

대전지역 성인여성의 BIA와 신체계측치에 의한 체지방을 비교 연구

Comparison of the Estimations of Body Fat by Bioelectrical Impedance Analysis and Anthropometric Measurements in Women in Daejeon

왕수경* · 이나영
대전대학교 이과대학 식품영양학과

Wang, Soo-gyoung · Lee, Na-young
Dept. of Food & Nutrition, Daejeon Univ.

Abstract

Age-dependent changes in body fat can often be observed in normal population. A series of indirect body fat estimates, such as hydrodensitometry, Bioelectrical Impedance Analysis(BIA), and anthropometry equation for body fat, have been developed. The BIA made it possible to analyze body fat mass more related to hydrodensitometry than anthropometry. This study is to compare the body composition analysis between bioelectrical impedance analysis(BIA) and anthropometric measurements of women. The subjects were a group of Daejeon residents including 32 young-aged women(21.50±1.44), 30 middle-aged women(50.33±5.27), and 40 old-aged women(69.22±5.74). We used BIA(inbody 3.0, Biospace Korea) to determine body fat and other body composition. We also measured weight, height, circumference for 12 parts, and skinfold thickness for 9 parts of all subjects' body. The results are as follows: The subjects' height by the age group were 161.74±0.94cm in the young-aged women, 154.16±1.09cm in the middle-aged, and 148.60±0.78cm in the old-aged respectively. BMI were, in order, 21.68±0.49, 22.87±0.89, and 23.85±0.55. Relative body fat determined by BIA was, also in order, 29.06±0.92%, 26.35±1.02%, and 29.35±1.07%.

Circumference and skinfold that showed the highest correlation with body fat by BIA was waist in the young-aged($r=0.738$) and bust in the middle- and old-aged($r=0.844$, $r=0.804$), and triceps in the young- and old-aged($r=0.538$, $r=0.798$), and subcostal in the middle-aged($r=0.872$). Body fat Estimations by BIA were the highest correlation with Caucasian women's equation($r=0.588$) in young- aged women, Siri's equation with Durnin & Womesley's body density measurement($r=0.875$) in middle aged women and Caucasian women' equation($r=0.872$) in old aged women. We need to develop specific anthropometric equations based on sex and age to determine body fat.

Key Words : BIA, anthropometry, body fat, skinfold thickness

I. 서론

체성분의 평가는 식이 조절과 운동 프로그램, 성장과 발달에 따른 변화를 관찰하여 건강과 질병, 영양학적 상태를 결정하는 중요한 요소(김명기, 1997)이며, 영양손실이나 영양 중재 활동이 신체 구성성분에 미치는 영향을 판정해 보기 위해서는 각 신체 구성성분에 대한 정확한 측정방법이 필요하다.

근래에 경제발전으로 인하여 식생활이 개선되고 생활

양식이 편리하여짐에 따라서 비만증의 빈도가 점차 증가되고 있다. 국민건강보험공단에서 실시한 건강검진 결과 남성 61%, 여성 48%가 과체중이거나 비만으로 밝혀졌다. 연령별로 보면 남자들은 50대까지, 여자들은 60대까지 나이가 들수록 비만율이 꾸준히 증가하는 것으로 나타나 전체적으로 50~60대의 비만율이 가장 높게 나타났다(세계일보, 2004). 비만은 고혈압, 당뇨, 심혈관질환등 여러 만성질환의 위험 요인이 되므로 만성질환의 예방 차원에서 보다 빨리 비만의 징후를 알아내어 대책을 강구하는 일이 중요하며 이를 위해서는 비만을 판정하여 관리하는

* Corresponding author: Soo-gyoung Wang
Tel: 042) 280-2470, Fax: 042) 283-7172
E-mail: gyoung@dju.ac.kr

것이 필요하다.

체성분 측정에 관한 연구는 1863년 Bischoff와 Gewichis에 의하여 시작되었으며, Widdowson 등은 동물이나 사람의 사체를 화학적으로 분석하는 직접법에 의하여 인체 성분을 분류한 바 있다. 체지방을 측정하는 방법에는 실제로 측정하는 방법이 더 정확하지만 인체를 직접 측정하기에는 어려우므로 대부분 간접적인 여러 방법들이 개발되어 왔다(Benn, 1971; Roche, Siervogel, Chumlea, Webb, 1981).

신체계측치에 의해서 체지방량을 평가하는 방법은 크게 2가지로 나눌 수 있는데(Pollock 등, 1984) 첫째는 신장과 체중을 이용하여 체질량지수(BMI)로 체중초과 및 체중미달의 정도를 결정하는 것이다(Keys 등, 1972). 둘째는 피하지방 두께 신체 각 부위의 둘레 및 반지름 등을 각각 독립적으로 이용하거나 또는 이들을 동시에 이용하여 체밀도와 체지방량을 예측하는 것이다(Behnke 등 1984). 여러 연구를 통하여 체밀도 추정시에 신장과 체중만을 이용하는 것보다는 피하지방 부위별 두께와 신체 부위별 둘레를 이용하는 것이 더욱 타당함이 밝혀졌다(Lohman, 1982). 여러 추정식이 발표됨에 따라 특정집단을 대상으로 체지방량을 추정하고자 할 때 어떤 식을 선택하느냐 하는 것이 중요한 문제로 대두하게 되었다. Thorland(1984) 등은 이미 보고된 체지방추정식을 이용하여 젊은 운동선수들의 체밀도를 계산하고, 수중체중을 이용하여 측정된 체밀도와 비교하여 이들 추정식의 타당도를 분석한 바 있다. 국내에서는 김은경 등(1989)이 남녀 대학생을 대상으로 체밀도 계산 및 추정식의 타당도 분석에 관한 결과를 발표하였다.

한편 임상적으로 체지방의 측정에 비교적 많이 사용하고 있는 생체 전기저항 측정법(bioelectrical impedance analysis, BIA)에 관한 연구는 Thomasset(1962) 등이 체수분의 지표로서 전기 저항을 이용한 측정에서 시작되었으며 Hoffer(1969) 등은 총 신체저항(total body impedance)과 총 체수분(TBW)사이에는 높은 상관관계($r=0.92$)가 있음을 보여 주었다. 이러한 생체전기저항 측정법(bioelectrical impedance analysis, BIA)은 장비가 비싸고 운반과 이동이 불편하며, 다수의 사람을 대상으로 측정하기는 시간 및 노력면에서 비경제적인 편이다.

이에 본 논문에서는 성인 여성의 생체전기저항 측정법(BIA)과 신체계측치를 이용한 여러 체지방 추정식을 통해 산출된 체지방량과 단순히 체중과 신장으로 구한 체질량지수에 의한 비만도를 비교 분석하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 2002년 4월부터 8월까지 대전지역의 20~29세 성인 여성 32명, 30~59세 중년 여성 30명 60~90세 노년기 여성 40명을 대상으로 실시하였다.

2. 연구내용 및 방법

1) 체위측정

신장과 체중은 가벼운 옷차림으로 측정하였다. 신장 측정 시 맨발로 자연스럽게 선 자세를 취하였으며, 선형 신장계(삼화메디칼, 대한민국)로 0.5cm까지 측정하였다. 체중은 전자체중계(삼화메디칼, 대한민국)를 이용하여 0.1kg까지 측정하였다.

2) 신체 부위별 둘레 측정방법

신체둘레 측정용 플라스틱 줄자를 이용하여 cm단위로 측정하였고 측정부위는 Wilmore(1988) 등의 인체 측정을 위한 표준위치 중 머리둘레(head circumference), 좌 팔 부위에서 상완둘레(upperarm circumference), 전완둘레(foream circumference), 손목둘레(wrist circumference), 가슴둘레(bast circumference), 허리둘레(waist circumference), 엉덩이둘레(hip circumference), 대퇴상부둘레(upper-thigh circumference), 대퇴둘레(medial-thigh circumference), 종아리둘레(calf circumference), 발목둘레(ankle circumference)의 총 12부위를 선정하여 둘레를 측정하였다.

3) 피부 두겹 집기 측정방법

피하지방두께(subcutaneous fat thickness) 측정은 analog skinfold caliper(JAMAR, USA)를 이용하여 한 조사자에 의해 측정되었으며, 한 부위를 2번 측정하여 평균값을 구하였다. 측정단위는 0.1mm까지 하였고, Caliper의 압력은 항상 $10g/mm^2$ 으로 유지하였다. 측정부위는 Jackson과 Pollock(1978)의 측정방법을 이용하여 좌 상완에서 삼두근(triceps), 이두근(biceps), 전완 내측(medial forearm)을 측정하였고, 몸통부위에서 늑골(subcostal), 견갑골(subscapular), 복부(abdominal), 장골(suprailiac)을 측정하였으며, 좌 다리 부위에서 대퇴 중앙부위(mid-

thigh), 종아리(calf)를 각각 측정하였다.

4) 생체 전기 임피던스 측정

부위별 임피던스를 측정하기 위해 다주파수 부위별 임피던스 측정기(InBody 3.0; Biospace, 서울, 대한민국)가 사용되었다. 피검자가 체위계측을 마친 후 임피던스 측정 장치에 올라가서 손전극을 잡고 발전극을 밟은 후 직립 자세로 팔과 다리를 약간 벌린 자세를 취한 후 스타트 버튼을 누르면, 마이크로프로세서가 스위치를 작동시키면서 임피던스 측정장치는 오른팔, 왼팔, 몸통, 오른다리, 왼다리에서 4가지 주파수(5 kHz, 50 kHz, 250 kHz, 500 kHz)대역에서 인체 부위별 전기 저항을 측정하였다. 측정 결과는 약 2분 후에 결과지에 출력된다.

3. 통계분석

자료의 처리는 SPSS 11.0 Package를 이용하였으며 모든 자료의 산술평균 및 표준편차 등의 기초통계량을 산출하여 비교 분석하였다. 각 그룹간의 비교는 ANOVA로 하였으며 또한 인체계측을 통한 여러 체지방률 추정식을 이용하여 산출된 값들과 부위별 임피던스 측정을 통하여 산출된 값들 사이의 관련성을 알아보기 위해 상관분석을 실시하였다. 모든 분석의 유의성 검증은 $P < 0.05$ 수준에서 실시하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반특성

연구대상자의 일반적인 특성은 Table 1에 나타내었다.

연구대상자는 총 102명이었으며, 20대 이후 성인 여성의 체지방률은 점점 증가하다가 60대 이후부터는 감소한다(김명기, 2001; 조연희, 2001; 선우재근; 1995)는 연구에 따라 젊은 여성(20-29세), 중년기 여성(30-59세), 노년기 여성(60-90세)으로 나누었다.

각각의 평균 연령은 젊은 여성 21.50 ± 1.44 세, 중년기 여성 50.33 ± 5.27 세, 노년기 여성 69.22 ± 5.74 세였으며, 젊은 여성의 평균 체중과 신장은 각각 56.65 ± 7.41 kg, 161.74 ± 5.12 cm로 한국인 체위 기준치(한국인 영양권장량, 2000)인 54kg, 161cm 과 체중은 2kg정도 차이가 있으나 신장은 비슷한 것으로 측정되었고, 최근 대학생을 상대로 조사한 최미자(1999)의 연구에서 발표한 51.6kg, 160cm와 비교하여 체중은 5kg 이상 신장은 1cm정도 큰 것으로 조사되었다. 중년기 여성의 체중과 신장은 각각 54.31 ± 11.84 kg, 154.16 ± 5.97 cm로 한국인 체위 기준치인 57kg, 157cm와 비교하여 체중 3kg, 신장 3cm정도 적은 것으로 측정되었으며, 노년기 여성의 체중과 신장은 각각 52.72 ± 8.32 kg, 148.60 ± 4.94 cm로 한국인 체위 기준치인 54kg, 154cm와 비교하여 체중 1.3kg, 신장 6cm 정도 작은 것으로 측정되어 58.4 ± 0.3kg, 153.3 ± 0.2 cm로 측정된 최지혜 등(2002)의 연구와 비교해 볼 때 체중은 6kg, 신장은 5cm 정도 작은 것으로 나타났다.

BMI를 통한 비만도 측정을 비교하면 젊은 여성 21.68 ± 0.49 , 중년기 여성 22.87 ± 0.89 , 노년기 여성 23.85 ± 0.55 로 본 연구 대상자들의 BMI로 본 비만수준은 정상수준이었으나, 노년기 여성이 비만도가 약간 높게 나타났다. 이는 정진욱 등(1995)의 연구에서의 대상자들의 평균 BMI치보다 더 높아 살찐 경향을 보였고, 서울 거주자 대상인 이옥희(2001)의 중년 및 노년기 여성을 대상으로 한 조사에서 24.0 ± 3.3 을 나타낸 것보다는 낮은 값이었다.

일반적으로 성인 여성의 BMI 범위는 20.0-24.9로 보고 있으며 65세 이상의 경우는 24.0-29.0으로서 연령에 따라 증가하는 것으로 알려져 있다.

<Table 1> Age, height, weight of subjects.

variables	Mean ± S.D.			
	Young age(n=32)	Middle age(n=30)	Old age(n=40)	Total(n=102)
Age(yrs)	21.50 ± 1.44	50.33 ± 5.27	69.22 ± 5.74	48.70 ± 2.03
Height(cm)	$161.74 \pm 5.12^{a@}$	154.16 ± 5.97^b	148.60 ± 4.94^c	154.21 ± 0.76
Weight(kg)	56.65 ± 7.41	54.31 ± 11.84	52.72 ± 8.32	54.37 ± 0.93
BMI ¹⁾	21.68 ± 0.49^a	22.87 ± 0.89^{ab}	23.85 ± 0.55^b	22.90 ± 0.38

1) BMI(Body Mass Index) : kg/m^2

@ Means with different alphabets within a row are significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.

2. 체지방 및 체성분 측정

1) 인체계측

연구 대상자의 신체 부위별 둘레와 피부 두겹 두께는 Table 2 에 나타내었다.

먼저 신체 부위별 둘레 중 허리 둘레와 엉덩이 둘레를 살펴보면 허리 둘레는 젊은 여성 71.34±1.15cm, 중년기 여성 76.80±1.15cm, 노년기 여성 82.93±1.32cm로 세 그룹간에 유의적인 차이가 있었으나(p<0.05), 엉덩이 둘레는 세 그룹간에 유의적인 차이가 없었다. 이를 바탕으로 허리-엉덩이 둘레 비율(WHR, waist-hip circumference ratio)을 살펴보면 젊은 여성은 0.75±0.01, 중년기 여성은 0.83±0.01, 노년기 여성은 0.91±0.02로 통계적으로 유의적인 차이가 있었다. 나이가 많아질수록 점점 WHR이 높아졌으며, WHR의 정상수치는 여성의 경우 0.8 - 0.85(김화영, 2001)인데 노년기 여성은 이 정상수치 보다 높은 비율을 나타냈으며, 이는 최지혜 등(2002)의 연구결과보다 높은 수치(0.86±0.03)로 심혈관계질환의 위험 범위에 속하는 수준이었다. 중년기 여성의 경우 김은경(1989)의 연구결과(0.90±0.08)와 비교해 볼 때 본 연구 결과가 더 낮은

수치를 보이고 있었다.

대퇴상부둘레는 세 그룹간에 유의적인 차이가 있었으며(젊은 여성 91.42±0.86cm, 중년기 여성 86.25±1.28cm, 노년기 여성 81.91±1.58cm), 이와 반대로 상완둘레는 세 그룹간에 유의적인 차이가 없었다(p<0.05).

신체 부위별 피부 두겹 두께는 전체적으로 노년기 여성보다 젊은 여성에게서 높은 수치로 나이가 들면서 지방이 점점 줄어드는 것으로 나타났다. 견갑골 아래와 늑골 부위는 세 그룹간에 유의적인 차이가 없었으며, 대퇴부위는 젊은 여성 26.99±1.42mm, 중년기 여성 21.50±0.63mm, 노년기 여성 17.74±0.71mm로 세 그룹간에 유의적인 차이가 있었다(p<0.05).

2) 생체 전기 임피던스 측정

BIA(Bioelectrical Impedance Analysis)에 관한 연구는 Thomasset(1962) 등이 총 체수분의 지표로서 전기 저항을 이용한 측정에서 시작되었으며 Hoffer(1969) 등은 총 신체 저항(total body impedance)과 총 체수분(TBW)사이에 높은 상관관계(r=0.92)가 있음을 보여 주었다.

<Table 2> Measurement of circumference and skinfold thickness.

variables	Mean ± S.D.			
	Young age(n=32)	Middle age(n=30)	Old age(n=40)	Total(n=102)
Circumferences(cm)				
Head	55.07±0.23 ^{b2)}	53.86±0.30 ^a	52.32±0.70 ^a	53.60±0.32
Neck	31.24±0.21 ^a	31.48±0.35 ^a	33.37±0.43 ^b	32.16±0.23
Bast	84.19±1.18 ^b	88.77±1.24 ^a	88.12±1.34 ^a	87.13±0.76
Waist	71.34±1.15 ^a	76.80±1.15 ^b	82.93±1.32 ^c	77.62±0.89
Hip	94.48±1.12	92.50±1.12	91.40±1.40	92.65±0.74
Thigh(upper)	91.42±0.86 ^a	86.25±1.28 ^b	81.91±1.58 ^c	86.06±0.87
Upperarm	25.35±0.45	25.49±0.53	24.88±0.43	25.20±0.27
Forearm	21.28±0.32 ^a	23.03±0.39 ^b	21.77±0.31 ^a	22.11±0.20
Wrist	14.81±0.14 ^b	15.96±0.38 ^a	15.60±0.17 ^a	15.47±0.15
Thigh(medial)	48.30±0.86 ^a	46.38±0.84 ^a	42.11±0.62 ^b	45.25±0.51
Calf	35.01±0.51 ^b	32.52±0.63 ^a	31.03±0.47 ^a	32.67±0.35
Ankle	20.86±0.21 ^{ab}	21.39±0.37 ^b	20.37±0.27 ^a	20.82±0.17
WHR	0.75±0.01^a	0.83±0.01^b	0.91±0.02^c	0.84±0.01
Skinfolds(mm)				
Subscapular	22.08±1.42	21.95±1.25	22.63±1.04	22.66±0.70
Suprailiac	23.73±1.62 ^a	21.18±0.90 ^a	17.54±1.02 ^b	20.49±0.73
Subcostal	17.52±1.45	18.02±1.01	17.26±0.76	17.57±0.61
Abdomen	25.52±1.67 ^b	20.75±0.87 ^a	20.98±0.99 ^a	22.27±0.72
Triceps	21.97±1.09 ^a	19.55±0.91 ^{ab}	17.54±0.90 ^b	19.47±0.54
Biceps	14.69±0.87 ^b	12.27±0.68 ^a	11.04±0.61 ^a	12.50±0.43
Forearm	12.30±0.63 ^a	10.62±0.70 ^{ab}	9.10±0.55 ^b	10.52±0.38
Femoral	26.99±1.42 ^a	21.50±0.63 ^b	17.74±0.71 ^c	21.51±0.66
Calf	14.52±1.04 ^{ab}	14.85±0.46 ^a	12.51±0.63 ^b	13.82±0.43

© Means with different alphabets within a row are significantly different at α=0.05 by Duncan's multiple range test

생체 전기 임피던스 측정 결과는 Table 3 에 수록하였다. 세포내액과 세포외액을 살펴보면 젊은 여성($18.70 \pm 0.35 \ell$, $8.96 \pm 0.17 \ell$)과 중년기 여성($18.80 \pm 0.34 \ell$, $9.33 \pm 0.20 \ell$)은 중년기 여성이 약간 높은 수치를 나타내며 차이가 별로 없었으나 노년기 여성($16.71 \pm 0.32 \ell$, $8.72 \pm 0.16 \ell$)은 유의적으로 감소하였고 단백질과 미네랄 역시 감소하였다.

체지방량과 체지방율을 살펴보면 체지방량은 젊은 여성($16.82 \pm 0.89\text{kg}$)보다 노년기 여성($15.85 \pm 0.89\text{kg}$)이 낮은 수치를 나타내고 있고, 체지방율은 노년기 여성($29.35 \pm 1.07\%$)이 젊은 여성($29.06 \pm 0.92\%$)보다 높은 수치를 나타내고 있으나 통계적인 유의성은 발견되지 않았다. 김홍선(1967)의 연구에서 여대생의 체지방 비율은 $22.8 \pm 2.7\%$ 로 본 연구 대상자들이 더 살찐 경향을 보였으며 이는 경제성장으로 인한 식생활의 변화에 의한 것으로 생각된다. 조연희 등(1997)의 연구에서 체지방율은 20대 여성에서는 $28.67 \pm 7.84\%$, 50대 여성에서는 $33.62 \pm 7.32\%$ 를 나타내 본 연구와 20대 여성에서는 비슷한 결과를 나타냈으나 중년기 여성과는 많은 차이가 있는 것으로 조사되었으며, 고양속의 제주지역 성인 여성을 대상으로 한 연구(1993)에서는 20대 22.3% , 30대 24.1% , 40대 26.4% , 50대 26.7% , 60대 26.1% 로 20대 여성(젊은 여성)과 60대 이상의 여성(노년기 여성)에서는 본 연구와 다소 차이가 있었으나 중년기 여성과는 비슷한 결과를 나타냈다. 김은경(1989)의 연구에서는 평균 연령 43세의 경우 체지방율은 $26.55 \pm 2.74\%$, 체지방량은 $15.15 \pm 3.09\text{kg}$ 으로 본 연구 대상자 중 중년기 여성($26.35 \pm 1.02\%$, $16.82 \pm 0.89\text{kg}$)과 비슷한 결과를 보였다. 이에 비해 복부지방율은 젊은 여성($0.81 \pm 0.01\%$)보다 노년기

여성($0.92 \pm 0.01\%$)이 높은 수치를 나타내며 세 그룹간에 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$).

체수분량을 살펴보면 오른쪽 다리, 왼쪽 다리 각각 젊은 여성 $4.64 \pm 0.10 \ell$, $4.57 \pm 0.07 \ell$, 중년기 여성 $4.18 \pm 0.12 \ell$, $4.18 \pm 0.12 \ell$, 노년기 여성 $3.61 \pm 0.09 \ell$, $3.63 \pm 0.09 \ell$ 로 세 그룹간에 유의적인 차이가 있었으며($p < 0.05$), 전체적으로 중년기 여성이 높은 수치를 나타냈다.

3) 각종 신체계측치와 BIA에 의한 체지방 비율과의 상관관계

각종 신체계측치와 BIA에 의한 체지방률과의 상관관계는 Table 4에 나타내었다. 먼저 체지방율과 신장, 체중과의 상관관계를 살펴보면 신장은 체지방율과 상관성이 없었으며, 체중은 노년기 여성($r=0.708$)이 가장 높은 상관도를 나타냈고 중년기 여성은 약한 상관관계($r=0.544$)를 가지고 있었으며, 이는 조연희 등(1997)의 연구와 비슷한 결과였다.

신체둘레와 체지방율과의 상관관계를 보면 세 그룹 모두 가슴, 허리둘레에서 높은 양의 상관관계를 보여 비슷한 경향을 나타냈으며(젊은 여성: 가슴($r=0.651$, $p=0.000$), 허리($r=0.783$, $p=0.000$); 중년기 여성: 가슴($r=0.844$, $p=0.000$), 허리($r=0.825$, $p=0.000$); 노년기 여성: 가슴($r=0.804$, $p=0.000$), 허리($r=0.791$, $p=0.000$)), 이는 김은경 등(1990)의 연구에서 수중체중으로 체밀도를 측정하여 체지방을 환산한 체지방율과 신체둘레의 상관관계를 제시한 것과 비슷한 결과였다. 세 그룹 모두 머리둘레는 BIA에 의한 체지방 비율(%)과 상

<Table 3> Body composition by BIA.

variables	Mean \pm S.D.			
	Young age(n=32)	Middle age(n=30)	Old age(n=40)	Total(n=102)
ICF ¹⁾	18.70 ± 0.35^a	18.80 ± 0.34^a	16.71 ± 0.32^b	17.93 ± 0.22
ECF ²⁾	8.96 ± 0.17^{ab}	9.33 ± 0.20^a	8.72 ± 0.16^b	8.97 ± 0.11
Protein	10.10 ± 0.18^a	10.24 ± 0.19^a	9.25 ± 0.17^b	9.81 ± 0.11
Mineral	2.32 ± 0.02^a	2.35 ± 0.03^a	2.18 ± 0.03^b	2.27 ± 0.02
Lean body mass	37.82 ± 0.66^a	38.35 ± 0.71^a	34.68 ± 0.65^b	36.73 ± 0.42
TBF(kg) ³⁾	16.82 ± 0.89	14.99 ± 0.94	15.85 ± 0.89	15.89 ± 0.53
PBF(% ⁴⁾	29.06 ± 0.92	26.35 ± 1.02	29.35 ± 1.07	28.36 ± 0.60
Abdominal adipose	0.81 ± 0.01^a	0.87 ± 0.01^b	0.92 ± 0.01^c	0.88 ± 0.01
Body water				
Right arm	1.31 ± 0.03^a	1.52 ± 0.04^b	1.33 ± 0.04^a	1.38 ± 0.03
Left arm	1.28 ± 0.03^a	1.50 ± 0.04^b	1.41 ± 0.09^{ab}	1.39 ± 0.04
Trunk	12.50 ± 0.22^a	13.25 ± 0.24^b	11.96 ± 0.24^a	12.51 ± 0.15
Right leg	4.64 ± 0.10^a	4.18 ± 0.12^b	3.61 ± 0.09^c	4.09 ± 0.07
Left leg	4.59 ± 0.07^a	4.18 ± 0.12^b	3.63 ± 0.09^c	4.08 ± 0.07

1) ICF : Intracellular fluid 2) ECF : Extracellular fluid

3) TBF(kg) : Total body fat 4) PBF(%) : Percent body fat

© Means with different alphabets within a row are significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test

<Table 4> Correlation coefficient of % body fat BIA with height and weight, circumferences and skinfold thickness.

Variables	Correlation@ with % body fat							
	Young age(n=32)		Middle age(n=30)		Old age(n=40)		Total(n=102)	
	r ¹⁾	p ²⁾	r	p	r	p	r	p
Height(cm)	-0.246	0.191 ^{NS}	-0.290	0.120 ^{NS}	-0.163	0.315 ^{NS}	-0.163	0.105 ^{NS}
Weight(kg)	0.684	0.000	0.544	0.002	0.708	0.000	0.597	0.000
BMI ³⁾	0.857	0.000	0.655	0.000	0.857	0.000	0.725	0.000
Circumferences(cm)								
Head	0.000	NS ⁴⁾	0.261	NS	-0.039	NS	-0.006	NS
Neck	0.410	0.025	0.744	0.000	0.648	0.000	0.603	0.000
Bast	0.651	0.000	0.844	0.000	0.804	0.000	0.709	0.000
Waist	0.738	0.000	0.825	0.000	0.791	0.000	0.668	0.011
Hip	0.637	0.000	0.820	0.000	0.473	0.002	0.564	NS
Thigh(upper)	0.577	0.001	0.380	0.038	0.265	NS	0.282	0.004
Upperarm	0.519	0.003	0.696	0.000	0.652	0.000	0.595	NS
Forearm	0.336	NS	0.524	0.003	0.231	NS	0.253	0.011
Wrist	0.287	NS	0.216	NS	0.219	0.000	0.149	NS
Thigh(medial)	0.611	0.000	0.354	0.055	0.598	0.000	0.387	0.000
Calf	0.723	0.000	0.562	0.001	0.578	0.000	0.511	0.000
Ankle	0.335	NS	0.464	0.006	0.628	0.000	0.441	0.000
Skinfolds(mm)								
Subscapular	0.287	NS	0.696	0.000	0.766	0.000	0.589	0.000
Suprailiac	0.448	0.013	0.665	0.000	0.770	0.000	0.535	0.000
Subcostal	0.437	0.016	0.872	0.000	0.507	0.001	0.523	0.000
Abdomen	0.430	0.018	0.561	0.001	0.690	0.000	0.529	0.000
Triceps	0.538	0.002	0.769	0.000	0.798	0.000	0.650	0.000
Biceps	0.521	0.003	0.296	NS	0.542	0.000	0.422	0.000
Forearm	0.377	0.040	0.671	0.000	0.718	0.000	0.548	0.000
Femoral	0.496	0.005	0.138	NS	0.635	0.000	0.350	0.000
Caif	0.097	NS	0.240	NS	0.612	0.000	0.279	0.005

@ Pearson correlation

1) r : coefficient

2) p : probability

3) BMI(Body mass index) : kg/m² 4) NS : not significantly

관성이 없는 것으로 나타났다(젊은 여성 r=0.000; 중년기 여성 r=0.261; 노년기 여성 r=-0.039).

Pollock 등의 연구(1967)에서는 상완돌레와의 상관성이 가장 높았고, 다음으로 허리돌레, 허벅지돌레, 엉덩이 돌레, 가슴돌레의 순이었으며, 17.8세에서 47.8세까지의 여성을 대상으로 한 Wilmore 등의 연구(1970)에서는 복부 돌레가 체밀도와 상관관계가 가장 높았으며 다음으로는 엉덩이 돌레, 허벅지 돌레의 순으로 나타났다.

다음으로 9부위의 피하지방 두께를 측정된 결과 중년기 여성의 경우에는 늑골 밑(r=0.872, p=0.000)과 삼두근(r=0.769, p=0.000)의 피부 두겹 두께가 높은 상관관계를 보였으며, 노년기 여성의 경우에는 삼두근(r=0.798, p=0.000), 견갑골 아래(r=0.766 p=0.000), 장골위(r=0.770, p=0.000)가 높은 상관관계를 보였다. 그러나 젊은 여성의 경우에는 9군데 중 어느 곳도 높은 상관관계를 보인 곳이 없었으며, 노년기 여성이 높은 상관관계를 보인 견갑골 아래는 오히려 상관성이 없는 것으로 나타났다(r=0.287). 이는 강명희 등(1999)의 연구에서 여성의 경우

체지방율과 가장 상관관계가 높은 피하지방 부위는 장골위(r=0.644)로 본 연구의 노년기 여성과 비슷한 결과가 나왔으며, 김은경(1989)의 연구에서는 삼두근(r=0.96)으로 나타나 본 연구의 중·노년기 여성과 비슷한 결과를 보였다. 본 연구 대상자와 비슷한 연령을 대상으로 한 김홍선(1967)과 Wilmore 등(1970)은 견갑골의 피하지방두께가 Pollock 등(1975)은 허벅지의 피하지방두께가 체지방과 가장 높은 상관관계를 보인다고 보고한 바 있다.

4) BIA와 BMI, 인체계측치를 이용한 체지방을 추정식과의 상관관계

Table 5는 김은경(1989)의 연구결과를 토대로 연령별로 타당성이 높았던 신체계측치를 이용한 체지방 추정식에 의한 체지방율과 생체 전기 저항 측정법을 이용한 체지방 측정값과의 상관관계를 나타냈다.

연령별로 Solan, Behnke와 Durnin & Womersley의 세 가지 방법으로 체밀도를 구하고, 구하여진 체밀도로 체지

방울을 산출하기 위하여 김은경(1989)의 연구결과를 토대로 신뢰성이 높은 식인 Brozek식과 Siri식에 각각 대입하여 체지방율을 산출하였다. 또한 김은경의 공식, Caucasian women 추정식에 의해 직접 체지방율(%)을 산출한 결과와 생체 전기 저항 측정법을 이용한 체지방율, Wilmore의 체지방량(kg) 산출공식을 이용한 체지방량과 BMI와의 상관성을 비교하였다.

그 결과 생체 전기 저항 측정법(BIA)이 가장 정확하다고 가정하였을 때 체지방율 산출 공식 중 젊은 여성과 노년기 여성은 Caucasian women 추정식이(r=0.588, r=0.872) 중년기 여성의 경우는 Siri식에 Durnin & womersley의 체밀도 추정식을 대입한 식(r=0.875)이 가장 상관도가 높았으며 가장 상관도가 낮은 것으로는 젊은 여성 Brozek와 Siri의 식에 Bahnke의 체밀도 추정식을 대입한 결과(r=0.465),

중년기 여성 Siri의 식에 Solan의 체밀도 추정식을 대입한 식(r=0.710), 노년기 여성 Brozek의 식에 Bahnke의 체밀도 추정식을 대입한 식(r=0.710)이었다.

체지방량 산출공식인 Wilmore의 추정식과 비교하였을 때는 젊은 여성(r=0.672), 중년기 여성(r=0.752), 노년기 여성(r=0.814) 모두 높은 상관관계를 보였다.

BMI는 수중체중법으로 측정된 체지방 구성수치와 상관관계(범위 0.60-0.85)가 높다고 알려져 있음에도 불구하고 단점이 있는데, 그것은 BMI가 단지 신장에 대한 과체중을 측정하는 것이기 때문에 실제로 지방이 어느 정도 인지를 측정하는 것이 아니라는 것이다. 즉 BMI는 과체중이 지방이 많아서 과체중인지, 또는 근육이 많아서 과체중인지를 나타내 주지 않는다는 것이다(Willett, 1990).

Cohn의 연구(1987)는 25세의 남성에서의 50년 동안 체

<Table 5> Body fat measurement and correlation by various equation.

Equation	Young age(n=32)			Middle age(n=30)			Old age(n=40)		
	mean±sd	r1	p2	mean±sd	r	p	mean±sd	r	p
% Body fat (BIA)	29.06±0.92	1	0.000	26.35±1.02	1	0.000	29.35±1.07	1	0.000
Kim's equation	23.54±0.91	0.513	0.004	20.90±0.52	0.796	0.000	20.05±0.61	0.840	0.000
Siri's equation(a)	37.31±1.40	0.573	0.001	32.87±0.78	0.710	0.000	29.45±0.88	0.862	0.000
Siri's equation(b)	29.72±0.69	0.465	0.010	28.49±0.52	0.788	0.000	27.97±0.51	0.837	0.000
Siri's equation(c)	36.02±0.70	0.575	0.001	37.08±0.68	0.875	0.000	36.96±0.63	0.839	0.000
Brozek's equation(a)	35.90±1.29	0.573	0.003	31.60±0.72	0.862	0.000	28.44±0.81	0.710	0.000
Brozek's equation(b)	28.89±0.63	0.465	0.010	27.53±0.48	0.837	0.000	27.08±0.47	0.788	0.000
Brozek's equation(c)	32.58±0.65	0.575	0.001	31.37±0.56	0.837	0.000	29.98±0.63	0.821	0.000
Caucasian women' eq.	26.14±1.04	0.588	0.000	24.67±0.66	0.740	0.000	22.79±0.75	0.872	0.000
Wilmore's equation	30.13±1.35	0.672	0.000	27.95±1.44	0.752	0.000	25.74±1.21	0.814	0.000
BMI(kg/m ²)	21.68±0.49	0.857	0.000	22.87±0.89	0.655	0.000	23.85±0.55	0.857	0.000

1) r: coefficient 2) p: probability

(1) Body density

- (a) Sloan : $BD = 1.0764 - (0.00088 \times \text{Triceps}) - (0.00081 \times \text{Suprailiac}) - (0.0008 \times \text{Thigh})$
- (b) Behnke : $BD = 1.06234 - (0.00068 \times \text{Subscapular}) - (0.00039 \times \text{Triceps}) - (0.00025 \times \text{Thigh})$
- (c) Durnin & Womersley :
 - ① 20~29 yr. $BD = 1.1599 - 0.0717 \times (\log \sum 4s)$
 - ② 40~49 yr. $BD = 1.1333 - 0.0612 \times (\log \sum 4s)$
 - ③ Over 50 yr. $BD = 1.1339 - 0.0645 \times (\log \sum 4s)$

4s : bicep, tricep, suprailiac, subscapular skinold thickness

(2) Calculation of body fat

- Kim's equation : $4.8385 + 0.1928 \times (\sum \text{subscapular, triceps, abdomen and femoral})$
- Siri's equation(a) : $(4.95/BD(\text{Sloan}) - 4.5) \times 100$
- Siri's equation(b) : $(4.95/BD(\text{Behnke}) - 4.5) \times 100$
- Siri's equation(c) : $(4.95/BD(\text{Durnin \& Womersley}) - 4.5) \times 100$
- Brozek's equation(a) : $(4.57/BD(\text{Sloan}) - 4.14) \times 100$
- Brozek's equation(b) : $(4.57/BD(\text{Behnke}) - 4.14) \times 100$
- Brozek's equation(c) : $(4.57/BD(\text{Durnin \& Womersley}) - 4.14) \times 100$
- Caucasian women's equation:
 $BD(\text{g/cc}) = 1.0994921 - 0.0009929(\sum 3SKF) + 0.0000023(\sum 3SKF)^2 - 0.0001392(\text{age})$
 3SKF : triceps, thigh, suprailiac
 $\%Fat = [(5.01/BD) - 4.57] \times 100$
- Wilmore's equation :
 $Fat(\text{kg}) = \text{weight} - \{1.661 + (0.688 \times \text{weight}) - (0.158 \times \text{Subscapular}) - (0.81 \times \text{triceps}) + (0.555 \times \text{neck circ.}) - (0.141 \times \text{waist circ.})\}$

지방량 증가를 보여주고 있다. 이 연구에서는 체중의 변화는 없을지라도 체지방율은 15%에서 29%로 체지방량은 12kg에서 23kg으로 증가하는 것을 보여준다. 이는 단지 신장과 체중만을 이용하여 비만도를 추정하는 BMI만으로는 체지방율이 어느 정도인지를 파악할 수 없다는 것을 의미한다. 이에 본 연구의 중·노년기 여성의 결과 Lohman(1982)의 연구와 마찬가지로 BMI보다 다른 체지방량 추정식이 BIA와 높은 상관도를 보이는 것으로 나타났으므로 체지방율을 측정할 때 BMI보다는 다른 체지방량 추정식을 이용하는 것이 더 바람직하다 하겠다. 젊은 여성의 경우에는 BMI가 각종 체지방량 추정식보다 BIA와 더 높은 상관도를 보이는 것으로 나타났는데 이는 자료의 분포 범위가 중·노년기 여성보다 넓게 분포되어 있는 것이 상관도에 영향을 미친 것으로 사료된다.

IV. 결론 및 요약

본 연구에서는 대전 인근지역 성인여성 102명(젊은 여성 32명, 중년기 여성 30명, 노년기 여성 40명)을 대상으로 생체 전기 임피던스 측정법을 이용한 체지방 및 체성분을 그룹별로 비교하고 생체 전기 임피던스법을 이용하여 측정된 체지방율과 그룹별 인체계측치와 이미 개발된 여러 인체계측에 의한 체지방량 추정식과의 상관도를 알아보고자 하였다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 조사대상자의 평균 신장, 체중 및 BMI는 젊은 여성은 161.74 ± 0.94 cm, 56.65 ± 1.35 kg, 21.68 ± 0.49 이며, 중년기 여성은 154.16 ± 2.16 cm, 54.31 ± 2.16 kg, 22.87 ± 0.89 였으며, 노년기 여성의 경우 148.60 ± 0.78 cm, 52.72 ± 1.32 kg, 23.85 ± 0.55 로 조사되었다.

2. BIA에 의한 체지방율은 젊은 여성 $29.06 \pm 0.92\%$, 중년기 여성 $26.35 \pm 1.02\%$, 노년기 여성 $29.35 \pm 1.07\%$ 로 세 그룹간에 유의성은 없었고, 복부 지방율은 각각 0.81 ± 0.01 , 0.87 ± 0.01 , 0.92 ± 0.01 로 나이가 많을수록 점점 높아졌으며, 세 그룹간에 유의적인 차이가 있었다.

3. BIA와 가장 상관도가 높은 신체둘레는 젊은 여성은 허리둘레($r=0.738$)였으며 중·노년기 여성($r=0.844$, $r=0.804$)은 가슴둘레였고, 가장 상관도가 높은 피부 두겹 두께는 젊은 여성과 노년기 여성은 삼두근($r=0.538$, $r=0.798$)이었으며, 중년기 여성은 늑골밑($r=0.872$)이었다. BIA와 가장 상관

도가 높은 체지방량 추정식은 젊은 여성과 노년기 여성은 Caucasian women 추정식($r=0.588$, $r=0.872$)이었으며, 중년기 여성은 Siri의 식에 Durnin & Womersley의 체밀도 추정식을 대입한 식($r=0.875$)이었다. 또한 Wilmore의 체지방량 추정식은 젊은 여성 $r=0.672$, 중년기 여성 $r=0.752$, 노년기 여성 $r=0.814$ 로 BIA와 높은 상관관계를 가지고 있었다.

생체 전기 저항 측정법(BIA)은 임상적으로 사용이 증가하고 있기는 하지만, 장비가 바싸고 운반과 이동이 불편하며, 다수의 사람을 대상으로 측정하기는 시간 및 노력면에서 비 경제적인 편이다. 이에 본 연구에서 신체계측치를 이용한 각종 체지방량 추정식의 유효성을 비교한 결과 젊은 여성과 노년기 여성에게는 Caucasian women 추정식이, 중년기 여성에게는 Siri의 식에 Durnin & Womersley의 밀도 추정식을 대입한 식이 타당하다고 나타났다. 그러나 자료의 범위가 넓은 관계로 BMI와의 상관도도 높게 나타났다. 따라서 더 많은 수의 대상자를 선정해 타당성 있는 체지방 계산식에 대한 연구가 더 필요한 것으로 생각된다.

주제어 : BIA와 신체계측치에 의한 체지방량 비교 연구

참 고 문 헌

- 김명희, 윤지숙, 정일규(1999). 성인 남녀의 체지방율에 영향을 미치는 요인 및 피하지방과의 상관성 연구. 한국영양학회 1999년도 추계학술대회초록.
- 고양숙(1993). 제주지역 성인 여성들의 연령별 체지방율의 차이와 열량 섭취 및 소비량에 관한 조사연구. 한국영양학회지, 26(4), 390-404.
- 김명기(2001). 한국 성인 여성의 연령 증가에 따른 신체 부위별 체지방 분포의 변화, 한국사회체육학회지, 16, 211-220.
- 김명기, 김차용(2001). 성인의 연령에 따른 체구성의 변화. 한국사회체육학회지, 15, 465-476.
- 김은경(1989). 한국인의 체지방량 측정방법 및 분포에 관한 종합적인 연구 - 건강인과 당뇨병환자를 실제 측정 대상으로 하여 - 연세대학교 대학원 박사학위논문.
- 김은경, 이기열, 손태열(1990). 신체계측을 이용한 각종 체지방량 추정식의 타당성 평가. 한국영양학회지, 23(2), 93-107.
- 김은경, 남혜원, 박영심, 명춘옥, 이기완(2001). 생활주기 영양학 신광출판사.
- 김화영, 강명희, 조미숙(2001). 영양상태판정 신광출판사.
- 김홍선(1967). 밀도법 및 피부두겹집기법에 의한 한국 여학

- 생의 총지방량 측정. 수도의대잡지, 4(1), 21-28.
- 보건복지부(1997). 국민영양 조사결과 보고서.
- 선우재근, 심동원(1995). 피부 두께 집기법에 의한 한국여자의 연대별 체지방량 측정. 순천향의대논문집, 1(1), 291-300.
- 세계일보. 2004-10-22.
- 양정옥(1997). 체지방 측정방법에 관한 연구. 부산대학교 자연과학연구소 논문집, 3, 353-363.
- 이기열, 김은경, 허갑범, 김유리(1990). 당뇨병 환자의 체지방량 및 체지방분포에 관한 연구. 한국영양학회.
- 이옥희(2001). 중년기, 노년기 여성에서 무지방조직과 약력, 식이섭취 및 운동습관과의 관계. 한국영양학회지, 34(4), 449-57.
- 정진욱, 이성국, 천병렬, 예민해, 황용찬(1995). 체지방량 추정을 위한 초음파 피지 후계와 Caliper의 비교. 한국영양학회지, 28(4), 282-290.
- 조연희, 최성근, 김덕윤, 우정택, 김성운, 양인명, 김진우, 김영설, 최영길(1997). 연령증가에 따른 체지방량 변화의 생체전기저항 측정법과 이중에너지 X선 흡수계 측정법의 비교 계측. 대한비만학회지, 6(1), 59-66.
- 정일규, 강명희, 장현구(1999). 성인남녀의 체지방분포 양상이 혈중 지질 및 지단백 수준에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 12, 327-339.
- 최지혜, 김미현, 조미숙, 이현숙, 김화영(2002). 노인에서 체질량지수(BMI)에 따른 영양상태 및 식생활 태도. 한국영양학회지, 35(4), 480-488.
- 한국 영양 학회(2000). 한국인 영양권장량 제 7차 개정.
- Behnke AR, Wilmore JH(1984). *Evaluation and regulation of body build and composition*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs NJ :1-26.
- Benn RT(1971). *Some mathematical properties of weight form height indices used as measures of adiposity*. Br J Prev Soc Med 25:42-50.
- Brozek J, Keys A(1951). *The evaluation of leanness-fatness in man : norms and interrelationships*. Br J Nutr , 194-206.
- Brozek J, Grande F, Anderson J, Keys A(1963). Densitometric analysis of body composition: Revision of some quantitative assumptions. *Ann NY Acad Sci*, 110, 113-140.
- Cohn SH(1987). *New concepts of body composition* In: Ellis KJ, Yasumura S, Morgan WD, eds. *In vivo body composition studies* New York: Plenum Press, 1-14.
- Despres JP, Moorjani S, Lupine PPJ, Tremblay A, Nadeau A, Bouchard C(1990). Regional distribution of body fat, plasma lipoproteins and cardiovascular disease. *Arteriosclerosis*, 10, 497-511.
- Hoffer EC, Meador CK, Simpson DC(1969). Correlation of whole body impedance with total body water volume. *J Appl Physiol*, 27, 531-534.
- Keys A, Fidanza F, Karonen MJ, Kimura N, Taylor HL(1972). Indices of relative weight and obesity. *J Chron Dis*, 25, 329-343.
- Kushner RF, Gudivaka R, Schoeller DA(1996). Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurement. *Am J Clin Nutr*, 64(Suppl), 423S-427S.
- Kushner RF(1992). Bioelectrical impedance analysis: a review of principles and applications. *J Am Coll Nutr*, 11, 199-209.
- Kushner RF, Schoeller DA(1986). Estimation of total body water by bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr*, 44, 417-424.
- Lohman TG(1982). Body composition methodology in sports medicine. *Phys Sports Med*, 10(12), 47-58.
- Lukaski HC, Bolonchuk WW, Hall CB, Siders WA(1986). Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Physiol*, 60, 1327-1332.
- Lukaski HC, Bolonchuk WW(1988). Estimation of body fluid volumes using tetrapolar bioelectrical impedance measurements. *Aviat Space Environ Med*, 59, 1163-1332.
- Nyboer J(1970). *Electrical Impedance Plethysmography(2nd edition)*. Springfield IL ; CC Thomas.
- Pollock ML, Hickman T, Kendrick Z, Jackson A, Linnerud AC, Dawson G(1967). Prediction of body density in young and middle-aged women. *J Appl Physiol*, 38, 745-749.
- Pollock ML, Laughridge E, Coleman B, Linnerud AC, Jackson A(1975). Prediction of body density in young and middle-aged women. *J Appl Physiol*, 38, 745-749.
- Pollock ML, Jackson AS(1984). Research progress in validation of clinical methods of assessing body composition. *Med Sci Sports Exerc*, 16(6), 606-613.
- Roche AF, Siervogel M, Chumlea WC, Webb P(1981). Grading body fatness from limited anthropometric data. *Am J Clin Nutr*, 34, 2831-2838.
- Sanchez CL, Jacobson HN(1978). Anthropometry measurement ; A new type. *Am J Clin Nutr*, 31,

- 1116-1117.
- Segal KR, Gutn B, Presta E, Wang J, Van Italic TB(1985). Estimation of human body composition by electrical impedance methods: comparative study. *J Appl Physiol*, 58, 1565-1571.
- Siri WE(1956). Body composition from fluid spaces and density. Univ Calif D onner Lab Med Phys Rep. March.
- Steen B(1988). Body composition and aging. *Nutr Rev*, 46, 40-46.
- Thomasset A(1962). Bioelectrical propeties of tissue impedamce easurements. *Lyon. Med*, 18, 207, 107-118.
- Thorland WG, Jhonson GO, Thard GD, Fagot TG, Hammer RW(1984). Validity of anthropometric equations for the estimation of body density in adolescent athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 16(1), 77-81.
- Widdowson EM, McCance RA, Spray CM(1951). Chemical composition of the human body *Clin. Sci*, 10, 113-125.
- Willet W(1990). Anthropometric measurew and body composition Priciples of nutritional assessment. *Oxford Unibersity press New York*, 2, 17-44.
- Wilmore JH, Behnke AR(1988). An anthropometric estimation of body density and lean body weight in young women. *Am, J. Clin. Nutr.*, 23, 267-274.ZZ
- Womersley J, Durinin JV(1973). An experimental study on variability of measurements of skinfold thickness on young adults. *Hum Biol*, 45, 281-292.

(2004. 10. 29 접수; 2004. 11. 29 채택)