

## 전자파를 이용한 모세혈관 확장증 치료에 관한 연구

김왕현\*, 조제원\*\*\*, 권도성\*\*\*\*, 정용식\*\*, 천창울\*

서울시립대학교\*, 광운대학교\*\*, 한국과학기술연구원\*\*\*, 정다운외과\*\*\*\*

### A Study on a Remedy of Telangiectasia using Electromagnetic Waves

Wanghyun Kim\*, Jeiwon Cho\*\*\*, Dosung Kwon\*\*\*\*, Young-seek Chung\*\*, Changyul Cheon\*

University of Seoul\*, Kwangwoon University\*\*, Korea Institute of Science and Technology\*\*\*, Jeongdaun Surgical clinic\*\*\*\*

**Abstract** - 본 논문에서는 초고주파를 이용하여 하지정맥류(Varicose vein)의 초기증상인 모세혈관 확장증(Telangiectasia)을 치료하는 데에 목적을 두었다. 유전율 차이에 따라 전자파(Electromagnetic waves)를 흡수하는 양이 다르다는 것을 전제하여 다리 모델링에 필요한 피부, 혈관, 혈액, 피하조직의 유전율을 구하였고, 혈관과 피부의 유전율에 비해 혈액의 유전율이 높다는 것을 통해 다른 조직에 비해 혈액의 전자파 흡수율이 높다는 것을 확인하였다. 피부의 구조와 유전율을 이용하여 모델링 한 후, 시뮬레이션을 통해 SAR(Specific Absorption rate)분포를[1] 확인하였다.

이론과 피부아래의 모델링, 혈관이 버틸 수 있는 온도에 관한 지식이 필요하다. 모세혈관 확장증이란 표피가 얇아지거나 혈관이 두꺼워져 피부가 붉어지는 현상으로 얼굴과 다리에 주로 나타난다. 다리에서는 대개 <그림 1>과 같이 붉은색 또는 푸른색을 띄는 1 mm 이하의 가느란 혈관이 보일 때 모세혈관 확장증(Telangiectasia) 또는 거미줄 형상으로 보인다 해서 거미 양정맥(Spider vein)이라 한다.

## 1. 서 론

최근 들어 장시간 운전과 컴퓨터 사용 등 생활환경의 변화로 수년 전만 해도 생소했던 하지정맥류(Varicose vein)에 대한 인식이 점차 증가하고 있다. 하지만 자신이 하지정맥류(Varicose vein)인지 아닌지는 초기에 가늠하기가 쉬운 일이 아니다. 그래서 대부분 대수롭지 않게 생각해 상태가 악화 되는 경우도 있고 본의 아니게 병을 방치하게 되어 합병증까지 찾아오게 되는 경우도 있다. 현대사회의 발달과 서구화 되어가는 생활양식의 변화로 서있게 되는 경우가 늘어나면서 정맥류 환자는 최근 상당히 증가해 그에 대한 관심도가 증가해 가고 있고, 사회 경제적 여건의 향상과 더불어 정맥류 치료법도 여러 가지가 연구 되었다.

심장에서 나온 혈액은 동맥을 따라 우리 몸 구석구석으로 전달된다. 이때 다리에서 심장으로 피를 다시 보내기 위해서는 중력의 반대 방향으로 피를 돌려보내야 한다. 그러기 위해 다리 근육이 수축과 이완을 반복하면서 혈액을 심장으로 원활히 보내주게 되고 다리 정맥 내에 판막(valve)이라는 것이 있어 심장 쪽으로 올라간 혈액이 다리 쪽으로 흐르지 않게 막게 된다. 하지만 유전, 임신, 호르몬, 나이, 직업, 비만 등의 원인으로 이들 정맥이 늘어지거나 판막이 고장 나게 되면 혈액이 다리 쪽으로 역류하여 지지 기반이 가장 약한 피부 쪽의 표재정맥(Superficial vein)이 부풀게 되면서 정맥류가 형성된다. 초기에는 불거져 나온 힘줄 이외에는 별다른 생활의 불편함을 주지 않기 때문에 그대로 지내기가 일쑤이지만 외관상으로 보이는 핏줄의 이상으로 여러 사람이 모이는 목욕탕, 수영장 등에서 또는 운동 시 불편함을 느낀다. 또한 노출이 필요한 계절에는 반바지, 치마 등을 입기가 쑥스러워 치료를 시작하는 사람들이 늘기 시작하는데 일반적으로 남성보다는 여성이 4~8배 정도 발생 빈도가 높다. 이는 하이힐을 신는 경우추진력(압력)을 공급받지 못하게 되므로 전체적인 혈액순환 능력의 저하로 혈관은 약해져서 결국에는 하지정맥류의 발병원인으로 작용할 수 있다. 또한 과도한 노출은 혈관확장을 초래하여 원활한 혈액순환에 악영향을 미치게 되고, 다리에 혈관이 튀어나와 보이게 된다.

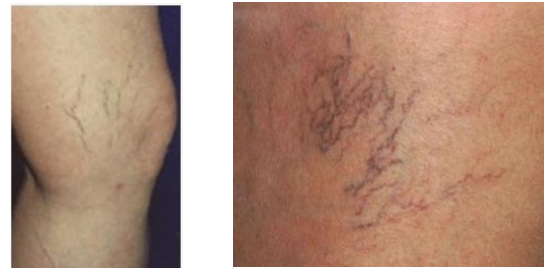
치료 방법에는 적당한 운동이나 휴식, 압박스타킹을 신는 보존요법은 하지정맥류의 진행을 더디게 하며 증상 개선에는 도움을 줄 수 있지만 병을 치유할 수는 없다. 다른 방법에는 병든 혈관에 주사를 해 혈관의 내벽을 약물을 통해 유착시켜 혈관을 없애는 혈관경화요법, 혈관 내에 카테터를 넣어 고주파와 열을 이용하여 혈관을 폐쇄하는 고주파 열폐쇄술, 특수 레이저 광선으로 혈관을 태우는 레이저 시술, 절개를 하여 수술을 하는 수술요법이 있다.[2]

본 논문에서는 기존의 치료 방법의 어려움을 개선 하고자 안테나를 이용하여 외부에서 전자파를 입사하여 초기의 모세혈관 같이 가는 혈관을 제거하는 방법을 연구하였다.

## 2. 본 론

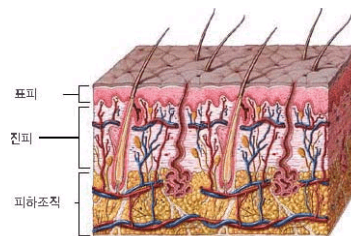
### 2.1 피부 모델링

본 연구에 앞서 기본적으로 모세혈관 확장증(Telangiectasia)에 관한



<그림 1> 모세혈관 확장증(Telangiectasia) 또는 거미 양정맥(Spidervein)

<그림 2>에서와 같이 피부는 표피, 진피, 피하조직(SAT, subcutaneous adipose tissue)[3]과 혈관, 신경, 털, 분비선 같은 피부의 부속기로 구성되어 있다. 표피는 부위 마다 다르지만 보통 0.1mm~0.3mm 로, 구성 하고 있는 세포들은 여러 가지가 있고 대부분의 표피세포는 각질 세포이다. 진피는 표피 바로 아래에 위치하는 부분으로 섬유성 결합조직으로 되어 있으며 두께는 0.3 mm~2.4 mm로 혈관, 림프관, 신경, 모낭, 땀샘, 피지선 등이 분포 되어 있다. 피하조직은 지방 조직으로 이루어진 층으로 열을 보존하고 보호하는 완충 역할을 하며 열량을 저장 한다. 관심사인 혈관은 표피를 제외하고 진피와 피하조직에 골고루 퍼져있다. 본 연구에서는 <그림 2>를 참고 하여 표피와 진피와 피하조직(SAT) 3부분으로 나누어서 모델링 하였다.



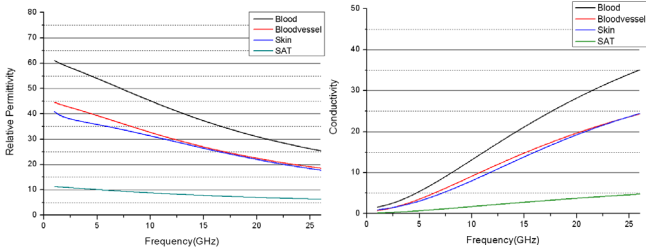
<그림 2> 피부의 구조

### 2.2 피부 조직에 따른 유전율

피부 안을 모델링하기 위해 각 조직의 유전 정보를 알아야 한다. FCC에서 제공하는 cole-cole parameter 를 식(1)(cole-cole식) 대입하여 피부, 혈관, 혈액, 피하지방(SAT) 네 조직의 비유전율(Relative Permittivity)과 전도성(conductivity) 값을 얻을 수 있었다.

$$\epsilon = \epsilon' - j\epsilon'' = \epsilon_\infty + \frac{\epsilon_s - \epsilon_\infty}{1 + (j\omega\tau)^{1-\alpha}} - j \frac{\sigma}{\omega\epsilon_0} \quad (1)$$

는 특성 주파수인  $\omega_c$  보다 매우 낮은 저주파수에서의 값(optical-permittivity)이고,  $\epsilon_\infty$  는 특성 주파수 보다 아주 높은 고주파수에 서의 값(static permittivity)이다.  $\tau$  는 이완(relaxation)시간,  $\alpha$  는 분산(distribution)변수,  $\sigma$  는 용액의 이온 전도율이다.



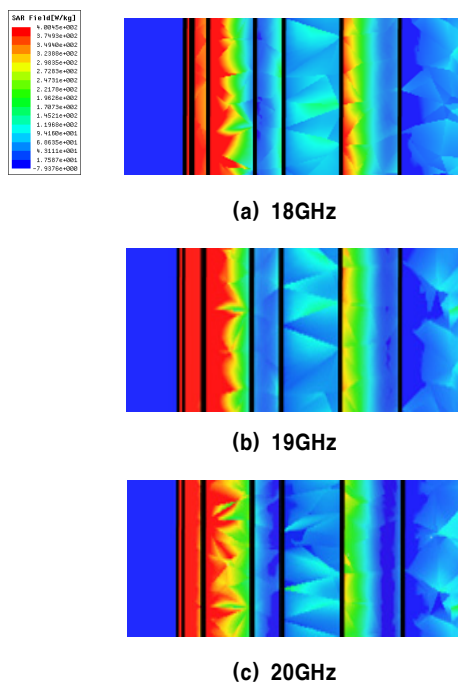
**<그림 3> 혈액(Blood), 혈관(Blood vessel), 피부(Skin), 피하조직(SAT)에 따른 비유전율(Relative Permittivity) 과 전도성(Conductivity)**

### 2.3 시뮬레이션

피부 구조와 각 조직의 유전 정보를 바탕으로 모델링을 하였다. <그림 4>와 같이 층(layer)구조로 진피 이외에 피하조직(SAT, subcutaneous adipose tissue) 안으로 전자파(electromagnetic waves)의 투과 정도를 SAR(Specific Absorption Rate)분포를 통해 주파수 별로 확인하였다. 여기서 진피 부분은 피부의 유전정보를 바탕으로 설정하였다.



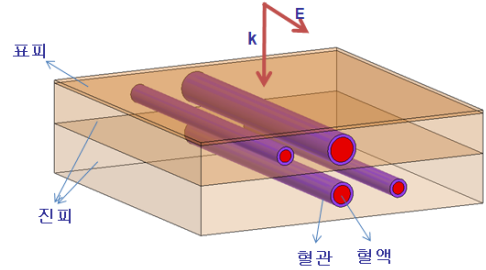
**<그림 4> 층(layer)으로 피부 모델링 순서**



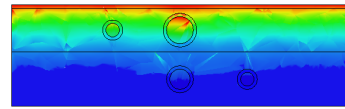
**<그림 5> 주파수에 따른 SAR(specific absorption rate) 분포의 변화**

<그림 5>의 시뮬레이션 결과에서 보듯이 주파수가 18 GHz에서 20 GHz로 높아질수록 피하조직에 있는 혈액의 SAR(specific absorption rate)는 감소하는 것을 확인 하였다.

피부와 진피부분에 비해 혈관, 혈액에 어느 정도로 SAR(Specific Absorption Rate)분포가 차이가 나는지를 확인하였다. 혈관을 층(layer) 구조 대신 <그림 8>에서와 같이 원통형(cylinder)구조를 선택하여 실제 모델과 유사하게 모델링 하였다.



**<그림 8> 원통형(cylinder) 혈관의 피부 모델링**



**<그림 9> 20GHz의 전자파를 입사했을 때 SAR분포**

<그림 9>의 결과에서는 20GHz 주파수에서 혈액과 주위의 다른 조직과의 SAR(specific absorption rate)분포 차이를 확인 하였다.

### 3. 결 론

본 논문에서는 다리에 나타나는 모세혈관 확장증(Telangiectasia)의 치료에 관해서 연구하였다. 본 연구에서는 유전율의 차이를 이용하여 전자파(electromagnetic waves)가 혈관과 혈액에 집중적으로 흡수되어 혈관의 기능을 저하시켜 치료하는 방법을 제시하였다. 시뮬레이션을 통해 피부 내에서 주파수별로 투과하는 정도와 특정 주파수에서 유전정보 차이에 의해 흡수 정도를 확인함으로써 전자파를 통해 피부 아래 조직에서 혈액에 보다 많은 파워를 집중시킬 수 있다.

### [참 고 문 헌]

- [1] Paolo Bernardi, Marta Cavagnaro, Stefano Pisa, and Emanuele Piuze, "SAR Distribution and Temperature Increase in an Anatomical Model of the Human Eye Exposed to the Field Radiated by the User Antenna in a Wireless LAN", *IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES*, VOL. 46, NO. 12, 2074-2082, DECEMBER 1998
- [2] 류상우, 오혜령, 김미경, 문승호, 제갈재기, 윤주식, 홍성범, "혈관 내 고주파열치료법인 7 Fr. VNUS ClosureFAST® System을 이용한 하지 정맥류 치료의 조기 결과", *대흉외지*, 42, pp. 238-243, 2009
- [3] Andreas Christ, Anja Klingeböck, Theodoros Samaras, Cristian Goiceanu, and Niels Kuster, "The Dependence of Electromagnetic Far-Field Absorption on Body Tissue Composition in the Frequency Range From 300 MHz to 6 GHz", *IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES*, VOL. 54, NO. 5., pp. 2188-2195, MAY 2006
- [4] EumMin Jeong, Geunseok Jeong, Jung-Mu Kim, Jae-Hyoung Park, Jei-Won Cho, Changyul Cheon, Yong-kweon Kim, Youngwoo Kwon, "Multi-layer processed probes for permittivity measurement", *Microwave Symposium Digest, 2004 IEEE MTT-S International*, Volume 3, pp. 1813 - 1816, June 2004
- [5] Samiha T. Bishay, "Numerical Methods for the Calculation of the Cole-Cole Parameters", *Egypt. J. Sol.*, Vol.23, No.2, 2000