

중층 경혈점에서 펄스 자기장자극의 영향에 대한 PPG와 HRV분석

서주연, 김재현, 김영진, 김성현*, 이진용, 황도근, 이현숙
상지대학교 보건과학대학 한방의료공학과

1. 서론

강한 펄스자기장 자극은 비침습적이고 심부 깊숙이 신경 및 근육을 자극할 수 있어 침에 대해 거부감이 있는 사람에게 치료효과를 높일 수 있다고 보고되고 있다[1]. 또한 한의학에서 신경정신 안정을 위해 시침하는 경혈점인 소충과 중충에 펄스 자기장 자극을 가해서 얻은 뇌파실험을 통해 특정자극시간에 심리적 평안상태에서 출현하는 알파파가 증가하는 것을 볼 수 있다[2].

자율신경계에서는 심혈관계활동과 관련된 교감신경계와 부교감신경계의 길항작용으로 혈압, 심박동, 심박변이도(heart rate variability: HRV)등의 변화를 유발한다고 알려져 있다. 그 중 HRV는 심전도(Electrocardiogram : ECG)의 QRS파형에서 R 피크간격(RRI) 변화를 분석하여 자율신경계 시스템의 변화 정도를 추정할 수 있는 평가 지표로 활용된다[3]. HRV 변수에는 시간영역에서의 분석인 평균심박수, 심박표준편차(SDNN), 심박표준분산(RMSSD)와 주파수 영역에서의 분석인 저주파(LF), 고주파(HF) 및 저/고주파비(ratio of low/high frequency: LHR)등이 있다. 이러한 HRV에 의한 방법은 인체의 상태를 비침습적으로 간단하게 측정하고 또한 정확도가 높아서 많은 연구에서 이 방법을 채택하고 있다[4].

심혈관 반응 중 광용적맥파(Photoplethysmography : PPG)는 말초혈관에서 혈류파형을 측정하는 생리신호로 peak point를 검출할 수 있는데 이러한 peak point의 간격변화(PPI)가 ECG의 RRI와 유사한 특징을 가지므로 맥파변이도(pulse rate variability: PRV)를 구할 수 있다. 여러 연구결과에 의하면 ECG 측정이 어려울 경우 PRV가 HRV를 대체할 수 있다고 보고되었다[5].

본 연구에서는 강한 펄스자기장을 정신 신경 질환에 관련 있는 경혈점인 중충에 자극한 후 피실험자의 ECG와 PPG로부터 HRV와 PRV를 각각 측정하여 자율신경계반응 변화에 대한 연구를 비교분석 하고자 한다.

2. 실험방법

피실험자는 20세의 건강한 남성으로 데이터의 신뢰성을 위해 매일 같은 시간에 총 11회 실시하였다. ECG와 PPG 측정시 사용한 장비는 Biopac사의 MP35이며 Acknowledge를 이용하여 분석을 하였다. 샘플링주파수는 200 Hz로 설정하였다. 펄스자기장 자극기의 자기장 세기는 0.67 T 이고 transition time은 0.075ms 이다. 경혈점인 중충에 2분-5분까지 1분씩 자극시간을 변화시켜주면서 자극 전후의 ECG 와 PPG신호를 측정하였다. 측정된 ECG와 PPG 파형에서 각각 RRI 와 PPI를 추출한 후 8 Hz resampling 주파수로 Cubic Spline으로 보간을 하였다. 이것을 fast Fourier transformation (FFT)하여 얻어진 ECG와 PPG의 파워 스펙트럼밀도로 HRV와 PRV를 주파수 영역으로 분석하였다. 그림 1(a)와(b)는 확대한 ECG 와 PPG 원신호이며 (c)와(d)는 FFT를 이용하여 얻은 각각의 파워스펙트럼밀도를 그린 것이다.

3. 실험결과

HRV와 PRV의 스펙트럼에서 0.04-0.15Hz에서 나타나는 LF는 교감신경계의 활동과 혈압 조절 메카니즘과 관계있는 압수용체 반응을 나타내고, 0.15-0.4Hz에서 HF 파워는 부교감신경계 특히 미주신경의 활동과 호흡활동에 대한 정보를 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 각각 자율신경계의 교감신경과 부교감 신경의 활동성을

나타낸다. 본 연구에서는 심신 안정을 유도하는 경혈점인 중충에 강한 펄스자기장을 가한 후 그 효과를 측정하기 위해 자극을 가하기 전과 후의 LF와 HF를 자극시간에 따라 구하였다. 그림 2는 펄스자기장 자극시간에 따른 LF와 HF이다. HRV와 PRV 모두에서 LF 성분은 3분 이상 자극하였을 때 자극전과 비교하면 감소하고 있음을, HF 성분은 증가하고 있음을 볼 수 있었다. 이것은 중충에 펄스자기장을 자극하면 피검자의 부교감신경이 활성화되어 심신의 안정을 유도하였음을 보여준다. 또한 주파수 대역 분석을 통해 교감신경계와 부교감신경계의 우세정도를 나타내기 위해 LHR 변화를 측정하는데, LHR의 값이 작아지면 HF의 값이 상대적으로 커졌음을 나타내며, 이것은 부교감신경이 우세하게 작용했다고 볼 수 있다. 그림 3는 펄스자기장 자극시간에 따른 ECG 분석 결과로 얻어진 LHR값을 나타낸 것이다. HRV와 PRV 모두에서 3분 이상 자극시 LHR의 값이 자극전에 비해 감소함을 보여주고 있다. 그러나 5분의 자극에서는 자극전과 후의 차이가 감소함을 보이는 것은 자극시간 또한 교감신경을 억제하고 부교감신경을 활성화하는데 중요한 요인이라고 생각해 볼 수 있다. 즉 5분 이상의 반복자극은 자율신경계의 순응반응에 대한 결과로 해석할 수 있다. 이번 연구는 한 명의 피검자에 대해 11회 반복하여 얻은 결과이므로 이러한 결과에 대한 확신을 위하여 다양한 나이 계층과 성별에 대한 많은 피검자의 데이터가 필요하다.

4. 고찰 및 결론

본 연구에서 경혈점 PC9에 비침습적인 펄스자기장 자극을 가한 후 심신의 안정상태가 유도되었음을 HRV와 PRV 분석을 통하여 알 수 있었다. 또한 HRV와 PRV 분석 결과가 거의 유사하므로 펄스 자기장 자극으로 얻어진 PPG 신호가 ECG신호를 대체할 수 있다는 것을 보여주었다. 그러므로 경혈점에 강한 펄스 자기장을 가하는 것은 침습적이고 환자에 따라 거부감을 일으키는 침요법의 대체요법으로 생각해 볼 수 있다.

5. 참고문헌

- [1] E. Haker et al. *J. Auton. Nerv. Syst.* **79**, 52-59 (2000).
- [2] S. Kim, DG Hwang, and HS Lee, *IEEE trans. Magn.* **47 (10)**, 3060 (2011).
- [3] M. Malik, *Circulation* **93**, 1043-1065 (1996).
- [4] E. Vanoli, P. Adamson, Ba-Lin, G. Pinna, R. Lazzara, and W. Orr, *Circulation* **91**, 1918 (1995).
- [5] P. Shi, S. Hu and Y. Zhu, *J. Med. Bio. Eng.* **28 (4)**, 173 (2008).

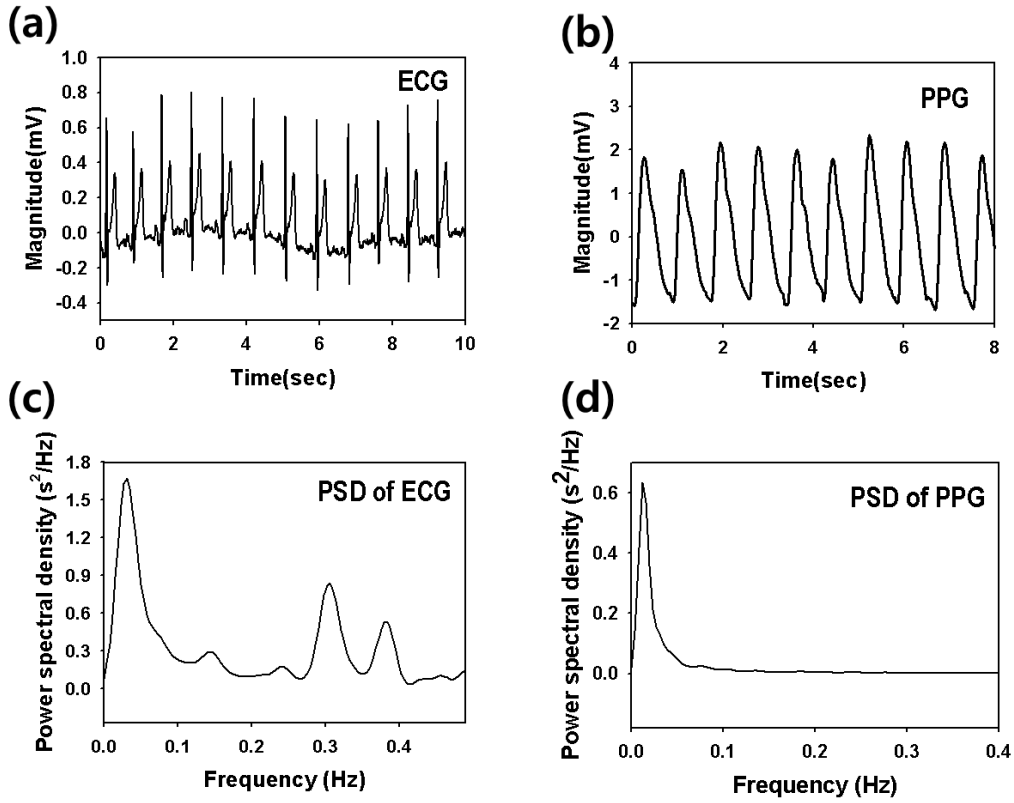


그림 1. 측정된 (a) ECG 와 (b) PPG 신호와 FFT를 이용하여 얻은 (c) ECG 와 (d) PPG 파워스펙트럼밀도

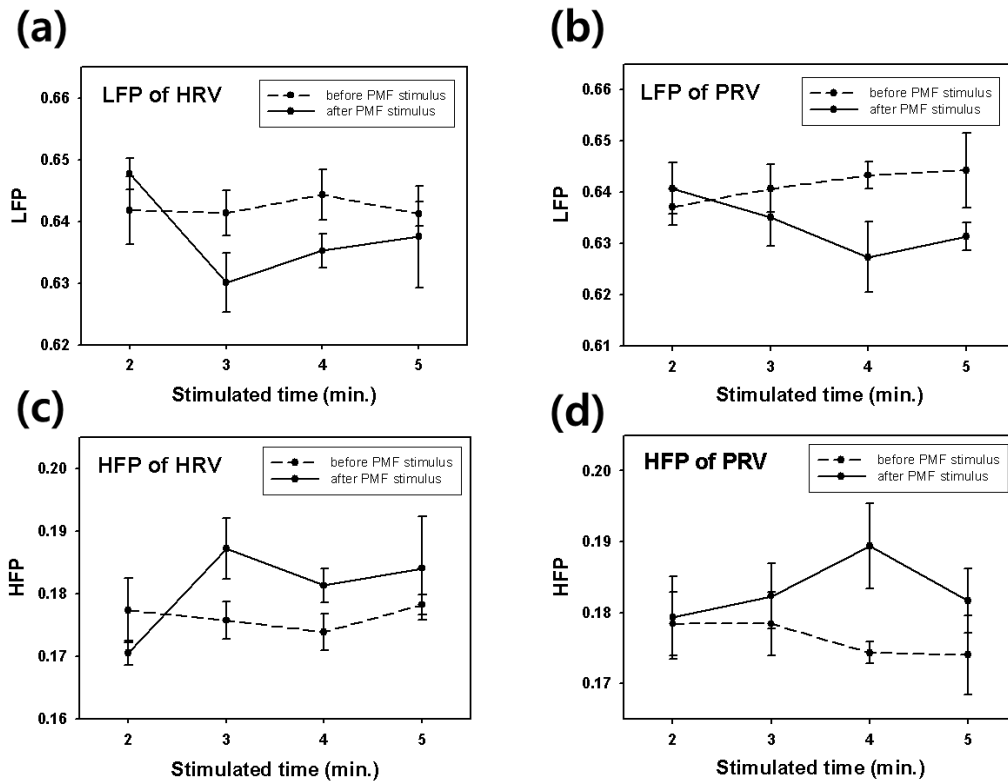
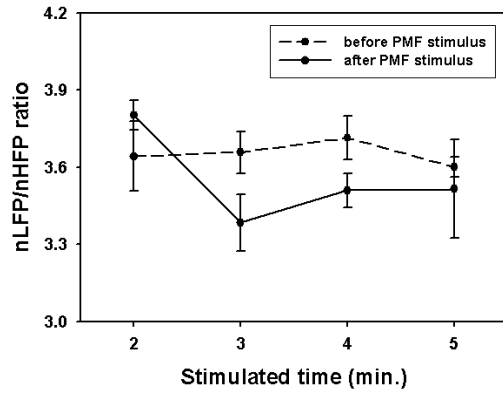


그림 2. 펄스자기장 자극시간에 따른 (a) HRV (b) PRV 로 부터 얻은 LFP 와 (c) HRV (d) PRV로 부터 얻은 HFP 분석 결과

(a)



(b)

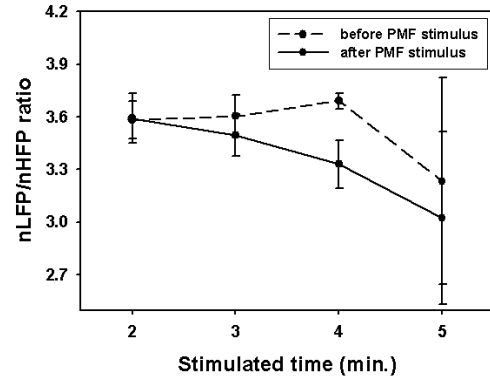


그림 3. 펄스자기장 자극시간에 따른 (a)ECG 분석결과로 얻어진 LHR (b)PPG 분석 결과로 얻어진 LHR