

# 광전 방식에 의한 피하 지방층의 비만도 측정에 관한 연구

오세용\* · 이영우\*

\*목원대학교

## A Study on The Fat Measurement at Subcutaneous Adipose by Optical and Electrical Method

Se Yong Oh\* · Young-Woo Lee\*

\*Mokwon University

E-mail : ywlee@mokwon.ac.kr

### 요 약

광학적 방식에 의한 비침습적으로 신체 전체의 비만도를 측정하기 위해서는 단일 특정 부위에서 측정하는 것은 오차가 너무 크기 때문에 여러 부위에서 측정하고 이를 통계적 방법에 의해서 정확도를 높일 수 있다. 이를 위해서 백색광 LED광원을 이용하고 전기적 방식인 BIA(Bio-electrical Impedance)방식으로 동시에 측정하여 광전기적 지방측정에 관한 상관식을 유도하였다.

### ABSTRACT

Body fat measures a large number places body because error is oversized that measure in single specification region to measure body whole body fat degree by non-invasive optical method and bio-electrical impedance method. Use LED source of light that center wavelength is 660nm wavelength and measure at same time by BIA(Bio-electrical Impedance Analysis) method . And then photo-electricity method calculate fat correlation formula.

### 키워드

BIA, 비만도, Body Composition, fat

## 1. 서 론

비침습적으로 체내의 지방도를 측정하는 방법에는 여러 가지 방식으로 연구 진행되고 있다.

이들 방법에는 광학적 방식, 전기적 임피던스(BIA, Bio-electrical Impedance Analysis)방식, 초음파 방식 등 여러 가지 방식이 연구 진행되고 있다[1]. 특히 근적외선 방식 및 전기적 임피던스 방식은 다른 방식에 비해서 측정 정밀도가 높기 때문에 많이 연구되어지고 있다[2]. 하지만 이들 각각의 방법은 피부색, 피부 오염도, 영양상태 등의 영향에 의해서 정확하게 비만도를 측정 할 수 없다.

광학적 방식 및 BIA 방식의 특성은 표 1과 같다[3]. 여기서 BIA 방식은 광학적 방식에 비해서 측정하기 전 공복상태, 운동 후 측정 및 전기 신호에 의한 위험성 등의 제약을 받는다. 또한 광학

적 방식은 피부색, 피부의 오염정도 등의 피부 상에서 일어나는 요인에 영향을 많이 받는다.

표 1 광학적 방식과 BIA방식의 특성 비교

관련항목	광학적 방식	BIA방식
측정전 공복 상태	불필요	필요
운동 후 측정	가능	불가능
배뇨	불필요	필요
위험성	없음	임산부
측정 시간	수초	수초 ~ 수십분

본 연구에서는 광학적 방식의 단점 및 BIA 방식의 단점을 보완하는 광학적 방식 및 BIA방식을 혼합한 광전방식에 의한 비만도를 측정할 수 있는 방법을 제시하였다.

## II. 광전 방식에 의한 비만도 측정을 위한 상관 모델

BIA 방식에 의한 비만도를 측정하기 위해서는 체내에 800uA이하의 전류를 보내고 체내의 임피던스를 측정하여 비만도를 측정한다. 여기에 신체는 나이, 성별, 키에 따라서 같은 지방량이라도 비만도에 대해서는 다르기 때문에 추가적인 파라미터로 사용된다. 식 (1), 식 (2), 식 (3), 식 (4) 및 식 (5)는 BIA 방식에 의한 비만도 측정을 위한 상관식을 보여주고 있다.

$$V = IR, Z = R + jX \quad (1)$$

$$R = |Z|\cos\theta, X = |Z|\sin\theta \quad (2)$$

$$\begin{aligned} FFM(\text{Fat Free Mass}) = & -4.033 \\ & + 0.734(H^2/R) + 0.096X \\ & + 0.116\text{Age} + 0.878\text{Sex} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\text{Fat} = \text{Weight} - \text{FFM} \quad (4)$$

$$\text{BIA} = \text{Fat} / \text{Weight} \cdot 100 \quad (5)$$

여기서 V는 전압, I는 전류, R은 저항, X는 리액턴스, H는 키, Age는 나이, Sex는 성별, %BIA는 퍼센트 비만도를 나타낸다. BIA방식에서는 지방을 제외한(Fat Free Mass)값을 구한 다음 전체 몸무게를 빼는 것에 의해서 비만도를 구할 수 있다.

그림 1은 BIA방식에 의한 비만도를 측정하기 위한 장치도를 보여주고 있다.

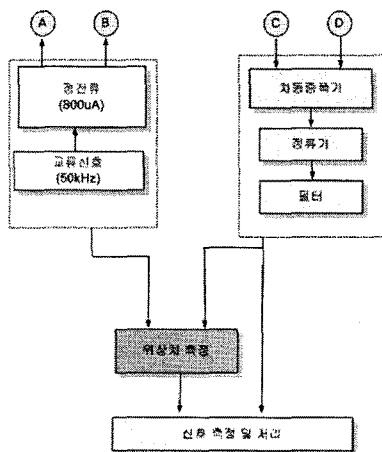


그림 1 신호 측정 기능 블럭도

수식1은 광학적 방식에 의해서 비만도를 측정하는 일반적인 상관식을 보여 주고 있다[4].

$$\%BF = C_0 + C_1 \times [d^2(\text{Log}1/T)_A / d^2(\text{Log}1/T)_B] \quad (6)$$

여기서 C<sub>0</sub>와 C<sub>1</sub>는 계산된 조정 상수이고 d<sup>2</sup>(Log1/T)는 파장 A와 B에서 측정된 값을 나타낸다.

수식 (4) 및 수식 (6)에서 BIA방식 및 광학적 방식을 혼합한 비만도 측정 상관식을 수식(7)을 유도할 수 있다.

$$\begin{aligned} \%BF = & 10.849 - 13.052 \times B - 17.906 \times TR \\ & - 22.715 \times TH - 0.889 \times AGE \\ & - 0.589 \times BIA \end{aligned} \quad (7)$$

여기서

%BF : 퍼센트 비만도(% Body Fat)

B : 이두박근의 빛의 강도

TR : 삼두박근의 빛의 강도

TH : 허벅지에서 빛의 강도

AGE : 나이

BIA : BIA 방식에 의해 측정된 비만도

수식 (7)을 바탕으로 그림 2는 몸무게의 변화에 따른 BMI(Body Mass Index) 및 광학적 방식을 혼합한 것과 BIA 및 광학적 방식을 혼합한 방식의 상관식에 의한 비만도 변화를 보여 주고 있다. 그림에서 보는 것처럼 BMI 및 광학적 방식은 몸무게의 변화에 따라 비만도가 크게 변화하는 것을 보여 주고 있고 BIA 및 광학적 방식을 혼합한 방식에서는 큰 변화가 없는 것을 보여주고 있다.

비만도는 몸무게에 비례하지만 이것이 키, 몸무게, 특정부위의 비만 등에 의해서 영향을 같이 받는다는 것을 알 수 있다.

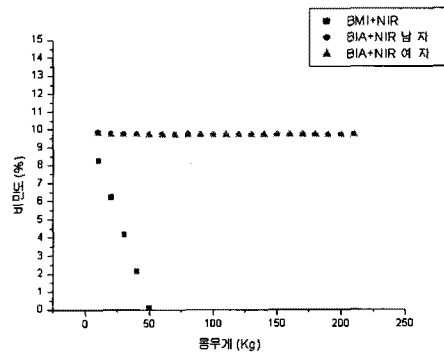


그림 2 몸무게의 변화에 따른 BMI+광학적방식과 BIA+광학적방식의 비교

그림 3은 키의 변화에 따른 BMI 및 광학적방식과 BIA 및 광학적 방식을 혼합한 결과를 보여 주고 있다. 그림 2에서와 같이 키 또한 다른 파라미터에 영향을 같이 받는다는 것을 알 수 있다.

### V. 결 론

본 논문에서는 광학적 방식 및 BIA 방식을 혼합한 상관 모델을 설계 하였으며 이를 실험을 통해서 확인하였다.

#### 참고문헌

- [1] D.W. Kim, CG. Song, and S.K. Hwang, Measurement of body fat by Impedance Technique, Journal of KOSOMBE vol. 13, No.2, pp133-139, 1992
- [2] E.C. Hoffer, C. Meador, & D.C. Simpson, Correlation of whole-body impedance with total body water volume. Journal of Applied Physiology, 27, pp 531-534, 1969.
- [3] H.C. Lukaski, P.E. Johnson, W.W. Bolonchuk, & G.I. Lykken, Assessment fat mass using bioelectric impedance measurements of the human body. American Journal of Clinical Nutrition, vol.4, pp 810-817, 1985.
- [4] Robert A. Oppliger, R. Randall Clark and David H. Nielsen "New Equations Improve NIR Prediction of Body Fat Among High School Wrestler" Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 30, pp 536-543, 2000

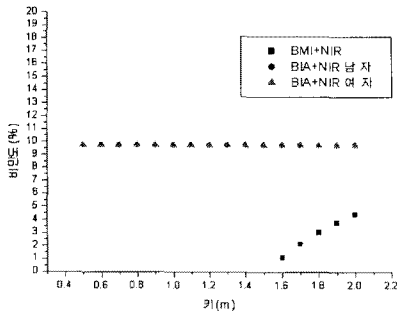


그림 3 키의 변화에 따른 BMI+광학적방식 과 BIA+광학적방식의 비교

위 상관식 모델을 시험을 통해서 확인 할 수 있었다.

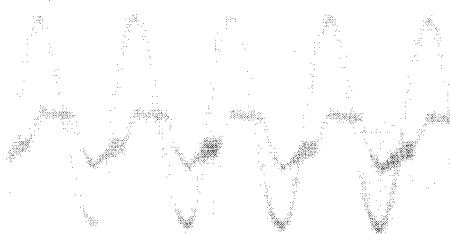


그림 4 입력 50kHz 및 측정된 교류 신호

그림 4는 BIA 방식에 의해서 5V, 50kHz의 신호 입력에 대한 신체에서의 측정 신호를 보여주고 있다. 여기서 측정된 위상차는 6도이고 전압차는 2.7V 이었다.

그림 5는 광학적 방식에 의해 측정된 신호를 보여주고 있다. 광원은 LED 백색광원을 사용하였다. 그림에서 볼 수 있는 것처럼 지방이 많은 삼두박근이 이두박근보다 광 강도가 강하게 나타는 것을 알 수 있었다.

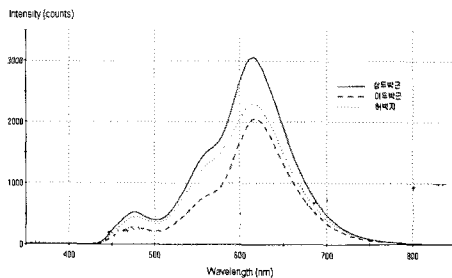


그림 5. 백색광에 의한 신체 부위별 스펙트럼