

허베이 스피리트호 원유유출시 방제작업과 대사증후군의 연관성

이익진* · 장봉기**† · 이종화** · 손부순** · 정해관*** · 하미니**** · 최영현***** · 박명숙*****

*제이에스 산업보건연구소
**순천향대학교 환경보건학과
***성균관대학교 의과대학
****단국대학교 의과대학
*****태안환경보건센터

Association between Metabolic Syndrome and Participation in Clean-up Work at the Hebei Spirit Oil Spill

Ik-Jin Lee*, Bong-Ki Jang**†, Jong-Wha Lee**, Bu-Soon Son**, Hae-Kwan Cheong***, Mina Ha****, Young-Hyun Choi*****, Myungsook Park*****

*JS Occupational Health Research Center

**Department of Environmental Health Science, Soonchunhyang University

***Sungkyuonkwan University School of Medicine

****Dankook University College of Medicine

*****Taeon Environmental Health Center

ABSTRACT

Objectives: We aimed to assess the risk of metabolic syndrome one year after the 2007 Hebei Spirit oil spill in Taean, Korea among people exposed to spilt oil during clean-up work.

Methods: A total of 6,923 adults, including 3,019 males and 3,904 females, participated in the study. Health examinations and blood tests (total cholesterol, triglycerides, HDL, fasting blood sugar) were performed. A logistic regression model adjusting for age, gender, smoking history, drinking history, income, education, and marital status was used to estimate the risk of metabolic syndrome associated with the level of oil spill exposure.

Results: The prevalence of metabolic syndrome was 24.9% among males and 18% among females. Compared with people living within 20 km of the coastline, the risk of metabolic syndrome among people living within 0.8 km of the coastline was significantly higher (male OR=1.696, 95% CI=1.320-2.178, female OR=1.992, 95% CI=1.549-2.561), including a significant dose-response relationship for distance from early contaminate coastline ($p<0.001$). The risk of metabolic syndrome was higher according to the increase of duration of cleaning work. The risk of metabolic syndrome among people who participated in the clean-up work for more than 116 days, compared with people who participated in the cleaning work for or less 14 days, was significantly higher (male OR=1.845, 95% CI=1.448-2.353, female OR=1.752, CI=1.378-2.228), with a significant dose-response relationship for days of clean-up work ($p<0.001$).

Conclusion: This study showed that there is a significant association between exposure to the oil spill during the clean-up work, distance from early contaminate coastline and the risk of metabolic syndrome in a dose-response manner.

Keywords: Clean-up worker, Hebei Spirit oil spill, metabolic syndrome

†Corresponding author: Department of Environmental Health Science, Soonchunhyang University, 22 Soonchunhyang-ro, Asan-si, Chungnam, 31538, Korea, Tel: +82-41-530-1268, Fax: +82-41-530-1272, E-mail: jangbk@sch.ac.kr
Received: 20 April 2015, Revised: 14 October 2015, Accepted: 14 October 2015

I. 서 론

2007년 12월 7일 오전 7시 10분 만리포 북서쪽 10 km 해상에 삼성중공업 예인선단(1척, 10,800톤급)의 크레인 부선과 홍콩 선적의 유조선 허베이 스피리트호(HEBEI SPIRIT, 146,858톤급)가 충돌해 원유탱크 3개가 파손되었고, 약 12,547 kL (약 10,900t)의 원유가 태안 앞바다로 유출되어 연안 1,052 km가 오염되었다. 이것은 지금까지 국내에서 발생한 최대 원유유출 사고인 씨프린스호(1995년) 침몰사고 당시 원유유출량(약 5,000 kL)의 두 배가 넘는 양으로, 우리나라 원유유출 사고 역사상 최대 규모이다. 대규모 원유유출 사고였지만 방제작업을 위해 전국의 수많은 국민들과 태안지역 주민들의 노력도 함께 진행되었다. 2008년 7월 4일까지 육상 방제 활동에 참여한 총 누적인원은 2,122,296명이며, 이 중 지역 주민 556,343명과 자원 봉사자 1,226,730명을 중심으로 방제작업이 이루어 졌다. 그러나 사고 당시 초기의 급박한 상황으로 인하여 기본적인 보호구도 갖추어지지 못한 상태에서 방제작업이 이루어졌다. 급성기 노출의 경우 해안가에 거주하고 있는 지역주민이나, 해안가에서 방제작업을 한 인원은 초기 5일간 높은 농도의 휘발성유기화합물(이하 VOCs)과 다환방향족탄화수소류(이하 PAHs)에 노출되었다.¹⁾

허베이 스피리트호 유출사고로 태안해역으로 유출된 원유는 세 가지 종류로, 아랍에미레이트산 원유(UAE Upper Zakum), 쿠웨이트산 원유(Kuwait Export), 이란산 중질유(Iranian Heavy)이다. 세 가지 원유의 API 지수는 31.0 - 33.7(비중 0.856 - 0.870)의 범위로 유사한 물리적 특성을 보여주며, 현재까지 일반적인 화학적 조성은 이란산 중질유가 가장 잘 알려져 있다. 포화탄화수소류가 53%, 방향족탄화수소류가 30%로 대부분을 차지하고, 극성화합물은 17%, 그리고 일부 미량중금속 중 바나듐이 81ppm으로 가장 높게 함유되어 있다. 원유 내 분석대상 방향족탄화수소 화합물의 종류는 크게 휘발성유기화합물, 다환방향족탄화수소화합물 계통과 중금속으로 나누어 볼 수 있다.²⁾

Ha 등³⁾은 전세계적으로 원유유출 사고로 인한 건강 영향에 대한 연구는 1989년부터 2008년까지 출판된 것들로서, 종설 1편, 원저 24편, 보고서 1편이었고, 총 7가지의 원유유출 사고와 관련되어 있

었으며, 이러한 연구들의 대부분은 생태계의 복원과 관련된 것들이고, 일부의 건강영향에 대한 연구들은 급성기 건강영향에 관한 단면조사들이며, 극히 일부에서 단기간의 추적조사가 이루어졌을 뿐이라고 하였다. 이처럼 원유유출이 중장기적으로 건강상 어떠한 영향이 있으며, 특정 질환에 대한 위험도가 증가하는지에 대하여 연구된 바는 거의 없는 실정이다.

원유유출 당시 태안지역의 대부분의 주민들은 원유 속에 포함된 다양한 유해물질에 노출되었다. 이러한 노출이 건강상의 영향이 있다는 것은 2009년에 실시한 허베이 스피리트호 중장기 건강영향 조사에서 혈압, 일반 혈액검사, 간기능 검사, 당화혈색소 및 폐기능 검사에서 원유유출로 인한 영향을 보였고 보고하였다.⁴⁾

대사증후군이란 고중성지방혈증, 고혈압, 당대사이상 및 비만과 같은 관상동맥 위험인자가 함께 나타나는 증후군을 말한다. X-증후군 또는 인슐린 저항 증후군 등으로 불리어 왔으며, 이러한 대사증후군의 명확한 발생기전은 밝혀지지 않았으나 인슐린 저항이 주요 역할을 하는 것으로 알려져 왔다.⁵⁾ 이후 여러 과정을 거쳐 1998년 WHO에서 대사증후군으로 명명하였다.⁶⁾

대사증후군의 경우 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (이하 NCEP ATP III)에서는 임상에서 대사증후군을 손쉽게 진단하기 위해 복부비만, 고혈압, 내당능장애, 고중성지방혈증, 저고밀도콜레스테롤혈증의 5가지 위험 요인 중 3개 이상에 해당되는 경우를 대사증후군으로 진단하는 지침을 제시하였으며, 이 진단 기준을 만족시키는 경우 허혈성 심질환의 발생률이 상당히 증가하는 것으로 보고되고 있지만 대사증후군이 허혈성 심질환의 발생률을 높이는 기전에 대해서는 여러 가지 가설이 제기되고 있으나 아직까지 확실하게 밝혀진 바는 많지 않다.^{7,8)}

원유유출이 대사증후군을 일으킬 수 있는 발생가능성은 원유유출이 사회경제적인 측면에 영향을 줌으로써 대사증후군을 유발할 수도 있다. 사회경제적 상태는 대개 교육정도, 소득수준, 직업 등의 지표를 이용하여 측정하고 있고,⁹⁾ 이런 요인들은 대사증후군에 영향을 주는 식생활이나 운동, 건강행태와 강한 연관성을 가지고 있는 것으로 알려져 있

다.^{10,11)} 직업과 대사증후군과의 연관성을 평가한 한 연구에서는 직업서열이 높은 군에 비해 낮은 군에서 대사증후군이 발생할 위험도가 높았다.¹²⁾ 또한 소득수준과 교육정도가 낮을수록 대사증후군의 발생 위험이 유의하게 증가된다는 연구 결과들도 보고된바 있다.¹³⁻¹⁵⁾

원유유출 사고로 인하여 일반생활습관, 식생활습관 및 정신 심리적인 변화로 인하여 대사증후군을 유발할 수도 있다. 만성스트레스는 음주, 흡연, 환자의 순응도 저하 등을 통해 간접적으로 심혈관질환의 발현에 영향을 줄 수 있다.¹⁶⁾ 또한 대사증후군은 진단명 자체에서 증후군이라는 용어가 포함된 것처럼 아직 정확한 병태생리 기전이 밝혀져 있지 않지만 인슐린 저항성을 매개로 하여 생활습관과 아주 밀접한 관계를 가지고 있음을 알 수 있다.¹⁷⁾

유전적 요인으로 Liese 등¹⁸⁾은 부모가 당뇨병과 고혈압인 경우 자녀들에게 대사증후군 발생이 증가한다고 보고하였고, Hunt 등¹⁹⁾은 당뇨나 혈압에 대한 가족력은 대사증후군 발생에 큰 영향을 준다고 보고하였다. 이처럼 유전적인 소인들이 존재함으로써 대사증후군이 발생될 수도 있다. 또 원유 자체가 인체에 영향을 주어 대사증후군을 유발할 수 있을 것이라 여겨진다.

원유유출 사고 직후에는 VOCs와 PAHs가 주요한 위해요인이었지만 시간이 지나면서 VOCs는 사고 초기 한 달 동안 높은 농도를 유지하다 급감하고, PAHs 등 잔존 유류성분은 대기, 해양 등의 환경매질을 통하여 이동하고 축적된다.^{4,20)} Baja 등,²¹⁾ Park 등,²²⁾ Choi 등²³⁾은 PAHs 노출과 인슐린 저항성 수치를 관찰한 결과 노인 특히 과체중 노년 여성의 인슐린 저항성을 높이며, 인슐린 저항성이 높아지면 인체는 혈당을 효과적으로 사용하지 못해 대사증후군은 물론 심장병과 당뇨병 등까지 초래할 수 있다고 보고하였다. 이러한 연구사례는 원유유출시 방제작업자들의 대사증후군 발병 위험도를 높일 수 있는 근거가 될 수 있을 것으로 여겨진다.

태안지역의 허베이 스피리트호 원유유출 사고의 경우 지역에 거주하는 주민들이 짧게는 4일에서 길게는 1년 이상 방제작업에 참여하면서 원유의 여러 가지 성분에 단기간 혹은 장기간 노출되었으며, 사고지점과 거주하는 곳과의 거리에 따라 노출 정도가 다양하기 때문에 이에 따른 영향이 다를 것으로 여

겨진다.

따라서 본 연구에서는 태안지역 원유유출로 인하여 당시 방제작업을 실시한 사람들을 대상으로 하여 사고 초기 오염 해안선으로부터 거주지와의 거리 및 방제작업일수가 대사증후군 발병 위험도에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 연구 대상

태안군 전체 인구²⁴⁾ 63,095명 중 허베이 스피리트호 원유유출 사고와 관련하여 환경부 지원으로 2009년 1월부터 2010년 6월까지 시행된 1차 중장기 건강 영향조사 대상자 9,246명 중 사고 직후인 2007년 12월부터 2009년 2월까지 최소 4일부터 최대 449일간 방제작업에 참여한 6,923명을 최종 연구 대상으로 하였다.

조사대상자는 태안군 지역주민 전체와 보령시 오천면 도서지역 주민을 대상으로 하였다. 도서지역(704명)의 경우 4면이 해안으로 이루어져 있어 타 지역 군과는 원유유출로 인한 영향의 차이가 있었을 것이라 보고 분리하여 분석하였다. 도서지역을 제외하고 거주지역과 초기 오염 해안선까지의 거리를 4분위로 나누어 사고 초기 오염 해안으로부터 거리가 20.0 km 이상 군(1,555명), 3.7-20.0 km(1,555명), 0.8 - 3.7 km(1,555명), 0.8 km 이하 거주군(1,554명)으로 구분하여 조사하였다.

원유유출 사고로 인해 오염된 해안의 범위는 태안 반도부터 제주도 일부 해안까지 매우 광범위하게 퍼져 있었다. 하지만 대부분의 VOCs가 사고발생 4일 이내에 많은 양이 휘발되는 것으로 알려져 있으므로, 사고 초기 오염 해안지역에서 고농도의 노출이 발생할 가능성이 높으며, 실제 장기간의 방제작업이 지속되었던 곳이 사고발생 4일째까지의 두꺼운 기름띠가 유입된 오염 해안이다. 본 연구에서는 사고발생 4일 후까지 두꺼운 기름층으로 오염된 학암포에서 파도리까지 약 35 km구간을 사고 초기 오염 해안으로 정의하였다.

2. 연구 방법

조사 내용은 피조사자들의 성, 연령, 신장, 체중, 안정시 혈압(수축기 및 이완기 혈압), 아침 공복시의

Table 1. Clinical definition of the metabolic syndrome

Risk factors	Defining level by NCEP ATP III*
Body Mass Index (kg/m ²)	≥ 25
Blood pressure (mmHg)	Systolic ≥130
	Diastolic ≥ 85
Fasting glucose (mg/dL)	≥110
Triglycerides (mg/dL)	<150
HDL-cholesterol (mg/dL)	Male < 40
	Female < 50

*: National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III

혈청 생화학적 검사 등으로, 신장 및 체중은 자동측정기로 측정하였고, 혈압은 측정 전 5분 이상 편안히 휴식을 취한 후 반자동혈압계(Omron T4, Japan; Omron HEM 907, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 정상혈압을 초과하는 경우 다시 휴식을 취하게 한 후 반복 측정하였다.

혈청 생화학 검사는 피검자들을 12시간 이상 금식한 상태로 상완 정맥에서 채혈하여 Sysmex K4500 (Sysmex corporation, USA)을 사용하여 혈당(fasting glucose; FG), 중성지방(triglyceride; TG), 고밀도지단백 콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol; HDL-C)을 분석하였다.

비만도(body mass index 이하 BMI)는 체중을 신장의 제곱으로 나눈 Quetelet 지수 {BMI=체중(kg)/신장(m)²}로 계산하였으며, BMI의 정상과 이상은 25 미만, 25 이상으로 구분하였다.

과거 병력 및 개인력(흡연, 음주, 수입, 학력, 방제작업 참여 시간 등)은 설문지를 통하여 조사하였다. 조사 방법은 조사원들에 의한 1 대 1 면접 방식으로 진행되었으며, 조사원들은 특정기간 면접 조사 방법에 대해 교육 및 훈련을 받도록 하였다.

이 연구에서는 NCEP ATP III에서 제시한 대사증후군의 진단 기준을 기본으로 하였으나, 비만의 경우에는 세계보건기구의 아시아-태평양 비만치료지침에 근거해 허리둘레 대신 BMI를 사용하였다.^{24,27} 따라서 본 연구에서 사용된 대사증후군의 정의는 Table 1과 같다.

대사증후군의 위험인자 5가지에 대한 상병 지수(morbidity index)는 위험인자가 하나 있을 때마다 1 점씩으로 하여 그 합이 3점 이상일 때 대사증후군

으로 정의하였다.²⁸⁾

본 연구는 연구윤리심의위원회(IRB)를 통과하였으며, 조사대상자에 대하여 동의서를 받고 진행하였다.

3. 통계 분석

수집된 자료의 통계처리는 SPSS(ver. 18.0) 프로그램을 사용하여 분석하였으며 각 요인별 대사증후군의 유병률 비교는 χ^2 -test로 분석하였다. 대사증후군과 관련된 요인을 파악하기 위하여 연령, 성별, 흡연력, 음주력, 학력, 수입, 결혼상태를 보정하여 사고 발생지점과의 거리, 방제작업시간을 독립변수로 하고 대사증후군 유무를 종속변수로 하여 logistic regression analysis로 교차비(odds ratio)와 95% 신뢰구간 및 경향성(trend)을 구하였다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상의 일반적 특성

연구 대상자는 총 6,923명으로 남자가 3,019(43.6%)명, 여자가 3,904(56.4%)명이었다. 연령분포는 20~93세였고, 60대 이상이 60.8%를 차지하고 있었으며, 평균 연령은 남자 61.1세, 여자 61.8세였다. 흡연 유무는 남자는 34.1%가 현재 흡연하고 있었으며, 여자는 1.4%만이 현재 흡연을 하고 있으며, 음주 여부는 남자는 63.9%가 현재 음주를 하고 있으며, 여자는 18.8%만이 현재 음주를 하고 있었다. 소득수준은 2,980(43.0%)명이 월 평균 400만원 이상의 수입을 갖고 있었으며, 결혼상태는 결혼한 상태가 5,590(80.7%)명이었고, 미혼 193(2.8%)명, 사별 990(14.3%)명, 기타 이유로 134(1.9%)명이 혼자 살고 있었다(Table 2).

연구 대상자의 거주지에서 사고 초기 오염해안선까지 거리와 방제작업 일수와의 관계를 보면, 0.8 km 이하의 가까운 곳에 거주하는 군에서는 14일 이하 방제작업에 3.0%, 15-56일 방제작업에 7.3%, 57-115일 방제작업에 30.8%, 116일 이상 방제작업에 51.1%의 주민이 분포하고 있어, 사고 초기 오염해안선까지의 거리가 더 가까운 곳에 거주하고 있을수록 유의하게 오랜 방제작업을 수행하였다($p<0.001$)(Table 3).

연구 대상자의 신체적인 특징을 보면 평균 신장은

Table 2. General characteristics of the study subjects

Variables	Male		Female		Total	
	No.	(%)	No.	(%)	No.	(%)
Age group						
≤ 44	323	(10.7)	259	(6.6)	582	(8.4)
45 - 49	172	(5.7)	250	(6.4)	422	(6.1)
50 - 54	320	(10.6)	483	(12.4)	803	(11.6)
55 - 59	351	(11.6)	553	(14.2)	904	(13.1)
60 - 64	506	(16.8)	624	(16.0)	1,130	(16.3)
65 - 69	544	(18.0)	741	(19.0)	1,285	(18.6)
70 - 74	517	(17.1)	677	(17.3)	1,194	(17.2)
≥ 75	286	(9.5)	317	(8.1)	603	(8.7)
Education (years)						
0	159	(5.3)	1,081	(27.7)	1,240	(17.9)
1 - 6	143	(4.7)	446	(11.4)	589	(8.5)
7 - 9	1,320	(43.7)	1,563	(40.0)	2,883	(41.6)
10 - 12	1,040	(34.4)	679	(17.4)	1,719	(24.8)
≥ 13	349	(11.6)	123	(3.2)	472	(6.8)
No answer	8	(0.3)	12	(0.3)	20	(0.3)
Smoking status						
Non-smoker	1,197	(39.6)	3,819	(97.8)	5,016	(72.5)
Ex-smoker	789	(26.1)	14	(0.4)	803	(11.6)
Current smoker	1,028	(34.1)	54	(1.4)	1,082	(15.6)
No answer	5	(0.2)	17	(0.4)	22	(0.3)
Alcohol						
Non-drinker	824	(27.3)	3,132	(80.2)	3,956	(57.1)
Ex-drinker	263	(8.7)	26	(0.7)	289	(4.2)
Current drinker	1,928	(63.9)	734	(18.8)	2,662	(38.5)
No answer	4	(0.1)	12	(0.3)	16	(0.2)
Income(10,000₩/month)						
≤ 49	169	(5.6)	94	(2.4)	263	(3.8)
50 - 99	197	(6.5)	98	(2.5)	295	(4.3)
100 - 199	358	(11.9)	285	(7.3)	643	(9.3)
200 - 299	679	(22.5)	642	(16.4)	1,321	(19.1)
300 - 399	612	(20.3)	781	(20.0)	1,393	(20.1)
≥ 400	995	(33.0)	1,985	(50.8)	2,980	(43.0)
No answer	9	(0.3)	19	(0.5)	28	(0.4)
Marital status						
Single	142	(4.7)	51	(1.3)	193	(2.8)
Married	2,714	(89.9)	2,876	(73.7)	5,590	(80.7)
Bereavement	83	(2.7)	907	(23.2)	990	(14.3)
Others	74	(2.5)	60	(1.5)	134	(1.9)
No answer	6	(0.2)	10	(0.3)	16	(0.2)
Total	3,019	(100.0)	3,904	(100.0)	6,923	(100.0)

남자 166.5 cm, 여자 153.0 cm 였으며, 평균 체중은 남자 67.3 kg, 여자 57.6 kg 이었다. BMI는 남자 24.2 kg/m² 여자 24.5 kg/m²였다. 혈압은 평균 수축기 혈압이 남자 131.3 mmHg, 여자 128.9 mmHg 였으며, 평균 이완기 혈압이 남자 79.1 mmHg, 여자 76.9 mmHg 였다. 평균 공복시 혈당치는 남자 103.0 mg/dL, 여자 98.8 mg/dL, 평균 HDL-콜레스테롤 수치는 남자 52.6 mg/dL, 여자 54.5 mg/dL, 평균 중성지방 수치는 남자 149.8 mg/dL, 여자 131.1 mg/dL로 나타났으며, 모든 변수에서 남녀간에 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다(Table 4).

2. 대사증후군 인자별 양성률

대사증후군 위험인자별 양성률은 고혈압이 49.2%로 가장 높았으며, HDL-콜레스테롤이 12.6%로 가장 낮게 나타났다. BMI 양성률은 남자 40.1%, 여자 42.3%로 남자가 낮게 나타났으나 유의한 차이는 아니었다. 그러나 고혈압(남자 53.3%, 여자 46.0%), 공복시 혈당(남자 20.2%, 여자 14.6%), HDL-콜레스테롤(남자 14.8%, 여자 10.9%), 중성지방(남자 35.4%, 여자 29.1%)에서 모두 남자에 비해 여자의 양성률이 유의하게 낮았다(p<0.001). 조사 대상자중 77.7%가 대사증후군 양성 항목을 1개 이상 가지고 있었으며, 남자는 80.6%, 여자는 75.5%가 1가지 이상의 대사증후군 양성 항목을 가지고 있었다. 조사 대상자중 남자의 경우 대사증후군 양성 항목을 평균 1.6개 가지고 있었으며, 여자는 1.4개를 가지고 있어 남자가 여자보다 대사증후군 양성 항목을 더 많이 가지고 있었다. 대사증후군 진단 기준인 3항목 이상 양성인 경우는 21.0%였으며, 남자가 24.9%로 여자의 18.0%보다 유의하게 많았다(p<0.001)(Table 5).

3. 원유유출과 대사증후군 유병률

1) 거주지에서 사고 초기 오염 해안선까지의 거리별 유병률
 도서지역을 제외하고 거주지역과 초기 오염 해안선까지의 거리를 4분위로 나누어 대사증후군 유병률을 분석하였다. 거주지에서 사고 초기 오염 해안선까지 거리에 따른 대사증후군 유병률은 남자의 경우 사고 초기 오염 해안으로부터 거리가 20.0 km 이상인 군에서는 23.1%, 3.7-20.0 km 20.9%, 0.8-

Table 3. Frequency distribution of clean-up working time by distance from early contaminate coastline of the study subjects

Distance from early contaminate coastline (km)	Clean-up working time (day)								χ^2 -test
	≤ 14		15 - 56		57 - 115		≥ 116		
	No.	(%)	No.	(%)	No.	(%)	No.	(%)	
≥ 20.0	1,011	(55.3)	412	(24.4)	110	(6.1)	22	(1.4)	<0.001
3.7 - 20.0	525	(28.7)	534	(31.6)	341	(19.0)	155	(9.6)	
0.8 - 3.7	209	(11.4)	427	(25.3)	606	(33.8)	313	(19.4)	
≤ 0.8	54	(3.0)	123	(7.3)	553	(30.8)	824	(51.1)	
Islands	30	(1.6)	192	(11.4)	184	(10.3)	298	(18.5)	
Total	1,829	(100.0)	1,688	(100.0)	1,794	(100.0)	1,612	(100.0)	

Table 4. Physical characteristics of study subjects

Variables	(Unit)	Total	Male	Female	p-value*
		(N=6,923)	(N=3,019)	(N=3,904)	
		Mean \pm S.D. [†]	Mean \pm S.D.	Mean \pm S.D.	
Age	(yrs.)	61.5 \pm 11.2	61.1 \pm 12.1	61.8 \pm 10.5	0.010
Height	(cm)	158.8 \pm 9.0	166.5 \pm 6.2	153.0 \pm 5.9	<0.001
Weight	(kg)	61.8 \pm 10.7	67.3 \pm 10.4	57.6 \pm 8.8	<0.001
BMI	(kg/m ²)	24.4 \pm 3.1	24.2 \pm 3.1	24.5 \pm 3.2	<0.001
Systolic blood pressure	(mmHg)	129.9 \pm 17.0	131.3 \pm 16.3	128.9 \pm 17.5	<0.001
Diastolic blood pressure	(mmHg)	77.8 \pm 11.6	79.1 \pm 11.7	76.9 \pm 11.4	<0.001
Fasting glucose	(mg/dL)	100.6 \pm 25.6	103.0 \pm 28.3	98.8 \pm 23.3	<0.001
HDL-cholesterol	(mg/dL)	53.7 \pm 12.8	52.6 \pm 13.4	54.5 \pm 12.3	<0.001
Triglycerides	(mg/dL)	139.2 \pm 98.6	149.8 \pm 117.4	131.1 \pm 80.1	<0.001

*: t-test

†: Standard deviation

Table 5. The positive rate of individual abnormalities of the metabolic syndrome

Risk factors	Total		Male		Female		χ^2 -test
	(N=6,923)		(N=3,019)		(N=3,904)		
	No.	%	No.	%	No.	%	
BMI	2,860	41.3	1,210	40.1	1,650	42.3	p=0.067
High blood pressure	3,405	49.2	1,610	53.3	1,795	46.0	p<0.001
High fasting glucose	1,178	17.0	609	20.2	569	14.6	p<0.001
HDL-cholesterol	874	12.6	448	14.8	426	10.9	p<0.001
High triglycerides	2,205	31.9	1,068	35.4	1,137	29.1	p<0.001
Morbidity index							
0	1,541	22.3	585	19.4	956	24.5	p<0.001
1	2,182	31.5	944	31.3	1,238	31.7	p=0.694
2	1,746	25.2	737	24.4	1,009	25.8	p=0.173
3	1,018	14.7	514	17.0	504	12.9	p<0.001
4	386	5.6	210	7.0	176	4.5	p<0.001
5	50	0.7	29	0.4	21	0.3	p=0.039
≥ 3	1,454	21.0	753	24.9	701	18.0	p<0.001

3.7 km 24.6%, 0.8 km 이하의 군에서는 33.5%의 대사증후군 유병률을 보여 거리가 가까울수록 유의하게 높은 경향의 유병률을 보였다($p<0.001$). 여자의 경우도 남자와 비슷한 경향이 나타났는데 20.0 km 이상의 군에서는 14.1%, 3.7-20.0km 15.3%, 0.8-3.7 km 18.4%, 0.8 km 이하의 군에서는 24.5%의 대사증후군 유병률을 보여, 거리가 가까울수록 유의하게 높은 경향의 유병률을 나타내었다($p<0.001$). 도서지역의 유병률은 남자 22.3%, 여자 15.4%로 사고 초기 해안으로부터 3.7 km 이상 떨어져 거주하는 군과 비슷한 수준의 대사증후군 유병률을 보였다(Table 6).

대사증후군 유무에 따른 초기 오염 해안으로부터 거주지 거리에 대해 연령, 성, 흡연력, 음주력, 학력, 수입, 결혼상태를 보정하여 20 km 이상 떨어진 지역에 거주하는 군을 기준으로 교차비를 구하였다. 0.8 km 이하에 거주하는 남자의 경우 20 km 이상 떨어져 거주하는 군보다 1.696배 높았고, 여자는 1.992 배 높았다. 전체적으로 사고 초기 오염 해안으로부터 거주지까지의 거리가 가까워질수록 대사증후군 발병 위험도는 유의하게 높아지는 경향성을 나타냈다($p<0.001$)(Table 7).

2) 방제작업 일수에 따른 대사증후군 유병률
 허베이 스피리트호 원유유출 사고 이후 실시한 총 방제작업의 일수를 4분위로 나누어 각 군에 대한 대사증후군 유병률을 분석하였다. 원유유출 사고 이후 실시한 방제작업에 대한 대사증후군 유병률이 방제작업일수에 따라 남자의 경우 14일 이하에서 18.9%, 15~56일 24.7%, 57~115일 25.1%, 116일 이상군이 31.3%의 유병률을 보여 방제작업 일수가 증가함에 따라 대사증후군 유병률도 유의하게 증가하는 경향을 보였다($p<0.001$). 여자의 경우도 이와 비슷하게 나타났는데 14일 이하 15.0%, 15~56일 15.4%, 57~115일 19.0%, 116일 이상군이 23.0%로 유병률이 유의하게 증가하는 경향을 보였다($p<0.001$)(Table 8).

대사증후군 유무에 따른 전체 방제작업일수에 대해 연령, 성, 흡연력, 음주력, 학력, 수입, 결혼상태를 보정하여, 방제작업을 14일 이하 실시한 군을 기준으로 교차비를 구하였다. 남자에서는 방제작업을 116일 이상한 군에서 방제작업을 14일 이하 실시한 군보다 1.845배 높은 대사증후군 발병 위험도를 보였으며, 여자에서는 1.752배 높은 발병 위험도를 보였다. 전체적으로 방제작업 일수가 증가할수록 대사

Table 6. The prevalence of metabolic syndrome according to distance from early contaminate coastline

	Quartile of distance from early contaminate coastline (km)										χ^2 -test [‡]
	≥ 20.0		3.7 - 20.0		0.8 - 3.7		≤ 0.8		Islands		
	No.	Cases*(%)	No.	Cases*(%)	No.	Cases*(%)	No.	Cases*(%)	No.	Cases*(%)	
Male	709	164(23.1)	789	165(20.9)	622	153(24.6)	630	211(33.5)	269	60(22.3)	$p<0.001$
Female	846	119(14.1)	766	117(15.3)	933	172(18.4)	924	226(24.5)	435	67(15.4)	$p<0.001$
Total	1,555	283(18.2)	1,555	282(18.1)	1,555	325(20.9)	1,554	437(28.1)	704	127(18.0)	$p<0.001$

*: three or more risk factor †: except islands

Table 7. Adjusted odds ratio (95% CI) of metabolic syndrome according to distance from early contaminate coastline

	Quartile of distance from early contaminate coastline (km)					Test for trend p-value [‡]
	≥ 20.0	3.7 - 20.0	0.8 - 3.7	≤ 0.8	Islands	
Male*	1	0.812 (0.630 - 1.047)	1.135 (0.876 - 1.472)	1.696 (1.320 - 2.178)	1.000 (0.706 - 1.416)	<0.001
Female*	1	1.173 (0.885 - 1.553)	1.332 (1.027 - 1.726)	1.992 (1.549 - 2.561)	1.168 (0.835 - 1.633)	<0.001
Total [†]	1	0.988 (0.820 - 1.190)	1.218 (1.017 - 1.460)	1.813 (1.523 - 2.159)	1.072 (0.845 - 1.361)	<0.001

*: adjusted for age, smoking, drinking, education, income, marital status

†: adjusted for age, gender, smoking, drinking, education, income, marital status

‡: except islands

Table 8. The prevalence of metabolic syndrome according to clean-up working time

	Quartile of clean-up working time (day)								χ^2 -test
	≤ 14		15 - 56		57 - 115		≥ 116		
	No.	Cases (%)	No.	Cases (%)	No.	Cases (%)	No.	Cases (%)	
Male	789	149 (18.9)	730	180 (24.7)	744	187 (25.1)	756	237 (31.3)	p<0.001
Female	1,040	156 (15.0)	958	148 (15.4)	1,050	200 (19.0)	856	197 (23.0)	p<0.001
Total	1,829	305 (16.7)	1,688	328 (19.4)	1,794	387 (21.6)	1,612	434 (26.9)	p<0.001

Table 9. Adjusted odds ratio (95% CI) of metabolic syndrome according to clean-up working time

	Quartile of clean-up working time (day)				Test for trend p-value
	≤ 14	15 - 56	57 - 115	≥ 116	
Male*	1	1.344 (1.048 - 1.724)	1.428 (1.114 - 1.831)	1.845 (1.448 - 2.353)	<0.001
Female*	1	1.037 (0.810 - 1.329)	1.295 (1.025 - 1.635)	1.752 (1.378 - 2.228)	<0.001
Total†	1	1.192 (1.001 - 1.419)	1.377 (1.163 - 1.631)	1.817 (1.534 - 2.152)	<0.001

*: adjusted for age, smoking, drinking, education, income, marital status

†: adjusted for age, gender, smoking, drinking, education, income, marital status

Table 10. Adjusted odds ratio (95% CI) of metabolic syndrome according to distance from early contaminate coastline and clean-up working time

	Quartile of distance from early contaminate coastline (km)					Test for trend p-value‡
	≥ 20.0	3.7 - 20.0	0.8 - 3.7	≤ 0.8	Islands	
Male*	1	0.727 (0.557 - 0.950)	0.956 (0.717 - 1.275)	1.315 (0.963 - 1.795)	0.796 (0.546 - 1.162)	<0.001
Female*	1	1.151 (0.857 - 1.545)	1.243 (0.919 - 1.680)	1.693 (1.224 - 2.343)	1.024 (0.697 - 1.504)	0.023
Total†	1	0.910 (0.749 - 1.106)	1.049 (0.854 - 1.287)	1.417 (1.137 - 1.767)	0.868 (0.666 - 1.131)	<0.001

	Quartile of clean-up working time (day)				Test for trend p-value
	≤ 14	15 - 56	57 - 115	≥ 116	
Male§	1	1.391 (1.074 - 1.802)	1.357 (1.023 - 1.800)	1.606 (1.190 - 2.166)	0.005
Female§	1	0.955 (0.731 - 1.249)	1.052 (0.791 - 1.399)	1.345 (0.984 - 1.837)	0.040
Total	1	1.183 (0.985 - 1.421)	1.238 (1.015 - 1.509)	1.527 (1.234 - 1.890)	<0.001

*: adjusted for age, smoking, drinking, education, income, marital status, clean-up working time

†: adjusted for age, gender, smoking, drinking, education, income, marital status, clean-up, working time

‡: except islands

§: adjusted for age, smoking, drinking, education, income, marital status, distance

||: adjusted for age, gender, smoking, drinking, education, income, marital status, distance

증후군 발병 위험도가 유의하게 증가하는 경향성을 나타내었다($p < 0.001$)(Table 9).

3) 거주지에서 사고 초기 오염 해안선까지 거리와 방제작업 일수에 따른 대사증후군 발병 위험도

거주지에서 사고 초기 오염 해안선까지의 거리와 방제작업 일수에 따른 영향을 알아보기 위하여 추가 보정을 통하여 분석하였다. 먼저 거리에 따른 대사증후군 발병 위험도를 보기 위하여 총 방제일수를 추가 보정하여 교차비를 구한 결과 남자의 경우 20 km 이상 떨어져서 거주하는 군보다 0.8 km 이내에 거주하는 군에서 1.315배 높은 대사증후군 발병 위험도를 보였으나 유의하지는 않았고, 거주지로부터 초기 오염 해안선과의 거리가 가까워질수록 대사증후군 발병 위험도가 유의하게 높아지는 경향성을 보였다($p < 0.001$). 여자에서도 20 km 이상 떨어져서 거주하는 군보다 0.8 km 이내에 거주하는 군에서 1.693배 유의하게 높은 대사증후군 발병 위험도를 나타내었고, 거주지로부터 초기 오염 해안선과의 거리가 가까워질수록 대사증후군 발병 위험도가 유의하게 높아지는 경향성을 보였다($p = 0.023$).

방제작업 일수에 따른 영향을 보기 위하여 초기 오염 해안선으로부터 거주지까지의 거리를 추가 보정하여 교차비를 구한 결과 남자에서는 방제작업을 14일 이하 실시한 군 보다 116일 이상 실시한 군에서 남자는 1.606배 유의하게 높은 수준을 보였으며, 방제작업 일수가 증가할수록 대사증후군 발병 위험도가 유의하게 높아지는 경향성을 보였다($p = 0.005$). 여자에서는 방제작업을 14일 이하 실시한 군 보다 116일 이상 실시한 군에서 1.345배 높은 대사증후군 발병 위험도를 보였으나 유의하지는 않았고, 방제작업일수가 증가할수록 대사증후군 발병 위험도가 유의하게 높아지는 경향성을 보였다($p = 0.040$)(Table 10).

IV. 고 찰

본 연구에서 고혈압 양성율은 남자 53.3%, 여자 46.0%, 체질량지수(BMI)가 남자 40.1%, 여자 42.3%, 고중성지방혈증이 남자 35.4%, 여자 29.1%로서 다른 두 가지 요인보다 높은 수준의 양성률을 보였다. 본 연구의 대사증후군 진단기준 항목 중 1가지

이상 양성을 나타낸 사람이 남자 80.6%, 여자 75.5%였다. 이 같은 결과는 상당수의 주민이 대사증후군 위험에 노출되어 있음을 보여준다.

초기 오염 해안선으로부터 거주지까지의 거리와 관련한 대사증후군 발병 위험도를 보면 0.8 km 이내에 거주하는 군에서 20 km 이상 떨어져 거주하는 군보다 남자 1.696배, 여자 1.992배 유의하게 높은 경향성을 보였으며, 방제작업일수와 관련한 대사증후군 발생 위험도는 방제작업을 116일 이상 실시한 군에서 14일 이하 실시한 군보다 남자 1.845배, 여자 1.752배 유의하게 높은 대사증후군 발병 위험도를 보였다.

대사증후군 유병률 관련 여러 연구 결과를 보면 1998년 국민건강영양조사에 참여한 사람을 대상으로 조사된 유병률은 남자 20.1%, 여자 23.9%였고,²⁹⁾ 2005년 국민건강영양조사 자료에서는 성인의 대사증후군 유병률이 2001년 29.0%, 2005년 24.1%로 보고되어 있다. 최근 미국에서 과거 10년 사이 대사증후군 유병률을 조사한 결과 성인 남자는 24.0%에서 33.5%로, 여자는 23.4%에서 35.3%로 급격히 증가하였다.^{30,31)} 이것은 최근 들어 대사증후군이 더욱 증가하는 양상을 보이고 있음을 말해주고 있다. 본 연구 결과에서는 전체 조사대상자들의 대사증후군 유병률이 21.0% (남자 24.9%, 여자 18.0%) 수준을 보였다. 이러한 수준은 미국에 비해서도, 현재 대한민국 일반 인구집단보다도 낮은 수준이지만 각 연구마다 서로 다른 진단기준, 연령 표준화 및 표준 인구의 고려 없이 집단 간의 대사증후군 유병률을 직접 비교하기에는 어려움이 있다고 여겨진다.

미국 National Health and Nutrition Examination Survey III³⁰⁾에 따르면 대사증후군 유병률은 20대에서 60대까지 남녀 모두 증가하며 60세 이후 45%까지 증가하는 것으로 보고되었다. 또한 국내의 연구 결과들에서 20대 이상 성인의 대사증후군 유병률은 아시아 태평양 지역 기준 하에서 19.8%(남자 16.7%, 여자 22.4%)를 보였으며,³²⁾ 2005년 국민건강영양 조사결과에서는 60세에서 69세에서는 49.8%, 70세 이상은 52.7%로 나이가 들에 따라 유병률이 증가하는 추세를 보이고 있다. 또한 조선소 근로자에 대한 대사증후군 유병률은 30대 11.3%, 40대 16.1%, 50대 18.5%였다.³³⁾ 이는 본 연구의 결과와는 상이한 결과를 보이고 있는데, 본 연구에서는 남자의 경우 50세

이후 대사증후군 유병률이 감소하는 경향을 보였고, 여자의 경우 70세 이후 감소하는 경향을 보였다. 이는 연구대상자가 방제작업에 참여한 사람들로 구성되어 있어 나이가 많아도 방제작업을 실시할 수 있는 사람들은 동 연령에 비하여 건강수준이 좋은 사람들이 많이 포함된 연령군이기에 때문에 대사증후군의 유병률이 감소된 것으로 여겨진다.

생활습관과의 관련성을 보면, 흡연의 경우 1998년과 2005년 국민건강영양조사 모두 흡연자가 비흡연자에 비해 대사증후군 유병률이 높다고 하였으며,^{29,34)} 서울, 경기지역에 대한 Jung 등³⁵⁾의 연구에서도 20년 이상 흡연자가 비흡연자보다 대사증후군의 발생 위험도가 1.9배 높은 것으로 보고하였다. 그러나 음주의 경우, 1998년 국민건강영양조사 결과에서는 하루 알코올 섭취량의 15g 미만의 여성 음주자는 비음주자보다 대사증후군의 유병률이 낮다고 하였으나,^{34,36)} 2005년 국민건강영양조사와 Jung 등³⁵⁾의 연구에서는 음주와 대사증후군의 유병률은 유의한 관련성이 없다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 흡연과 음주상태에 따른 대사증후군 유병률을 따로 분석하지 않고 이들을 보정한 상태에서의 대사증후군 발생 위험도를 교차비로서 구하였다.

대사증후군의 진단기준의 경우 기구와 단체에 따라 약간씩 다르게 정의를 내리고 있는데, NCEP ATP III와 IDF의 정의는 필수적인 구성요소로서 내당능장애, 비만, 고혈압, 고중성지방혈증을 모두 포함하는 데는 일치하고 있지만, 각 구성요소의 기준치와 대사증후군을 정의하는 구성요소의 조합에는 차이가 있다.³⁷⁾ 본 연구에서 사용한 NCEP ATP III의 경우는 복부비만, 고혈압, 내당능장애, 고중성지방혈증, 저고밀도콜레스테롤혈증의 5가지의 기준을 적용하여 판정하지만 비만의 경우는 허리둘레 대신 체질량지수(BMI)를 사용하는데 이는 세계보건 기구의 아시아-태평양 비만치료지침에 근거하여 적용하였으며, Reeder 등,²⁴⁾ Ruderman 등,²⁵⁾ Lym 등,²⁶⁾ Lee 등²⁷⁾의 선행 연구에서도 허리둘레와 BMI에 대한 상관성이 증명된 바 있다.

태안지역에서 허베이 스피리트호 원유유출 사고로 인하여 주민들의 경우 기존에 접할 수 없었던 유해물질의 노출과 원유를 제거하기 위하여 방제작업을 실시하는 상황이 되었다. 이러한 상황이 지역주민의 생체 리듬변화나 생활습관의 변화를 가져 왔을 것이

다. 교대 근무 근로자의 경우 생체리듬의 변화로 인하여 체질량지수의 증가,³⁸⁾ 고혈압,³⁹⁾ 고중성지방혈증,⁴⁰⁾ 관상동맥질환^{41,42)} 등의 위험요인이 증가 된다고 보고된 바 있다. 그러나 이들 연구대상자들은 일반 작업장 근로자들로서 동일 작업의 반복, 정해진 작업 시간 등의 여러 근로 조건에 따라 영향을 받을 것이지만, 본 연구의 대상자는 전문 작업자가 아닌 일반 지역 주민으로 위의 연구 결과와 직접적인 연관은 알아 볼 수 없지만, 기존에는 하지 않던 유출 유류 방제작업에 최소 4일부터 최대 449일간 참여함으로써 지속적인 생체리듬의 변화가 있었을 것으로 생각된다.

사고 초기 오염 해안으로부터 거주지까지의 거리에 따른 발병 위험도의 경우 나이, 성, 흡연력, 음주력, 학력, 수입 및 결혼상태를 보정하여 교차비를 분석한 결과 20 km 이상 떨어진 곳에 거주하는 군에 비하여 0.8km 이내에 거주 군이 남자 1.696(95% CI=1.3202.178)배, 여자 1.992(95% CI=1.5492.561) 배 유의하게 높은 대사증후군 발병 위험도를 보였다. 이는 거주 지역별 방제작업일수에서도 볼 수 있듯이 거리가 가까운 곳에 거주하는 주민일수록 더 많은 방제작업에 참여하여 노출이 더 많았을 것으로 보인다. 특히 여자에게서 좀 더 높은 교차비를 나타낸 것은 사고 지점 근처의 해안은 대부분 기름으로 뒤덮여 다른 어획 작업이 불가능하여 주로 맨손 어업을 통하여 생계를 유지해오던 여성들의 경우 일거리를 위하여 방제작업에 더 오랫동안 참여한 때문으로 생각된다.

태안지역의 주민들은 허베이 스피리트호 원유유출 사고로 인하여 건강상의 영향을 받았고, 주변 환경, 일반 생활습관, 식생활습관 및 정신 심리적인 변화를 겪었고, 사고 발생 직후부터 대부분의 주민들이 짧게는 4일에서 길게는 1년이 넘는 시간동안 방제작업에 참여한 것으로 알려져 있다.⁴⁾ 또한 사고 초기에 방제작업에 참여한 지역주민과 해안가에 가깝게 거주하고 있는 사람들의 경우는 좀 더 큰 영향이 있었을 것으로 보인다. 원유에 포함되어 있는 VOCs 노출량의 경우 전산모사를 통하여 추정해본 결과 사고 초기에는 benzene 3.6 mg/m³, xylene 19 mg/m³, 1개월 후 benzene 1.2×10⁻¹¹ mg/m³, xylene 0.015 mg/m³, 2-4개월 후에는 benzene은 검출되지 않고, xylene 1.9×10⁻³² mg/m³, ethyl benzene 2.6×10⁻¹⁸

mg/m³ 검출되는 것으로 나타났다. 이처럼 휘발성 유기화합물은 사고 초기 한 달 동안 높은 농도를 유지하다 급감하지만, PAHs 등 잔존 유류성분은 시간이 지나도 급격하게 낮아지지 않고, 대기, 해양 등의 환경매질을 통하여 이동하고 축적된다.^{4,20)} 또한 Lee 등⁴³⁾은 유출된 원유 제거작업 과정에서 노출되는 유해물질 중 VOCs보다는 PAHs가 산화적 손상을 일으키는데 더 중요한 역할을 하였을 것으로 판단된다고 하였다. 이와 더불어 사고 초기 급박한 상황에서 보호구도 갖추지 않고 방제작업을 실시함으로써 더 많은 위험요인에 노출되었을 것이다.

본 연구에서는 방제작업일수와 대사증후군과의 관련성을 알아보기 위하여 나이, 성, 흡연력, 음주력, 학력, 수입 및 결혼상태를 보정하여 교차비를 분석한 결과 방제작업을 14일 이하 실시한 군을 기준으로 방제작업을 116일 이상 실시한 군에서 남자 1.845(95% CI=1.448~2.353)배, 여자 1.752(95% CI=1.378~2.228)배로 유의하게 높은 발병 위험도를 나타내어 방제작업일수의 증가는 대사증후군의 발병과 관련성이 있음을 보였다.

방제작업일수와 초기 오염 해안으로부터 거주지까지의 거리가 대사증후군 유병률과 유의한 연관성을 보여, 각각 변수의 직접적인 영향을 보기 위해 초기 오염 해안으로부터 거주지까지의 거리에는 방제작업 일수를, 방제작업일수에는 초기 오염 해안으로부터 거주지까지의 거리를 보정하여 교차비를 구하였는데, 두 가지 모두 유의한 경향성을 보였다. 이는 방제작업을 많이 했을 때 대사증후군 발병 위험도가 높아지며, 사고 오염 해안과 가까운 거리에 거주하는 사람에게서도 대사증후군 발병 위험도가 높아진다는 것을 알 수 있었다. 이처럼 원유유출 사고의 경우 사고지점에서 직접 방제작업을 하는 동안 노출되는 유해물질에도 건강상의 영향이 있고, 방제작업에 참여하지 않았더라도 사고로 인하여 대기 중에 휘발되어 환경 중에서 노출되는 유해물질에서도 동일한 건강상의 영향을 보인다는 것을 알 수 있었다.

원유유출 사고로 인한 영향은 사회적, 경제적, 정신적, 심리적으로 건강상에 많은 영향을 준다. 이러한 여러 요소의 복합으로 나타나는 대사증후군의 경우 방제작업에 참여함으로써 대사증후군 발병의 가능성을 높이는 것으로 보인다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 태안지역의 허베이

스피리트호 사고 전의 대사증후군 유병률에 대한 자료가 없어 사고 전 후의 비교를 하지 못하여 위험요인이 원유유출 사고와 대사증후군과의 관계에 있어 선후관계가 명확하지 않을 수 있다. 둘째, 설문 조사는 1 대 1 면접에 의한 방식을 실시하였는데 조사 대상자의 연령이 고령인 경우 설문조사 요원의 개인적인 생각이 포함되었을 가능성이 있다. 셋째, 대사증후군 가족력에 대한 조사가 이루어지지 않았다. 향후에는 이러한 제한점에 대한 보완 연구가 필요하다고 생각된다.

우리나라는 급속한 고령화와 생활습관의 변화로 인하여 비만, 고혈압 및 당뇨병 등의 유병률이 지속적으로 증가하고 있는 상황에서 허베이 스피리트호와 같은 원유유출 사고로 인하여 가속화시킬 필요는 없을 것이다. 또한 이러한 사고가 다시 일어나는 일은 없어야겠지만 동일 사고 시 철저한 대응 방안을 연구하여 이차적인 피해를 최소화하여야 할 것이다.

V. 결 론

허베이 스피리트호 원유유출 사고 당시 방제작업이 대사증후군에 미친 영향을 알아보기 위하여 방제작업에 참여한 성인 남성 3,019명, 여성 3,904명, 총 6,923명을 대상으로 건강검진(키, 몸무게, 혈압, 비만도, 혈액검사(TG, HDL, LDL, r-GTP), 소변검사 등)을 실시하였으며, 동시에 설문 조사를 통하여 방제작업 기간, 흡연력, 음주력, 학력, 수입, 결혼상태 등을 조사하여 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 연구 대상자의 대사증후군 유병률은 남자가 24.9%, 여자는 18.0%이었으며, 대사증후군의 위험인자 중 고혈압이 49.2%로 가장 높은 양성률을 나타냈으며, BMI, 고중성지방혈증, 공복시고혈당, 저HDL-콜레스테롤 순으로 나타났다. 고혈압, 고중성지방혈증, 공복시고혈당, 저HDL-콜레스테롤은 남자에게서 유의하게 높은 양성률을 보였으며, 연령별로는 50-60대에서 높은 양성률을 보였다.

2. 초기 오염 해안선으로부터 거주지까지의 거리와 관련한 대사증후군 발병 위험도를 보기위해 연령, 성, 흡연력, 음주력, 학력, 수입, 결혼상태를 보정하여 로지스틱 회귀분석을 실시한 결과 20 km 이상 떨어져 거주하는 군과 0.8 km 이내에 거주하는 군 간의 교차비는 남자 1.696(95% CI=1.3202.178), 여자 1.992

(95% CI=1.5492.561)로 초기 오염 해안선에 가깝게 거주하고 있는 군에서 유의하게 높았다($p<0.001$).

3. 유출원유 방제작업일수와 관련한 대사증후군의 발병 위험도를 보기위해 연령, 성, 흡연력, 음주력, 학력, 수입, 결혼상태를 보정하여 로지스틱 회귀분석을 실시한 결과, 방제작업을 14일 이하 실시한 군과 방제작업을 116일 이상 실시한 군 간의 교차비는 남자 1.845(95% CI=1.4482.353), 여자 1.752(95% CI=1.3782.228)로 방제작업일수가 많은 군에서 유의하게 높았다($p<0.001$).

이상의 결과로 볼 때 대사증후군의 경우 초기 유출 원유 오염 해안으로부터 거주지역과의 거리가 가까울수록, 방제작업에 많은 시간 참여하였을수록 대사증후군 발병의 위험도가 높아짐을 시사하는 것으로 보인다.

감사의 글

이 연구는 ‘환경부에서 지원하는 태안환경보건센터의 운영 예산’으로 수행되었습니다.

References

1. Ministry of environment. Hebei Spirit oil spill exposure and health effects survey on residents and participating in clean-up work. Interim Report of Acute Health Effect Investigation. Seoul: Department of Environmental Health Policy. Ministry of Environment; 2008.(Korean)
2. Taeon Gun. Statistical yearbook, 2010.(Korean)
3. Ha M, Lee WJ, Lee S, Cheong HK. A literature review on health effects of exposure to oil spill. *J Prev Med Public Health*. 2008; 41(5): 345-354. (Korean)
4. Taeon Gun Health Center(Taeon Environmental Health Center). 1st medium and long-term health effects survey on Hebei Spirit oil spill incident. 2010.(Korean)
5. Reaven GM. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes*. 1988; 37(12): 1595-1607.
6. Alberti KG, Zimmet PZ. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications: part I. diagnosis and classification of diabetes mellitus, provisional report of a WHO consultation. *Diabet Med*. 1998; 15(7): 539-553.
7. Perski A, Olsson G, Landou C, de Faire U, Theorell T, Hamsten A. Minimum heart rate and coronary atherosclerosis: independent relations to global severity and rate of progression of angiographic lesions in men with myocardial infarction at a young age. *Am Heart J*. 1992; 123(3): 609-616.
8. Sa Cunha R, Pannier B, Benetos A, Sich JP, London GM, Mallion JM, et al. Association between high heart rate and high arterial rigidity in normotensive and hypertensive subjects. *J Hypertens*. 1997; 15(12 Pt 1): 1423-1430.
9. Krieger N, Williams DR, Moss NE. Measuring social class in US public health research: concepts, methodologies, and guidelines. *Annu Rev Public Health*. 1997; 18: 341-378.
10. Lee KS, Park CY, Meng KH, Bush A, Lee SH, Lee WC, et al. The association of cigarette smoking and alcohol consumption with other cardiovascular risk factors in men from Seoul, Korea. *Ann Epidemiol*. 1998; 8(1): 31-38.
11. Booth SL, Sallis JF, Ritenbaugh C, Hill JO, Birch LL, Frank LD, et al. Environmental and societal factors affect food choice and physical activity: rationale, influences, and leverage points. *Nutr Rev*. 2001; 59(3 Pt 2): S21-S39.
12. Brunner EJ, Marmot MG, Nanchahal K, Shipley MJ, Stansfeld SA, Juneja M, et al. Social inequality in coronary risk; central obesity and the metabolic syndrome. Evidence from the Whitehall II study. *Diabetologia*. 1997; 40(11): 1341-1349.
13. Keil U, Chambless L, Filipiak B, Hartel U. Alcohol and blood pressure and its interaction with smoking and other behavioural variables: results from the MONICA Augsburg Survey 1984-1985. *J Hypertens*. 1991; 9(6): 491-498.
14. Wamala SP, Lynch J, Horsten M, Mittleman MA, Schenck-Gustafsson K, Orth-Gomr K. Education and the metabolic syndrome in women. *Diabetes Care*. 1999; 22(12): 1999-2003.
15. Dallongeville J, Cottel D, Ferreres J, Arveiler D, Bingham A, Ruidavets JB, et al. Household income is associated with of metabolic syndrome in a sex-specific manner. *Diabetes Care*. 2005; 28(2): 409-415.
16. 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): 209-220.(Korean)
17. Lee SJ. The analysis of relationship between lifestyle factors metabolic syndrome in male adult[dissertation]. [Seoul]: Sungshin Women's University; 2010.

18. Liese AD, Mayer-Davis EJ, Tyroler HA, Davis CE, Keil U, Schmidt MI, et al. Familial components of the multiple metabolic syndrome; the ARIC study. *Diabetologia*. 1997; 40(8): 963-970.
19. Hunt KJ, Heiss G, Sholinsky PD, Province MA. Familial history of metabolic disorders and the multiple metabolic syndrome: the NHLBI family heart study. *Genet Epidemiol*. 2000; 19(4): 395-409.
20. Yim UH, Kim M, Ha SY, Kim S, Shim WJ. Oil spill environmental forensics: the Hebei Spirit oil spill case. *Environ Sci Technol*. 2012; 19; 46(12): 6431-6437.
21. Baja ES, Schwartz JD, Wellenius GA, Coull BA, Zanobetti A, Vokonas PS, et al. Traffic-related air pollution and QT interval: modification by diabetes, obesity, and oxidative stress gene polymorphisms in the normative aging study. *Environ Health Perspect*. 2010; 118: 840-846.
22. Park SK, Auchincloss AH, O'Neill MS, Prineas R, Correa JC, Keeler J, et al. Particulate air pollution, metabolic syndrome, and heart rate variability: the multi-ethnic study of atherosclerosis (MESA). *Environ Health Perspect*. 2010; 118: 1406-1411.
23. Choi YH, Kim JH, Hong YC. Sex-dependent and body weight-dependent associations between environmental PAHs exposure and insulin resistance: Korean urban elderly panel. *J Epidemiol Community Health*. 2015; 69(7): 625-631.
24. Reeder BA, Senthilselvan A, Desprs JP, Angel A, Liu L, Wang H, et al. The association of cardiovascular disease risk factors with abdominal obesity in Canada. Canadian Heart Health Surveys Research Group. *CMAJ*. 1997; 157 Suppl 1: S39-45.
25. Ruderman N, Chisholm D, Pi-Sunyer X, Schneider S. The metabolically obese, normal-weight individual revisited. *Diabetes*. 1998; 47(5): 699-713.
26. Lym YL, Hwang SW, Shim HJ, Oh EH, Chang YS, Cho BL. Prevalence and risk factors of the metabolic syndrome as defined by NCEP-ATP III. *J Korean Acad Fam Med*. 2003; 24(2): 135-143. (Korean)
27. Lee TY, Yoon DS, Lee JG, Park OK, Park HJ, Kim IS. Prevalence by factors associated with metabolic syndrome - from NCEP-ATP III and Asia-Pacific regional obesity guidelines -. *Journal of Korean Association of Health Promotion(J of KAHP)*. 2006; 4(1): 85-94.(Korean)
28. Hsieh SD, Yoshinaga H, Muto T, Sakurai Y, Kosaka K. Health risks among Japanese men with moderate body mass index. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000; 24(3): 358-362.
29. Park HS, O SU, Kang JH, Park YU, Choe JM, Kim YS, et al. Prevalence and associated factors with metabolic syndrome in South Korea - from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey, 1998-. *Korean J Obes*. 2003; 12(1): 1-14.(Korean)
30. Ford ES, Giles WH, Dietz WH. Prevalence of the metabolic syndrome among US adults: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey. *JAMA*. 2002; 287(3): 356-359.
31. Cheung BM, Ong KL, Man YB, Wong LY, Lau CP, Lam KS. Prevalence of the metabolic syndrome in the United States National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2002 according to different defining criteria. *J Clin Hypertens(Greenwich)*. 2006; 8(8): 562-570.
32. Lee EH. Prevalence of metabolic syndrome and health behaviors among Koreans. *Journal of Korean Association of Health Promotion*. 2005; 3(2): 199-218.(Korean)
33. 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): 209-217.(Korean)
34. 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(2): 328-336.
35. Jung CH, Park JS, Lee WY, Kim SW. Effects of smoking, alcohol, exercise, level of education, and family history on the metabolic syndrome in Korean adults. *Korean Journal of Medicine*. 2002; 63(6): 649-658.(Korean)
36. Yoon YS, Oh SW, Baik HW, Park HS, Kim WY. Alcohol consumption and the metabolic syndrome in Korean adults; the 1998 Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Clin Nutr*. 2004; 80(1): 217-224.
37. Zimmet PZ, Alberti KG. The IDF definition; Why we need a global consensus. *Diabetes Voice*. 2006; 51: 11-14.
38. Parkes KR. Shift work and age as interactive predictors of body mass index among offshore workers. *Scand J Work Environ Health*. 2002; 28(1): 64-71.
39. Sakata K, Suwazono Y, Harada H, Okubo Y, Kobayashi E, Nogawa K. The relationship between shift work and the onset of hypertension in male Japanese workers. *J Occup Environ Med*. 2003; 45(9): 1002-1006.
40. Karlsson BH, Knutsson AK, Lindahl BO, Alfreds-

- son LS. Metabolic disturbances in male workers with rotating three shift work. Results of the WOLF study. *Int Arch Occup Environ Health*. 2003; 76(6): 424-430.
41. Kawachi I, Colditz GA, Stampfer MJ, Willett WC, Manson JE, Speizer FE, et al. Prospective study of shift work and risk of coronary heart disease in women. *Circulation*. 1995; 92(11): 3178-3182.
42. Knutsson A, Akerstedt T, Jonsson BG. Prevalence of risk factors for coronary artery disease among day and shift work. *Scand J Work Environ Health*. 1988; 14(5): 317-321.
43. Lee CH, Park KH, Lee MJ, Choi WH, Kim H, Park CH, et al. Health effect assessment on volunteers involved in the cleanup operation following the Hebei Spirit oil spill along the Taean coast, Korea. *Korean J Occup Environ Med*. 2010; 22(1): 11-19.