

남성근로자에서 8년 동안의 체중변화가 대사증후군의 발생에 미치는 영향

울산의대 울산대학교병원 가정의학과, 울산의대 울산대학교병원 산업의학과*

정태흠 · 김문찬 · 이지호* · 최정헌 · 김창섭

— Abstract —

The Impact of Weight Changes on Metabolic Syndrome over a Time period of 8 years in Korean Male Workers

Tae-Heum Chung, Moon-Chan Kim, Ji-Ho Lee*, Chung-Hun Choi, Chang-Sup Kim

Department of Family Medicine, College of Medicine, University of Ulsan
*Department of Occupational and Environmental Medicine, College of Medicine, University of Ulsan**

Objectives: Cardiovascular diseases are common causes of diseases and death for workers. With the increasing prevalence of obesity, the social costs for obesity related diseases are a growing burden in Korea. We aimed to investigate the impact of weight change on metabolic syndrome and its components in Korean male workers.

Methods: We analyzed the data from 2,785 male workers obtained during health checkups in 2000 and in 2008. The subjects were classified into 5 groups as Loss (≤ -3.0 kg), Stable (-2.9 to 2.9 kg), Mild gain (3.0 to 5.9 kg), Moderate gain (6.0 to 8.9 kg), and Severe gain (≥ 9.0 kg) group according to the amount of weight change between the 2 health checkups. The mean values of metabolic syndrome components were compared across the 5 weight change groups by ANCOVA. After classifying subjects into 2 groups according to the normality of their body weight at baseline, the odds ratios for metabolic syndrome and its components each weight-change group were computed by multiple logistic regression analyses, using the Stable group as the reference.

Results: There was a strong linear relationship between weight gain and a worsening of the components of metabolic syndrome in 2008 ($p < 0.001$). In normal body weight group, the odds ratios for metabolic syndrome significantly increased in the Mild, Moderate, and Severe gain groups (OR 1.83, 2.82, and 7.56, respectively), and increased with weight gain ($p < 0.001$). In subjects who were obese, the odds ratios for metabolic syndrome significantly increased if their amount of weight gain placed them in the Mild or Moderate gain groups (OR 1.75 and 3.97), increased with the increase of weight gain ($p < 0.001$), and decreased in the Loss group (OR 0.51, 95%CI 0.30 to 0.85).

Conclusions: Weight gain in male workers was positively associated with metabolic syndrome through worsening of metabolic syndrome components. On the other hand, weight loss in obese male workers had a protective effect against metabolic syndrome through the improvement of the components of metabolic syndrome.

Key Words: Worker, Weight change, Metabolic syndrome

서 론

심혈관질환은 선진국의 노동인구에서 질병과 사망의 가장 흔한 원인이다¹⁾. 노동부에서 발표한 2007년도 산업재해 발생현황에 따르면 업무상 질병의 13%가 뇌·심혈관질환으로 산재승인을 받아 64%를 차지한 근골격계질환에 이어 두번째로 많은 비중을 차지하였고²⁾ 경인지역에서 업무상 질병으로 뇌·심혈관질환을 인정받은 근로자의 62%가 대사증후군의 구성요소인 고혈압, 고지혈증, 당뇨병 중 한 가지 이상을 가지고 있었다³⁾.

복부비만, 고중성지방혈증, 낮은 고밀도 지단백콜레스테롤, 고혈당, 고혈압을 특징으로 하는 대사증후군은 심혈관질환과 당뇨병의 위험성을 증가시키는 대사이상의 조합으로 인슐린저항성이 주된 기전으로 인정되고 있는데, 대사증후군을 가진 환자는 당뇨병이 없는 상태에서 심혈관질환이 생길 위험도가 1.5~3.0배 높고 2형 당뇨병의 위험도는 3~5배 높다⁴⁾.

산업화와 함께 전세계적으로 비만인구가 늘어남과 더불어 대사증후군의 유병률 또한 급속히 증가하고 있다. 우리나라의 경우 대사증후군의 유병률은 30세 이상을 기준으로 했을 때 남자의 경우 1998년을 기준으로 2001년과 2005년에 증가하였으며(순서대로 29.6%, 31.5%, 33.2%), 여자의 경우 1998년과 비교하여 2001년은 유의한 차이가 없었고 2005년에는 의미있게 감소하였다(순서대로 30.3%, 33.0%, 26.5%)⁵⁾.

비만은 대사증후군의 주된 위험인자인데 우리나라의 경우 30세 이상에서 비만의 유병률은 1998년 29.1%에서 2005년 34.8%로 증가하였고 연간 40만명 정도의 비만인구가 늘어나고 있으며, 특히 남자의 경우 1998년, 2001년, 2005년에 걸쳐 지속적으로 증가하고 있다⁶⁾. 미국의 국민건강영양조사⁶⁾에 의하면 정상체중, 과체중, 비만에서 대사증후군의 유병률은 각각 5%, 22%, 60%였고, Framingham Heart Study Cohort⁷⁾에서 16년간 2.25 kg 이상의 체중증가는 남자에서 대사증후군의 위험도를 20% 증가시켰고 2.25 kg 이상의 체중감소는 남자에서 대사증후군의 위험도를 48% 감소시켰다.

그러나 국내에서는 사업장 근로자들을 대상으로 대사증후군과 관련하여 수행된 연구는 대사증후군의 유병률, 위험요인, 직무스트레스와의 관련성 등을 다룬 단면연구들이 대부분으로 체중변화와의 관련성을 다룬 연구는 제대로 이루어지지 않았다⁸⁻¹²⁾. 그러므로 남성근로자를 대상으로 종적인 관찰을 통해 체중변화가 대사증후군 발생에 미치는 영향을 파악하는 것은 이들의 심혈관질환을 예방하고 관리하기 위해서 매우 중요하다.

이에 남성근로자들을 대상으로 8년 동안 장기간의 체중변화가 대사증후군에 미치는 영향을 규명함으로써 궁극적

으로 사업장 근로자에서 체중변화에 따른 심혈관계질환의 관리와 예방에 실제적인 기초자료를 제공하기 위하여 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2000년과 2008년도에 울산광역시외 한 대학병원에서 두 차례에 걸쳐 건강검진을 받은 남성근로자 2,785명의 자료를 분석하였다. 2000년에 32~51세의 남성근로자 6,474명이 건강검진을 받았으며 이들 중 56%에 해당하는 3,634명이 2008년에도 검진을 받았다. 검진자가 2000년에 작성한 설문지와 검사결과를 기준으로 설문지의 내용 중 누락된 항목이 있는 328명, 대사증후군 관련 질환으로서 고혈압, 당뇨병, 고지혈증, 심장질환으로 약물치료를 받고 있던 117명과 체중변화에 영향을 미칠 가능성이 있는 질환으로 바이러스간염이나 간경변을 앓고 있는 89명, 갑상샘질환으로 약물치료를 받고 있거나 혈액검사결과로 갑상샘기능항진증이나 저하증으로 진단된 19명, 암이 진단되었거나 의심되는 33명, 위절제술을 시행한 21명, 기저질환의 가능성을 배제하기 위해 체질량지수가 18.5 kg/m² 미만인 99명, 검사전 6개월내에 5 kg 이상의 체중증가나 감소를 경험한 83명은 대상에서 제외시켰다. 또한 2008년에 작성한 설문지와 검사결과를 기준으로 바이러스간염이나 간경변을 앓고 있는 44명, 갑상샘질환으로 약물치료를 받고 있거나 혈액검사결과로 갑상샘기능항진증이나 저하증으로 진단된 8명, 암이 진단되었거나 의심되는 16명, 위절제술을 시행한 32명, 체질량지수가 18.5 kg/m² 미만인 68명, 검사 전 6개월내에 5kg이상의 체중증가나 감소를 경험한 26명도 제외시켰다. 대상자의 92%가 조선회사, 4%가 자동차생산회사의 근로자들이었다.

2. 연구 방법

대상자들의 사회인구학적 변수(나이, 교육수준, 가구수입)와 생활습관(음주횟수, 흡연, 운동횟수) 및 과거병력 및 현재 앓고 있는 질병, 복용중인 약물, 가족력은 자기 기입식 설문지를 통해 얻어졌으며, 작성 후 미완성된 부분은 면담을 통해 기록하여 완성되었다. 신체계측치(키, 몸무게, 허리둘레, 혈압)는 수년간 한곳에서 업무를 하였던 숙련된 간호사에 의해 측정되었으며 구체적인 방법은 다음과 같다.

체중과 키는 자동 신체계측기를 이용하여 측정하였다. 체중은 아침식사를 하지 않은 상태에서 소변을 본 후 가

벼운 옷차림으로 신발을 벗고 0.1 kg단위로 측정하였으며 체중의 변화는 체중변화=2008년 체중(kg)-2000년 체중(kg)으로 계산하였다. 대상자의 평균 체중인 66.6 kg의 4%에 해당하는 3 kg을 기준으로 감소(≤ -3.0 kg), 안정(-2.9~2.9 kg), 경도증가(3.0~5.9kg), 중등도증가(6.0~8.9 kg), 고도증가(≥ 9.0 kg)의 5그룹으로 분류하였다^{13,14)}. 체질량지수(body mass index, BMI)는 체중(kg)/신장(m)²의 공식을 이용하여 계산하였다. 허리둘레는 12번째 늑골의 하단부와 장골능의 상단부 사이의 중간지점에서 측정하였다.

혈압의 측정은 2 mmHg를 단위로 간호사가 수은주혈압계로 1회 측정하였으며, 측정된 혈압이 평소의 인지 혈압과 다른 경우에는 2분 간격으로 2회 연속 측정하여 평균혈압을 이용하였다. 검진자는 혈압측정을 하기 전에 5분 이상 앉은 자세로 안정을 취하도록 하였으며 혈압측정을 할 때는 의자에 앉은 자세에서 상지가 심장높이가 되도록 탁자 위에 팔을 올려 놓은 상태로 측정하였다.

혈액의 채취는 전날 10시 이후의 공복상태를 확인한 후(약 12시간 금식) 실시하였으며 중성지방, 고밀도 지단백콜레스테롤, 공복혈당은 자동화 분석기를 이용하여 분석하였다.

음주, 흡연, 운동, 교육수준, 가구수입은 모두 3군으로 분류하였는데 음주는 주당 음주횟수를 기준으로 1번 미만, 1-2번, 3번 이상, 흡연은 현재흡연자, 과거흡연자, 비흡연자, 운동은 하지 않는다, 불규칙적으로 한다, 규칙적으로 한다, 교육수준은 중학교 이하, 고등학교, 전문대 이상, 가구수입은 가구당 월평균소득을 기준으로 200만원 미만, 200~400만원, 400만원 초과로 분류하였다.

대사증후군의 진단은 NCEP-ATP III 2001⁴⁾를 따랐고 허리둘레는 한국인의 기준인 남자 ≥ 90 cm, 여자 ≥ 85 cm 를 적용하여¹⁵⁾ 다음 5가지 항목 중에 3가지 이상을 만족할 경우에 대사증후군으로 정의하였다.

- 1) 허리둘레: 남=90 cm, 여=85 cm
- 2) 중성지방: ≥ 150 mg/dL 또는 고지혈증 치료제를 복용하고 있는 경우
- 3) 고밀도 지단백콜레스테롤: 남 < 40 mg/dL, 여 < 50 mg/dL 또는 고지혈증 치료제를 복용하고 있는 경우
- 4) 혈압: 수축기 ≥ 130 mmHg 이거나 이완기 ≥ 85 mmHg 또는 항고혈압제를 복용하고 있는 경우
- 5) 공복혈당: ≥ 100 mg/dL 또는 당뇨치료제를 복용하고 있는 경우

3. 자료 분석

2000년과2008년에 측정된대상자들의 결과분석에서 연속변수는 paired t-test, 범주형 변수는 Chi-square

test를 이용해 비교하였다. 중성지방, 고밀도 지단백콜레스테롤, 공복혈당은 오른쪽으로 치우쳐진 분포를 보여 연속변수로 사용할 때는 로그 변환하여 사용하였다. 5가지 체중변화그룹에 따라 대사증후군 구성요소인 허리둘레, 중성지방, 고밀도 지단백콜레스테롤, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 공복혈당 각각의 2008년 평균치가 차이가 있는지를 검정하기 위해 ANCOVA를 이용하여 나이, 2000년 체중, 음주, 흡연, 운동, 수입, 교육수준, 2008년 고혈압, 당뇨병, 고지혈증에 대한 각각의 약물복용 여부, 해당 대사증후군 구성요소의 2000년 측정치를 보정한 상태에서 분석하였다.

2000년에 대사증후군이나 대사증후군 구성요소를 가지고 있지 않았던 대상자들을 체질량지수를 기준으로 정상 체중군(23 kg/m^2 미만)과 비만군(23 kg/m^2 이상)으로 나누고 각 군에 있어서 체중변화가 가장 적었던 안정그룹(-2.9kg~+2.9 kg)을 기준으로 나머지 체중변화 그룹의 대사증후군과 대사증후군 구성요소에 대한 각각의 교차비를 구하기 위해 다중 로지스틱 회귀분석을 이용하여 2000년 당시의 나이, 체중, 음주, 흡연, 운동, 교육수준, 수입, 해당 대사증후군 구성요소 등의 측정치를 보정한 상태에서 분석하였다. 이때 2000년 허리둘레의 기준은 남녀 모두 체질량지수가 25 kg/m^2 이상인 경우로 대체하였다. 통계 패키지 STATA10.0 (stata Corporation, College Station, TX, 2007)를 이용하였으며 유의수준은 p 값이 0.05 미만인 경우로 하였다.

결 과

1. 대상자들의 일반적인 특성

조사초기(2000년)에 대상자의 평균나이는 $37.6(\pm 2.6)$ 세였다. 8년 후(2008년)에 신장은 유의하게 줄었으며(168.7 cm 대 167.6 cm, $p<0.001$) 체중은 증가했고(66.6 kg 대 67.2 kg , $p<0.001$) 체질량지수 또한 유의하게 증가하였다(23.3 kg/m^2 대 23.9 kg/m^2 , $p<0.001$). 이완기 혈압은 유의하게 증가했고(78.9 mmHg 대 79.6 mmHg , $p=0.002$), 공복혈당은 유의하게 감소했다(4.6 mg/dL 대 3.8 mg/dL , $p<0.001$). 대사증후군의 유병률은 유의하게 증가하였다(21.1% 대 22.1% , $p<0.001$). 주 3회 이상 음주와 현재흡연자의 수도 유의하게 감소했다($p<0.001$). 가구수입, 교육수준도 유의하게 증가하였다($p<0.001$). 중성지방, 고밀도 지단백콜레스테롤, 수축기혈압, 운동은 유의한 차이가 없었다($p<0.05$) (Table 1).

2. 체중변화에 따른 대사증후군 구성요소의 비교

대상자를 8년간의 체중변화의 정도에 따라 5그룹으로 나누고 대사증후군 구성요소 각각의 평균치를 비교해본 결과는 Table 2와 같다. 제시된 평균과 표준오차는 초기 검사(2000년)에서의 나이, 체중, 음주, 흡연, 운동, 교육 수준, 수입, 약물복용, 대사증후군 구성요소의 결과치를 보정한 후의 값으로 허리둘레, 중성지방, 수축기혈압, 이완기혈압, 공복혈당 등은 감소그룹에서 가장 낮았고 고도 증가그룹에서 가장 높았으며 체중증가가 클수록 유의하게 증가하였다(p for trend<0.01). 고밀도 지단백콜레스테롤은 감소그룹에서 가장 높았으며 체중증가가 클수록 유

의하게 감소하였다(p for trend<0.001).

3. 대사증후군의 발생률

초기검사(2000년)에서 대사증후군이 없었던 2,196명은 8년간 평균 1.0 kg의 체중증가가 있었으며, 335명에서 대사증후군이 발생한 것으로 나타나 8년 동안 15.3%의 발생률을 보였다. 초기 검사에서의 나이, 체중, 음주, 흡연, 운동, 교육수준, 수입을 보정한 상태에서 체중이 1.0 kg 증가할 때마다 대사증후군의 위험도가 17% 증가하는 것으로 나타났다.

Table 1. Subject characteristics of 2,785 men at the baseline and after 8 years follow up

Characteristic	Baseline		After 8 years follow up		p value*
	Mean	(SD)	Mean	(SD)	
Age (y)	37.6	(2.6)	45.7	(2.6)	-
Height (cm)	168.7	(0.1)	167.6	(0.1)	<0.001
Weight (kg)	66.6	(8.4)	67.2	(8.3)	<0.001
BMI (kg/m ²)	23.3	(2.4)	23.9	(2.3)	<0.001
WC (cm)	-		85.0	(6.5)	-
Triglyceride (mg/dL) [†]	4.7	(0.5)	4.7	(0.5)	0.12
HDL-C (mg/dL) [†]	3.8	(0.1)	3.8	(0.2)	0.10
SBP (mmHg)	122.7	(15.1)	123.0	(10.9)	0.23
DBP (mmHg)	78.9	(10.1)	79.6	(7.5)	0.002
FBS (mg/dL) [†]	4.6	(0.1)	4.6	(0.1)	0.12
	%	(n)	%	(n)	
Metabolic syndrome	21.1	(589)	22.1	(616)	<0.001
Alcohol intake(times/week) [‡]					
<1	53.5	(1,421)	54.5	(1,446)	<0.001
1-2	34.0	(903)	34.8	(923)	
≥3	12.5	(331)	10.8	(286)	
Smoking [‡]					
Never	26.8	(731)	37.1	(1,013)	<0.001
Ex	14.7	(402)	27.8	(760)	
Current	58.5	(1,597)	35.1	(957)	
Exercise [‡]					
No	30.9	(841)	14.5	(396)	0.05
Irregular	39.3	(1,069)	35.2	(959)	
Regular	29.9	(813)	50.2	(1,368)	
Family income (million won/month) [‡]					
<200	73.5	(1,981)	44.3	(1,194)	<0.001
200-400	24.0	(648)	17.9	(482)	
≥400	2.5	(68)	37.9	(1,021)	
Educational level ^{‡†}					
<Middle school	31.0	(842)	30.8	(838)	<0.001
High school	45.6	(1,241)	44.1	(1,199)	
≥College	23.4	(637)	25.1	(683)	

*Using paired t-test for continuous variables and chi-square test for categorical variables.

[†]Using log-transformed data. [‡]There are subjects with missing data. Percentages may not total 100 because of rounding. Abbreviations: BMI, body mass index; WC, waist circumference; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol SBP, systolic blood pressure DBP, diastolic blood pressure; FBS, fasting blood sugar.

4. 정상체중군에서 체중변화에 따른 대사증후군과 대사증후군 구성요소의 발생에 대한 위험도

안정그룹을 기준으로 체중변화의 정도에 따라 5그룹으로 나누어 초기 검사에서의 나이, 체중, 음주, 흡연, 운동, 교육수준, 수입, 대사증후군 구성요소 각각의 결과치를 보정한 후 대사증후군과 대사증후군 구성요소의 발생에 대한 위험도를 구했을 때 체중증가에 있어서는 3.0 kg이상의 체중증가가 있는 모든 그룹에서 대사증후군의 위험도가 유의하게 증가하였으며(교차비: 경도증가 1.83, 중등도증가 2.82, 고도증가 7.56) 체중증가의 정도가 클수록 위험도가 유의하게 증가하였다(p for trend<0.001)(Table3). 대사증후군의 5가지 구성요소들 중 큰 허리둘레, 고중성지방혈증, 고혈압은 3.0 kg이상의 체중증가가 있는 모든 그룹에서, 공복혈당은 고도증가 그룹에서 위험도가 유의하게 증가하였고 5가지 구성요소

모두에서 체중증가의 정도가 클수록 위험도가 유의하게 증가하였다. 체중감소에 있어서는 대사증후군과 대사증후군 구성요소 모두에서 위험도의 유의한 변화가 없었으며(대사증후군 교차비 0.60, 95% 신뢰구간 0.21~1.73), 감소그룹 중에는 큰 허리둘레에 해당되는 대상자가 없어서 교차비를 계산할 수 없었다.

5. 비만군에서 체중변화에 따른 대사증후군과 대사증후군 구성요소의 발생에 대한 위험도

체중증가에 있어서는 경도증가 그룹과 중등도증가 그룹에서 대사증후군의 위험도가 유의하게 증가하였으며(교차비: 경도증가 1.75, 중등도증가 3.97) 체중증가의 정도가 클수록 위험도가 유의하게 증가하였다(p for trend<0.001)(Table4). 대사증후군의 구성요소들 중 큰 허리둘레는 경도증가 그룹과 중등도증가 그룹에서, 고중

Table 2. Adjusted means*of metabolic components by weight change groups after 8 years among 2,785 men

Metabolic parameters	Loss (≤-3.0 kg) (n=408)	Stable (-2.9 to 2.9 kg) (n=1,626)	Mild gain (3.0 to 5.9 kg) (n=554)	Moderate gain (6.0 to 8.9 kg) (n=158)	Severe gain (≥9.0 kg) (n = 39)	p value for trend
WC (cm)	80.7 (0.2)	84.5 (0.1)	87.8 (0.1)	90.5 (0.3)	94.2 (0.5)	<0.001
TG (mg/dl) [†]	4.50 (0.02)	4.72 (0.01)	4.85 (0.02)	4.94 (0.03)	4.99 (0.06)	<0.001
HDL-C (mg/dl) [†]	3.87 (0.01)	3.83 (0.01)	3.81 (0.01)	3.78 (0.02)	3.82 (0.04)	0.001
SBP (mmHg)	121.6 (0.5)	122.6 (0.2)	124.3 (0.4)	125.3 (0.8)	128.2 (1.6)	<0.001
DBP (mmHg)	78.2 (0.4)	79.2 (0.2)	80.7 (0.3)	81.8 (0.6)	82.7 (1.1)	<0.001
FBS (mg/dl) [†]	4.61 (0.01)	4.61 (0.003)	4.62 (0.01)	4.63 (0.01)	4.68 (0.02)	0.01

*Using analysis of covariance.

*Means were adjusted for age, baseline weight, alcohol intake, smoking, exercise, education level, income, medication use for treatment of hypertension, diabetes, and dyslipidemia plus the corresponding variable among metabolic syndrome components at baseline. Baseline body mass index was used as a corresponding variable instead of baseline waist circumference because it was not measured at baseline. Numbers in the parentheses present standard error. [†]Using log-transformed data. Abbreviations: WC, waist circumference; TG, triglyceride; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol SBP, systolic blood pressure DBP, diastolic blood pressure; FBS, fasting blood sugar.

Table 3. Odds ratios*and 95% confidence intervals for metabolic syndrome and its components by weight change groups in subjects with normal body weight at baseline

MS and its co-factors	Loss (≤ -3.0 kg)	Stable (-2.9 to 2.9 kg)	Mild gain (3.0 to 5.9 kg)	Moderate gain (6.0 to 8.9 kg)	Severe gain (≥ 9.0 kg)	p value for trend
MS	0.60 (0.21-1.73)	1.00 (reference)	1.83 (1.14- 2.93)	2.82 (1.56 -5.08)	7.56 (3.22-17.77)	<0.001
High WC	-	1.00 (reference)	6.92 (2.91-16.45)	44.90 (16.69-120.80)	411.87 (95.16-1782.62)	<0.001
High TG	0.37 (0.11-1.26)	1.00 (reference)	2.55 (1.60- 4.06)	5.23 (2.88 -9.49)	4.99 (1.71-14.56)	<0.001
Low HDL-C	0.80 (0.44-1.46)	1.00 (reference)	1.29 (0.91- 1.82)	1.51 (0.92 -2.49)	1.32 (0.54-3.22)	0.033
High BP	1.35 (0.60-3.00)	1.00 (reference)	1.71 (1.12- 2.59)	3.03 (1.74 -5.30)	3.84 (1.53-9.66)	<0.001
High FBS	0.53 (0.20-1.39)	1.00 (reference)	1.45 (0.95- 2.22)	1.75 (0.97 -3.15)	2.69 (1.00-7.19)	0.001

*Using multiple logistic regression analysis.

*Odds ratios (95%CI) were adjusted for age, baseline weight, alcohol intake, smoking, exercise, education level, income plus the corresponding variable among metabolic syndrome components at baseline. Abbreviations: MS, metabolic syndrome; WC, waist circumference; TG, triglyceride; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol BP, blood pressure FBS, fasting blood sugar.

Table 4. Odds ratios*and 95% confidence intervals for metabolic syndrome and its components by weight change groups in subjects with overweight or obesity at baseline

MS and its co-factors	Loss (≤ -3.0 kg)	Stable (-2.9 to 2.9 kg)	Mild gain (3.0 to 5.9 kg)	Moderate gain (6.0 to 8.9 kg)	Severe gain (≥ 9.0 kg)	P value for trend
MS	0.51 (0.30-0.85)	1.00 (reference)	1.75 (1.18-2.60)	3.97 (1.92- 8.22)	3.46 (0.77-15.51)	<0.001
High WC	0.13 (0.05-0.35)	1.00 (reference)	4.56 (2.75-7.56)	18.44 (6.79-50.06)	-	<0.001
High TG	0.33 (0.18-0.61)	1.00 (reference)	1.64 (1.02-2.64)	1.66 (0.61- 4.52)	5.75 (0.90-36.81)	<0.001
Low HDL-C	0.74 (0.55-1.00)	1.00 (reference)	1.09 (0.79-1.49)	1.01 (0.52- 1.97)	0.39 (0.08- 1.92)	0.177
High BP	0.70 (0.43-1.16)	1.00 (reference)	1.85 (1.19-2.86)	1.11 (0.41- 3.01)	2.80 (0.51-15.41)	0.002
High FBS	1.13 (0.68-1.88)	1.00 (reference)	1.26 (0.77-2.08)	1.31 (0.44- 3.88)	6.46 (0.50-82.64)	0.366

Using multiple logistic regression analysis.

*Odds ratios (95%CI) were adjusted for age, baseline weight, alcohol intake, smoking, exercise, education level, income plus the corresponding variable among metabolic syndrome components at baseline. Abbreviations: MS, metabolic syndrome; WC, waist circumference; TG, triglyceride; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol BP, blood pressure FBS, fasting blood sugar.

성지방혈증과 고혈압은 경도증가 그룹에서 위험도가 유의하게 증가하였고 3가지 요소 모두 체중증가의 정도가 클수록 위험도가 유의하게 증가하였다. 고도증가 그룹에 속하는 대상자들은 모두 큰 허리둘레에 해당되어 교차비를 계산할 수 없었다. 체중감소에 있어서는 대사증후군의 위험도가 유의하게 감소하였고 대사증후군 구성요소들 중 큰 허리둘레, 고중성지방혈증, 낮은 고밀도 지단백콜레스테롤의 위험도도 유의하게 감소하였다(대사증후군 교차비 0.51, 95% 신뢰구간 0.30~0.85).

고 찰

비만이 여러 대사질환과 심혈관 질환의 발생에 밀접한 관련이 있다는 것은 잘 알려져 있으며, 비만은 그 자체가 건강에 심각한 피해를 유발하는 질병으로 분류되고 있다. 산업화와 사회발달은 식생활의 서구화, 생활양식의 도시화 및 자동화로 과잉영양섭취와 운동부족에 따른 비만을 점차 가중시키고, 사회적으로는 직접 및 간접비용의 증가 및 직장 내 심혈관계 질환의 증가와 생산성 저하를 초래하고 있는 실정이다⁶⁾.

남성근로자를 8년간의 체중변화 정도에 따라 5군으로 나누었을 때 대사증후군의 구성요소인 허리둘레, 중성지방, 수축기혈압, 이완기혈압, 공복혈당은 체중이 감소한 그룹에서 가장 낮았고 체중증가의 정도가 클수록 의미있게 증가하였으며 고밀도 지단백콜레스테롤은 체중감소 그룹에서 가장 높았고, 체중증가의 정도가 클수록 의미있게 감소하였다. 추적 관찰기간 동안의 체중 변화가 초기체중의 상태에 따라 달라질 수 있는 점을 고려하여 BMI 23.0 kg/m²을 기준으로 두 군으로 구분하고, 정상체중군에서 체중 변화에 따른 대사증후군의 위험도에 대해 평가한 결과, 체중변화가 거의 없는 그룹(안정그룹)에 비해 3.0 kg 이상의 체중증가가 있었던 모든 그룹에서 유

의하게 증가하였으며 체중증가가 클수록 위험도도 유의하게 증가하였으나 체중감소가 있었던 그룹에서는 위험도에 유의한 차이가 없었다. 비만군에서 대사증후군의 위험도는 체중의 경도증가 그룹, 중등도증가 그룹 및 고도증가 그룹에서 모두 증가되었으나 경도증가 및 중등도증가 그룹에서만 의미있는 차이가 있었고 고도증가 그룹에서는 유의한 차이가 없었다. 체중증가가 클수록 위험도도 유의하게 증가하였으며, 체중감소 그룹에서는 그 위험도가 유의하게 감소하였다

이 연구에 2000년에 기초조사를 받은 6474명 중에서 43%인 2785명만이 최종대상자가 되었지만 탈락한 3691명과 특성을 비교했을 때 탈락자의 나이가 1살 더 많았고, 키가 1 cm 더 크고, 체질량지수가 0.1 kg/m² 더 낮고, 주당 3회 이상의 음주를 하는 경우가 2% 더 많았으며, 고밀도 지단백콜레스테롤이 0.01 mg/dL 더 낮은 차이가 있었지만 대사증후군의 유병률과 체중, 중성지방, 혈압, 공복혈당, 흡연, 운동에 있어서 두 군간에 유의한 차이가 없었다. 또한 기초조사에서 대사증후군의 유병자 중에서 최종대상자와 탈락자의 비교에서도 탈락자의 나이가 1살 더 많고, 키가 1cm더 크고, 공복혈당이 0.03 mg/dL 더 높았지만 다른 변수는 유의한 차이를 보이지 않았고 연구대상자와 탈락자는 전체적으로 유사한 특성을 보이므로, 선택바이어스를 배제할 수는 없지만 연구결과에 영향을 미쳤을 가능성은 적을 것으로 판단된다.

이 연구에서 대사증후군의 구성요소인 허리둘레, 중성지방, 고밀도 지단백콜레스테롤, 수축기와 이완기혈압, 공복혈당을 연속변수로 하였을 때 체중의 증가와 함께 대사증후군의 구성요소 모두가 선형관계를 나타내었는데 허리둘레, 중성지방, 수축기와 이완기혈압, 공복혈당은 증가하고 고밀도 지단백콜레스테롤은 감소하여 체중의 증가와 함께 대사증후군의 관련 지표들이 악화되는 소견을 보였으며, 이는 체중변화와 대사증후군의 구성요소와의 관

련성을 추적연구를 통해 다른 이전의 연구 결과들^{14,17)}과 일치한다. 대사증후군의 구성요소 대신 체중증가와 관상동맥질환의 위험요소로서 고밀도 지단백콜레스테롤, 혈압, 중성지방, 공복혈당과의 관련성을 다룬 연구^{7,18,19)}에서도 체중증가는 이들 위험요소의 증가와 유의한 관련성을 나타내었다. 국내에서 건강검진자나 근로자를 대상으로 시행한 연구들^{20,21)}은 체중의 증가가 중성지방의 증가와 유의한 관련성이 있는 것으로 보고하고 있다. 체중의 변화 대신 체질량지수의 변화가 심혈관 위험인자에 미치는 영향을 다룬 윤영숙 등²²⁾의 연구에서도 체질량지수의 증가 정도가 클수록 심혈관 위험인자의 발생에 대한 상대위험도가 증가하는 경향을 보인다고 보고하였다.

체중증가에 따른 대사증후군 구성요소의 악화는 결국 대사증후군의 발생으로 이어지게 되는데 초기조사에서의 정상체중 여부와 관계없이 체중증가의 정도가 클수록 대사증후군 발생의 위험도도 함께 커지는 경향을 보였다. 초기조사에서 대사증후군이 없었던 근로자들은 8년 동안 평균 1.0 kg의 체중증가가 있었으며, 15.3%에서 대사증후군이 새로 발생하였고, 대사증후군의 비교위험도는 17% 증가하는 것으로 나타났다. 3,770명의 프랑스인을 6년간 추적한 Hillier 등¹⁴⁾의 연구에서 남자의 체중이 평균 2.1 kg 증가하였으며 대사증후군의 비교위험도가 22% 증가하였다고 보고하였고 3,467명의 이란인을 3년간 추적한 Zabetian 등¹⁷⁾의 연구에서는 남자의 체중이 2.2 kg 증가하였으며 대사증후군이 18.4%에서 발생하였다고 보고하였는데, 두 연구 모두에서 체중증가에 따른 대사증후군의 발생이 유의하게 증가하여 저자들의 연구와 일치되는 결과를 보였다.

체중증가가 대사증후군을 발생시키는 기전은 체중증가로 인한 adiposity로 인슐린저항성을 일으켜 대사증후군이 발생하는 것으로 설명하고 있는데 Hillier 등¹⁴⁾은 체중증가의 정도에 따라 혈청 인슐린 치가 선형으로 증가한다고 보고하여 체중증가로 인한 인슐린저항성이 대사증후군의 주된 기전임을 뒷받침하고 있다.

체중감소는 정상체중군에서는 대사증후군의 발생에 유의한 영향을 미치지 못했으나 비만군에서는 3.0 kg 이상의 체중감소는 3.0 kg 이내의 체중변화에 비해 대사증후군의 발생위험도를 49% 감소시키는 효과가 있었는데 Hillier 등¹⁴⁾과 Zabetian 등¹⁷⁾은 기초조사에서의 비만여부와 관련없이 시행한 연구에서 대상자의 체중감소가 대사증후군의 위험도를 감소시킨다고 보고하였다. 저자들의 연구에서도 기초조사에서의 비만여부에 따라 대상자를 나누지 않고 분석한 결과에서 체중감소가 대사증후군의 발생을 감소시키는 것으로 나타나 위의 두 연구에서도 저자들의 연구와 같이 대상자를 비만여부에 따라 나누어 시행했다면 저자들과 유사한 결과였을 것으로 추정되며, 비만

인을 대상으로 체중감소와 심혈관질환과의 관련성을 다룬 여러 연구들에서도²²⁻²⁷⁾ 유사한 결과를 보였다.

이 연구의 장점으로는 체중변화와 대사증후군 발생에 영향을 줄 수 있는 질병이나 상태와 생활습관 등을 최대한 통제하여 혼란변수의 영향을 최소화 하였다는 점과 2,785명이라는 비교적 많은 수의 근로자들 대상으로 8년 동안의 체중변화를 관찰하였다는 점이다.

이 연구의 제한점으로는 첫째, 연구대상자가 근로자이므로 건강근로자효과 등으로 인해 일반인구를 대표하기는 어렵다는 점이다. 경제적 수준에 있어서는 대상자들의 가구당 월평균소득이 400만원을 넘는 경우가 40.4%였는데 2008년도 우리나라 가구당 월평균소득이 전체가구 기준으로 약 350만원, 도시근로자가구 기준으로 약 390만원인 것을 고려하면²⁸⁾ 평균 도시근로자가구의 수준과 비슷할 것으로 여겨진다. 둘째, 기초조사(2000년)에서 허리둘레 측정치가 없어서 대사증후군을 정의할 때 체질량지수가 25 kg/m² 이상인 경우로 대체한 점이다. 2008년 측정치를 기준으로 했을 때 허리둘레를 기준으로 하면 대사증후군에 해당되지만 체질량지수를 기준으로 하면 해당되지 않는 경우가 4.2%(116명/2785명)이었고, 반대로 체질량지수를 기준으로 하면 대사증후군에 해당되지만 허리둘레를 기준으로 하면 해당되지 않는 경우가 13.1%(364명/2785명)여서 체질량지수를 기준으로 했을 때가 9% 더 많이 대사증후군으로 정의되었다. 기초조사의 측정치를 기준으로 했을 때도 비슷할 것으로 가정한다면, 기초조사 때에 체질량지수를 기준으로 대사증후군에 해당되어 제외된 대상자들은 이미 일반인 보다 대사증후군으로 발전할 가능성이 높았을 것이지만 이들이 분석에서 제외되었기 때문에 결과적으로 8년 후인 2008년에 대사증후군의 발생률이 실제보다 낮게 나왔을 가능성이 있다. 그러나 이 연구는 대사증후군의 발생률 자체보다는 체중변화와의 관련성을 보고자 하였기 때문에 연구의 결과와 변화경향에는 큰 영향이 없었을 것으로 판단된다. 셋째, 일부 대상자에 대해 혈압을 1회만 측정하여 혈압 측정치의 신뢰도가 낮을 수 있다는 것이다. 이로 인해 체중변화와 혈압, 체중변화와 대사증후군 발생과의 관련성이 과소평가 되었을 가능성이 있다. 마지막으로, 관찰연구인 이유로 체중변화가 자발적인 노력에 의한 것인지에 대한 정보가 없다는 점이다.

저자들은 이 연구에서 남성근로자에서 체중의 증가는 대사증후군 구성요소의 악화를 통해서 대사증후군의 발생을 일으키게 되며 이러한 현상은 정상체중을 가진 근로자에서 보다 일관되게 나타난다는 점과 반대로 체중의 감소는 비만한 근로자에서 대사증후군 구성요소의 호전을 통하여 대사증후군의 발생을 억제하는 효과가 있음을 확인하였다. 이미 알려진 대사증후군의 요소에 대한 주요변수

의 영향을 보정하더라도 체중의 변화는 대사증후군의 발생에 통계적으로 유의한 영향을 나타내었으며, 남성근로자들의 심혈관질환 발생을 예방하기 위해서는 체중증가의 억제 및 비만한 근로자에서의 적절한 체중감량 등의 전략이 필요할 것으로 판단된다.

요 약

목적: 심혈관질환은 근골격계 질환 및 압과 더불어 최근 사업장 근로자의 질병과 사망의 가장 흔한 원인 중의 하나이며, 식생활의 변화와 운동부족 등으로 발생한 비만의 유병률이 증가하고 있으므로 8년의 종적인 관찰을 통해 체중변화 정도가 대사증후군과 대사증후군 요소에 미치는 영향을 밝히고 경각심을 고취하는 것은 근로자들의 생산성 향상과 개인적인 건강관리를 위해 중요하다.

방법: 2000년과 2008년도에 울산광역시 한 대학병원에서 두 차례에 걸쳐 건강검진을 받은 남성근로자 2,785명의 자료를 분석하였다. 8년간의 체중변화를 5그룹(감소, 안정, 경도증가, 중등도증가, 고도증가)으로 분류한 다음 ANCOVA를 이용하여 다른 변수의 영향을 통제된 상태에서 체중변화에 따른 대사증후군 구성요소의 평균을 비교하였고, 대상자들을 정상체중여부에 따라 두 군으로 나누고 로지스틱회귀분석을 이용하여 체중변화에 따른 대사증후군의 발생과 대사증후군 구성요소의 변화에 대한 각각의 교차비를 구하였다.

결과: 체중의 증가와 함께 대사증후군의 구성요소 모두가 선형관계를 나타내며 악화되었다(p for trend < 0.001). 대사증후군의 위험도는 정상체중군에서 안정그룹에 비해 3kg 이상의 체중증가가 있었던 모든 그룹에서 유의하게 증가하였으며(교차비, 경도증가 1.83, 중등도증가 2.82, 고도증가 7.56), 체중증가가 클수록 위험도도 유의하게 증가하였다(p for trend < 0.001). 비만군에서도 3kg 이상의 체중증가가 있었던 그룹에서 대사증후군의 위험도가 유의하게 증가하였고(교차비, 경도증가 1.75, 중등도증가 3.97) 체중증가가 클수록 위험도도 유의하게 증가하였으며(p for trend < 0.001), 3kg이상의 체중감소가 있었던 그룹에서 위험도가 유의하게 감소하였다(교차비 0.51, 95% 신뢰구간 0.30~0.85).

결론: 남성근로자에서 체중의 증가는 대사증후군 구성요소의 악화를 통해서 대사증후군의 발생을 증대시키지만, 그 반대로 체중의 감소는 비만한 남성근로자에서 대사증후군 구성요소의 호전을 통하여 대사증후군의 발생을 억제하는 효과가 있었다.

참 고 문 헌

- 1) Heinemann L, Heuchert G. Cardiovascular System. In: Stellaman JM (eds) Encyclopedia of Occupational Health and Safety 1a. 4th ed. International Labor Officer Pub. Geneva. 1998. pp 3.2-4.
- 2) Eckel RH. The Metabolic Syndrome. In : Fauci AS, Kasper DL, Longo DL, Braunwald E, Hauser SL, Jameson JL (eds) Harrison's principles of internal medicine. 17th ed. Seoul Korea: McGraw-Hill Korea; 2008. pp1509-14.
- 3) Won JU, Ha KW, Song JS, Roh J, Kim HR, Lee DH, Lee KH. Analysis of sufficient conditions in approving cerebrovascular and cardiovascular disease as occupational disease. Korean J Occup Environ Med 2003; 15(1):52-60. (Korean)
- 4) Fauci AS, Kasper DL, Longo DL, Braunwald E, Hauser SL, Jameson JL. Harrison's Principles of Internal Medicine. 17th ed. Seoul Korea: McGraw-Hill Korea. 2008. pp1509-14.
- 5) Korean Ministry of Health and Welfare. The Korean National Health Nutrition Examination Survey 2005, Seoul. 2007. (Korean)
- 6) Park YW, Zhu S, Palaniappan L, Heshka S, Carnethon MR, Heymsfield SB. The metabolic syndrome: prevalence and associated risk factor findings in the US population from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. Arch Intern Med 2003;163(4):427-36.
- 7) Wilson PW, Kannel WB, Silbershatz H, D'Agostino RB. Clustering of metabolic factors and coronary heart disease. Arch Intern Med 1999;159:1104-9.
- 8) Kim YH, Park RJ, Park WJ, Kim MB, Moon JD. Predictors of metabolic syndrome among shipyard workers and its prevalence. Korean J Occup Environ Med 2009;21(3):209-17. (Korean)
- 9) Moon JH, Lee SJ, Park JD. The risk factors of metabolic syndrome and its relation with γ -GTP in steel-mill workers. Korean J Occup Environ Med 2007;19(1):17-25. (Korean)
- 10) Cho JJ, Kim JY, Byun JS. Occupational stress on risk factors for cardiovascular diseases and metabolic syndrome. Korean J Occup Environ Med 2006;18(3):209-20. (Korean)
- 11) Chang SJ, Koh SB, Choi HR, Woo JM, Cha BS, Park JK, Chen YH, Chung HK. Job stress, heart rate variability and metabolic syndrome. Korean J Occup Environ Med 2003;16(1):70-81. (Korean)
- 12) Choi ES. The metabolic syndrome and associated risk factors among male workers in an electronics manufacturing company. Korean J Occup Environ Med 2005;18(1):35-45. (Korean)
- 13) Wannamethee G, Shaper AG. Weight change in middle-aged British men: implications for health. Eur J Clin Nutr 1990;44:133-42.
- 14) Hiller TA, Fagot-Campagna A, Eschwege E, Vol S, Cailleau M, Balkau B. the D.E.S.I.R. Study group.

- Weight change and changes in the metabolic syndrome as the French population moves towards overweight: the D.E.S.I.R. cohort. *Int J Epidemiol* 2006;35:190-6.
- 15) Park HS, Oh SW, Cho SI, Choi WH, Kim YS. The metabolic syndrome and associated lifestyle factors among South Korean adults. *Int J Epidemiol* 2004;33:328-36.
 - 16) Kim JS, Lee HJ, Kim JY, Kang DS, Lee DH, Kam S, Lee SK, Lee JB. Usefulness of abdominal visceral fat thickness using ultrasonography as a predictor of metabolic syndrome and atherosclerosis in obese adults. *Korean J Obesity* 2007;16(1):6-15.(Korean)
 - 17) Zabetian A, Hadaegh F, Sarbakhsh P, Azizi F. Weight change and incident metabolic syndrome in Iranian men and women; 3 year follow-up study. *BMC Public Health* 2009;9:138.
 - 18) Norman JE, Bild D, Lewis CE, Liu K, West DS. The impact of weight change on cardiovascular disease risk factors in young black and white adults: the CARDIA study. *Intern J Obesity* 2003;27:369-76.
 - 19) Ishikawa-Takata K, Ohta T, Moritaki K, Gotou T, Inoue S. Obesity, weight change and risks for hypertension, diabetes and hypercholesterolemia in Japanese men. *Euro J Clin Nutri* 2002;56:601-7.
 - 20) Yoo IS, Kang DH, Park NW, Oh JY, Lee WK. Influence of weight gain to cardiovascular risk factors. *J Korean Acad Fam Med* 1997;18:722-30. (Korean)
 - 21) Ha YA, Chung BY, Kam Sin, Lee SK, Yeh MH. The relationship between change in obesity indices and change in serum lipids in adult male workers. *Korean J Prev Med* 1996;29:439-49. (Korean)
 - 22) Yoon YS, Park HS. Effect of body mass index change on cardiovascular risk factors in Korean men. *J Korean Acad Fam Med* 2002;23:794-803. (Korean)
 - 23) Sjöström L, Lindroos AK, Peltonen M, Torgerson J, Bouchard C, Carlsson B, Dahlgren S, Larsson B, Narbro K, Sjöström CD, Sullivan M, Wedel H, Swedish Obese Subjects Study Scientific Group. Lifestyle, diabetes, and cardiovascular risk factors 10 years after bariatric surgery. *N Engl J Med* 2004;351:2683-93.
 - 24) Esposito K, Pontillo A, Di Palo C, Giugliano G, Masella M, Marfella R, Giugliano D. Effect of weight loss and lifestyle changes on vascular inflammatory markers in obese women: a randomized trial. *JAMA* 2003;289:1799-804.
 - 25) Moore LL, Vioni AJ, Wilson PW, D'Agostino RB, Finkle WD, Ellison RC. Can sustained weight loss in overweight individuals reduce the risk of diabetes mellitus? *Epidemiology* 2000;11:269-73.
 - 26) Villareal DT, Miller BV 3rd, Banks M, Fontana L, Sinacore DR, Klein S. Effect of lifestyle intervention on metabolic coronary heart disease risk factors in obese older adults. *Am J Clin Nutr* 2006;84:1317-23.
 - 27) Alhassan S, Kiazand A, Balise RR, King AC, Reaven GM, Gardner CD. Metabolic syndrome: do clinical criteria identify similar individuals among overweight premenopausal women? *Metabolism* 2008;57:49-56.
 - 28) Korean National Statistical Office. Korean Statistical Information Service. Available: <http://kosis.kr> [cited 20 September 2009].