

## 중년기 비만여성에 있어서 건강지표를 위한 비만연령의 개발

이동준\* · 박태섭

명지대학교 체육학부

Received July 6, 2009 / Accepted September 3, 2009

**The Development of Obesity Age (OA) for Health Index of Middle Aged Obese Women.** Lee, Dong-Jun\* and Park, Tae-Seop. *Department of Physical education, Sport and Leisure Studies, Myongji University, Yongin City, Gyeonggi-do, 449-728 Korea* - The purpose of this study was to compare Obesity Age (OA) and chronological age, to calculate Obesity Age (OA), which gauges the state of obesity, and to analyze presented factors of obesity using expectant factors on middle-aged obese women. The subjects were one hundred twenty seven middle-aged obese women (49.6±7.3 yr, BMI 29.41±2.9, fat 36.8±4.6%) who participated in different weight loss programs three times. The body composition, physical fitness, blood pressure and blood were measured before the weight loss programs. Informed consent was obtained from all subjects before enrollment in the study. The regression equation is as follows: (1) OAS (Obesity Age Score)=0.106\*X<sub>1</sub>+0.035\*X<sub>2</sub>+0.048\*X<sub>3</sub>+0.041\*X<sub>4</sub>+0.003\*X<sub>5</sub>-0.037\*X<sub>6</sub>-10.667 (X<sub>1</sub>: BMI, X<sub>2</sub>: weight, X<sub>3</sub>: %fat, X<sub>4</sub>: WC, X<sub>5</sub>: TG, X<sub>6</sub>: VO<sub>2max</sub>), (2) OA (Obesity Age)=7.3\*OAS+49.6\*(-1), (3) Z (correction factor)=(CA-49.6)(1-0.03), (4) OAc (corrected Obesity Age)=1.03\*CA-7.3\*OAS+1.47. The comparison of corrected Obesity Age (OAc) and chronological age did not have any differences, and the average of the OAc was close to chronological age. The correlation coefficient between the OAc and chronological age was r=0.724 (p<0.05). The equation can be utilized for middle-aged obese women, because it could evaluate the obesity-related factors by including BMI, body weight, %fat, waist circumference, triglycerides and VO<sub>2max</sub>.

**Key words** : Obesity age (OA), obese women, health index

### 서 론

우리나라의 경우, 비만인구가 증가추세에 있으며 성인의 38.5%가 권장에너지 이상을 섭취하고 있는 것이 원인이라고 알려져 있다. 구체적인 성인 여성의 비만인구 비율은 1995년도의 11.7%에서 2001년 29.4%로 증가하였으며, 남자성인의 비만인구 비율은 1995년도의 18.0%에서 2001년 32.6%로 증가하였다. 또한 1992년(8.1%)부터 2000년(32.3%)까지 8년 동안 20대의 연령층에서 비만인구가 4배나 증가하였으며, 50세 이상의 중년의 경우 26.1% (1992년)에서 36.6% (2000년)로 증가한 것으로 알려졌다[18].

이러한 비만 증가현상은 과잉의 섭취에너지 공급과 신체활동량의 부족(Hypokinetic disease)에 의한 것이라고 볼 수 있다. 비만이란 과잉으로 체지방이 신체에 축적되어 있는 상태라고 정의할 수 있으며, 외국의 경우 구체적으로 체지방률이 남자의 경우 25% 이상, 여자의 경우 30% 이상으로 비만을 정의하고 있으며[5,9,28,29], 우리나라 경우에는 심혈관질환을 높이며 생활습관병(관상동맥질환, 뇌혈관질환, 당뇨병, 고혈압 등)이라는 병태로 건강을 저해[23]하고 있는 체지방률의 기준이 남자 25%, 여자 30%이상으로 규정하고 있으며[22], 이러한

비만을 해소하기 위해서는 불규칙해진 식·생활습관을 수정 하므로써 개선될 수 있다고 사료된다[20,21].

한편 여성에 있어서 갱년기(Climacteric; 45~55세)라고 하는 시기에 동반되어 나타나는 생리적인 변화, 질병발생, 체력 저하, 노화 등은 연령증가 즉 가령(Aging; 노화)에 따른 변화들과 함께 급속하게 진행되는 시기라고 할 수 있다. 특히 사람에게 있어서 발육과 쇠퇴하는 과정은 시계열(Time series)적인 것이며 발육 후에 노화가 진행된다. 따라서 가령의 결과론적인 산물로 나타나는 노화진행의 개인차는 다소 있고, 스트레스에 방어하는 능력이 감소하게 되며 생체의 항상성(Homeostasis)을 유지 못하여 질병에 걸리는 위험성이 증가하는 것이 일반적인 특징이라고 할 수 있다. 이러한 가령의 변화에 따른 특징적인 개인 차이를 분석·평가하는 것은 발육발달 학적인 측면에서 중요한 의의를 갖는다.

관련해서 건강도, 노화도를 평가하는 건강지표, 또는 역연령(Chronological age: CA)을 기초로 한 실제연령과 비교할 수 있는 변환된 연령지표로써의 골격연령(Skeletal age), 생물학적 연령(Biological age) [8], 기능연령(Functional age) [27], 활력연령(Vital age) [25], 체력연령[12,14,16,31], 건강연령[10] 등이 국내·외적으로 연구되어 왔다. 이와 같이 건강과 노화를 연령지표로 변환하는 통계학적인 수법을 통해 분석 및 평가해 왔다. 그 대상자를 보면 대부분 여성 고령자들이었으며 [10,15,25,31], 남자를 대상으로 한 연구[14]도 보고되기 시작

#### \*Corresponding author

Tel : +82-31-330-6308, Fax : +82-31-330-6298

E-mail : ldj0719@mju.ac.kr

했다.

한편 임상적인 질병발생의 원인인 비만증을 평가하는 방법으로는 크게 신체질량지수(body mass index: BMI) [30]와 체지방량 분포(내장지방, 피하지방, 사지비만, 복부비만) 또는 양(체지방률)으로 판단한다[22]. 그러나 신체질량지수는 신장에 대한 체중의 과대평가 소지가 있으며, 생체전기저항 분석법은 수분섭취나 배뇨의 유무 등으로 인한 오차의 발생이 단점으로 나타나고 있다. 이와 같은 단점과 오차를 줄이면서 비만자에 대한 건강상태를 판단할 수 있는 지표로써 비만의 평가를 좀 더 구체적이며 개별적으로 제공할 수 있는 요소를 추가적으로 반영한 종합적인 평가방법이 요구된다.

그 비만상태 및 비만관련 만성질환의 발생 요인을 종합적인 측면에서 개인에 맞는 분석평가가 이루어진다면 운동처방 또는 운동지도 프로그램이 보다 적극적이며 상세하게 이루어질 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 중년비만여성을 대상으로 비만의 발생요인으로 예상되는 요인을 이용하여 비만의 상태를 연령척도화하여 비만연령(Obesity Age: OA)이라는 연령 추정식을 산출함과 동시에 비만도(비만연령)를 실제의 역연령과 비교하여 개인의 비만상태를 분석하는데 그 목적이 있다.

## 재료 및 방법

### 연구 대상

본 연구의 대상자는 중년비만여성 127명(31.0~66.9세)이며, 각기 다른 3회에 걸친 감량프로그램 실시 전에 측정과 검사가 이루어졌으며, 본 검사에 앞서 연구의 목적과 내용을 설명하고 검사에 자의적 참가에 대한 동의를 받았다. 연구대상자의 신체적 특성은 Table 1과 같다. 비만의 판정은 신체질량지수(BMI) 25 이상[30]과 체지방률 30% 이상[5,29]으로 하였다.

### 측정 항목 및 방법

#### 신장, 체중 및 신체조성

신장은 허리를 바르게 한 상태에서 눈의 시선이 수평이 되게 하여 발뒤꿈치의 바닥면에서 머리의 정수리부분까지의 수직 길이를 측정하여 0.1 cm단위로 측정했다. 또한 체중은 가벼

운 운동복 차림으로 디지털체중계를 이용하고, 기록은 소수점 한자리까지 기입하고 단위는 kg으로 기록하였다. 체중과 신장을 이용하여 신체질량지수(body mass index: BMI, kg/m<sup>2</sup>)를 산출하였다.

신체의 조직구성은 BIA (bioelectrical impedance analysis)를 이용하여 체중, 체지방량(fat mass: FM), 체지방률(%body fat), 제지방량(fat-free mass: FFM), 수분량 등을 측정하였으며, 측정된 전기 저항치에서 Tanaka 등[24]의 성인여성용의 식에 의해 신체 밀도를 구하여, Brozek et al [4]의 식에 의해 체지방률을 산출했다. 측정 기기는 Sekisui社製의 인피던스계(Bioimpemeter SS103)을 사용하였다. 측정 데이터의 신뢰성 높이기 위해 측정 약 3시간 전부터는 식사와 음료를 섭취하지 않도록 지도하였으며, 공복상태를 유지하면서 배뇨를 하도록 유도하였다.

#### 점중운동부하테스트(Grade exercise test: GXT)

대상자들의 호흡순환기의 기능을 판단하고 심폐에 대한 운동부하스트레스를 견디어 내는 능력을 확인하기 위해 최대산소섭취량(maximal oxygen uptake: VO<sub>2max</sub>)을 측정하였다. 측정에는 자동가스호흡분석기인 Oxycon-Alpha (Mijnhard社製, 독일)와 cycle ergometer (Model 818E) (Monark社製, 스웨덴)를 사용하였다. 부하방법은 분당 60 rpm의 회전수로 0 Watt (0 kp)에서 2분간 위밍업을 실시하고, 매분 15 Watt (0.25 kp)씩 부하를 증가시키는 다단계점중부하법의 프로토콜을 이용하였다[25].

측정의 신뢰성을 높이기 위해 분석기를 충분히 예비가동을 시킨 후 호흡감도와 가스센서의 보정작업을 실시하였다. 구강으로 호흡하는 breath by breath로 측정이 시작되면 가스호흡 분석기에는 분당 산소섭취량, 이산화탄소배출량, 환기량, 호흡수, 호흡상(respiratory quotient: RQ), METS (metabolic equivalents) 등이 계산되어진다.

젖산역치(lactate threshold: LT)에 상당하는 산소섭취량(oxygen uptake at the lactate threshold; VO<sub>2LT</sub>)의 측정은 운동부하테스트 중 1분마다 정중전완정맥으로부터 카테터(catheter)를 사용하여 약 1 ml의 혈액을 채취하여 YSI 1500 (YSI社製, USA)의 lactate analyzer에 의해 젖산농도를 분석했다. LT의 시점은 비직선적으로 급격히 상승하는 지점을 log-log transformation법[2]을 이용하여 판단했다.

안전을 확보하기 위한 생리학적 순환기계의 반응 체크하기 위해 운동부하 중의 가슴부위에 심박측정기기를 착용하고 심박수를 매분 측정하였다(Polar S601i, Finland).

#### CT (computed tomography) 단층촬영과 배둘레

복부에 있는 지방의 분포를 파악하기 위해 CT (SCT-6800TX, Shimadzu, Tokyo, Japan)에 의한 복부의 횡단면 촬영을 실시하였다. 대상자가 여성이므로 방사선 피폭으로 인한 영향에 대해 자세히 설명하고 임신하고 있지 않음을 확인하였다.

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

Items	Middle aged obese women (n=127)
Age (years)	49.6±7.3
Height (cm)	155.3±4.9
Weight (kg)	70.2±8.0
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	29.1±2.9
Fat Mass (kg)	25.9±4.9
%Fat (%)	36.8±4.6
LBM (kg)	44.3±5.4

검사방법은 앙와위(천장을 보며 누운 자세)의 자세에서 숨을 내신 상태에서 복부의 단면(배꼽위 부분에 상당: 요추4-5번)을 촬영했다. 면적의 산출은 전용 컴퓨터소프트웨어인 Fat Scan N2시스템을 이용하여 총복부지방면적(total fat area: TFA)과 내장지방면적(visceral fat area: VFA), 피하지방면적(subcutaneous fat area: SFA)을 산출하였다.

배둘레(cm)는 늑골의 하부와 장골능 상부 사이로 자연스럽게 선 자세에서 최대 돌출부위의 주위를 줄자로 측정하였다. 피검자에게는 편안하게 호흡을 하도록 지시하여, 숨을 내신 상태에서 동일 부위를 2회 측정된 평균값을 사용하였다.

**혈압 측정**

안정 시 혈압은 수은혈압계를 이용하여 수축기혈압(systolic blood pressure: SBP), 확장기혈압(diastolic blood pressure: DBP)을 측정하였다. 대상자는 소변을 보게 한 후 10분이상의 편안히 앉은 자세의 안정 상태를 취한 상태에서 2~3분 간격으로 3회 실시하여, 낮은 측정치 2회 값의 평균으로 안정 시 혈압의 수치로 산출하였다.

**건강관련 체력검사**

악력(grip strength, 근력; 좌우평균치/kg), 체전굴(trunk flexion, 유연성; cm), 체후굴(trunk extension, 유연성; cm), 사이드스텝(side steps, 민첩성; 회/20초), 눈감고외발서기(foot balance with closed eyes, 평형성; 초/60초), 수직뛰기(vertical jump, 순발력; cm), 폐기능(forced expiratory volume 1초량; FEV<sub>1.0s</sub>)이었다.

**혈액 검사**

혈액 검사를 위해 검사 전일부터 9시간 이상의 금식을 시행하였으며, 측정 2시간 전부터는 음료수도 제한 시켰다. 혈액은 전완 정중정맥에서 약 5~6 ml 정도의 양을 채취하여 약 3~4 ml를 항응고제(헤파린)로 처리된 튜브(EDTA tube)에 넣어 냉장 보관하여, 총콜레스테롤(total cholesterol: Total chol)은 효소법, 고비중리포단백콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol: HDL chol)은 modified enzymatic method로 분석하고, 저비중리포단백콜레스테롤(low density lipoprotein cholesterol: LDL chol)은 Friedewald 등(1972)[7]의 식 LDL chol = T chol - (HDL chol + TG / 5)에 의해 산출했다. 중성지방(triglycerides: TG)은 글리세린소거(GRO-DAOS)법, 유리지방산(free fatty acid: FFA)은 ACS-ACOD법, 공복시 혈당(fasting glucose)는 GOD (전극)법에 의해 그 외에 헤마토크리토, 요산(Uric acid), 요산질소(Urea nitrogen: BUN)를 검사했다. 상기의 혈액검사항목들의 혈액은 검사기관에 의뢰하여 실시하였다.

**자료 처리 방법**

본 연구의 자료처리 방법은 SPSS 17.0 프로그램을 이용하여 측정항목의 평균(M)과 표준편차(SD)를 기술하였고, 가설의

검정수준은 유의수준  $\alpha=0.05$ 로 하였다.

각 항목 간에 상관관계를 파악하기위해 Pearson의 상관계수를 산출하고, 상관계수 0.7 이상인 항목들 중에서 주성분분석을 실시한다. 제1주성분의 항목들 중에서 인자부하량 0.4 이상 및 중복된 항목 제외, 관련성 여부에 따라 추가시켰다.

제2차 주성분분석을 실시하여 제1주성분의 득점을 활용한다. 제2차 분석 후의 제1주성분의 득점을 종속변수로 6개의 비만연령관련 항목을 독립변수로 한 중회귀분석을 실시했다.

역연령과 보정 전후의 비만연령의 평균을 비교하기 위하여 일원배치의 분산분석을 실시하였으며 그룹간의 사후검증(Post-Hoc test)에는 Bonferroni를 실시하였다.

**결 과**

**비만관련 측정항목 평균 및 표준편차**

Table 2는 34개의 비만과 직·간접으로 관련이 깊다고 사료되는 항목들을 중심으로 측정된 신체조성, 건강관련체력, 혈액 등의 항목으로 구성되었으며 평균 및 표준편차로 나타났다.

**주성분 분석**

비만관련 34개의 항목간의 상관관계를 실시하여 그 상관계수가 0.7 이상의 항목들 중에서 주성분분석을 실시하였다. 그리고 제1주성분 안에서도 인자부하량 0.4 이상 및 중복적인 의미를 갖고 있는 항목은 제외, 관련성 여부에 따라 주관적으로 추가한 항목도 있다. 최종 주성분분석의 결과, 2개의 성분이 추출되었으며, 그 중의 제1주성분의 행렬은 Table 3에, 주성분 득점은 Table 4에 제시하였다.

Table 2. Characteristics of body composition, physical fitness, blood pressure and blood

Variable	M±SD	Variable	M±SD
age (yr)	49.6±7.3	foot balance (s)	16.1±14.3
height (cm)	155.3±4.9	vertical jum (cm)	30.4±6.8
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	29.41±2.9	FEV <sub>1.0s</sub>	2.54±0.43
weight (kg)	70.2±8.0	TC (mg/dl)	227.3±33.7
fat mass (kg)	25.9±4.9	HDLC (mg/dl)	62.7±14.0
%fat (%)	36.8±4.6	LDLC (mg/dl)	141.5±31.6
FFM (kg)	44.3±5.4	AI (LDLC/HDLC)	2.37±0.76
WC (cm)	98.4±7.3	TG (mg/dl)	116.1±49.5
SBP (mmHg)	137.3±19.3	HCT (%)	41.1±3.0
DBP (mmHg)	84.3±11.0	Glucose (mg/dl)	102.1±23.6
VO <sub>2max</sub> (ml/kg/min)	24.9±3.9	FFA (mEq/l)	0.65±0.24
VO <sub>2LT</sub> (ml/kg/min)	14.8±2.6	Uric acid (mg/dl)	4.9±1.2
HR <sub>LT</sub> (b/min)	117.5±16.5	BUN (mg/dl)	14.0±3.3
grip strength (kg)	27.7±4.2	TFA (cm <sup>2</sup> )	393.6±87.3
trunk extension (cm)	39.9±8.6	SFA (cm <sup>2</sup> )	279.8±69.6
trunk flexion (cm)	9.6±7.1	VFA (cm <sup>2</sup> )	113.8±40.0
side steps (times)	34.6±7.8	V/S (VFA/SFA)	0.42±0.17

Table 3. The first principal component matrix of principal component analysis

	Factor	
	1	2
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	0.878	0.327
weight (kg)	0.812	0.463
% fat (%)	0.646	-0.566
WC (cm)	0.872	0.149
TG (mg/dl)	0.396	-0.321
VO <sub>2max</sub> (ml/kg/min)	-0.406	0.740

Table 4. The factor score matrix of first principal component

	Factor	
	1	2
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	0.300	0.249
weight (kg)	0.277	0.352
% fat (%)	0.221	-0.430
WC (cm)	0.298	0.113
TG (mg/dl)	0.135	-0.244
VO <sub>2max</sub> (ml/kg/min)	-0.139	0.563

**주성분 분석에 의한 비만연령의 추정식**

제1주성분의 특징을 종속변수로, 비만연령의 항목6개를 독립변수로 이용하여 중회귀분석을 실시하여 비만연령점수 (Obesity Age Score: OAS)의 추정식은 다음과 같다. 주성분의 특징이란 각 항목의 데이터를 공통의 척도(0±1)로 표준화하여 거기에 주성분특점계수를 곱하여 총화를 구한 것을 말한다.

제1주성분특점(즉 Obesity Age Score: OAS) = 0.300 (X<sub>1</sub>-29.4 kg/m<sup>2</sup>)/2.9+0.277(X<sub>2</sub>-70.2 kg)/8.0+0.221(X<sub>3</sub>-36.8%)/4.6+0.298(X<sub>4</sub>-98.4 cm)/7.3+0.135(X<sub>5</sub>-116.1 mg/dl)/49.5-0.139 (X<sub>6</sub>-24.9 ml/kg/min)/3.9 을 계산하면

$$OAS (Obesity Age Score)=0.106*X_1+0.035*X_2+0.048*X_3+0.041*X_4+0.003*X_5-0.037*X_6-10.667 \quad (1)$$

(X<sub>1</sub>: BMI, X<sub>2</sub>: 체중, X<sub>3</sub>: 체지방률, X<sub>4</sub>: 배둘레, X<sub>5</sub>: 중성지방, X<sub>6</sub>: VO<sub>2max</sub>)

연령척도로 변환시키기 위해서 비만연령점수(OAS)를 표준특점의 분포로 평균(M)이 0이고, 표준편차(SD)가 1인 표준점수로 구성하여 T-score의 개념으로 역연령(CA)과 같은 의미의 연령척도로 변환하였다. 이를 여기에서 비만연령(Obesity

Age: OA)이라고 하였다. 하기식에서의 -1의 곱(곱함)은 표준특점이 높을수록 우수하고, 비만연령은 낮을수록 우수(좋다)하므로 이 상반되는 현상을 해소하기 위해 -1을 곱한다.

$$OA (Obesity Age)=7.3*OAS+49.6*(-1) \quad (2)$$

여기서 비만연령과 역연령과의 관계를 살펴 본 결과, 상기 (2)의 추정식으로도 어느 정도는 비만연령을 파악할 수 있으나, Fig 1에서 보는 바 같이 비만연령의 기울기의 양 끝 부분에서 오차 발생을 최소화 하기위해서 Dubina (1984)[6]의 보정항을 제안한다. 제안 보정항(3)을 계산하여,

$$Z=(\text{역연령}-\text{대상자평균연령})/(1-\text{회귀계수})$$

$$Z=(CA-49.6)/(1-0.03) \quad (3)$$

비만연령 추정식(2)에 더하였다. 그 결과 보정항(3)에 의해 수정된(corrected) 최종 비만연령 추정식(4)은 다음과 같다.

$$OAc (Obesity Age corrected)=1.03*CA-7.3*OAS+1.47 \quad (4)$$

Table 5에서는 역연령과 보정 전후 비만연령의 평균을 비교하였다. 그 결과, 보정전의 비만연령과 보정후의 비만연령 사이에서 통계학적 유의한 차이를 나타냈다(F=4.097, p<0.05; Fig. 3 참조). 그러나 역연령과 보정 후의 비만연령사이에는 통계학적 유의한 차이는 나타나지 않았고, Fig. 2에서 나타난 바와 같이 역연령과 보정 후의 비만연령의 상관관계는 r=0.724 (p<0.05)로 나타났다(타당성 확인). 그리고 역연령보다 비만연령이 2.19세 높은 것으로 나타났다.

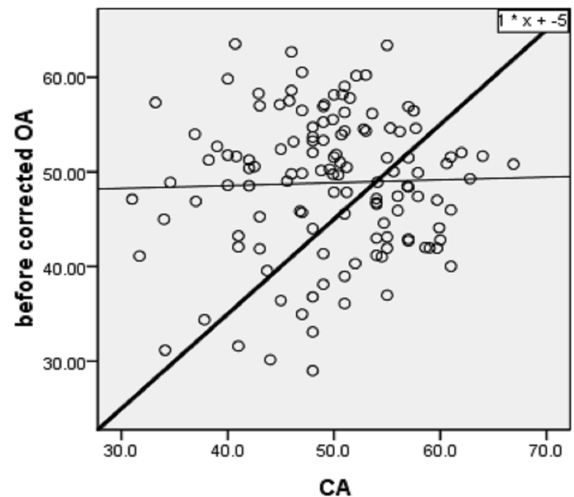


Fig. 1. CA and before corrected OA

Table 5. The comparison of CA and OA

	M±SD	min	max	F	P	Post-Hoc
CA <sup>1</sup>	49.6±7.3	31.0	66.9			
Before corrected OA <sup>2</sup>	48.8±7.4	29.0	63.5	4.097	.017*	2<3
After corrected OA <sup>3</sup>	51.8±10.7	18.2	71.9			

\*p<0.05

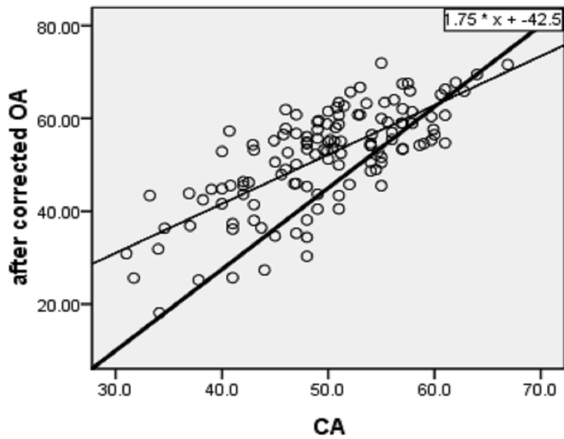


Fig. 2. CA and after corrected OA

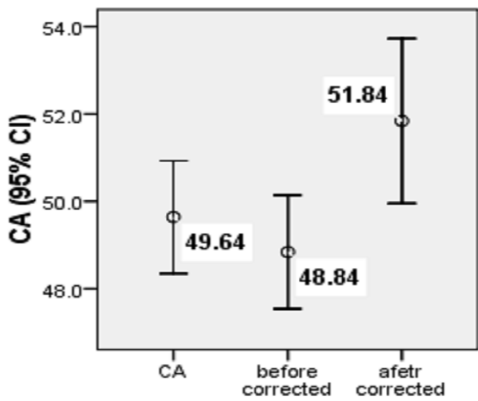


Fig. 3. CA and OA(before and after)

### 고찰

본 연구에서는 가령의 변화에 따른 특징적인(특히 비만) 개인 차이를 분석·평가하는 것은 발육발달학적인 측면에서 중요한 의미를 갖으며, 특히 비만은 세계적으로도 확산의 속도가 빠르며 비전염성 질환으로 규정될 만큼 예방 및 개선의 중요성이 강조되고 있어 가령(aging)에 따른 비만의 특징을 연령적으로도 변환시켜 그 비만상태를 역연령과 비교 검토하는 것은 비만자의 건강도를 파악하는데 상당히 용이하리라 기대된다.

건강도, 노화도와 같은 척도들은 하나의 지수(index)로, 또는 실제연령과 비교될 수 있도록 변환된 지표로 골격연령(Skeletal age), 생물학적 연령(Biological age)[8] 기능연령(Functional age)[27], 활력연령(Vital age)[25], 체력연령[16], 건강연령[10]등이 국내·외적으로 검토되어 왔다.

생물학적 연령(Chronological age: CA)과 주성분 분석을 통한 제1주성분의 득점을 연령 척도로 전환시킨 비만연령(Obesity Age corrected: OAc)과 역연령(CA)의 상관관계를 검토한 결과, 본 연구에서는  $r=0.724$  ( $p < 0.05$ )를 나타냈으며, 선행연구에서는 생활체력연령  $r=0.802$  [15], 활동체력연령  $r=0.790$  [11],

활동체력연령  $r=0.718$  [14], 체력연령  $r=0.574$  [12]로 나타내어, 선행연구와 비교하여 보아도 비교적 높은 상관관계를 보여, 중년의 시기에 있는 여성비만자의 건강을 평가하는 하나의 지표로서도 타당하다는 것이 검증되었다고 할 수 있다.

본 연구에서의 측정항목의 구성은 건강과 관련된 체력 요인, 신체조성 요인, 비만관련 요인(혈압, 혈액, 복부지방면적)들로 되었으며, 제1주성분의 항목들 중에서 인자 부하량 0.4 이상 및 중복된 항목 제외, 관련성 여부에 따라 추가시켰으며, 최종적인 주성분분석결과 고유치 1.0 이상(고유치 1.315, 전분산 21.924%)의 주성분 2요인 추출되었으며 그 중 제1주성분의 6항목(성분행렬 BMI: 0.878, 배둘레: 0.872, 체중: 0.812, 체지방률: 0.646, 중성지방: 0.396, 최대산소섭취량: -0.406)을 선택하여 주성분 득점을 산출하였다.

관련해서 선행연구의 주성분분석에서 추출된 항목들을 비교 검토해 보면, Kim 등[13]은 성인여성의 체력연령과 관련하여 4개(배근력, 최대산소섭취량, 윗몸앞으로굽히기, 반응시간) 항목을, Jeong 등[11]은 활동체력연령과 관련하여 6개(8자 보행, 팔 들어올리기, 눈뜨고한발서기, 앉아윗몸앞으로굽히기, 상완근지구력, 발스텝핑)의 항목을, Lim [17]은 체력연령과 관련하여 두 그룹으로 나누어 운동그룹에서 6개(악력, 배근력, 수직뛰기, 사이드스텝, 황새서기, 체지방률)의 항목과 생리학적 연령에서 4개(최대산소섭취량, 안정시환기량, 중성지방, 고밀도지단백)의 항목을, Lee 등[14]은 활동체력연령과 관련하여 7개(확장기혈압, 좌악력, 의자앉아일어서기, 수직뛰기, 좌전굴, 체지방량, 체지방률)을, Yi [31]은 활동체력과 관련하여 8개(신장, BMI, SBP, 악력, 2분 걷기, 반응시간, )항목들을 도출해 내었고, 본 연구와 상이한 항목들도 있으나, 이는 본연구의 비만연령이라는 특징적인 상태를 반영한 연령이기 때문에 비만과 관련된 항목들로 구성(추출)되어 졌다고 사료된다.

특히 선행된 연구에서도 체질량지수(BMI), 체지방률, 허리둘레 등이 비만과 관련된 지표로 보고되어 있으며[26, 3], 죽상동맥경화의 주요한 발병요소인 고지혈증은 콜레스테롤이나 중성지방이 정상범위 내에 있지 않은 상태를 말하며[1], 중성지방의 경우 본 비만연령의 구성 항목에 포함되어 비만자의 상태를 판단하는 항목으로써 그 타당성을 입증하며 선행연구와 일치하는 항목들이라고 사료된다. Nakhostin-Roohi 등[19]에 의하면 최대산소섭취량의 경우에도 비만과 심폐지구력과 관련성이 있다고 보고하고 있다.

Tanaka 등[25]이 개발한 활력연령(vital age)은 인간의 노화가 진행되어 가면서 생명을 단축시키는 작용을 갖는 동시에 각종의 질병요인이 되는 혈압, 혈중지질, 체지방 등의 정보를 추가하고, 사람의 노화를 반영하는 운동 시의 생리적 반응이나 체력수준을 설명변수로 이용하여 연령척도로 한 것이므로 노화의 정도를 보다 큰 의미에서 나타낸 개념이라고 할 수 있다. 그러나 Tanaka 등[25]의 활력연령, Lee 등[16]의 건강관련 체력연령은 실험실에서 측정 가능한 항목들(최대산소섭취

량, 혈액분석, 신체조성)이 일부 포함되어 있어 현장에서 손쉽게 실시하기에는 데이터 정보의 안정성, 용이성 면에서는 문제점이 제기될 수 있다고 사료된다. 그런 면에서는 본 연구의 비만연령도 유사한 상황이라는 하나 현장에서 실시 가능한 방법 및 범위 내(예: 최대산소섭취량 측정 경우 직접법을 간접법으로 또는 질문지법으로)에서 검사한다면 큰 무리는 없을 것이라고 사료된다.

요 약

본 연구에서는 중년비만여성을 대상으로 비만의 발생요인으로 예상되는 요인을 이용하여 비만의 상태를 연령 척도화하여 비만연령(Obesity Age: OA)이라는 연령 추정식을 산출함과 동시에 비만도(비만연령)를 실제의 역연령과 검토하였고 비만연령의 추정식은 다음과 같다.

$$OAS \text{ (Obesity Age Score)} = 0.106 * X_1 + 0.035 * X_2 + 0.048 * X_3 + 0.041 * X_4 + 0.003 * X_5 - 0.037 * X_6 - 10.66 \quad (1)$$

(X<sub>1</sub>: BMI, X<sub>2</sub>: 체중, X<sub>3</sub>: 체지방률, X<sub>4</sub>: 배둘레, X<sub>5</sub>: 중성지방, X<sub>6</sub>: VO<sub>2max</sub>)

$$OA \text{ (Obesity Age)} = 7.3 * OAS + 49.6 * (-1) \quad (2)$$

$$Z = (CA - 49.6) / (1 - 0.03) \quad (3)$$

$$OAc \text{ (Obesity Age corrected)} = 1.03 * CA - 7.3 * OAS + 1.47 \quad (4)$$

그리고 역연령과 추정된 비만연령(Obesity Age corrected: OAc)의 비교에서는 유의한 차이를 나타내지 않아 타당성이 확인되었으며, 총 6개의 측정항목으로 구성된 비만연령을 통해 비만자 개개인의 비만건강도(상태)를 용이하게 평가할 수 있을 것으로 기대하며, 추후에는 다른 집단에서의 적용가능 여부를 알아보기 위해 교차타당성을 검토해야할 것이라고 사료된다.

References

1. Austin, M. A., J. E. Hokanson, and K. L. Edwards. 1998. Hypertriglyceridemia as a cardiovascular risk factor. *Am. J. Cardiol.* **81**, 7B-12B.
2. Beaver, W. L., K. Wasserman, and B. J. Whipp. 1985. Improved detection of lactate threshold during exercise using a log-log transformation. *J. Appl. Physiol.* **59**, 1936-1940.
3. Bray, G. A. 1989. Classification and evaluation of the obesity. *Med. Clin. North Am.* **73**, 161-184.
4. Brozek, J. F., J. T. Grande, Anderson, and A. Keys. 1963. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **110**, 113-140.
5. Deurenberg, P., M. Yap, and W. A. Van Staveren. 1998. Body mass index and percent body fat: a meta analysis among different ethnic group. *Int. J. Obes.* **22**, 1164-1171.

6. Dubina, T. L., A. Y. Mints, and E. V. Zhuk. 1984. Biology age and its estimation. III. Introduction of a correction to the multiple regression model of biological age in cross-sectional and longitudinal studies. *Exp. Gerontol.* **19**, 133-143.
7. Friedman, J. M., R. M. Leibel, and N. Bahary. 1991. Molecular mapping of obesity genes. *Mamm. Genome* **1**, 130-144.
8. Furukawa, T., M. Inoue, F. Kajiyama, H. Inada, S. Takasugi, S. Fukui, and H. Takeda. 1975. Assessment of biological age by multiple regression analysis. *J. Gerontol.* **30**, 422-434.
9. Hortobagyi, T., R. G. Israel, and K. F. O'Brien. 1994. Eensitivity and specificity of the Quetelet index to assess obesity in men and women. *Eur. J. Clin. Nutr.* **48**, 769-775.
10. Im, G. W., H. S. Noh, S. N. Lee, S. G. Choe, and K. Tanaka. 2002. Development of the health index for middle-aged women-The estimation of the health age according to the increase of age-. *The Korean Journal of Exercise Nutrition* **6**, 247-252.
11. Jeong, D. S. and K. H. Kim. 1998. The Assessment of activity fitness age in elderly men. *The Korean Journal of Physical Education* **37**, 547-559.
12. Jeong, S. B. and S. I. Park. 2000. A study on the specification of the estimated formula for physical age of the aged. *The Korean Journal of Measurement and Evaluation in Physical Education and Sport Science* **2**, 91-106.
13. Kim, K. H., J. H. Park, J. H. Choi, Y. S. Kang, H. M. Park, Y. M. Kim, and J. S. Kim. 1995. Development of evaluation criterion on physical fitness for healthy adults. *The Korean Journal of Physical Education* **34**, 3373-3390.
14. Lee, M. G., H. D. Kim, J. K. Song, S. A. Kong, and S. C. Sung. 2005. Comparison of vital age between sports club participants and general individuals. *Korean Journal of Sport Science* **16**, 85-98.
15. Lee, M. S. 1999. Estimation of physical fitness age of daily living in older Women. *The Korean Journal of Physical Education* **38**, 678-688.
16. Lee, M. S., Y. Mastuura, and K. Tanaka. 1993. Assessment of physical fitness age in middle-aged and elderly men. *J. Sports. Med. Phys. Fitness* **42**, 59-68.
17. Lim, B. K. 1999. The effects of regularly exercise on health - related physical fitness age and physiology age in adult women. *Journal of Physical Growth and Motor Development* **7**, 11-20.
18. Ministry for health welfare and family affairs. 2005. *National health insurance corporation*, <http://www.nhic.or.kr/eng/>
19. Nakhostin-Roohi, B. and Z. Niknam. 2008. BMI, fat percentage and VO<sub>2max</sub> in college staff. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* **48**, 211-216.
20. Park, H. R., I. Y. Paik, H. E. Jin, Y. I. Kim, Y. S. Kwak, and J. H. Woo. 2008. Effects of regular exercise and diet on RMR and hormonal changes in obese women. *J. Life Science* **18**, 865-870.
21. Park, T. G. 2008. Effects of aerobic training plus diet on blood lipids and apolipoproteins in obese children. *J. Life Science* **18**, 1384-1389.
22. Sim, S. J. and H. S. Park. 2004. The cut-off values of body

- fat to identify cardiovascular risk among Korean adults. *The Korean Journal of Obesity* **13**, 14-21.
23. Sung, E. J. and T. S. Shin. 2003. The Effect of Overweight to Cardiovascular Risk Factors among Korean Adolescents. *The Korean Academy of Family Medicine* **24**, 1017-1025.
  24. Tanaka, K., F. Nakadomo, K. Watanabe, A. Inagaki, H.K. Kim, and Y. Matsuura. 1992. Body composition prediction equations based on bioelectrical impedance and anthropometric variables for Japanese obese women. *Am. J. Hum. Biol.* **4**, 739-745.
  25. Tanaka, K., Y. Matsuura, F. Nakadomo, and E. Nakamura. 1990. Assessment of vital age of Japanese women by principal component analysis. *Japan Journal of Physical Education Health and Sport Science* **35**, 121-131.
  26. Turcato, E., O. Bosello, V. Di Francesco, T. B. Harris, E. Zoico, L. Bissoli, E. Racassi, and M. Zamboni. 2000. Waist circumference and abdominal sagittal diameter as surrogates of body fat distribution in the elderly: their relation with cardiovascular risk factors. *Int. J. Obes.* **24**, 1005-1010.
  27. Webster, I. and A. R. Logie. 1976. A relationship between functional age and health status in female subjects. *J. Gerontol.* **31**, 546-550.
  28. Wellens, R. I., A. F. Roche, H. J. Khamis, A. S. Jackson, M. L. Pollock, and R. M. Siervogel. 1996. Relationship between the body mass index and body composition. *Obes. Res.* **4**, 35-44.
  29. WHO. 1995. Physical status: The use and interpretation of anthropometry. *Technical report series 854*, WHO, Geneva.
  30. World Health Organization. 2000. The Asia-Pacific Perspective: *Redefining Obesity and its Treatment*. West Pacific Region.
  31. Yi, S. M. 2005. To create a regression equation for health physical fitness age in the older women. *Journal of Physical Growth and Motor Development* **13**, 123-132.