

장애에 따른 상실생존년수를 활용한 대기중 총먼지와 아황산가스가 심혈관계질환에 미치는 영향 측정

윤석준, 하범만¹⁾, 강종원²⁾, 권호장³⁾

고려대학교 의과대학 예방의학교실, 국군의무사령부 보건운영처¹⁾,
충북대학교 의과대학 예방의학교실²⁾, 단국대학교 의과대학 예방의학교실³⁾

Quantifying the Burden of Cardiovascular Disease Attributable to Total Suspended Particulate and Sulfur Dioxide Using Years Lived with Disability

Seok Jun Yoon, Beom-Man Ha¹⁾, Jong-Won Kang²⁾, Ho-Jang Kwon³⁾

Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Korea University;
Department of Health Affairs and Management, The Armed Forces Medical Command¹⁾;
Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Chungbuk National University²⁾;
Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Dankook University³⁾

Objective : To estimate the burden of cardiovascular disease attributable to the total suspended particulates (TSP) and sulfur dioxide (SO₂) in Korea using the YLD (years lived with disability) measurement.

Methods : Congestive heart failure(CHF) and myocardial infarction (MI) were chosen as the main cardiovascular diseases whose causes are attributable to the TSP and SO₂ levels. In order to calculate the YLD (years lived with a disability), the following parameters in the formula were estimated. : the incidence rate, the case fatality rate, The expected duration of a disability and the average age of onset were estimated. The expected duration of a disability and the average age of onset were calculated using the DISMOD method, as developed by the GBD researchers. The burden of cardiovascular disease due to TSP and SO₂ was estimated using the number of years that the patient lived with a

disability.

Results : The YLD of the CHF due to the TSP and SO₂ was attributed to the TSP (94.4 person-year) and SO₂ levels (35.0 person-year). The YLD of the MI due to the TSP and SO₂ was attributed to the TSP (148.4 person-year) and SO₂ levels(27.6 person-year).

Conclusion : The YLD method employed in this study was appropriate for quantifying the burden of cardiovascular disease. Therefore, it would provide a rational basis for planning a national health policy regarding the disease burden of the risk factors in Korea.

Korean J Prev Med 2002;35(2):92-98

Key Words: Cardiovascular disease, Air pollution

서론

대기오염이 건강에 부정적인 영향을 미친다는 것은 1948년 미국 Pennsylvania의 Donora와 1952년 영국 London 등에서 발생한 대규모 재난에서 이미 경험적으로 증명된 바 있고 [1,2], 체계적인 역학연구를 통해 역학적으로 증명된 바 있다.

지금까지 알려진 대기오염이 건강에 미치는 부정적인 영향은 호흡기질환 및 심혈관계질환으로 인한 사망률의 유의한 증가 [3-7], 병원방문의 빈도 및 입원 증

가 [8-14] 등이 있으며, 특히 이러한 영향은 생물학적 약자인 노약자나 소아에서 뚜렷하게 나타나는 것으로 알려져 있다 [15-20].

대기오염은 피해의 범위가 광범위하다는 점, 개인의 선택과 관계없이 노출되고 이로 인한 피해를 회피할 수 있는 방법이 거의 없다는 점, 그리고 대기오염에 대한 피해는 생물학적 약자인 노약자나 소아에게 크게 나타나는 점 등의 이유로 인해 공중보건학적 중요성은 익히 알려져 왔다 [21]. 특히 최근에는 현재의 대기환경 기준이 대기오염으로부터 건강을 보호해 줄 수 있을 만큼 안전한 지에 대해서 많

은 의문점들이 제기되는 등 대기오염의 중요성은 갈수록 커지고 있다 [22,23].

그러나 기존의 대기오염의 건강영향 평가는 단순히 사망률, 입원율 및 외래 방문율 등 단편적인 사망 또는 상병을 중심으로 이루어져 왔으며 대기오염을 줄이기 위한 관리의 효과를 보다 종합적으로 제시하지 못하는 제한점이 있었다. 따라서 대기오염 관리와 관련된 보다 효과적인 보건의료정책의 수립 및 집행에 필요한 구체적인 질병발생의 양태와 규모 및 건강수준에 관한 정보를 생성할 필요가 있으며, 이를 위해 대기오염에 의한 건강영향을 정량적으로 밝혀내는 연구가 매우 시급한 실정이다 [22, 24].

그러나 대기오염으로 인한 건강영향의 계량적 평가의 중요성에도 불구하고 이에

접수 : 2001년 9월 5일, 채택 : 2002년 1월 25일

본 연구는 보건복지부 보건의료기술연구사업(HMP-99-M-09-0005)의 지원으로 수행되었음

책임저자 : 윤석준 (서울시 성북구 안암동 5가 126-1, 전화: 02-920-6412, 팩스: 02-927-7220, e-mail: yoonsj02@korea.ac.kr)

대한 국내 연구들은 연구의 양이나 질적인 측면에서 매우 제한되어 있다 [22]. 비교적 최근에 들어서야 시계열적 연구방법을 이용하여 대기오염이 호흡기 질환에 미치는 영향 [11] 및 사망자수에 미치는 영향에 대한 역학적 연구 [22, 23, 25]가 발표되고 있는 실정이다. 그러나 이러한 결과들도 사망과 상병을 포함한 종합적인 지표로 제시하지 못하고 있으며, 최근까지도 국내에서는 이러한 노출요인에 대한 질병부담 측정의 계량적 접근은 시도된 바 없는 것으로 보고되고 있다.

최근 사망과 상병의 단일 건강수준 측정지표인 장애보정생존년수(disability-adjusted life years; 이하 DALY)를 개발한 국제 질병부담측정(Global Burden of Disease; 이하 GBD)그룹에서는 이와 같은 노출요인에 따른 질병부담을 계량화하기 위한 일련의 작업결과를 발표한다 [24, 26], 이후 세계 여러 나라에서 각 국가의 실정에 맞는 연구를 수행하고 있다 [27]. 질병으로부터 귀결된 결과의 복합적인 형태를 단일한 지표로 구성하고자 하는 가장 주요한 이유는 비용에 대한 건강중재의 편익에 가중치를 둘 필요가 있기 때문이며, 실제 이러한 결과를 활용하여 보건의료중재의 우선순위 및 보건의료자원의 할당에 활용할 것으로 기대되고 있다 [28].

이러한 배경 하에서 본 연구는 장애에 따른 상실생존년수(years lived with disability; 이하 YLD)를 활용하여 우리나라 대기오염이 심혈관계질환에 미치는 영향을 질병부담 측면에서 계량적으로 측정해 보고자 하였다.

연구자료 및 방법

대기오염이 심혈관계질환에 미치는 영향을 YLD로 측정하기 위해 본 연구는 크게 다음과 같이 3단계로 구분된다. 첫째, 대기오염 측정지표와 해당 질병을 선정한다. 둘째, 대기오염 측정지표가 해당 질병에 미치는 귀속분율(attributable fraction)을 추정한다. 셋째, 선정된 대상 질병의 YLD를 Murray와 Lopez [24]가

Table 1. Relative risk of air pollutants and diseases

Air pollutant	Disease	Relative risk	Exposure difference	Reference
SO ₂	Congestive heart failure	1.12	50 ppb	Robert et al., 1995
	Acute myocardial infarct	1.0326	19 ppb	Poloniecki et al., 1997
TSP	Congestive heart failure	1.07	100 µg/m ³	ROSSI et al., 1999
	Acute myocardial infarct	1.10	100 µg/m ³	ROSSI et al., 1999

Table 2. Number of exposed population and relative risks of cardiovascular diseases according to level of total suspended particle(TSP)(1995)

TSP level (ppb)	Number of exposed population (%)	Relative risk	
		CHF*	AMI**
< 30	12,519,304 (28.1)	1.0000	1.0000
30 - 59.9	5,209,052 (11.7)	1.0041 - 1.0208	1.0059 - 1.0298
60 - 89.9	20,243,608 (45.3)	1.0217 - 1.0417	1.0310 - 1.0595
90 ≤	6,636,762 (14.9)	1.0420 - 1.0563	1.0601 - 1.0804
Total	44,608,726 (100.0)	-	-

* Congestive Heart Failure, ** Acute Myocardial Infarct

제시한 함수식에 적용하여 계산한 후 앞서 구한 귀속분율을 곱하여 대기오염에 의한 YLD를 계산한다.

1. 대기오염 노출측정지표 및 대상 심혈관계질환 선정

본 연구에서 대기오염의 노출측정지표는 1995년 현재 전국 대기질 자동 측정망에서 측정하고 있는 대기중 총먼지(Total Suspended Particles; TSP), 아황산가스(SO₂), 이산화질소(NO₂), 오존(O₃), 일산화탄소(CO) 등 5개 항목 중에서 심혈관계질환에 건강영향을 미친다고 알려져 있고 [29-31], Hong 등 [32]이 대기오염의 귀속분율을 이용하여 질병부담을 구할 때 사용한 총먼지(이하 TSP)와 아황산가스(이하 SO₂)를 대기오염 노출지표로 선정하였다.

또한 본 연구에서 대기오염과 관련된 질환은 한국 일반사망 요약분류표(103항목)에 의한 사망원인에 단일 질병군으로 포함되어 있으며, 1995년 기준으로 사망률이 남성인구 100,000명당 3명 이상이며, 기존 연구를 통해 대기오염과의 원인적 연관성이 일반적으로 인정되는 질환으로 선정하였다. 이에 따라 울혈성심부전(congestive heart failure; CHF)과 급성심근경색(acute myocardial infarction; AMI)을 대기오염관련 주요 질환으로 선정하여 분석에 포함하였다.

2. 귀속분율 추정

대기오염으로 인한 상병의 귀속분율은 통계청의 1995년 사망원인통계연보의 연령별, 성별, 원인별 사망숫자와 TSP [29] 및 SO₂ [30-31]와 울혈성심부전, 급성심근경색간의 비귀위험도를 이용하여 계산하였다.

대기오염물질의 노출 수준은 1년 평균 값을 적용하였다. 대기오염에 의한 SO₂ 노출군 선정은 세계보건기구의 대기오염 지표 기준을 적용하여 기준을 초과하는 경우 노출군으로 간주하였다. 대기중 먼지에 대해서는 세계보건기구에서도 명확한 기준점을 제시하지 않고 있으며, 여러 가지 건강 영향에 대해 연속적인 그래프로 제시하며, 그 그래프에서 적용가능한 하한선 먼지 농도를 PM₁₀ 기준으로 20 µg/m³으로 제시하고 있다. TSP의 약 55%가 PM₁₀인 점을 감안하면 TSP가 36.4 µg/m³을 기준으로 적용하는 것이 고려될 수 있으나, TSP가 낮을수록 좋다는 세계보건기구의 기준을 참조하여 연구자가 합리적인 선으로 판단되는 30 µg/m³을 역치(threshold level)로 설정하여 그 미만인 경우 비노출군으로, 그 이상인 경우 노출군으로 구분하였다.

설치된 73개 대기질 자동측정망에 해당하는 지역 거주민을 한 단위로 해서, 한 개 대기질 자동 측정망에 해당하는 주민별로 다른 노출수준을 적용하였다. 5대 도시지역은 구 단위로 측정값을 적용하

Table 3. Number of exposed population and relative risks of cardiovascular diseases according to level of sulfur dioxide(SO₂)(1995)

SO ₂ level (ppb)	Number of exposed population (%)	Relative risk	
		CHF*	AMI**
< 17.5	24,158,029 (54.2)	1.0000	1.0000
17.5 - 34.9	18,754,831 (42.0)	1.0001 - 1.0351	1.0001 - 1.0251
35.0 - 52.4	755,550 (1.7)	1.0484	1.0346
52.5 ≤	940,316 (2.1)	1.0886	1.0634
Total	44,608,726 (100.0)	-	-

* Congestive Heart Failure, ** Acute Myocardial Infarct

였고, 구 단위에 대기질 자동 측정망이 없는 경우 지리적으로 최근근 지역의 대기 오염지표를 적용하였다. 한 개 시군구에 두 개 이상의 대기질 자동 측정망이 있는 경우 평균값을 적용하였다. 시,군 단위에서 대기질 자동 측정망이 없는 경우는 대부분 대기오염이 심하지 않아서 아직 설치되지 않은 지역으로 보아, 세계보건기구 대기오염지표 기준 이하로 가정하였다. 1995년 당시 총 44,606,726명의 우리나라 인구중에서 대기질 자동 측정망이 없는 시, 군에 거주하는 사람은 12,001,807명이었다. 또한 대기오염지표와 질환에 대한 비교위험도는 세계보건기구 지침서를 작성하는데 인용된 문헌의 결과를 중점적으로 선정하여 적용하였다 (Table 1, 2, 3).

노출 수준에 따른 노출지역 거주민의 비교위험도는 Table 1에 제시된 비교위험도에 따라 노출기준점을 초과하는 수준만큼 multiplicative model에 따라 산출하였다.

3. YLD 측정

YLD를 측정하기 위해서는 선정된 질병의 발생률(incidence rate), 치명률(case fatality rate), 관해율(remission rate), 연령별 질병이환기간(expected disease duration), 연령군별 평균발생연령(average age onset), 질병별 질병부담가중치(disability weight)를 추정해야 한다 [24]. 본 연구에서는 이 변수들을 다음과 같은 방법으로 추정한 후 YLD를 추정하기 위한 함수식을 적용하여 YLD를 계산하였다. YLD를 구하기 위한 계산식은 다음과 같다.

여기에서 γ 은 할인율(discount rate)이며 β 는 연령가중치 파라미터(=0.04), K는 연령에 따른 가중치를 사용하는 경우 1, 사용하지 않는 경우 0인 조정변수(modulation factor)이며 C는 전체 질병부담의 크기를 변화시키지 않기 위한 상수(=0.1658)이다. 또한 a는 평균질병발생연령, L은 평균질병이환기간, D는 장애별 질병부담가중치이다. 본 연구에서 관해율은 0을 적용하였고, 장애별 가중치 및 할인율은 GBD 연구결과의 권고치인 0.21과 3%를 적용하였다 [24].

1) 발생률 추정

본 연구에서 해당 질병의 발생률을 추정하기 위해 먼저 1992년-1995년 의료보험연합회 의료보험청구 전산자료 중 해당 질병으로 인한 입원 의료이용자료를 추출하였다. 발생자수는 1994년까지

$$YLD = D \left\{ \frac{KCe^{a\beta}}{(r+\beta)^2} [e^{-(r+\beta)(L+a)} - (r+\beta)(L+a) - 1] - e^{-(r+\beta)a} [(r+\beta)a - 1] + \frac{1-K}{r} (1-e^{-r}) \right\}$$

해당 질병으로 입원 의료이용을 한 적이 없는 환자로서 1995년에 새롭게 입원 의료이용을 한 경우로 실행적 정의를 내리고 전산자료를 추적하여 추정하였다. 이 과정이 끝난 후 발생자수를 1995년 우리나라 성별, 연령군별 전체 인구수로 나누어 발생률을 추정하였다.

2) 치명률 추정

본 연구에서 치명률은 1995년 통계청 사망원인 전산자료 [33]를 이용하여 해당 질병으로 인한 사망자수를 구한 후 앞서 추정한 발생자수를 활용하여 성별, 연령

군별 사망자수로 나누어 추정하였다.

3) 연령군별 질병이환기간, 평균발생연령 추정

위에서 추정된 변수들(발생률, 관해율, 치명률)을 활용하여 GBD 그룹에서 개발한 DISMOD model에 적용, 연령군별 추정질병이환기간(expected duration of disability)과 연령군별 평균발생연령(average age of onset)을 계산하였다.

연구결과

1. 발생률 추정 결과

대기오염관련 심혈관계질환 발생자수를 추정한 결과 남성의 경우 울혈성심부전 3,555명, 급성심근경색 5,016명이었고, 여성의 경우 각각 6,100명, 2,710명이었다 (Table 4). 울혈성심부전 및 급성심근경색의 발생률은 남성의 경우 각각 0.0001561, 0.0002202, 여성의 경우 각각 0.002715, 0.0001206으로 추정되었다.

2. 대기오염 귀속분율 추정 결과

노출 수준을 1년 평균 대기오염 측정값으로 정하고 TSP, SO₂에 따른 대기오염 귀속분율을 추정하였다. 추정 결과 심부전에 대한 TSP 및 SO₂ 노출에 따른 귀속분율은 각각 2.24%, 0.83%였고, 급성심부전에 대한 TSP 및 SO₂ 노출에 따른 귀속분율은 각각 3.17%, 0.59%였다 (Table 5).

3. YLD 측정 결과

이와 같이 측정된 값을 다음 함수식에 적용하고 귀속분율을 곱하여 대기오염에 의한 YLD를 계산한 결과 울혈성심부전의 TSP 노출에 의한 YLD는 94.4인년(person-year), SO₂ 노출에 따른 YLD는 35.0인년으로 두 노출요인에 기인한 대기오염의 심부전에 미치는 영향은 YLD 기준으로 129.4인년이였다 (Table 6).

또한 급성심근경색의 TSP 노출에 의한 YLD는 148.4인년, SO₂ 노출에 따른 YLD는 27.6인년으로 두 노출요인에 기인한 대기오염의 급성심근경색에 미치는

Table 4. Incidence rate estimation of cardiovascular disease (1995)

Age group (unit: year)	CHF*		AMI**		
	Incident case	Incident rate(×105)	Incident case	Incident rate(×10 ⁵)	
Male	≤ 29	162	1.37	101	0.85
	30 - 44	197	3.35	625	10.63
	45 - 59	700	21.08	1,898	57.16
	60 - 69	912	77.93	1,451	123.98
	70 ≤	1,584	291.42	941	173.12
Total	3,555	15.61	5,016	22.02	
Female	≤ 29	157	1.43	43	0.39
	30 - 44	225	3.97	110	1.94
	45 - 59	811	24.67	570	17.34
	60 - 69	1562	105.25	913	61.52
	70 ≤	3345	327.16	1074	105.04
Total	6100	27.15	2710	12.06	

* Congestive Heart Failure, ** Acute Myocardial Infarct

Table 5. Attributable rate estimation of cardiovascular disease (unit: %)

	TSP	SO ₂
CHF*	2.24	0.83
AMI**	3.17	0.59

* Congestive Heart Failure, ** Acute Myocardial Infarct

Table 6. YLD attributable to TSP & SO₂ on Congestive Heart Failure (unit: person-years)

Age groups	TSP			SO ₂		
	Male	Female	Sum	Male	Female	Sum
≤ 29	2.80	5.47	8.26	1.04	2.03	3.06
30 - 44	1.81	7.12	8.93	0.67	2.64	3.31
45 - 59	8.41	20.02	28.42	3.12	7.42	10.53
60 - 69	8.50	18.88	27.38	3.15	7.00	10.15
70 ≤	6.69	14.74	21.43	2.48	5.46	7.94
Total	28.21	66.22	94.44	10.45	24.54	34.99

Table 7. YLD attributable to TSP & SO₂ on Acute Myocardial Infarction (unit: person-years)

Age groups (unit: year)	TSP			SO ₂		
	Male	Female	Sum	Male	Female	Sum
≤ 29	3.56	1.35	4.91	0.66	0.25	0.91
30 - 44	19.35	3.22	22.57	3.60	0.60	4.20
45 - 59	51.11	17.06	68.17	9.51	3.18	12.69
60 - 69	23.25	15.88	39.13	4.33	2.96	7.28
70 ≤	6.50	7.08	13.58	1.21	1.32	2.53
Total	103.77	44.60	148.37	19.31	8.30	27.61

영향은 YLD 기준으로 176.0인년이었다 (Table 7).

고 찰

대기오염과 같은 다양한 노출요인에 기인한 질병부담을 추정하는 것은 근원적으로 많은 가정이 필요하다. 어느 노출요인이 피할 수 있는 요인인지를 정의하

는데 개념적인 어려움이 있으며 관련된 많은 불확정성이 내재되어 있다. 이러한 이유로 노출요인에 기인한 질병부담을 계량적으로 측정하는 것은 많은 장애요인에 직면하게 된다. 그러나 보건정책 환경에서 이러한 노출요인에 대한 중요성을 다른 질병이나 상해와 최소한 동일한 수준으로 부각시키고, 해당 노출요인에 따른 효과적인 보건정책을 수립하고 적

절한 평가기전을 발휘하기 위해서는 과학적인 접근에 따른 계량적인 분석이 필수적이다 [24,34]. 이와 관련하여 GBD 그룹은 최근 전체 질병부담중 모든 환경위험요인에 기인한 질병부담이 약 25~33%를 차지하고 있다는 결과를 제시한 바 있다 [35].

본 연구는 대기오염에 따른 심혈관계 질환에 미치는 질병부담을 계량적으로 측정하기 위해 노출요인으로 TSP, SO₂를 선택하고 울혈성심부전과 급성심근경색을 대상질환으로 하여 YLD를 추정하였다. 그 결과 우리 나라 국민의 대기중 총먼지와 아황산가스에 의한 심혈관계질환에 미치는 영향은 YLD 기준으로 총 305.4인년이었으며, 노출요인별로는 TSP(242.8인년)가 SO₂(62.6인년)보다 약 3.9배, 질환별로는 급성심근경색(176.0인년)이 울혈성심부전(129.4인년)보다 약 1.4배 더 많은 질병부담을 차지하는 것으로 확인되었다.

이러한 연구결과는 자료의 제약으로 GBD 그룹의 연구결과와 직접 비교는 어렵지만 대기오염이 심혈관계질환에 미치는 건강영향을 계량적으로 측정했다는 점에 있어 기존의 연구결과에 비해 보건학적 함의가 크다고 할 수 있다. 즉, 기존의 연구들은 대기오염 물질의 증가가 심혈관계 질환으로 인한 사망을 초래하는 것과 대기오염이 심혈관계 질환으로 인한 사망과 관련이 있다고 가정할 때 이러한 초과사망이 어떠한 의미를 지니느냐에 대한 논란이 있어온 것이 사실인데 [36], 본 연구의 결과는 다른 질환과 비교를 가능하게 함으로써 대기오염 관리의 보건학적 중요성을 부각시키는데 도움이 될 것으로 판단된다. 실제 Hong 등 [32]의 자료를 활용하여 분석한 GBD 그룹의 연구에서 대기오염의 질병부담은 전체 질병부담의 0.5% 정도이고, 이는 위암, 간암 또는 매독과 비슷한 것으로 평가되어 대기오염에 의한 질병부담의 중요성이 부각된 사례가 있다 [24].

그러나 대기오염의 질병부담을 YLD, 또는 DALY와 같은 단일척도로 측정하는 작업은 자료 및 방법론적 장애로 인해

활발하게 이루어지지 못하고 있는 것이 현실이다. 그러나 최근 이와 관련된 GBD 연구는 위험요인의 범주화 및 모형화(model interpretation) 등을 통한 적절한 추정방법의 제시 등을 통해 방법론적 결함을 극복하고자 노력하고 있다 [37-39]. 우리 나라에서도 이러한 위험요인에 대한 계량적 추정의 요구가 증가하고 있기 때문에 향후 어느 정도의 자료구축이 진행되면 활발하게 연구가 진행될 것으로 예상되며 [26], 이러한 관점에서 연구 방법론 및 실제 우리 나라의 자료를 활용하여 대기오염의 질병부담을 측정했다는 데 본 연구는 보건학적 함의를 가진다.

그러나 본 연구는 사용된 자료 및 연구 방법상 다음과 같은 제한점이 있다. 먼저 연구에 사용된 자료와 관련된 문제로 사망원인 전산통계자료의 부정확성과 귀속 위험을 추정하기 위해 사용한 비교위험도 자료의 문제이다. 사망자료의 경우 본 연구에서는 통계청에서 발표하는 사망원인 통계자료를 이용했는데, 사망원인통계 연보의 사망통계는 의사에 의한 사망진단 비율이 단지 50-60% 정도로 저조한 수준이며 [33], 의사가 진단한 경우에도 선행사인에 대한 정보를 알기 힘든 경우가 많아 사망원인 추정 자체의 타당성은 실제 사인과 심각한 불일치를 보일 가능성이 높을 것으로 판단된다 [36]. 이 경우 본 연구에서 계산된 결과 추정에 있어 심각한 비뚤림을 발생시킬 가능성이 있을 수 있다. 향후 사망원인 자료의 정확성 재고를 위한 작업이 선행되어야 할 것으로 판단된다.

또한 본 연구에서는 외국의 연구에서 제시된 비교위험도를 적용하였는데, 이는 우리 나라에서 대기오염과 건강영향에 대한 비교위험도가 비교적 최근에 수행되기 시작하였고, 아직 국제적인 공인을 받은 연구가 소수이기 때문에 선택한 방법이기도 하나, 질병양상이 우리 나라와 상이한 외국 결과를 적용함으로써 생기는 오차가 있을 수 있다. 향후 전향적 연구를 포함한 충분한 연구 결과가 축적되면 해결될 문제이나 본 연구 결과의 제한점의 하나임은 분명하다.

또한 질병별 비교위험도는 인구집단의 감수성에 따라 다르다는 보고 [7]가 있으나 본 연구에서는 연령층 등 특정 인구집단의 구분 및 비교위험도의 상이성에 대해 일반적으로 인정될만한 기준은 아직까지는 확실히 결론이 나이지 않은 것으로 판단하여 본 연구에 적용한 연구들에서 보고한 비교위험도를 모든 인구집단에 동일하게 적용하였다. 추후 민감한 인구집단 및 비교위험도의 상이성에 대한 연구가 누적된다면 인구집단을 민감도별로 세분하여 연구를 하는 것이 더 정확한 추정이 가능할 것이다.

연구방법과 관련된 제한점은 역학지표 추정의 정확성과 관련된 것과 YLD를 산출하는 데 있어서 적용한 기본전제와 관련된 문제이다 [40]. YLD를 추정하기 위해서는 성별, 연령별로 평균질병이환기간, 평균장애발생연령, 질병별 장애보정가중치 등이 필요하며, 이들 역학변수에 관한 자료들의 신뢰도를 확인하기 위해서 유병률, 치명률, 사망률 등이 필요한데, 우리 나라의 현실에서 이러한 세분화된 역학연구 결과들은 거의 찾아볼 수 없기 때문이다. 더욱이 이러한 문제는 GBD 연구자들의 민감도 분석 결과 질병부담의 크기에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 할인율, 연령별 가중치 등이 아니라 질병부담추정에 기초가 되는 역학자료의 정확도였음을 감안할 때 더욱 심각한데, 향후 이러한 역학자료에 대한 기초연구는 절실하다. 또한 질병부담을 추계하는데 몇 가지 가정들이 필요한데, 대표적으로 연령 가중치, 할인율, 치명률 및 장애가중치(disability weights)를 들 수 있다. 본 연구에서는 GBD 연구자들이 수년간 경험을 통해서 선정한 가치관을 수용하는 입장을 취했다. 연령 가중치 및 할인율의 경우에는 과연 연령에 따라 다른 가중치를 둘 필요가 있으나, 미래에 발생하는 질병부담이 현재의 질병부담보다 적은 가치를 갖느냐에 관한 문제로서 연구자의 관점이나 사회의 관점에 따라 다른 값 혹은 다른 방법을 선택할 여지가 있다. 아직 이 분야의 국내 연구가 일천하고 연구자간에도 진지한 논의가 부족하여 정작

어떤 방법이 더 낫다고 단정짓기 어려운 형편이지만, 향후 연령 가중치 및 할인율에 대해 좀더 심층적인 논의와 연구가 필요할 것이다.

그러나 이와 같은 제한점에도 불구하고 본 연구는 대기오염으로 인한 건강장애를 YLD를 활용하여 정량적으로 계량화했다는 점에서 의미가 있다. 대기오염의 질병부담을 측정하는 작업은 질병부담 추정의 기초가 되는 자료의 불완전성과 부족으로 인해 상당히 어려운 작업이고, 측정에 많은 제약점이 있음에도 불구하고 대기오염에 대한 중요성을 촉발시키고 적절한 정책대응을 유발할 수 있다는 측면에서 의미가 있으며, 향후 이러한 노력은 더욱 가속화되어야 할 것이다.

향후 대기오염과 관련 있는 호흡기 질환, 만성 노출에 따른 폐암 등에 미치는 영향을 질병부담 측면에서 분석하여 종합적인 영향을 분석해 내는 작업을 통해 국제간 비교연구가 필요하며, 시계열적 영향을 분석하는 연구가 필요할 것으로 판단된다. 또한 이 연구에서 적용해 본 대기오염관련 질병뿐만 아니라, 흡연, 음주, 고혈압 등 한국 국민의 건강증진에 중대한 영향을 미치는 중요한 보건문제로 자리잡은 질병 및 위험요인(risk factor)에 대한 질병부담 평가로 그 연구영역을 넓혀 보는 작업이 필요할 것이다.

요약 및 결론

보건정책 관련 연구에서 건강피해규모 파악 및 질병부담의 계량적 평가가 점점 더 중요해지고 있지만, 국내에서는 아직 타당성이 검증된 질병부담 측정도구가 부족한 것이 사실이다. 따라서 세계보건기구와 세계은행이 주관이 되어 추진하고 있는 질병부담의 계량적 추정방법을 국내의 관련 연구에 도입, 적용하는 것은 효과적인 보건정책 결정에 있어 연구자뿐만 아니라 관련 정부기구의 정책방향 수립에 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 YLD를 활용하여 우리 나라 대기오염이 심혈관계질환에 미치는 영향

을 질병부담 측면에서 계량적으로 측정해 보고자 수행한 연구이다. 이를 위해 대기오염으로 인한 심혈관계질환에 미치는 영향을 분석한 결과 우리 나라 국민의 대기오염에 의한 심혈관계질환에 미치는 영향은 노출요인이 TSP인 경우 급성심근경색이 심부전에 비해 약 1.6배, SO₂인 경우 0.8 배에 해당하였으며 전체적으로는 급성심근경색이 심부전에 비해 1.4 배 더 많은 질병부담을 나타낸 것으로 확인 되었다.

본 연구의 결과는 연구에 사용한 연구 자료의 한계에도 불구하고 향후 대기오염과 관련된 보건의료정책의 우선순위 결정, 즉 한정된 자원을 보다 더 효율적으로 활용하는데 보다 구체적인 정보를 계량적으로 제공해 줄 수 있다는 점에서 매우 중요한 의의를 갖는다고 하겠다. 본 연구의 향후 과제는 호흡기계 질환 등 대기오염과 관련이 있는 질환을 모두 포함시켜 대기오염으로 인한 질병부담을 종합적으로 분석해내는 일이라고 할 수 있다.

참고문헌

- Logan WPD. Mortality in London fog incident. *Lancet* 1953; 1: 336-338
- Ciocco A, Thomson DJ. A follow-up on Donora ten years after: methodology and findings. *Am J Public Health* 1961; 51: 155-164
- Schwartz J, Dockery DW. Increased mortality in Philadelphia associated with daily air pollution concentrations. *Am Rev Respir Dis* 1992; 145: 600-604
- Pope CA III, Schwartz J, Ransom MR. Daily mortality and PM10 pollution in Utah Vally. *Arch Environ Health* 1992; 47: 211-217
- Hong YC, Leem JH, Ha EH, Christiani DC. PM(10) exposure, gaseous pollutants, and daily mortality in Incheon, South Korea. *Environ Health Perspect* 1999; 107: 873-878
- Lee MY, Lee CW, Suh SK. Effect of air pollution on daily mortality in Daegu(1993-1997). *Korean J Occup Environ Med* 2000; 12(2): 235-248 (Korean)
- Kwon HJ, Cho SH, Nyberg F, Pershagen G. Effect of ambient air pollution on daily mortality in a cohort of patients with congestive heart failure. *Epidemiology* 2001; 12: 413-419
- Schwartz J. Air pollution and hospital admission for heart disease in U.S. counties. *Epidemiology* 1999; 10: 17-22
- Samet JM, Zeger SL, Dominici F, Curriero F, Coursac I, Dockery DW, Schwartz J, Zanobetti A. The national morbidity, mortality, and air pollution study. Part II: Morbidity, mortality, and air pollution in United States. Health Effects Institute Research Report 94, Part II, June 2000
- Zanobetti A, Schwartz J, Gold D. Are there sensitive subgroups for the effects of airborne particles? *Environ Health Perspect* 2000; 108: 841-845
- Leem JH, Lee JT, Kim DG, Shin DC, Roh JH. Short-term effects of air pollution on hospital visits for respiratory diseases in Seoul. *Korean J Occup Environ Med* 1998; 10(3): 333-342 (Korean)
- Ju YS, Cho SH. Effect of air pollution on emergency room visits for asthma: a time series analysis. *Korean J Prev Med* 2001; 34(1): 61-72 (Korean)
- Choi H, Lim DH, Kim JH, Son BK, Lim JH, Hong YC. Study on interrelationship of air pollution and respiratory disease of children who visited the emergency room of a university hospital in Incheon. *J Korean Pediatr Soc* 2000; 43: 1372-1379 (Korean)
- Song HI. Effect of air pollution on childhood asthma living in Seoul. *J Asthma Allergy Clin Immunol* 2001; 21(1):28-39.(Korean)
- Vedal S, Petkau J, White R, Blair J. Acute effects of ambient inhalable particles in asthmatic and nonasthmatic children. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 157: 1034-1043
- McConnell R, Berhane K, Gilliland F, London SJ, Vora H, Avol E, Gauderman WJ, Margolis HG, Lurmann F, Thomas DC, Peters JM. Air pollution and bronchitic symptoms in Southern California children with asthma. *Environ Health Perspect* 1999; 107: 757-760
- Bodak M, Leon DA. The effect of air pollution on infant mortality appears specific for respiratory causes in the postneonatal period. *Epidemiology* 1999; 10: 666-670
- Loomis D, Castillejos M, Gold DR, McDonnell W, Borja-Aburto VH. Air pollution and infant mortality in Mexico City. *Epidemiology* 1999; 10: 118-123
- Wang X, Ding H, Ryan L, Xu X. Association between air pollution and low birth weight: a community-based study. *Environ Health Perspect* 1997; 105: 514-520
- Ha EH, Hong YC, Lee BE, Woo BH, Schwartz J, Christiani DC. Is air pollution a risk factor for low birth weight in Seoul? *Epidemiology* 2001; 12(6): 643-648
- Kwon HJ. Health Effect of Air Pollution. *J Korean Med Assoc* 1998; 41(10): 1025-1031 (Korean)
- Kwon HJ, Cho SH. Air pollution and daily mortality in Seoul. *Korean J Prev Med* 1999; 32(2): 191-199 (Korean)
- Lee JT, Dockery DW, Kim CB, Jee SH, Chung Y. A meta-analysis of ambient air pollution in relation to daily mortality in Seoul, 1991-1995. *Korean J Prev Med* 1999; 32(2): 177-182 (Korean)
- Murray CL, Lopez AD. The utility of DALYs for public health policy and research: a reply. *Bull World Health Organ* 1997; 75(4): 377-381
- Lee JT, Lee SI, Shin DC, Chung Y. Air particulate matters and daily mortality in Ulsan, Korea. *Korean J Prev Med* 1998; 31(1): 82-90 (Korean)
- Murray CJ, Lopez AD. Global mortality, disability, and the contribution of risk factors: *Global burden of disease study. Lancet* 1997; 17(349): 1436-42
- PHD. Victorian burden of disease study: Morbidity. Melbourne. Public Health Division, Victorian Government Department of Human Services. 1999:p.1-189
- Barnum H. Evaluating health days of life gained from health projects. *Soc Sci Med* 1987; 24: 833-841
- Rossi, G, Vigotti MA, Zanobetti A, Repetto F, Gianelle V, Schwartz J. Air Pollution and Cause-Specific Mortality in Milan, Italy, 1980-1989. *Environ Health* 1999; 54(3): 158-164
- Poloniecki JD, Atkinson RW, de Leon A, Anderson RH. Daily time series for cardiovascular hospital admissions and previous day's air pollution in London, UK. *Occup Environ Med* 1997; 54(8): 535-540
- Robert DM, Elena NN, Rajika LM. Ambient Air Pollution and Hospitalization for Congestive Heart Failure among Elderly People in Seven Large US Citeis. *Am J Epidemiology* 1995; 85(10):1361-1365
- Hong CJ et al. Air pollution. In: Murray CJL, Lopez AD, eds. Quantifying health risk: the burden of disease attributable to selected risk factors. Cambridge, Harvard University Press; 1996
- National Statistical Office Republic of Korea. Korean Standard Classification of Diseases. Vol 3. 1995

34. Ha EH, Kwon HJ. Issues in air pollution epidemiologic studies. *Korean J Prev Med.* 2001; 34(2): 109-118 (Korean)
35. Smith KR, Corvalan CF, Kjellstrom T. How much global ill health is attributable to environmental factors?. *Epidemiology* 1999;10(5):573-584
36. Nam HS, Park KS, Sun BH, Shin JH, Sohn SJ, Choi JS, Kim BW. A study of the cause-of-death reported on official death registry in a rural area. *Korean J Prev Med.* 1996; 29(2): 227-238 (Korean)
37. McMichael A, Pastides H, Corvalan AC, Kay D. Update on WHO' s initiative to assess environmental burden of disease. *Epidemiology* 2001;12(2):277-279
38. Murray CL, Lopez AD. On the Comparable Quantification of Health Risks: Lessons from the global burden of disease study. *Epidemiology* 1999;10(5):594-605
39. Kay D et al. Methodology for assessment of environmental burden of disease. Report of a WHO consultation, Buffalo, August 2000, Geneva, 2001
40. Yoon SJ, Chang H, Shin YS. Burden of disease of major cancers assessment using years of lives with disability in Korea. *Korean J Prev Med.* 1998; 31(4): 801-813 (Korean)