

생체 임피던스 측정 방법을 이용한 한국인의 연령층별 체성분 분석에 관한 연구

손정민 · 김정희* · 신선영** · 차기철**

서울대학교병원 급식영양과 · 서울여자대학교 영양학과* · (주)바이오스페이스 생체공학 연구소**

A Study of Age-related Patterns in Body Composition by using
Segmental Bioelectrical Impedance Analysis for Koreans

Cheong Min Shon · Jung Hee Kim* · Sun Young Shin** · Ki Chul Cha**

Dept. of Food Service and Clinical Nutrition, Seoul National University Hospital

*Dept. of Nutrition, Seoul Women's University**

*Bioengineering Research Institute, Biospace Co., Ltd.***

ABSTRACT

This study examined the age-related patterns in body composition cross-sectionally using Segmental bioelectrical impedance analysis(SBIA), specifically its two components, lean body mass(LBM) and body fat mass, in 1,452 men and 1,436 women with an age range of 19 to over 70 years. Mean height of male subjects was 174.1cm at peak in early 20's and was decreased continuously 0.2~0.3cm every year. Mean weight was greatest between late 20's and 40's, and was decreased quickly in 70's. Body fat mass was increased steadily before 30's and remained thereafter. Because decreasing lean body mass(LBM), percentage of body fat(PBF) increased continuously with aging. Mean height of female subjects was 161.7 cm at peak in 20's and was decreased steadily around 0.2cm every year and thus an individual's height was decreased approximately 10cm in their life cycle. Body weight was increased steadily until 50's and then was decreased. Body fat mass was increased continuously and LBM remained constant and thus PBF was increased steadily with aging. SBIA can be used to compare body composition between genders and between ages. In future studies, SBIA could be applied widely to evaluate variations of body composition in subjects with different nutritional problems.

KEY WORDS : segmental bioelectrical impedance analysis(SBIA), body composition, body fat mass, lean body mass(LBM), percentage of body fat(PBF)

서론

전 세계적으로 비만은 큰 사회문제로 점점 더 크게 대두되고 있고, 세계보건기구에서도 비만을 '질병 아닌 질병'으로 정의하며 적극적인 관리가 필요함을 강조하고 있다¹⁾. 최근 우리 나라도 경제 성장과 더불어 식생활이 서구화되고 생활 환경이 자동화 되어감으로써 영양섭취는 증가하는 반면 신체활동은 감소되어 비만현상이 점차 증가하고 있다²⁾. 1995년도 국민영양조사 결과에 따르면 우리 나라 성인들의 20% 정도가 과체중이거나 비만에 속하는 것으로 나타났다³⁾. 비만 자체가 질병은 아니나 비만요인이 고지혈증, 고혈압, 당뇨병 및 심혈관 질환과 같은 성인병의 위험인자로 작용하므로 정확한 진단에 따른 적절한 치료 및 관리가 필요하다⁴⁾.

비만을 정확히 평가하기 위해서는 체지방을 실제로 측정하는 방법이 요구되나 대단위 집단의 비만 판정을 위해서는 간편하게 간접적으로 비만의 정도를 평가할 수 있는 신체계측치를 이용한 체격 지수를 사용하는 방법이 널리 이용되고 있다⁵⁾. 그러나 이 방법은 근육과 지방의 양을 정확히 구별하여 측정할 수 없어 사용하는데 제한점을 내포하고 있으므로 최근에는 인체 부위별로 각각 임피던스를 간단히 측정하여 체성분을 체지방량 및 체지방량으로 분석하는 부위별 임피던스 방법이 개발되어 비만 판정에 널리 이용되어지고 있다⁶⁻¹⁰⁾.

일부 외국의 연구 결과에 의하면 연령이 증가함에 따라 체구성 성분 중 체지방량은 감소하는 반면 체지방율은 증가하는 것으로 보고되고 있으며²⁰⁾, 지방의 분포도 사지부위에서 동체로 이동되는 체지방 분포의 변화가 일어난다고 알려져 있다. 이러한 체지방의 분포 양상은 고혈압, 동맥경화, 당뇨병과 같은 성인 질환 발생과 관련성이 있다고 보고되고 있다²⁰⁾.

인간의 몸은 매우 복잡한 형태로 구성되어 있으며 시간의 경과와 함께 신체의 변화, 즉 체성분의 변화가 매우 빠르게 일어난다. 현재 우리 나라의 경우 체성분 분석에 관한 연구는 매우 초보적인 단계에 있는 실정이다. 일반적으로 외국의 경우 성인의 체지방율이 남자는 25%, 여자는 30% 이상을 비만으로 판정하고 있으나²⁾

우리 나라에서는 아직까지 성인에 대한 적당한 체지방 기준치가 정해져 있지 않은 상태이므로 비만 판정에 있어서 연구자에 따라서 체지방율이 다르게 적용되고 있다²⁰⁾.

따라서 본 연구는 한국인의 성별 및 연령별 체성분의 변화 양상을 부위별 임피던스 방법으로 측정·분석하여 체성분 변화에 대한 기초적인 정보를 제공하고자 실시되었다.

연구 내용 및 방법

1. 조사대상자

본 연구는 1997년부터 1998년까지 서울 및 부산지역에서 성인 자원자 2,888명을 대상으로 부위별 임피던스 측정을 하였으며 성별, 연령별 분포는 Table 1과 같다.

Table 1. Age and sex distribution of subjects

Age(year)	Sex	Male	Female	Total
19~24		319	294	613
25~29		151	123	274
30~39		343	201	544
40~49		288	200	488
50~59		164	152	316
60~69		116	275	391
70이상		71	191	262
Total		1452	1436	2888

2. 조사 방법 및 내용

1) 신장 및 체중 측정

신장은 피검자가 맨발로 직립자세를 취한 상태에서 선형 신장계로 0.5cm까지 측정하였으며, 체중은 전자 체중계(150A, Computer Aid Systems, Seoul, Korea)로 0.1kg단위로 측정하였다.

2) 부위별 임피던스 측정

부위별 임피던스를 측정하기 위해 다주파수 부위별 임피던스 측정기(InBody 3.0, 주식회사 바이오스페이스, 서울, 대한민국)가 사용되었다. 피검자가 신체계측을 마

친 후 임피던스 측정 장치에 올라가서 손전극을 잡고 발 전극을 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(5kHz, 50kHz, 250kHz, 500kHz)대역에서 인체 부위별 전기 저항을 측정하였다. 측정 결과는 약 2분 후에 결과지에 출력되었다.

3. 통계 처리

본 연구의 모든 실험 결과는 평균과 표준편차로 표시하였고 자료 분석은 SPSS(version 8.0)를 사용하였다. One way ANOVA를 이용하여 연령별 유의적인 차이가 있는지 여부를 분석한 다음 p<0.05인 경우 유의성이 있는 것으로 간주하였으며, 각 군의 평균치간의 유의성 검증은 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test를 이용하였다.

연구 결과 및 고찰

신장과 체중을 중심으로 한 체위계측 결과(Table 2)

성인 남성의 체중은 20대 후반부터 40대까지 최고치를 유지하나 이후 감소하였다. BMI는 비교적 일정하게 유지되었으나 40세이후 부터 감소하기 시작하였다. 체지방량은 30대 이전까지는 증가하나 그 이후 일정하게 유지하였고, 체지방율은 연령의 증가에 따라 계속적으로 증가하는 양상을 보였다. 연령에 따른 지속적인 체지방율의 증가는 체지방량의 증가보다 체지방량의 감소에 기인하는 것으로 나타났다(Fig. 1).

성인 여성의 경우도 신장은 연령의 증가에 따라 매년 약 0.2cm씩 감소하는 것으로 나타났다(Table 2). 체중은

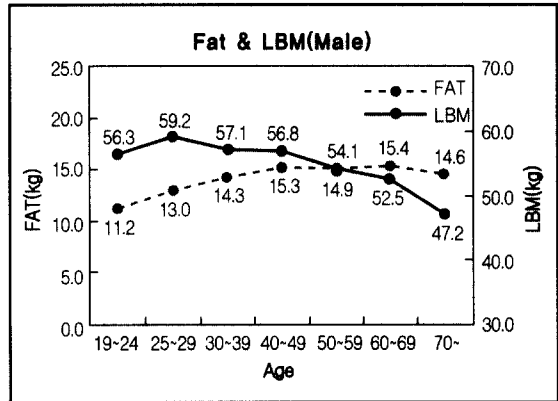


Fig. 1. Comparison of Fat mass and Lean body mass(LBM) in male

Table 2. Anthropometric measurement of male and female subjects aged 19~70* year

		19~24	25~29	30~39	40~49	50~59	60~69	70≤
Age(years)		(male = 319)	(male = 151)	(male = 343)	(male = 288)	(male = 164)	(male = 116)	(male = 71)
		(female = 294)	(female = 123)	(female = 201)	(female = 200)	(female = 152)	(female = 275)	(female = 191)
Height(cm)	male	174.1±5.1 ^a	173.8±5.3 ^a	172.1±4.9 ^a	169.9±5.4 ^c	167.9±6.1 ^b	167.3±6.3 ^b	164.0±6.2 ^c
	female	161.7±4.8 ^a	161.7±4.7 ^a	158.9±4.6 ^b	157.1±4.9 ^b	155.6±5.3 ^c	152.4±5.2 ^c	149.1±5.9 ^c
Weight(kg)	male	67.5±9.3 ^a	72.2±12.4 ^c	71.4±10.1 ^c	72.0±9.1 ^c	69.0±7.6 ^b	67.9±9.6 ^b	61.9±8.3 ^c
	female	54.1±6.7 ^a	54.6±7.2 ^a	55.5±7.6 ^a	57.7±7.0 ^b	59.1±7.9 ^b	58.1±8.0 ^b	53.9±9.1 ^c
BMI(kg/m ²)	male	22.2±2.7 ^a	23.9±3.4 ^b	24.1±3.0 ^b	24.9±2.7 ^d	24.5±2.3 ^{cd}	24.2±2.9 ^b	23.0±2.7 ^c
	female	20.7±2.4 ^a	20.9±2.6 ^a	21.9±2.9 ^b	23.4±2.8 ^c	24.4±2.9 ^c	25.0±3.3 ^c	24.2±3.5 ^d
BodyFat(%)	male	16.2±4.8 ^a	17.3±5.6 ^a	19.5±5.0 ^b	20.9±4.4 ^c	21.5±4.7 ^{cd}	22.3±5.0,5 ^{**}	23.3±5.2 ^c
	female	25.5±5.4 ^a	25.9±5.0 ^{ab}	27.0±5.3 ^b	28.8±5.3 ^c	31.2±4.9 ^d	33.1±5.3 ^c	32.6±5.6 ^c
BF(kg)	male	11.2±5.0 ^a	13.0±6.6 ^b	14.3±5.2 ^c	15.3±4.5 ^c	14.9±3.9 ^c	15.4±4.9 ^c	14.6±4.4 ^c
	female	14.0±4.4 ^a	14.4±4.5 ^{ab}	15.2±4.8 ^b	16.8±4.6 ^c	18.7±4.8 ^{cd}	19.5±5.4 ^c	17.9±5.7 ^c
LBM(kg)	male	56.3±5.8 ^a	59.2±7.3 ^a	57.1±6.6 ^c	56.8±6.3 ^c	54.1±6.0 ^c	52.5±6.2 ^c	47.2±5.8 ^c
	female	40.0±3.7 ^a	40.2±3.8 ^a	40.3±4.0 ^a	40.9±3.7 ^a	40.4±4.4 ^a	38.6±4.1 ^a	36.0±4.4 ^a

Values are mean±SD BMI : Body mass index BF : Body fat mass LBM : Lean body mass
Means with the same superscripts in the same row is not significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05)

50대까지 증가하는 경향을 보이며, 그 다음 연령군 부터는 감소하는 양상을 보였다. 전 연령기간 동안 BMI는 비교적 일정하게 유지되나 70세 이후부터는 감소하였다. 체지방율은 남성과 같이 연령의 증가에 따라 계속 증가하였으나, 체지방량은 남성과는 달리 60대까지 계속 증가하는 경향을 보였다. 그러므로 연령의 증가에 따른 체지방율의 지속적인 증가는 남성과 달리 체지방량의 감소보다는 체지방량의 증가가 주요한 요인으로 작용하는 것으로 보였다(Fig. 2).

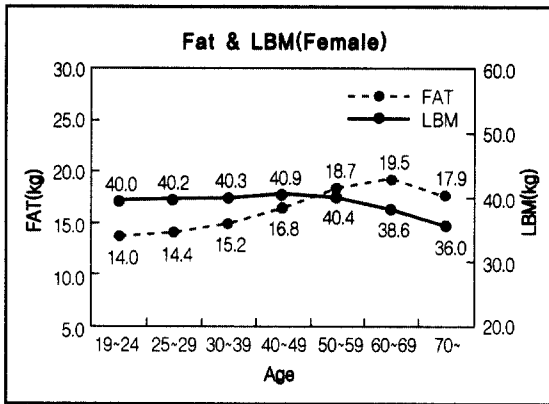


Fig. 2. Comparison of Fat mass and Lean body mass(LBM) in female

남성의 경우 체중과 BMI 모두 40대가 다른 연령대에 비해 높은 경향을 보였으나, 체지방율은 40대 이후부터 계속 증가하는 경향을 보였다. 이는 비만 평가시 일반적으로 사용되고 있는 BMI를 기준으로 사용할 경우 50대 이후가 40대에 비해 비만도가 감소하는 것으로 보이나, 실제로 체지방율을 기준으로 비만을 평가하면 50대 이후 비만율이 오히려 증가함을 의미한다. 그러나 여성의 경우 남성과는 달리 BMI와 체지방율 모두 40대 이후 계속 증가하는 현상을 보여주었다. 이는 비만 판정 시 남성과 여성에 있어서 BMI를 기준으로 하는 경우와 체지방율을 기준으로 구분할 경우 동일한 대상에서도 다른 판정을 내릴 수 있다는 문제점을 내포하고 있다.

70세 이상의 노인 그룹의 경우 연령의 증가에 따라 신장과 체중이 감소되는 경향을 보이나 여자에서의 감소 정도가 남자에 비해 더 크게 나타났다. 또한 BMI도

남·녀 모두에서 40대 이후의 성인과 비교하여 약간 감소하는 경향을 보였으나 체지방율은 오히려 증가하는 경향을 나타내었다. 또한 남·녀 노인 모두에서 체지방량의 감소를 볼 수 있는데(Table 2), 이는 Falciglia, O'Connor와 Gedling²⁵⁾의 연구 결과와 영국의 Burr과 Phills²⁶⁾의 조사 결과와도 일치하였다. 그러나 변화 정도에 대한 남·녀의 결과는, Burr 등²⁶⁾은 평균 상완 근육 둘레와 평균 상완 근육 면적이 연령에 따라 남녀 노인에서 비슷한 정도로 감소하는 것으로 보고하였으나 Falciglia등²⁵⁾은 남자보다는 여자 노인에서 감소 정도가 더 컸다고 하였다. 또한 여자 노인의 경우 삼두박근 피하지방 두께는 남자보다 더 많았으나 상완위, 상완근육 둘레, 상완근육면적은 더 적었다고 보고하여 여성이 연령에 따라 신체 조성 변화에 영향을 더 받고 있음을 시사하였다. 본 연구에서는 Falciglia등²⁵⁾의 보고 결과와는 달리 여성노인의 경우 체지방량의 변화 정도가 남성보다 적었다. 이는 인종이나 지역에 따라 체구성분의 변화 정도가 다름을 시사하였다.

일반 성인은 나이가 들수록 비만도가 증가한다고 보고되고 있으나 노인에 있어서도 나이에 따라 비만도가 증가하는지에 대해서는 아직도 결론이 모호하다. 노화의 과정에 따라 신장과 체중이 줄어들고 근육과 뼈조직도 손상이 된다고 알려져 있는데 우리나라 노인의 경우 범국가적으로 측정된 기준치가 없다. 손숙미 등²⁷⁾이 연구한 결과에 의하면, 노인을 65~69세, 70~79세, 80세 이상의 연령군으로 나누어 비교하였을 때 나이가 많은 여자 노인들에게서 더 적은 신장과 체중치를 보였으나 비만도와 BMI는 유의한 차가 없다고 하였으나 외국의 보고 결과에 따르면 여자 노인 65세 이상에서 연령의 증가에 따라 BMI도 증가하며 비만을 또한 증가한다고 보고되고 있다²⁸⁾. 아직까지 노인들을 대상으로 한 체구성분의 변화에 대한 연구가 부족한 상태이고 이러한 변화가 미치는 영향에 관한 연구도 미비한 상황이므로 향후 우리 나라 노인들을 대상으로 체구성 성분의 변화에 대해 좀더 많은 연구를 통한 타당성 있는 기본 자료를 축적하는 것이 필요하리라 생각된다.

결론 및 제언

본 연구는 부위별 임피던스 방법으로 만 19세부터 70세 이상의 노인을 대상으로 성별 및 연령별 체성분의 상태를 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

성인 남성의 경우 BMI는 40세 이후부터 감소하기 시작하였고 체지방량도 연령의 증가에 따라 계속 감소하는 양상을 보였다. 체지방량은 30대 이전까지는 증가하나 그 이후 일정하게 유지되어 연령에 따른 지속적인 체지방량의 증가는 체지방량의 증가보다 체지방량의 감소에 기인하는 것으로 나타났다. 성인 여성의 경우 전 연령기간 동안 BMI는 비교적 일정하게 유지되나 70세 이후 감소하였다. 체지방량은 연령의 증가에 따라 남성과 동일하게 계속 증가하는 경향을 보였으나, 체지방량은 남성과는 달리 30대 이후도 계속 증가하는 경향을 보였다. 그러므로 연령의 증가에 따른 체지방량의 지속적인 증가는 남성의 경우와 달리 체지방량의 감소와 더불어 체지방량의 증가가 복합적으로 작용하였다. 70세 이상의 노인의 경우는 BMI는 남·녀 모두에서 40대 이후의 성인과 비교하여 약간 감소하는 경향을 보였으며 체지방량도 감소하였으나 체지방량은 오히려 증가하는 경향을 나타내었다.

이상과 같이 부위별 생체 임피던스 방법을 이용하여 남·녀를 대상으로 체성분을 분석한 결과 연령 및 성별에 따라 체지방량, 체지방량 및 체지방율의 차이를 나타내었다. 이는 인간의 체구성을 결정하는 요인이 매우 복잡함을 단면적으로 나타내 주는 것으로 향후 이러한 체구성의 변화를 야기하는 인자 및 결과에 대한 좀 더 많은 연구가 수행되어야 하겠다. 또한 현대사회에서 특히 유병율이 높아지고 있는 고혈압, 당뇨병, 관상동맥 질환 등과 같은 성인질환과 체구성 변화와의 관련성 조사에 따른 적절한 예방 및 치료 조치를 통하여 국민의 건강을 향상시키는 노력이 요구된다고 하겠다.

참고 문헌

1. World Health Organization, Obesity, Preventing and Managing the global epidemia, Report on

- a WHO consultation on obesity(1998) WHO/NUT/NCD/98.1, Geneva, Switzerland
2. 문형남, 홍수중, 서성제, 서울지역의 학동기 소아 및 청소년의 비만증 이환율 조사, 한국영양학회지 25(5):413-418, 1992.
3. 보건복지부, '95 국민영양조사결과보고서, 보건복지부, 1997.
4. 김주혜, 김복희, 김희경, 손숙미, 모수미, 최혜미, 서울 시내 고소득층 아파트 단지 국민학교 어린이의 체격과 식생태에 관한 조사 연구, 한국식문화학회지 9(3):275-287, 1993.
5. 이득주, 김상만, 이은주, 권혁찬, 조남한, 정윤석, 여성에서 허리둔부 둘레 비와 비만 관련질환의 예측, 대한비만학회지 5(1):41-48, 1995.
6. 이태희, 비만의 운동요법, 대한비만학회지 4(1):1-4, 1995.
7. 이홍규, 비만과 관련된 질환, 한국영양학회지 23(5):341, 1990.
8. Benn, R.T., Some mathematical properties of weight form height indices used as measures of adiposity, Br. J. Prev. Soc. Med., 25:42-50, 1971.
9. Roche, A.F., Siervogel, M., Chumlea, W.C., Webb, P., Grading body fatness from limited anthropometric data, Am. J. Clin. Nutr., 34:2831-2838, 1981.
10. Lukaski, H.C., Bolonchuk, W.W., Hall, C.B., Siders, W.A., Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition, J. Appl. Physiol., 60:1327-1332, 1986.
11. Lukaski, H.C., Bolonchuk, W.W., Estimation of body fluid volumes using tetrapolar bioelectrical impedance measurements, Aviat Space Environ. Med., 59:1163-1169, 1988.
12. Kushner, R.F., Schoeller, D.A., Estimation of total Body water by bioelectrical impedance

- analysis, *Am. J. Clin. Nutr.*, 44:417-424, 1986.
13. Kushner, R.F., Bioelectrical impedance analysis : a review of principles and applications, *J. Am. Coll. Nutr.*, 11:199-209, 1992.
 14. Kushner, R.F., Gudivaka, R., Schoeller, D.A., Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurement, *Am. J. Clin. Nutr.*, 64(Suppl):423S-427S, 1996.
 15. Segal, K.R., Gutn, B., Presta, E., Wang, J., Van Italic, T.B., Estimation of human body composition by electrical impedance methods : comparative study, *J. Appl. Physiol.*, 58:1565-1571, 1985.
 16. Cha, K., Hill, A.G., Rounds, J.D., Wilmore, D.W., Multi-frequency of abdominal fluid, *J. Appl. Physiol.*, 78:736-739, 1995.
 17. Fuller, N.J., Elia, M., Potential use of bioelectrical impedance of the 'whole body' and of body segments for the assessment of body composition : comparison with densitometry and anthropometry, *Eur. J. Clin. Nutr.*, 43:779-791, 1989.
 18. Guglielmi, F.W., Contento, F., Laddaga, L., Panella, C., Francavilla, A., Bioelectric impedance analysis : experience with male patients with cirrhosis, *Hepatology* 13:892-895, 1991.
 19. Cha, K., Chertow, G.M., Gonzalez, J., Lazarus, J.M., Wilmore, D.W., Multi-frequency bioelectrical impedance estimates the distribution of body water, *J. Appl. Physiol.*, 79:1316-1319, 1996.
 20. Chumlea, W.C., Baumgartner, R.N., Roche, A.F., Specific resistivity used to estimate fat-free mass segmental body measures of bioelectrical impedance, *Am. J. Clin. Nutr.*, 48:7-15, 1993.
 21. Friedlander, J.S., Costa, P.T., Bosse, R., Ellis, E., Rhoads, J.G., Stoudt, H.W., Longitudinal physical changes among health white veterans at Boston, *Hum. Biol.*, 49:541-558, 1977.
 22. Kohrt, W.M., Malley, M.T., Dalsky, G.P., Holloszy, J.O., Body composition of health sedentary and trained young and older men and women, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 24(7):832-837, 1992.
 23. Buskirk, E.R., Obesity : A Brief review with emphasis on exercise, *Fed. Proc.*, 33(8):1948-1950, 1974.
 24. 김양수, 이철희. 신체조성 검사방법이 성인의 비만 판정에 미치는 영향, *대한비만학회지* 4(1):59-69, 1995.
 25. Falciglia, G., O'Connor, J., Gedling, E., Upper arm anthropometric norms in elderly white subjects, *J. Am. Diet. Assoc.*, 88:569-574, 1988.
 26. Burr, M.L., Phillips, K.M., Anthropometric norms in the elderly, *Bri. J. Nutr.*, 51:165-169, 1984.
 27. 손숙미, 박양자, 구재욱, 모수미, 윤혜영, 승정자. 도시 저소득층 노인들의 영양 및 건강 상태 조사와 급식이 노인들의 영양 및 건강 상태 개선에 미치는 영향-1. 신체 계측과 영양소 섭취량, *지역사회영양학회지* 1(1):79-88, 1996.
 28. Borkan, G.A., Norris, A.H., Fat redistribution and the changing body dimensions of the adult male, *Human Biol.*, 49(3):495-514, 1977.