

## 신체계측방법에 의한 거동이 제한된 노인들의 신장과 체중추정\*

한 경 희  
서원대학교 식품영양학과

### Estimating Stature and Weight from Anthropometry for the Elderly Who are Limited in Mobility

Han, Kyung Hee  
Department of Food and Nutrition, Seowon University, Chungbuk, Korea

#### ABSTRACT

The purpose of the study was to develop generalized equations for estimating stature and weight for the nonambulatory elderly persons. Height, weight, recumbent knee height, total arm length, midarm, waist and calf circumferences, triceps and subscapular skinfolds were measured from over 60 years old 315 ambulatory elderly. The equations to predict stature and weight were derived from participants in the validation sample and were applied to the participants in the cross-validation to test the accuracy and validity of equations. Stature and weight were significantly and negatively associated with age of women and similar patterns observed in men but associated to a slight degree. Knee height and total arm length were highly correlated with stature but the majority of the variances in stature was accounted for by knee height for both the men and women. In men, waist circumference was the most significantly correlated with weight and arm, calf circumferences and so forth. But in women arm circumference was the highest, then waist, and calf circumference in order. The possible predictor variables to estimate of stature were knee height, total arm length and age for both elderly men and women. Predictor variables to estimate of weight were recumbent measures of waist, arm, calf circumferences and knee height for both sexes. Inclusion of skinfold thickness measurements did not improve the prediction power of estimation for weight. When both equations developed from the present study and Chumlea's study were applied to cross-validation samples, the equations derived from present study showed better accuracy and validity. The presentation of prediction equations using two, three, or four recommended measurements allows the selection of an equation based upon the measurements that are possible to collect on an individual basis.

**KEY WORDS :** recumbent knee height · total arm length · waist circumference · prediction equation.

채택일 : 1994년 12월 29일

\*본 연구는 1994년도 서원대학교 응용과학연구소의 연구비에 의하여 이루어졌음.

## 서 론

최근 노인인구가 높은 증가율을 보이고 있는것은 세계적인 추세<sup>1)</sup>로 우리나라도 1990년도에 65세 이상 노인인구가 전체인구의 5.0%를 차지하고 2000년에는 6.8%<sup>2)</sup>로 예측됨에 따라 점차 고령화 사회로 접어들고 있다. 노인은 육체적 정신적 노화로 인하여 대부분 만성노인성 질환을 동반하게 되므로 장기치료나 요양을 요하는 경우가 많아진다<sup>3)</sup>. 선진국에서는 국민총생산의 약 10%에달하는 의료비 지출의 증가율이 이미 국민소득 증가율을 상회하는 현상이 나타나고 있어 국민보건 및 경제적 문제가 되고 있다. 노령화의 진전에 따르는 인구구성의 변화와 질병구조의 변화도 의료비 증가의 큰 요인이 되고있다<sup>4)5)</sup>. 영양이 건강에 미치는 영향이크다는 사실과 노인인구의 증가는 이 분야의 연구에 대한 관심을 불러일으켰다<sup>6-8)</sup>. 그동안 우리나라 노인들을 대상으로한 연구는 주로 식습관, 영양섭취실태조사 및 영양상태 평가가 체위조사와 함께 보고되었다<sup>9-14)</sup>.

신체계측법은 방법이 간단하고 재현성이 높으며 경제적인 이점으로 인해 오래전부터 영양상태를 평가하는 한 척도로 사용되어왔으며 그중 체중과 신장은 가장 중요한 측정치중의 하나<sup>15)16)</sup>로써 이상체중(ideal body weight), body mass index(BMI), creatinine height index(CHI)<sup>17)</sup>의 판정을 위해 필요하다. 환자의 키, 체중, 나이 연령은 Du bois와 Du bois<sup>18)</sup>에 의한 체표면적(body surfacr area), Harris와 Benedict<sup>19)</sup>의 기초에너지 소비(basal energy expenditure)를 계산하는 공식에 변수로 포함된다. 여러 연구에서 60세 이후의 노인은 남녀 모두 신장과 체중이 서서히 감소함을 보여주었다<sup>9)11)13)14)20-22)</sup>. Hearney와 Ryan<sup>23)</sup>은 건강에 관심이 많은 노인들은 최근의 신장과 체중을 비교적 정확하게 기억해 낼수 있었다고 보고 하였으나 대부분의 노인들이나 장기간 치료시설에 있는 노인환자들은 기억이 부정확하거나 언어장애가 있을경우 가능하지 않다.

표준신체계측은 대상자들이 서 있는 상태에서 측정된다<sup>24)</sup>그러나 나이가 들수록 척추가 굽거나 혹은 근육수축으로 무릎이 구부러져 똑바로 서거나 계속

서있는것을 유지하는 것이 힘들어 노인들의 신체를 정확히 측정하는데는 많은 어려움점들이 있다.

Guenter와 그의 동료들은<sup>25)</sup> 체중은 흔히 거동을 할수 없는 환자, 중환자, 또는 침대나 의자에 고정되어 있는 환자의 경우 특수체중계(bed or chair scale)가 유용하지 않을때 측정의 어려움때문에 기록되어 있지않은 경우가 많다고 하였다. 이러한 환자들과 척추에 심한 기형이 있는 노인들을 위해서 체중과 신장을 추정할 수 있는 대안책이 필요하다.

이점을 고려한 Chumlea등은<sup>26)27)</sup> 이동에 제한이 있는 노인들을 위해 누운상태에서의 신체계측방법(recumbent anthropometric techniques)을 제안하였다. Chumlea와 그의 동료들은<sup>28)</sup> 노인들이 누워있는 상태에서의 팔둘레, 종아리둘레, 건갑골피하지방두께, 무릎높이를 측정한것을 기초로하여 60~90세 사이의 노인들의 체중예측을 위한 방정식을 개발하였으며 누워서재 무릎높이(knee height)로 부터는 신장을 추정하는 방정식을 유도해냈다<sup>29)</sup>. 한편 Mitchell과 Lipschitz<sup>30)</sup>은 젊은이와 노인을 대상으로 한 연구에서 총팔길이(total arm length)는 신장과 유의한 높은 상관관계를 보였다고 하여 노인에서 팔길이를 신장의 대체적 측정수단으로 제안하였다. 이는 신장과 달리 무릎높이나 총팔길이와 같은 장골은 연령에 따라 변화가 적고 신장과 높은 상관성을 보인다는 점에 근거한 것이다. 한편 arm span<sup>31-33)</sup>도 신장과 높은 상관관계를 가지면서 연령에 따라 변화하지 않는 것으로 보고 되었으나 arm span은 노인들이 두팔을 충분히 펼수 없을수도 있고 가슴측정은 폐질환, 척추후만증(kyphosis) 그리고 골다공증에 의해 변경될 수 있기 때문에 권장되고 있지 않다.

Chumlea등의 체중과<sup>28)</sup> 신장<sup>29)</sup>을 위해 개발된 추정식은 서양인을 대상으로 산출된것으로 동양인에 적용시 차이가 있으리라 생각된다. 따라서 본연구에서는 거동을 할수 없는 노인들을 위해 우리나라 노인들의 신체계측치로 부터 체중과 신장을 예측할 수 있는 추정식을 구한후 이를 Chumlea등<sup>28)29)</sup>이 개발한 방정식과 타당도와 정확성을 비교해봄으로써 우리나라 노인들의 체위에 적합한 추정식을 제시하여 의료분야에서 실제활용면에 도움이 되고자 하였다.

## 연구 방법

### 1. 조사대상 및 기간

서울시 남부노인 종합복지관, 동작구노인학교, 한림대의대입원환자, 서초구내 5개 노인정에 다니고 있는 60세 이상 남녀 315명(남자 121명, 여자 194명)을 대상으로 1993년 8월 3일~15일과 12월 8~13일 사이에 실시되었다. 신장추정을 위해서는 총 315명의 자료가 이용되었고 체중예측을 위한 모든 변수가 수집되지 못한 관계로 체중추정의 경우는 229명(남자 : 76명, 여자 153명)의 예측결과만이 이용되었다. 연구자와 사전에 잘 훈련된 3명의 조사보조원이 계측을 행하였고 측정자간의 측정오차를 최소화하기 위해 동일인이 같은 항목을 계속 측정하였다.

### 2. 측정항목 및 방법

#### 1) 체중 및 신장측정

Martin식 인체측정기 신장계를 사용하여 조사대상자는 신을 벗고 무릎을 곧게 펴서 똑바로 서게한 다음 머리의 뒷부분, 등, 엉덩이, 발뒤꿈치의 네곳이 신장계의 막대 부분에 닿도록 하고 시선은 정면을 보도록 하여 두정점까지의 거리를 0.1cm 단위로 측정 기록하였다. 신장측정시 척추가 심하게 구부러진 경우와 무릎이 구부러져 똑바로 설수없는 환자들의 측정자료는 별도의 표지를 하여 통계처리시 제외하였다. 체중측정시 대상자는 신발을 벗고 옷은 되도록 적게 입도록한후 측정된뒤 옷의 무게를 제한후 구하였고 0.1kg단위로 측정 기록하였다. 체중계는 측정전에 저울의 눈금이 영에 있는가를 확인하고 가끔 무게를 알고 있는 표준물체를 달아서 정확도를 점검하였다.

#### 2) 무릎높이(knee height)와 총팔길이(total arm length)측정

무릎높이는 MediForm sliding caliper(Ross Laboratories, Columbus, Ohio)로 Chumlea등<sup>34)</sup>이 제안한 방법에 따라 측정하였다. 측정은 조사대상자가 반듯이 누운상태에서 왼쪽무릎과 발목이 90도 각도가 되도록 굽힌다음 caliper의 고정된날을 비골외과(lateral malleolus of the fibula)바로아래 왼쪽발꿈치에 놓고 cali-

per의 움직이는 날은 무릎의 슬개골(patella) 5cm위에 위치시킨다음 0.1cm까지 읽었다. 총팔길이는 편안히 누운상태에서 왼쪽견갑골의 견봉돌기에서 세째손가락 끝까지 측정하였다.

#### 3) 피하지방 두께 측정

삼두박근과 견갑골 피하지방두께는 Lange Caliper로 Chumlea등<sup>34)</sup>이 제안한 방법에 따라 측정하였다. 삼두박근은 견갑골 견봉돌기와 팔꿈치의 주두돌기의 중간지점을 표시한후 왼쪽팔 후면을 팔과 평행이 되게 집었다. 견갑골은 견갑골 안쪽각 1cm 아래에서 mm까지 측정하였다.

#### 4) 신체둘레 측정

신체둘레는 0.1cm까지 steel 줄자로 측정하였다. 종아리 둘레는 누운상태에서 왼쪽무릎과 발목이 90도 각도가 되도록 굽힌다음 줄자로 조직이 압축되지 않도록 하여 종아리부분에서 가장 굵은 부분을 0.1cm 가까이 측정하였다. 상완위는 대상자가 누운상태에서 왼쪽팔의 팔꿈치를 90도로 굽혀서 손바닥이 신체배쪽으로 가도록 한다음 상완의 중간부위를 확인한후 측정하였다. 허리둘레는 조사대상자를 반듯이 눕게 한후 배꼽을 지나 복부둘레를 측정하였다.

#### 5) 통계처리

측정결과는 SAS 통계 package를 이용하여 종목별로 평균, 표준편차를 산출하였고 남녀간의 차이는 t-test로, 연령에 따른 차이는 분산분석과 다중비교로 유의성을 검증하였다. 신장 및 체중과 인체측정학적 요인과는 순위차상관을 내서 높은 상관성이 있는것을 단계적회귀분석(stepwise multiple regression)을 통하여 체중과 신장을 예측할 수 있는 추정식을 구하였다.

대상자들은 무작위적으로 validation sample과 총 대상자의 20%는 cross-validation sample의 두집단으로 나누었다. validation sample로 부터는 체중과 신장을 예측할 수 있는 회귀식을 구하였고 이 식을 cross-validation sample에 적용하여 정확도와 타당도를 평가하였다. 교차타당성(cross-validation) 절차는 Lohman<sup>35)</sup>에 의해 권고된 대로 수행하였다. 예측치와 실측치의 값사이의 constant error를 계산하고 t-test로 검증하였고, SEE, total error를 구하여 비교평가하였

노인들의 신장과 체중추정

다. 또한 각 측정치의 test-retest의 상관성을 계산하여 측정치의 신뢰성을 조사하였다.

결과 및 고찰

1. 조사 대상자의 신체 계측치

대상 노인들의 신체 측정 결과는 Table 1과 같다. 남녀별 평균신장은 각각 160.3cm, 148.2cm로 조와

임의<sup>11)</sup> 농촌지역 노인(160.1cm, 147.7cm), 식품연구소<sup>14)</sup>에서 보고한 도시 및 농촌 거주노인의 신장(160.1cm, 147.9cm)과는 거의 비슷하게 나타났으나 천과신의<sup>12)</sup> 도시 거주노인의 신장(165.8cm, 150.6cm)보다는 낮게 나타났다. 그러나 이와 윤의<sup>13)</sup> 연구에서 도시지역 여자노인의 키가 147.4cm로 보고되어 본 연구에서의 여자노인키와 큰 차이를 보이지 않았다. Chumlea 등<sup>26)</sup>은 노인들의 신체적 특성, 즉 젊은이보

Table 1. Physical characteristics of the elderly

Variables	Sex	Validation	Cross-validation	
		Sample <sup>1)</sup> (M : n=117) (F : n=154)	Sample <sup>2)</sup> (M : n=24) (F : n=40)	Total <sup>3)</sup> (M : n=121) (F : n=194)
Age(years)	M	75.0±7.2	73.9±7.6	74.8±7.2
	F	73.5±6.5	73.0±6.7	73.4±6.6
Height(cm)**	M	160.4±6.2	159.9±5.9	160.3±6.1
	F	148.0±5.5	148.7±3.8	148.2±5.2
Weight(kg)**	M	58.2±8.9	59.8±5.9	58.4±8.7
	F	53.1±8.2	52.8±6.9	52.3±8.0
Body Mass Index(BMI) <sup>4)</sup> *	M	22.5±2.5	23.4±2.6	22.7±2.7
	F	24.2±3.3	23.9±3.1	23.9±3.2
Knee Height(cm)**	M	47.9±2.4	48.0±2.4	48.0±2.5
	F	43.7±2.3	44.0±1.9	43.8±2.2
Total Arm Length(cm)**	M	72.0±3.3	71.7±2.8	72.0±3.3
	F	65.5±3.2	66.0±2.5	65.7±3.1
Circumferences(cm)				
Arm C	M	25.6±2.5	26.5±2.5	25.8±2.6
	F	26.3±2.7	26.5±2.5	26.4±2.7
Calf C**	M	32.4±2.3	32.8±1.6	32.5±2.3
	F	31.1±2.6	31.5±2.4	31.2±2.6
Waist C	M	83.1±8.0	83.0±8.2	82.8±8.5
	F	81.0±9.1	79.8±8.8	80.7±9.1
Skinfold Thickness(mm)				
Tricep S**	M	10.8±3.5	10.0±4.0	10.2±3.9
	F	16.5±3.8	15.7±4.2	16.0±4.6
Subscapular S**	M	12.9±4.2	13.5±4.9	13.0±4.3
	F	16.6±5.2	15.7±5.4	16.4±5.3

Values are means±SD C : Circumference S : Skinfold Thickness

1) 2) 3) for circumferences and skinfold thickness measurements

1) (M : n=61) 2) (M : n=15) 3) (M : n= 76)

(F : n=124) (F : n=29) (F : n=153)

4) BMI=Weight(kg)/Height(m)<sup>2</sup>

Sex differences, \*p<0.01, \*\*p<0.001

다 척추가 구부러지고 엉덩이에 지방조직양이 많아 발뒤꿈치, 엉덩이 어깨 머리를 신장계의 막대부분에 닿게하는것 보다 똑바로 서게하는 것이 더 중요하다고 하였다. 본연구에서도 비슷한 문제점들이 나타났으며 척추나 무릎이 심하게 구부러진 노인들의 계측치는 제외하였다.

남녀별 평균체중은 각각 58.4kg, 52.3kg로 천과 신의<sup>12)</sup> 도시거주 노인의 체중(62.5kg, 55.9kg)보다는 낮았고 조와 임의<sup>11)</sup> 농촌거주노인(52.9kg, 47.2kg), 식품연구소<sup>14)</sup>에서 보고한 도시 및 농촌지역 노인의 체중(56.5kg, 49.7kg)보다는 높게 나타났다. 여성의 체중은 이와 윤의<sup>13)</sup> 도시거주노인(49.6kg) 및 농촌 거주노인(48.3kg)들의 체중 보다 높았다. BMI는 남녀 노인 각각 22.7, 23.9로 나타났다. 남녀노인들의 무릎높이는 각각 평균 48.0cm, 43.8cm로써 미국노인을 대상으로 조사한 Chumlea등<sup>29)</sup>이 보고한 수치(53.3cm, 49.4cm)보다 남자는 평균 5.3cm, 여자는 평균 5.6cm 적었다. 한편 우리나라<sup>36)</sup> 40~50세 남녀의 앉은 무릎높이(knee height, sitting)는 각각 평균 49.2cm, 45.5cm로 보고되어 이에 비교했을 때는 낮은 수치였다. 총팔길이는 남자노인은 평균 72.0cm 여자노인은 65.7cm이었다. 상완위는 남녀 각각 평균 25.8cm, 26.4cm로서 조와 임<sup>11)</sup>이 보고한 결과와(25.6cm, 26.0cm), 이와 윤<sup>13)</sup>이 여자노인을 대상으로 조사한 26.0cm(도시거주), 25.5cm(농촌거주)와 유사하였으나 우리나라<sup>36)</sup> 전국 40~50세 남녀 평균치(29.2cm, 29.3cm)보다는 낮았다. 반면 Chumlea등<sup>28)</sup>은 미국인 남녀노인들의 상완위가 각각 29.9, 29.4cm로 보고하여 이들보다는 낮게 나타났다. 종아리둘레는 남녀 각각 평균 32.5cm, 31.2cm로서 우리나라<sup>36)</sup> 전국 40~50세 남녀 평균(남자 35.9cm, 여자 33.9cm)과 미국노인<sup>28)</sup> 남녀종아리 둘레(남 34.9cm, 여35.0cm)보다는 낮았다.허리둘레는 남녀노인 각각 82.8cm, 80.7cm였으며 이는 전국남녀<sup>36)</sup> 40~50세 평균치(83.9cm, 75.6cm)와 비교했을때 남자노인은 약간 낮았고 여자노인의 경우는 더 높은 수치였다.

상완피부두께는 남녀 각각 10.2mm, 16.0mm로써 미국인들의 수치(남자 12.2mm, 여자 18.9mm)보다 낮았고 여성의 경우 이와 윤<sup>13)</sup>이 보고한 도시노인의 15.2mm와 지방거주노인의 13.8mm보다 높게 나왔다.

견갑골 피하지방두께는 남녀 각각 평균 13.0mm, 16.4mm로서 남자노인은 미국남자노인<sup>28)</sup>의 14.4mm보다 낮았으나 여자노인은 미국여자노인의 15.4mm보다는 높았다. 본 연구에서 이용한 누워서 잤 신체계측법(recumbent anthropometric techniques)은 비교적 정확하다고 알려졌고 거동이 가능한 정상노인들과(ambulatory) 거동을 할 수 없는 노인 모두에서 신체계측이 가능하다고 알려졌으며 또한 누워있는 상태에서 측정된것과 서있는 상태에서 측정된 신체계측치 사이에 규칙적인 차이가 없었다고 보고하였다<sup>29)</sup>.

전체 조사대상자중 무작위로 추출한 50명(남자 14명, 여자 36명)은 2회에 걸쳐 계측하여 측정치의 신뢰성을 평가하였다. 각 측정항목에서의 신뢰성은 체중은 0.97, 신장은 0.95, 신체둘레는 0.90~0.96이며 피하지방두께는 0.85~0.90으로 모두 유의하게 높은 것이 인정되었다. 측정항목중 허리둘레와 상완위를 제외한 모든 계측치에서 남녀간 차이가있는것으로 나타났다( $p < 0.001$ , BMI는  $p < 0.01$ ).

## 2. 연령에 따른 신체계측치

노인들의 연령에 따른 신체계측 결과는 Table 2와 같다. 여자노인에서 신장( $r = -0.39$   $p < 0.0001$ )과 체중( $r = -0.35$   $p < 0.0001$ )은 연령증가에 따라 유의하게 감소하는 경향을 보였는데 이는 다른 연구결과에서와 유사하게 나타났다<sup>9)11)13)14)20-22)</sup>. Rossman<sup>20)</sup>은 남자는 일생에서 34~50세에 체중이 가장 높았으며, 여자는 55~65세 사이에서였고 그후 감소하는데 남자에서보다는 여성에서 더 천천히 감소한다고 보고하였다.

반면 무릎높이와 총팔길이와 같은 장골은 남녀 모두에서 연령에 따른 변화를 보이지 않아 보고된 다른 연구결과<sup>21)</sup>를 뒷받침하였다. 남자노인의 경우에도 신장은 연령증가에 의해 유의하게 감소하나 그 정도가 여자에서보다 약했다( $p < 0.10$ ). 피하지방두께와 신체둘레 측정치는 Table 2에서 제외하였는데 추후에 다른 부위에서의 피하지방두께와 신체둘레 측정치들과 함께 따로 보고할 예정이다.

## 3. 신장추정

Table 3에서 나타나듯이 신장과 가장 상관이 높은 인체측정학적 요소는 무릎높이었다. 신장은 남녀 모

노인들의 신장과 체중추정

**Table 2.** Distribution of anthropometric measurements of the elderly grouped by age

	Males(n=121)			
	Height(cm)	Weight(kg)	Knee Height(cm)	Total Arm Length(cm)
60-64(13)	160.7±2.7 <sup>ab*</sup>	60.0±5.0	47.4±1.4	71.4±2.9
65-69(14)	163.4±5.2 <sup>a</sup>	63.6±6.9	48.7±1.7	72.3±3.2
70-74(27)	161.3±4.5 <sup>ab</sup>	58.3±8.8	48.4±2.1	71.7±2.0
75-79(32)	160.9±5.2 <sup>ab</sup>	58.5±9.2	48.3±2.2	71.2±3.0
80-84(24)	159.3±5.7 <sup>ab</sup>	55.8±9.3	48.5±1.7	71.7±3.2
85-90(11)	158.3±6.5 <sup>b</sup>	56.5±6.2	48.8±2.0	72.3±3.5
	Females(n=194)			
60-64(12)	151.1±3.3 <sup>a</sup>	60.9±9.6 <sup>a</sup>	44.4±1.4	65.3±2.3
65-69(50)	149.8±5.1 <sup>a</sup>	54.7±8.0 <sup>ab</sup>	43.9±2.3	65.3±3.2
70-74(55)	148.9±4.6 <sup>ab</sup>	51.8±6.8 <sup>bc</sup>	44.2±2.0	66.1±3.1
75-79(42)	147.2±4.6 <sup>abc</sup>	51.2±7.2 <sup>bc</sup>	44.2±1.8	65.6±2.8
80-84(20)	145.6±5.6 <sup>bc</sup>	48.8±8.3 <sup>bc</sup>	44.4±2.8	65.0±3.8
85-90(15)	143.7±3.6 <sup>c</sup>	46.8±4.1 <sup>c</sup>	43.3±1.7	65.1±2.2

Values are means±SD

Number of subjects are in parentheses

Values with different superscripts within a column are significantly different from each other at p<0.05 \*p<0.10

**Table 3.** Equations for estimating stature in elderly

Predictor Variables	Males(n=117)				Females(n=154)			
	Estimate	R <sup>2</sup>	RMSE	CV	Estimate	R <sup>2</sup>	RMSE	CV
1. Stature from arm intercept	73.33				67.62			
Total Arm L	1.21				1.23			
2. Stature from knee Height		0.56	4.10	2.55		0.58	3.58	2.42
Intercept	69.28				67.98			
Knee Height	1.90				1.83			
3. Stature from arm length and age		0.46	4.59	2.86		0.63	3.37	2.28
Intercept	81.87				91.37			
Total Arm L	1.23				1.22			
Age	-0.13				-0.31			
4. Stature from Knee height and age		0.59	3.98	2.48		0.66	3.24	2.19
Intercept	78.56				89.63			
Knee Height	1.94				1.74			
Age	-0.15				-0.24			
5. Stature from knee height, arm L and age		0.66	3.63	2.26		0.73	2.93	1.98
Intercept	58.70				77.91			
Knee Height	1.44				1.08			
Total Arm L	0.62				0.65			
Age	-0.15				-0.27			

RMSE : Root Mean Square Error      CV : Coefficient of Variation  
L : Length      C : Circumference

한 경 회

두에서 무릎높이 및 총팔길이와는 유의적인 양의 상관관계를 보였고 무릎높이(남자  $r=0.75$ , 여자  $r=0.76$   $p<0.0001$ )가 총팔길이(남자  $r=0.66$ , 여자  $r=0.70$   $p<0.0001$ )보다 신장과 좀더 높은 상관성을 보여주었다. 신장과 체중을 예측하는 식은 validation sample로 부터 단계별 회귀분석(stepwise multiple regression)을 이용하여 모형선택을 하였다. 노인들의 키를 예측하는데 가장 적합한 식이 Table 3에 제시되었다. 선택된 예측변수는 남녀모두 같았는데 무릎높이, 팔길이, 연령이었다.

최근 Mitchell과 Lipschitz<sup>30)</sup>는 영양상태의 지표로써 키를 추정하는 대안책으로 총팔길이의 사용을 권장하였다. 이것은 총팔길이는 거동을 할 수 없는 노인에서 측정이 쉽고 연령증가에 따라 변화가 거의 없으며 총팔길이가 다른 부위의 팔길이보다 키와 상관성이( $r=0.68$   $p<0.001$ ) 더 높았다는데 기인한것이다. 따라서 본연구에서는 키추정식에 무릎높이와 연령뿐 아니라 팔길어도 첨가하여 분석하였다. Table 3에서

볼수 있듯이 남녀 노인 모두 신장은 무릎높이만으로도 비교적 잘 추정할 수 있다. 무릎높이외에 연령을 회귀변수로 첨가하여 두변수를 이용할때 반응변수의 설명력이 향상되었는데 특히 남자에서 보다 여자에서 연령의 첨가는 식의 정확도에 영향을 주었다. 이는 Chumlea등<sup>29)</sup>의 연구결과에서도 같았는데 이 연구에서 남자는 무릎높이가 신장을 예측하는 가장 적합한 예측변수였고 여자노인에서는 무릎높이와 연령이 선택된 변수였다.그러나 Chumlea등<sup>29)</sup>의 연구에서는 남자노인의 무릎높이에 연령이 첨가될 때  $R^2$ 이 변화되지 않았으나 본연구에서는  $R^2$ 이 0.56에서 0.59로 약간 향상되었다. 회귀변수로써 팔길이는 무릎높이보다는 신장을 추정하는데 설명력이 약했으나 여기에 연령을 변수로 더했을때는  $R^2$ 이 향상되고 RMSE와 CV는 감소되었는데 이 경우에도 여자에게 연령이 더 큰영향을 주었다. 연령의 계수는 음이었고 이 음의 상관성은 여성에서 남성보다 연령의 진행이 골격에 대해 더 큰 영향을 준다는 것을 반영한다고 본다.

Table 4. Cross-validation of height equations on male and female elderly

		Male						
		Constant error	t-value	r	SEE	Total error	SD	
H1	$81.87 + 1.23(X) - 0.13(X1)$	0.63	-0.71	0.69	4.24	4.30	3.32	
H2	$78.56 + 1.94(X2) - 0.15(X1)$	0.73	0.98	0.78	3.67	3.65	4.55	
H3	$58.70 + 0.62(X) - 0.15(X1) + 1.44(X2)$	0.54	-0.89	0.81	3.44	3.47	4.65	
H4	$60.65 + 2.04(X2)^{1)}$	-1.30	1.52	0.71	4.13	4.21	4.90	
H5	$59.01 + 2.08(X2)^{2)}$	-1.02	1.18	0.71	4.13	4.22	5.00	
H6	$95.79 + 1.37(X2)^{3)}$	1.68	-1.95	0.71	4.13	4.22	3.29	
		Female						
HW1	$91.37 + 1.22(X) - 0.31(X1)$	0.51	-0.97	0.60	3.07	3.30	3.51	
HW2	$89.63 + 1.74(X2) - 0.24(X1)$	-0.04	0.08	0.55	3.20	3.59	3.70	
HW3	$77.91 + 0.65(X) - 0.27(X1) + 1.08(X2)$	-0.11	0.23	0.66	2.88	2.99	3.38	
HW4	$84.88 + 1.83(X2) - 0.24(X1)^{1)}$	-0.83	1.43	0.54	3.23	3.68	3.86	
HW5	$75.00 + 1.91(X2) - 0.17(X1)^{2)}$	-2.08	3.45	0.51	3.30	3.81	3.83	
HW6	$58.72 + 1.96(X2)^{3)}$	-3.74	5.65*	0.39	3.54	4.19	3.74	

X=total arm length X1=Age X2=Knee Height

Equations H1-H3, HW1-HW3 : equations from present study

Constant Error=(mean difference)

SEE(Standard error of estimate)= $SD \times \sqrt{1-R^2}$

Total error= $\sqrt{(\text{Predicted height}-\text{Actual height})^2/N}$

SD : SD of predicted height

T-value : True difference significant at  $p<0.05$

1) Chumlea et al.(29)

2) Chumlea and Guo(for white men and women)(37)

3) Chumlea and Guo(for black men and women)(37)

\* $p<0.05$

## 노인들의 신장과 체중추정

남자에서 신장 추정식에 무릎높이, 팔길이, 연령의 세변수를 사용했을 때  $R^2$ 은 0.66으로 향상되고 RMSE는 3.63으로 감소되었고 여자에서는  $R^2$ 이 0.73으로 높아졌고 RMSE도 감소됨을 볼수있다.

Table 4에는 본연구에서 validation sample로 부터 유도된 식들(남자 H1~H3, 여자 HW1~HW3)과 Chumlea등<sup>29)37)</sup>이 미국 노인들을 대상으로 유도한 식들(남자 H4~H6, 여자 HW4~HW6)을 cross-validation sample에 적용하여 키를 계산한후 타당도를 분석한 결과이다. 남자에서 추정식들의 타당도를 비교해보면 신장의 추정치와 실제측정치간의 차이인 constant error(mean difference)의 절대값은 0.54~1.68cm였으며 식 H3이 0.54cm로 가장 적었다. 추정식들 모두가 실제 측정치 160.4cm와 유의적인 차이를 보이지 않아 식 모두가 실제 측정치에 비교적 근사한 것임을 알 수 있다. 상관계수는 세변수를 이용한 식 H3의 추정치가 0.81로 가장 높았으며 무릎길이와 연령만 이용한 식H2도 0.78로 비교적 높게 나타났다. 이는 똑같은 변수를 포함한 Chumlea등<sup>29)</sup>의 식 H4 보다는 상관성이 높았다. 미국인들을 위해 개발된 식 H4, H5, H6은 상관계수가 0.71로 동일하게 나왔고 팔과 연령의 변수를 이용한 식 H1도 비교적 높은 0.69로 나타났다. 신장추정식의 SEE와 SEE에 constant error의 영향이 동시에 반영된 total error는 세변수를 이용한 추정식 H3이 각각 3.44, 3.47로 가장 적게 나타났고 무릎길이와 연령의 두 변수를 이용한 식 H3이 그 다음으로 적었으며 나머지 식들의 total error와 SEE는 비슷한 수준이었다.

여자에서는 constant error의 절대값이 0.04~3.74cm로 다양하게 나타났다. 추정식들의 상관계수는 0.39~0.66으로 남자추정식들에서의 r값보다는 적은것을 볼 수 있었다. 특히 흑인여성들을 위해 개발된 식 HW6은 상관계수 0.39로 아주 낮게 나왔으며 이 식의 추정치는 실제 측정치와 유의적인 차이를 나타내 우리나라 노인여성에게 적용시 적절치 않은 것으로 판단되며 이는 인종에 따른 골격의 차이가 존재함을 시사해주고 있다. 실제신장과 추정치의 분포가 유사한가를 보기위하여 실제 측정치와 추정치의 표준편차들을 비교한 결과 미국인을 대상으로 개발된 식 H4, HW4가 가장 유사하였으나 다른 식들의 표준편차들도

비슷한 수준으로 큰 차이가 나타나지 않았다.

이상의 결과를 종합해볼때 신장 추정시 남자에서는 r이 가장 높고 SEE와 total error가 가장 적으면서 다른식들에 비해 실제측정치의 표준편차와 큰 차이가 없는 무릎높이, 팔길이, 연령의 세변수를 포함한 식 H3가 가장 적합하다고 본다. 또한 무릎높이와 연령으로만 구성된 식 H2와 HW2도 팔길이 측정이 용이하지 않을때 차선택으로서 사용될 수 있다고 본다. 여자에서도 r이 가장 높고 SEE, total error가 가장 적은 세변수를 포함하는 식이 가장 적합하다고 여겨진다.

남녀노인에서 신장을 예측하는데 가장 적합한 추정식을 선택할때 식 추정능력의 적합성 뿐만 아니라 선택된 예측변수들을 측정할때의 실제적인 실용성에도 염두를 두어야 한다. Chumlea와 Guo<sup>37)</sup>도 신장 추정식의 선택변수로서 무릎높이뿐만 아니라 엉덩이 무릎길이(buttocks-knee length)도 함께분석하였는데 두 변수를 함께 사용시  $R^2$ 이 약간 상승은 하였으나 무릎높이는 측정이 쉽고 대상자의 거동능력에 상관없이 측정이 가능한 반면 엉덩이 무릎높이는 측정이 어렵고 오차도 커서 무릎높이만 변수로 선택하였다. 이런점을 고려할때 본 연구에서 선택된 무릎높이, 팔길이, 연령의 세 변수는 적절하다고 생각된다. 팔길이는 무릎높이보다는 변수로서 신장에측력은 약했으나 임상에서 무릎높이를 잴수없는 환자를 위해 총 팔길이와 연령으로 부터 키를 예측할수있는 대안책으로 회귀식을 제시하였다.

## 4. 체중추정

Table 5에는 validation sample로 부터 단계별회귀분석(stepwise regression)을 이용하여 체중을 추정하는 식들이 변수에 따라 나타나있다. 체중을 추정하는데 사용되는 변수의 설명력은 남녀간에 다르게 나타났다. 남자에서 체중과 가장높은 상관성을 보인 측정치는 허리둘레( $r=0.87$ ) 팔둘레( $r=0.84$ ), 종아리( $r=0.79$ )순으로, 여자에서는 팔둘레( $r=0.86$ ), 허리둘레( $r=0.87$ ), 종아리( $r=0.80$ ) 순서로 나타났다. 원<sup>38)</sup>이 우리나라 노년기 여성을 대상으로한 신체계측 결과 연령이 증가함에 따라 흉위는 감소하는 반면 허리둘레 및 엉덩이둘레는 증가한다고 보고하였고 Heitmann<sup>39)</sup>도 여성이 55세 이후에는 엉덩이 둘레의



한 경 회

**Table 5.** Equations for estimating weight in elderly men and women

Predictor Variables	Men(n=61)				Women(n=124)			
	Estimate	R <sup>2</sup>	RMSE	CV	Estimate	R <sup>2</sup>	RMSE	CV
1. One variable		0.78	4.16	7.15		0.78	3.89	7.33
Intercept	-14.36				-16.36			
Waist C	0.88							
Arm C					2.64			
2. Two variables		0.88	3.14	5.40		0.83	3.37	6.34
Intercept	-27.10		-30.88					
Waist C	0.50							
Arm C	1.71				1.67			
Calf C					1.28			
3. Three variables		0.92	2.64	4.54		0.88	2.86	5.39
Intercept	-67.27				-35.61			
Waist C	0.42				0.31			
Arm C	1.66				0.89			
Calf C					1.26			
Knee Height	0.99							
4. Four variables		0.93	2.49	4.28		0.90	2.67	5.04
Intercept	-73.27				-57.00			
Waist C	0.37				0.29			
Arm C	1.25				0.91			
Calf C	0.75				1.21			
Knee Height	0.91				0.53			
5. Five variables		0.93	2.49	4.28		0.90	2.61	2.60
Intercept	-70.56				-57.40			
Waist C	0.34				0.24			
Arm C	1.16				0.78			
Calf C	0.70				1.18			
Knee Height	0.94				0.66			
Subscapular S	0.15				0.21			

RMSE : Root Mean Square Error    CV : Coefficient of Variation

C : Circumference    S : Skinfold Thickness

증가에 비해 복부지방축적이 가속화 된다고 하였고 김등<sup>39</sup>의 연구에서도 같은 결과가 나왔다.

허리둘레/엉덩이둘레의 비(허리둘레에 대한 엉덩이둘레의 비)는 체지방의 분포형태 흔히 허리부분의 지방 특히 내장지방량을 반영한다고 알려져 있다<sup>40</sup>). 그런데 남자의 경우 이 비율이 여자보다 높았다고 지적되었다. 따라서 남녀노인의 체중을 예측하는데 허리둘레를 변수로서 첨가하는것이 합리적이라 생각되어 본연구에서는 Chumlea<sup>28</sup>)이 제안한 변수외에 허리둘레를 추가하여 분석하였다.

남자의 체중추정시 허리둘레에 팔둘레를 더한 두 변수 사용시 R<sup>2</sup>은 0.88로 향상되고 RMSE는 적어졌다. 여기에 다시 무릎높이를 더한 세변수를 사용했을때

R<sup>2</sup>은 조금더 향상되어 0.92였다. 그러나 허리둘레, 팔둘레, 무릎높이외에 종아리 둘레을 더한 4변수를 사용했을때는 3변수때의 R<sup>2</sup>과 유사하게 나타났고 견갑골 피하지방을 첨가한 5개의 변수를 사용시 R<sup>2</sup>은 전혀 향상되지 않았다.

여자노인의 체중을 예측하는데는 허리, 팔, 종아리 둘레의 영향력이 컸고 무릎높이는 남자에서 보다 설명력이 적음을 볼 수 있다. 이는 아마도 신장예측 추정식에도 나타났듯이 여자의 무릎높이는 남자보다 연령에 따라 영향을 받기 때문이라 생각된다.

남녀 모두 견갑골 피하지방은 회귀변수로서 반응 변수를 설명하는데는 약했는데 이는 아마도 노화에 따른 피부조직변화의 영향과 이 부위의 피하지방두께

노인들의 신장과 체중추정

측정이 어려워 오차가 클수 있었다는 점, 또한 피하지방두께의 개인별 차이가 다양하다는데 기인하는듯하다. 실제로 신체가 마른 대상자들보다 체중이 무겁고 단단한 체격을 가진 대상자의 경우 건갑골 피하지방부위를 정확히 잡는것이 쉽지 않았고 캘리퍼가 미끄러져서 측정하기가 쉽지 않았다. 반면, 체지방이 적은 여원 노인들의 경우에는 피부의 탄력성 감소로 인해 캘리퍼로 측정시 피부가 쉽게 압축되는 문제점이 있었다. 이러한 점이 체중을 예측하는 변수로서 건갑골 피하지방두께가 어느범위 이상이나 이하의 체중에서는 개인적인 차이점을 나타내주지 못했을 가능성도 있으리라 여겨진다.

임상에서 실질적으로 키나 체중을 예측하는데 있어 사용되는 변수들은 측정이 용이하고 오차가 적으면서 비교적 정확히 측정할 수 있는 신체부위여야 하며 또한 거동에 관계없이 측정될 수 있어야 한다. 이런 점을 고려할때 허리, 팔 종아리둘레들은 비교적 쉽게 측정할 수 있고 측정오차도 크지않아 체중추정시 변수선택으로 적합하다고 생각된다. 반면 삼두박근, 건

갑골피하지방두께는 체조성을 나타내주는 영양적지표로는 좋으나 측정이 신체둘레들 보다는 어렵고 측정하는 사람에 따라 오차도 클 수 있어 임상에서 체중을 예측하는데 변수로서는 큰 의미가 없다고 사료된다. 최근 Tran과 Weltman<sup>41)</sup>은 체지방추정시 변수로써 피하지방두께보다는 측정이 간편하고 오차가 적은 신체둘레를 변수로 이용할것을 권장하고있다.

Table 6에는 유도된 추정식의 타당도를 조사하기 위해 이 식을 cross-validation sample에 적용한 결과들이 나타나 있다. 전반적으로 남녀 모두 추정식들의 상관계수는 신장에서의 추정식들 보다는 높은 편이었고 SEE, total error도 낮았다.

남자의 경우 본연구에서 유도된 식들(남자 W1~W5)에 나타난 추정치들의 constant error의 절대값은 0.10~0.52이었고 네개의 변수를 포함한 식 W4가 0.10으로 가장 적었다.반면 Chumlea<sup>28)</sup>등이 개발한 체중추정식인 W6은 constant error가 4.21로 나타났다. 상관계수는 허리둘레만 포함한 식 W1에서 0.79였으나 변수가 둘, 셋,넷, 다섯을 포함한 식 W2, W3, W4, W5

Table 6. Cross-validation of weight equations on male and female elderly subjects

		Male					
		Constant error	t-value	r	SEE	Total error	SD
W1	-14.36+0.88(X)	-0.52	0.52	0.79	3.62	3.85	5.99
W2	-27.10+0.50(X)+1.71(X1)	0.16	-0.20	0.87	2.67	3.09	6.99
W3	-67.27+0.42(X)+1.66((X1)+0.99(X3)	0.13	-0.31	0.89	2.67	2.88	6.20
W4	-73.27+0.37(X)+1.25(X1)+0.75(X2)+0.91(X3)	-0.10	0.14	0.89	2.69	2.74	5.75
W5	-70.56+0.34(X)+1.16(X1)+0.70(X2)+0.94(X3)+0.15(X4)	-0.14	0.20	0.89	2.69	2.72	5.94
W6	-81.69+1.73(X1)+1.16(X2)+0.98(X3)+0.37(X4) <sup>1)</sup>	-4.21	4.42*	0.83	3.69	3.63	6.83
		Female					
WW1	-16.36+2.64(X1)	0.74	-0.96	0.81	4.07	4.16	6.66
WW2	-30.88+1.67(X1)+1.28(X2)	0.79	-1.28	0.88	3.30	3.33	6.76
WW3	-35.61+0.31(X)+0.89(X1)+1.26(X2)	0.66	-1.29	0.92	2.72	2.78	7.10
WW4	-57.00+0.29(X)+0.91(X1)+1.21(X2)+0.53(X3)	-0.13	0.28	0.93	2.55	2.54	7.08
WW5	-57.40+0.24(X)+0.78(X1)+1.18(X2)+0.66(X3)+0.21(X4)	0.12	-1.17	0.94	2.37	2.53	7.24
WW6	-62.35+0.98(X1)+1.27(X2)+0.87(X3)+0.4(X4) <sup>1)</sup>	-3.52	6.33*	0.86	3.07	3.25	7.13

W=Weight X=Waist circumference X1=Arm circumference

X2=Calf Circumference X3=Knee height X4=subscapular skinfold

Constant Error=(mean difference)

SEE(Standard error of estimate)= $SD \times \sqrt{1-R^2}$

Total error= $\sqrt{(\text{Predicted height}-\text{Actual height})^2/N}$

SD : SD of predicted height

T-value : True difference significant at  $p < 0.05$

1) Chumlea et al.(28)

## 한 경 회

에서는 0.87에서 0.89사이로 나타나 큰차이가 없었으나 미국인들을 위해 개발된 식 W5는 0.83이었다. SEE는 식 W2~W5는 비슷했으나 total error는 W4가 가장적었고 식 W4 W5가 실제표준편차인 5.90에 가까웠고 W2 W6는 약간 높은편이었다. 다섯개의 변수를 포함한 식 W5는 네 변수를 포함한 식 W4보다 r, SEE, total error에서 근소한 차이만이 나타났다. 미국인을 위해 개발된 식 W6은 constant error, SEE, total error가 본연구에서 유도된 식들인 W2~W5보다 높았으며 추정치가 실측치와 유의적인 차이를 나타내 우리나라 노인들에 적용할시 적합하지 않은것으로 나타났다.

여자에서도 변수에 따른 추정식들의 constant error, r, SEE, total error의 변화는 남자에서와 비슷한 경향을 보였다. 미국인을 대상으로 개발된 식 WW6은 본연구에서 유도된 식들과 비교시 SEE, total error가 식 WW3, WW4, WW5에 비해 약간 높았다. 미국여자노인을 위한 식 WW6도 남자노인에서와 같이 추정치와 실측치 사이에 유의적인 차이를 나타냈다.

이와같은 결과를 기초로, 남녀모두 허리둘레, 팔둘레, 종아리둘레의 신체둘레와 무릎높이를 이용하여 체중을 추정하는 식은,이들외에 견갑골 피하지방등을 포함하여 유도된 식에 비해 r, SEE, total error에 큰 차이를 보이지 않고 변수들이 측정시 비교적 오차가 적은 부위이므로 거동이 제한된 노인들의 체중 추정에 적절하다고 본다. 그러나, 이 추정식들은 일부지역의 노인만을 대상으로 유도된 식이므로 다른노인집단에 적용시 차이가 있을수 있으므로 결과의 해석에 주의를 요한다. 앞으로 광범위한 계층과 지역의 노인들을 대상으로 연구가 이루어져 좀더 정확도와 타당성이 높은 신장 및 체중 추정식들의 개발이 필요하며 아울러 노인들의 영양상태 평가를 위해서는 우리나라 노년층을 위한 신체계측비교기준치의 설정을 위한 기초조사가 실시되어야한다고 본다.

## 요약 및 결론

본연구는 신체계측방법에 의해 거동이 제한된 노인들의 신장과 체중을 예측할 수 있는 추정식을 유도해내고자 60세 이상의 건강한 노인 315명을 대상

으로 실시되었다. 신체계측항목은 신장, 체중, 누운 상태에서 췌 무릎높이, 총팔길이, 상완, 허리, 종아리둘레, 삼두박근과 견갑골 피하지방두께였다. 대상자들을 무작위적으로 두 집단으로 나누어 validation sample로 부터는 측정된 신체계측치로 부터 신장과 체중을 예측하는 추정식을 구하였고 여기에서 유도된 식들과 서양인을 위해 개발된 Chumlea등의 식을 cross-validation sample(총대상자의 20%)에 적용하여 추정식들의 정확도와 타당도를 비교검토한 결과는 다음과 같다.

1) 여자노인의 경우 연령증가에 따라 신장과 체중은 유의하게 감소하는 경향을 보였고 남자노인에서도 감소하는 경향이 나타났으나 그 정도가 여자노인에서 보다는 약했다.

2) 남녀노인 모두 신장은 무릎높이 및 총팔길이와는 유의적인 상관관계를 보였으며 무릎높이가 총팔길이보다 신장과 좀더 높은 상관성을 보여주었다. 남자에서 체중과 가장 높은 상관성을 보인 측정치는 허리둘레, 팔둘레, 종아리둘레이었고 여자의 경우는 팔둘레, 허리둘레, 종아리둘레 순서로 나타났다.

3) 신장추정식을 위해 포함된 변수들은 남녀모두 무릎높이, 총팔길이, 연령이었다. 체중예측을 위해 선택된 변수들은 남녀 모두 허리둘레, 팔둘레, 종아리둘레, 무릎높이였으며 피하지방두께의 첨가는 식의 예측력을 높여주지 못하는 것으로 나타났다.

4) 본연구에서 유도된 신장 및 체중추정식과 Chumlea등의 식을 cross-validation sample에 적용시켜 비교해본 결과 본연구에서 유도된 식들이 Chumlea등의 식보다 정확도와 타당도가 좀더 높게 나왔다.

5) 본연구에서 유도된 신장과 체중추정식들은 다음과 같다.

(단위 : 신장, 총팔길이, 무릎높이, 팔, 허리, 종아리둘레 = cm, 체중 = kg, 연령 = 세)

남자노인의 권장 신장추정식 :

$$\text{신장} = (1.44 \times \text{무릎높이}) + (0.62 \times \text{총팔길이}) - (0.15 \times \text{연령}) + 58.70$$

여자노인의 권장 신장추정식 :

$$\text{신장} = (1.08 \times \text{무릎높이}) + (0.65 \times \text{총팔길이}) - (0.27 \times \text{연령}) + 77.91$$

### 노인들의 신장과 체중추정

무릎높이 혹은 총팔길이중 한부위만 측정이 가능할때의 대체식 :

$$\begin{aligned} \text{남자노인 : 신장} &= (1.94X\text{무릎높이}) \\ &\quad - (0.15X\text{연령}) + 78.56 \\ \text{신장} &= ((1.23X\text{총팔길이}) \\ &\quad - (0.13X\text{연령}) + 81.87 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{여자노인 : 신장} &= (1.74X\text{무릎높이}) \\ &\quad - (0.24X\text{연령}) + 89.63 \\ \text{신장} &= (1.22X\text{총팔길이}) \\ &\quad - (0.31X\text{연령}) + 91.37 \end{aligned}$$

남자노인의 권장 체중추정식 :

$$\begin{aligned} \text{체중} &= (0.37X\text{허리둘레}) + (1.25X\text{상완위}) \\ &\quad + (0.75X\text{종아리둘레}) + (0.91X\text{무릎높이}) \\ &\quad - 73.27 \end{aligned}$$

여자노인의 권장 체중추정식 :

$$\begin{aligned} \text{체중} &= (0.29X\text{허리둘레}) + (0.91X\text{상완위}) \\ &\quad + (1.21X\text{종아리둘레}) + (0.53X\text{무릎높이}) \\ &\quad - 57.00 \end{aligned}$$

신체둘레 측정만이 가능할때의 대체식 :

$$\begin{aligned} \text{남자노인 : 체중} &= (0.50X\text{허리둘레}) \\ &\quad + (1.71X\text{상완위}) - 27.10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{여자노인 : 체중} &= (0.31X\text{허리둘레}) \\ &\quad + (0.89X\text{상완위}) \\ &\quad + (1.26X\text{종아리둘레}) - 35.61 \end{aligned}$$

노인들을 위한 신장과 체중추정식 선택시에는 식의 추정 능력의 적합성뿐만 아니라 선택된 예측변수들은 임상에서 거동이 제한된 노인들에서 측정이 가능한 부위와 편리성등과 같은 실제적인 실용성에도 염두에 두어야 할 것이다.

### Literature cited

- 1) Brody JB, Brock DB. Epidemiological and statistical characteristics of the United States elderly population. In : Finch CE, Schneider EL, eds. *Handbook of biology of aging*, 2nd ed, New York : Van Nostrand Rheinhold, pp3-26, 1985
- 2) 보건사회부, 1993년 보건사회백서, p.308
- 3) Kemper P, Murtaugh C. Life time use of nursing home care. *N Engl J Med* 324 : 595-600, 1991
- 4) Getzen TE. Population aging and the growth of health expenditures. *J Gerontol : Social Sciences* 47(3) : S 98-104, 1992
- 5) Schneider, EL, Guralnik JM. The aging of America : Impact on health care costs. *J Am Med Assoc* 263 : 2335-2340, 1990
- 6) Munro H, Schlierf Günter eds. Nutrition of the elderly. Neslé Nutrition Workshop Series Volume 29, New York : Raven Press, 1992
- 7) MaGandy RB, Russell Rm, Haartz SC, et al. Nutritional status survey of healthy non-institutionalized elderly : nutrient intakes from three-day diet records and nutrient supplements. *Nutr Res* 6 : 785-798, 1986
- 8) Lowenstein FW, Nutritional requirements of the elderly. In : Young EA, ed. *Nutrition, aging and health*. New York : Alan R Liss, 61-89, 1986
- 9) 고양숙. 제주지역 고령자 영양실태 조사연구. *대한가정학회지* 19(4) : 41-53, 1981
- 10) 김혜경 · 윤진숙. 도시에 거주하는 여자노인의 영양 상태에 관한 조사연구. *한국영양학회지* 22(3) : 175-184, 1989
- 11) 조영숙 · 임현숙. 일부지역 노인의 영양 및 건강상태에 관한 연구 II. *한국영양학회지* 19(6) : 382-391, 1986
- 12) 천종희 · 신명화. 도시에 거주하는 노인의 영양 상태에 관한 연구. *한국영양학회지* 21(1) : 12-22, 1988
- 13) 이정희 · 윤진숙. 거주지역 및 연령차이에 따른 노년기 여성의 활동량과 영양 섭취 실태. *한국노과학회지* 1(2) : 142-150, 1991
- 14) 한국식품공업협회, 식품연구소, 노인영양상태연구, 1987
- 15) Tayback M, Kumanyika S, Chee E. Body weight as a risk factor in the elderly. *Arch Intern Med* 150 : 1065-1072, 1990
- 16) Grant A, Dehoog S. *Nutritional assessment and support* 4th ed. Northgate station, Seattle, WA, pp9-86, 1991
- 17) Viteri FE, Alvarado J : The creatinine height index : its use in the estimation of the degree of protein depletion and repletion in protein-calorie malnourished children. *Pediatrics* 46 : 696-706, 1970
- 18) Du Bois D, Du Bois EF. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be

- known. *Arch Intern Med* 17 : 863-871, 1916
- 19) Harris JA, Benedict FG. A comparison of basal metabolism of normal men and women. In : A biometric study of basal metabolism in man. Washington, DC : Carnegie Institution of Washington, 201-222, 1919
  - 20) Rossman I. Anatomic and body composition changes with aging. In Finch CE, Hay Flick L, eds. Handbook of the biology of aging. New York : Van Nostrand Reinhold, 189-221, 1977
  - 21) Trotter M, Gleser GC : The effect of aging on stature. *Am J Phys Anthropol* 9 : 311-324, 1951
  - 22) Bowman BB, Rosenberg IH. Assessment of the nutritional status of the elderly. *Am J Clin Nutr* 35 : 1142-1151, 1982
  - 23) Hearney RP, Ryan R. Relation between measured and recalled body height. *N Engl J Med* 319 : 795-796, 1988
  - 24) Lohman TG, Roche AF, Martorell R.(eds), Anthropometric standardization reference manual. Campaign : Human kinetics books, 1988
  - 25) Güenter PA, Moore K, Crosby LO, Buzby GP, Mullen JL. Body weight measurement of patients receiving nutritional support. *JPEN* 6 : 441 1982
  - 26) Chumlea WC, Steinbaugh ML, Roche AF, Mukherjee D, Gopaldaswamy N. Nutritional anthropometric assessment in elderly persons 65 to 90 years of age. *J Nut Elderly* 4(4) : 39-51, 1985
  - 27) Chumlea WC, Roche AF, Steinbaugh ML, Mukherjee D. Errors of measurement for methods of recumbent nutritional anthropometry in the elderly. *J Nutr Elderly* 5 : 3-11, 1986
  - 28) Chumlea WC, Guo S, Roche AF, Steinbaugh ML. Prediction of body weight for the nonambulatory elderly from anthropometry. *J Am Diet Assn* 88<sup>o</sup> 564-568, 1988
  - 29) Chumlea WC, Roche AF, Steinbaugh ML. Estimating stature from knee height for persons 60 to 90 years of age. *J Am Geriat Soc* 33 : 116-120,1985
  - 30) Mitchell CO, Lipschitz DA. Arm length measurement as an alternative to height in nutritional assessment of the elderly. *JPEN* 6(3) : 226-229, 1982
  - 31) Dequeker J, et al : The significance of stature as a clinical measurement of aging. *J Am Ger Soc* 17 : 169-179, 1969
  - 32) Harris JA, Jackson CM, Paterson DG. The measurement of man University of Minnesota Press, Minneapolis, 1930
  - 33) McPherson R, Lancaster DR, Carroll JC. Stature changes with aging in black Americans. *J Gerontol* 33 : 20-25, 1978
  - 34) Chumlea WC, Roche AF, Mukherjee D. Nutritional assessment of the elderly through anthropometry. Columbus : Ross Laboratories 1-45, 1984
  - 35) Lohman TG. Skinfolds and body density and their relation to body fatness : A review. *Hum Biol* 53 : 181-225, 1981
  - 36) 한국표준과학연구원. 산업제품의 표준치 설정을 위한 국민표준체위 조사 보고서, 공업진흥청 KRIS-92-144-IR, 1992
  - 37) Chumlea WC, Guo S. Equations for predicting stature in white and black elderly individuals. *J Geron : Medical Sciences* 47(6) : M197-M203, 1992
  - 38) 원영옥. 의복구성을 위한 체형계측에 관한 연구 - 서울 노년부인을 중심으로 -. 국민대 조형논총 1 : 189-205,1981
  - 39) Heitmann BL, Body fat in the adult Danish population aged 35-65years : an epidemiological study. *Int J Obes* 15 : 535-545, 1991
  - 40) Seidell JC, Oosterlee A, Thijssen MAO, Burema J, Deurenberg P, Hautvast JGAJ, Ruijs JHJ. Assessment of intra-abdominal and subcutaneous abdominal fat : relation between anthropometry and computed tomography. *Am J Clin Nutr* 45 : 7-13, 1987
  - 41) Tran ZV, Weltman A. Generalized equation for predicting body density of women from girth measurements. *Med Sci Sports Exerc* 21 : 101-104, 1989