



기후변화와 건강영향

홍 수 중* · 서 주 희 | 울산대학교 의과대학 서울아산병원 소아천식아토피센터 소아청소년과

Climate change and human health

Soo-Jong Hong, MD* · Ju-Hee Seo, MD

Department of Pediatrics, Childhood Asthma Atopy Center, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

*Corresponding author: Soo-Jong Hong, E-mail: sjhong@amc.seoul.kr

Received January 5, 2011 · Accepted January 14, 2011

Climatic changes, especially global warming, are potentially the largest global threat to human health and the source of the greatest number of cases of disease. If current emissions and land use trends continue unchecked, future generations will face more serious conditions, including injury, disease, and death related to natural disasters and heat waves, higher rates of climate-related infections, widespread malnutrition, and more allergy and air pollution-related morbidity and mortality. This review highlights the relationship between global climate changes and human health and provides some suggestions for improvement. According to the Fourth Assessment Report by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) published in 2007, global warming is caused by greenhouse gas (GHG) emissions. The most important GHG is carbon dioxide (CO₂), which is released by the burning of fossil fuels and, to a lesser extent, by land use practices, followed by nitrous oxide and methane. IPCC predicts that global temperatures will rise 1.8°C-4.0°C by 2099. According to the report, we can expect a significant rise in sea levels, massive species extinctions, changes in storm and drought cycles, altered ocean circulation, and redistribution of vegetation after crossing the “tipping point” of global warming. Human health will be adversely affected by the accelerating climate change. This review stimulates health care providers to provide quality care to susceptible individuals confronting new threats from climatic changes, as well as to work toward a mitigation of the drivers of climate change at the individual, community, and policy levels as part of a long-term commitment to protecting public health.

Keywords: Climate change; Global warming; Health; Greenhouse gas; Protection

서론

인류는 스스로 지구 환경에 전례가 없는 큰 기후변화를 만들고 있는데, 특히 기후변화 문제 중 최근 가장 관심

이 되고 있는 것은 지구온난화이다. 경제발전은 화석연료의 사용에 의해 촉진되었지만, 이로 인한 온실가스, 특히 이산화탄소와 산화질소, 그리고 메탄은 지구의 기후에 큰 영향을 끼치고 있다. 지난 30년 동안 세계는 약 0.6°C 온도 상승이 있

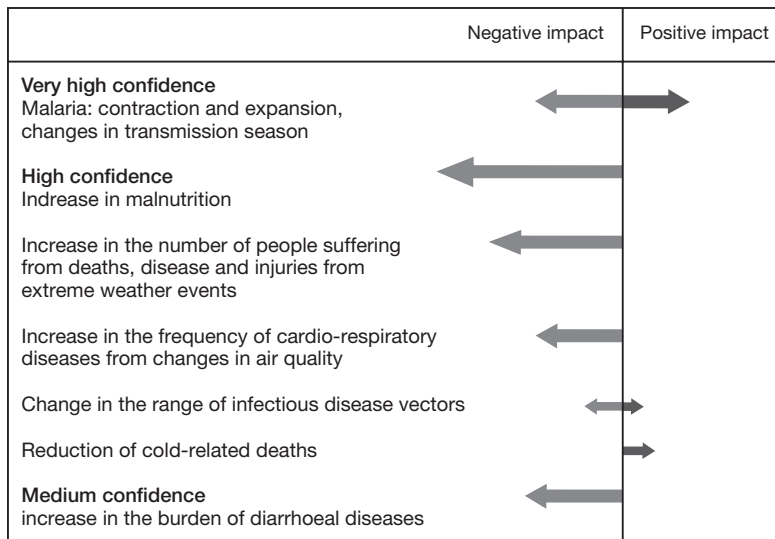


Figure 1. Direction and magnitude of change of selected health impacts of climate change (From Parry ML, et al. Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. New York: Cambridge University Press; 2007. p. 418. Figure 8.3. Direction and magnitude of change of selected health impacts of climate change) [2].

있으며, United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change는 2009년에 가장 강력한 억제방법을 동원할 경우 1.8℃, 그러나 지금 추세대로 진행된다면 4.0℃ 정도 온도 상승과 9-88 cm의 해수면 상승을 예측하고 있다[1]. 또한 이산화탄소의 대기 내 체류시간은 100년 이상이 되므로 우리 세대의 행동 결과가 다음 세대의 미래에까지 큰 영향을 줄 것으로 예상된다.

기온상승과 같은 기후의 지역적인 변화는 세계 여러 곳에서 물리적 및 생물학적 체계에 다양한 영향을 미친다. 예로서, 광과 호수의 얼음이 일찍 녹고 식물과 동물이 더 높은 고도로 이동하며, 북대서양으로 따뜻한 해수가 이동하고 그린랜드와 서남극의 빙하가 녹아 내리면서 지구온난화가 더욱 가속화 되어 궁극적으로 지구에 방대한 비가역적인 변화가 일어나고 있다. 기후변화가 인간에게 어떤 종류의 건강 영향을 미치는지에 대해서 Figure 1에 제시되어 있다.

열 응 력

기후변화와 관련하여 폭서기 빈도가 증가하고 있는데, 영

국에서 1976년에 발생하였던 폭서기는 매우 드물게 발생하였으나 향후 2050년까지 5-6년마다 발생할 것으로 예측되고 있다[3]. 도시 열섬효과는 도심의 기온이 교외지역이나 시골지역의 기온보다 더 높은 것으로서 콘크리트나 흑색 아스팔트와 같은 열을 보존하는 표면의 증가 때문에 발생한다. 1995년 Chicago에서 1주간의 폭서기 동안 700명 이상의 사망자가 발생하였다 [4]. 이와 같이 폭서기에 과도하게 사망률이 발생하는 이유는 대부분 심혈관, 뇌혈관, 호흡기질환과 관련되어 있으며 질병보유자와 영유아나 노인들에게 집중된다. 취약자나 지역에 따라서 이러한 기후변화에 대한 환경순응을 다양한 물리적, 행동학적, 기술적인 방법

을 통해 유도할 수 있지만, 이러한 과정이 기후변화와 관련된 부작용을 얼마나 효과적으로 감소시킬 지는 명확하지 않기 때문에 더 근본적인 접근방법이 필요하다.

홍수와 가뭄

개발도상국 사람들은 범람원이나 해안가, 열악한 공중보건 사회기반시설 등 위험이 높은 지역에 거주하기 때문에 홍수에 취약할 수 있다. 홍수는 직접적인 신체적 상해를 일으키기도 하고 영양실조가 높은 개발도상국에서 설사질환의 증가에 영향을 준다. 그리고 인구증가로 인해 호흡기감염 발생이 증가하고, 과도한 곰팡이의 증식으로 호흡기계 증상이 더 유발된다. 덧붙여 가정환경의 훼손, 경제적 상실 등으로 인해 불안과 우울 같은 정신질환 및 자살률도 증가되고 특히 소아에서는 행동장애가 증가할 수 있다.

가뭄은 식량 생산에 악영향을 끼쳐 인류 건강에 영향을 줄 뿐만 아니라, 물의 공동 사용으로 공중위생에 큰 영향을 줄 수 있다. 특히 가뭄 동안 말라리아와 같은 매개체 감염질환이 급격하게 증가할 수 있다.

엘리뇨와 건강

엘리뇨(El Nino)현상은 페루와 에콰도르 해안가에서 크리스마스쯤 온수가 발생한 것에 유래하며, 온수는 매 2-7년 간격으로 불규칙하게 이례적으로 발생하여 12-18개월간 지속되며, 라니냐(La Nina)라 불리는 냉기가 뒤따라 발생한다. 엘리뇨현상은 라틴아메리카 서부 해안가에 심한 강우와 홍수를 유발하며 적도부위에서 변화된 공기대류가 날씨 패턴을 변화시켜 세계 다른 지역에서 기후변화를 유발한다. 엘리뇨현상의 영향으로 동남아시아, 인도네시아, 남아프리카에서 가뭄이 발생하는 반면 미국 남서쪽, 아르헨티나, 케냐에서는 홍수가 발생한다.

엘리뇨현상은 건조지역의 강우와 습한 지역의 가뭄을 유발하며, 라틴아메리카와 남아시아 지역에서 말라리아가 유행하는 것과 관련이 있다[5]. 또한 뎅기열, 한탄바이러스 감염, 콜레라, Murry Vally 뇌염 같은 다양한 질환 발생도 엘리뇨현상에 의해 영향을 받고 있다.

대기오염

지난 몇 년 동안 대기오염이 인체의 건강에 미치는 영향에 대한 연구에 있어서 많은 진보가 있었다. 대기오염원은 크게 산업시설, 농축산업, 자동차, 생활시설이며 주된 오염물은 질소산화물, 이산화황, 일산화탄소, 오존과 같은 가스 형태의 물질과 미세먼지와 같은 분진으로 분류된다. 대기오염이 건강에 미치는 영향은 주로 대기와 일차적인 접촉이 이루어지는 호흡기계에 나타나며 또한 혈액순환으로 유입되어 심혈관계에 영향을 미칠 수 있다. 이와 같은 악영향은 아직 면역체계가 확립이 되어있지 않고 상대적으로 외부영향을 더 받는 어린 아동에서 더 크게 나타나며, 임신 시에 노출된 대기오염의 영향은 태내성장지연, 저출생체중, 조기분만을 유발한다[6].

대기오염물이 건강에 영향을 미치는 기전은 다양하며 다음과 같다. 직접적으로 기도내 염증 유발, 산화스트레스 유도, 세포 내 중요 단백질 및 단백질효소를 변형, 자율신경계의 자극을 통한 심박 혹은 기도과민반응의 변화, 면역계에서 보조

자(adjuvant)적 효과, 전신순환으로 유입된 미세먼지에 의한 혈액응고, 그리고 정상 방어기전을 억제한다[7].

대기오염에 의한 호흡기계통의 영향은 특히 천식이나 만성폐쇄성폐질환과 같은 만성호흡기질환을 가지고 있는 환자에서 더 크다. 대기오염은 기도염증 및 기도과민반응을 증가시키고 흡입항원에 대한 기도반응을 증대시켜 천식증상을 악화시키고 천식발생의 위험을 증가시킨다[8]. 질소산화물은 호흡기 감염의 증가와 연관되며, 이산화질소는 고농도에서 호흡기계를 자극하고 기도폐쇄를 유발한다.

대기오염으로 인한 심혈관질환의 사망률 증가는 전신순환으로 유입된 오염물에 의한 호흡기 및 전신의 염증반응, 죽상경화의 빠른 진행, 심장자율기능 이상에 의해 초래될 수 있다. 여러 종류의 대기오염물들이 원인으로 밝혀지고 있으나 현재까지 미세먼지가 심근경색, 협심증, 심부전 및 급사의 중요 위험원인으로 잘 알려져 있다[9].

대기오염물은 기온과의 상호작용을 통해 대기오염물의 영향을 상승시킬 수 있는데, 예를 들어 안정된 농도의 오존과 미세먼지라고 하더라도 기후변화에 의해 대기온도가 올라가면 그 위해성을 강화시킬 수 있다[10]. 우리나라에서도 서울에서 일별 최고기온은 오존농도와 관련성이 있었다. 즉, 기온이 올라가면 기온자체에 의한 일사병 등 고온 관련 질환 및 사망이 늘어나는 영향 외에 오존의 농도를 높여서 오존에 의한 건강영향을 크게 하는 효과를 가져올 수 있다[11].

알레르겐

지구온난화로 인해 따뜻해진 기온은 나무의 개화 시기를 앞당길 뿐만 아니라 초본 꽃가루 시기를 더 빨리 유발하고 있다. 더구나 대기 내 이산화탄소 농도를 증가시켜 자작나무 꽃가루 농도와 항원성을 더 높일 수 있으며, 돼지풀 항원의 방출을 더 증가시킨다[12]. 2002년 보고에 의하면 개화 시기는 약 4.5일 더 빨라졌다[13]. 21세기 말에 이르면 이산화탄소 농도가 약 2배가 될 것으로 예측되어, 자작나무의 꽃가루 시기가 약 1개월 빨라지고 그 농도는 약 50% 증가할 것으로 예측된다[14]. 따라서 기후변화로 인한 나무 및 초본의 꽃가루 시기가 증가하고 노출이 증가되어 알레르기질환이

Table 1. Potential range of effects of climate on vector-borne disease transmission

Climate factor	Vector	Pathogen	Vertebrate host and rodents
Increases in temperature	Decreased survival (eg, <i>Culex tarsalis</i>) Change in susceptibility to some pathogens; seasonal effects Increased population growth Increased feeding rate to combat dehydration, therefore increased vector-human contact Expanded distribution seasonally and spatially	Increased rates of extrinsic incubation in vector Extended transmission season Expanded distribution	Warmer winters favor rodent survival
Decreases in precipitation	Increase in container-breeding mosquitoes because of increased water storage Increased abundance for vectors that breed in dried-up river beds Prolonged droughts could reduce or eliminate snail populations	No effect	Decreased food availability can reduce populations Rodents may be more likely to move into housing areas, increasing human contact
Increases in precipitation	Increased rain increases quality and quantity of larval habitat and vector population size Excess rain can eliminate habitat by flooding Increased humidity increases vector survival Persistent flooding may increase potential snail habitats downstream	Little evidence of direct effects Some data on humidity effect on malarial parasite development in Anopheline mosquito host	Increased food availability and population size
Increase in precipitation extremes	Heavy rainfall events can synchronize vector host-seeking and virus transmission	No effect	Risk of contamination of flood waters or runoff with pathogens from rodents or their excrement (eg, <i>Leptospira</i> from rat urine)
Sea-level rise	Coastal flooding affects vector abundance for mosquitoes that breed in brackish water (eg, <i>Anopheles subpictus</i> and <i>Anopheles sudaicus</i> malaria vectors in Asia)	No effect	No effect

From McCarthy JJ, et al. Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability. Cambridge: Cambridge University Press; 2001. p. 465. Table 9-2. Effect of climate factors on vector- and rodent-borne disease transmission [15].

증가할 뿐만 아니라 증상의 강도와 기간 증가로 인한 질병 부담이 증가할 것으로 예상된다.

전염성질환

온도, 습도, 강우의 변화 및 해수면 상승은 감염성질환 발생에 영향을 미친다. 모기, 진드기, 벼룩은 미세한 온도, 습도 변화에 예민하게 변화할 수 있다. 그러나 매개체 전염성질환은 인구나 동물의 이동, 공중보건 기반시설 붕괴, 토지사용 변화, 약물 내성 발생과 같은 많은 다른 인자와의 상호작용에 의해

변화할 수 있기 때문에, 최근 감염성질환이 증가한다 하더라도 기후변화가 결정적인 원인인지에 대해서는 명확하지 않다.

말라리아와 뎅기열에 중점을 두고 기후변화가 매개체 전염병과 설치류매개성질환에 미치는 영향을 도식화하였다 (Table 1)[15]. 말라리아는 100개 이상의 국가에서 발생하고, 세계인구 40%가 말라리아 발생 지역에 살고 있으며, 매년 100-200만 명의 목숨을 앗아가고 있으며 그 중 대부분은 소아이다[16]. 최근 말라리아의 발생과 관련한 예상자료에서, 2080년에는 말라리아 위험이 있는 지역 인구 수가 2-4% 증가할 것으로 예상하고 있으며, 최근 기후변화 시나

리오를 사용한 모델링 연구에서 2100년까지 아프리카에서 말라리아가 5-7% 증가할 것으로 예측된다. 이것은 기후변화로 인해 전염기간이 길어졌기 때문에 말라리아에 대한 노출 위험이 16-28% 증가하는 것과 관련이 있다[17].

또한 기후변화로 인해 특히 중앙아시아와 구소련의 남부 지역과 같은 공중보건 기반시설이 붕괴된 지역에서 말라리아가 부활할 가능성이 높으며, 이론적으로 말라리아가 없어졌으나 매개체는 아직 존재하는 지역에서는 기후변화에 따라 새로 증가할 수 있는 위험성이 있다.

뎅귀열과 다른 arboviruses

Aedes aegypti 모기에서 뎅귀바이러스의 복제 속도는 실험상으로 온도에 따라 직접적으로 증가한다. 미래 기후변화 예상과 관련지어 보면 작은 온도변화가 감수성이 있는 사람들에게 바이러스 도입을 일으켜 유행을 일으킬 가능성을 증가시킨다[18].

Saint Louis encephalitis virus, West Nile virus와 같은 arbovirus 뇌염 발생은 기후변화 특히 가뭄과 관련이 있으며[19], 1999년 미국 뉴욕에서 7월 기온이 가장 높았을 때 West Nile virus가 나타났고 가뭄 이후 중동과 동유럽에서 발생하였다.

레슈마니아증

레슈마니아증(leishmaniasis)은 유럽 남부지역과 일부 아시아지역에서 human immunodeficiency virus 감염과 중요한 동시감염원으로 알려져 있다. 매개체는 기후변화에 따른 감수성에서 차이가 있으며[15], 기후변화는 라틴아메리카와 서남아시아 지역에서 매개체의 지형적 분포를 증가시킬 수 있다.

진드기매개질환

기후변화가 수많은 진드기매개질환(tick-borne diseases), 특히 Lyme disease, Rocky Mountain spotted

fever, 진드기매개뇌염 등에 영향을 미치고 있다. 온도와 습도는 진드기 매개 질환에서 중요한 결정인자인데, 스웨덴에서는 지역적인 진드기매개체의 서식분포가 북쪽으로 올라가고 있으며, 겨울 기온이 따뜻해지면서 질환발생이 증가하고 있다[20]. 유럽에서 진드기매개뇌염 발생이 고도와 위도가 더 높은 지역으로 번지고 있지만 중유럽은 오히려 질환발생이 감소하고 있는데 이는 기후변화가 진드기의 복합생활환(complex life cycle)을 방해하고 있기 때문이다[21].

설치류매개질환

1993년 미국 남서부에서 hantavirus pulmonary syndrome의 발생은 엘니뇨에 따른 경우에 이은 가뭄과 연관성이 있다[22]. 홍수나 허리케인은 leptospirosis의 발생을 일으킬 수 있는데, 1995년 Nicaragua에서 극심한 홍수 후에 leptospirosis가 발생하였으며, 홍수를 통해 질환발생 위험이 15배 증가할 것으로 보고하였다[23].

수인성질환

세계적으로 10억 명 이상의 인구가 식수가 부족한 지역에 거주한다[24]. 물부족은 아프리카 남부, 서부와 중동지역에 있는 국가에서 주로 발생하고 있으며, 물부족과 관련된 기후변화의 영향은 다양하다. 그러나 물이 식수, 목욕, 관개 등 동일한 원천으로 사용됨에 따라 유발되는 물부족이 신선한 물의 오염을 일으키는 원인일 수는 있지만, 이로 인해 수인성질환이 직접적으로 증가한다고 연관 짓기는 쉽지 않다. 세계 일부 지역에서 여름 건조기에 이은 겨울 홍수가 발생한 경우에 수인성질환이 증가될 수 있으며, 그 예로 미국에서 발생한 cryptosporidiosis는 심한 강우와 관련되어 나타났다[25]. 해수면의 온도상승은 콜레라 발생과 연관된 조류증식을 조장하며, 1980-2001년 사이에 콜레라 발생은 엘니뇨현상 발생과 관련이 있다.

영양실조

국제연합 식량농업기구(the United Nations Food and

Agriculture Organization)에 따르면 개발도상국에서 약 790만 명의 인구가 영양실조라고 보고하였다. 기후변화는 식량생산에도 영향을 미쳐, 고위도와 중위도에서 곡식 수확량이 증가하지만 저위도에서는 감소하게 되는데, 특히 아프리카에서 가뭄 증가로 식량생산이 감소하여 영양실조를 조장한다[15].

기후변화를 감소시키는 방안

기후변화를 감소시키는 방법으로, 에너지 효율성을 증진시키고 태양열이나 풍력에너지와 같은 재생에너지를 사용하는 온실가스배출을 감소시키는 방안이 있으며, 그 외에도 친환경연료 개발, 수림 조성, 육식 감소로 인한 메탄가스 배출 감소, 새로운 식물을 포함한 식이원료 개발, 해조류 양식을 통한 이산화탄소 억제, 태양열 방어기술 개발 등이 있다. 이러한 노력의 일환으로 교토의정서와 같이 국제적인 공조를 통하여 급박한 상황에 대한 인식을 공유하고 온실가스배출 경감에 대한 국제적인 협약을 제정하였다. 현대사회의 의료진은 온실가스배출 감소가 대기오염 감소를 통해 가까운 미래사회뿐만 아니라 인체건강에 유익하다는 것을 인지할 필요가 있다.

결 론

기후변화는 인류건강에 직접적인 영향뿐만 아니라 그 외 복잡하고 다양한 사회적, 행동적, 환경적 요인들을 통한 영향을 주는데, 특히 감염성질환, 영양실조, 심장-호흡기질환, 매개체감염질환, 그리고 수인성설사질환 등에 가장 큰 영향을 미친다. 예방의학적 접근을 통해 에너지 효율성과 재생에너지 기술의 도입을 포함한 온실가스배출을 줄일 수 있는 방법을 찾아야 지구온난화가 인류건강에 미치는 잠재적인 영향을 완화시킬 수 있다.

또한 의료진들은 현재 기후변화가 건강에 미치는 영향, 특히 장기간의 기후변화가 기후에 민감한 건강문제들을 악화시키고 사회적인 약자인 영유아나 노령인구에게 가장 큰 영향을 미칠 수 있음을 인지하고 다양한 기후변화에 대한 초기 경고

시스템을 적극 개발하여 활용함으로써 그 효과를 극대화해야 한다. 덧붙여 기후변화의 잠재적인 영향과 현재의 공중보건 사회기반시설의 증진 필요성에 관해 사회를 교육하고 새로운 개념의 보건예방 정책개발에 적극 참여하여야 한다.

핵심용어: 기후변화; 지구온난화; 건강; 온실가스; 보호

REFERENCES

1. Hegerl GC, Zwiers FW, Braconnot P, Gillett NP, Luo Y, Marengo Orsini JA, Nicholls N, Penner JE, Stott PA. Understanding and attributing climate change. In: Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL, editors. Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of the working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge and New York: Cambridge University Press; 2007. p. 663-745.
2. Confalonieri U, Menne B, Akhtar R, Ebi KL, Hauengue M, Kovats RS, Revich B, Woodward A. Human health. In: Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, van der Linden PJ, Hanson CE, editors. Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. New York: Cambridge University Press; 2007. p. 391-431.
3. Department of Health. Health effects of climate change in the UK: report of the Expert Advisory Group on Climate Change and Health, 2002. London: Department of Health; 2002.
4. Whitman S, Good G, Donoghue ER, Benbow N, Shou W, Mou S. Mortality in Chicago attributed to the July 1995 heat wave. Am J Public Health 1997;87:1515-1518.
5. Kovats RS, Bouma MJ, Hajat S, Worrall E, Haines A. El Nino and health. Lancet 2003;362:1481-1489.
6. Salvi S. Health effects of ambient air pollution in children. Paediatr Respir Rev 2007;8:275-280.
7. Bernstein JA, Alexis N, Barnes C, Bernstein IL, Nel A, Peden D, Diaz-Sanchez D, Tarlo SM, Williams PB. Health effects of air pollution. J Allergy Clin Immunol 2004;114:1116-1123.
8. McConnell R, Berhane K, Gilliland F, London SJ, Islam T, Gauderman WJ, Avol E, Margolis HG, Peters JM. Asthma in exercising children exposed to ozone: a cohort study. Lancet 2002;359:386-391.
9. Brook RD. Is air pollution a cause of cardiovascular disease? Updated review and controversies. Rev Environ Health 2007; 22:115-137.
10. Stafoggia M, Schwartz J, Forastiere F, Perucci CA; SISTI Group. Does temperature modify the association between air pollution and mortality? A multicity case-crossover analysis in

- Italy. *Am J Epidemiol* 2008;167:1476-1485.
11. Jang JY. Symposium for the climate change and health in Asia. Korea Environmental Health Forum; 2007 Nov 22; Seoul, Korea.
 12. Ziska LH. Evaluation of the growth response of six invasive species to past, present and future atmospheric carbon dioxide. *J Exp Bot* 2003;54:395-404.
 13. Fitter AH, Fitter RS. Rapid changes in flowering time in British plants. *Science* 2002;296:1689-1691.
 14. Garcia-Mozo H, Galan C, Jato V, Belmonte J, de la Guardia C, Fernandez D, Gutierrez M, Aira M, Roure J, Ruiz L, Trigo M, Dominguez-Vilches E. Quercus pollen season dynamics in the Iberian peninsula: response to meteorological parameters and possible consequences of climate change. *Ann Agric Environ Med* 2006;13:209-224.
 15. McMichael M, Githeko A, Akhtar R, Carcavallo R, Gubler D, Haines A, Kovats RS, Martens P, Patz J, Sasaki A. Human health. In: McCarthy JJ, Canziani OF, Leary NA, Dokken DJ, White KS, editors. *Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of working group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Changes*. Cambridge: Cambridge University Press; 2001. p. 451-485.
 16. Greenwood B, Mutabingwa T. Malaria in 2002. *Nature* 2002; 415:670-672.
 17. Tanser FC, Sharp B, le Sueur D. Potential effect of climate change on malaria transmission in Africa. *Lancet* 2003;362: 1792-1798.
 18. Patz JA, Martens WJ, Focks DA, Jetten TH. Dengue fever epidemic potential as projected by general circulation models of global climate change. *Environ Health Perspect* 1998;106: 147-153.
 19. Epstein PR. West Nile virus and the climate. *J Urban Health* 2001;78:367-371.
 20. Lindgren E, Tälleklint L, Polfeldt T. Impact of climatic change on the northern latitude limit and population density of the disease-transmitting European tick *Ixodes ricinus*. *Environ Health Perspect* 2000;108:119-123.
 21. Randolph SE, Rogers DJ. Fragile transmission cycles of tick-borne encephalitis virus may be disrupted by predicted climate change. *Proc Biol Sci* 2000;267:1741-1744.
 22. Glass GE, Cheek JE, Patz JA, Shields TM, Doyle TJ, Thoroughman DA, Hunt DK, Ensore RE, Gage KL, Irland C, Peters CJ, Bryan R. Using remotely sensed data to identify areas at risk for hantavirus pulmonary syndrome. *Emerg Infect Dis* 2000;6:238-247.
 23. Trevejo RT, Rigau-Perez JG, Ashford DA, McClure EM, Jarquin-Gonzalez C, Amador JJ, de los Reyes JO, Gonzalez A, Zaki SR, Shieh WJ, McLean RG, Nasci RS, Weyant RS, Bolin CA, Bragg SL, Perkins BA, Spiegel RA. Epidemic leptospirosis associated with pulmonary hemorrhage-Nicaragua, 1995. *J Infect Dis* 1998;178:1457-1463.
 24. Gleick PH. *The world's water: 1998-1999*. Washington, DC: Island Press; 1998. 307 p.
 25. Curriero FC, Patz JA, Rose JB, Lele S. The association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1948-1994. *Am J Public Health* 2001;91:1194-1199.



Peer Reviewers' Commentary

본 논문은 기후변화가 건강에 미치는 영향에 대한 전반적인 내용에 대해서 기술하고 있다. 최근 그 중요성이 재조명되고 있으며 이슈가 되고 있는 내용으로 중요한 논문이라 생각한다. 전염병, 알레르기 질환 등 비교적 다양한 건강영향에 대해서 이제까지의 연구결과들을 잘 제시하고 있으며, 아직 불확실성이 완전히 해소되지 않은 분야이므로 가능성을 제시하는 것도 의미가 있다고 하겠다. 아울러 본 논문에서는 세계적인 추세에 대해서 잘 정리하고 있다. 다만 아직 우리나라에서는 연구결과가 많지 않아 제한적이겠지만 우리나라의 상황이나 함의에 대한 논의 내용이 없는 것이 아쉬운 점이라 할 수 있겠다.

[정리:편집위원회]