

임피던스 법을 이용한 두피 상태 추정에 관한 연구

심명현, 최한운, 정인철, 김기원, 윤형로
연세대학교 의공학과

A Study for Estimation of Scalp Condition by Impedance

M. H. Sim, H. Y. Choi, I. C. Jeong, K. W. Kim H. R. Yoon
Department of Biomedical Engineering, Yonsei University

Abstract - The scalp is skin tissue for skull-protection and roots for hair growth. Therefore continuous monitoring of scalp condition is essential for hair management. However, the equipments for existent are inconvenient to use because of focus tremor and external factors(Hair Gel, Wax, accessories and so on). Furthermore there is a problem to use an expensive optical devices like CCD (Charge Coupled Device) camera or lens of 200 ~ 1000 magnification. It causes a difficulty of using those equipment.

We design the special electrode(length 5.65mm, diameter 0.8mm of needle shape) and the impedance system(1kHz, 78uA). In this paper, we can measure scalp impedance with our system. Moreover, we find the possibility of classifying scalp condition with measured impedance values. For the classification of scalp condition, we used ARAMO-TS as an imaging system.

In conclusion, the problem of existent devices could be improved using these method. It also has a benefit of continuous monitoring of scalp condition.

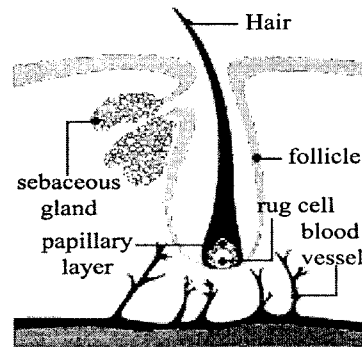


그림 1. 두피의 단면

두피의 유형은 크게 정상 두피, 지성 두피, 건성 두피 세 가지로 분류할 수 있으며, 각각의 특징들은 <표 1>과 같다.

1. 서 론

생활수준이 향상되고 새로운 변화를 추구하고자 하는 욕구가 증대됨에 따라 모발의 관리도 건강과 미를 동시에 추구하는 경향으로 비중이 커지고 있다. 모발의 관리를 위해서는 모발 자체의 관리도 중요하지만 케라틴이라는 경단백질과 비수용성아미노산으로 이루어진 모발이 두피의 모낭에서 성장함에 따라 두피에 대한 관리가 우선시 되어야 하며, 지속적인 두피 상태 확인은 반드시 필요하다. 이와 더불어 두피의 구조, 기능 그리고 상태를 잘 아는 것이 현재 대두되고 있는 탈모나 비듬 등의 다양한 두피 문제를 해결하는데 첫 걸음이 된다[1].

그러나 현재 사용되는 두피 측정 장비들은 초점에 따른 영상의 떨림과 외부적 요인들(헤어젤, 왁스, 액세서리 등)에 의해 측정이 불편하다는 단점이 있다. 더욱이 CCD(Charge-Coupled Device)카메라나 200 ~ 1000배 배율 렌즈와 같은 고가의 광학적 장치를 이용함에 따라 측정 장비의 보급 및 이용자 제한이라는 문제점을 초래하였다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 특수 제작한 니들형 전극과 임피던스 시스템을 설계하여 두피 임피던스를 측정하였으며, 측정된 임피던스 값을 통해 두피 상태 구분의 가능성을 살펴보았다.

2. 본 론

2.1 두피의 구조 및 상태

두피는 두개골을 보호하고 있는 피부 조직이며, 모발이 성장하기 위한 뿌리가 된다. 이러한 두피는 머리의 민감한 조직이 손상 받지 않도록 보호해 주는 표피(Epidermis), 모발의 뿌리가 되는 모낭층이 있는 진피(Dermis) 그리고 두피에 부드러움을 주고 윤곽을 갖게 해주는 피하조직(Subcutaneous Tissue)으로 구성되어 있다. 또한 두피에는 우리 신체에서 가장 많은 털(=모발)이 있으며, 모발의 뿌리가 되는 모낭 속에는 풍부한 피지선이 발달해 있다. <그림 1>은 이러한 모낭이 포함된 두피의 단면을 나타낸다.

두피의 유형	두피 유형별 상태
정 상	두피의 모든 생리작용이 정상적인 피부. 표면이 촉촉하고 피지 분비량이 적당함. 각질과 불순물이 없는 깨끗한 상태.
지 성	피지의 분비량이 많으며 모공이 많이 열려있는 상태. 피지 분비과다로 인해 둔탁한 상태.
건 성	피지 분비량이 적고 수분 부족 현상이 발생. 표면이 건조하여 각질이 발생.

<표 1> 두피의 유형

두피의 유형에서 알 수 있듯이 두피의 유형에 따라 수분 정도에 차이가 있으며, 수분 정도의 차이는 두피 임피던스의 차이로 나타나게 된다. 즉 두피의 수분이 많으면 두피 저항 값은 낮아지고, 두피의 수분이 적으면 두피 저항 값은 높아지게 된다. 또한 두피의 상태에 따른 각질층의 유무도 두피 임피던스 값에 영향을 준다. 그렇기 때문에 임피던스 법을 이용하여 두피의 저항 정도를 측정함에 따라 두피의 유형 판별이 가능하다.

2.2 하드웨어 설계 및 두피 임피던스 측정 방법

본 연구에서 사용되어진 두피 임피던스 측정 시스템은 측정하고자 하는 두피의 일부분을 임피던스 성분으로 간주, 정전류원을 흘려준 후 해당 부위에서 발생하는 전압을 측정하여 대상을 해석하였다.

두피 임피던스를 전기적으로 측정하기 위해서는 일반적으로 10 ~ 1k Hz 범위의 정현파를 사용하며, 대체적으로 100Hz 전후의 대역을 사용한다[2, 3, 4]. 이것은 체임피던스 측정을 위하여 정현파의 주파수가 50kHz 이상을 주로 사용하는 것과 비교 해 볼 때 매우 낮은 주파수이며, 주파수를 높여줄수록 전극을 통한 전류의 흐름이 두피의 각질층보다 아래층으로 흐르려는 경향이 있기 때문이다. 물론 1kHz 대역의 주파수를 갖는 정현파를 사용하였다 하더라도 모든 전류가 각질층만을 통과하는 것은 아니다. 하지만 머리의 해부학적인 구조를 두피, 두개골, 뇌 세부분으로 나누어 보았을 때, 두피에

비하여 두개골의 전기적 임피던스가 더 높기 때문에 주입되는 전류의 대부분이 두피만을 통과하여 출력된다[5].

본 시스템에서는 정전류원(1kHz, 78uA)을 인가하여 발생한 전압값을 측정하였다. 이때 측정의 편의를 위해 AC 전압값을 True RMS-to-DC Converter를 이용하여 DC 전압값으로 변환하였다. 전체적인 시스템의 흐름은 그림 2의 블록도와 같다.

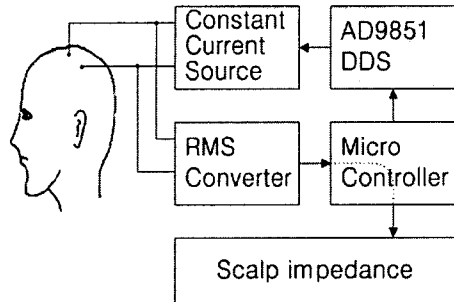


그림 2. 두피 임피던스 측정을 위한 시스템 블록도

연구에서 사용되어진 78uA의 전류는 사람에게 허용 가능한 전류 범위(남자의 경우 1.1mA, 여자의 경우 0.7mA로 추정, 최소 감지 임계 전류는 500uA이며, 전극 등으로 인하여 피부 저항을 감소시켰을 경우 이 전류는 30-200uA 평균 83uA)내에서 시스템에 가장 최적화된 전류를 선택하였다[6].

두피 임피던스의 측정 전극법은 전류 전극과 전압 전극이 동일한 2 전극법을 사용하였다. 또한 두피 상태 측정시 모발, 액세서리 등의 요인들로 인한 측정의 어려움을 해결하기 위해 <그림 3>과 같이 특수 제작한 전극(길이 5.65mm, 지름 0.8mm의 니들형 전극)과 임피던스 시스템(1kHz, 78uA)을 설계하여 두피 임피던스를 측정하였다. 더불어 두피 임피던스 측정시 전극이 두피를 누르는 압력에 따라 임피던스 값이 변화하는 문제를 해결하기 위하여 핀 전극에 탄성 효과를 주었다.

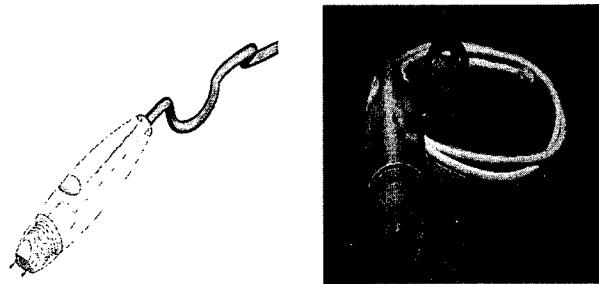


그림 3. 두피 임피던스 측정을 위한 전극

2.3 기준 영상과 측정된 임피던스 값의 분석 결과

실험은 신체 건강한 21 ~ 29세의 한국인 남·여 100명을 대상으로 수행하였으며, 두피 상태 평가의 기준 장비로써 ARAMO-TS(두피 측정 영상 장비)를 사용하였다. 피검자는 기준 장비의 두피 상태 판별에 따라 정상, 지성, 건성의 세 분류로 나뉘었으며, 그 결과를 <표 2>에서 나타내고 있다.

	두피 상태		
	정상	지성	건성
대상 수	39명	31명	30명

<표 2> ARAMO-TS를 이용하여 측정된 두피 상태 분포 결과

본 논문에서 제작한 전극과 시스템을 통해 두피 상태에 따른 임피던스 값을 얻었고, 그 값들을 통계 프로그램인 SPSS 12.0 for Windows 소프트웨어를 통하여 분류하였다. <그림 4>에서는 두피 상태에 따른 임피던스 값의 분포를 단순 상자 도표로 나타내었다.

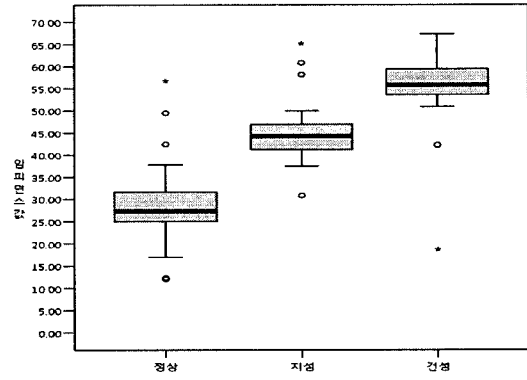


그림 4. 두피 상태에 따른 임피던스 값의 분포 결과

임피던스 값에 따른 두피의 분류는 레퍼런스 장비와 동일하게 정상, 지성, 건성으로 구분하였으며 <표 3>은 각 상태에 따른 평균과 표준편차를 나타낸다.

상태	임피던스 값	
	평균	표준편차
정상	28.226kΩ	±8.60
지성	45.041kΩ	±6.78
건성	55.444kΩ	±8.73

<표 3> 100명에 대한 두피 임피던스 값의 평균과 표준편차

3. 결 론

비교적 투명한 정상 두피의 경우는 지성과 건성 두피에 비해 상대적으로 각질과 불순물이 적어 전류 흐름에 대한 전기적 저항 성분이 작아 상대적으로 낮은 임피던스 값을 보였다.

건성 두피의 경우는 두피에 포함되어 있는 수분의 양이 상대적으로 적고 피지의 분비가 원활히 이루어지지 않음에 따라 건조해지고 많은 각질이 발생하게 된다. 따라서 전기적 저항 성분이 커지게 된다.

지성 두피의 경우는 건성 두피보다는 각질의 양이 적으며, 정상 두피와는 비슷하였다. 그러나 유분의 정도가 정상 두피에 보다 많아 전기적 임피던스 값은 건성 두피 보다는 작고, 정상 두피보다는 큰 값을 보였다.

따라서 임피던스 법을 이용해 두피의 상태를 추정함에 따라 기존의 장비가 가지고 있었던 시스템의 비용적 측면, 대중화의 문제, 광학적 장치의 초점 문제 등을 해결할 수 있었다.

감 사 의 글

본 연구는 산업자원부 지정 연세대학교 의용계측 및 재활공학 연구센터(RIC)의 지원에 의한 것임.

참 고 문 헌

- [1] Megumi Sadaie et al. "Studies of human hair by friction force microscopy with the hair-model-probe" Colloids and Surfaces B:Biointerfaces, Vol.51, pp.120-129, 2006.
- [2] R. Ivanic et al. "Thin film non-symmetric microelectrode array for impedance monitoring of human skin", Thin Solid Films, Vol.433, pp.334, 2003.
- [3] Takenori Fukumoto et al., "Temporal Resolution of the Skin impedance Measurement in Frequency-Domain Method", IEEE Transaction, Vol.54, No.1, January 2007.
- [4] Tatsuma Yamamoto et al., "Electrical properties of the epidermal stratum corneum", Medical and Biological Engineering, March 1976
- [5] M.J. Van Burik, M.J. Peters, "Estimation of the electric conductivity from scalp measurements: feasibility and application to source localization", ELSEVIER, 2000
- [6] C. F. Dalziel, "Electric Shock", Advances in Biomedical Engineering, edited by J.H.U. Brown and J.F. Dickson III, 223-248, 1973