

ORIGINAL ARTICLE

학술논문 분석을 통한 기상민감질환 선정 및 기상인자와의 관련성 고찰

안혜연 · 정주희¹⁾ · 김태희 · 윤진아 · 김현수¹⁾ · 오인보²⁾ · 이지호³⁾ · 원경미¹⁾ · 이영미⁴⁾ · 김유근^{1)*}

부산대학교 지구환경시스템학부, ¹⁾부산대학교 대기환경과학과, ²⁾울산대학교 의과대학 환경보건센터,
³⁾울산대학교 의과대학 직업환경의학교실, ⁴⁾(주)에코브레인

Weather-sensitive Diseases and Their Correlations with Meteorological Factors: Results from Academic Papers

Hye Yeon An, Ju-Hee Jeong¹⁾, Taehee Kim, Jinah Yun, Hyunsu Kim¹⁾, Inbo Oh²⁾, Jiho Lee³⁾,
Kyung-Mi Won¹⁾, Young-Mi Lee⁴⁾, Yoo-Keun Kim^{1)*}

Division of Earth Environmental System, Pusan National University, Busan 46241, Korea

¹⁾*Department of Atmospheric Sciences, Pusan National University, Busan 46241, Korea*

²⁾*Environmental Health Center, University of Ulsan College of Medicine, Ulsan 44033, Korea*

³⁾*Department of Occupational & Environmental Medicine, University of Ulsan College of Medicine, Ulsan 44033, Korea*

⁴⁾*Ecobrain Co. Ltd., Seoul 08512, Korea*

Abstract

The effect of weather on disease was investigated based on results reported in academic papers. Weather-sensitive disease was selected by analyzing the frequency distributions of diseases and correlations between diseases and meteorological factors (e.g., temperature, humidity, pressure, and wind speed). Correlations between disease and meteorological factors were most frequently reported for myocardial infarction (MI) (28%) followed by chronic ischemic heart disease (CHR) (12%), stroke (STR) (10%), and angina pectoris (ANG) (5%). These four diseases had significant correlations with temperature (meaningful correlation for MI and negative correlations for CHR, STR, and ANG). Selecting MI, as a representative weather-sensitive disease, and summarizing the quantitative correlations with meteorological factors revealed that, daily hospital admissions for MI increased approximately 1.7%-2.2% with each 1 °C decrease in physiologically equivalent temperature. On the days when MI occurred in three or more patients larger daily temperature ranges (2.3 °C increase) were reported compared with the days when MI occurred in fewer than three patients. In addition, variations in pressure (10 mbar, 1016 mbar standard) and relative humidity (10%) contributed to an 11%-12% increase in deaths from MI and an approximately 10% increase in the incidence of MI, respectively.

Key words : Weather-sensitive disease, Meteorological factors, Correlation, Academic papers analysis

Received 28 March, 2016; Revised 4 April, 2016;

Accepted 9 May, 2016

*Corresponding author : Yoo-Keun Kim, Department of Atmospheric Sciences, Pusan National University, Busan 46241, Korea
Phone : +82-51-583-2652
E-mail : kimyk@pusan.ac.kr

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

최근에는 기후변화로 인해 새로운 기상환경이 형성되었고 폭염이나 한파와 같은 극심한 이상기후는 사회경제적 피해뿐만 아니라 사람의 건강에 영향을 미칠 수 있는 다양한 위험들을 내재하고 있다. 유럽에서는 2003년 여름에 40℃가 넘는 폭염으로 프랑스에서 14,802명, 이탈리아에서 3,134명, 영국에서 2,045명의 초과사망이 보고되었고(Eurosurveillance, 2005; Ferranti and Viterbo, 2006; Stott et al., 2004; UNEP, 2004), 국내의 경우 1994년 여름 기록적인 폭염으로 인하여 전년도와 비교 시 호흡기계 질환, 내분비 및 영양대사질환, 순환기계 질환으로 인한 사망자가 각각 43.8%, 43.0%, 30.5% 증가한 것으로 집계되었다(Korean Medical Association, 2014). 벨기에에 재난역학연구소(CRED, 2015)에서는 전 세계의 한파로 인한 사망자수를 분석한 결과 아프가니스탄에서는 2008년 5월에 1,317명, 인도에서는 2002년 2월에 900명, 우크라이나에서는 2006년 1월에 801명의 사망자가 발생하였다고 보고하였다. 이러한 이상기후는 온실가스 저감을 위한 각국의 노력에도 불구하고 지구온난화 추세의 지속적인 증가에 따라 심화될 것으로 전망되고 있으며, 이에 기상변화에 따른 질환의 관련성을 파악하는 연구는 필연적이다.

과거에는 이상기후 및 특정 이벤트성 기상현상에 대한 질환의 영향을 정성적으로 살펴본 연구가 대부분인 반면, 최근에는 특정 질환과 기상인자간의 정량적인 상관관계를 살펴본 연구들이 보고되고 있다. 1800년대부터 질환과 기상인자와의 상관관계에 대하여 큰 관심을 기울여 왔으나 기상인자로 인한 사망률 또는 유병률에 대한 역학연구는 1970년대부터 수행되기 시작하여 2000년대 이후 미국, 영국, 이탈리아 등의 국가에서 활발히 진행되었다. Abrignani et al.(2008)은 1987년부터 1998년까지 심근경색증과 기상인자들(기온, 기압, 상대습도, 일조, 풍속, 풍향)과의 관련성에 관한 연구 결과를 발표하였는데, 기온과 습도가 심근경색증과의 관련성이 높은 것으로 보고하였다. 최근 Nocera et al.(2014)의 연구에서는 기압과 평균기온의 일 변동성이 뇌졸중 발생에 유의한 영향을 나타냄을 보고하여 기상변화로 인한 뇌졸중 발생의 관련성을 밝혔다. 반면 Houck et al.(2005)의 연구에 의하면 2~3일간의 기압변화는 심근경색증과 유

의한 상관성을 보인 반면, 뇌졸중과의 상관성은 나타나지 않은 것으로 보고하였다. 국내에서는 Hong et al.(2003)이 인천 지역을 대상으로 기상인자들(기온, 상대습도, 기압)과 뇌졸중과의 관련성을 연구한 결과, 기온이 감소할수록 뇌졸중 발병률이 증가하는 것으로 보고하였으며, Lee et al.(2010)의 대구 지역을 대상으로 한 역학 연구에서는 기온, 상대습도, 일조시간이 심근경색증 환자와 유의한 상관성을 보이는 것으로 나타났다. 이와 같이 국내의 선행연구에서는 특정 질환과 기상인자와의 관련성에 대해 다양한 연구방법을 통해 의미 있는 결과를 제시하였다. 하지만 동일한 질환과 기상인자간의 관련성을 분석하더라도 대상지역, 대상기간, 연구대상자(대상자수, 나이 등)에 따라 연구결과가 다소의 차이를 보여 질환과 기상인자간의 평균적이고 정량적인 상관관계를 도출하는데 한계가 있었다.

본 연구에서는 질환과 기상인자의 관련성에 대해 연구한 국내외 학술논문을 토대로 기상민감질환을 선정하였다. 기상민감질환은 기본적으로 기상변화에 민감한 질환으로 다수의 학술논문에서 질환과 기상인자와의 관련성이 뚜렷하게 도출되고, 정성적 및 정량적인 관계를 객관적으로 제시할 수 있는 질환을 기상민감질환으로 정의하였다. 대표 기상민감질환에 대해서는 선행연구에서 제시된 연구결과를 분석하여 질환과 기상인자와의 관련성을 종합적으로 제시하였다. 본 연구는 기상과 환경 변화에 민감한 질환에 대한 기상의 영향을 고찰하고자 수행된 연구이다.

2. 재료 및 방법

질환과 기상인자와의 상관관계에 대해 분석한 국내외 학술논문을 선정하기 위하여 Google 학술검색(Google Scholar, 2015)을 이용하였다. 기상(meteorological, weather, climatic, conditions, variables, parameters, factors, medical climatology, extreme climate events), 질환(disease, patient, health, illness, hospital admission, death), 관련성(relation, influence, impact, effect, correlation)을 의미하는 다양한 단어를 조합하여 입력하였고, 검색기간은 1970년에서 2015년으로 설정하였다. 총 1,180개의 논문이 검색되었으며, 그 중에서 논문의 제목과 초록을 분석하여 본 연구목적에 잘 부합하는 30

개의 논문과 선정된 논문에서 인용한 77편의 논문을 포함하여 107개의 논문을 최종적으로 선정하였다. 선정된 논문들은 제목, 저자, 연도, 연도국가, 대상지역, 대상기간, 연구대상자, 기상인자, 질환, 분석방법, 주요 연구결과로 정리하여 분석에 활용하였다.

선정된 논문들에 제시된 질환들은 기본적으로 한국표준질병·사인분류(Statistic Korea, 2015)에서 정의하는 세분류 질환명(A00-U99)을 기준으로 질환의 빈도분포 분석을 수행하였지만, 논문에서 세분류 질환보다 상위단계인 소분류 또는 중분류 질환명을 기준으로 연구한 경우는 각 분류별 질환명으로 빈도를 계산하였다. 질환의 빈도 수는 논문에서 연구된 모든 질환에 대해 각각의 질환마다 1개의 빈도로 처리하였다.

질환의 빈도분포 분석결과를 토대로 기상인자와의 관계에 대해 많은 연구가 수행된 질환을 중심으로 각 질환과 기상인자와의 상관관계를 분석하였다. 선정된 논문의

결과를 토대로 분석한 질환과 기상인자와의 관계는 유의한 양의 관계(+), 유의한 음의 관계(-), 유의한 관계(O), 유의하지 않은 관계(X), 유의성 확인 불가(Δ)로 분류하였다. 본 연구에서는 질환의 빈도분포와 기상인자와의 상관관계 결과를 종합하여 기상인자와의 관련성에 대해 많은 연구가 수행되었고, 기상인자와 유의한 관계(+, -, O)를 보이는 질환을 기상민감질환으로 선정하였다. 대표 기상민감질환에 대해서는 각 기상인자와의 관련성을 정량적·정성적으로 제시하고 고찰하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 국내외 연구현황 분석

본 연구에서는 질환과 기상인자와의 상관관계를 분석한 국내외 학술논문에서 제시된 모든 질환을 Table 1에 제시하였고, 각 질환을 분류체계별(중(Level-II)·소(Level

Table 1. Disease name and classification presented in the selected papers

Level-II	Level-III	Level-IV	
Diseases of the circulatory system (DCS, I00-I99)	Chronic rheumatic heart diseases (CRH, I05-I09)		
	Hypertensive diseases (HYP, I10-I15)		
	Diseases of the cardiovascular system (CARS)	Ischemic heart disease (ISH, I20-I25)	Angina pectoris (ANG, I20) Myocardial infarction (MI, I21-I22) Chronic ischemic heart disease (CHR, I25)
		Other forms of heart disease (OFH, I30-I52)	Other cardiac arrhythmia (OCA, I49) Heart failure (HFA, I50)
		Diseases of veins, lymphatic vessels and lymph nodes, NEC (VLL, I80-I89)	
	Diseases of the cerebrovascular system (CERS)	Cerebrovascular diseases (CER, I60-I69)	Subarachnoid hemorrhage (SUH, I60) Intracerebral hemorrhage (INH, I61) Cerebral infarction (CEI, I63) Stroke, not specified as hemorrhage or infarction (STR, I64)
			Influenza and pneumonia (INF, J09-J18)
	Diseases of the respiratory system (DRS, J00-J98)	Chronic lower respiratory diseases (CLR, J40-J47)	Chronic bronchitis (CHB, J41-J42) Emphysema (EMP, J43) Other chronic obstructive pulmonary diseases (OCO, J44) Asthma (AST, J45)
		Other respiratory diseases principally affecting the interstitium (ORE, J80-J84)	Pulmonary edema (PUE, J81)
		Diseases of the nervous system (DNS, G00-G98)	
Diseases of the digestive system (DDS, K00-K92)			
Diseases of the skin and subcutaneous tissue (DSS, L00-L99)			
Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue (DMC, M00-M99)			
Diseases of the genitourinary system (DGS, N00-N98)			

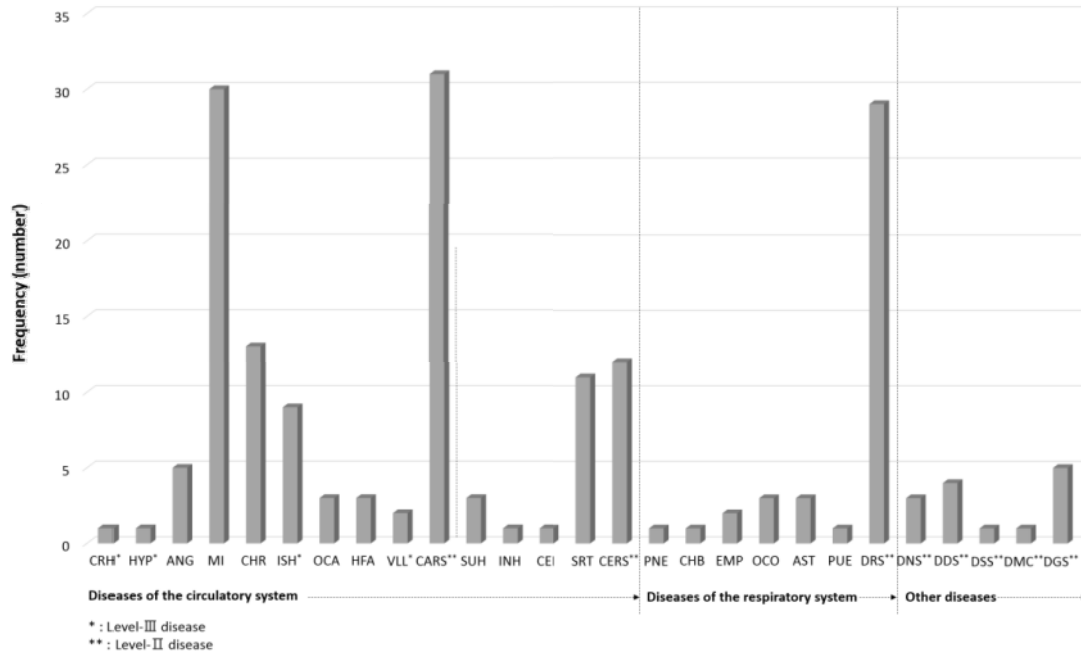


Fig. 1. Frequency distribution of disease analyzed in the paper.

-III)·세(Level-IV)분류)로 분류하였다. 순환기계통 질환의 경우 논문에서 심혈관계 질환과 뇌혈관계 질환으로 분류되어 많은 연구가 수행되었기에 분류표에 추가하였다. 논문에 제시된 다수의 질환이 대분류 중 인체 해부학적 계통별 질환군에 속했고(Table 1), 순환기계통과 호흡기계통 질환의 경우 다양한 세분류 질환에 대해 기상 인자와의 관련성 연구가 수행되었다. Table 1에는 제시하지 않았지만, 이 외에 전신을 침해한 질환군에 속하는 장 감염 질환/감염성 및 기생충질환의 후유증과 기타 감염성 질환, 악성 신생물이 각각 1회 존재하였고, 전신병적 질환군에 속하는 당뇨병이 1회, 기타 병태에 속하는 열 및 빛의 영향이 2회 존재하였다. 질환의 빈도분포 분석결과(Fig. 1), 가장 많은 연구가 수행된 세분류 질환은 심근경색증(30회), 만성 허혈심장병(13회), 뇌졸중(11회), 협심증(5회) 순이었고, 모두 순환기계통의 질환에 포함되었다. 순환기계통의 질환은 총 91회로 전체 연구의 85%를 차지했고, 그 중에서 심혈관계 질환(82회)에 대한 연구가 뇌혈관계 질환(28회) 보다 많은 비중을 차지했다. 또한, 순환기계통의 질환은 세분류 질환이 아닌

심혈관계 질환, 뇌혈관계 질환으로 분류되어 수행된 연구가 각각 31회, 12회 존재하였다. 순환기계통의 질환 중 가장 많은 연구가 수행된 세분류 질환은 심근경색증이 총 30회로 순환기계통의 연구의 33%를 차지했고, 이외에 만성 허혈심장병(13회), 뇌졸중(11회), 협심증(5회), 기타 심장부정맥(3회), 심부전(3회), 지주막하출혈(3회), 뇌내출혈(1회), 뇌경색증(1회) 순이었다. 또한, 소분류 질환의 경우 허혈심장질환(9회), 달리 분류되지 않은 정맥, 림프관 및 림프절의 질환(2회), 만성 류마티스 심장질환(1회), 고혈압성 질환(1회) 순으로 많은 연구가 수행되었다. 호흡기계통의 질환의 경우 세분류 질환에 대한 연구(총 11회) 보다 중분류 질환에 대한 연구(29회)가 많은 비중을 차지했다. 세분류 질환의 경우 기타 만성 폐색성 폐질환(3회), 천식(3회), 폐기종(2회), 폐렴(1회), 만성 기관지염(1회), 폐부종(1회)에 대한 연구가 수행되었다. 이외에 중분류 질환인 비뇨생식기계통의 질환(5회), 소화기계통의 질환(4회), 신경계통의 질환(3회), 피부 및 피부밑조직의 질환(1회), 근육골격계통 및 결합조직의 질환(1회)에 대한 연구도 존재하였다. 학술논문

Table 2. Correlation between diseases and meteorological factors

Meteorological factors	No. of papers/Correlation*			
	Myocardial infarction	Chronic ischemic heart disease	Stroke	Angina pectoris
Temperature				
Temperature	20 (19)/o	7 (6)/-	7 (7)/-	3 (3)/-
Mean temperature	6 (6)/-	3 (3)/-	-	-
Maximum temperature	1 (1)/o	-	3 (3)/+	1 (1)/-
Minimum temperature	2 (2)/o	1 (1)/o	-	-
Diurnal range	1 (1)/o	1 (1)/+	-	-
Humidity				
Relative humidity	7 (5)/o	2 (1)/Δ	1 (1)/+	1 (1)/+
Maximum humidity	-	-	-	1 (1)/-
Atmospheric pressure				
Atmospheric pressure	7 (6)/o	5 (5)/o	3 (2)/-	-
Pressure variation	1 (1)/o	1 (1)/o	-	-
Wind				
Wind direction	1 (0)/	-	-	-
Wind speed	3 (1)/	1 (1)/o	-	1 (1)/+
Precipitation	4 (3)/o	-	-	-
Radiation	2 (2)/o	2 (1)/Δ	1 (1)/-	-
T.H.I.	1 (1)/o	-	-	-

*+: Positive correlation, -: Negative correlation, O: Meaningful correlation, Δ: Unable to determine a correlation, ×: No correlation

서 제시된 질환과 기상인자의 상관관계는 주로 기상의 변화에 따른 질환의 입원율과 발병률을 기준으로 선정하였다. 따라서 상대적으로 기상에 민감하면서도 기상에 따른 영향이 정량적으로 잘 나타나는 심혈관계 질환에 대한 연구결과가 상대적으로 많았다고 판단된다.

질환의 빈도분포 분석 결과의 세분류 질환을 기준으로 상위 4개 질환인 심근경색증, 만성 허혈심장병, 뇌졸중, 협심증에 대해 기상인자와의 관련성을 분석하였다 (Table 2). Table 2의 숫자는 질환별 기상인자와의 관련성을 연구한 논문의 수를 의미하며, 괄호 안의 숫자는 질환과 기상인자간의 유의한 관계(+, -, O)를 보이는 논문의 수를 의미한다. 전반적으로 기온, 기압, 습도 순으로 질환과 기상인자간의 관련성에 대한 연구가 이루어졌다. 질환별 기상인자와의 관련성 분석 결과, 심근경색증은 기온, 습도, 기압, 강수, 일조, thermo-hydrological index(T.H.I.: 상대습도의 효과를 조절한 평균온도로 건

강결과에 미치는 영향을 평가하는 지수)와 유의한 관계를 보였다. 특히, 가장 많은 연구가 이루어진 기온의 경우 최고·최저기온과 일교차는 유의한 관계가 나타났고, 평균기온과 뚜렷한 유의한 음의 관계가 나타났다. 반면, 바람인자(풍향, 풍속)의 경우 유의하지 않은 관계를 보였다. 이외의 만성 허혈심장병, 뇌졸중, 협심증은 기온에 대해 전반적으로 뚜렷한 유의한 음의 관계가 나타났고, 만성 허혈심장병은 평균기온과 유의한 음의 관계, 뇌졸중은 최고기온과 유의한 양의 관계가 나타났다. 또한, 만성 허혈심장병과 뇌졸중은 기압과의 관련성 분석 결과 각각 유의한 관계, 유의한 음의 관계를 보였다.

3.2. 기상민감질환 선정 및 기상인자와의 관련성 분석

본 연구에서는 3.1절의 질환빈도분포와 기상인자와의 상관관계 분석 결과를 종합하여 기상인자와 관련된 30편 이상의 학술연구 결과가 존재하고, 기상인자(기온, 습도,

기압, 강수, 일조, T.H.I. 등)와의 정성적·정량적 관련성이 뚜렷하게 도출된 심근경색증을 대표 기상민감질환으로 선정하였다. 여기서 심근경색증은 급성 심근경색증(I21)과 후속 심근경색증(I22) 포함하였다. 심근경색증과 기상인자와의 관련성을 종합적으로 고찰하기 위하여 30편의 논문 중에서 정량적인 상관관계를 보고한 논문 20편을 요약하여 기상인자별로 Table 3과 Table 4에 제시하였다. 심근경색증과 기상인자와의 관련성에 관한 연구는 1970~1990년대에 5편이었던 것에 비하여 2000년대 이후에는 25편으로 증가하였다. 정량적인 관련성을 조사한 연구는 주로 기상인자 변화에 따른 심근경색증의 입원률, 발병률 및 상대 위험도(relative risk) 등을 통해 상관관계를 분석하였고(11편), 이외에 기상인자별 임계치에 대한 연구(5편)와 통계분석을 통해 상관관계를 도출한 연구(3편), 위의 세 가지 결과를 복합적으로 나타낸 연구(1편)도 존재하였다.

기온과 T.H.I. 인자와 심근경색증과의 정량적인 관련성을 살펴본 연구들(19편)은 전반적으로 기온과 심근경색증의 유의한 관계 또는 유의한 음의 관계를 보였다(Table 1). Vasconcelos et al.(2013)은 포르투갈의 리스본과 오포르토를 대상으로 2003년부터 2007년까지 인간의 생리학적요소를 고려한 physiologically equivalent temperature (PET)와 일별 입원수와의 관련성에 관한 연구 결과를 발표하였는데, 리스본 지역을 대상으로 연구한 결과, 모든 연령대에서 PET 1°C 감소함에 따라 일별 입원수는 2.2% 증가하였고, 65세 이상 고령자에 대해 1.3% 증가한 것으로 보고하였다. 오포르토 지역을 대상으로 한 역학연구에서는 모든 연령대와 고령자에 대해 PET 1°C 감소함에 따라 일별 입원수는 각각 1.7%, 1.6% 증가한 것으로 보고하였다. 반면, Gasparini et al.(2015)은 영국의 웨일스 지역을 대상으로 기온과 사망과의 관련성을 연구한 결과, 기온 1°C 증가할 때 심근경색증으로 인한 사망률은 1.1% 정도 증가하는 것으로 보고하여 기온과 심근경색증의 유의한 양의 관계를 보여 Vasconcelos et al.(2013)과 상반된 연구결과가 나타났다. 또한, 심근경색증에 미치는 기온의 임계값에 대한 연구로, Amiya et al.(2009)은 일본의 가고시마에 위치한 병원에서 평균기온과 일교차 변화에 따른 심근경색증 환자의 발병률을 연구한 결과를 발표하였는데, 이 연구에서 일 3명 이상의 심근경색증 환자가 발병한 날(F-days)

의 평균기온은 13.8°C인 반면 일 3명 미만의 심근경색증 환자가 발병한 날(N-days)의 평균기온은 18.9°C이었다. 일교차는 F-days와 N-days 각각 10.3°C, 7.9°C이었으며, 발병 1일전 일교차는 각각 10.7°C, 7.9°C이었고, 발병 2일전 일교차는 각각 11.3°C, 7.9°C이었다. 통계분석을 통해 상관관계를 도출한 연구로는 Radišauskas et al.(2014)이 13년간 리투아니아 공화국 중남부의 도시인 카우나스 지역의 6,753개의 심근경색증으로 인한 사망률을 조사한 결과, 기온과 심근경색증으로 인한 사망률은 상관계수(r)가 -0.05로 유의한 음의 관계를 보이는 것으로 보고하였다.

습도, 기압, 바람, 강수, 일조와 심근경색증과의 정량적인 상관관계를 살펴본 연구들(6편)은 습도에 대한 연구결과가 많은 비중을 차지했다(Table 2). Chang et al.(2004)은 17개국의 24개 센터의 1,146명의 기타 정맥의 색전증 및 혈전증(I82), 2,269명의 뇌졸중, 369명의 심근경색증 환자를 대상으로 기온, 습도, 강수와 질환과의 관련성을 알아보기 위한 연구를 실시하였다. 이 연구에서는 습도가 10% 변화할 때 심근경색증의 incidence rate ratio (IRR)는 1.11로 다른 질환에 비해 높은 위험도를 보였고, 강수량이 50 mm 변화할 때 IRR은 0.93으로 다른 질환에 비해 낮은 IRR을 보였으나 심근경색증이 습도와 강수인자 모두에 영향을 받는 것으로 보고하였다. Danet et al.(1999)은 심근경색증과 만성 허혈심장병을 대상으로 기압과의 상관성을 조사한 결과, 질환의 일최저사망률은 기압이 1016 mb일 때 V자 형태의 상관관계를 보인 것으로 보고하였다. 또한, 기압 1016 mb 기준으로 10 mb 증가할수록 사망률은 12% 증가하였고, 10 mb 감소할수록 사망률은 11% 증가한 것으로 보고하여 기압과 심근경색증의 유의한 관계를 확인하였다.

본 연구에서는 대표 기상민감질환으로 심근경색증을 선정하였으나, 기온과 유의한 음의 관계를 보인 만성 허혈심장병, 뇌졸중, 협심증도 기상민감질환으로 볼 수 있다고 사료된다. 또한, 넓은 범위에서는 세분류 질환인 심근경색증, 만성 허혈심장병, 협심증 등이 포함된 소분류 허혈심장질환과 세분류 질환인 뇌졸중이 포함된 소분류 뇌혈관질환을 기상민감질환으로 분류할 수 있다고 사료된다. 선행연구 결과를 종합적으로 분석한 결과, 기상변화에 따른 질병의 발병률은 대상지역, 연구기간, 연구대상자 등에 따라 차별적으로 나타남을 확인하였고 민감한

Table 3. Summary of papers reported a quantitative correlation between myocardial infarction and meteorological factors (temperature and T.H.I.) *Table 3, 4 위치 수정하였습니다.

Paper	Target area	Periods of surveys	Research participants	Meteorological factors	Results
Abrighani et al. (2008)	Western part of the Mediterranean island of Sicily, Italy	1987-1998	3,918	Minimum temperature	IRR*: 0.95 (men), 0.91 (women)
Amiya et al. (2009)	Hospitals in Kogoshima, Japan	2000.10.1. -2004.12.31	611 patients	Mean temperature on day 0	Significantly lower on F-days (days of frequent onset) than N-days (days of non-frequent onset) (13.8°C vs. 18.9°C)
				Intraday temperature difference (maximum temperature-minimum temperature) on day 0	Significantly greater for F-days than for N-days (10.3°C vs. 7.9°C)
				Intraday temperature difference on day -1	Significantly greater for F-days than for N-days (10.7°C vs. 7.9°C)
Bhaskaran et al. (2010)	15 conurbations in England and Wales	2003.1 -2006.12	84,010 hospital admissions for MI	Intraday temperature difference on day -2	Significantly greater for F-days than for N-days (11.3°C vs. 7.9°C)
				Temperature: 1°C ↓	Risk: 2% ↑ Risk: 0.6% ↑ (intermediate lags of 2-7 days) Risk: 0.7% ↑ (intermediate lags of 8-14 days)
Chang et al. (2004)	24 centers from 17 countries in Africa, Asia, Europe, and Latin America including the Caribbean	1989.2. -1995.1.	1,146 (VTE**), 2,269 (stroke), 369 (AMI***)	Mean temperature: 5°C change	IRR: 0.99 (VTE), 0.93 (Stroke), 0.88 (AMI)
Dilaveris et al. (2006)	Athens, Greece	2001	3,126	Mean temperature	The relation between daily AMI deaths and seven-day mean temperature was U-shaped.
Gasparri et al. (2015)	England and Wales	1993-2006	2,285,519 deaths	Temperature: 1°C ↑	Risk: 1.1% ↑
Hopstock et al. (2010)	Tromsø, Norway	1974-2001	32,110 participants	The lower and upper limits of the temperature distribution (-10°C with 20°C)	Risk: 47% ↑

Table 3. Continued

Paper	Target area	Periods of surveys	Research participants	Meteorological factors	Results
Lee et al.(2010)	Daegu city, Korea	2005.11.1. -2007.10.31.	2,136 (975 were below 65-years-old)	Mean temperature: 5°C ↓ Maximum temperature: 5°C ↓ Minimum temperature: 5°C ↓ Diurnal temperature range: 5°C ↑ T.H.I.: 1°C ↓	The number of hospital admissions: 5.6% ↑ The number of hospital admissions: 4.7% ↑ The number of hospital admissions: 6.1% ↑ The number of hospital admissions: 6.8% ↑ The number of hospital admissions: 0.8% ↑
Marchant et al. (1993)	London, UK	1988.01.01 -1991.12.31	633 consecutive patients (range: 26 to 94)	Minimum temperature: 3°C ↓ vs. 15°C of more ↓	Admission rate: 3°C ↓ > 15°C of more ↓ (twice higher)
Misailidou et al. (2015)	Five rural Greek regions (Karditsa, Lamia, Chalkida, Kalamata and Zakinthos)	2003.10.1. -2004.9.30	1,608 patients	Temperature: 1°C ↓	Admission: 1.6% ↑
Morabito et al. (2005)	Administration of Careggi Hospital in Italy	1998.01 -2002.12	2,683 patients Younger than 65 Older than 65 years of age	Temperature: 10°C ↓ Temperature: 10°C ↓	Event rates: 4% ↑ Event rates: 19% ↑
Panagiotakos et al. (2004)	Five major hospitals (Hippokraton, Evangelismos, Tzaneio, Alexandras and Red Cross) in the greater Athens area	2001.1.1. -2002.8.31	5,458 (4,093 of them were males and 1,365 were females)	Minimum temperature: 1°C ↓ Maximum temperature: 1°C ↓ T.H.I.: 1°C ↓	The number of hospital admissions: 4% ↑ The number of hospital admissions: 5% ↑ The number of hospital admissions: 6% ↑
Radišauskas et al. (2014)	Kaunas, Lithuania	1995-2007	6,753 cases (3,895 in men and 2,858 in women)	Temperature	r = -0.05 (r: correlation between meteorological factors and morbidity of MI)

Table 3. Continued

Paper	Target area	Periods of surveys	Research participants	Meteorological factors	Results
Schwartz et al. (2004)	12 U.S. cities	1986-1994	Persons age 65 and older	Mean temperature: 26.7°C	The day of Admission: 1.15
Sotaniemi et al. (1970)	Oulu, Finland	1965-1968	771 cases	Mean temperature: 0-9°C	Admission rate: lowest
Vasconcelos et al. (2013)	Lisbon counties of Portugal	2003-2007	all-age	Mean temperature: -19--10°C	Admission rate: highest
				PET ^{****} : 1°C ↓	Daily hospitalizations: 2.2% ↑
				PET: 1°C ↓	Daily hospitalizations: 1.3% ↑
				PET: 1°C ↓	Daily hospitalizations: 1.7% ↑
Wichmann et al. (2012)	Copenhagen, Denmark	1999.01.01.-2006.12.31	14,456 AMI hospital admissions (12,995 people)	PET: 1°C ↓	Daily hospitalizations: 1.6% ↑
				PET: 1°C ↓	Admissions: -1.5% (cold period) Admissions: -0.6% (warm period)
Wolf et al. (2009)	Augsburg, Germany	1995-2004	9,801 coronary events (4,838 were nonfatal MIs and 4,963 were coronary deaths and fatal MIs)	5-day cumulative average of maximum temperature: 6 or 7°C ↑	AMI admission rate: 4% (warm periods) AMI admission rate: 9% (cold periods)
				Temperature: 10°C ↓	RR: 7% ↑ (French registry-based analysis: 13% ↑)

* IRR: Incidence relative ratio

** VTE: Venous thromboembolism

*** AMI: Acute Myocardial Infarction

**** PET: Physiologically Equivalent Temperature

Table 4. Summary of papers reported a quantitative correlation between myocardial infarction and meteorological factors (humidity, atmospheric pressure, wind, precipitation and radiation)

Paper	Target area	Periods of surveys	Research participants	Meteorological factors	Results
Abrignani et al. (2008)	Western part of the Mediterranean island of Sicily, Italy	1987-1998	3,918	Maximum humidity	IRR: 0.97 (men), 0.94 (women)
Chang et al. (2004)	24 centers from 17 countries in Africa, Asia, Europe, and Latin America including the Caribbean	1989.2.-1995.1.	1,146 (VTE), 2,269 (stroke), 369 (AMI)	Relative humidity: 10% change Precipitation: 50 mm change	IRR: 0.98 (VTE), 0.99 (Stroke), 1.11 (AMI) IRR: 1.00 (VTE), 0.98 (Stroke), 0.93 (AMI)
Danet et al. (1999)	Nord, France	1985-1994	257,000 men and 265,000 women	Atmospheric pressure: 1016 mb Atmospheric pressure: 10 mb ↑ at 1016 mb Atmospheric pressure: 10 mb ↓ at 1016 mb	V-shaped relationship, with a minimum of daily even rates Event rates: 12% ↑ Event rates: 11% ↑
Laila et al. (2010)	Tromsø, Norway	1974-2001	32,110 participants	Limits of the snow/fall distribution (10 with 0 mm)	Risk: 44% ↑
Lee et al. (2010)	Daegu city, Korea	2005.11.1.-2007.10.31.	2,136 (975 were below 65-years-old)	Relative humidity: 5% ↓ Sunshine duration: 1 h ↑	The number of hospital admissions: 5.9% ↑ The number of hospital admissions: 1.7% ↑
Radišauskas et al. (2014)	Kaunas, Lithuania	1995-2007	6,753 cases (3,895 in men and 2,858 in women)	Atmospheric pressure Wind speed	r = 0.114 r = -0.042

정도는 개인별 환경적 차이가 존재할 수 있다고 판단된다. 따라서 본 연구결과의 기상인자별 질환과의 상관관계는 상대적인 기준은 될 수 있으나 절대적인 기준은 될 수 없다. 또한, 일반적으로 기상에 따른 영향이 크다고 인지되고 있는 피부 및 피부밑조직의 질환, 근육골격계통 및 결합조직의 질환 등은 기상변화에 많은 영향을 받음에도 증증질환으로 나타나는 경우가 적다. 이에 이러한 질환을 대상으로 한 역학연구 사례가 매우 적은 것으로 사료된다.

4. 결론

본 연구에서는 국내외 학술논문 분석을 통한 질환의 빈도분포를 수행한 후 기상과의 관련성에 대해 많은 연구가 수행된 질환을 중심으로 각 질환과 기상인자와의 상관관계를 분석하여 기상민감질환을 선정하고, 대표 기상민감질환에 대해 각 기상인자와의 관련성을 고찰하였다. 전체적인 결과의 양상을 살펴보면, 질환의 빈도분포 분석 결과 심근경색증(28%), 만성 허혈심장병(12%), 뇌졸중(10%), 협심증(5%) 순으로 연구가 많이 수행되었고, 이러한 4개의 질환과 기상인자와의 상관관계를 분석한 결과 4개의 질환 모두 기온과 유의한 관계를 보이며 가장 많은 연구결과가 존재했다(심근경색증: 유의한 관계, 만성 허혈심장병·뇌졸중·협심증: 유의한 음의 관계). 질환빈도분포와 기상인자와의 상관관계 분석 결과를 종합하여 심근경색증을 대표 기상민감질환으로 선정하였고, 심근경색증과 기상인자와의 정량적인 상관관계를 보고한 논문에 대해 고찰하였다. PET와 심근경색증과의 상관성 분석 결과, PET 1°C 감소는 약 1.7%~2.2%의 입원수 증가를 보고하였다. 일교차의 경우, 일 3명 이상의 심근경색증 환자가 발병한 날이 일 3명 미만의 심근경색증 환자가 발병한 날보다 약 2.4°C 큰 일교차를 계산하였고, 발병 1일전 일교차와 2일전 일교차는 각각 약 2.8°C, 3.4°C 차이를 보였다. 또한, 기압과 습도도 질환과 유의한 관계가 나타났다. 습도의 경우, 습도가 10% 변화할 때 심근경색증의 IRR은 1.11로 다른 질환(기타 정맥의 색전증 및 혈전증, 뇌졸중)에 비해 높은 위험도를 보였고, 기압의 경우, 기압 1016 mb 기준으로 10 mb 증가 및 감소는 각각 12%, 11%의 심근경색증 사망률의 증가를 보고하여 기압과 심근경색증의 유의한 관계를 확인하

였다.

본 연구는 국내외 학술논문을 바탕으로 연구한 결과로 개개인의 차이를 반영할 수 없었기 때문에 질환과 기상인자와의 절대적인 상관관계를 나타낼 수 없었고, 대상지역 및 연구대상자(성별 및 연령 등)에 대한 분석은 이루어지지 않았다. 그러나 본 연구는 기상과 질환의 관련성에 대한 연구결과를 종합적으로 정리하여 대표 기상민감질환을 선정하고, 선정한 기상민감질환의 기상인자와의 정량적인 상관관계를 제시함으로써 추후 기상변화에 따른 기상민감질환의 예방 및 대처를 위한 기초자료로 활용할 수 있다는 점에 의의가 있을 것으로 판단된다. 향후에는 실제 의사, 환자 등이 인지하고 있는 질환과 기상인자와의 관련성을 반영할 수 있는 지표, 실험, 조사 등이 추가로 이루어진다면 보다 현실적이고 합리적인 기상민감질환을 선정할 수 있다고 생각된다.

감사의 글

이 논문은 기상청 기상기술개발사업(KMIPA2015-8061)의 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCES

- Abrignani, M. G., Corrao, S., Biondo, G. B., Renda, N., Braschi, A., Novo, G., Di Girolamo, A., Braschi, G. B., Novo, S., 2008, Influence of climatic variables on acute myocardial infarction hospital admissions, *International Journal of Cardiology*, 137, 123-129.
- Amiya, S., Nuruki, N., Tanaka, Y., Tofuku, K., Fukuoka, Y., Santa, N., Kashima, K., Tsubouchi, H., 2009, Relationship between weather and onset of acute myocardial infarction: Can days of frequent onset be predicted?, *Journal of Cardiology*, 54(2), 231-237.
- Bhaskaran, K., Hajat, S., Haines, A., Herrett, E., Wilkinson, P., Smeeth, L., 2010, Short term effects of temperature on risk of myocardial infarction in England and Wales: time series regression analysis of the Myocardial Ischaemia National Audit Project (MINAP) registry, *British Medical Journal*, 341, c3823.
- Chang, C. L., Shipley, M., Marmot, M., Poulter, N., 2004, Lower ambient temperature was associated with an increased risk of hospitalization for stroke

- and acute myocardial infarction in young women, *Journal of Clinical Epidemiology*, 57(7), 749-757.
- CRED, 2015, http://www.emdat.be/disaster_list/index.html.
- Danet, S., Richard, F., Montaye, M., Beauchant, S., Lemaire, B., Graux, C., Cottel, D., Marécaux, N., Amouyel, P., 1999, Unhealthy effects of atmospheric temperature and pressure on the occurrence of myocardial infarction and coronary deaths, A 10-year survey: The Lill-world health organization MONICA project (Monitoring trends and determinants in cardiovascular disease), *Circulation*, 100(1), E1-E7.
- Dilaveris, P., Syntetos, A., Giannopoulos, G., Giannopoulos, G., Gialafos, E., Pantazis, A., Stefanadis, C., 2006, Climate impacts on myocardial infarction deaths in the Athens territory: The Climate study, *Heart*, 92(12), 1747-1751.
- Eurosurveillance, 2005, <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=2409#7>
- Ferranti, L., Viterbo, P., 2006, The European summer of 2003: Sensitivity to soil water initial conditions, *Journal of Climate*, 19, 3659-3680.
- Gasparrini, A., Armstrong, B., Kovats, S., Wilkinson, P., 2012, The Effect of high temperatures on cause-specific mortality in England and Wales, *Occupational and Environmental Medicine*, 69(1), 56-61.
- Google Scholar, 2015, <http://scholar.google.co.kr>
- Hong, Y. C., Rha, J. H., Lee, J. T., Ha, E. H., Kwon, H. J., Kim, H., 2003, Ischemic stroke associated with decrease in temperature, *Epidemiology*, 14(4), 473-478.
- Hopstock, L. A., Fors, A. S., Bønaa, K. H., Mannsverk, J., Njølstad, I., Wilsqaard, T., 2012, The Effect of daily weather conditions on myocardial infarction incidence in a subarctic population: The Tromsø study 1974-2004, *Journal of Epidemiology and Community Health*, 66(9), 815-820.
- Houck, P. D., Lethen, J. E., Riggs, M. W., Gantt, D. S., Dehmer, G. J., 2005, Relation of atmospheric pressure changes and the occurrences of acute myocardial infarction and stroke, *The American Journal of Cardiology*, 96(1), 45-51.
- Korean Medical Association, 2014, https://www.kma.org/board2/view.php?w_seq=43&kind_code=4
- Lee, J. H., Chae, S. C., Yang, D. H., Park, H. S., Cho, Y. K., Jun, J. E., Park, W. H., Kam, S., Lee, W. K., Kim, Y. J., Kim, K. S., Hur, S. H., Jeong, M. H., 2010, Influence of weather on daily hospital admissions for acute myocardial infarction (from the Korea Acute Myocardial Infarction Registry), *International Journal of Cardiology*, 144, 16-21.
- Marchant, B., Ranjadayalan, K., Stevenson, R., Wilkinson, P., Timmis, A. D., 1993, Circadian and seasonal factors in the pathogenesis of acute myocardial infarction: the influence of environmental temperature, *British Heart Journal*, 69(5), 385-387.
- Misailidou, M., Pitsavos, C., Panagiotakos, D. B., Chrysohoou, C., Stefanadis, C., 2006, Short-term effects of atmospheric temperature and humidity on morbidity from acute coronary syndromes in free of air pollution rural Greece, *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*, 13(5), 846-848.
- Morabito, M., Modesti, P. A., Cecchi, L., Crisci, A., Oriandini, S., Maracchi, G., Gensini, G. F., 2005, Relationships between weather and myocardial infarction: A Biometeorological approach, *International Journal of Cardiology*, 105(3), 288-293.
- Nocera, R., Petrucelli, P., Park, J., Stander, E., 2014, Meteorological variables associated with stroke, *International Scholarly Research Notices*, 2014, ID 597106.
- Panagiotakos, D. B., Chrysohoou, C., Pitsavos, C., Nastos, P., Anadiotis, A., Tentolouris, C., Stefanadis, C., Toutouzas, P., Pailatos, A., 2004, Climatological variations in daily hospital admissions for acute coronary syndromes, *International Journal of Cardiology*, 94(2-3), 229-233.
- Radišauskas, R., Bernotienė, G., Bacevičienė, M., Ustinavičienė, R., Kirvaitienė, J., Krančiukaitė-Butylkinienė, D., 2014, Trends of myocardial infarction morbidity and its associations with weather conditions, *Medicina*, 50(3), 182-189.
- Schwartz, J., Samet, J. M., Parz, J. A., 2004, Hospital admissions for heart disease: The Effects of temperature and humidity, *Epidemiology*, 15(6), 755-761.
- Sotaniemi, E., Vuopala, U., Huhti, E., Takkunen, J., 1970, Effect of temperature on hospital admissions for myocardial infarction in a subarctic area, *British Medical Journal*, 4(5728), 150-151.

- Statistic Korea, 2015, Korean Standard Classification of Diseases.
- Stott, P. A., Stone, D. A., Allen, M. R., 2004, Human contribution to the European heatwave of 2003, *Nature*, 432, 610-614.
- UNEP, 2004, Impacts of summer 2003 heat wave in Europe, United Nations Environment Programme Early Warning and Emerging Environmental Threats Rep.
- Vasconcelos, J., Freire, E., Almendra, R., Silva, G. L., Santana, P., 2013, The Impact of winter cold weather on acute myocardial infarctions in Portugal, *Environmental Pollution*, 183, 14-18.
- Wichmann, J., Ketzel, M., Ellermann, T., Loft, S., 2012, Apparent temperature and acute myocardial infarction hospital admissions in Copenhagen, Denmark: A Case-crossover study, *Environmental Health*, 11, 19.
- Wolf, K., Schneider, A., Breitner, S., von Klot, S., Meisinger, C., Cyrus, J., Hymer, H., Wichmann, H. E., Peters, A., 2009, Air temperature and the occurrence of myocardial infarction in Augsburg, Germany, *Circulation*, 120(9), 735-742.