

한국 여대생의 체지방측정을 통한 측정기기들 간의 비교연구

장은재[†] · 조진남* · 황종현**

동덕여자대학교 식품영양학과

*동덕여자대학교 전산통계학과

**두산인재기술개발원

Comparison of Instruments for Estimating Body Composition in Korean Female College Student

Un-Jae Chang[†], Jin-Nam Jo* and Jong-Hyun Hwang**

Dept. of Food and Nutrition, Dongduk Women's University, Seoul 136-714, Korea

**Dept. of Statistics and Computer Science, Dongduk Women's University, Seoul 136-714, Korea*

***Doosan Training and Technology Center, Kyungkido 449-840, Korea*

Abstract

The purpose of this study is to provide the reference data for estimating body composition and developing equations for prediction of percent body fat. This study was designed of two aspects: Comparison of percent body fat measurements between two operators. Comparison of percent body fat measurements among four instruments. Percent body fat of college girls(n=71) aged 18~24 was measured by skinfold thickness, near-infrared interactance(Futrex-5000), and bioelectrical impedance analysis(TBF-105, Spectrum II). All measurements were duplicated & measured by two operators. The results are summarized as follows: Percent body fat observed from two operators had no significant difference. There was significant difference from four instruments. However, we found close relation between Skinfold thickness & TBF-105, Spectrum II & Near-infrared interactance. Four instruments have several assumptions and limitations. Therefore, many researches for developing new equations are required for Korean people.

Key words: body fat, skinfold thickness, near-infrared interactance, bioelectrical impedance analysis

서 론

경제성장으로 식생활이 개선되고 생활양식이 변화함에 따라 비만 인구는 점차 증가하고 있으며, 이에 따른 체중 감량에 대한 관심이 높아지고 있다. 뉴욕의 Long Island에 거주하는 일부 여고생을 대상으로 한 Moses 등(1)의 연구에 의하면 비만이 아닌 여고생들도 자신이 뚱뚱하다고 생각하여 무모한 체중 감량을 시도하여 성장 발육에 지장을 초래하고 있고, 심지어 연구대상자의 13%가 체중 감량을 위해 약물을 복용하고 있다고 조사되었다. 우리나라의 주부를 대상으로 한 박과 최(2)의 연구에서는 연구대상자의 60.2%가 체중을 줄이고 싶어했으며, 그 중 30.1%는 5kg 이상을 줄이고 싶다고 조사되었다. 이와 같이 체중 감량에 대하여 많은

사람들이 지대한 관심을 갖고 있으나, 대부분 체중 감량의 목표를 건강 보다는 외적 체형에 두고, 실제 비만이 아닌 사람들도 본인이 비만이라 판단하고 있다. 그리하여, 특정 모델이나 펄턴트들의 날씬한 몸매를 목표로 단기간 무리한 체중 감량을 시도하여, 이에 따른 부작용으로 기초대사량 감소, 우울증, 신경성 식사거부증, 또는 폭식증 등과 같은 병적인 섭식장애를 경험하게 된다(3). 따라서 올바른 비만의 진단과 판단 기준이 확립되어야 하며, 그 판단 기준을 많은 사람들에게 홍보하는 것이 시급하다고 생각되어진다.

신체 구성(body composition)은 크게 체지방(fat mass)과 체지방(fat free mass)으로 나누며, 체지방은 단백질, 수분과 무기질로 구성되어 있다(4). 신체 구성에 대한 연구는 운동분야로부터 시작되어 주로 운동 능력

[†]To whom all correspondence should be addressed

향상에 관심을 기울였었으나, 체지방의 축적이 고혈압, 당뇨병, 고지혈증 등과 상관관계가 높다는 연구가 발표된 이후 건강과의 관계에 초점이 맞추어지고 있다(5-7). 또한 30~50% 체지방의 감소는 영양실조로 생명에 위협을 줄 수 있고(8), 각 개인의 기초대사량이 체지방과 밀접한 관계가 있다는 연구(9) 결과가 나오에 따라 신체 구성에 대한 관심이 더욱 고조되고 있다. 그러므로 신체 구성의 정확한 측정은 체지방 함량의 증가에 따라 수반되는 여러 질병의 단계를 이해하고, 보다 더 합당한 치료에 도움이 될 것이다.

살아있는 생물 특히 인간의 신체 구성 또는 체지방 함량을 정확히 측정한다는 것은 불가능하다. 현재까지 많은 측정방법들이 개발되어 왔으며, 크게 간접 측정법과 직접 측정법으로 분류할 수 있다. 보편적으로 자주 사용되어 왔던 간접 측정법에는 신체계측법(Anthropometry)을 이용한 비만도 지수법과 피하지방 두께 측정법(Skinfold-thickness) 등의 방법이 있다. 비만도 지수법은 표준체중과 실제체중과의 비로 나타내는 Broca방법, 신장과 체중과의 비로 나타내는 체질량지수법 등이 있다. 피하지방 두께 측정법은 선택된 부위의 피하지방 두께를 측정하여 전체 체지방의 정도를 평가하는 방법이다. 그리고 근래에 개발된 간접 측정법으로는 임피던스법(Bioelectrical Impedance Analysis), 근적외선법(Near-Infrared Interactance), 초음파법(Ultrasound), Total Body Electrical Conductivity, 전산화 단층촬영법(Computerized Tomography), 자기 공명 영상촬영법(Magnetic Resonance Imaging) 등이 있다. 임피던스법은 인체에 일정한 낮은 전류를 통과시켜 그 전류에 대한 저항값을 공식에 대입하여 체지방 함량을 평가하는 방법이며, 근적외선법은 근적외선을 조직에 조사하여 흡수, 반사의 원리에 의해 체지방 함량을 측정하는 방법이다. 그리고 초음파법은 초음파를 이용하여 피하지방 두께를 측정하며, Total Body Electrical Conductivity는 신체 구성 성분마다 각기 다른 전기 전도성을 갖는다는 원리를 이용한 방법이다. 또한 방사선을 이용하여 신체 각 부위의 지방의 두께를 측정하는 전산화 단층 촬영법, 핵자기공명을 이용하여 체지방 함량을 산출하는 자기 공명 영상 촬영법 등이 있다. 가장 기준이 되는 직접 측정법은 비중법(Densitometry)으로, Archimedes의 원리를 기초로 물 안과 물 밖에서 체중을 측정하여 신체의 비중을 구한 후 공식에 대입하여 체지방 함량을 측정하는 방법이다. 이외에 방사선 동위원소인 중수소를 경구 또는 정맥 주사한 후 타액이나 소변을 채취하여 희석 정도를 측정하는 체내 총수분량 측정법(Total Body Water), 칼륨은 지방이

외의 부위에만 존재한다는 원리를 이용한 체내 총 칼륨 측정법(Total Body Potassium)이 있다. 또한 불활성 기체가 지방에 일정하게 용해된다는 원리를 이용한 불활성 기체의 지방용해도 측정법, 가속화된 중성자를 조사하여 원자마다 방출되는 에너지의 감마선을 측정하는 중성자 활성화법(Neutron Activation Method) 등이 있다(10-12). 여러 직·간접 측정방법들중 비만도 지수법, 피하지방 두께 측정법, 근적외선법, 임피던스법 등은 측정 소요 시간이 짧아 많은 연구대상자를 상대로 하는 실험에 적합하며, 측정기기의 가격이 비교적 저렴하다는 장점 때문에 보편적으로 많이 사용하고 있으나, 기기들 간의 결과의 일치성에 대해서는 의문시되고 있다.

신체 구성을 평가하는 기기들 중 오차 없이 측정되는 기기는 없다. 따라서 오차의 가능성을 고려한 기기들 간의 측정 결과를 분석한 여러 연구들이 진행되어 왔다. 이러한 연구중 비중법을 기준으로 임피던스법, 피하지방 두께 측정법, 근적외선법과의 상관관계를 비교하거나(13,14), 임피던스법 또는 체질량지수법을 기준으로 다른 기기들과의 결과를 비교한 연구들이(15,16) 보고되어왔다. 이와 같은 연구를 통하여 각 기기들은 밀접한 상관관계가 있는 결과를 나타내었다. 이처럼 각 기기들 간의 비교 연구들이 선행되어 왔으나, 기기들을 사용하는 측정자 간의 오차에 대한 연구는 미약했으며, 임피던스법을 이용한 제조회사가 다른 두가지 기기 간의 비교에 대한 연구는 전혀 없었다.

따라서 본 연구는 자신의 체지방 함량에 관심이 많은 여대생들을 대상으로 동일 연구대상자에게 두 사람의 측정자가 각각 같은 시간대에 피하지방 두께 측정법, 근적외선법과 임피던스법(같은 원리를 이용한 제조회사가 다른 두가지 기기)으로 두번씩 반복 측정하였을 때, 그 결과들을 비교 분석하여 두 측정자 간, 각 측정 기기들 간의 결과를 비교 관찰하고자 한다.

본 연구의 제한점은 1) 사용된 기기들이 외국에서 제조한 것이고, 이들의 체지방 공식이 외국인을 대상으로 추정한 것이므로 우리나라 사람을 대상으로 하였을 때 공식의 신빙성에 한계가 있으며, 2) 체지방 측정시 가장 기준이 되는 방법은 비중법인데, 본 실험실에서의 장비 부족과 대상자의 협조 등의 문제로 비중법을 사용하지 못하여, 본 연구결과와 비교할 수 없다는 점 등이다.

연구방법

연구대상자

본 연구는 자신의 체지방 함량에 관심이 있고, 특별

히 다른 질병이 없는 자발적으로 참여한 여자대학생 71명을 대상으로 실시하였다. 사전에 훈련된 두명의 측정자가 모든 계측을 같은 시간대에 행하였으며, 동일한 연구대상자에게 같은 항목을 순차적으로 두번씩 반복하여 측정하였다.

인체 계측

신장 및 체중

연구대상자의 신장은 맨발로 선 후 바른 자세를 취하게 하고 시선을 수평이 되도록 하여 0.1cm 단위까지 Martin식 신장계로 측정하였다. 체중은 연구대상자가 맨발로 TBF-105(TANITA, Japan) 위에 표시된 지점에 정확히 올라서게 하여 측정하였다.

허리둔부둘레비(Waist to Hip Ratio, WHR)

허리둘레는 연구대상자를 바른 자세로 세우고, 중간 정도의 호흡을 하였을 때 배꼽 1cm 아래 부위를 기준으로 측정하였다. 둔부둘레는 둔부에서 가장 많이 나온 부위를 기준으로 수평이 되도록 하여 tape으로 측정하였다. Tape은 퍼서 당길 때 저항력과 내구력이 있으며, ± 0.1cm의 정확성을 지닌 것으로 사용하였다.

비만도 측정

Broca방법

측정된 신장으로 표준 체중을 구하였고, 표준 체중에 대한 실측 체중의 비율인 Percent Ideal Body Weight (PIBW)를 구하였다.

이때 표준 체중과 PIBW의 공식은 다음과 같다.

$$\text{표준체중} = (\text{신장} - 100) \times 0.9$$

$$\text{PIBW} = \text{실측 체중} / \text{표준 체중} \times 100$$

체질량지수법(Body Mass Index, BMI)

BMI는 측정된 체중과 신장을 체중은 kg 단위로, 신장은 m 단위로 환산하여, 체중을 신장의 제곱으로 나눈 값(kg/m²)으로 표시하였다.

체지방 함량 측정법

피하지방 두께 측정법(Skinfold-thickness)

Caliper(Fat-O-Meter, USA)를 이용하여 0.1mm 단위까지 신체 4부위의 피하지방 두께를 측정하였다. 각 측정 부위는 견갑골밑(subscapular), 장골위(surprailiac), 삼두박근(triceps), 이두박근(biceps)으로 하였다. 체지방 함량은 Durnin과 Womersley(17) 식에 의해 체밀도(D)를 먼저 구하고

$$D(\text{kg/m}^3) = 1.1599 - (0.0717 \times \log_{10}[\text{SK4}(\text{mm})])$$

SK4 = subscapular + surprailiac + triceps + biceps
Siri(18)의 식으로 구하였다.

$$\% \text{ body fat} = (4.95/D - 4.50) \times 100$$

근적외선법(Near-Infrared Interactance, NIR)

Conway 등(19)의 연구 결과를 토대로 개발된, Futrex-5000(Kett Electric Lab, Japan)으로 체지방 함량을 측정하였다. 연구대상자의 성별, 신장, 체중, 체격을 입력한 후, 오른팔의 이두박근 위에 light wand를 놓고 NIR를 투과시켜 이로부터 체지방 함량을 측정하였다.

임피던스법(Bioelectrical Impedance Analysis, BIA)

TBF-105

연구대상자의 성별, 신장을 입력한 후, 맨발로 TBF-105(TANITA, Japan)의 표시된 지점에 정확히 올라서게 하여 체지방 함량을 측정하였다.

Spectrum II

연구대상자의 이름, 나이, 신장, 성별, 체중을 기기에 입력한 다음, 편안하게 누운 자세에서 오른쪽 손등과 손목 주위에 각각 1개씩, 오른쪽 발등과 발목 주위에 각각 1개씩 총 4개의 electrodes를 부착하여, Spectrum II(RJL System, USA)와 연결시킨 후 흐르는 전류의 저항 값이 안정되었을 때의 값으로 체지방 함량을 측정하였다.

분석방법

분석 모형

각 연구대상자를 블록(block)으로 간주하여 변량인자(random factor)로 취급하였고, 두명의 측정자와 4가지 측정기기는 미리 주위졌기 때문에 고정인자(fixed factor)로 취급하였다. 따라서 본 연구는 반복이 있는 삼원배치법(Three-way factorial design)의 혼합모형(mixed model)을 적용하였으며, 그 모형은 아래와 같다.

$$Y_{ijkl} = \mu + O_i + I_j + S_k + (OI)_{ij} + (OS)_{ik} + (IS)_{jk} + (OIS)_{ijk} + e_{ijkl}$$

여기서 Y_{ijkl} 는 i 번째 측정자가 j 번째 기기를 이용하여 k 번째 연구대상자를 상대로 l 번째 반복측정하였을 때의 체지방 관측값이다.

μ : 전체모평균

O_i : Operator($i=1,2$)

I_j : Instrument($j=1,2,3,4$)

S_k : Subject($k=1,2,3, \dots, 71$)

$(OI)_{ij}$: Operator & Instrument의 상호작용(two-factor interaction)

$(OS)_{ik}$: Operator & Subject의 상호작용

(two-factor interaction)

(IS)_{jk} : Instrument & Subject의 상호작용
(two-factor interaction)

(OIS)_{ijk} : Operator, Instrument & Subject의 상호
작용(three-factor interaction)

e_{ijkl} : 평균 0, 분산 σ^2 인 정규분포를 따르는 확률
변수(1=1,2)

따라서 총 측정횟수는 1136회이다.

통계분석

이 모형을 기초로 획득한 실험 자료들을 Statistical Analysis System(SAS)을 이용하여 ANOVA table을 작성하여 측정자 간, 측정기기 간의 차이를 유의수준 $\alpha=0.05$ 에서 검증하였고, Least Significant Difference (LSD)의 다중비교를 통하여 어느 정도의 측정치 차이가 각 기기 간에 존재하는지를 알아보았다.

결과 및 고찰

연구대상자의 일반적 특성

비만 이외의 특별히 다른 질병이 없는 여자대학생 71명을 대상으로 실시한 결과 본 연구대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다. 연구대상자의 평균 연령은 20.2 ± 1.2세였으며, 평균 신장과 체중은 각각 160.1 ± 4.8cm, 55.4 ± 6.9kg이었다. WHR(Waist to Hip Ratio)은 여성은 0.8, 남성은 0.9 이상일 때 상체 비만이라 판정하며(20), 상체 비만은 당뇨병, 심혈관질환, 간질환, 이상지질증 등의 질환과 밀접한 관계를 갖는 것으로 보고되고 있다(20, 21). 본 연구대상자의 평균 WHR은 0.82 ± 0.04이었다.

신체계측법은 체중에서 지방이 차지하는 상대적 양이나 지표를 결정하는 비만 판정 방법으로 본 연구에

서는 비만도 지수법, 피하지방 두께 측정법을 사용하였다. 비만도 지수법 중 Broca방법에 의해 표준체중의 120% 이상은 비만, 110~120%는 과체중, 90~110% 사이는 정상, 90% 이하는 저체중으로 판정하고 있으며(22). 체질량지수법의 경우 체질량지수가 20~25는 정상, 25 이상은 비만으로 판정한다(23). 본 연구대상자의 평균 비만도(%)는 103.0 ± 15.2%, 평균 체질량지수는 21.7 ± 2.9 나타나 평균적으로 정상 범위에 해당되었다.

여성은 체지방 30% 이상, 남성은 체지방 25% 이상 일 때 비만으로 판정한다(7). 이러한 체지방의 과다 축적은 만성질환과 밀접한 관계가 있다고 보고되고 있다(5-7). 체지방 함량 측정을 위해 본 연구에서는 4가지 기기를 사용하였으며, Table 2는 본 연구대상자의 평균 체지방 함량을 나타내었다. 평균 체지방 함량은 피하지방 두께 측정법에서는 27.8 ± 3.8%, TBF-105의 측정값은 27.4 ± 5.6%, 근적외선법에서는 25.2 ± 2.9%, Spectrum II를 이용한 값은 24.8 ± 5.7%로써 평균적으로 정상 범위에 해당되었다.

모든 계측은 두명의 측정자가 두번씩 반복 측정하였는데, 측정자 내의 반복 측정 결과 p=0.9703으로 나타나 유의적 차이가 없는 거의 일치하는 수치를 보였다. 따라서 본 연구는 측정자 내의 반복 측정 결과는 오차의 범위에 포함시켜 측정자 간, 측정기기 간의 결과를 비교하였다.

두 측정자 간의 체지방 함량 비교

Table 3은 측정자 간, 연구대상자 간, 측정기기 간, 측정자·연구 대상자·측정기기 간의 상호작용을 분산분석표로 나타냈다. 귀무가설 H₀: O₁=O₂=0을 검증한 결과 p=0.2048로 나타나 유의수준 $\alpha=0.05$ 에서 두 측정자 간의 결과의 차이가 없음을 알 수 있었다. 그러나 p=0.2048로 두 측정자 간의 결과가 완전히 일치된다고 판단할 수는 없다.

Table 4는 4가지 체지방 함량 측정기기를 사용하여 두 측정자 간, 측정기기 간의 결과를 총괄표로 나타냈다.

Table 1. Characteristics of the subjects (mean ± SD)

Variable	Subject(n=71)
Age(yrs)	20.2 ± 1.2
Height(cm)	160.1 ± 4.8
Weight(kg)	55.4 ± 6.9
Waist(cm)	76.2 ± 5.9
Hip(cm)	92.6 ± 4.3
WHR ¹⁾	0.82 ± 0.04
PIBW(% ²⁾)	103.0 ± 15.2
BMI ³⁾	21.7 ± 2.9

¹⁾WHR: Waist to hip ratio

²⁾PIBW: Percent ideal body weight
ideal body weight=(height-100) × 0.9
PIBW=(current weight/ideal body weight) × 100

³⁾BMI: Body mass index
BMI=body weight(kg)/height²(m²)

Table 2. Body fat percentage from four instruments (mean ± SD)

Instrument	Number of measurement
	71 subjects × 2 duplicates × 2 operators
Skinfold thickness(%)	27.8 ± 3.8
TBF-105(%)	27.4 ± 5.6
Near-infrared interactance(%)	25.2 ± 2.9
Spectrum II(%)	24.8 ± 5.7

Table 3. Analysis of variance(ANOVA) table

Source	Sum of Square	DF	Mean Square	F-value	P-value
O ¹⁾	3.12	1	3.12	1.64	0.2048
I ²⁾	1978.20	3	659.40	35.60	0.0001*
S ³⁾	19872.98	70	283.90	546.56	0.0000*
O×I	20.16	3	6.72	4.33	0.0055*
O×S	133.46	70	1.91	3.67	0.0000*
I×S	3890.17	210	18.52	35.66	0.0000*
O×I×S	326.02	210	1.55	2.99	0.0000*
E ⁴⁾	295.04	568	0.52		
Total	26519.15	1135			

¹⁾O: Operator

²⁾I: Instrument

³⁾S: Subject

⁴⁾E: Error

*Significant difference(p<0.05)

Table 4. Percent body fat from four instruments, two operators(mean±SD) (unit : %)

Operator	Spectrum II	Near-infrared interactance	TBF-105	Skinfold thickness
Operator 1	24.7±5.6	25.3±2.9	27.4±5.7	27.5±4.0
Operator 2	24.8±5.7	24.9±3.5	27.4±5.6	28.0±3.7

Table 4에서 피하지방 두께 측정법과 근적외선법이 TBF-105와 Spectrum II 보다 측정자 간의 차이가 큰 것으로 나타났다. 특히 TBF-105가 가장 차이가 적은 것으로 관찰된 반면, 피하지방 두께 측정법은 측정자 간의 비교에서 가장 큰 차이를 보였다.

이러한 결과는 피하지방 두께 측정법의 경우 연구대상자 신체 부위를 측정할 때 측정자마다 측정 부위 선택에 따른 오차의 가능성이 가장 크며, 비만인의 경우 근육과 지방의 구분이 어려워 지방만의 두께 선택 기준이 측정자마다 다를 수 있기 때문에 측정자 간의 차이가 다른 기기에 비해 가장 크게 나타났다고 판단되어진다. 또한 근적외선법은 외부의 빛을 차단하고 이두박근의 정확한 위치를 정하기 위해 arm band를 사용한다. 그 사용법은 겨드랑이에서 팔꿈치 안쪽까지의 길이를 측정하고, arm band에 부착된 gauge의 ring에 측정된 길이를 맞춘 후, gauge의 끝부분을 팔꿈치 안쪽에 대어 위치를 결정한다. 이때 겨드랑이와 팔꿈치 안쪽 사이의 길이 측정시 오차의 가능성이 있으므로 이두박근의 측정부위 선택에 있어서 측정자에 따라 달라질 수 있다. 그러나 Spectrum II는 나이, 성별, 신장, 체중 등 정해진 수치를 computer에 입력하며, electrodes 부착 부위가 비교적 간단하여 측정자 간의 부착 부위의 차이가 크지 않으므로 비교적 유사한 결과가

나타났다고 판단된다. 측정자 간에 가장 적은 차이를 보인 TBF-105는 기기사용법이 간단하여 고도의 숙련된 기술을 가진 측정자가 아니더라도 연구대상자가 기기 위의 표시 지점에 올라서서 측정하므로 측정자 간의 오차를 최소로 줄일 수 있어 매우 유사한 결과를 나타냈다고 생각된다. 따라서 피하지방 두께 측정법과 근적외선법의 측정시 보다 더 세밀한 주의가 필요하다고 판단되어진다.

측정기기들 간의 체지방 함량 비교

체지방 함량의 측정은 동일 연구대상자에게 같은 시간대에 피하지방 두께 측정법, 근적외선법, TBF-105, Spectrum II를 사용하여 측정하였다. Table 3에서 귀무가설 $H_0 : I_1=I_2=I_3=I_4=0$ 을 검증한 결과 $p=0.0001$ 로 나타나 4가지 기기 간에 뚜렷한 차이가 있음을 알 수 있었다.

4가지 기기들에 의한 체지방 함량 측정치의 차이가 어느 정도 있는지를 알아보기 위해 최소 유의차(LSD)의 다중비교(multiple comparison)를 통해 알아본 결과는 Table 5와 같다. 4가지 기기 서로간의 측정치는 차이가 있으며, 체지방 함량은 Spectrum II, 근적외선법, TBF-105, 피하지방 두께 측정법 순으로 피하지방 두께 측정법의 결과가 가장 높게 나타났다. 쌍을 지은 각 기기들 간의 평균 체지방 함량 차이를 살펴 보면, 근적외선법과 Spectrum II는 0.36%, 피하지방 두께 측정법과 TBF-105는 0.43%, TBF-105와 근적외선법은 2.22%, TBF-105와 Spectrum II는 2.58%, 피하지방 두께 측정법과 근적외선법은 2.64%, 피하지방 두께 측정법과 Spectrum II는 3.00%이었다. 따라서 다른 기기들과 비교하여 근적외선법과 Spectrum II, 피하지방 두께 측정법과 TBF-105 사이에서

Table 5. The 95% confidence interval of differences by instruments

Instruments comparison	Lower confidence limit	Difference between means	Upper confidence limit
S ¹⁾ -T ²⁾ *	0.3064	0.4252	0.5440
S -N ³⁾ *	2.5229	2.6417	2.7605
S -Sp ⁴⁾ *	2.8838	3.0026	3.1214
T -N*	2.0978	2.2165	2.3353
T -Sp*	2.4587	2.5775	2.6963
N -Sp*	0.2421	0.3609	0.4797

¹⁾S: Skinfold thickness

²⁾T: TBF-105

³⁾N: Near-infrared interactance

⁴⁾Sp: Spectrum II

*Significant difference(p<0.05)

근접한 결과를 보임을 알 수 있었다. 피하지방 두께 측정법과 Spectrum II는 3.00%로 가장 큰 차이를 나타냈는데, 이 수치는 비만판정시 오류의 가능성이 매우 크다고 생각되어진다.

본 연구에서 사용된 기기들은 현재 보편적으로 많이 사용되고 있다. 그러나 각 기기들마다 기본적으로 적용되는 가정과 체지방 추정 공식 내의 타당성 여부를 고려할 필요성이 있다. 피하지방 두께 측정법은 체지방의 대부분이 피하조직에 축적되어 있으며, 피하지방은 전체 체지방의 일정 비율을 차지하고, 선택된 측정 부위들은 전체 피하지방을 나타낸다는 가정을 기초로 체지방 함량을 추정한다(24,25). 이러한 측정 방법은 caliper를 제외한 특별한 장비없이 결과를 빠르고 쉽게 해석할 수 있다는 장점이 있는 반면, caliper 사용시 측정자의 숙련된 기술이 요구되며, 연구목적과 상황에 따라 결정되는 측정부위 선택과 함께 적용 공식에 따라 결과가 다르게 나타날 수 있다(26). 본 연구에서는 연구대상자의 협조 문제를 고려하여 견갑골밑, 장골위, 삼두박근, 이두박근의 4부위를 측정하여 Durin과 Womersley의 공식(17)에 의해 체지방 함량을 추정하였다. 따라서 서구인을 대상으로 추정한 Durin과 Womersley의 공식(17)을 그대로 본 연구대상자에게 적용하였으므로 그 결과에 대해 의문의 여지가 있다.

근적외선법은 제조사에서 제공한 공식에 의해 체지방 함량이 추정되며, 이두박근 한 부위의 국지적 지방 분포만으로 전체 체지방을 추정한다는 것에서 문제시 되어질 수 있다(11).

TBF-105와 Spectrum II의 원리인 임피던스법(bio-electrical impedance analysis)은 체내 수분 함량에 민감하므로 탈수 상태이거나 월경 중인 여성, 체중 감량 중일 경우 측정 오차의 가능성이 크다(11,27). 본 연구에서 사용된 TBF-105와 Spectrum II는 같은 임피던스 원리를 이용한 다른 제조사의 기기들이다. 따라서 이들의 측정치는 나머지 기기들과 비교하여 볼 때 유사한 결과를 예측하였지만 2.58%의 체지방 함량 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 TBF-105는 일본에서 제조한 것이며, Spectrum II는 미국에서 제조하여 각 기기에 적용된 체지방 함량 추정 공식의 차이 때문이라 판단되어진다.

이와같은 결과에서 동일인을 대상으로 하더라도 4가지 체지방 측정기기를 이용한 데이터는 충분히 차이가 날 가능성이 있다. 따라서, 정확한 한국인의 체지방 함량 측정을 위해서는 측정기간의 표준화 연구가 시급하며, 측정기기의 대부분이 외국에서 개발된 기기이므로 한국인의 체형특성에 맞는 적정기기에 대한 보정

연구도 아울러 필요하다고 보여진다.

요 약

본 연구에서 결과는 1) 4가지 체지방 함량 측정기기를 사용하여 두 측정자 간의 결과를 비교해 보면 유의적인 차이가 없음을 알 수 있었다. 2) 체지방 함량 측정 기기들 간의 비교는 4가지 기기 모두 유의적인 차이가 있었으나, 근적외선법과 Spectrum II, 피하지방 두께 측정법과 TBF-105 사이에서 근접한 결과를 보였다. 그러므로 비만판정시 한가지의 기기만을 사용하였을 때 동일인을 대상으로 하더라도 측정자의 오차와 측정기기 각각의 측정 오류를 충분히 고려하지 못하므로 정확한 판정이라 할 수 없다. 또한 현재 사용되는 대부분의 기기들이 제조사에서 제공한 외국인의 체지방분포의 기초자료를 중심으로 추정된 공식을 그대로 사용하므로 한국인에 적용할 경우 그 결과가 의문시 되어진다. 따라서 각 기기들의 가정과 단점을 보완하기 위해 보다 많은 변수를 포함하며, 한국인을 대상으로 추정된 우리의 실정에 맞는 새로운 공식의 개발이 요구되어진다.

문 헌

1. Moses, N., Bannilivy, M-M. and Lifshutz, F. : Fear of obesity among adolescent girls. *Pediatrics*, **83**, 299(1993)
2. 박갑선, 최영선 : 대구시내 아파트 거주 주부들의 비만 실태와 비만요인에 관한 연구. *한국영양학회지*, **23**, 170 (1990)
3. Story, M. and Alton, I. : Current perspective on adolescent obesity. *Top. Clin. Nutr.*, **6**, 51(1991)
4. Cohn, S., Ellis, K., Artsky, D., Sawitsky, A., Gartenhaus, W., Yasumura S. and Vaswani, A. : Comparison of methods of estimating body fat in normal subjects and cancer patients. *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**, 2839(1881)
5. Pi-Sunyer, F. X. : Health implication of obesity. *Am. J. Clin. Nutr.*, **53**, 1595(1991)
6. 김혜경 역 : 영양과 행동. 울산대학교 출판부, 울산, p.305 (1994)
7. Bray, G. A. : Overweight is risking fate : Definition, Classification, Prevalence and risks. *Ann. Ny. Acc. Sci.*, **14**, 499(1987)
8. Jensen, M. D., Braun, J. S., Vetter, R. J. and Marsh, H. M. : Measurement of body potassium with a whole-body counter : relationship between lean body mass and resting energy expenditure. *Mayo Clin. Proc.*, **63**, 864(1988)
9. Bogardsa, C., Lillija, S., Ravussin, E., Abbott, W., Sawakzi, J. K., Young, A., Knowler, W. C., Jarobowitz, R. and Moll, P. P. : Familial dependence of the resting metabolic rate. *N. Engl. J. Med.*, **315**, 96(1986)
10. 대한비만학회 : 임상비만학. 고려의학, 서울, p.181(1995)
11. Lukaski, H. C. : Methods for the assessment of hu-

- man body composition: traditional and new. *Am. J. Clin. Nutr.*, **46**, 537(1987)
12. Michael, D. and Jensen, M. D. : Research techniques for body composition assessment. *J. Am. Diet. Assoc.*, **92**, 454(1992)
 13. Kristine, M., Wilmore, Patricia, J., McBride and Jack, H. : Comparison of Bioelectrical impedance and near-infrared interactance for body composition assessment in a population of self-perceived overweight adults. *Int. J. Obesity.*, **18**, 375(1994)
 14. Eaton, A. W., Israel, R. G. and O'Brien, K. F. : Comparison of four methods to assess body composition in women. *Eur. J. Clin. Nutr.*, **47**, 353(1993)
 15. James, B., Kenneth, A., Conard and Gail, G. : Comparison of methods for estimating body composition in young and elderly women. *J. Gerontology.*, **45**, 119(1990)
 16. 한경희 : 노인들의 신체계측치와 체지방 추정 방법들간의 비교연구. *지역사회영양학회지*, **3**, 405(1996)
 17. Durnin, J. V. G. A. and Womersley, J. : Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16-72 years. *British J. Nutr.*, **32**, 77(1974)
 18. Siri, W. E. : Body composition fluid spaces and density ; Analysis of methods in techniques for measuring body composition. National Academy of Science, National Research Council, Washington, D.C., p.223(1961)
 19. Conway, J. M., Norris, K. H. and Bodwell, C. E. : A new approach for the estimation of body composition ; infrared interactance. *Am. J. Clin. Nutr.*, **40**, 1123(1984)
 20. 이득주 : 허리둔부둘레비와 비만 관련 질환의 예측. 대한비만학회추계학술대회, p.53(1996)
 21. Kissebah, A. H., Vydelingum, N. and Murray, R. : The relation of body fat distribution to metabolic complications of obesity. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, **45**, 254(1982)
 22. 김양수, 이철희 : 신체조성 방법이 성인의 비만 판정에 미치는 영향. *대한비만학회지*, **4**, 59(1995)
 23. Garrow, J. S. : Treat obesity seriously-a clinical manual. Edinburgh. Churchill Livingstone(1981)
 24. Roche, A. : Some aspects of the criterion methods for the measurement of body composition. *Hum. Biol.*, **59**, 209(1987)
 25. Lohman, T. G. : Skinfolts and body density and their relation to body fatness : a review. *Hum. Biol.*, **53**, 181(1981)
 26. Bray, G. A., Greenway, F. L. and Molitch, M. E. et al. : Use of anthropometric measures to assess weight loss. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**, 769(1978)
 27. Christine, N. G. and Daphne, A. R. : The menstrual cycle's effect on the reliability of bioimpedance measurements for assessing body composition. *Am. J. Clin. Nutr.*, **50**, 903(1989)

(1997년 3월 15일 접수)