

BMI와 사망과의 관련성 -강화 코호트 연구-

윤수진, 이상욱¹⁾, 김소운²⁾, 오희철¹⁾, 이순영, 박윤희³⁾, 손태용⁴⁾

아주대학교 의과대학 예방의학교실, 연세대학교 의과대학 예방의학교실¹⁾
연세대학교 대학원 보건학과²⁾, 연세대학교 보건대학원³⁾, 유한대학교 의무행정과⁴⁾

Association between BMI and Mortality - Kangwha cohort study -

Soo Jin Yoon, Sang Wook Yi¹⁾, Soh Yoon Kim¹⁾, Heechoul Ohrr¹⁾, Yun Hee Park²⁾, Soon Young Lee, Tae Yong Sohn³⁾

Department of Preventive Medicine and Public Health, College of Medicine, Ajou University;
Department of Preventive Medicine and Public Health, College of Medicine, Yonsei University¹⁾;
Department of Public Health, The Graduate School of Yonsei University²⁾;

The Graduate School of Health Science and Management Yonsei University³⁾; Yuhan College, Health Service Administration⁴⁾

Objectives : To investigate the association between BMI and Mortality.

Methods : This study was based on the analysis and assembly of the 'Kangwha Cohort Study', previously conducted by the Department of Preventive Medicine, Yonsei University. A total of 2,696 males and 3,595 females were followed for almost ten years and ten months from March 1985 to January 1996, a total of whom 2,420 died during this period. The Cox' s proportional hazards regression model was used to analyze this data.

Results : We found a U-shaped relationship between BMI and mortality among the aged men in the Kangwha cohort. The hazard ratio of dying was adjusted for age, marital status, occupation, self cognitive health level, chronic disease, smoking, and alcohol frequency, then sorted by body mass index into the following groups; less than 18.5, 18.5 to less than 21.0, 21.0 to less than 23.5, 23.5 to less than 26.0 and greater than or equal to 26. The corresponding

ratios for men were 1.81(1.50-2.19, 95%CI), 1.31(1.14-1.51, 95%CI), 1.0(referent), 1.05(0.87-1.26, 95%CI) and 1.39(1.09-1.76, 95%CI), respectively. And for women, 1.46(1.19-1.78), 1.12(0.95-1.31, 95%CI), 1.0(referent), 1.00(0.84-1.20, 95%CI) and 1.09(0.89-1.34, 95%CI), respectively.

Conclusions : The risk of death among aged men in Kangwha increased in the under and overweight groups. The relationship between BMI and mortality has been well studied in Western populations, but little is known about the association between BMI and mortality in our country. So, on the basis of this study, it is apparent that more studies of the relationship between BMI and mortality will be needed for future work.

Korean J Prev Med 2000;33(4):459-468

Key Words: BMI, Mortality

서론

체질량지수(body mass index, BMI)와 사망과의 관계는 많은 연구가 있었으나, 아직까지 확실하게 결론지어지지 않았으며, 선행연구들에 의하면 BMI와 사망과의 관계는 U, 혹은 J모형을 이룬다고 보고되고 있다. 즉, BMI가 정상범위의 군에 비해 BMI가 낮은 군과 높은 군에서 사망

률이 높다고 알려져 있다(Jacobs & Rottenborg, 1981). 특히 BMI가 낮은 군에서는 흡연, 혹은 흡연과 연관된 질환인 폐암으로 인한 사망이, BMI가 높은 군에서는 관상동맥질환에 의한 사망이 사망률 증가의 큰 요인으로 작용하였으며, 이는 여성에 비해 남성에서 유의한 차이를 보였다(Jacobs & Rottenborg, 1981).

BMI와 사망에 영향을 주는 요인 중 흡

연은 각종 질병의 위험요인이며, 흡연자는 사망 위험도가 매우 높다(Yuan et al., 1996). 흡연군에서 특정요인에 의한 사망의 위험은 금연군에서의 1.6배이었다(Friedman et al., 1981). 또한 음주와의 관련성을 보면, 과량의 음주는 일반적으로 심혈관 질환, 간경화, 자살, 사고, 두경부암 등의 발생위험을 증가시킴으로써 사망의 위험을 높인다고 알려져 있다(Dyer et al., 1977). 그러나, 소량 또는 적당량의 음주와 사망과의 관계에 있어서

는 그 동안 많은 연구가 이루어졌음에도 불구하고 아직까지 뚜렷한 결론에 이르지 못하고 있다.

이전에 다수 연구가 이루어졌음에도 불구하고 BMI와 사망과의 관계는 여전히 논란의 대상이 되고 있으며 연구대상 집단의 선정, 추후 관찰기간, 혼란변수들의 통제 등의 차이에 따라 상이한 결과를 보이므로 BMI가 사망에 미치는 영향을 밝히기 위해서는 역학적 연구방법을 이용한 적절한 연구가 계속 뒷받침되어야 한다. 우리나라의 BMI 분포는 외국과 차이가 있으므로 우리 나라 성인을 대상으로 한 BMI와 사망률에 대한 연구는 필요하다고 하겠다.

본 연구는 1985년 3월부터 1996년 1월까지 10년 10개월 동안 추적관찰된 강화코호트 자료를 통해 우리나라에서 노인의 BMI가 사망에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다.

연구 방법

1. 연구자료 및 대상

이 연구는 1985년 3월 구축된 '강화코호트' 자료를 이용하였다. 강화코호트는 노인인구에서의 여러 위험요인이 각종 암의 발생과 사망, 기타 여러 사망원인에 어떤 영향을 미치는지 살펴보기 위하여 구축되었다. 1985년 2월 28일 현재 주민등록상 강화군(10개 읍, 면)에 거주하고 있으며 연령이 55세 이상인 사람(출생연도가 1930년 이전)들을 대상으로 1985년 3월에 건강에 관한 면접조사와 신체검사를 실시하였다. 면접과 신체검사를 시행할 수 있었던 대상자는 남자 2,724명, 여자 3,650명, 총 6,374명이었다(오희철 등, 1991). 이 연구에서는 그 중 한번 이상 추적조사가 가능했던 남자 2,696명, 여자 3,595명, 총 6,291명을 최종분석에 이용하였다.

연구진은 구조화된 설문지를 이용하여 각 대상자를 면접하여 결혼상태, 직업, 교육정도, 의료보험, 당시 건강상태와 질병 여부, 흡연, 음주, 식이(식사량, 음식습관, 8가지 음식에 대한 섭취빈도), 농약살포,

Table 1. Number of death and person-year in Kangwha cohort

male			female	
death No	person/year	age	death No	person/year
31	1427	55-59	7	2273
109	4184	60-64	57	6276
234	6032	65-69	127	8254
299	5156	70-74	171	6721
276	3106	75-79	231	4614
326	1983	over 80	552	4644
1275	21888	total	1145	32782

임신과 폐경 등에 관련된 정보를 수집하였으며, 훈련된 연구원이 혈압과 키, 몸무게 등을 측정하였다. BMI는 1985년 당시 조사한 몸무게와 신장을 이용하여 구하였다. 매년 2차례씩 읍·면·동사무소의 주민등록자료를 이용하여 코호트 대상자의 생존, 전출, 사망 등에 대해 파악하였다. 암의 발생에 대해서는 '강화지역사회암등록사업' 자료를 참고하였다. 1996년 1월 1일 현재 사망자 2420명, 생존확인자 3833명, 추적실패 38명으로 99.4%의 추적률을 보이고 있다. 96년 1월 1일까지의 추적조사기간 동안의 연도별 사망자 수는 Table 1과 같고 사망자 2420명 중 남자 1,275명, 여자 1,145명으로 남자가 더 많았다. 총 추적 인년은 남자 21888 인년, 여자 32782 인년이며, 성별 특수사망률은 남자는 1000인년당 58.3건, 여자는 1000인년당 34.9건이었다.

BMI는 1985년 연구진이 측정한 몸무게(Kg)와 키를 이용하였고, 키는 cm로 측정하여 Meter로 환산하였다. 본 연구에서는 코호트 대상자를 BMI에 따라 다음과 같이 18.5미만, 18.5이상 21미만, 21이상 23.5미만, 23.5이상 26미만, 26이상의 5군으로 분류하였다. BMI 18.5는 최근의 WHO의 가이드라인에 따라 저체중으로 분류된 기준을 이용하였다(WHO, 1995). BMI 21.0이상 23.5미만은 1983년 미국 '대도시 생명보험협회' 자료에서 제시한 25-29세 미국 남자의 권장치 자료를 이용하였다(MLIC, 1983).

2. 추적기간의 계산

각 대상자의 추적기간은 1985년 3월

15일을 기준으로 월단위로 계산하였다. 강화코호트 대상자의 자료수집은 1985년 3월에 이루어졌으나 자료 수집 날짜가 일 단위로 파악되어 있지 않으므로 평균적으로 3월 15일을 기준일로 하였다. 이 연구에서 최종 추적종료일은 1996년 1월 1일 0시로 계산하였다. 따라서 1985년 3월부터 1996년 1월 1일까지 생존한 연구대상자의 추적인월은 129.5인월이 된다. 한편 추적도중 사망한 사람 중 사망일시를 년단위로 밖에 파악할 수 없었던 4명은 그해의 중간인 7월 1일 0시에 사망한 것으로 추적인월을 계산하였으며, 추적실패한 경우나 사망이 발생한 자료 중 일단위로 파악된 것과 월단위까지만 파악된 것이 있어 추적인월의 계산은 월단위까지의 자료만으로 구하였다.

3. 분석방법

BMI가 사망률에 미치는 영향을 살펴보기 위해 Cox의 비례위험회귀모형을 이용하여 분석하였다. 연령(1985년 조사당시 연령), 배우자 유무, 직업(농업, 농업외), 만성질환 이환여부, 자기 건강수준 인식(같은 연령에 비해 건강이 더 좋음, 비슷함, 더 나쁨), 흡연력(비흡연, 현재흡연, 과거흡연)과 음주력(비음주, 매일 또는 거의매일, 2-3회/주, 1-4회/월, 4-12회/년)을 통제하여 BMI와 사망과의 관계를 살펴보았다. Cox의 비례위험회귀분석 결과의 위험비와 위험비(Hazard ratio)의 95% 신뢰구간(CI : Confidence Interval)을 표시하였고 모든 p-value는 양측검정으로 계산하였다. 통계 소프트웨어는 SAS의 Windows 버전 6.12를 이용하였다.

연구 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

남녀별 연구대상자의 특성에 관한 분석 결과(Table 2), 모든 변수에서 p value가 유의한 차이가 있어 남녀를 층화하여 분석하였다. 연구대상자 중 남자는 2696명(42.9%), 여자는 3595명(57.1%)이었다. 연구대상자의 평균연령은 남자가 66세, 여자가 67세이고, 남자에서 배우자가 있는 경우가 2,387명(88.7%), 여자에서는 1,721명(47.9%)이었으며, 남자에서 직업이 농업인 경우가 2,307명(85.6%), 여자에서는 2,897명(80.6%)이었다. 남자에서 건강인식도가 같은 연령과 비교하여 비슷하다고 응답한 경우가 1,368명(50.8%)이었고 더 좋다고 대답한 경우와 더 나쁘다고 대답한 경우가 각각 707명(26.3%)와 617명(22.9%)로 비슷하였다. 여자도 비슷하다고 한 경우가 1,915명(53.3%), 더 좋다고 대답한 경우와 더 나쁘다고 대답한 경우가 각각 764명(21.3%), 913명(25.4%)이었다. 남자에서 만성병에 이환된 적이 있는 경우가 1,228명(45.6%), 여자에서는 1,808명(50.3%)이었다. 남자의 경우 현재 흡연자가 2,001명(74.3%)이고 비흡연이 496명(18.4%), 금연이 198명(7.4%)이며, 여자의 경우 흡연자는 804명(22.4%), 비흡연자는 2,710명(75.4%), 금연자는 80명(2.2%)로서 비흡연자가 상대적으로 많았다. 음주는 남자의 경우 941명(35.0%)이 비음주자이고 881명(32.7%)가 매일 혹은 거의 매일 음주를 하는 것으로 나타났으며, 여자의 경우 3,233명(89.9%)가 비음주자였다. 본 연구의 대상자의 BMI 분포를 보면 남자의 경우 21이상 23.5미만인 그룹이 942명(35.7%)이었고, 18.5이상 21미만이 858명(32.5%), 23.5이상 26미만이 426명(16.2%)로 BMI가 낮은 그룹이 여자에 비해 상대적으로 많았으며, 비만그룹인 BMI 26이상인 경우가 169명(6.4%)로 여자에 비해 상대적으로 적었다. 그에 비해 여자는 21이상 23.5미만이 1085명(30.9%), 18.5이상 21미만이 850명(24.2%), 23.5이상 26미만이 752명

Table 2. Baseline characteristics at recruitment

unit : person (%)

	male(N=2696)	female(N=3595)	p-value
mean age	66.3±7.3	67.1±8.6	0.000
marital partner (%)			0.001
yes	2,387(88.7)	1,721(47.9)	
no	303(11.3)	1871(52.1)	
occupation (%)			0.001
agriculture	2,307(85.6)	2,897(80.6)	
non-agriculture	387(14.4)	697(19.4)	
self cognitive health level (%)			0.001
alike	1,368(50.8)	1,915(53.3)	
more good	707(26.3)	764(21.3)	
more bad	617(22.9)	913(25.4)	
chronic disease (%)			0.001
yes	1,228(45.6)	1,808(50.3)	
no	1,468(54.5)	1,787(49.7)	
smoking (%)			0.001
non-smoking	496(18.4)	2,710(75.4)	
smoking	2,001(74.3)	804(22.4)	
past smoking	198(7.4)	80(2.2)	
alcohol frequency (%)			0.001
none	941(35.0)	3,233(89.9)	
daily (nearly)	881(32.7)	37(1.3)	
2-3 times/week	531(19.7)	58(1.6)	
1-4 times/month	305(11.3)	130(3.6)	
4-12 times/year	36(1.3)	137(3.8)	
BMI level (kg/m ²)			0.001
<18.5	242(9.2)	312(8.9)	
18.5-<21.0	858(32.5)	850(24.2)	
21.0-<23.5	942(35.7)	1085(30.9)	
23.5-<26	426(16.2)	752(21.4)	
26=<	169(6.4)	511(14.6)	

(21.4%)로 비교적 고르게 분포하였으며 BMI 26이상으로 비만한 경우도 511명(14.6%)로 남자보다 많았다.

2. BMI 수준에 따른 일반적 특성의 비교

1) BMI 수준에 따른 일반적 특성의 비교 - 남자

평균연령은 BMI 수준별로 유의한 차이가 있었으며 (P=0.0001), BMI 18.5미만이 68.9세로 다른 BMI 수준에 비해 나이가 가장 많았다(Table 3). BMI 수준에 따라 배우자가 있는 경우와 없는 경우의 분포의 차이는 보이지 않았다(P=0.271). 직업에서 BMI 수준간 분포의 차이는 없었다(p=0.066). BMI 수준의 전 구간에서 만성질환 이환이 있었던 경우보다 없는 경우가 더 많았으며, BMI 수준간 분포의

차이는 없었다(P=0.361), 건강인식도에 있어서는 BMI 수준에 따라 인식도에 차이가 있었으며(P=0.001), BMI가 낮을수록 같은 연령에 비해 더 나쁘다고 응답한 비율이 상대적으로 높았다. 흡연은 BMI가 증가할수록 비흡연이 많았고, BMI가 낮을수록 현재 흡연이 증가함을 볼 수 있었고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다 (P=0.001). 음주빈도는 BMI 수준간 분포의 차이가 없었다(P=0.114).

2) BMI 수준에 따른 일반적 특성의 비교 - 여자

평균연령은 BMI 수준별로 유의한 차이를 보였으며(P=0.0001), BMI 수준 18.5미만이 나이가 70.7세로 다른 BMI 수준에 비해 나이가 가장 많았다(Table 4). BMI 수준에 따라 배우자가 있는 경우와 없는 경우의 분포가 통계적으로 유의

Table 3. Distribution of baseline characteristics by BMI (male)

	Body mass index					p-value
	<18.5	18.5-<21	21-<23.5	23.5-<26	=>26	
mean age	68.9±8.0	66.9±7.5	65.7±7.1	65.0±6.1	65.0±6.1	0.0001
marital partner (%)						
yes	86.3	88.5	88.5	90.6	92.3	0.271
no	13.7	11.5	11.5	9.4	7.7	
occupation(%)						
agriculture	85.5	86.1	85.2	88.0	78.7	0.066
non-agriculture	14.5	13.9	14.8	12.0	21.3	
chronic disease(%)						
yes	49.6	46.4	43.0	44.4	44.4	0.361
no	50.4	53.6	57.0	55.6	55.6	
self cognitive health level (%)						
alike	41.9	49.6	53.9	53.5	52.1	0.001
more good	19.1	26.0	26.5	30.8	30.2	
more bad	39.0	24.4	19.7	15.7	17.8	
smoking(%)						
non-smoking	11.6	14.2	19.8	20.9	38.5	0.001
smoking	82.2	78.9	73.5	70.9	52.7	
past smoking	6.2	6.9	6.8	8.2	8.9	
alcohol frequency(%)						
none	40.5	37.0	31.7	32.5	39.1	0.114
daily(nearly)	26.5	31.6	35.9	31.1	30.8	
2-3 times/week	17.4	20.3	19.9	21.2	18.9	
1-4 times/month	13.6	9.9	11.3	14.1	9.5	
4-12 times/year	2.1	1.3	1.3	1.2	1.8	

Table 4. Distribution of baseline characteristics by BMI (female)

	Body mass index					p-value
	<18.5	18.5-<21	21-<23.5	23.5-<26	=>26	
mean age	70.7±9.0	68.6±9.0	66.3±8.3	66.0±7.6	64.9±7.5	0.0001
marital partner (%)						
yes	36.3	44.3	50.6	50.7	52.8	0.001
no	63.7	55.7	49.4	49.3	47.2	
occupation(%)						
agriculture	77.9	82.5	83.1	80.9	73.6	0.001
non-agriculture	22.1	17.6	16.9	19.2	26.4	
chronic disease(%)						
yes	46.5	48.4	50.8	48.7	54.6	0.108
no	53.5	51.7	49.2	51.3	45.4	
self cognitive health level (%)						
alike	52.2	49.9	54.0	55.1	56.2	0.001
more good	13.8	21.6	23.5	23.0	20.0	
more bad	34.0	28.5	22.5	22.0	23.9	
smoking(%)						
non-smoking	54.8	69.1	77.9	82.5	82.6	0.001
smoking	43.3	28.4	20.0	15.2	15.7	
past smoking	1.9	2.6	2.1	2.4	1.8	
alcohol frequency(%)						
none	89.1	90.0	89.1	90.0	91.2	0.902
daily(nearly)	1.0	1.2	1.1	0.8	1.2	
2-3 times/week	0.6	1.4	2.2	1.5	1.2	
1-4 times/month	4.2	3.8	3.9	3.5	3.3	
4-12 times/year	5.1	3.7	3.7	4.3	3.1	

한 차이를 보여 남자의 경우와 대조를 보였다(P=0.001). 직업은 BMI 수준 모든 구간에서 농업이 농업외에 비해 많았고 BMI 수준간 분포의 차이를 보였다(P=0.001). 만성질환 이환 여부의 경우 이환된 적이 있는 경우와 없는 경우 통계적으로 유의한 차이는 없었으며(P=0.108), 건강인식도에 있어서 BMI 수준에 따른 분포의 차이가 있었다(P=0.001). 흡연은 남자의 경우에서와 같이 BMI가 증가할수록 비흡연이 많았고, BMI가 낮을수록 현재 흡연이 증가함을 볼 수 있었으며, 통계적으로 유의한 결과를 보였다(P=0.001). 음주빈도는 BMI 수준간 분포의 차이가 없었다(P=0.902).

3. 비례위험 회귀모형으로 살펴본 BMI와 사망과의 관계

BMI가 사망률에 미치는 영향을 알아보기 위해 Cox's regression을 통해 남녀 별 사망에 영향을 미치는 변수들의 회귀

모형을 구하였다. BMI와 사망과의 유의성을 검정한 후, 연령, 배우자 유무, 건강인식도, 흡연습관, 직업, 만성병 이환 유무, 음주빈도, 흡연습관을 모형에 포함시켰다. 모형의 적합성 검정 결과 남자의 회귀모형에서 -2 Log Likelihood 가 18580.873, chi-square 는 573.268 (p=0.0001)로서 유의하였고, 여자에서는 -2 Log Likelihood 가 17390.001, chi-square 는 1065.518 (p=0.0001)로서 유의하였다.

남자의 경우 연령이 증가할수록 사망의 위험비(Hazard ratio)는 1.08(1.08-1.09, 95% CI)로 유의하게 증가하는 결과를 확인할 수 있었고(Table 5), 배우자 유무에 따른 사망의 위험비는 배우자가 있는 경우를 기준으로 배우자가 없는 경우가 1.21(1.03-1.42, 95% CI)로 통계적으로 유의하였다. 직업이 비농업인 경우를 기준으로 농업인 경우가 사망의 위험비는 1.00(0.85-1.18)로 통계적인 유의성은

없었고, 만성질환이 없는 경우를 기준으로 만성질환이 있는 경우가 사망의 위험비는 1.09(0.97-1.23)으로 통계적인 유의성이 없었다. 건강인식도는 자신의 건강이 같은 연령에 비해 '비슷하다'고 생각하는 경우를 기준으로 '더 좋다'고 생각하는 경우 사망의 위험비는 0.87(0.76-1.00, 95% CI)로 통계적으로 유의하지 않았고, '더 나쁘다'고 대답한 경우가 1.50(1.30-1.73, 95% CI)로 통계적으로 유의하였다. 흡연에 대한 사망의 위험비는 비흡연자를 기준으로 현재 흡연자가 1.19(1.02-1.39, 95% CI)로 높았고 통계적으로 유의하였으며, 금연자는 1.03(0.79-1.35, 95% CI)로 통계적으로 유의하지 않았다. 음주빈도에 대한 사망의 위험비는 비음주자를 기준으로 매일 혹은 거의 매일 술을 마시는 경우에는 1.25(1.09-1.44, 95% CI)로 통계적으로 유의하였으나, 1주일에 2-3회 마시는 경우에는 0.99(0.84-1.17, 95% CI), 한달에

Table 5. Hazard ratio of all-cause mortality of risk factors by gender

variable	male			female		
	Exp(B)	95% CI lower	95% CI upper	Exp(B)	95% CI lower	95% CI upper
age	1.08	1.08	1.09	1.12	1.11	1.12
marital partner (yes)						
no	1.21	1.03	1.42	1.01	0.88	1.17
occupation (non-agriculture)						
agriculture	1.00	0.85	1.18	1.05	0.90	1.21
chronic disease (no)						
yes	1.09	0.97	1.23	1.21	1.07	1.37
self cognitive health level (alike)						
more good	0.87	0.76	1.00	1.00	0.86	1.17
more bad	1.50	1.30	1.73	1.60	1.39	1.85
smoking (none)						
smoking	1.19	1.02	1.39	1.14	0.99	1.31
past smoking	1.03	0.79	1.35	1.14	0.83	1.57
alcohol frequency (none)						
daily(nearly)	1.25	1.09	1.44	1.60	0.99	2.59
2-3 times/week	0.99	0.84	1.17	1.42	0.90	2.22
1-4 times/month	1.08	0.89	1.31	1.02	0.73	1.43
4-12 times/year	1.31	0.83	2.08	0.75	0.52	1.07
BMI level (BMI 21-<23.5)						
BMI<18.5	1.81	1.50	2.19	1.46	1.19	1.78
BMI 18.5-<21	1.31	1.14	1.51	1.12	0.95	1.31
BMI 23.5-<26	1.05	0.87	1.26	1.00	0.84	1.20
BMI >=26	1.39	1.09	1.76	1.09	0.89	1.34

1-4회 마시는 경우가 1.08(0.89-1.31, 95% CI), 일년에 4-12회 마시는 경우가 1.31(0.83-2.08, 95% CI)로 세 경우에서 통계적으로 유의하지 않았다.

여자의 경우 연령이 증가할수록 사망의 위험비는 1.12(1.11-1.12, 95% CI)로 유의하게 증가하는 결과를 확인할 수 있었고(Table 5), 배우자가 있는 경우를 기준으로 배우자가 없는 경우 사망의 위험비가 1.01(0.88-1.17, 95% CI)이었으나 통계적으로 유의하지 않았다. 직업이 비농업인 경우를 기준으로 농업인 경우의 사망의 위험비가 1.05(0.90-1.21, 95% CI)로 통계적으로 유의하지 않았다. 만성질환이 없는 경우를 기준으로 만성질환이 있는 경우 사망의 위험비가 1.21(1.07-1.37, 95% CI)로 통계적으로 유의하였다. 건강인식도는 자신의 건강이 같은 연령에 비해 '비슷하다'고 생각하는 경우를 기준으로 '더 좋다'고 생각하는 경우 사망의 위험비는 1.00(0.86-1.17, 95% CI)로 통계적으로 유의하지 않았고, '더 나쁘다'고 대답한 경우가 1.60(1.39-1.85, 95% CI)로 통계적으로 유의하였다. 흡연에 대한 사망의 위험비는 비흡연자를 기준으로 현재 흡연자가 1.14(0.99-1.31, 95% CI), 금연자가 1.14(0.83-1.57, 95% CI)로 통계적으로 유의하지 않았다. 음주빈도에 대한 사망의 위험비는 비음주자를 기준으로 매일 혹은 거의 매일 술을 마시는 경우 1.60(0.99-2.59, 95% CI), 1주일에 2-3회 마시는 경우에는 1.42(0.90-2.22, 95% CI), 한달에 1-4회 마시는 경우가 1.02(0.73-1.43, 95% CI), 일년에 4-12회 마시는 경우가 0.75(0.52-1.07, 95% CI)로서 모두 통계적으로 유의하지 않았다.

혼란변수의 효과를 배제한 후의 BMI에 따른 사망의 위험비는 BMI 21이상 23.5미만군을 기준군(reference group)으로 하고 나머지 군 각각을 가변수(dummy variable)로 처리한 후 기준군에 대한 다른 군의 사망위험비를 구하였다. 남자의 경우 18.5미만인 그룹이 사망의 위험비가 1.81(1.50-2.19, 95% CI), 18.5이상 21미만이 1.31(1.14-1.51, 95% CI)로서

통계적으로 유의하였고, 23.5이상 26미만이 1.05(0.87-1.26, 95% CI)이었고, 26이상 1.39(1.09-1.76, 95% CI)로서 통계적으로 유의하였다(Table 5). 또한 여자의 경우 18.5미만인 그룹이 1.46(1.19-1.78, 95% CI)로 통계적으로 유의하였고, 그 외 18.5이상 21미만인 그룹이 1.12(0.95-1.31, 95% CI), 23.5이상 26미만인 그룹이 1.00(0.84-1.20, 95% CI), 26이상 1.09(0.89-1.34, 95% CI)로서 통계적으로 유의하지 않았다(Table 5). Table 5의 결과에서 BMI와 사망위험비의 관계를 그림으로 표시한 결과 기준군을 중심으로 BMI가 높아질수록 또는 낮아질수록 사망위험비가 높은 U-Shape의 형태를 보였다(Fig. 1, 2, 3, 4).

고찰

1. 연구방법에 대한 고찰

강화지역은 서울에서 1-2시간 정도 걸리는 거리에 있는 섬으로, 육지와 다리 연결되어 있어 육지와 교류가 원활하나, 1985년 코호트 연구를 시작할 당시에는 도시지역과의 교류가 그리 흔하지 않은 농촌지역이었다. 남자와 여자에서 모두 교육수준이 낮았고 주로 농업에 종사하고 있으며, 연구시작 당시에는 사망의 원인분류가 명확히 되어 있지 않은 경우가 많았다. 한편 강화코호트의 연령별 성별 사망률을 전국민의 사망률과 비교하면 대체적으로 전국 수준과 비슷하나 55-59세 연령에서 남자는 전국 수준보다 사망률이 높고 여자는 전국 수준보다 사망

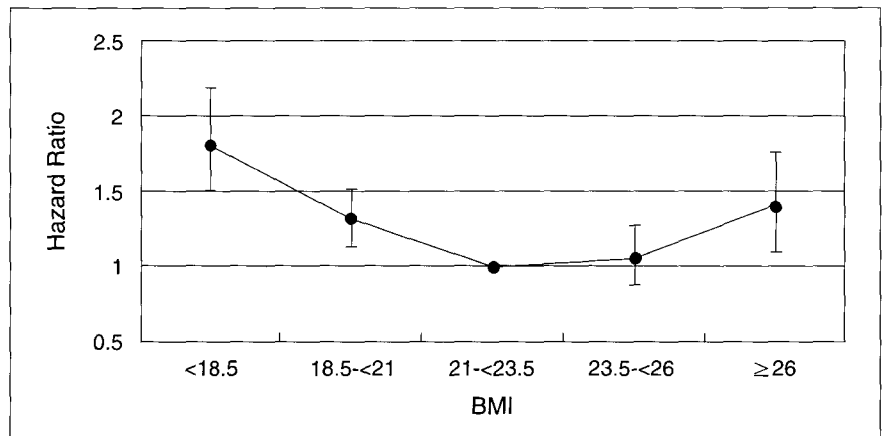


Figure 1. Hazard ratio* of all-cause mortality of BMI.(male)

* Adjusted for age(recruit year), marital status, occupation, chronic disease, self cognitive health status, smoking, drinking.

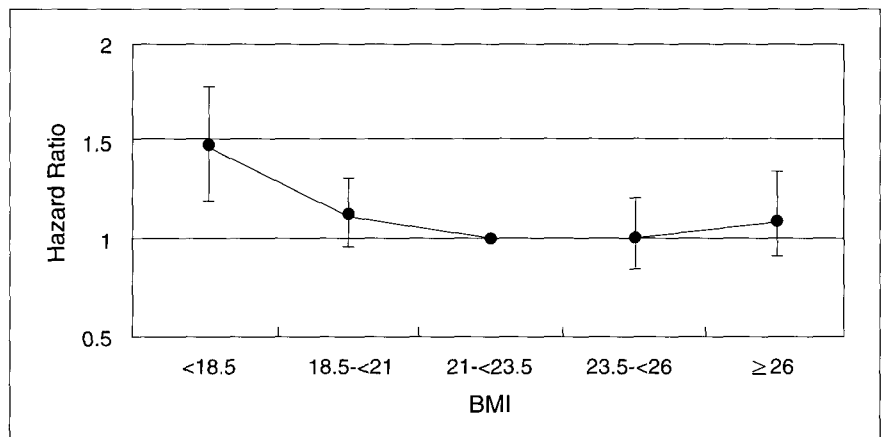


Figure 2. Hazard ratio* of all-cause mortality of BMI.(female)

* Adjusted for age(recruit year), marital status, occupation, chronic disease, self cognitive health status, smoking, drinking.

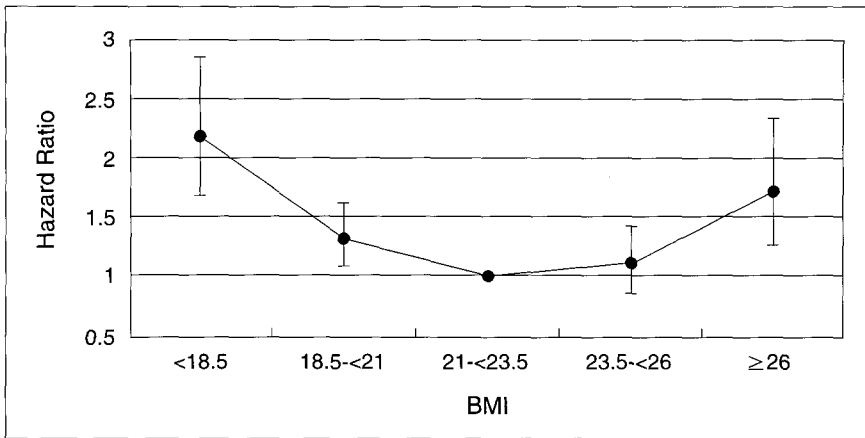


Figure 3. Hazard ratio* of all-cause mortality of BMI.(male)

Based on the survivors on March, 1990 in Kangwha cohort.

* Adjusted for age(recruit year), marital status, occupation, chronic disease, self cognitive health status, smoking, drinking.

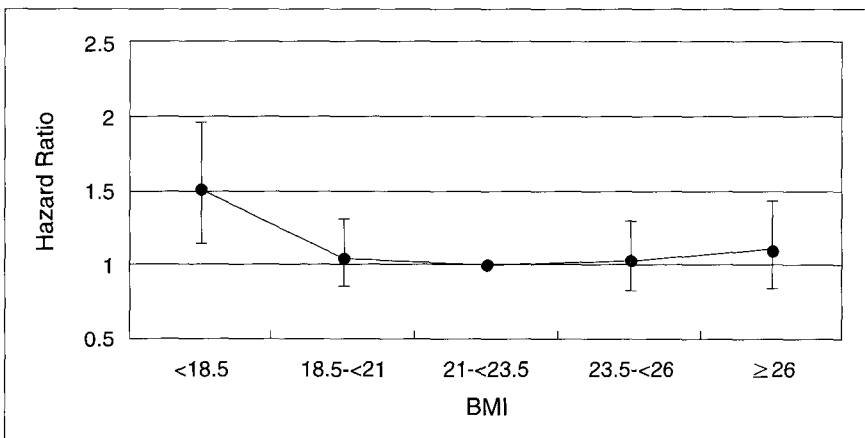


Figure 4. Hazard ratio* of all-cause mortality of BMI.(Female)

Based on the survivors on March, 1990 in Kangwha cohort.

* Adjusted for age(recruit year), marital status, occupation, chronic disease, self cognitive health status, smoking, drinking.

률이 낮았다(Table 7). 도시와 농촌사이에서 사망률에 차이가 나는 것으로 알려져 있으며, 전국의 사망률이 시부와 군부를 합친 것이라는 점에서 볼 때 강화지역이 농촌지역의 특성이 나타난 것이 아닌지 유추해볼 수 있으나 정확히 확인할 수는 없었다.

이 연구에서는 연구 초기에 측정하여 기록한 키와 몸무게를 사용하여 BMI를 계산하였는데, 이는 1996년 사망여부를 조사한 시점보다 11년 전의 기록으로, 사망 당시의 체중과 11년간의 체중변화에 대해 고려하지 못하였다. 또한 흡연 또는 음주의 변화에 대한 지속적인 조사가 없으므로 인해 연구 초기 조사시로부터 사

망시점까지 영향을 미쳤을 흡연과 음주에 대한 영향을 고려하지 못하였다. 또한 흡연력, 음주력 등의 요인들도 시간에 따라 변화할 수 있으나 이 연구에서는 1985년 한 시점에서 조사한 값으로 분석하였다.

본 연구에서는 비만지표로 BMI를 이용하였다. 비만의 지표로 이용되고 있는 것은 여러가지가 있는데 첫째 수중체중을 잴으로써 전체 몸무게 중 지방이 차지하는 비율을 제시하는 방법, 둘째, 윗팔세 갈래근의 피부두께 혹은 허리 엉덩이 둘레를 측정함으로써 신체 지방 정도를 지표로 제시하는 방법, 셋째, 신장과 체중의 인구 평균치를 이용하여 신장-체중의 상대적 상태를 제시하는 방법, 그리고 신장-

체중의 함수를 이용한 지표(BMI)로 제시하는 방법 등이 있고(배종면과 안윤옥, 1996), 최근에는 체내 전기저항 측정기(bioelectrical impedance)등 사용이 쉬우면서 비교적 정확도가 높은 검사방법이 이용되고 있다(박용우, 1994). 하지만 실험실 수준이 아니라 대규모 인구집단을 대상으로 한 역학연구에서는 체지방을 직접적으로 잴 수 없으므로 체중과 신장계측을 이용하여 간접적으로 체지방을 측정하는데(대한비만학회, 1995), 신체계측이란 대상자를 개별적으로 접촉해야 하며 측정시 발생하는 오류를 줄여야 하는 문제를 가지고 있다. 만약 이전의 체중을 물어 볼 경우 회상에 따른 오류가 있을 수 있으며 대상자가 노인인 경우 대리 응답시 실측치를 물어볼 수 없는 경우가 있다. 또한 BMI는 지방체중(fat mass)이 외에도 제지방 체중(lean body mass)에도 관련이 있어 개인별 체격에 따라서 달라진다는 단점이 있다고 한다(Garn et al., 1986). 이렇게 신장과 체중을 가지고 비만지표를 산출하는 데는 여러 문제점이 있지만 BMI는 키와 상관이 적으면서 체중과는 상당히 연관성이 있기 때문에 가장 만족스런 비만지표로 이용할 수 있다고 본다. 앞으로는 위와 같은 단점들을 보완할 수 있으면서 높은 신뢰도와 정확성을 갖는 비만 측정법이 이용되어야 한다고 본다.

이 연구에서는 회귀모형에 직업변수를 포함시켰는데, BMI는 활동성과 음의 상관관계가 있는 것으로 모든 관련문헌에 보고되어 있는 바, 농업이 비농업에 비하여 활동성이 많은 직업이라는 점과, 농업이 비농업에 비하여 학력, 수입, 농약살포와 관련된 개인 및 환경위생 등에서 차이가 있다는 점, 강화인구의 80% 이상이 농업인구라는 점을 감안할 때 직업변수가 중요한 의미가 있다고 생각하여 모델에 포함시켰다.

본 연구에서는 Cox의 비례위험회귀모형을 이용하여 자료를 분석하였다. Cox 모형과 같은 다중분석모형에서는 변수들 간의 다중공선성의 문제가 발생할 수 있고, 일반선형모형에서는 다중공선성을 평

Table 6. Hazard ratio of all-cause mortality of risk factors by gender*

variable	male			female		
	Exp(B)	95% CI lower	95% CI upper	Exp(B)	95% CI lower	95% CI upper
age	1.09	1.07	1.10	1.12	1.11	1.13
marital partner (yes)						
no	1.28	1.02	1.60	0.99	0.83	1.19
occupation (non-agriculture)						
agriculture	1.00	0.81	1.25	1.10	0.90	1.34
chronic disease (no)						
yes	0.99	0.84	1.17	1.26	1.07	1.48
self cognitive health level (alike)						
more good	0.90	0.75	1.09	1.05	0.86	1.28
more bad	1.20	0.97	1.49	1.43	1.18	1.73
alcohol frequency (none)						
daily(nearly)	1.28	1.05	1.55	1.58	0.78	3.20
2-3 times/week	0.97	0.77	1.22	0.04	0.51	2.10
1-4 times/month	1.11	0.85	1.45	0.81	0.50	1.32
4-12 times/year	2.39	1.35	4.21	0.70	0.44	1.11
smoking (none)						
smoking	1.08	0.88	1.33	1.51	1.25	1.81
past smoking	0.83	0.57	1.21	2.27	1.48	3.49
BMI level (BMI 21-<23.5)						
BMI<18.5	2.18	1.67	2.84	1.49	1.14	1.96
BMI 18.5-<21	1.32	1.08	1.61	1.05	0.85	1.30
BMI 23.5-<26	1.12	0.87	1.43	1.02	0.81	1.29
BMI >=26	1.73	1.27	2.34	1.08	0.83	1.41

* Based on the survivors on March, 1990 in Kangwha cohort

Table 7. Gender-age-specific death rate in Kangwha vs in Korea

Kangwha death rate		age	Korea* death rate	
male	female		male	female
2172.4	308.0	55-59	1490.6	544.3
2605.2	908.2	60-64	2237.0	879.7
3879.3	1538.6	65-69	3515.0	1547.9
5799.1	2544.3	70-74	5554.8	2888.9
8886.0	5006.5	75-79	8622.6	5171.7
16439.7	11886.3	over 80	15374.9	11887.9

* National statistical office. 1995 Annual report on the cause of death statistics. 1997.

가하는데 분산확대인자(VIF), 상태지수 등을 살펴볼 수 있다. 그러나 이 연구에서는 대부분의 분석변수가 범주형 자료이므로 분산확대인자나 상태지수 등을 살펴보는 것이 큰 의미가 없다고 판단되어 다중공선성을 평가하기 위한 방법으로 연속형 독립변수인 연령과 BMI는 pearson 상관분석으로, BMI를 5군으로 나눈 변수를 포함한 범주형 변수들은 카이제곱검정에서 제시되는 phi 계수, 분할

계수(contingency coefficient), cramer's V값으로 변수간의 상관성을 살펴보았다. 연령과 BMI의 상관계수는 -0.16378이었고(p=0.0001), 범주형변수에서는 흡연과 음주에서 phi 계수가 0.483 이고 다른 변수들은 모두 0.3이하이었다. 흡연과 음주는 사망률과의 관계에서 중요한 위험요인이므로 회귀모형에 포함시켰고, 상관분석에서 살펴본 상관계수와 카이제곱 검정에서 살펴본 phi 계수 등의 값으로 볼

때 본 연구에 포함된 독립변수들간에 다중공선성은 크게 문제가 되지 않는다고 생각한다.

2. 연구결과에 대한 고찰

흡연은 각종 질병의 위험요인이며 비흡연자에 비해 사망률이 높은 것으로 밝혀져 있다. 본 연구에서는 흡연습관과 사망과의 관계가 남녀 모두에게 있어서 유의하였으며, 흡연에 의한 혼란효과를 배제하기 위해 흡연력을 통제하여 분석하였다. 그러나 흡연을 처음 시작한 연령, 흡연기간, 흡연량 등을 더 자세하게 고려하지 못하여 잔여혼란(residual confounding) 효과를 완전히 통제하지는 못하였다.

음주와 건강과의 관련성을 보면, 과량의 음주는 일반적으로 심혈관 질환, 간경화, 자살, 사고, 두경부암 등의 발생위험을 증가시킴으로써 사망의 위험을 높인다고

알려져 있다(Dyer et al., 1977). 그러나, 소량 또는 적당량의 음주와 사망과의 관계에 있어서는 그동안 많은 연구가 이루어졌음에도 불구하고 아직까지 뚜렷한 결론에 이르지 못하고 있다. 음주가 일반 사망률에 미치는 영향에 관한 연구에는 알콜중독자 또는 과음주자의 사망률이 대조군 또는 소량의 음주자에 비해 높다는 보고(Andreasson et al., 1988)가 있는데 반해, 적당량을 음주하는 사람이 오히려 비음주자 또는 과음주자에 비해 사망률이 낮은 이른바 'U' 또는 'J'자형의 관계를 보인다는 다수의 연구보고도 있다(Blackwelder et al., 1980). 본 연구에서는 음주와 연관된 변수로서 음주빈도를 조사하였다. 그 결과로 여자에 비해 상대적으로 음주량이 많은 남자에서 음주빈도와 사망과의 관계가 통계적으로 유의하였고 ($P=0.048$), 음주량이 적은 여자의 경우 통계적으로 유의하지 않은 결과 ($P=0.065$)를 확인할 수 있었다(Table 5).

최근 체중과 사망률에 관한 많은 연구들이 BMI가 상대적으로 높은 부유한 나라들에서 사는 사람들을 대상으로 수행되어, 낮은 BMI와 사망률과의 관계에 대한 연구결과와 비교하기에는 다소 한계가 있는 것 같다. 예를 들어 체중과 사망률과의 관계를 살펴본 미국 연구들의 자료에 의하면 성인 남성의 가장 낮은 BMI 점수의 시작점을 22.5로 하였는데(Lee et al., 1993; Cornoni-Huntley et al., 1991; Lindsted et al., 1991), 본 연구의 대상자의 BMI의 평균이 남자가 21.7, 여자가 22.6으로 나타났다. 최근 Seidell 등(1996)의 연구에서 BMI 18.5-25인 경우에 비해 18.5미만에서 사망위험도가 2.6배로 나타났으나 BMI 18.5미만인 경우가 적은 숫자였고 대부분 사망 5년 이내에 발병한, 1차적으로 흡연과 관련된 말기 질병의 체중저하에 기인한 결과로 나타났다. 본 연구에서는 사망원인과 사망률과의 관계에 대한 추가적인 연구가 시행되지 않아 그 결과를 확인할 수는 없었으나, 남녀에 있어서 BMI 그룹간에 흡연 여부에서 유의한 차이를 보이는 결과를 확인할 수 있었다(Table 3, Table 4).

이 연구에서는 코호트 구축 당시의 흡연이나 기타 원인으로 인하여 체중이 저하된 경우를 고려하여, 추적시작 이후 5년까지의 사망하거나 추적실패한 사람을 제외하고 90년 3월 현재 생존해 있는 사람들을 대상으로 사망과 BMI와의 관련성을 Cox모형으로 분석한 결과 코호트 전 기간에서의 분석결과와 큰 차이가 없었고(Table 6, Fig. 3, 4) BMI와 사망과의 관련성이 유의한 것을 확인할 수 있었다. 한편 Table 5와 Table 6을 비교해볼 때 남성에서 90년 3월까지 생존한 사람을 대상으로 분석한 결과에서 BMI수준에 따른 위험비가 더 높아진 것을 관찰할 수 있었다. 이 점에 대해서는 첫째, 처음 5년을 제외한 코호트는 90년 3월 생존자를 대상으로 하였으므로 분석에 포함된 최소연령이 60세로 baseline cohort의 55세보다 높으므로 연령이 높은 군에서 BMI와 사망과의 관련성이 더 높다고 생각할 수 있다. 하지만 baseline cohort에서 60세 이상인 사람들만을 대상으로 분석해본 결과 55세 이상 전체코호트를 분석한 결과와 별 차이가 없었다. 둘째로 흡연이나 질병 등 다른 위험요인으로 인하여 체중이 저하된 것을 어느 정도 통제된 상태에서 BMI와 사망과의 관계가 더 강하게 나타난 것이므로 건강하고 오래사는 사람에서 BMI가 상관성이 높은 독립적인 위험요인이라고 생각할 수 있다. 하지만 자신이 인지하고 있는 건강상태가 나쁜 사람을 제외하고 분석하였을 때와, 현재 만성질환이 없는 사람만을 대상으로 분석하였을 때 모두에서 전체코호트 자료에 비해 BMI에 따라 사망위험이 증가하는 현상은 보이지 않았다. 한편 여성에서는 이러한 현상이 뚜렷이 나타나지 않았다는 것을 볼 때 향후 이에 대한 좀더 깊은 연구가 필요하다고 생각한다.

본 연구의 자료를 보았을 때 최소의 사망률을 나타내는 BMI는 기존 연구 결과와 거의 일치하였다. 미국인들은 가장 최근의 이상적 BMI를 18.9-25.1로 정의하였고(Nutrition and Your Health, 1995), 영국사람들을 대상으로 한 전향적 연구에서도 사망률이 가장 낮은 BMI를 20-

23.9로 나타내고 있다. 바꾸어 말하면 식습관과 생활패턴, 체형 등이 동양인과 서양인에서 차이가 있음에도 불구하고, 두 인구집단 모두에서 BMI가 낮거나 높은 경우에 사망률이 같은 범위로 증가하였다(Yuan, 1998).

비만은 당뇨병과 고혈압의 원인이고(Stamler et al., 1978; van Itallie et al., 1985; Colditz et al., 1990; Cassano et al., 1992), 당뇨병과 고혈압은 심혈관 질환의 직접적인 기여요인이다. 본 연구에서는 만성질환 이환 유무에 따른 사망률을 관찰하였으나 만성질환을 세부적으로 분류하여 비교하지 못하였는데, 이러한 요인들은 비만과 직접적으로 연관되어 심혈관 질환에 의한 사망률을 높이는데 기여하므로 앞으로 좀더 추가적인 연구를 통해 높은 BMI군에서의 사망률의 관련요인을 살펴보아야 할 것이다.

본 연구의 BMI에 대한 사망률은 U자형의 형태를 나타내었는데 이는 외국의 여러 연구와 일치하는 결과이며, 또한 중국인을 대상으로 하는 연구결과(Lee I-M, 1993)와도 일치하였다. 우리나라 사람들을 대상으로 한 BMI와 사망률과의 관계를 밝힌 연구사례는 아직 없으나 점점 건강에 대한 관심도가 높아지면서 체중이나 비만을 건강의 척도로 생각하는 경향이 점점 증가하고 있으며, 체중이나 BMI를 통한 보건학적 접근이 흔히 시도되고 있다. 따라서 앞으로 이러한 연구가 계속 진행되어 더욱 의미 있는 결과들이 많이 나와야 할 것으로 생각한다.

결론

성인의 BMI가 사망률에 미치는 영향에 대하여 알아보기 위하여 55세 이상의 강화도 지역주민 6,291명을 대상으로 10년 10개월간 추적한 코호트 연구의 결과는 다음과 같다.

연령은 남녀 모두에서 BMI 수준별로 유의한 차이가 있었고, 남자의 경우 자기 건강수준 인식도와 흡연에서 BMI수준에 따른 유의한 차이가 있었으며, 여자의 경우 배우자 유무와 직업, 자기 건강수준 인

식도, 흡연에서 BMI에 따라 유의한 분포의 차이가 있었다. 흡연과 BMI의 관련성을 보면 흡연은 BMI가 증가할수록 비흡연이 많았고, BMI가 낮을수록 현재 흡연이 증가하였고 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 음주빈도에 있어서는 남녀 모두 BMI수준에 따른 유의한 차이가 없었다.

남자의 경우 나이가 증가함에 따라, 배우자가 없는 경우, 자기 건강수준 인식이 같은 연령에 비해 더 나쁘다고 생각하는 경우, 매일 음주하는 경우, 흡연하는 경우에 있어서 사망의 위험비가 유의하게 증가하였고, 여자의 경우 나이가 증가할수록, 만성질환이 있는 경우, 자기 건강수준 인식이 같은 연령에 비해 더 나쁘다고 생각하는 경우에 위험비가 유의하게 증가하였다.

연령, 배우자 유무, 직업, 만성질환 이환 여부, 자기 건강수준 인식, 흡연력, 음주력을 통제한 후의 BMI 수준에 따른 사망의 위험비는 BMI 21이상 23.5미만을 기준으로 하여 남자의 경우 1.81(1.50-2.19, 95% CI)로 높았으며, 18.5이상 21미만인 군이 1.31(1.14-1.51, 95% CI), 23.5이상 26미만인 군이 1.05(0.87-1.26, 95% CI), 26이상 1.39(1.09-1.76, 95% CI)로 BMI가 낮은 군과 높은 군에서 높은 위험비를 보였다. 또한 여자의 경우 18.5미만인 군이 위험비가 1.46(1.19-1.78, 95% CI)이었으며, 18.5이상 21미만이 1.12(0.95-1.31, 95% CI), 23.5이상 26미만이 1.00(0.84-1.20, 95% CI), 26이상 1.09(0.89-1.34, 95% CI)로 BMI가 낮은 군에서 유의하게 높은 사망률을 보였다. 이상의 결과에서 BMI에 따른 사망의 위험비는 U-shape을 보이는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구에서의 대부분의 변수들(BMI, 나이, 배우자 유무, 만성질환 이환여부, 흡

연력, 음주빈도, 직업, 자기 건강 수준인식도)이 시간에 따라 변화하는 (time-dependent)변수들로서 시간의 변화가 사망에 미치는 영향을 고려할 수 없었다는 제한점이 있으나, 코호트연구를 통하여 BMI와 사망과의 관련성을 알아보고 사망의 위험요인을 찾고자 시도하였다는 점에 그 의의가 있다고 생각한다.

참고문헌

- 대한비만학회 편. 임상비만학. 고려의학, 1990; 171-9
- 박용우. 비만의 평가와 치료. 가정의학회지 1994; 15(11): 749-761
- 배종면, 안윤옥. 비만도 측정 역학조사도구로서의 신체외형도 유용성 평가. 한국역학회지 1996; 18(1): 101-7
- 오희철, 남정모, 이선희. 농약사용과 사망률과의 관계에 대한 코호트 연구. 대한예방의학회지 1991; 24(3): 390-9
- Andreasson S, Allebeck P, Romelsjo A. Alcohol and mortality among young men: longitudinal study of Swedish conscripts. *Br Med J* 1988; 296: 1021-5
- Blackwelder WC, Yano K, Rhoads GG, et al. Alcohol and mortality: the Honolulu Heart Study. *Am J Med* 1980; 68: 164-9
- Cassano PA, Rosner B, Vokonas PS, Weiss ST. Obesity and fat distribution in relation to the incidence of non-insulin-dependent diabetes mellitus: a prospective cohort study of men in the Normative Aging Study. *Am J Epidemiol* 1992; 136: 1474-86
- Colditz GA, Willett WC, Stampfer MJ et al. Weight as a risk factor for clinical diabetes in women. *Am J Epidemiol* 1990; 132: 501-13
- Comoni-Huntley JC, Harris TB, Everett DF et al. An overview of body weight of older persons, including the impact on mortality: the National Health and Nutrition Examination Survey I-Epidemiologic follow up Study. *J Clin Epidemiol* 1991; 44: 743-53
- Dyer AR, Stamler J, Paul O, et al. Alcohol consumption, cardiovascular risk factors, and mortality in two Chicago epidemiologic studies. *Circulation* 1977; 56: 1067-74
- Friedman GD, Petitti DB, Bawol RD, et al. Mortality In cigarette smokers and quitters. *N Engl J Med* 1981; 304(23): 1407-1410
- Gam SM, Leonard WR, Hawthorne VM. Three limitations of the body mass index. *Am J Clin Nutr* 1986; 44: 996-7
- Jacobs D, Rottenborg S. Smoking and weight. The minnesota lipid research clinic. *Am J Public Health* 1981; 71(4): 391-6
- Lee I-M, Manson JE, Hennekens CH, Paffenbarger RS. Body weight and mortality: a 27-year follow up of middle-aged men. *JAMA* 1993; 270: 2823-28
- Leenaars AA, Lester D. Social factors and mortality from NASH in Canada. *Crisis* 1998; 19(2): 73-7
- Lindsted K, Tonstad S, Kuzma JW. Body mass index and pattern of mortality among Seventh-day Adventist men. *Int J Obes* 1991; 15: 397-406
- Metropolitan Life Insurance Company. *Stat Bull*. 1983 (Jan-June):4
- Nutrition and Your Health: Dietary Guidelines for Americans. 4th edn. Washington, DC: US Departments of Agriculture and Health and Human Services. *Home and Garden Bulletin* No.232, 1995
- Seidell JC, Verschuren WMM, van Leer EM, Kronhout D. Overweight, underweight, and mortality: a prospective study of 48287 men and women. *Arch Intern Med* 1996; 156: 958-63
- Stamler R, Stamler J, Riedlinger WF, Algera G, Roberts RH. Weight and blood pressure. *JAMA* 1978; 240: 1607-10
- van Itallie TB. Health implications of overweight and obesity in the United States. *Ann Intern Med* 1985; 103: 983-88
- World Health Organization. Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. Geneva, Switzerland:1995. WHO Technical Report Series 895
- Yuan J-M, Ross RK, Wang X-L, Gao Y-T, Henderson BE, Yu MC. Morbidity and mortality in relation to cigarette smoking in Shanghai, China: a prospective male cohort study. *JAMA* 1996; 275: 1646-50