

펄스자기장 치료기 코일프로브 개발

김성현^{1*}, 석효준¹, 이종력¹, 이진용¹, 이현숙¹, 황도근¹

¹상지대학교 한방의료공학과

1. 서론

펄스자기장은 ion 전해질이 있는 인체에 자기장이 가해지면서 생성된 와전류에 의한 치료방법으로 비침습적(non-invasive)이고 비접촉적(non-contact)인 특성과 심부 깊숙이 쉽게 침투하는 장점을 가지고 있어 말초신경 자극, 혈류개선, 통증치료 등 다양한 연구가 보고되어왔다[1, 2]. 특히 1979년, 골절치료 효과가 인정되어 미국 식약청(FDA) 승인을 얻은 후 다양한 통증치료에 사용되어 확대되고 있다. 그러나 현재 펄스자기장 치료기에 사용되는 코일프로브는 단순한 단일 평면코일 형태로 개발되어 인체의 다양한 환부에 따라 자극이 쉽지 않은 단점이 있었다. 특히 관절부위나 요실금발생 부위 등 특정부위 자극시 코일부에서 많이 떨어지므로 자기장의 세기가 급격히 감소하는 단점이 있어 전원부의 출력을 높여야 하는 부담을 안고 있다.

본 연구는 이러한 단점을 보완하는 펄스자기장 치료기용 코일프로브를 개발하기 위해 2차원 유한요소법으로 시뮬레이션 하여 적합성을 판단하고 제작한 후 자기장 분포를 측정하여 기존 단일 평면형 프로브와의 비교 분석을 하였다. 또한 새로 개발한 코일프로브를 이용하여 말초혈관에 미치는 영향을 광혈류측정기((PPG, Photoplethysmo-graphy)로 측정하여 비교분석하였다.

2. 실험방법

기존의 펄스자기장 치료기용 코일프로브의 단점을 보완하고자 코일디자인 개선(밴드구조, 집게구조 등)과 자기장 발생코일의 형태(단층구조, 이층구조)를 변화하면서 2차원 유한요소법을 선행하여 코일 디자인을 선정하였다. 이를 기초로 코일프로브를 제작하여 Hall Sensor 측정을 통해 비교하였다. 일층구조와 이층구조의 코일 특성과 자기력선의 특성은 표1과 그림1에서 보여주고 있다.

자극 방식은 두가지로, 하나는 기존 자극방식과 동일하게 자극 부위만 자극하는 방식과, 두 번째로 자극 부위의 양단에 자극을 가하는 방식으로 3분의 안정시간, 자극 5분, 자극 후 3분, 총 11분 동안 측정했다. PPG 측정은 Biopac 사의 MP36 장비를 이용하였고, 펄스자기장의 세기는 0.26T이고 transition time은 0.132ms이다. PPG분석은 자극 시간에 따른 혈관 용적 변화를 알기 위해 1분단위로 얻은 파형을 적분하고, 안정 상태를 기준으로 자극시간에 따른 상대적 혈관 용적변화를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1에서 보여주듯이 평면형 단층코일보다 6 turn을 추가한 이층구조 코일은 같은 전원장치를 활용했을 때 최대 출력이 0.16 T에서 0.26 T로 증가되었다. 또한 중심부에서 자기장의 밀집도 역시 증가되었다. 상대적으로 코일의 형태변화에 의한 파형의 변화는 미비하여 표 1에서 보여주듯이 펄스의 transition time이 0.128 msec, 0.132 msec로 큰 차이를 보이지 않고 있다. 결국 동일한 출력시스템에서 자기장 세기를 증가시킬 수 있는 코일부의 개선을 확인 할 수 있었다. 또한 코일프로브의 형태를 밴드형과 집게형으로 다양화함으로써 관절부위 치료 시 사용자의 편의성을 증대시켜 줄 뿐 아니라 코일양단에 자기장 보강효과로 단일코일자극에 비해 더큰 자기장효과를 구현할 수 있었다.

4. 참고문헌

- [1] M. Kanje, A. Rusovan, B. Sisken, and G. Lundborg, Bioelectromagnetics. 14, 353 1993).
 [2]. D. J. Cotter, Med. Instrum. 17, 289 (1983).

표1. 이층코일과 이중코일의 특성비교

coil type	No. of turns	size - inner	size - outer	Maximum field intensity	transition time
1 layer	15	3cm	9cm	0.16T	0.128 msec
2 layer	1layer 15 2layer 6	1layer 3cm 2layer 6.5cm	1layer 9cm 2layer 9cm	0.26T 0.22T	0.132 msec

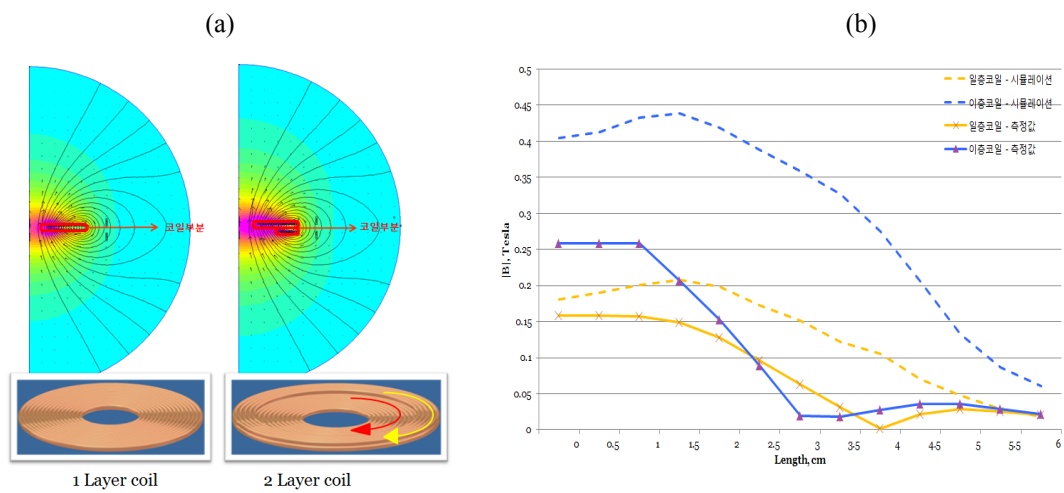


그림1. 이층코일과 이중코일의 (a) 자기력선 시뮬레이션 및 (b) 자기장 특성비교