



인체계측과 생체전기측정법의 비교를 통한 경제성과 타당성을 지닌 체지방 측정법 제안 - 일 대학 남녀 대학생을 대상으로 -

김학선¹⁾ · 전명희²⁾ · 박영임²⁾ · 엄동춘²⁾ · 김달숙³⁾

서 론

연구의 필요성

의과학의 발달과 경제적 생활수준의 향상에 따른 식습관의 서구화, 그리고 이동수단의 발달에 의한 활동량의 감소는 영양상태 불균형에 의한 비만자의 증가로 이어지고 있으며, 이는 다시 당뇨병, 심혈관질환, 퇴행성관절염, 각종 암 발생의 증가를 가져오고 있고, 이로 인한 국가적 손실이 커짐에 따라 비만이 사회적 이슈로 대두되고 있다. 또한, 비만 및 이로 인한 여러 합병증의 발병은 선진국뿐만 아니라 개발도상국에서도 건강상의 커다란 문제로 제기되고 있는 실정이다. 비만으로 인한 질병이 증가함에 따라 미국 질병통제센터에서는 1998년도에 비만을 현대인들에게 유행병처럼 급속히 퍼지는 만성질환으로 규정하였다. 우리나라 20세 이상 인구에서의 비만 인구는 2001년 30.6%에서 2005년 31.8%로 점점 증가하고 있으며(한국보건사회연구원, 2001; 2005), 악성신생물, 뇌혈관질환, 심장병 및 당뇨병 등과 같은 만성질환에 의한 사망률도 증가하고 있다.

이와 같은 질병양상의 변화에 따른 영양문제는 간호대상자의 건강관리에서 흔히 당면하는 간호문제 중 하나이다. 특히 암환자의 영양결핍이나, 순환기질환자들의 비만은 환자의 전반적인 안녕에 부정적인 영향을 미치고 질병회복을 방해하는 것으로 알려져 왔다. 따라서 이들 간호대상자의 영양장애를 개선하기 위해서는 현장에서 환자들의 영양상태를 객관적이고

정확하게 판정할 필요가 있다. 또한 청소년과 지역주민을 위한 비만개선 건강증진프로그램의 평가에서도 정확한 기준에 의한 대상자의 비만도 판단은 중요하다.

다양한 영양평가 도구 가운데 임상적 활용가치가 높은 효율적인 방법의 제안은 간호제공과 연구에서의 경제성과 편리성을 도모하여 영양사정과 관련된 간호활동을 촉진시켜줄 수 있다. 나아가 최근 지역사회 영역에서 증가하고 있는 식이 및 운동과 같은 건강증진 활동이나 비만관리 프로그램을 위한 측정도구 방법을 제시함으로써 건강증진 프로그램의 평가에 유효하게 사용될 수 있다(Guillford, Rona, & Chinn, 1992; 왕수경, 이나영, 2004).

그러나 대부분의 연구에서 주로 이용하는 체중이나 캘리퍼에 의한 신체계측 자료는, 정확한 영양상태를 판정하는데 있어서 변별력이 부족하여 간호사가 환자의 영양문제를 조기발견하고 적절한 간호계획을 수립하는데 어려움을 주고 있다. 더욱이 이들 자료는 한국인을 대상으로 한 객관적 기준치가 제대로 마련되지 않아 측정도구의 결과가 임상에 유용하게 적용되지 못하고 있다. 또한 최근의 영양평가에서는 과거에 많이 사용했던 체중 중심의 비만도 평가 보다는 체지방율을 통한 영양 평가를 더욱 중시하고 있어 이를 측정하는 도구들에 대한 신뢰성 검토와 경제적이고 효율적인 영양평가 도구에 대한 정보가 요구된다.

그 동안 비만 및 영양상태 관련 간호연구에서는 다양한 평가도구들이 사용되어 왔다. 지역사회 대상자의 비만도 측정에서는 주로 체중과 BMI가 사용되어왔으며(Guillford et al.,

주요어 : 비만, 체지방 분석, 인체계측, 생체전기임피던스 측정, 대학생

- 1) 중앙대학교 시간강사
- 2) 대전대학교 교수(교신저자 전명희 E-mail: jun7710@dju.kr)
- 3) 충남대학교 교수

투고일: 2008년 11월 19일 심사완료일 2008년 11월 25일 게재확정일: 2008년 12월 10일

1992), 지역사회 여성을 대상으로 한 연구에서는 BMI와 생체 전기임피던스 측정치 간의 상관성이 검토되어 측정방법간의 비교가 시도되었다(왕수경, 이나영, 2004). 또한 임상환자의 영양평가 연구에 사용되어온 방법들로는 혈액학적 검사수치인 콜레스테롤, 헤모글로빈, 총단백질, 혈청알부민 등이 측정되었고, 의학분야에서는 초음파를 이용하여 복부비만을 측정하기도 하였다(정진욱, 이성국, 천병렬, 예민혜, 황용찬, 1997). 신체계측으로는 체중, 신장, 및 상완위 피부두께, 상완 중양둘레, 상완 근육 둘레와 BMI가 사용되었다(김매자, 송미순, 김현아, 2000). 최근에는 생체 전기 임피던스를 이용한 체지방률, 무지방 체질량, 체지방량과 2개 이상의 신체계측 측정치를 사용한 체지방 추정공식을 개발하고 널리 활용하고 있다(Piers, Soares, Frandsen, & O'Dea, 2000; 왕수경, 이나영, 2004).

사회적으로 문제가 되었던 대학생들의 체격이 과거에 비하여 크게 증가하고 있다. 하지만 최근에는 대학생들의 마른 체형에 대한 선호도와 외모에 대한 관심으로 인해서 지나친 체중감량과 부적절한 영양섭취가 문제되고 있음을 보여주는데(최미자, 2002) 이는 사회적으로 20대 전후 대학생들의 영양 및 비만에 대한 관심이 증가하고 있음을 나타내는 것이라 하겠다. 20대 이후 성인 여성의 체지방률은 점점 증가하다가 60대 이후부터는 감소하므로(김명기, 2001), 연령별 체지방 측정 방법을 구분할 필요가 있다. 그러나 선진 외국의 연구 결과들은 체형이 현저히 다른 국내 대상자들에게 그대로 적용하기가 어렵다. 또한 간편 체지방측정법을 소개하고 각 방법 간의 상관성을 연구한 경우에서는 중년여성(김현수, 2002), 여성군(왕수경, 이나영, 2004), 젊은 남성(정진욱 등, 1995)을 대상으로 한 연구는 보고되어 있지만, 젊은 성인 남녀를 모두 대상으로 한 연구는 부족하다.

이에 본 연구는 남녀 대학생을 대상으로 InBody 3.0을 이용한 생체전기저항 측정법(bioelectrical impedance analysis, BIA)과 이동 가능한 간편 체지방 측정도구들을 통한 여러 체지방 측정치들을 비교분석함으로써 국내 젊은 성인층을 위한 경제적이고 타당성 있는 영양사정 방법을 제안하고자 한다.

연구 목적

본 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 측정방법에 따른 체지방률의 상관성을 확인한다.
- BIA의 체지방측정치와 체지방 추정식에 의한 체지방 측정치 간의 상관성을 확인한다.

용어 정의

● 경제성과 타당성이 있는 체지방 측정법

손쉽고 조작성이 간단하여 고도의 기술을 요하지 않고 이동이 가능하고, 측정 시 비용이 적게 들면서 타당성이 있는 체지방 측정법으로(김현수, 2002), 본 연구에서는 인체계측방법과 생체전기 임피던스 측정기 중 이동이 가능하고 가격이 저렴한 GIF-891DX 기계를 이용하여 체지방을 측정하는 것을 의미한다.

● 인체계측 자료

신장계, 체중계, 캘리퍼를 이용한 신체 측정치를 의미하며(김매자 등, 2000), 본 연구에서는 체질량지수(BMI), 신체 9부위의 피부두께두께와 신체 12부위의 둘레를 의미한다.

● 체지방 측정치

체지방 측정치란 체지방율(%)과 체지방량(kg)을 의미한다. 체지방율은 체중에서 지방이 차지하는 무게, 즉 총 지방 무게를 체중으로 나눈 것을 의미하며, 이는 대상자의 실질적인 지방과 지방 저장량을 반영한다(Wikipedia, 2008). 본 연구에서는 김은경(1989), Brožek(1961), 및 Siri(1961)의 체지방률 추정식을 통해 산출한 값, 4가지 신체부위(견갑골, 상완위, 복부, 허벅지)의 피부두께두께의 합(SUM4), 9가지 신체부위(SUM4 외에 장골, 늑골부위, 이두근위, 전완위, 종아리)의 피부두께두께의 합(SUM9), 다주파수 부위별 임피던스 측정기(InBody 3.0)와 4극성 임피던스 측정기(tetrapolar impedance method; GIF-891DX)로 측정한 체지방율(%)을 의미한다.

체지방량은 체중, 견갑골, 상완위 피부두께두께와 목둘레, 허리둘레를 이용한 Wilmore 공식에 의한 체지방량, 2가지 생체 전기 임피던스 측정기(InBody 3.0과 GIF-891DX)로 측정한 값을 의미한다.

연구 방법

연구 설계

본 연구는 그동안 임상과 간호연구에서 자주 활용되어온 간편 체지방률 측정방법과 InBody 3.0(BIA)을 통한 체지방률과의 상관성을 남녀 대학생을 대상으로 측정 비교하여 국내 젊은 성인에게 활용 가능한 간편 체지방 측정방법을 제안하고자 상관성 연구를 설계하였다.

연구 대상 및 자료 수집 절차

본 연구는 2002년 4월부터 8월까지 D 대학교 재학 중 인 남녀 대학생에게 본 연구의 목적과 과정을 설명 한 후, 참여

를 희망한 남자 대학생 21명, 여자 대학생 20명을 대상으로 하였다.

자원자들을 D 대학 영양상담 연구소에 모이게 한 뒤, D 대학 석사 재학 중이고, 영양사 자격을 취득한 연구원 3명이 다음 각 측정 방법에 따라 인체계측과 체지방을 측정기록하였다. 측정자간 오차를 줄이기 위하여 한명은 체중, 신장, 체위만 측정하였고, 다른 한 명은 피부두겹 두께 측정을 나머지 한명은 InBody 3.0과 GIF-891DX를 이용한 체지방을 측정을 담당하였다.

측정 방법

● 신체계측

• 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.

• 신체 부위별 둘레 측정방법

D대학 영양상담 연구소의 영양사 1인이 조사자로 참여하여 신체둘레 측정용 플라스틱 줄자를 이용하여 cm단위로 측정하였다. 측정부위는 Wilmore(1988) 등의 인체 측정을 위한 표준 위치 중 머리둘레(head circumference), 좌 팔부위에서 상완둘레(upperarm circumference), 전완둘레(forearm 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 12 개 신체 부위를 선정하여 둘레를 측정하였다.

• 피부 두겹 잡기 측정방법

D대학 영양상담 연구소의 영양사가 피하지방두께(subcutaneous fat thickness)를 측정하였다. 이때 아나로그식 피부두겹 캘리퍼(JAMAR, USA)를 이용하여 한 조사자에 의해 측정되었으며, 한 부위를 2번 측정하여 평균값을 구하였다. 측정단위는 0.1mm까지 하였고, 캘리퍼의 압력은 항상 10g/mm²으로 유지하였다. 측정부위는 Jackson과 Pollock(1978)의 측정방법에 의하여, 좌 상완에서 상완위(삼두근, triceps), 이두근(biceps), 전완위(전완내측, medial forearm)를 측정하였고, 몸통부위에서 늑골(subcostal), 견갑골(subscapular), 복부(abdominal), 장골(suprailiac)을 측정하였으며, 좌 다리 부위에서 대퇴 중앙부위(허벅지, midthigh), 종아리(calf)를 각각 측정하였다.

• 체질량지수(BMI)

체중(Kg)을 신장(m)의 제곱으로 나눈 값을 말한다.

● 체지방 측정치

• 다주파수 부위별 임피던스 측정기(BIA).

InBody 3.0(Biospace, 서울, 대한민국)로 측정된 체지방율을 의미한다. 피검자가 체위계측을 마친 후 임피던스 측정 장치에 올라가서 손전극을 잡고 발전극을 밟은 후 직립자세로 팔과 다리를 약간 벌린 자세를 취한 후 스타트 버튼을 누르면 마이크로프로세서가 스위치를 작동시키면서 임피던스 측정 장치는 오른팔, 왼팔, 몸통, 오른다리, 왼다리에서 4가지 주파수(5khz, 50khz, 250khz, 500khz)대역에서 인체 부위별 전기 저항을 측정하였다. 측정 결과는 약 2분 후에 결과지에 출력된다.

• 체지방 측정기(GIF-891DX)로 측정된 체지방 측정치

(tetrapod bioelectric impedance)

국내 사업의 발달에 힘입어 최근 다양한 국내 임피던스 체지방 측정기가 소개되고 있다. 본 연구에서 사용된 길우 트레 이딩에서 제작된 GIF-891DX는 4극 생체전기 임피던스(tetrapod bioelectric impedance)로 알려진 체지방 측정기로서, 비 침습적이며 이동이 가능하고, 저렴하면서도 비교적 정확하게 영양 상태를 평가할 수 있다. 암환자의 비만도를 평가하기 위하여 김달숙과 전명희(2008)의 연구에서 사용된 바 있고, 임피던스 체지방측정기와 신체 계측에 의한 체지방 측정의 연관성을 성인 여성에서 비교한 왕수경과 이나영(2004) 등의 연구에서도 사용된 측정기계이다. 이 기구 사용 시 측정편의(error)를 최소화시키기 위하여 신체부위별 체 수분 분포 및 부위별 감도에 따라 측정치가 달라질 수 있음을 고려하여 손등 부위 한군데에서 체지방을 측정하였다. 측정 자세에 따른 측정편의 발생을 고려하여 측정은 누운 상태에서 이루어졌다. 체 수분의 재배치 시간 10여분을 고려하여 모든 연구대상자들은 누운 자세에서 10분 동안 휴식을 취한 후 체지방이 측정되었다. 또한 측정 부위는 알콜 스폰지로 닦아 편의의 발생을 줄였으며, 전도 증진용 젤리가 전극 봉에 부착되어 잘못된 결과가 산출되지 않도록 자주 전극 봉안에 젤리가 있는지를 점검하고, 있는 경우는 물에 씻어 낸 후 사용하였다. 측정 시 실내 온도는 평균 섭씨 22도-24도를 유지하였다.

• 피부두겹두께 측정치를 이용한 체지방 추정식

김은경(1989)의 연구에서 국내 환자에게 타당성이 높다고 제시한 Sloan 공식(Sloan, 1967, 1962)과 Behnke 공식(Behnke & Wilmore, 1984)의 체밀도 공식을 사용하여 현재 가장 흔히 사용되는 체지방 공식 Brozék(1961), Siri(1961)의 등식과 김은경(1989)이 당뇨환자와 정상인을 대상으로 체지방량 추정식들의 타당도 분석 시 적절한 추정식으로 제안한 김은경의 공식을 사용하여 체지방률(%)을 구하였고, 왕수경과 이나영(2004)의 연구에서 국내 여성에게 상관성이 높은 것으로 보고된 Wilmore(1988)의 체지방량(Kg)을 사용하였다. 각 등식은 다음과 같다.

- 김은경의 등식에 의한 체지방률(%)(김은경, 1989)
남자: $-3.8488+0.1687(\sum \text{subcapular, triceps, abdomen and femoral})+0.6728$
여자: $4.8385+0.1928(\sum \text{subcapular, triceps, abdomen and femoral})$
- Brožek 등식에 의한 체지방률(%): $(4.57/BD(\text{Sloan 공식})-4.142) \times 100$ (Brožek, 1961)
- Brožek 등식에 의한 체지방률(%): $(4.57/BD(\text{Behnke 공식})-4.142) \times 100$ (Brožek, 1961)
- Siri 등식에 의한 체지방률(%): $(4.95/BD(\text{Sloan 공식})-4.5) \times 100$ (Siri, 1961)
- Siri 등식에 의한 체지방률(%): $(4.95/BD(\text{Behnke 공식})-4.5) \times 100$ (Siri, 1961)
- Wilmore 등식에 의한 체지방량(Kg): $\text{weight} - \{1.661 + (0.688 \times \text{weight}) - (0.158 \times \text{subcapsular}) - (0.81 \times \text{triceps}) + (0.555 \times \text{neck circ.}) - (0.141 \times \text{waist circ.})\}$ (Wilmore, 1988)

각 추정식에 의한 체지방률에 사용된 Sloan과 Behnke의 체밀도(body density) 산출 공식도 피부두겹 두께 측정치를 사용하여 다음과 같이 산출한다. 여기서 Sloan(1962, 1967)의 체밀도 공식은 젊은 여성과 남성을 대상으로 한 연구 결과 도출된 공식이어서 본 연구에 적합한 공식이다.

- Sloan 공식에 의한 체밀도(BD)(Sloan, 1967, 1962)
남성: $1.1043 - (0.001327 \times \text{Thigh}) - (0.001310 \times \text{Subscapular})$
(Sloan, 1967)
여성: $1.0764 - (0.00088 \times \text{Triceps}) - (0.00081 \times \text{Suprailiac}) - (0.0008 \times \text{Thigh})$ (Sloan, 1962)
- Behnke 공식에 의한 체밀도(BD)(Behnke & Wilmore, 1984)
남성: $1.08543 - (0.00086 \times \text{Abdomen}) - (0.0004 \times \text{Thigh})$
여성: $1.06234 - (0.00068 \times \text{Subscapular}) - (0.00039 \times \text{Triceps}) - (0.00025 \times \text{Thigh})$

자료 분석 방법

자료의 처리는 SPSS 11.0 Package를 이용하였으며 모든 자료의 산술평균 및 표준편차 등의 기초통계량을 산출하여 비교 분석하였고 성별 차이는 t-test로 유의성을 검증하였다. Inbody 2.0으로 측정된 생체전기 임피던스(BIA)의 체지방률(%)과 체지방량(kg)을 기준으로 하여 다른 체지방 관련 측정치들과의 상관성을 분석하였다.

연구의 제한점

본 연구는 일 대학 남녀대학생 41명만을 대상으로 하여 충분한 대상자 수를 확보하지 않았고, 5년 전에 측정된 자료이므로 본 연구결과를 적용시 최근 남녀 대학생의 체격 변화를 고려하고 확대해석시 주의를 기울일 필요가 있다.

연구 결과

연구 대상자의 신체 특성

대상자 총 41명의 평균 연령은 21.1세(S.D=2.0) 이었다. 평균 신장과 체중은 168.9(S.D=8.8) cm, 64.11(S.D=14.8)kg 이었다. 전체 대상자의 평균 BMI는 22.4(S.D=3.7)로, 남학생은 23.1(S.D=4.7), 여학생은 21.6(S.D=2.2)이었다. 성별에 따른 차이를 분석한 결과, 남학생이 여학생에 비하여 통계적으로 유의하게 신장과 체중이 높았다. 그러나 BMI는 남학생이 여학생에 비하여 높았지만, 이는 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다<Table 1>.

<Table 1> Age and anthropometric measurement of the subjects

Variables	Mean(S.D.)		
	Male(n=21)	Female(n=20)	Total(n=41)
Age(yrs)	21.5(2.5)	22.1(1.4)	21.1(2.0)
Height(cm)	175.8(4.3)	161.2(5.5)	168.7(8.8)**
Weight(kg)	71.6(16.2)	56.3(7.6)	64.1(14.8)**
BMI	23.1(4.7)	21.6(2.2)	22.4(3.7)
Circumferences(cm)			
Head	56.8(1.3)	55.1(1.3)	56.0(1.6)**
Neck	36.9(2.4)	31.1(1.2)	34.1(3.5)**
Bast	93.1(9.3)	83.5(6.0)	88.5(9.2)**
Waist	79.4(12.3)	70.9(6.6)	75.3(10.7)*
Hip(medial)	99.2(8.6)	94.8(5.8)	97.1(7.6)
Hip(downer)	91.8(7.9)	90.9(4.4)	91.4(6.4)
Upperarm	27.7(3.8)	25.2(2.3)	26.5(3.4)*
Forearm	25.1(2.4)	22.0(1.5)	23.6(2.5)**
Wrist	17.2(2.4)	14.8(0.8)	16.0(2.1)**
Thigh	49.2(5.4)	48.0(3.8)	48.7(4.7)
Calf	38.2(4.3)	35.1(2.6)	36.7(3.9)**
Ankle	23.0(3.1)	20.8(1.0)	21.9(2.6)**
Skinfolds(mm)			
Subscapular	19.2(10.6)	23.9(7.3)	21.5(9.3)
Suprailiac	23.8(12.5)	26.9(8.9)	25.3(10.9)
Subcostal	9.9(4.9)	18.4(8.8)	14.0(8.2)**
Abdomen	21.5(12.6)	27.8(9.7)	24.6(11.6)
Triceps	16.3(6.7)	22.7(6.4)	19.4(7.3)**
Biceps	10.8(4.9)	14.6(3.6)	12.7(4.7)**
Forearm	9.2(3.4)	12.4(3.4)	10.7(3.8)**
Femoral	14.6(5.0)	28.9(7.3)	21.6(9.5)**
Calf	12.6(5.5)	16.8(5.0)	14.7(5.6)*

1) * Values are significantly different by sex at p<0.05 by t-test
2) ** Values are significantly different by sex at p<0.01 by t-test

신체의 12가지 부위별 신체둘레를 측정한 결과, 12가지 영역 모두 남학생이 여학생보다 높았는데<Table 1> 이 중 머리, 목, 가슴, 허리, 상완, 전박, 손목, 장단지, 발목은 통계적으로 유의한 차이를 보였다($P<.05$)

캘리퍼를 이용하여 신체의 9개 부위의 피부두겹두께를 측정한 결과, 신체 9개 부위에서 모두 여학생이 남학생 보다 피부두겹두께가 두꺼웠으며<Table 1>, 이 중 늑골부위, 상완위(triceps), 이두근위, 전완위, 허벅지, 종아리의 피부두겹두께의 차이는 통계적으로 유의하였다($p<.005$)<Table 1>.

BIA를 이용한 대상자의 체성분을 측정한 결과에서<Table 2> ICF, ECF, 단백질, 미네랄 및 양측 팔, 다리의 수분량은 남학생이 통계적으로 유의하게 높았고, 총체지방량과 체지방률은 여학생이 더 높았다. 그러나 총체지방량의 성별 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($p>.05$).

<Table 2> Body composition of the subjects by BIA

Variable	Male(n=21)	Female(n=20)	Total(n=41)
	Mean(S.D.)	Mean(S.D.)	Mean(S.D.)
ICF	27.3(4.0)	18.5(2.1)	23.0(5.5)**
ECF	13.2(2.0)	8.8(1.0)	11.0(2.7)**
Protein	14.7(2.2)	10.0(1.1)	12.4(3.0)**
Mineral	3.1(0.4)	2.3(0.2)	2.7(0.5)**
TBF(kg)	13.3(8.7)	16.7(4.2)	14.9(7.0)
BF(%)	17.2(7.0)	29.3(4.2)	23.1(8.4)**
Abdominal adipose	0.8(6.9)	0.8(3.2)	0.8(0.1)
Body water			
Right arm	2.3(0.4)	1.3(0.2)	1.8(6)**
Left arm	2.2(0.4)	1.3(0.2)	1.8(6)**
Right leg	6.9(0.9)	4.6(0.6)	5.8(1.4)**
Left leg	6.9(0.8)	4.5(0.6)	5.8(1.4)**

** Values are significantly different at $p<.01$ by T-test
 ICF : Intracellular fluid, ECF : Extracellular fluid
 TBW(kg) : total body fat, BF(%) : body fat ratio

인체계측치와 체지방률과의 상관관계

● BIA와의 상관관계

생체 전기 임피던스 중 가장 민감도가 높은 것으로 알려진 BIA의 체지방률과 인체계측치간의 상관성을 분석한 결과는 <Table 3>과 같다.

남학생의 경우 머리둘레만 제외하고 11개 신체부위의 둘레와 9개 피부두겹두께, BMI 사이에 유의한 정상관 관계를 나타냈다. 이 중 가장 상관관계계수가 높은 부분은 복부 피부두겹두께($r=.96$), 허리둘레($r=.94$), 장골 피부두겹두께($r=.91$), 견갑골 피부두겹두께($r=.89$), BMI($r=.89$), 가슴둘레($r=.88$)의 순으로 나타났다($p=.000$).

여학생의 경우는 신체부위별 둘레 중 가슴($r=.75$), 허리($r=.76$), 엉덩이 중간지점($r=.48$), 상완($r=.55$), 장단지($r=.57$) 등

이 통계적으로 유의한 상관관계를 보였고, 피부두겹두께는 견갑골($r=.63$), 장골능위($r=.61$), 복부($r=.51$), BMI($r=.74$)가 유의한 상관관계를 보였다. 여학생의 경우 특히 허리둘레($r=.76$), 가슴둘레($r=.75$), BMI($r=.74$), 견갑골피부두겹두께($r=.63$), 장골 피부두겹두께($r=.61$)의 순으로 상관성이 높았다.

<Table 3> Correlation of anthropometric measurements with % body fat measured by BIA

Variables	Correlation@ with % body fat			
	Male(n=21)		Female(n=20)	
	r	p	r	p
Circumferences(cm)				
Head	0.35	NS	0.03	NS
Neck	0.83	0.000	0.43	NS
Bast	0.88	0.000	0.75	0.000
Waist	0.94	0.000	0.76	0.000
Hip(medial)	0.82	0.000	0.48	0.030
Hip(downer)	0.72	0.000	0.41	NS
Upperarm	0.80	0.000	0.55	0.012
Forearm	0.66	0.001	0.24	NS
Wrist	0.46	0.037	0.19	NS
Thigh	0.80	0.000	0.40	NS
Calf	0.73	0.000	0.57	0.008
Ankle	0.67	0.001	0.27	NS
Skinfolds(mm)				
Subscapular	0.89	0.000	0.63	0.003
Suprailiac	0.91	0.000	0.61	0.005
Subcostal	0.76	0.000	0.40	NS
Abdomen	0.96	0.000	0.51	0.021
Triceps	0.72	0.000	0.38	NS
Biceps	0.75	0.000	0.03	NS
Forearm	0.61	0.003	0.17	NS
Femoral	0.66	0.001	0.34	NS
Calf	0.62	0.003	-0.23	NS
BMI	0.89	0.000	0.74	0.000

@ Pearson correlationm r : coefficient, p : probability
 BMI(Body mass index) : kg/m^2 , NS : non significant

● 각 피부두겹두께와 총피부두겹 두께(SUM9)와의 상관성
 9가지 신체부위 각각의 피부두겹두께와 4군데 피부두겹두께의 합(SUM4)을 총 피부두겹 두께와상관성을 분석한 결과 <Table 4>와 같이 나타났다.

9가지 신체 부위의 피부두겹두께의 합(SUM9)과 신체 4부위(견갑골, 상완위, 복부, 허벅지)의 피부두겹두께의 합(SUM4) 및 9가지 각 신체부위의 피부두겹두께 측정치 사이의 상관성을 분석한 결과 남학생은 모두 통계적으로 유의한 정적 상관성을 보였으나, 여학생은 상완위, 장단지의 피부두겹 두께는 SUM9과 유의한 상관성을 보이지 않았다($p>.05$)<Table 4>. 남학생과 여학생 모두에서 SUM4가 SUM9과 가장 높은 상관성($r=.99$, $r=.98$)을 보였으며, 남학생의 경우 복부($r=.98$), 장골($r=.94$), 견갑골($r=.91$)의 순으로 상관성이 높았고, 여학생은 복

부(r=.95), 견갑골(r=.88), 늑골부위(r=.88)의 순으로 높았다.

<Table 4> Correlation of various skinfold thickness with sum of 9 skinfold thickness(SUM9)

Skinfold thickness	Male(n=21)		Female(n=20)	
	r	p	r	p
Subscapular	0.91	0.000	0.88	0.000
Suprailiac	0.94	0.000	0.85	0.000
Subcostal	0.83	0.000	0.88	0.000
Abdomen	0.98	0.000	0.95	0.000
Triceps	0.82	0.000	0.80	0.000
Biceps	0.88	0.000	0.31	NS
Forearm	0.79	0.000	0.77	0.000
Femoral	0.65	0.001	0.78	0.000
Calf	0.72	0.000	0.37	NS
SUM4	0.99	0.000	0.98	0.000

r : coefficient, p : probability

SUM4 : Sum of Subscapular, Triceps, Abdomen and Femoral

NS : non significant

체지방률 측정치간의 상관관계

BIA와 각종 측정치에 의한 체지방률과의 상관관계를 분석한 결과<Table 5>, 남학생이 여학생 보다 BIA와 상관관계가 높게 나왔다. 남학생의 경우 BIA와 가장 근사한 체지방률을

보인 측정치는 Sloan과 Behnke의 체밀도 공식을 대입한 Brozěk 등식(r=.94, r=.96)과 Behnke 체밀도 공식을 대입한 Siri 등식(r=.96, p=.000)이었다. 여학생의 경우는 GIF-891DX로 측정된 값이 가장 상관성이 높았다(r=.59, p=.006).

여러 측정방법에 따른 체지방량 간의 상관성을 조사한 결과<Table 6>, 남학생과 여학생 모두 Wilmore 등식과 GIF-891DX로 측정된 체지방량이 BIA의 체지방량과 통계적으로 유의한 상관관계를 보여주었다(p>.05). 이중 Wilmore 등식이 남학생과 여학생 모두 BIA의 체지방량과 높은 상관성(r=.98, r=.92)를 보였으며, GIF-891DX의 측정치는 남학생(r=.89)이 여학생(r=.73) 보다 BIA의 측정치와 높은 상관성을 보였다.

논 의

성별 신체특성

최근 대학생들의 비만에 대한 관심이 높아짐에 따라 최미자(2002)는 남녀 대학생 213명을 대상으로 대학생들이 자신의 체중을 어떻게 인지하고 있고 영양소 섭취하고 있는 지 실태 조사를 한 결과, 남학생의 59%, 여학생의 69.8%가 한국인 영양 권장량 보다 부족하게 열량 섭취하고 있을 정도로 비만

<Table 5> Correlation of various body fat estimations with actual % body fat measured by BIA

Equation	Male(n=21)			Female(n=20)		
	Value	r	p	Value	r	p
% Body fat (BIA)	17.2±7.0	1	0.000	29.3±4.2	1	0.000
Body density (Sloan)	1.1±1.8	-0.94	0.000	1.0±1.6	-0.53	0.016
Body density (Behnke)	1.1±1.2	-0.96	0.000	1.0±8.3	-0.56	0.010
% Body fat (1)	23.9±7.6	0.89	0.000	24.6±5.2	0.54	0.015
% Body fat (2)	17.1±7.4	0.94	0.000	37.7±7.2	0.53	0.016
% Body fat (3)	16.6±5.1	0.96	0.000	29.5±3.6	0.56	0.010
% body fat (4)	17.2±8.0	0.94	0.000	39.5±7.8	0.53	0.016
% body fat (5)	16.6±5.5	0.96	0.000	30.6±3.9	0.56	0.010
% body fat (6)	20.2±8.1	0.83	0.000	33.1±5.8	0.59	0.006

(1) : % body fat calculated with Kim' equation

(2) : % body fat calculated withBrozěk' equation using Sloan's body density equation

(3) : % body fat calculated with Brozěk' equation using Behnke's body density equation

(4) : % body fat calculated with Siri's equation using Sloan's body density equation

(5) : % body fat calculated withSiri's equation using Behnke's body density equation

(6) : % body fat mesured with tetrapod bioelectrical impedance measured by GIF-891DX

<Table 6> Correlation of total body fat(Kg) estimations with actual body fat(Kg) measured by BIA

Equation	Male(n=21)			Female(n=20)		
	Value	r	p	Value	r	p
Kg body fat (1)	15.7±7.4	0.98	0.000	14.2±4.0	0.92	0.001
Kg body fat (2)	15.4±9.5	0.89	0.000	18.7±4.5	0.73	0.001
Kg body fat (BIA)	13.3±8.7	1	0.000	16.7±4.21	1	0.000

(1) : kg body fat calculated with Wilmore's equation:

(2) : kg body fat measured with tetrapod bioelectrical impedance measured by GIF-891DX

관리에 관심을 기울이고 있음을 보고하고, 대학생의 영양교육과 적절한 체중관리에 대한 교육이 필요함을 제언한 바 있다.

본 연구의 남녀 대학생들의 체중과 신장을 보면, 한국인 체위 기준치(한국 영양학회, 2000)에 의한 20-29세의 체중과 신장이 남성 67kg, 161cm, 여성 54Kg, 161cm인 점을 감안하면, 본 연구 대상자들의 여성은 한국인 체위 기준치에 비하여 신장은 유사하지만 체중이 2.3Kg 더 무거운 것으로 나타났고, 남학생의 체중은 4.6kg, 신장은 14.8cm 더 높은 것으로 나타났다. 최근 대학생을 상대로 조사한 최미자(2002)의 연구에서 발표한 남학생 65.5kg, 173.9cm와 비교 시 여학생 51.5kg, 161.0cm에 비하여 신장과 체중이 높은 편이었다.

현재 영양평가로 주로 사용되고 있는 신장이나 체중을 이용하는 방법들은 체구성을 평가하는데 있어 간단하면서도 대략적인 추정치로 사용되는 체중은 신체구성의 실제적인 변화보다는 체액상태를 더 반영하기 때문에 복수와 부종 또는 탈수가 있는 환자와 비만을 구분짓지 못하는 단점이 있다(김매자 등, 2000). 신장과 체중 외에도 BMI나 체성분 분석을 실시할 수 있다.

본 연구에서 남학생의 평균은 23.1(S.D=4.7), 여학생은 21.6(S.D=2.2)로서 정상범위에 해당하였다. 본 연구에서 남학생의 BMI는, 정진욱 등(1995) 연구에서 74명의 남성 대상자의 평균 BMI 20.89(S.D=2.28)보다 높았다. 왕수경과 이나영(2004)의 연구에서는 젊은 여성의 BMI가 21.7(S.D=.49), 중년기 여성 22.87(S.D=.089), 노년기 여성 23.85(S.D=.55)이었음을 고려할 때, 본 연구의 여학생들은 왕수경과 이나영(2004)연구의 중년이나 노년 여성에 비하여 낮은 수준의 BMI를 보여주었다.

인체계측과 전기생체 임피던스 측정법

전반적인 영양상태를 사정하기 위해서는 인체를 구성하고 있는 성분과 그 양을 알 필요가 있다. 인체의 주요 구성성분은 물, 지방 그리고 지방이 없는 부분(피부, 골격, 혈장단백, 내장 단백질, 골격 근육 등)이다. 특히 비만을 평가하기 위해서는 체지방을 측정하는 것이 가장 중요하다. 체지방률을 측정하는 방법으로서 가장 정밀한 것으로 알려진 수중체밀도법은 너무 복잡하고, 시간과 비용이 많이 들기 때문에 영양평가를 위해 거의 사용되지 못하고 있다(김영경, 김희순, 안태성, 정복래 1998). 최근 연구에서 사용되기 시작하고 있는 생체전기 임피던스(BIA; Bioelectrical Impedance Analysis)는 신체의 전기 전도도가 높은 체수분을 측정하는 기술이므로 측정상 뿐만 아니라 체수분의 분포 및 그에 따른 부위별 감도에 영향을 받으며, 비교적 저렴하고, 작동이 용이할 뿐만 아니라 이동이 쉬워 주로 비만도를 사정하는데 많이 사용되어 왔다.

국내에서 구입 가능한 생체전기 임피던스 측정기에는 InBody

3.0(Biospace 회사 제품), GIF-891DX(길우회사 제품), TBF-534(타니타 회사 제품), HB-306(음론 회사 제품), NEOSCAN(Bizmedic 회사 제품) 등이 있다. InBody 3.0은 임상적으로 실제적인 비만의 객관적인 평가를 위해 제작된 정밀 체성분 분석기로서 전문가를 위한 고성능 영양상태 측정기이다. 이는 인체의 주요 성분인 체지방량이나 근육량을 민감하게 반영해주지만, 이동이 불가능하며, 구입비가 비싸기 때문에 실용적이지 못할 뿐 아니라 스포츠나 비만 클리닉에서 주로 정상인을 대상으로 측정되어왔고, 임상 환자에게 적용된 경우는 드물며, 아직도 임상적 적용가치가 충분히 검증되지 않았다(Thomas, Ward, & Cornish, 1998).

본 연구에서 각종 신체계측치와 BIA에 의한 체지방률과의 상관성을 보면<Table 3>, 남학생의 경우 신체 둘레 11개 항목, 피부두겹두께 9개 항목에서 유의한 상관성을 보였으나 여학생은 신체 둘레에서는 5개, 피부두겹두께에서는 3개 항목만이 BIA의 체지방률과 유의한 상관성을 보였다. 왕수경과 이나영(2004)의 경우 젊은 여성군은 8개 항목에서 피부 두겹두께는 7개 항목에서 유의한 상관성을 보였는데, 이는 본 연구의 여학생 대상자수가 20명이었기 때문에 상관성을 보인 항목이 감소한 것으로 보인다.

본 연구에서는 남녀 모두 허리둘레가 체지방률과 가장 높은 상관성을 보였고, 그 다음은 남학생의 경우 가슴둘레, 목둘레의 순으로 상관성이 높았으며, 여학생은 가슴둘레, 장단지둘레, 상완둘레의 순으로 상관성이 높았다. 국내의 왕수경과 이나영(2004)의 연구에서도 젊은 여성군의 허리둘레, 장단지둘레, 가슴둘레의 순으로 체지방률과 유의한 상관성을 보인 것을 보면, 국내 젊은 성인의 체지방률은 신체 둘레 중 허리둘레가 가장 민감하다고 해석할 수 있다.

신체 9개 부위의 피하지방 두께를 측정한 결과 남학생은 9개 항목이 모두 유의한 상관성을 보인 반면, 여학생은 견갑골, 장골, 복부 만이 유의한 상관성을 보였다. 남성은 복부($r=.99, p=.000$)가 가장 상관성이 높았고, 여학생은 견갑골($r=.63, p=.003$)이 가장 상관성이 높았다. 왕수경과 이나영(2004)의 연구에서는 젊은 여성군에서 유의한 상관성을 보인 피부두겹두께가 한 개도 없었지만, 중년기 여성의 경우에는 늑골 밑($r=0.872, p=0.000$)과 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. 한편 김홍선(1967)과 Pollock, Laughridge, Coleman, Linnerud 및 Jackson(1975)은 허벅지의 피하지방두께가 체지방과 가장 높은 상관관계를 보인다고 보고한 바 있다. 이와 같은 결과는 피부두겹 두께는 다양한 연령과 성별에 따라 크게 상관성이 다르며, 젊은 여성보다는 남성군이나 중년 여성이나 노년기 여성에게 더 유용함을 알 수 있으며, 단 일 부위의 피부두겹두께만을 영양평가 지표로 이용하기 보다는 2

개 이상의 측정치를 사용하는 것이 바람직하다고 할 수 있다. 이와 같은 주장은 본 연구의 피부두겹두께와 9개 피부두겹두께 총합(SUM9)과의 상관성<Table 4>에서도 잘 반영되고 있다. 이때 단일 측정치 중에서는 남학생, 여학생 모두 복부 측정치가 SUM9과 가장 높은 상관성을 보였고($r=.98$), 견갑골, 상완위, 복부 및 허벅지 두께를 모두 합한(SUM4) 경우가 $r=.99$ 로 가장 높았다.

이와 같이 간호학과 의료계에서도 비만도를 추정하기 위하여 신체 부위별 피하지방 두께와 둘레를 이용하였으나(김용균, 한만선, 2008; 정진욱 등, 1995), 이들 인체계측치들은 좋은 지표가 될 수 없음을 지적하고 있고, 영양학 분야에서는 이들 인체계측치들을 단독으로 사용하지 않고 몇 가지 인체계측 자료를 사용하여 다양한 체지방추정치를 개발하고 사용을 권장하고 있다(Martin, Gómez, & Antoranz, 2001).

BIA와 체지방 추정치의 상관성

본 연구에서는 김은경(1989)와 왕수경과 이나영(2004)에서 성인에게 타당성이 높았던 신체 계측치를 이용한 체지방 추정식 중 김은경의 등식, Brožek 등식, Siri 등식에 의해 추정된 체지방율과 Wilmore 등식에 의해 추정된 체지방량, 생체전기 저항 측정법 중 이동이 편리하고 가격이 저렴한 GIF-891DX에 의한 체지방율과 체지방량을 측정 한 뒤, 각각의 체지방 측정치와 BIA와의 상관성을 분석하였다.

본 연구 대상자의 BIA에 의한 체지방률과 체지방량은 남학생은 17.2(S.D=7.0)%, 13.3(S.D=8.7), 여학생 29.3(S.D=4.2), 16.7(S.D=4.21)로 정상범위에 해당하였다. 왕수경과 이나영(2004)의 국내 여성을 대상으로 한 체지방량과 체지방률 분석연구를 보면, 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, 체지방률은 노년기 여성($29.35 \pm 1.07\%$)이 젊은 여성($29.06 \pm 0.92\%$)보다 높은 수치를 보였다. 김홍선(1967)의 연구에서 여대생의 체지방 비율은 22.8+2.7%로 이는 경제성장으로 인한 식생활의 변화에 의한 것으로 생각된다. 조연희 등(1997)의 연구에서 체지방률은 20대 여성에서는 $28.67 \pm 7.84\%$ 로서 본 연구의 여학생과 유사한 체지방율을 보였다. 정진욱 등(1995) 연구는 18세에서 21세 범위에 있는 젊은 남성을 대상으로 하였다. 이때의 평균 체지방율은 16.97(S.D=2.46), 체지방량은 10.84(S.D=3.62)이었던 점을 미루어 볼 때, 최근 10년 동안 국내 경제성장과 식생활 변화의 결과로 본 연구대상자들의 체지방률과 체지방량이 높게 나왔다고 생각할 수 있다.

본 연구에서 BIA와 가장 근사한 체지방률을 보인 측정치는 남학생의 경우 Brožek 등식($r=.94$, $r=.96$)과 Behnke 체밀도 공식을 대입한 Siri 등식($r=.96$, $p=.000$)이었고, 여학생의 경우는

GIF-891DX로 측정 한 체지방량이 가장 상관성이 높았다($r=.59$, $p=.006$). 한편 BIA와 가장 높은 상관성을 보인 체지방량 측정치는 남학생과 여학생 모두에서 Wilmore 등식이었다($r=.98$, $r=.92$). 한편 GIF-891DX의 측정치는 남학생($r=.89$)이 여학생($r=.73$) 보다 BIA의 측정치와 높은 상관성을 보였다. 이와 같은 결과는 왕수경과 이나영(2004)의 연구에서도 유사하게 나타나서, Wilmore 추정식과 BIA의 체지방량을 비교하였을 때는 젊은 여성($r=0.672$), 중년기 여성($r=0.752$), 노년기 여성($r=0.814$) 모두 높은 상관성을 보였다.

그 동안 임상 환자 평가나 간호연구 시에는 현장에서 간편하고 저렴하게 체지방을 측정하기 위하여 캘리퍼를 이용한 피부두겹두께를 측정하고 있는데, 이 방법은 측정자간의 오차가 커서 측정경험이 많은 사람이 측정해야 하고, 비만자를 대상으로 하는 경우 측정오차가 크다는 단점이 있으므로(김은경, 1989), 신체계측에 의해 체지방을 간접적으로 측정하기 위해 개발되어온 여러 추정식들 중 다양한 연령층과 성별에 맞는 추정식들을 확인하여 목적에 맞게 사용하는 것이 바람직하다고 볼 때, 본 연구에서 확인된 Brožek 등식, Behnke 체밀도 공식을 대입한 Siri 등식, Wilmore 등식은 국내 젊은 남성군의 체지방 추정시 활용성이 높고, GIF-891DX 와 Wilmore 등식은 국내 젊은 여성의 체지방 추정시 활용성이 높음을 보여주었다.

결론 및 제언

최근 우리나라는 생활양식의 변화에 따라 비만, 고지혈증과 같은 문제가 심각해지고 이에 따른 심혈관계 질환이나 당뇨병 등 만성질환의 발생률과 사망률이 높게 나타나고 있다. 이에 따라 지역사회 간호영역에서는 건강증진을 위한 건강한 생활양식에 대한 관심과 비만 및 영양상태 개선에 대한 연구들이 점차 증가하고 있다. 그러나 이러한 간호 분야의 영양 및 비만 평가와 관련 프로그램 효과를 확인하기 위해 사용된 평가도구들은 타당성과 신뢰성을 신중하게 검토하지 않은 상태에서 연구마다 매우 다양하게 사용되어 왔다.

본 연구는 임상연구에서 흔히 사용되어온 단일 인체계측 측정치와 생체전기임피던스 측정방법을 통한 체지방분석의 타당성을 확인하고, 젊은 성인의 영양평가 시 경제적이고 타당성 높은 체지방 분석 자료로 활용가치가 높은 체지방 추정 공식을 제안하기 위하여 41명의 대학생을 대상으로 상관성 연구를 실시하였다.

본 연구결과는 다음과 같다.

- 12개 신체부위의 둘레와 BIA의 체지방율과의 상관계수는 남학생은 0.35~ 0.94 범위에 있었고 모두 통계적으로 유의

한 상관성을 보였다. 여학생은 .03에서 .76의 범위이었고, 허리, 가슴, 장단지, 상완, 엉덩이 중간 둘레의 순으로 유의한 상관성을 보였다.

- 신체 9부위의 피부두겹두께와 BIA와의 상관계수는 남학생은 .96~.61의 범위에 있었고 모두 통계적으로 유의한 상관성을 보였지만, 여학생은 .74~.03까지의 상관계수를 보였고, 견갑골, 장골, 복부 만이 유의한 상관성을 나타냈다.
- 2개 이상의 인체계측 측정치를 적용한 체지방 추정공식의 체지방 측정치는 BIA의 체지방량이나 체지방률과 통계적으로 유의한 높은 상관성을 보였다.
- 체지방 추정식에 의한 체지방측정치(김은경 등식, Brožek 등식, Siri 등식에 의한 체지방율과 Wilmore 등식)와 BIA의 체지방 측정치는 여학생 보다 남학생에서 좀더 높은 상관성을 보였다.
- 이동 가능한 생체전기임피던스(GIF-491DX)와 고가 장비인 BIA(Inbody3.0)의 체지방 측정치는 높은 상관성을 보였다.

이를 바탕으로 다음과 같이 실무와 연구 측면에서 제언하고자 한다.

- 좀 더 많은 연구 수의 다양한 연령층을 대상으로 정확하고 타당성 높은 임상연구에서, 생체 전기 임피던스 체지방 측정기나 캘리퍼를 적절히 활용하여 그 가치를 확인할 필요가 있다.
- 대학생의 비만 평가 시에는 두 가지 이상의 다양한 간편측정법을 사용할 것을 권한다.
- 임상 영양평가 혹은 비만 평가 시에는 단일 신체 부위의 피부두겹 두께 측정치 보다는 2가지 이상 부위의 피부두겹 두께측정치의 합을 이용하거나, 체지방측정치 산출 공식(김은경 등식, Brožek 등식, Siri 등식에 의한 체지방율과 Wilmore 등식)을 사용할 것을 권장한다.

참고문헌

김달숙, 전명희 (2008). 진단 직후 유방암. 직장암 환자의 체지방량과 자연 살 세포 활동량. *대한간호학회지*, 38(2), 321-331.

김매자, 송미순, 김현아 (2000). *영양과 식사요법의 간호적용*. 서울: 정문각.

김명기 (2001). 한국 성인 여성의 연령 증가에 따른 신체 부위별 체지방 분포의 변화. *한국사회체육학회지*, 16, 211-220.

김영경, 김희순, 안태성, 정복례 (1998). *간호와 영양*. 서울: 현문사.

김용균, 한만석 (2008). 초음파로 측정된 내장지방두께의 복부 비만 지표로서의 유용성. *방사선기술과학*, 31(3), 249-257

김은경 (1989). *한국인의 체지방량 측정방법 및 분포에 관한 종합적인 연구-건강인과 당뇨병환자를 실제 측정대상자로 하여*. 연세대학교 대학원 박사학위논문, 서울.

김현수 (2002). 간편법에 의한 중년 여성의 신체구성평가. *대한비만학회지*, 11(4), 1-8.

김홍선 (1967). 밀도법 및 피부두겹집기법에 의한 한국 여학생의 총지방량 측정. *수도이대잡지*, 4(1), 21-28.

양영희, 최스미, 김은경 (1997). 내과 환자의 입원 후 영양상태 변화연구. *대한간호학회지*, 27(1), 49-60.

왕수경, 이나영 (2004). 대전지역 성인여성의 BIA와 신체계측치에 의한 체지방을 비교연구. *한국생활과학회지*, 13(6), 1037-1046.

정진욱, 이성국, 천병렬, 예민해, 황용찬 (1995). 체지방량 추정을 위한 초음파피지후계와 Caliper의 비교. *한국영양학회지*, 28(4), 282-290.

조연희, 최성근, 김덕윤, 우정택, 김성운, 양인명, 김진우, 김영설, 최영길 (1997). 연령증가에 따른 체지방량 변화의 생체전기전향 측정법과 이중에너지 X-선 흡수계 측정법의 비교계측. *대한비만학회지*, 6(1), 59-66.

최미자 (2002). 대학생의 체중인지와 영양소 섭취. *과학논총*, 28, 43-53.

한국영양학회 (2000). 한국인 영양권장량 제 7차 개정.

Brožek, J. (1961). Body measurement, including skinfold thickness, as indicators of body composition. In J. Brožek, & A. Henschel (Eds.). *Techniques for measuring body composition*.(3-35). Washinton, D.C.: National Academy of Sciences/National Research Council.

Guillford, M. C., Rona, R. J., & Chinn, S. (1992). Trends in body mass index in young adults in England and Scotland from 1973 to 1988. *J Epidemiol Community Health*, 46(3), 197-90.

Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr*, 40, 497-504.

Martín, M. V, Gómez, G. J. B., & Antoranz, G. M. J. (2001). Measurement of body fat with bioelectric impedance, skinfold thickness, and equations based on anthropometric measurements. Comparative analysis. *Rev Esp Salud Publica*, 75(3), 221-36.

Piers, L. S., Soares, M. J., Frandsen, S. L., & O'Dea, K. (2000). Indirect estimates of body composition are useful for groups but unreliable in individuals. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 24(9), 1145-52.

Pollock, M. L., Laughridge, E., Coleman, B., Linnerud, A. C.,

- & Jackson, A. (1975). Prediction of body density in young and middle-aged women. *J Appl Physiol*, 38, 745-749.
- Siri, W. E. (1961). Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In J. Brozěk, and A. Henschel, (Eds). *Techniques for Measuring Body Composition*. (223-244). Washinton, D.C.: National Academy of Sciences/ National Research Council.
- Sloan, A. W. (1967) Estimation of body fat in young men. *J Appl Physiol*, 23, 311-315.
- Sloan, A. W., Burt, J. J., & Blyth, C. S. (1962). Estimation of body fat in young women. *J Appl Physiol*, 17, 967-970.
- Thomas, B. J., Ward, L. C., & Cornish, B. H. (1998). Bioimpedance Spectrometry in determination of body water compartments: accuracy and clinical significance. *Appl. Radiat. Isol*, 49(5/6), 447-445.
- Wikipedia (2008) http://en.wikipedia.org/wiki/Body_fat_percentage accessed at 2008/11/12.
- Wilmore, J. H., & Behnke, A. R. (1988). An anthropometric measures and body composition principles of nutritional assesment. *Oxford University Press New York*, 2, 17-44.

Are the Economic and Convenient Anthropometric Estimations Reliable Tools for Assessing Body Fat of University Students?

Kim, Hack-Sun¹⁾ · Jun, Myung-Hee²⁾ · Park, Young-Im²⁾ · Uhm, Dong-Choon²⁾ · Kim, Dal-Sook³⁾

1) Instructor, Chung-Ang University, 2) Professor, Daejeon University
3) Professor, Chungnam National University

Purpose: The purpose of the study was to examine whether anthropometric estimations can be reliable methods to assess body fat of university students, by identifying the relationship between anthropometric estimates, which have been thought to be not reliable but economic, and Bio-electric impedance analysis (BIA), which has been known to be reliable but expensive. **Method:** Twenty-one male and 20 female university students were recruited. The inBody 3.0 scale and GIF-891DX were used for BIA. Body fat was estimated with 12 circumferences, 9 skin-fold thicknesses (SFT), and applying 4 equations (Kim's, Brozěk's, Siri's and Wilmore's). Their relationships were examined by Pearson Correlation. **Result:** 11 circumferences and 9 SFT in the male while 5 circumferences and 3 SFT in the female correlated with the body fat on BIA($p < .05$). The waist circumference had the strongest correlation to the BIA in both males and females. The abdominal SFT for the male and scapular SFT for the female had the strongest relationship of SFT to BIA. Body fat estimated from more than two different equations significantly correlated with those measured from BIA ($p < .05$). **Conclusion:** Anthropometric estimations could be a useful method to get reliable and valid data for body fat of the university students inexpensively.

Key words : Obesity, Body fat distribution, Anthropometry, Student

• Address reprint requests to : Jun, Myung-Hee

Department of Nursing, Daejeon University
96-3, Youngun-dong, Dong-gu, Daejeon 300-716, Korea
Tel: 82-42-280-2652 Fax: 82-42-274-2600 E-mail: jun7710@dju.kr