

기초자치단체의 폭염으로 인한 온열 및 심뇌혈관질환 부담

이수형*, 신호성***

* 한국보건사회연구원 보건정책연구본부
*** 원광대학교 치과대학 인문사회치의학교실

Municipal Disease Burden Attributable to Heat Wave

Suehyung Lee*, Hosung Shin***

* Dept. of Health Policy Research, Korea Institute for Health and Affairs
*** Department of Social and Humanity dentistry, School of Dentistry Wonkwang University

<Abstract>

Objectives: The objective of study was to calculate the municipal level environmental burden of disease (EBD) due to heat wave. **Methods:** The data used were Korea National Health Insurance 2011 claim data and 2011 death registry. Heatwave related diseases included hypertensive heart diseases, ischemic heart diseases, cerebrovascular disease, and heat related illness. According to the method that WHO proposed, the study computed population-attributable fraction with relative risk which come from previous study and proportion of exposure which the study calculated with historical meteorology data. **Results:** The Average of 251 municipal EBD was 2.11 per thousand persons. The value of years lost due to disability was 11 times higher than that of years of life lost. On average EBD of county and southern geographical areas tended to be higher than those of District or city areas. The relationship between municipal deprivation index (composite deprivation index) and EBD showed the positive association, which means that the worse deprived municipal is, the higher EBD takes. **Conclusions:** Climate change is getting one of the major risk factors of cardio-cerebrovascular disease, which is the second leading cause of death. The study results suggested the urgent policy planning and reaction of climate change adaptation

Key words: Environmental Burden of Disease, Cardio-cerebrovascular Disease, Heat Wave, Climate Change

I. 서론

환경성 질병부담은 질병부담을 초래하는 원인 인자 중 특정 환경적 위험인자의 영향에 의한 질병부담을 산출하는 것이다. 폭염은 주요 만성질환인 심뇌혈관질환을 악화시키는 위험인자의 하나로 알려져 있다. 폭염에 대한 관심이 증가된 원인 중에는 기후변화도 중요한 역할을 담당한다. 기후변화가 질환의 위험요인이 되는 가운데 기후변화로 인한 건강악화에 대한 건강관리 및 예방, 건강증진 프로그램이 필요한 시점이다.

폭염의 빈도와 강도 및 지속기간의 증가는 폭염에 취약

한 사람들에게는 막대한 건강피해를, 지자체에는 폭염 적응대책을 위한 사회적 비용을 초래한다. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 5차 보고서에 따르면 현재의 온실가스 배출추세를 유지할 경우, 21세기 후반의 한반도 기온은 현재보다 5.7℃ 상승하며, 폭염일수 또한 현재 한반도 전체평균인 7.3일에서 온실가스 고배출시 21세기 후반에 30.2일로 증가하여 발생할 것으로 전망(Korea Meteorological Administration, 2013)하고 있어 폭염으로 인한 건강 위험도는 더욱 증가될 것으로 예상된다. 폭염은 태풍, 홍수 등을 포함하는 모든 기상재해 중에서 가장 많은 초과사망자 피해를 발생시키는 것으로 알려져 있으며

Corresponding author : Hosung Shin

100-705, Namsan Square 7F, 173 Toegye-ro, Jung-gu, Seoul, Korea, National Evidence-based Healthcare Collaborating

주소: 137-701, 전북 익산시 익산대로 460 원광대학교 치과대학

Tel: 063-850-6995 Fax: 063-580-6915 E-mail: shinhosung@gmail.com

* 본 논문은 환경부 차세대에코이노베이션기술개발사업(No.412-111-004)의 지원을 받아 수행되었음

▪ 투고일: 2014.08.18

▪ 수정일: 2014.09.15

▪ 게재확정일: 2014.09.16

(Jo, 2014) 폭염의 건강피해는 사망을 비롯하여 심뇌혈관계 질환, 호흡기계질환, 신경계질환, 정신과적질환 등의 기저 질환을 악화시키는 것으로 알려져 있다(Blum et al, 1998; Cheung, 2010; Hajat et al, 2002; Jo, 2013; Lim et al, 2013; Michelozzi et al, 2009; Page et al, 2012).

실제 서울시의 경우 일별 최고기온이 29.9℃ 이상에서 기온이 1℃ 상승할 때 사망자가 3.0% 증가하고, 7일 이상 폭서가 지속될 경우 사망자수는 9% 증가하며, 폭서기간 동안 주된 사망원인은 내분비 및 영양대사 질환, 순환기계의 질환, 호흡기계통 질환 등인 것으로 보고된바 있다 (Kim, 2004). 이외 일최고기온의 분포가 95분위 이상으로 높아지는 폭염이 발생할 경우 호흡기관련 질환과 뇌혈관질환, 신장질환, 소화기계질환으로 인한 응급실 내원자가 증가한다고 한다(Korea Health Promotion Foundation, 2009).

기후변화로 인한 건강피해를 정량화하는 것은 기후변화 건강 적응대책 수립을 위해 중요한 근거가 된다. 정확한 정책수립을 위해서는 해당 지역의 여건 진단이 필수적이기 때문이다. 그러나 폭염을 비롯한 기후변화 위험요인에 대한 질병부담 연구는 아직까지 미흡한 실정이다. 물론 기온상승, 폭염, 기상재해, 오존농도 증가에 따른 질병부담(Disability Adjusted Life Year [DALY])을 산출한 Ministry of Environment (2010)의 연구나 서울시 거주 20세 이상 성인을 대상으로 한 기후변화 폭염으로 인한 사회경제적 비용을 추정한 Korea Environmental Industry & Technology Institute (2011)의 연구, 기후변화로 인한 취약계층의 사망률 변화와 고온으로 인한 취약계층의 초과 사망에 따른 사회적 비용을 추정한 Lee (2013)의 연구가 일부 있지만 지자체별 기후변화 적응대책 수립을 위한 기초자료로 활용하기엔 한계가 있다. 이에 지자체별 기후변화 위험요소에 대한 건강피해의 정량화에 대한 모색이 요구된다.

본 연구에서는 폭염으로 인한 온열 및 심뇌혈관질환의 질병부담을 산출하고자 한다. 폭염으로 인한 건강피해와 기후변화 적응대책의 최소 대응단위가 기초지자체임을 고려하여 기초지자체별로 산출하며, 온열 및 심뇌혈관질환의 질병부담 산출을 통하여 기초지자체별 폭염 적응대책 수립을 위한 과학적 근거를 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구설계

폭염으로 인한 질병부담은 세계보건기구(World Health Organization, WHO)의 환경성 질병부담(Environmental burden of disease, EBD) 연구방법론에 기초하여 산출하였다. 환경성 질병부담은 2002년 WHO에서 수행한 Comparative Risk Assessment(CRA)와 Global Burden of Disease(GBD) project의 부분으로서 건강위험요인 중 환경성 위험요인으로 발생하는 질병의 부담을 측정한다. 즉, 장애보정생존년수(Disability Adjusted Life Year [DALY])로 표현되는 질병부담(Burden of disease)에 특정 건강위험요인으로 발생하는 질병의 기여위험도(Population attributable fraction [PAF])를 곱하여 산출한다.

폭염으로 인한 질병부담을 산출한 후 기초지자체별 통합결핍지수(Composite deprivation index [CDI])와의 관련성을 살펴보았다. 통합결핍지수는 실업, 빈곤(공적부조), 주거, 노동, 교육의 5가지 영역으로 구성되며 남상실업자비율, 기초생활수급자비율, 최저거주기준미달가구비율, 낮은 사회계급비율, 19세 이상 중졸이하 인구비율을 각 영역의 대리변수로 사용하였다. 5가지 영역을 합산하기 위하여 기하변환을 적용하였는데 기하변환(geometric transformation) 각 영역의 영향을 산출하는데 가장 열악한 상태를 가지는 지역의 점수가 일정분포내에 잘 포괄할 수 있게 하고 각 영역들 간의 상쇄효과도 적절히 관리하는 역할을 한다. 이론적으로 통합결핍지수는 0에서 500사이의 값을 가지고 값이 클수록 지역사회의 결핍이 심각한 것으로 해석한다.

폭염 관련 질환은 선행연구를 바탕으로 선정하였다. 일반적으로 폭염과 같은 고온현상은 고온 관련 질병을 발생시킬 뿐만 아니라 인간의 심혈관계 및 뇌혈관계에 간접적으로 영향을 미치고, 장시간 고온에 노출될 경우 항상성 유지를 위한 체열조절능력이 감소하게 되어 열사병(heat stroke), 열탈진(heat exhaustion), 열실신(heat syncope), 열경련(heat cramps) 등의 질병이 발생하는 것으로 알려져 있다(Ministry of Environment, 2010). 본 연구는 선행연구를 고려하여 폭염 관련 질환으로 고혈압성 심장질환(Hypertensive heart disease, KCD-6 code I10-I13), 허혈성 심장질환(Ischemic heart disease, I20-I25), 뇌혈관질환(Cerebrovascular disease, I60-I69), 열사병

(Effects of heat and light, T67)을 선정하였다. 이후 폭염 관련 질환은 온열 및 심뇌혈관질환으로 기술한다.

2. 질병부담(Burden of disease) 산출

질병부담은 조기사망으로 인한 건강손실(years of life lost [YLL])과 장애로 인한 건강손실(years lost due to disability [YLD])의 합으로 구성된 장애보정생존년수(DALY)를 이용하여 산출하였다. DALY에서 YLL은 임의로 정해지는 어떤 수명의 한계에서 사인으로 인해 조기 사망한 시점의 연령을 차감함으로써 계산되며, YLD는 이 특정 질병이 가져오는 장애의 종류와 그 중증도에 따라 가중치를 주어 계산하

게 되는데 사망을 1로 보고 완벽한 건강상태를 0으로 보아 그 사이의 값을 부여하게 된다. DALY 1은 조기사망 또는 특정 질병의 이환이나 상해로 인해 잃어버린 건강한 삶 1년에 해당하므로 DALY가 크면 클수록 질병부담이 늘어난다 (Korea Institute for Health and Social Affairs, 2008).

1) 조기사망으로 인한 건강손실년수 산출

YLL은 일반적으로 식 (1)과 같이 사망시점 기준 기대여명과 사망시의 연령차이로 계산된다(WHO, 2003)¹⁾. 그러나 YLL은 할인율과 연령가중치를 고려하게 되면 식 (1)은 식 (2)와 같이 변형된다.

$$YLL = N \times L \quad \text{식 (1)}$$

$$YLL = \frac{KCe^{ra}}{(r+\beta)^2} [e^{-(r+\beta)(L+a)} [-(r+\beta)(L+a) - 1] - e^{-(r+\beta)a\beta} [-(r+\beta)a - 1]] + \frac{1-K}{r} (1 - e^{-rL}) \quad \text{식 (2)}$$

여기서, r 은 할인율, β 는 연령 가중치 파라미터, K 는 연령에 따른 가중치를 사용하는 경우 1, 사용하지 않는 경우 0인 조정변수, C 는 전체 질병부담의 크기를 변화시키지 않기 위한 상수, a 는 사망시 연령, L 은 사망시 표준 기대여명(standard life expectancy at age of death)을 나타낸다. 본 연구에서 YLL은 할인율과 연령가중치를 고려한 변형식 (2)을 이용하여 산출하였다.

YLL은 기초지자체별 산출하였고, 산출시 GBD 그룹 연구자들이 적용했던 가정을 원용하였다(WHO, 2003). 즉, 할인율(r)은 3%, 연령가중치 파라미터(β)는 0.04를 적용하였으며, 연령에 따른 가중치를 사용하였고($K=1$), 상

수(C)는 0.1658을 적용하였다. 단, 사망시 연령 (a)은 2011년 통계청의 사망원인통계자료를 이용하여 성, 연령(5세계급)별로 산출한 값을 이용하였고, 표준기대여명 (L)은 GBD 그룹 연구자들이 사용했던 표준기대여명 자료를 이용하였다.

2) 질병이환으로 인한 건강손실년수(YLD) 산출

YLD은 기본적으로 관련 질병의 발생자수(I)와 해당 질병으로 인한 평균적인 유병기간(L), 질병에 대한 장애가중치(Disability Weight, DW)의 곱으로 정의된다(WHO, 2003).

$$YLD = I \times DW \times L \quad \text{식 (3)}$$

YLD 산출식 또한 연령가중치와 할인율을 고려하면 아래 식(4)과 같이 변형된다²⁾.

$$YLD = DW \left[\frac{KCe^{ra}}{(r+\beta)^2} [e^{-(r+\beta)(L+a)} [-(r+\beta)(L+a) - 1] - e^{-(r+\beta)a\beta} [-(r+\beta)a - 1]] + \frac{1-K}{r} (1 - e^{-rL}) \right] \quad \text{식 (4)}$$

1) N 는 주어진 연령대에서의 사망자수, L 은 사망시점에서의 기준 기대여명의 남아 있는 연수를 의미함
 2) r 은 할인율, β 는 연령가중치 파라미터, K 는 연령에 따른 가중치를 사용하는 경우 1, 사용하지 않는 경우 0인 조정변수, C 는 전체 질병부담의 크기를 변화시키지 않기 위한 상수, a 는 평균질병발생연령, L 은 평균질병이환기간, DW 는 장애별 질병부담가중치를 의미함

YLL과는 달리 YLD는 식 (3)을 이용하여 산출하였다. YLD 산출시 폭염관련 질환의 발생자수는 국민건강보험공단의 2006년 1월 1일부터 2011년 12월 31일까지의 건강보험청구자료를 이용하여 산출하였다. 발생자수는 2006~2010년까지 5년 동안 해당 질병으로 의료이용을 한 적이 없는 환자로서 2011년에 새롭게 의료이용을 한 경우로 정의를 내리고 전산자료를 추적하여 2011년 발생자수를 추정하였다. 발생자수는 시군구를 기준으로 성, 연령별 입원 및 외래 모두 산출하였다. 질환은 주상병을 기준으로 추출하였으며, 청구시점에 따라 하나의 발병 건이 나누어 청구되는 경우를 고려하여 해당질환으로 여러번 방문하는 경

우, 방문과 방문 사이의 무진료기간을 계산하여 에피소드(episode)를 재분류하였다. 즉, 입원과 외래 모두 이전 진료 종료일과 다음 진료개시일 사이의 기간이 0인 경우에는 하나의 에피소드로 처리하였다. 중증도는 입내원기간을 반영하여 산출하였고, 입원과 외래를 동일하게 가중치를 두지 않고 입원 1건에 외래 3건의 가중치를 두었다. 장애가중치는 기본적으로 우리나라 연구결과 값을 이용하였고, 우리나라 연구가 없는 경우에는 WHO에서 작성한 장애가중치 값을 이용하였다. 단, 우리나라 연구와 WHO 연구 어디에도 없는 경우 가장 유사한 질환의 장애가중치 값을 이용하였다<Table 1>.

<Table 1> Disability weight

Disease	KCD-6	Disability weight	Reference
Hypertensive heart disease	I10-I13	0.246	WHO†
Ischemic heart disease	I20-I25	0.727	Domestic Research‡
Cerebrovascular disease	I60-I69	0.796	Domestic Research‡
Heat related illness	T67	0.287	WHO‡ , Unintentional Injuries

Sources: † Do et al. (2004)
‡ WHO (2004)

평균이환기간은 WHO GBD 그룹에서 개발한 DisMod II를 이용하여 산출하였다. DisMod II는 성별, 연령군별 추정 발생률, 유병률, 관해율, 치명률, 사망률, 사망률의 상대위험도 등의 투입 변수(input variable)를 사용하여 성별·연령별 예상 질환이환기간 및 평균발생연령을 산출해 내는 프로그램이다. 기본적으로 인구수와 발생자수 및 사망자수 등 3개의 자료 값을 입력하면 YLD 산출에 필요한 값들의 근사치를 계산해준다. DisMod II를 이용하여 평균이환기간을 산출할 경우 3가지 자료값을 명기하여야 하는데 본 연구에서는 성·연령별 발생률, 사망률, 치명률 3가지 값을 이용하였다. 평균이환기간은 지역 구분없이 전국기준으로 산출하였고, 연령은 0세에서 80세이상까지 10세 간격으로 구분하였다. 분석자료로 발생자수는 건강보험공단의 2006~2011년 청구자료를, 사망자수는 통계청의 2011년 사망원인통계자료를 이용하였다.

3. 폭염으로 인한 기여위험도와 온열 및 심뇌혈관질환 질병부담 산출

기여위험도(PAF)는 전체 인구집단에서 발생한 질병의 몇 %가 해당 건강위험요인에 대한 폭로로 기인한 것인가를 추정하는 것으로, 노출기반 접근법(exposure-based approach)과 시나리오 기반 접근법(scenario-based approach)으로 산출가능하다(WHO, 2008). 본 연구는 노출기반 접근법에 따라 폭염의 기여위험도를 산출하였다. 노출기반 접근법에 따른 PAF는 위험요인에 폭로된 집단과 그렇지 않은 집단 사이의 질병 발생 위험도의 차이인, 상대위험도(Relative Risk [RR])와 위험요인에 노출된 인구집단의 비율인 폭로분율(Prevalence of Exposure [PE])의 함수로 정의되며, 산출식은 식 (5)와 같다.

$$PAF = \frac{Pe(RR-1)}{Pe(RR-1)+1} \quad \text{식 (5)}$$

폭염으로 인한 질병 발생의 상대위험도(RR)는 문헌고찰 방법을 이용하여 산출하였다. 기후변화의 양상과 영향은 지역과 지역에 속한 개체의 민감도에 따라 다를 수 있으므로 국내 문헌만을 대상으로 문헌검색을 수행하였다. 문헌 검색결과 RR은 고혈압성 심장질환 및 허혈성 심장질환은 1.042, 뇌혈관질환은 1.030, 열사병은 1.139(Korea Institute for Health and Social Affairs, 2012)이었다.

폭로분율인 P_e 는 질환별 위험요소와 질병발생의 역치값을 이용하여 산출하였다. 고혈압성 심장질환과 허혈성 심장질환의 경우 질병이환에 의한 의료기관 방문과 사망을 동시에 고려해야하기 때문에 기존 국내 연구의 결과를 참조하여 사망과 관련이 있는 온도의 역치값인 5월에서 9월 사이의 최고기온이 24°C 이상인 날(day)을, 뇌혈관질환은 5월에서 9월 사이의 최고기온이 22°C 이상인 날을 역치값으로 정하였고, 역치에 따라 해당 기온의 분포를 분석한 결과 2011년 고혈압성 심장질환과 허혈성 심장질환의 역치이상인 날은 0.8, 뇌혈관질환의 역치이상인 날은 0.91, 열사병은 0.71이었다. 마지막으로 폭염으로 인한 온열 및 심뇌혈관질환의 질병부담은 온열 및 심뇌혈관질환의 질병부담인 DALY에 폭염의 기여위험도인 PAF를 곱하여 산출하였다.

III. 연구결과

본 연구의 분석단위인 기초자치체의 특성은 <Table 2>와 같다. 온열 및 심뇌혈관질환의 인구천명당 사망자 중

고혈압성 심장질환, 허혈성 심장질환, 뇌혈관질환의 경우 각 지자체별로 차이가 거의 없었다. 반면 열사병으로 인한 인구천명당 사망자 수는 다른 질환의 1/10의 수준이었다. 대도시 지역인 광역시(서울특별시 포함) 소재 기초자치체보다 중소도시 및 농어촌으로 이루어진 광역도에 속한 기초자치체의 평균 사망자 수가 높은 경향을 보였는데 경기도와 제주도는 다른 광역도의 경향과 달리 광역시의 경향을 보였다. 경상북도 기초자치체의 사망자 수가 가장 높았고 광주광역시 기초자치구가 가장 낮았다. 반면, 광역시 중 부산광역시 기초자치구의 온열 및 심뇌혈관 사망자수가 상대적으로 높았다.

사망률과 마찬가지로 인구천명당 발생률(3.93, incidence rate)도 질환에 따라 절대적 크기에서 차이를 보였다, 그러나 광역시도별 발생 경향은 모두 유사하였다. 뇌혈관질환의 발생률이 가장 높았고 그 다음으로 고혈압성 심장질환, 허혈성 심장질환, 열사병의 순으로 나타났다. 발생률의 크기도 사망률과 유사하게 광역도에 속한 기초자치체가 높았고 광역시에 속한 기초자치체가 낮은 경향을 보였는데 광역시 중 부산광역시의 발생률이 가장 높았다.

지역결핍지수의 일종인 통합결핍지수는 사망 및 질환발생률과 달리 광역시와 광역도로 그 경향이 구분되지 않고 광역시도마다 다른 특징을 보이는데 광역시 중에서는 서울특별시, 부산광역시, 대구광역시, 인천광역시 등에 속한 기초자치구의 지역결핍정도가 높았고, 광역도 중에서는 강원도, 경상북도, 전라남도, 전라북도 기초자치체의 지역결핍정도가 상대적으로 높았다.

<Table 2> Municipal characteristics

Province	Death rate (per 1,000 persons)				Incidence rate (per 1,000 persons)	Composite deprivation index
	HHD	IHD	CVD	HRI		
GW	0.017(.283)	0.017(.195)	0.017(.494)	0.000(.027)	4.24(0.83)	131.0(37.4)
GG	0.006(.174)	0.006(.117)	0.006(.314)	0.001(.012)	3.00(0.54)	87.9(40.5)
GN	0.010(.220)	0.010(.226)	0.010(.495)	0.003(.038)	4.25(0.86)	102.3(47.7)
GB	0.019(.338)	0.022(.224)	0.019(.864)	0.002(.028)	4.82(1.29)	141.0(54.1)
GJ	0.003(.052)	0.003(.106)	0.003(.237)	0.000(.004)	3.23(0.38)	70.3(23.8)
DG	0.005(.192)	0.005(.106)	0.005(.171)	0.002(.005)	3.03(0.39)	108.3(52.5)
DJ	0.004(.109)	0.004(.057)	0.004(.138)	0.000(.004)	2.95(0.24)	73.0(42.7)
BS	0.007(.158)	0.007(.168)	0.008(.267)	0.000(.025)	3.85(0.50)	114.9(60.7)
SU	0.003(.091)	0.003(.096)	0.003(.206)	0.001(.012)	2.73(0.34)	105.9(44.7)

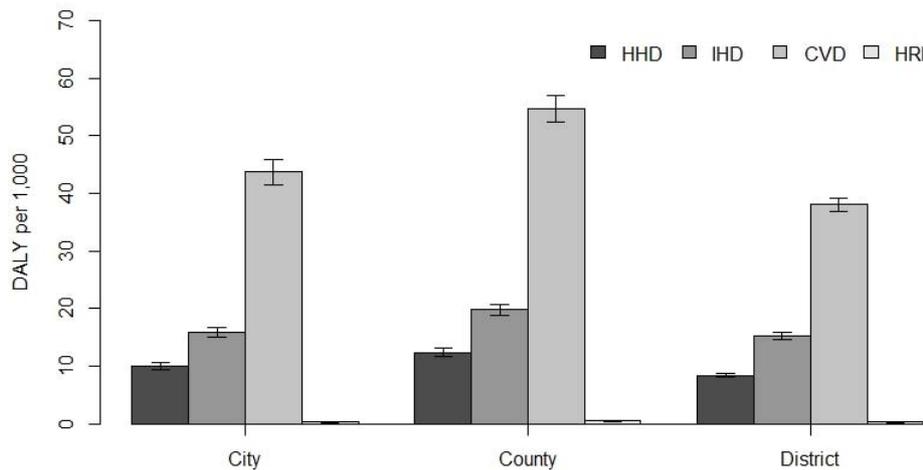
Mean(SD)

Province	Death rate (per 1,000 persons)				Incidence rate (per 1,000 persons)	Composite deprivation index
	HHD	IHD	CVD	HRI		
US	0.005(.149)	0.005(.068)	0.005(.205)	0.000(.002)	3.79(0.29)	53.0(17.8)
IC	0.012(.193)	0.012(.277)	0.012(.451)	0.008(.020)	3.39(0.90)	118.9(48.2)
JN	0.020(.523)	0.018(.248)	0.018(.615)	0.002(.023)	5.54(1.21)	134.7(35.3)
JB	0.018(.259)	0.021(.234)	0.019(.730)	0.001(.038)	4.92(1.15)	141.4(43.8)
JJ	0.005(.303)	0.005(.057)	0.005(.400)	0.000(.000)	2.84(0.76)	112.6(14.3)
CN	0.012(.317)	0.012(.183)	0.014(.504)	0.001(.024)	4.13(0.85)	89.8(29.7)
CB	0.013(.434)	0.013(.195)	0.014(.581)	0.001(.033)	4.49(1.02)	96.4(31.5)

Note: HHD: Hypertensive Heart Disease, IHD: Ischemic Heart Disease, CVD: Cerebrovascular Disease, HRI: Heat Related Illness
 BS: Busan, CB: Chungcheongbuk-Dom CN: Chungcheongnam-Do, DG: Daegu, DJ: Daejeon, GB: Gyeongsangbuk-Do, GG: Gyeonggi-Do, GJ: Gwangju, GN: Gyeongsangnam-Do, GW: Gangwon, IC: Incheon, JJ: Jeju, JB: Jeollabuk-Do, JN: Jeollanam-Do, SU: Seoul, US: Ulsan

환경성 질병부담을 산출하기에 앞서 온열 및 심뇌혈관 질환의 질병부담을 산출하였다[Figure 1]. 질병부담은 인구 천명당으로 계산하였다. 기초지자체의 온열 및 심뇌혈관 질환의 질병부담은 고혈압성 심장질환(10.3)을 기준으로 할 경우 허혈성 심장질환은 1.7배, 뇌혈관질환은 4.5배, 열사병은 0.04배 수준이었다. 전국 251개 시군구를 시지역,

군지역, 구지역으로 구분할 경우 온열 및 심뇌혈관질환의 질병부담은 군지역 소속 기초지자체가 가장 높았고 그 다음으로 시지역, 구지역의 순으로 높았다. 이런 경향은 조사 대상 질환 모두에서 같은 양상을 보였는데 군지역 기초지자체의 평균 질병부담은 인구천명당 87.4년, 시지역은 69.9년, 구지역 62.2년이였다.



Note : HHD= Hypertensive Heart Disease; IHD= Ischemic Heart Disease; CVD= Cerebrovascular Disease; HRI= Heat Related Illness; High-low bar displays 95% confidence interval

[Figure 1] DALYs of Heat Wave by district level

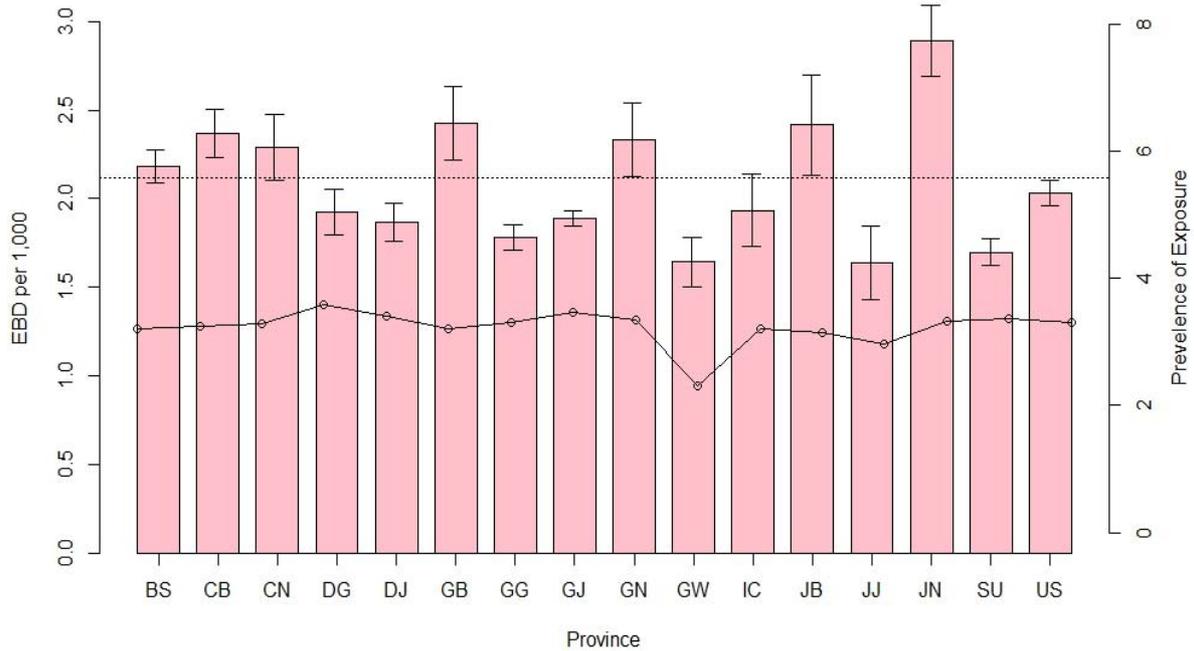
환경성 질병부담, 즉 폭염으로 인한 온열 및 심뇌혈관 질환의 질병부담을 산출하기 위해 P_e 를 산출하는데 P_e 는 일년 중 일별 최고기온이 해당 질환의 역치값을 넘어가는 날

의 분율을 이용하여 산출하였다. 분석결과 P_e 는 광주광역시, 대구광역시, 대전광역시에 속한 기초자치구가 높았고 강원도, 경상북도, 부산광역시, 제주도 등에 속한 기초자치

구에서 상대적으로 낮았다.

[Figure 2]에서 점선은 환경성 질병부담의 전국 평균값 (2.11, 인구천명당)을 나타내며 실선은 4개 질환의 Pe 합을 표시한다. 환경성 질병부담은 Pe 의 분포와 일치하지 않아서 Pe 이 높은 대구광역시, 대전광역시, 광주광역시 등에서

는 낮게 조사되었다. 일반적으로 광역시에 비하여 광역도에 속한 기초자치단체에서 높게 조사되었는데 전라북도가 가장 높고 강원도가 가장 낮은 것으로 나타났다. 광역시 중에서는 부산광역시 소속 기초자치구의 환경성 질병부담이 상대적으로 높았다.



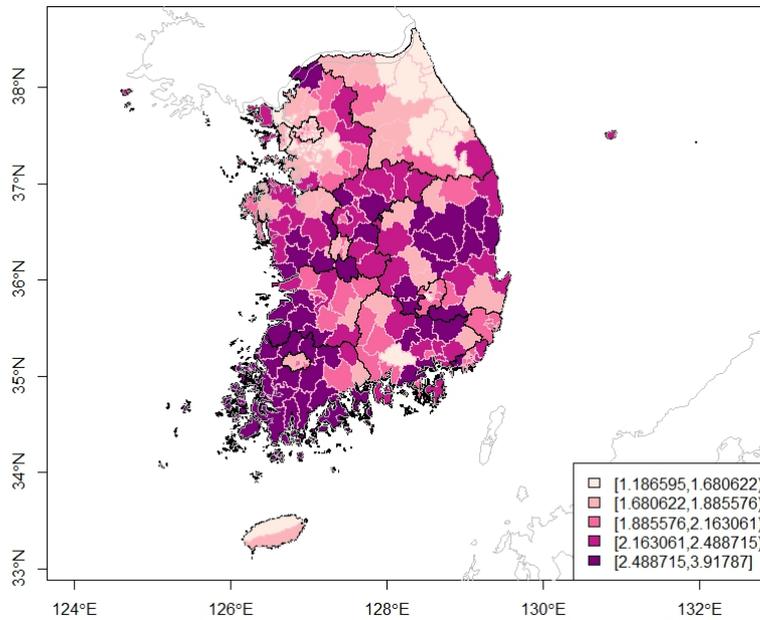
Note : BS= Busan; CB= Chungcheongbuk-Dom; CN= Chungcheongnam-Do; DG= Daegu; DJ= Daejeon; GB= Gyeongsangbuk-Do; GG= Gyeonggi-Do; GJ= Gwangju; GN=Gyeongsangnam-Do; GW= Gangwon; IC= Incheon; JJ= Jeju; JB= Jeollabuk-Do; JN= Jeollanam-Do; SU= Seoul; US= Ulsan; High-low bar displays 95% confidence interval.

[Figure 2] Environmental burden of disease and prevalence of exposure

환경성 질병부담은 온열 및 심뇌혈관질환의 질병부담의 1/35 수준으로 나타났다. 251개 기초자치체 평균 질병부담은 인구천명당 72.7(표준편차 16.8)인데 비해 인구천명당 환경성 질병부담은 2.1(표준편차 0.5)인 것으로 나타났다.

환경성 질병부담을 기초자치체별로 표시하면 [Figure 3]과 같다. 환경성 질병부담은 농촌지역으로 분류되는 곳과 남부지방에서 높게 나타났다. 102개 구지역 기초자치구 중 전국 평균인 인구천명당 2.1년 이상인 기초자치구는 23%이며, 86개 기초자치체가 속한 시지역 중 전국 평균 이상인 기초자치체는 33%인데 반하여 군지역은 71%에 달했

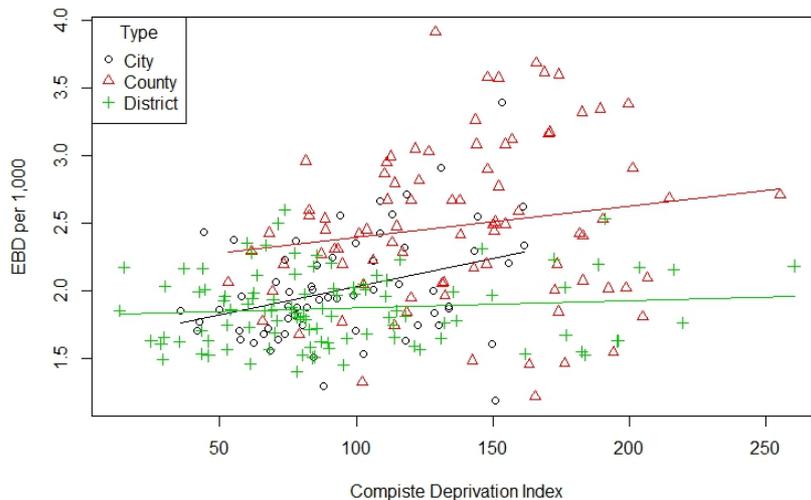
다. 이를 광역시도별로 구분하면 경기도와 강원도의 경우 모두 10% 미만인데 반하여 경상북도는 71%이며 전라남도는 90%에 이르는 것으로 나타났다. 광주광역시, 대전광역시, 서울특별시는 전국 평균 이상인 기초자치체가 하나도 없는 광역시이며 광역도에서 전국 평균 이상이 없는 광역도는 제주특별자치도가 유일하였다. 광역시의 일반적 경향과 다르게 부산광역시는 75%에 달하는 12개 기초자치구의 환경성 질병부담이 전국 평균을 넘어서는 것으로 나타났다.



[Figure 3] Quantile distribution of environmental burden of disease, at the district level

기초지자체별 통합결핍지수와 환경성 질병부담의 상관관계 및 기울기를 살펴보았다[Figure 4]. 시지역, 구지역, 군지역 모두 환경성 질병부담과 통합결핍지수는 양의 상관성을 보였다. 즉, 같은 구분내에서도 지역결핍정도가 클수록 환경성 질병부담이 증가하는 경향을 보였다. 지역구분에 따라 지역결핍정도와 환경성 질병부담의 관계의 크기 또한 차이를 보였는데 시지역의 기울기가 가장 컸고 구지역의 기울기가 상대적으로 작았다. 농어촌 지역인 군지역은 다른 두지역에 비해 환경성 질병부담이 상대적으로 컸다. 하

지만 같은 군지역 내에서는 지역결핍정도가 증가함에 따라 환경성 질병부담도 증가하는데 그 증가 속도가 시지역보다는 컸고 구지역보다는 작았다. 시지역은 환경성 질병부담이 3지역 중 중간에 속하지만 같은 지역구분내에서 지역결핍정도에 따라 환경성 질병부담의 차이도 크게 나타났다. 반면 구지역은 환경성 질병부담이 가장 낮은 것으로 평가되었는데 같은 구지역 내에서는 지역결핍정도 차이가 환경성 질병부담에는 거의 영향을 미치지 않는 것으로 보인다.



[Figure 4] Correlation between environmental burden of disease and composite deprivation index

IV. 논의

농촌지역의 환경성 질병부담은 대도시 지역에 비해 1.33배 높은 것으로 나타났다. 농어촌 지역이 도시지역보다 폭염의 폭로분율이 낮음에도 불구하고 온열 및 심뇌혈관 질환의 환경성 질병부담이 높은 이유는 온열 및 심뇌혈관 사망자 및 발생자수가 많기 때문인 것으로 보인다. Hong, Lee & Shin (2013)에 따르면 2000년부터 2011년까지 12년간 기대여명은 구지역이 높고 군지역이 낮은 양상을 보여 군지역의 사망자수가 구지역보다 높음을 알 수 있으나 심장질환 및 뇌혈관질환의 경우 오히려 군지역이 구지역보다 낮은 사망률을 보였다(Yoon & Kim, 2006). 따라서 환경성 질병부담이 군지역에서 크려면 질병이환에 의한 질병부담이 군지역이 구지역 보다 커야 하는데 본 연구결과 군지역의 YLD가 구지역의 YLD보다 1.65배 높은 것으로 조사되었다. 심혈관질환의 유병률을 높이는 가역적 위험인자에는 당뇨, 신장질환, 비만, 혈중 콜레스테롤 등이 포함되어 있고, 이들은 생활양식과 밀접한 연관이 있는 것으로 알려져 있다(Kim & Kwak, 2011). 또한 연령이 증가할수록, 교육수준이 낮을수록 심뇌혈관 질환의 발생률이 높다고 보고되고 있다(Korea Centers for Disease Control and Prevention, 2008). 농촌지역의 건강불평등을 연구한 Yoon & Kim (2006)는 농촌지역에서 흡연율이 더 높은 경향이 있고, 더 위험한 음주습관을 가지고 있으며 고혈압 등에 대한 미충족 의료와 상용치료원이나 의료기관 분포의 불평등, 의료서비스 제한 등 의료 인프라에서의 차이가 존재한다고 하였다. 심뇌혈관 질환의 위험요인은 지역에 거주하는 개인의 구성적 차이와 지역사회의 맥락적 효과가 동시에 발현된 결과이지만 앞서 지적한 대로 환경성 질병부담에 대한 정책적 과제는 지역을 분석단위로 하는 연구를 통해서만 그 의미를 파악할 수 있을 것이다. 맥락적 효과와 관련하여 지역적 특성이 건강에 영향을 줄 수 있는 요인으로 지역 내 모든 주민들이 공유하는 물리적 환경의 특성, 가정, 일터, 놀이에서 건강한 환경을 확보할 수 있는 지역, 일상의 삶에서 사람들을 지원하는 공공, 민간 서비스, 지역의 사회문화적 특성, 지역에 대한 평판 등 5가지를 제시한 바 있다(Yoon & Kim, 2006).

본 연구에서 지역결핍지수와 환경성 질병부담의 정적 상관성을 관찰하였다. 환경적인 위험요소인 경우 지역적 분

석이 중요한 의미를 가지는데 위험요소가 동일지역 개인의 사회경제적 위치에 따라 영향을 차별적으로 미치지 않고 동일지역내 동일 영향을 미치지 때문이다. 지역의 사회경제적 수준을 나타내는 지표로 지역결핍지수(Deprivation Index)를 사용하였다. 대표적으로 영국은 Townsend 지수(Townsend et al., 1988), Carstairs 지수(Carstairs & Morris, 1990), Index of Multiple Deprivation (IMD, Office of the Deputy Prime Minister, 2000, 2004, 2007, 2010)를, 뉴질랜드는 NZDep Index of Deprivation을, 캐나다는 Deprivation index for Quebec 등을 개발(Shin, Lee & Chu, 2009)하여 사용하고 있는 반면, 우리나라는 공식적인 지역결핍지수를 가지고 있지 않고 연구자들마다 필요에 따라 개발해 사용하고 있는데 새롭게 지표를 구성하거나 기존 지표에 우리나라 변수를 사용하여 변형하여 쓰는 경우가 일반적이다. 건강증진 정책이 수행되는 단위는 기초지자체이며 지역단위 분석이 중요해지고 있는 시점에서 대표 지역단위 결핍지수 개발이 중요하다. 동시에 지역의 인구구조가 지속적으로 변화하듯이 지역단위 결핍정도는 정적인 상태에 머물러 있지 않고 지속적으로 변화하므로 특정 시기에 맞추어 개발된 지역결핍지수를 시간이 지남에 따라 수정하거나 보완할 필요가 있다.

많은 나라에서 폭염을 주요 위험기상 현상으로 구분하여(Jo, 2014) 폭염에 대한 건강증진 및 예방 프로그램(적응대책) 수립을 위해 많은 노력을 해오고 있다. 폭염 대응 정책으로 도심녹지 확대 사업, 폭염에 대한 맞춤형 가이드라인을 제공하고 냉각 효과를 분산하기 위한 지역별 리스크 맵 작성하거나 건축물의 리모델링을 통해 냉각시스템을 재구축하는 폭염위험방지, 사업, 도시정원 및 옥상정원 설치, 도심녹화사업 등의 기반시설 구축 사업을 시행하고 있다. 동시에 폭염경보 시 행동요령 교육, 취약계층에게 무더위 쉼터에 관한 정보를 제공 등의 폭염 교육 및 홍보, 폭염경보 발행, 폭염감시 등의 폭염 모니터링 등의 사업이 수행되고 있다. 우리나라 또한 예외는 아니다. 우리나라는 2012년부터 국가 기후변화 적응대책 이행을 위해 「지자체 기후변화적응대책 세부시행계획」이 수립·진행됨에 따라 2015년까지 기초지자체를 중심으로 폭염 등 기후변화 적응 대책을 수립을 의무화 하고 있으며 정부차원에서는 폭염 취약군 건강관리, 폭염 예보시스템, 응급실 기반 폭염으로 인한 온열질환 감시체계 구축 등을 통하여 기후변화 폭

염 적응대책을 시행하고 있다. 지자체 기후변화 폭염 적응 대책 수립은 폭염으로 인한 심혈관계 질환 또는 뇌혈관계 질환자의 초과사망을 예방하고 폭염관련 질환발생으로 인한 사회경제적 비용을 절감할 수 있기에 보건학적 측면에서 중요한 의미를 갖는다. 따라서 2015년까지 지자체별 정책수립을 위한 지역수준의 진단이 요구되며, 본 연구결과는 지자체별 온열 및 심뇌혈관질환 예방을 위한 정책수립의 근거를 제공한다는 점에서 의의가 있다.

본 연구에서 산출한 환경성 질병부담은 폭염으로 인한 온열 및 심혈관질환의 질병부담을 산출하는 것이기 때문에 폭염의 영향 측정에 보다 초점이 맞추어져 있다. 따라서 폭염에 의한 포괄적인 영향을 분석하기 위하여 가능한 모든 영향을 살펴보는 것이 중요하며 이러한 원칙에 따라 질환이 구분되고 이 구분에 따라 발생률을 산출하였다. 이에 고혈압성 심장질환의 범주에는 고혈압성 심장병(I11) 이외에 본태성고혈압(I10), 고혈압성 콩팥 및 심장질환(I13)도 포함되었다.

본 연구에서 환경성 질병부담을 산출하기 위해 계산한 기초지자체별 온열 및 심뇌혈관 질환의 발생률은 각 질환별 정확한 발생률과 차이가 있을 수 있다. 먼저 발생률 산출을 위하여 사용한 자료가 국민건강보험공단 건강보험자료이기 때문에 해당 질환의 질병분류코드의 정확성에 문제가 있을 수 있다. 일반적으로 알려져 있다시피 건강보험 자료는 질병분류나 질환의 역학적 연구를 위해 계획적으로 수집된 자료가 아니고 건강보험 급여신청을 위해 사용되는 행정자료이기 때문에 사용된 질병분류코드가 질병자체보다는 건강보험 수가코드에 적용되어 있기 때문이다.

본 연구에서 상대위험도 값은 Korea Institute for Health and Social Affairs (2012)의 연구결과 값을 이용하였다. 일반적으로 상대위험도는 GBD 연구방법에서 제시된 것과 같이 체계적 문헌고찰을 이용하여 선정하거나, 상대위험도가 제시된 문헌들을 메타분석을 통해서 전반적 또는 평균적 효과를 추정(pooled RR)하나(Kim, 2009), 그렇게 하기에는 고온으로 인한 심뇌혈관질환 발생 위험도(RR)에 관한 국내논문이 충분하지 않았다. 이러한 이유로 국내 환경성 질병부담 연구에서는 국외 논문을 중심으로 RR값을 도출한다. Ministry of Environment (2010) 또한 고온으로 인한 심뇌혈관질환 발생 위험도를 국외 논문결과를 바탕으로 도출하였다. 그러나 국외 논문 및 WHO 값은 우리나라

의 기후현상과 질병발생 양상을 반영하기는 한계가 있다. 이에 본 연구는 비록 본 연구설계에 부합한 국내 연구가 1건이라 하더라도 Korea Institute for Health and Social Affairs (2012)의 연구 결과값을 이용하였다. 그러나 RR 적용에 있어서의 한계는 여전히 존재한다. 본 연구는 전국단위의 환경성 질병부담 산출이 아닌 지역별, 지자체별 환경성 질병부담 산출이기 때문에 보다 정교한 작업을 위해서는 지역별 RR를 반영하는 것이 합리적이다. 아직까지 지역별 연구가 없는 실정이므로 향후 본 연구와 유사한 연구 진행을 위해서라도 많은 역학 연구들이 진행되어야 한다.

V. 결론

본 연구는 지자체별 폭염 적응대책 수립을 위한 기초자료 제공을 위해 지자체별 온열 및 심뇌혈관질환의 환경성 질병부담을 산출하였다. 연구결과 농촌지역과 남부지역에서 폭염으로 인한 온열 및 심뇌혈관질환의 질병부담이 높았고, 구지역 중 전국 평균이 인구 천명당 2.1년의 질병부담을 가진 자치구는 23%, 시지역 중 전국 평균 이상인 기초지자체는 33%, 군지역 중에서는 71%로 나타나 전체적으로 군지역이 시·군 지역에 비해 폭염으로 인한 온열 및 심뇌혈관질환의 건강피해가 큼을 알 수 있었다. 또한 같은 시지역, 군지역, 구지역내에서도 환경성 질병부담의 크기가 다름을 알 수 있었다.

환경성 질병부담과 지역의 통합결핍지수간의 상관성 분석결과 시군구 모두, 지역의 결핍정도가 높을수록 폭염으로 인한 온열 및 심뇌혈관질환의 질병부담이 크게 나타났으며, 지역결핍수준에 따른 질병부담 수준의 증가는 군지역이 구지역에 비해 컸다. 이는, 같은 구지역(군지역, 시지역)이라 하더라도 지역의 결핍수준이 높을수록 지역내 온열 및 심뇌혈관질환의 질병부담이 큼을 의미하며, 지역의 결핍수준이 높은 지역이라 하더라도 구지역보다는 농촌에서의 환경성 질병부담의 증가 속도가 큼을 의미한다. 따라서 폭염으로 인한 온열 및 심뇌혈관질환의 건강피해 예방을 위한 사업은 전국적으로 또는 시·도 유형별로 적용되기 보다는 환경성 질병부담과 지역의 결핍수준을 고려하여 시급한 기초지자체부터 우선적으로 시행되어야 함을 알 수 있다. 가령, 구, 시지역 보다는 군지역에서, 군지역 중에

서도 지역결핍수준이 높은 지역에 폭염으로 인한 온열 및 심뇌혈관질환 예방사업이 우선 시행되어야 하며, 같은 구, 군, 시지역이라 하더라도 구, 군, 시지역내에서 폭염 적응 대책이 달리 적용되어야 한다. 아울러 지역의 결핍수준과 환경성 질병부담의 상관관계를 고려할 때, 폭염을 인한 온열 및 심뇌혈관질환 예방프로그램은 지역의 역량강화와 더불어 이루어져야 한다.

References

- Australia Department of Health. (2008). Health impacts of climate change: Adaptation strategies for Western Australia. Australia: Australia Department of Health.
- Blum, L.N., Bresolin, L.B., Williams, M.A. (1998). From the AMA Council on Scientific Affairs. Heat-related illness during extreme weather emergencies. *JAMA*, 279(19), 1514.
- California Natural Resources Agency. (2009). 2009 California Climate Adaptation Strategy. the State of Clifornia: California Natural Resources Agency.
- Cheng X & Su, H. (2010). Effects of climate temperature stress on cardiovascular disease. *Fur J Intern Med* ,21(3) 164-167.
- Do. Y.K., Yoon, S.J., Lee, J.K., Kwon, S.I., Lee, S.I., Kim, C.Y. ... & Shin, Y.S. (2004). Disability Weights for the Korean Burden of Disease Study: Focused on Comparison with Disability Weights in the Australian Burden of Disease Study. *Korean J Prev Med*, 37(1), 59-71.
- Greater London Authority. (2010). The draft climate change adaptation strategy for London: Public Consultation Draft. London: Greater London Authority.
- Hajat, S., Kovats, R.S. Atkinson, R.W., Haines, A. (2002). Impact of hot temperatures on death in London: a time series approach. *J Epidemiol Community Health*, 56(5), 367-372.
- Hong, J.M., Lee, S.H., Shin, H.S. (2013). Variation in Life Expectancy by Area Deprivation : Magnitude and Trends in Korea, 2000-2011. *Korean Association of Health and Medical Sociology*, 34. 273-298.
- Jo, S.N. (2013). Health impacts of climate change in the older population - Heatwaves, disaster, climate-change related infectious disease-. Ajou University.
- Jo. H.M. (2009). Climate change and Heat wave. World best 365_Korea Meteorological Administration. 2-3.
- Kim, S. Y. 2004. The impact of Summer Heatwave on Mortality. Ajou University.
- Kim, Y.J., Kwak, C.H.. (2011). Prevalence and Associated Risk Factors for Cardiovascular Disease: Findings from the 2005, 2007 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Korean J Health Promot*, 11(3), 169-176.
- Kim. H.J. (2009). Burden of disease due to outdoor air pollution in Korea : based on PM10. Korea University.
- Korea Centers for Disease Control and Prevention. (2008). Trends and socioeconomic differences in the prevalence of cardiocerebrovascular diseases: Results from the 2005 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. Seoul: DHW.
- Korea Environmental Industry & Technology Institute. 2011. Assessment environmental composite health impact and development of adaptation to climate change. Korea Environmental Industry & Technology Institute. (unpublished)
- Korea Health Promotion Foundation. (2009). Development of Response Plan and Health Management plans for heat wave. Seoul: Korea Health Promotion Foundation
- Korea Institute for Health and Social Affairs. (2008). Climate change and burden of infectious disease. Seoul: Korea Institute for Health and Social Affairs.
- Korea Institute for Health and Social Affairs. (2012). Development of Strategy for Community-based Adaptation to the Health Impact of Climate change. Seoul: Korea Institute for Health and Social Affairs.
- Korea Meteorological Administration. (2013, August 28). 21th century, temperatures of 3.7 degrees, the sea level is 63 cm higher. retrieved from http://www.google.co.kr/url?sa=t&rct=j&q=&esc=s&frm=1&source=web&cd=3&ved=0CDAQFjAC&url=http%3A%2F%2Fweb.kma.go.kr%2Fservlet%2FNeoboardProcess%3Bjsessionid%3DkXBa5vMXSTUU8eocex13ggcXOh8Qvc0F9CTRpbXoHOYca1R02udkEhNe0IYdv9nw%3Fmode%3Ddownload%26bid%3Dpress%26num%3D1192697%26fno%3D1%26callback%3Dhttp%253A%252F%252Fweb.kma.go.kr%252Fnotify%252Fpress%252Fkma_list.jsp%26ses%3DUSERSESSION%26k%3DATC201309271829021_eb515e85-eac8-44ad-963a-10e5e04c6a6a.hwp&ei=wQruU5uDB8jj8AX_hoKIBQ&usg=AFQjCNEPxo5faP7U269n4ZKksW7NjYJuWQ&sig2=KqJ3ZqFuN3KLmzzRe5WWKg&bv m=bv.73231344,d.cGE&cad=rjt.
- Lee, N.Y. Kim, S. Y. 2013. Effect of Climate change on mortality rate Analysis of Vulnerable Populations and Estimating of Socioeconomic Cost. Ajou University.
- Lim, Y.H., Kim, H., Hong. Y.C. (2013). Variation in mortality of ischemic and hemorrhagic stroke in relation to high temperature. *Int J Biometeorol*, 57(1) 145-153.
- Michelozzi P, Accetta G, Sario DM, D'Ippoliti D, Marino C, Baccini M et al. (2009). High temperature and hospitalizations for cardiovascular and respiratory causes in 12 European cities. *Am J Respir Crit Care Med*, 179(5), 383-389.
- Ministry of Environment. (2010). Measuring the burden of disease due to climate change and developing the forecast model in

- Korea. Seoul: Korea University Research management System
- Page, L. A., Hajat, S., Kovats, R. S., Howard, L.M. (2012). Temperature-related deaths in people with psychosis, dementia and substance misuse. *Br J Psychiatry*, 200(6), 485-490.
- Shin, H.S., Lee, S.H., Chu, J.M. (2009). Development of Composite Deprivation Index for Korea: The Correlation with Standardized Mortality Ratio. *J Prev Med Public Health*, 42(6), 392-402.
- World Health Organization. (2003). Introduction and methods. Assessing the environmental burden of disease at national and local levels. Geneva: WHO
- World Health Organization. (2004). Global Burden of disease 2004 update: disability weights for diseases and conditions Geneva: WHO
- World Health Organization. (2008). Environmental Burden of Disease Series. Geneva: WHO
- Yoon, T.H., Kim, J.H. (2006). Health Inequalities between Rural and Urban Areas in South Korea. *Journal of Korean Academy of Rural Health Nursing*, 1(1). 11-20.