A. (2000). Interindividual variability of the modulatory effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on cortical excitability. Exp Brain Res, 133(4), 425-30.

[6] Lim, H.K., Chung, N.S., Kim, K., Ko, Y.G., Kwon, H.C., Lee, Y.H. et al. (2007). Can magnetocardiography detect patients with non-ST-segment elevation myocardial infarction? Ann Med, 39(8), 617-27.

[7] Lim, H.K., Kwon, H., Chung, N., Ko, Y.G., Kim, J.M., Kim, I.S. et al. (2009). Usefulness of magnetocardiogram to detect unstable angina pectoris and non-ST elevation myocardial infarction. Am J Cardiol, 103(4), 448-54.