

경기도 시화공단 지역주민의 악취오염과 관련된 건강영향 평가

조수현, 최성우, 김선민¹⁾, 주영수²⁾, 김재용

서울대학교 의과대학 예방의학교실 및 의학연구원 환경의학연구소, 한국보건산업진흥원¹⁾, 한림대학교 성심병원 산업의학과²⁾

Health Effects from Odor Pollution in Sihwa Industrial Complex

Soo-Hun Cho, Seong-Woo Choi, Sun-Mean Kim¹⁾, Young-Su Ju²⁾, Jae-Yong Kim

Department of Preventive Medicine, Seoul National University College of Medicine & Institute of Environmental Medicine SNUMRC, Korea Health Industry Development Institute¹⁾, Department of Occupational Medicine, Hallym University Sacred Heart Hospital²⁾

Objectives : In recent days, the problem of odor pollution in community near Sihwa Industrial complex, Kynuggi Province is becoming of significant public concern. We have investigated the health effects of the Sihwa residents from odor pollution comparing with other less polluted areas.

Methods : The Ansan and Kuri Cities were selected as control areas. The parents of the elementary and middle school students in these three areas were surveyed with structured questionnaire twice, Nov 1997 and June 1998 each. As a exposure index, the ambient air concentrations of five major air pollutants(particulates, O₃, SO₂, NO₂, CO) and subjective odor perception were used. We have focused health outcomes such as the prevalence of nonspecific irritant symptoms, respiratory disease among family members and the score of quality of life(QOL).

Results : Although the mean concentrations of major air pollutants except particulates were similar or lower in Sihwa than other areas, the odor perception rate and the monthly odor

perception days were significantly higher. It suggested that odor producing chemical compounds are the major source of environmental pollution problem. There were higher prevalence rates of nonspecific irritant symptoms and respiratory disease among family members in Sihwa than other control areas. The QOL score was also lower in Sihwa. The odor perception proved to be a most important factor in reporting adverse health effects and lowering the QOL score.

Conclusion : The residents living near Sihwa industrial complex were suffering from more adverse health symptoms and poorer QOL status than control areas. And it may be due to environmental odor pollution from industrial complex. Therefore, further research will be needed for monitoring of the responsible chemicals emitted from industries.

Korean J Prev Med 1999;32(4):473-481

Key Words: Odor, Industrial Complex, Sihwa, Quality of Life(QOL)

서론

경기도 시흥시에 위치하고 있는 시화국가공업단지(이하 시화공단)는 서울 등 수도권 지역의 공해배출업소를 이전, 입주시키기 위해 1987년부터 10여년에 걸쳐 경기도 시흥, 안산, 화성군 등 3개 시·군 지역 앞 바다를 매립하여 조성한 공업단지이다. 시화공단의 배후지역에는 아파트 단지를 건설하여 1995년부터 주민들이 입주하기 시작하였으며 2001년까지는 15만명이 입주할 예정이다(한국수자원공사,

1998).

그러나 기존의 공단지역들과 마찬가지로 시화지역에서도 공단에서 배출되는 각종 오염물질로 인하여 배후 아파트단지 주민들이 환경오염으로 인한 큰 불편을 호소하고 있다. 이러한 주민들의 불편은 한여름철이면 극에 달하여 집단적 시위행동, 그리고 정부, 오염물질 배출업체, 공단조성주체 및 건설업체 등을 상대로 한 손해배상 소송까지 진행 중인 단계이다. 주민들이 호소하는 주된 환경오염 관련 불편은 '악취'에 기인한 것인데, 오염

물질 배출 공장 단속이나 완충녹지대 조성에도 불구하고 악취에 대한 민원은 여전히 그치지 않고 있다. Fig 1은 시화지역에서 악취발생물질을 많이 사용하고 있는 공장들의 위치를 나타낸 것으로 오후와 저녁시간대의 주요풍향이 남서풍인 것을 감안한다면 공장지역에서 주거지역으로 바람이 불어 주거지역의 악취가 심할 것이라고 예상할 수 있다(한국수자원공사, 1997).

공단지역 사업장의 대표적인 악취물질에는 휘발성유기화합물(volatile organic compounds; VOCs)과 메르캅탄, 황화수소 등의 황함유 화합물, 그리고 암모니아기체 등을 들 수 있다(한화진, 1998). 이

접수 : 1999년 9월 8일, 채택 : 1999년 10월 7일

이 논문은 1997년도 한국학술진흥재단의 학술연구조성비(지역개발연구과제)에 의하여 연구되었음.

교신지자 : 최성우 (서울대학교 의과대학 예방의학교실, 전화번호: 02-740-8330, 팩스번호: 02-747-4830, e-mail: s.choi@medicine.snu.ac.kr)

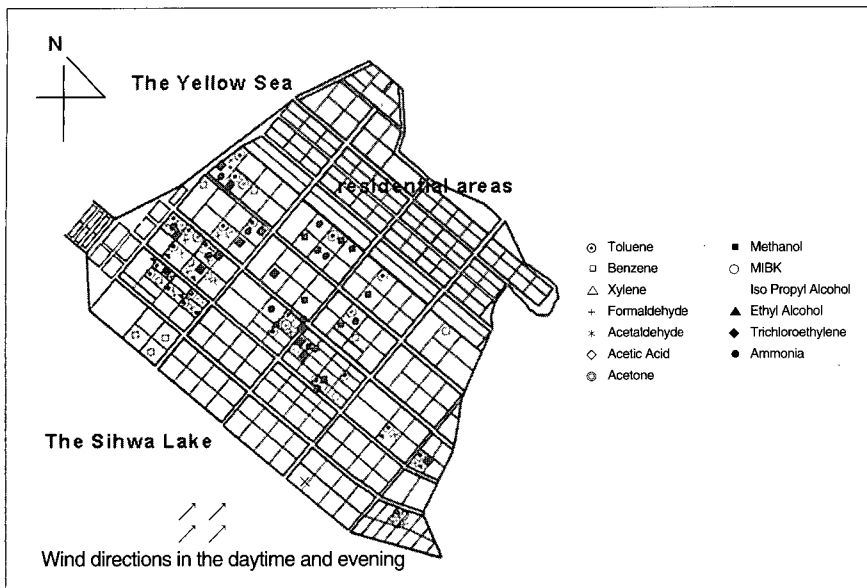


Figure 1. Main odor emitting points in Sihwa Industrial Complex.

러한 악취물질들은 냄새뿐만 아니라 점막 자극성이 강하여 주민생활에 직·간접적으로 영향을 미치는 대표적인 생활공해물질이다(환경부, 1996). 특히 VOCs는 그 종류가 워낙 다양할 뿐만 아니라 시간적, 공간적으로 심한 변이를 나타내기 때문에 측정, 노출 평가, 인과관계 규명, 그리고 규제 등에 상당한 어려움이 따른다(허귀석, 1997; Dalton 등, 1997). 또한 악취는 개인의 감수성에 따라 그것을 인지하는데 상당한 차이가 있을 수 있고, 한편으로는 악취의 인지 및 건강장해는 유발물질의 독성학적 역치 농도 이하에서 호소하는 경우가 많기 때문에 정신신경학적 요소가 증상발현에 더 중요한 역할을 한다는 주장도 제기되고 있다(Shusterman, 1992). 그러므로 악취는 그 노출과 건강영향의 평가에 있어 주관적인 요소가 많이 관여하게 되어 객관적인 접근이 어렵다고 할 수 있고(Cavalini, 1994), 이는 시화공단지역의 환경오염 문제를 더욱 어렵게 만들고 있는 요인이기도 하다.

시화공단지역의 환경오염 문제는 악취에 초점을 맞추어 접근하고 그 건강영향을 평가해야 한다는 것이 이미 공감대를 형성하고 있으며, 이를 위해서는 지역주민들이 호소하고 있는 건강문제가 무엇인지를 제대로 파악하고, 그 유병수준이

다른 지역에 비해 실제로 높은 것인지를 평가하는 것이 우선적인 과제이다. 그러나 시화공단은 형성된 지 채 몇 년이 되지 않았고, 악취에 의한 건강영향은 주로 호흡기, 피부, 점막의 급성 자극에 초점을 맞추게 되므로 질병의 위중도 측면에서 볼 때 그 보건학적 중요성이 무시되기 쉽다. 그럼에도 불구하고 주민들은 분명한 고통을 느끼고 있으므로 악취에 의한 건강영향은 전반적인 건강수준을 평가할 수 있는 '삶의 질'(Quality of Life; QOL)의 측면에서도 또한 평가되는 것이 환경문제에 대한 위해도 의사소통(risk communication)에 도움을 줄 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 시화공단지역에서의 악취에 의한 주민들의 건강영향 및 전반적인 삶의 질을 평가하고, 상대적으로 악취오염도가 낮은 지역과 비교하여 시화공단지역의 악취오염 문제를 해결하는데 필요한 단초를 제공하고자 하였다.

연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

시화공단지역과 이와의 비교를 목적으로 같은 생활권이지만 주로 상업권인 경기도 안산시 고잔동(이하 안산지역)과 주거권인 경기도 구리시 수택동 및 인창동(이하 구리지역)을 대조지역으로 선정하

였다. 이러한 3개 지역에서 대기질 자동측정망 주변에 위치한 초등학교 및 중학교 2곳을 각각 선정하여 그 학부모를 연구대상으로 하였다. 대기질 자동측정망 주변에서 연구대상을 선정한 것은 5가지 주요대기오염물질의 농도에 관한 자료를 얻어 지역간의 노출수준을 비교, 평가하기 위함이었다. 이 때 시화 및 안산지역에서는 초등학교 5, 6학년 학생의 학부모를 대상으로 하였으며, 구리지역은 중학교 1학년 학생의 학부모를 대상으로 선정하였다. 총 설문대상 2,369명 중 2,098명(88.6%)이 설문조사에 참여하였는데, 설문지 회수 후 설문조사내용이 부실한 90명을 제외한 2,007명을 최종 분석대상으로 하였다.

2. 연구 방법

계절변화에 따른 악취의 건강영향을 파악하고, 단기간에 걸쳐 악취 관련 증상의 유병수준이 어떻게 변화하는지를 관찰하고자 1997년 11월과 1998년 6월의 두 차례에 걸쳐서 설문조사를 수행하였다. 본 연구진의 조사원들이 대상학교를 직접 방문하여 가정통신문과 함께 설문서를 배부하면 학생들이 집으로 가져가서 학부모로 하여금 작성케 하여 그 다음날 교실에서 회수하는 방식으로 조사를 진행하였다.

1) 설문조사 내용

노출력에 관해서는 거주지 환경오염의 심각성에 대한 인지도 및 악취에 대한 노출 유무, 월간 악취 인지 횟수(일) 등의 문항을 포함하였다. 건강영향에 대해서는 두통, 오심, 눈, 코 및 인후 자극, 호흡기 증상 등의 비특이적 자극증상과 같이 사는 가족에서의 천식 및 만성호흡기질환 이환 상태를 묻는 문항으로 구성하였다. 이러한 자극 및 호흡기 증상에 영향을 미칠 수 있는 교란요인에 대한 정보를 얻기 위하여 본인 및 가족의 흡연력과 집안에서 자극증상을 일으킬만한 물건(가스/석유 난로, 연탄 난로, 벽난로, 가습기, 에어컨, 공기정화기, 카펫, 커다란 인형, 침대, 애완동물)의 유무, 거주지가 큰 길에서 떨어져 있는 거리에 관한 문항도 포함

하였다.

전반적인 건강수준을 나타내는 QOL을 평가하기 위해서 1997년도에는 SF-36, 1998년도에는 본 연구진에서 개발한 'ENV_QOL' (부록)을 사용하였다. SF-36은 신체적, 정신적 상태를 비롯한 건강에 영향을 미칠 수 있는 전반적인 측면을 측정할 수 있는 도구로서 본래는 의료행위의 결과로써 나타나는 건강수준의 변화를 평가하고자 개발된 것이었으나 여러 연구를 통하여 대규모 인구집단이나 비교적 동질성을 갖는 집단 구성원의 건강수준 측정에도 적절한 것(Wilkin 등, 1993)으로 나타났으며, 따라서 본 연구에 적합할 것이라는 판단 아래 사용하였다. 그러나 비록 SF-36이 전세계적으로 널리 사용되고 있는 표준화된 도구이지만 환경오염을 염두에 두고 개발된 것은 아니므로 보다 특이성이 높은 도구의 필요성을 절감하게 되었다. 이에 SF-36을 보완하여 보다 특이적으로 환경오염에 의한 지역사회 주민의 건강수준을 평가하기 위하여 'ENV_QOL'을 자체 개발하여 1998년 6월 조사에 사용하였다.

SF-36은 신체적 기능, 신체적 역할 제한, 통증, 일반건강, 활력, 사회적 기능, 감정적 역할 제한, 정신건강, 건강수준의 변화 등 9개 항목으로 구성되어 있고, ENV_QOL은 정신건강, 평상시 활동, 일반건강, 통증을 4가지 항목으로 구성하였다. 각각의 항목은 가장 완벽한 건강상태를 100점으로 환산하여 점수화하였다(Table 1). SF-36은 이미 국내에서 한국어판이 개발되어 그 타당도 및 신뢰도가 검증된 바 있으며(고상백 등, 1997), 'ENV_QOL'의 경우 본 연구진이 자체적으로 타당도 및 신뢰도를 검증하였다.

2) 자료분석

자료분석은 SAS-system version 6.12를 사용하여 기술분석 및 다변량분석을 시행하였다. 기술분석에서는 악취정도과 지역을 구분하여 비특이적 자극증상, 가족의 호흡기질환 유병수준, 그리고 삶의 질 점수를 비교하고 그 차이에 대한 유의성 검정을 실시하였다.

다변량분석시 1997년과 1998년의 두

Table 1. Dimensions of the SF-36 and ENV_QOL

QOL Tool	Dimensions	No. of questions
SF-36	Physical functioning	10
	Social functioning	2
	Role limitation-Physical	4
	Role limitation-Emotional	3
	Mental health	5
	Vitality	4
	Bodily pain	2
	General health	5
	Health change	1
	ENV_QOL	Mental health
Daily activities		1
General health		1
Bodily pain		9

Table 2. General characteristics of the study subjects by study areas

Characteristics	Sihwa	Ansan	Kuri	p-value*
No. of subjects	'97 n=263 '98 n=360 total n=623	n=319 n=317 n=636	n=447 n=301 n=748	-
Sex (M/F)	211/410	263/372	295/453	p=0.01
Age	38.1±3.9	39.1±3.5	39.8±4.2	p<0.01
Duration of current residence (year)	1.6±1.4	6.9±4.6	6.6±7.3	p<0.01

* : by χ^2 -test & ANOVA test

번에 걸친 조사에서 88명의 연구 대상자가 반복하여 설문조사에 응했으므로 같은 대상간의 상관성을 보정해 줄 수 있는 GEE(Generalized estimation equation)모델을 사용하였다(Stokes 등, 1995; SAS Institute Inc., 1997). 단변량 분석에서 $p<0.1$ 로 나온 유의한 교란변수들을 다변량 모델에 포함하여 이를 보정한 후 악취와 지역에 따른 건강영향의 변화를 정량적으로 추정하였다.

연구 결과

1. 연구 대상의 일반적 특성

최종 분석대상인 주민 2,007명 중 1997년도에 설문조사에 응했던 주민은 총 1,029명이었으며, 이를 지역별로 나누면 시화 263명, 안산 319명, 구리 447명이었다. 1998년도에 설문조사에 참여했던 주민은 총 978명이었으며, 이는 지역별로 시화 360명, 안산 317명, 구리 301명이었다. 이들 중 88명은 1997년과 1998년 두 차례에 걸친 조사 모두에 중복해서 참여하였다.

연구 대상의 일반적 특성에 대한 지역간 비교는 Table 2에 나타내었다. 대상자의 성별 분포는 여자(n=1,235)가 남자(n=769) 보다 많았고, 특히 시화지역은 다른 지역에 비해 여자의 참여(66.0%)가 더 많았다. 연령 평균은 39.0±3.9세로 지역간 유의한 차이는 없었다. 거주기간은 안산(6.9±4.6년) 및 구리(6.6±7.3년) 지역은 비슷한데 비해 시화지역(1.6±1.4년)은 아파트 단지가 형성된 기간이 짧아서 현저한 차이가 있었다.

2. 대기환경오염

먼저 1997년 1월에서 1998년 6월까지의 자동측정망 자료를 이용해서 주요 대기오염물질별 월평균을 계산하고 이를 3개 지역간에 비교하였다. 시화지역은 먼지(total suspended particles; TSP)를 제외한 아황산가스, 오존, 이산화질소, 일산화탄소의 평균 농도가 다른 두 지역에 비하여 낮거나 비슷한 양상을 보였다.

현 거주지에서의 악취 인지(認知) 비율은 시화 93.7%, 안산 38.4%, 구리 32.0%로 시화지역이 다른 지역에 비해서 유의

하게 더 높았다($p < 0.01$). 조사시기별로 비교하면 3개 지역에서 모두 1997년에 비해 1998년에 악취의 인지가 증가함을 알 수 있었고 특히 구리지역은 25.6%에서 41.7%로 크게 증가하였다.

월간 악취 인지 일수의 평균은 시화 12.6 ± 8.1 일, 안산 7.0 ± 7.7 일, 구리 9.0 ± 8.1 일로 시화지역이 악취 인지 일수가 가장 많았다($p < 0.01$). 1997년에 비해서 1998년에는 3개 지역 모두에서 월간 악취 인지 일수가 증가하였는데, 안산지역은 0.3일 정도로 그 차이가 근소하였으나 시화와 구리지역은 3일 정도로 더 큰 차이가 있었다.

거주지 대기오염의 심각성은 1점(전혀 오염이 없다)에서 10점(오염이 매우 심하다)까지의 리커트 척도로 측정하였는데, 지역별 평균점수는 시화 8.3 ± 1.9 점, 안산 4.9 ± 2.0 점, 구리 4.6 ± 1.9 점으로 시화지역의 주민들이 다른 지역에 비해서 두 배 가까이 거주지 대기오염을 심각하게 인식하고 있었다. 1997년에 비해서 1998년에는 3개 지역 모두에서 0.1-0.4점 범위의 근소한 차이로 심각성이 증가하였다 (Table 3).

3. 건강 영향

전체 연구대상에서 비특이적 자극증상인 두통, 오심, 눈, 코 및 인후 자극, 가래의 증가, 평상시 호흡곤란 등 7가지 증상 중 호소하는 증상 개수의 분포를 파악하였고(Fig 2), 이로부터 3가지 이상의 자극 증상을 호소할 경우 '중등도 이상의 자극 증상'이 있다고 가정하였다. 그리고 함께 살고 있는 가족 중에 천식이나 만성호흡기질환 중 어느 하나라도 있다고 응답한 경우 가족이 호흡기 질환에 이환되어 있다고 정의하였다.

중등도 이상 자극증상의 유병수준은 시화 54.7%, 안산 21.1%, 구리 16.3%으로 지역간의 차이가 유의하였고($p < 0.01$), 1997년에 비해 1998년에는 3개 지역 모두에서 그 유병수준이 감소하였다. 가족의 만성호흡기질환 유병수준은 시화 16.2%, 안산 11.0%, 구리 7.9%으로서 지역간 차이가 유의하였으나($p < 0.01$), 조사

Table 3. Comparison of air pollution exposure indices by study areas

Exposure indices		Sihwa	Ansan	Kuri	p-value*
Mean concentration of ambient air pollutants	TSP($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	104.8 ± 30.6	85.1 ± 23.7	65.1 ± 3.5	$p < 0.01$
	SO ₂ (ppm)	0.009 ± 0.004	0.010 ± 0.004	0.013 ± 0.003	$p < 0.01$
	O ₃ (ppm)	0.011 ± 0.003	0.019 ± 0.008	0.018 ± 0.007	$p < 0.01$
	NO _x (ppm)	0.034 ± 0.009	0.029 ± 0.010	0.044 ± 0.009	$p < 0.01$
	CO(ppm)	0.96 ± 0.31	0.95 ± 0.48	1.72 ± 0.63	$p < 0.01$
Odor perception proportion(%)		93.7	38.4	32.0	$p < 0.01$
Odor perception days/month		12.6 ± 8.1	7.0 ± 7.7	9.0 ± 8.1	$p < 0.01$
Severity score of the residential air pollution perception		8.3 ± 1.9	4.9 ± 2.0	4.6 ± 1.9	$p < 0.01$

* : by χ^2 -test & ANOVA test

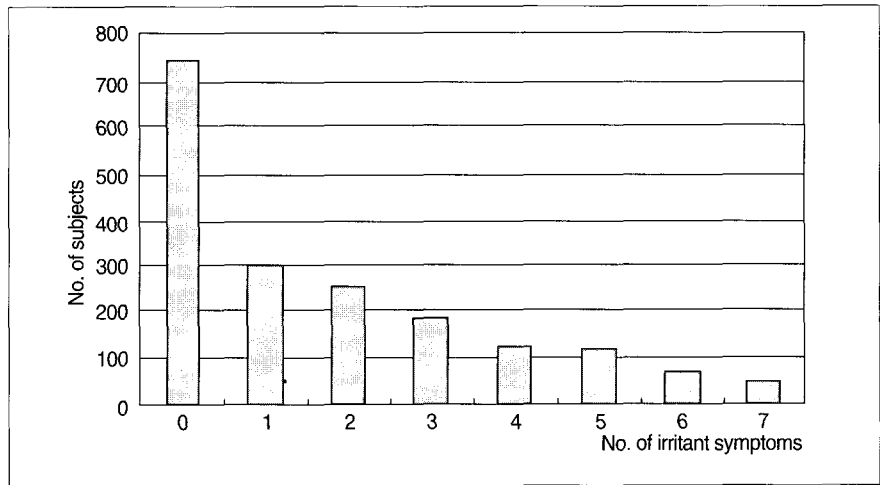


Figure 2. Distribution of the number of irritant symptoms in total study subjects.

시기별 차이는 없었다.

위의 두 가지 건강영향의 유병수준을 월간 악취일수로 나누어 비교해 보았다. 중등도 이상 자극증상의 유병수준은 악취가 없는 군에서는 11.7%, 악취일수가 10일 미만인 군에서는 35.5%, 10일 이상인 군에서는 56.9%로서 그 차이가 유의하였고($p < 0.01$), 97년도에 비해서 98년도에 3개 지역 모두에서 그 유병수준이 감소하였다. 특히 악취일수가 증가할수록 그 감소폭이 커지는 것을 알 수 있었다. 가족의 호흡기 질환 유병수준은 악취가 없는 군에서는 7.8%, 10일 미만 군에서는 12.6%, 10일 이상 군에서는 17.1%로 악취일수에 따른 차이가 유의하였으나($p < 0.01$), 조사시기에 따른 차이는 없었다.

중등도 이상의 자극증상을 반응변수로 하여 단변량 분석을 실시하였을 때 유의한 설명변수($p < 0.1$)로는 성별, 애완동물(개, 고양이, 기타 동물)의 존재, 벽난로, 연탄난로의 존재, 거주지 환경오염에 대

한 인지도, 현 거주지가 큰 길에서 떨어져 있는 거리, 가족의 흡연력 등이 있었다. 이러한 교란변수들을 모델에 포함하여 보정한 후 지역간, 그리고 악취군간의 대응비를 각각 산출하였다. 시화/구리지역의 유병수준 대응비는 1.74(95%신뢰구간 : 1.21 - 2.51), 안산/구리지역은 1.19(95%신뢰구간 : 0.88 - 1.61), 악취 \geq 10일/악취 없음의 대응비는 4.07(95%신뢰구간 : 2.81 - 5.90), 악취<10일/악취 없음은 2.43(95%신뢰구간 : 1.77 - 3.32)으로 지역간 비교시보다 악취군간 비교시 대응비의 값이 더 커짐을 알 수 있었다.

가족의 호흡기 질환 이환을 반응변수로 하여 단변량 분석을 실시한 결과 침대와 가습기의 사용, 거주지 환경오염에 대한 인지도, 흡연의 가족력 등이 유의하게 나와 다변량 모델에 포함하였다. 시화/구리지역의 유병수준 대응비는 1.09(95%신뢰구간 : 0.67 - 1.79), 안산/구리지역은 1.43(95%신뢰구간 : 0.97 - 2.10), 악취 \geq

10일/악취 없음의 대응비는 1.38(95%신뢰구간 : 0.85 - 2.24), 악취<10일/악취 없음은 1.32(95%신뢰구간 : 0.88 - 1.98)으로 모두가 5%유의수준에서 통계적으로 유의하지는 않았다. 그리고 지역간 비교에서 시화지역에 비해 안산지역에서 가족의 호흡기 질환 유병수준이 다소 높은 것을 알 수 있었다(Table 4).

지역마다 악취에 의한 건강영향의 양상이 서로 다른 지를 알아보기 위해 지역과 악취군의 상호작용 항목(interaction term)을 다변량 모델에 포함시켜 관찰하였으나 유의한 결과는 관찰되지 않았다.

4. 삶의 질(QOL)

SF-36의 각 항목 점수를 지역간에, 그리고 악취일수에 따라 비교해 보았다. 지역간 비교에서는 '신체적 역할 제한'이나 '일반 건강'의 항목을 제외하고는 시화지역이 다른 지역들에 비해서 각 항목의 건강수준이 더 낮았다. 그러나 '건강수준의 변화'를 제외하고는 지역간에 유의한 차

이는 없었다. 악취군별로 비교해 보면 악취가 없는 군에서 10일 미만군, 10일 이상군으로 진행할수록 각 항목별로 건강수준이 현저하게 낮아짐을 알 수 있었고, 이러한 군간 차이는 모두 5%유의수준에서 통계적으로 유의하였다(Table 5).

ENV_QOL의 각 항목을 지역간, 그리고 악취일수별로 비교해 보았다. 지역간 비교시 4가지 측정항목 모두에서 시화지역이 다른 지역에 비해 건강수준이 낮았으며, '정신건강' 항목을 제외한 나머지 항목에서는 모두 유의한 차이가 있었다. 악취군별로 나누어 비교해 보면 이러한 군간 차이는 더욱 크게 벌어지며 악취가 없는 군에서 악취 10일 미만, 악취 10일 이상군으로 갈수록 건강수준이 점점 더 나빠지는 방향으로 나타났다(Table 6, Fig 3, 4).

고 찰

시화공단지역에서는 주민들이 안산, 구

리지역에 비해서 악취를 더 많이 느끼고 있을 뿐만 아니라 환경오염의 심각성에 대한 인지도도 더 높았다. 건강영향을 조사한 결과 주민들의 비특이적 자극증상과 호흡기 질환 유병수준이 대조지역에 비해서 높게 나타났으며, 삶의 질(QOL)로 표현되는 전반적 건강수준도 더 낮았다. 또한 이러한 건강영향은 지역간 차이 보다는 악취의 인지에 의해 더 큰 차이가 나타나는 것을 알 수 있었다.

주요대기오염물질의 농도를 비교한 결과 시화지역에서 먼지를 제외한 아황산가스, 오존, 이산화질소, 일산화탄소의 농도는 다른 지역에 비해서 오히려 더 낮거나 비슷한 양상을 보였는데 이는 시화공단지역의 주요한 오염 체감 원인이 악취 유발물질임을 시사한다(Yang 등, 1997). 악취는 불쾌한 냄새를 말하는 것으로서 사람의 정신·신경계통을 자극하여 정서생활에 장애를 주고 건강피해를 일으키는 물질을 말한다. 대부분의 악취물질은 상압에서 기체상태이며 분자구조에 따라 황화합물, 질소화합물, 방향족탄화수소, 알데히드류, 메르캅탄류, 케톤류, 에스테르류, 지방산류 및 페놀류 등 수십만종이 해당된다(환경부, 1996; 한화진, 1998). 악취측정방법으로는 직접관능법, 공기희석법, 그리고 기기분석법이 있으며 이들 중 사람의 후각에 의한 직접관능법이 가장 신뢰도가 높은 측정방법으로 알려져 있

Table 4. Prevalence odds ratios(PORs) of the moderate to severe irritant symptoms and family respiratory disease by areas and odor perception days

Health effects	Areas		Odor perception days	
	Sihwa/Kuri	Ansan/Kuri	Odor≥10days/No odor	Odor<10days/No odor
Moderate to severe irritant symptoms	1.74(1.21-2.51)	1.19(0.88-1.61)	4.07(2.81-5.90)	2.43(1.77-3.32)
Family respiratory disease	1.09(0.67-1.79)	1.43(0.97-2.10)	1.38(0.85-2.24)	1.32(0.88-1.98)

Table 5. Comparison of the SF-36 scores by areas and odor perception days

Dimensions	Sihwa	Ansan	Kuri	P-value	No odor	Odor<10days	Odor≥ 10days	P-value
					Physical functioning	87.0±10.8	88.1±12.6	
Role limitation-Physical	83.0±15.0	82.7±15.0	82.7±16.1	p=0.98	84.2±15.4	81.7±15.0	80.4±16.0	p<0.01
Bodily pain	78.1±15.9	79.3±15.1	79.0±15.4	p=0.64	81.0±14.7	77.4±14.9	75.1±17.5	p<0.01
General health	66.5±14.8	66.3±15.6	67.2±16.3	p=0.70	68.8±15.5	65.3±15.8	63.3±15.4	p<0.01
Vitality	60.1±13.7	60.6±14.3	62.1±14.7	p=0.17	62.5±14.2	60.4±14.1	58.4±14.6	p<0.01
Social functioning	79.5±15.9	80.5±16.2	80.9±16.9	p=0.57	82.3±16.0	79.6±15.5	76.3±18.3	p<0.01
Role limitation-Emotional	86.0±16.4	86.0±17.3	86.6±17.6	p=0.84	87.3±17.1	86.2±16.6	83.2±18.1	p=0.03
Mental health	68.4±13.1	70.1±13.2	69.3±12.9	p=0.33	70.8±12.7	69.1±12.9	65.5±13.5	p<0.01
Health change	53.3±13.7	55.3±13.8	56.7±14.4	p<0.01	57.2±14.1	54.9±12.7	51.0±15.2	p<0.0

Table 6. Comparison of the ENV_QOL scores by areas and odor perception days

Dimensions	Sihwa	Ansan	Kuri	P-value	No odor	Odor<10days	Odor≥ 10days	P-value
					Mental health	83.3±11.4	84.9±11.6	
Daily activities	84.1±15.8	86.2±14.2	86.5±12.7	p=0.07	87.2±12.7	86.4±13.0	82.5±17.1	p<0.01
General health	62.7±20.7	67.4±21.3	66.5±19.6	p<0.01	68.6±20.1	66.8±19.4	59.7±21.6	p<0.01
Bodily pain	86.7±13.1	90.2±11.6	88.6±12.7	p<0.01	90.6±11.3	88.3±11.9	85.9±14.2	

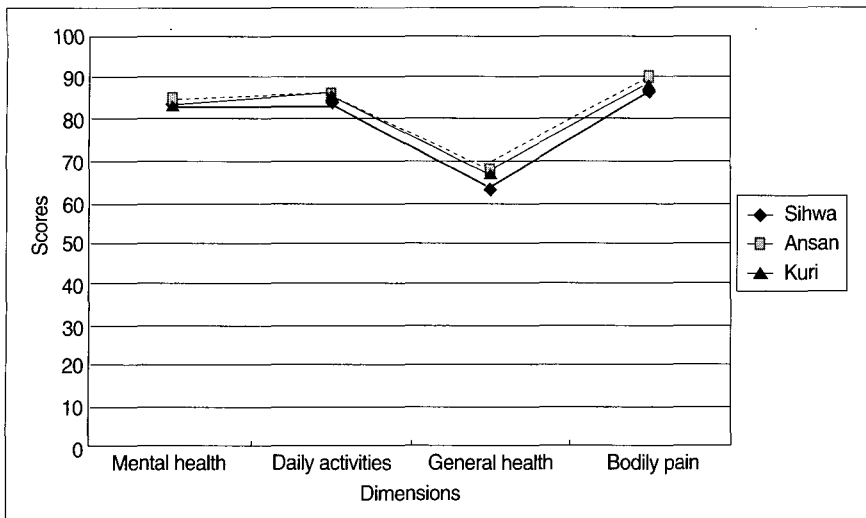


Figure 3. Comparison of the ENV_QOL scores by areas.

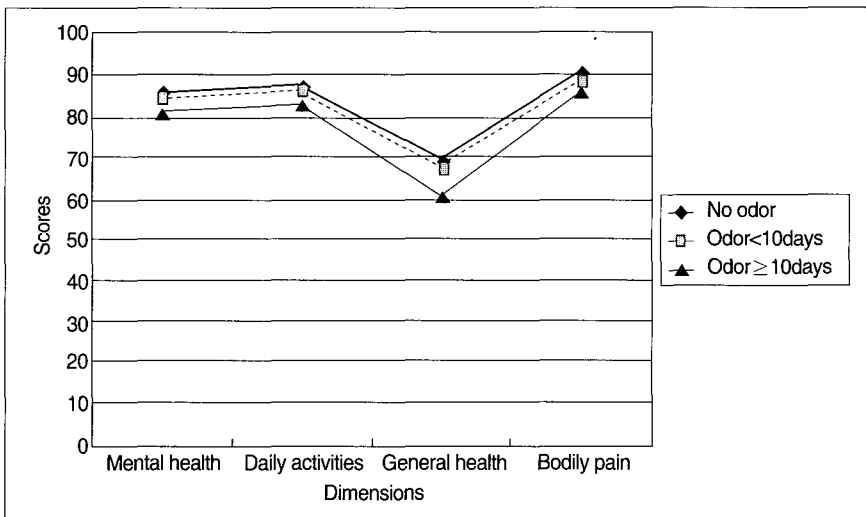


Figure 4. Comparison of the ENV_QOL scores by odor perception days.

어 가장 많이 사용되고 있다. 직접관능법은 5단계의 악취판정표에 의하여 5인 이상이 측정하여 다수가 감지한 악취도를 기준으로 3도 이상일 경우 개선명령 등의 행정처분과 함께 경제적 유인책으로서 배출부과금을 내도록 규정하고 있다(환경부, 1996). 그러나 노출평가로서 악취유발물질의 정성·정량은 고도의 시료포집 기술 및 분석기술을 요하는 것이며, 또한 측정한다 하더라도 공단지역의 특성상 너무나 다양한 물질들이 존재하기 때문에 이러한 노출평가와 건강영향을 서로 관련시킨다는 것은 실제로 쉬운 문제는 아니다(허귀석, 1997). 따라서 이를 대신할 수 있는 '악취의 인지'를 노출 지표로 설정하였는데 이는 악취가 난다는 것이 이를 유발하는 악취유발물질이

존재함을 잘 나타내주는 지표이기 때문이다. 지금까지 국내에서 진행된 바 있는 공단지역 주민의 건강영향 평가에 관한 연구들은 질병의 증상에 관한 설문, 의사의 진료, 혈액 및 요중 중금속 검사, 폐기능 검사, 흉부 X-선 검사, 일반 혈액 및 요검사 등에 관한 것이었다. 그 결과 위의 항목들에서는 공단지역 주민들과 대조군 사이에 뚜렷한 차이가 발견되지 않는 것이 대부분이었다(환경부, 1994). 따라서 본 연구에서는 기존의 공단지역 주민의 건강영향 평가방식에서 탈피하여 비특이적 자극증상 등 보다 경한 건강영향과 전반적인 건강수준을 측정할 수 있는 삶의 질(QOL)에 초점을 맞추어 새로운 접근을 시도하였다.

건강영향으로서 측정된 비특이적 자극증상과 가족의 호흡기 질환 이환은 두가지 다 시화공단지역에서, 그리고 악취를 인지하는 군에서 증가하였지만 다변량 모델의 분석 결과 비특이적 자극증상이 지역이나 악취의 인지 차이에 의해 보다 많은 영향을 받는 건강지표임을 알 수 있었다. 삶의 질(QOL)을 측정하는 도구로서 1997년과 1998년도에 각각 다른 도구를 사용하여 둘 사이를 직접 비교할 수는 없지만 ENV_QOL을 환경오염에 의한 건강수준을 표적으로 하는 보다 특이적인 지표라고 가정할 때 시화공단지역에서, 그리고 악취를 인지하는 군에서는 전반적인 삶의 질이 유의하게 낮아짐을 알 수 있었고, 이는 지역사회에서 환경정책의 우선 순위를 결정하는데 적극적으로 반영되어야 할 결과라고 생각된다.

1997년 11월과 1998년 6월의 두 번에 걸친 조사시기에서 여름철이 겨울철에 비해서 악취의 인지, 월간 악취인지 일수, 대기오염의 심각성에 대한 인지도 등이 더 높게 나타났다. 그러나 노출과는 반대로 비특이적 자극증상은 여름철에 감소하였고, 가족의 호흡기 질환 유병수준은 별다른 차이를 보이지 않았다. 비특이적 자극증상의 유병수준이 겨울철에 높게 나타난 것은 아마도 상기도 감염의 유행과 관련이 있을 것으로 사려된다.

건강영향과 삶의 질을 지역과 악취인지에 따라 나누어 비교해 본 결과 지역에 비해서 악취의 인지가 결과를 설명하는데 있어 더 유의한 역할을 하였다. 즉 악취의 인지를 월간 악취 인지일수로 나누어 비교할 때 악취를 인지하는 날이 많을수록 비특이적 자극증상 및 가족의 호흡기 질환의 유병수준은 높아졌고, 삶의 질은 낮아지는 방향으로 일관되게 나타났다. 지역간 비교시에는 시화지역이 다른 지역에 비해서 전반적으로 건강수준이 낮았으나 일부 항목들에서는 비슷하거나 오히려 높은 양상이었다.

시화공단지역에서 악취를 유발시키는 오염원이 다른 지역과 다르다고 가정한다면 이에 의한 건강영향도 달라질 수 있다. 이러한 지역간 악취가 건강에 미치는 영

향의 차이를 알아보고자 지역과 악취군간의 상호작용 항목을 다변량 모델에 포함시켜 검토하였으나 이는 유의하지 않았고 따라서 각 지역별로 악취에 의한 건강영향이 차이가 있다고 할 수는 없었다.

악취의 건강영향에 관한 일부의 외국 연구들에 의하면 대부분의 악취유발 물질들의 피부나 점막, 호흡기 자극증상들이 독성학적으로 자극증상을 일으킨다고 알려져 있는 농도 이하에서 나타나며, 따라서 이에 는 정신신경학적 요소가 관여한다고 한다(Shusterman 등, 1991; Shusterman, 1992; Shusterman과 Davidoff, 1992). 그러나 이와는 반대로 일부 학자들은 정신신경학적 기전보다는 기존에 설정해 놓은 독성학적 기준이 잘못된 것으로 악취에 의한 건강영향은 유해물질의 저농도에서의 독성작용에 의한 것이라고 주장한다(Shusterman과 Davidoff, 1992; Ziem과 Davidoff, 1992). 본 연구에서 나타난 지역에 따른 증상 호소율의 차이는 이러한 기전 이외에 시화지역에 거주하는 주민들이 지역의 환경오염 문제에 보다 더 민감하게 반응하여 증상을 과다 호소하였을 가능성을 고려하여야 할 것이다.

본 연구결과를 해석함에 있어 몇 가지 제한점이 있다. 첫째는 연구 대상을 초등 학교 5, 6학년 및 중학교 1학년 학생의 학부모로 제한하였는데 이는 대상에 대한 접근의 용이성과 연령에 의한 교란효과를 줄여 비교성을 높이기 위함이었다. 그러나 이러한 제한에 의해 선택적으로 젊은 중년계층이 주로 포함됨으로 인하여 전체 지역주민을 충분히 대표하지는 못한 것이 사실이다. 둘째는 노출평가와 결과변수인 건강영향 및 삶의 질(QOL)의 측정에 모두 주관적인 요소가 많이 관여할 수 있다는 점이다. 그러나 이는 '악취' 자체가 주관적인 인지에 의해서 결정되는 부분이 크며, 악취에 의한 건강영향이나 건강상태의 변화도 위중한 질병이 아닌 경한 수준에 초점을 맞추었기 때문에 필연적으로 수반되는 결과라고 할 수 있다. 또한 기존에 행해진 공단지역 주민들의 건강영향 평가가 요·혈중 금속 성분

의 측정치 등 객관적인 지표를 추구하였음에도 불구하고 뚜렷한 결과를 내지 못했음을 고려한다면 이러한 접근방식이 오히려 타당성을 담보한다고 할 수도 있을 것이다. 그럼에도 불구하고 악취유발 물질을 정성·정량적으로 분석한 자료를 인용하거나 제시하지 못한 것은 본 연구가 지닌 한계이며, 따라서 시화공단지역 주민들에게 급성 건강영향을 일으키고 삶의 질을 저하시키는 악취유발물질의 실체를 밝혀내는 것은 앞으로의 과제라고 할 수 있다.

요약 및 결론

시화공단지역에서의 악취에 의한 주민들의 건강영향 및 전반적인 삶의 질을 조사하고 이를 다른 지역과 비교하여 시화공단지역의 환경오염 문제를 평가해 보고자 시화공단지역, 그리고 대조지역으로 경기도 안산시 및 구리시 지역을 설정하여 지역간, 악취군간에 주민들의 자극증상, 가족들의 호흡기 질환 유병수준, 삶의 질 등의 차이를 비교하였다.

자동측정망을 통하여 측정된 대기오염 물질 중 총먼지를 제외한 다른 대기오염 물질은 시화지역에서 대조지역과 비슷하거나 오히려 낮은 양상을 보였다. 그러나 주민들의 악취인지 분율과 월간 악취 인지 일수, 거주지 환경오염의 심각성에 대한 인지도는 대조지역에 비하여 유의하게 높았다.

비특이적 자극증상과 가족의 호흡기 질환 이환은 시화지역에서 대조지역에 비해 유의하게 높았으며, 삶의 질은 더 낮았다. 악취군별로 비교했을 때 이러한 차이는 더욱 두드러져서 악취를 인지하지 못하는 군에 비해서 월간 10일 미만으로 인지하는 군, 10일 이상으로 인지하는 군으로 갈수록 건강영향은 부정적인 방향으로 나타났다. 시화공단지역 주민들에서 높게 나타나는 비특이적 자극증상과 호흡기질환 유병수준, 그리고 낮은 삶의 질은 악취의 인지와 강한 관련성을 가지고 있었다. 따라서 공단내에서 악취를 유발하며, 동시에 건강영향을 일으키는 원인

물질들을 식별해 내어 이에 대한 중재조치를 하는 것이 다음 단계의 중요한 과제라고 할 수 있다.

참고문헌

- 고상백, 장세진, 강명근, 차봉석, 박종구. 직장인들의 건강수준 평가를 위한 측정도구의 신뢰도와 타당도 분석. 예방의학회지 1997; 30(2): 251-266
- 한국수자원공사. 시화지구개발. 인터넷 웹사이트 <http://www.kowaco.or.kr/html/kbible/t-3-1.html>. 1998
- 한국수자원공사. 시화지구 대기환경오염 저감방안 수립 중간보고서. 1997
- 한화진. 공단지역 악취관리 개선방안. 한국환경정책·평가연구원 환경포럼 1998; 2(12): 1-8
- 환경부. 공단지역 주민건강 조사사업에 대한 종합분석 및 평가검토 보고서(1980-1994). 1994
- 환경부. 환경백서. 1996. 150-155쪽
- 허귀석. 한국대기보전학회 측정분석분과회 워크샵: 국내 VOC관리의 현황과 문제점. 1997. 29-41쪽
- Cavalini PM. Industrial Odorants: The relationship between modeled exposure concentration and annoyance. *Arch Environ Health* 1994; 49(5): 344-351
- Dalton P, Wysocki CJ, Brody MJ, Lawley HJ. Perceived odor, irritation, and health symptoms following short-term exposure to acetone. *Am J Industrial Med* 1997; 31: 558-569
- SAS Institute Inc. SAS/STAT software: changes and enhancements through release 6.12. Cary NC, USA. 1997, pp. 247-348
- Shusterman D. Critical Review: The health significance of environmental odor pollution. *Arch Environ Health* 1992; 47(1): 76-87
- Shusterman D, Davidoff LL. Letters to the editor. *Arch Environ Health* 1992; 47(5): 388-390
- Shusterman D, Lipscomb J, Neutra R, Satin K. Symptom prevalence and odor-worry interaction near hazardous waste sites. *Environ Health Perspect* 1991; 94: 25-30
- Stokes ME, Davis CS, Koch GG. Categorical data analysis using the SAS system. Cary, NC, USA, SAS Institute Inc., 1995, pp. 208-212
- Wilkin D, Hallam L, Doggett MA. Measures of need and outcome for primary health care. New York, Oxford University Press, 1993, pp. 152-158
- Yang CY, Wang JD, Chan CC, Chen PC, Huang JS, Cheng MF. Respiratory and

irrtant health effects of a population living in a petrochemical-polluted area in Taiwan.

Environ Res 1997; 74: 145-149
Ziem GE, Davidoff LL. Illness from chemical

"odors": Is the health significance understood?
Arch Environ Health 1992; 47(1): 88-91

■ 부 록

ENV_QOL

1. 정신건강

※ 다음의 각 문항들에 대해 4가지 보기 중 지난 주부터 오늘까지 본인의 상태를 가장 잘 나타내고 있다고 생각되는 것 하나를 골라 칸에 '✓' 표를 해 주십시오.

<input type="checkbox"/> 나는 슬프지 않다.	<input type="checkbox"/> 가끔 슬플 때가 있다.
<input type="checkbox"/> 항상 슬픔에 젖어 헤어날 수가 없다.	<input type="checkbox"/> 대단히 슬프고 불행해서 견딜 수가 없다.
<input type="checkbox"/> 실패라는 것은 생각하지도 않는다.	<input type="checkbox"/> 다른 사람보다 실패를 많이 한 것 같다.
<input type="checkbox"/> 과거 내 생활은 거의 실패의 연속이었다.	<input type="checkbox"/> 나는 완전히 실패한 인간이다.
<input type="checkbox"/> 내가 하는 일에 여전히 만족하고 있다.	<input type="checkbox"/> 지금은 예전처럼 만족을 느끼지 못한다.
<input type="checkbox"/> 무엇을 해도 만족스럽지 않다.	<input type="checkbox"/> 만사가 불만스럽고 짜증이 난다.
<input type="checkbox"/> 나 자신에 대해 실망하지 않는다.	<input type="checkbox"/> 나 자신에 실망할 때가 많다.
<input type="checkbox"/> 내 자신이 지긋지긋하다.	<input type="checkbox"/> 나는 내 자신을 증오했다.
<input type="checkbox"/> 나의 결단력은 전과 같다.	<input type="checkbox"/> 전보다 다소 결단력이 약해졌다.
<input type="checkbox"/> 전보다 훨씬 결단력이 약해졌다.	<input type="checkbox"/> 나는 아무것도 결단을 내릴 수가 없다.
<input type="checkbox"/> 전보다 내 모습이 못하지는 않다.	<input type="checkbox"/> 내가 늙거나 매력이 없어진 것 같아 걱정이다.
<input type="checkbox"/> 내 모습은 변했고 매력도 없어졌다.	<input type="checkbox"/> 내 모습은 확실히 추해졌다.
<input type="checkbox"/> 전과 같이 일을 잘 할 수 있다	<input type="checkbox"/> 전처럼 일을 하려면 조금 힘이 든다
<input type="checkbox"/> 무슨 일이든 하려면 무척 힘이 든다	<input type="checkbox"/> 전혀 아무일도 할 수가 없다
<input type="checkbox"/> 별로 피곤한 줄 모르고 지낸다.	<input type="checkbox"/> 평소보다 쉽게 피로해 진다.
<input type="checkbox"/> 사소한 일에도 곧 피로해 진다.	<input type="checkbox"/> 너무 피로해서 아무일도 할 수 없다.
<input type="checkbox"/> 입맛은 평소와 같다.	<input type="checkbox"/> 입맛이 전과 같이 좋지는 않다.
<input type="checkbox"/> 요사이 입맛은 매우 나빠졌다.	<input type="checkbox"/> 전연 입맛이 없다.
<input type="checkbox"/> 정력이 전보다 떨어진 것 같지는 않다.	<input type="checkbox"/> 정력이 전보다 약간 떨어졌다.
<input type="checkbox"/> 확실히 정력이 떨어졌다.	<input type="checkbox"/> 전혀 정력이 일어나지 않는다.

지난 2주 동안 불안, 우울, 짜증, 낙심, 슬픔 등의 감정으로 시달린 적이 있었습니까?

- | | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 전혀 없었다. | <input type="checkbox"/> 조금 시달렸다. | <input type="checkbox"/> 보통 정도로 시달렸다. |
| <input type="checkbox"/> 상당히 시달렸다. | <input type="checkbox"/> 아주 심하게 시달렸다. | |

2. 일상생활

지난 2주 동안 육체적, 정신적인 건강문제로 일상생활을 하는데 어려움을 겪으신 적이 있었습니까?

- 전혀 어려움이 없었다. 조금 어려움이 있었다.
- 상당한 어려움이 있었다. 아주 큰 어려움이 있었다.
- 일상생활을 전혀 할 수 없을 정도로 어려웠다.

3. 일반건강

지난 2주 동안의 건강상태는 어떠 하셨습니까?

- 매우 좋았다. 꽤 좋았다. 그저 그랬다.
- 별로 안좋았다. 나빴다.

4. 통 증

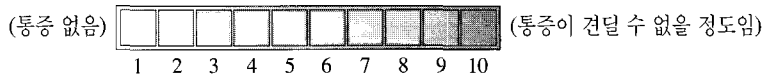
지난 한달 동안 몸에 어느 정도의 통증을 느끼셨던 적이 있었습니까?

- 없었다. 아주 가벼운 통증이 있었다.
- 가벼운 통증이 있었다. 상당한 통증이 있었다. 매우 심한 통증이 있었다.

현재 귀하께서 느끼시는 통증의 정도를 해당되는 칸에 '✓' 표를 하십시오.

- 없음 약간 있음 불편함 괴로움 심함 매우 심함

현재 귀하께서 느끼시는 통증의 정도는 어느 정도입니까?



다음은 통증에 관한 항목들입니다. 현재 본인의 상태를 가장 잘 나타낸다고 생각되는 항목을 보기에서 골라 해당되는 칸에 '✓' 표를 해주십시오.

항 목	없 음	약간 있음	중간 정도	심 함
육신거림	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
수 심	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
찌르는듯한 통증	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
콧콧 찌르는듯한 통증	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
지속적 통증	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
피곤함-지침, 메스거림	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>