

펄스자기장 자극에서 PPG신호의 Power Spectral Density를 이용한 혈관탄성도 연구

김성현*, 이진용¹, 장태순¹, 황지현, 이현숙, 김선욱, 황도근

상지대학교 한방의료공학과

¹상지대학교 대학원 동서의료공학과

1. 서론

여러 실험연구에서 PEMF(Pulsed Electromagnetic field)가 생리학적 과정에 의미 있는 영향을 미치는 것으로 증명되었고[1,2], PEMF가 치유를 촉진하고 통증을 경감시키는데 관여한다고 생각되는 몇 가지 가설은 세포막을 통한 이온 등의 이동으로 식세포나 효소의 활성을 증가시키거나, 세포막의 탈분극과 막전위의 변화, 성장인자 분비, 칼슘이온 전달, 연골세포 합성 등[3-5]이라고 하나 아직 그 기전은 명확하지 않다. PEMF를 인체에 가하여 미세순환이나 혈류, 혈관의 변화를 현미경, 레이저 도플러를 이용하여 관찰하는 실험이 선행되었으며 [6], PEMF (27.12 MHz RF, 600pulses/s, 45min local exposure)를 가한 결과 혈류가 증가했다는 실험결과가 있다 [7,8]. 펄스자기장이 교감신경을 자극하여 소동맥과 전 모세혈관의 수축과 이완을 직접적으로 발생시키고 척수를 통해 뇌로 전달된 교감신호가 다시 피부 교감신경 혈관 수축 및 확장 섬유의 활동성에 영향을 주어 모세혈관 및 혈관에 혈액량을 증가시킬 수 있을 것이다.

본 연구에서는 말초 혈관에 펄스자기장을 인가하여 혈관 확장 및 수축으로 인한 혈류량 변화를 조사하기 위해 PPG (photo-plethysmography)를 측정하였다. PPG는 심장박동에 따라 혈관의 혈액량 변화를 빛의 흡수, 반사, 산란을 이용하여 측정하는 신호로서[9], PPG 신호를 PSD (power spectral density) 변환을 통해 혈관 노화도를 분석하여 펄스자기장의 영향을 조사하였다[10].

2. 실험방법

펄스자기장 자극에 따른 혈류량 변화를 조사하기 위해 손끝에 PPG 센서를 장착하고 30분 이상 안정을 취한 후 자극 전 1분, 자극 5분, 자극 후 1분을 측정하여 시간에 따른 변화를 관찰하였다. 손가락의 중심부를 자극하였고, 펄스 자기장자극기에 사용한 코일은 10 turn, 12×4.5 cm 타원형이고 자기장 세기는 0.48 T, Transition time은 0.102 ms이다. 자극은 1초 간격(1 Hz)으로 5분간 자극하였고 총 6회를 측정하였다. 코일온도 상승에 따른 혈관변화를 배제하기 위해 코일에 접촉하지 않도록 지그를 제작하였다. 측정된 PPG 신호를 PSD을 이용 주파수로 변환 분석하여 혈관 노화도의 변화를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

PPG 센서를 통해 얻어진 곡선은 말초혈관의 혈관 노화도를 관찰 할수 있다. 그림 1(a)와 같이 순수 측정값으로는 혈관 노화도를 분석하기 어렵기 때문에 그림 1(b)에 보여지는 것처럼 PDS 통해 주파수로 변환해서 그림 2와 같이 2 Hz~3 Hz 구간의 영역의 피크를 적분하여 얻어진 값으로 혈관 노화도를 분석했다. 표 1은 는 자기장 자극 후 3분에서 혈관 노화도가 떨어지는 경과를 보여주고 있다.

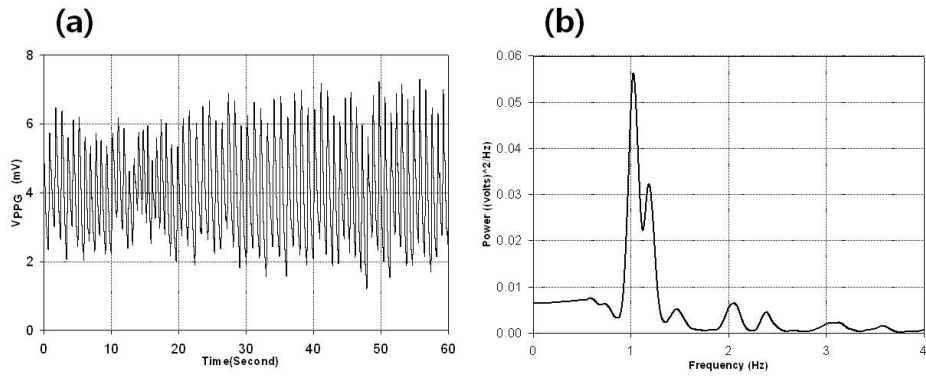


그림 1. (a) PPG 신호, (b) 주파수 변환 신호

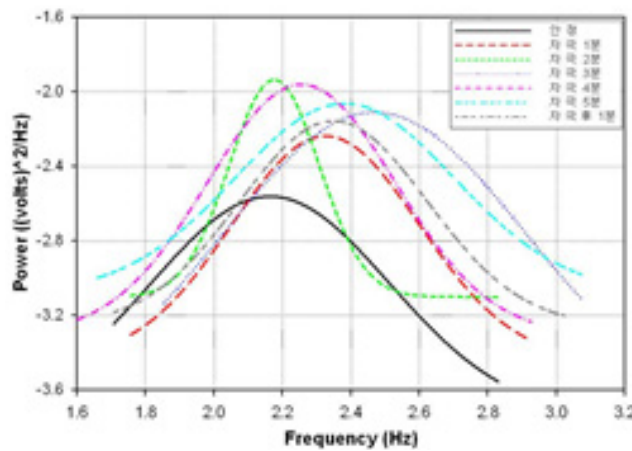


그림 2. 자극 시간별 PSD 변화

표 1. 자극 시간별 적분 결과

Time	Power
안정	-3.32514
자극 1분	-3.12461
자극 2분	-3.10427
자극 3분	-2.84588
자극 4분	-2.98205
자극 5분	-2.89993
자극후 1분	-3.04639

4. 결론

본 연구는 20대 중반 남성을 대상으로 하여 펄스자기장 자극이 혈관 노화도에 미치는 영향을 관찰하기 위한 것이다. 실험 결과에 따르면 펄스 자기장 자극 시간은 3분에서 가장 좋은 효과를 보이고 그 이후에는 자극 전의 혈관 노화도로 돌아가는 것을 관찰하였다. 이 연구를 바탕으로 보다 많은 대상으로 실험을 통해 비교한다면 펄스 자기장이 혈관 노화에 미치는 영향을 파악 할 수 있고, 인체에 가하는 자기장 자극의 적정 시간을 구체적으로 알 수 있을 것이다.

5. 참고문헌

- [1] J.C. Murray, R.W. Farndale, *Biochim Biophys Acta.* **838**, 98 (1985)
- [2] R. L. Smith, D.A. Nagel. *Clin Orthop.* **181**, 277 (1983)
- [3] A. A. Pilla, *Ann N Y Acad Sci.* **238**, 149 (1974)
- [4] A. A. Pilla, I. I. Kaufman, J. T. Ryaby. New York, Plenum Press. 39 (1987)
- [5] D. H. Wilson, *Br Med J.* **2**, 269 (1972)
- [6] T. Smith, D. Wong-Gibbons, J. Maultsby. *J Orthop Res.* **22**, 80 (2004)
- [7] H. N. Mayrovitz, P. B. Larsen. *Wounds.* **4**, 197 (1992)
- [8] H. N. Mayrovitz, P. B. Larsen. *Wounds.* **7**, 90 (1995)
- [9] J. G. Webster, WILEY, New York. 366 (1998)
- [10] J. G. Webster, Institute of Physics Publishing Ltd, London. 13 (1997)