creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

[UCI]I804:24011-200000342167

2020년 8월

박사학위 논문

다수준 모형을 이용한 초미세먼지가 노인 우울에 미치는 영향

조선대학교 대학원

보건학과

조 경 희

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

다수준 모형을 이용한 초미세먼지가 노인 우울에 미치는 영향

The effect of particulate matter ($PM_{2.5}$) on depression in the elderly using multilevel model

2020년 8월 28일

조선대학교 대학원

보건학과

조 경 희

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

다수준 모형을 이용한 초미세먼지가 노인 우울에 미치는 영향

지도교수 박 종

이 논문을 보건학 박사학위신청 논문으로 제출함

2020년 5월

조선대학교 대학원

보건학과

조 경 희

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

조경희의 박사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교 수 류 소 연 (인)

위 원 전남대학교 교 수 신 민 호 (인)

위 원 조선대학교 교 수 한 미 아 (인)

위 원 조선대학교 교 수 최 성 우 (인)

위 원 조선대학교 교 수 박 종 (인)

2020년 7월

조선대학교 대학원

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

목 차

Abstract ····· v

Ⅰ. 서론 ····· 1

Ⅱ. 연구방법 ····· 5

A. 연구모형 ····· 5

B. 연구자료 ····· 7

1. 개인수준 자료

2. 지역수준 자료

C. 분석방법 ····· 11

Ⅲ. 연구결과 ····· 13

A. 연구대상자의 일반적인 특성 ····· 13

1. 인구·사회학적 특성

2. 건강행태, 만성질환, 사회적 관계 특성

B. 지역 수준 요인의 특성 ····· 17

1. 초미세먼지의 지역적 분포

2. 지역 수준 요인의 특성

C. 초미세먼지가 노인 우울증에 미치는 영향 ····· 20

1. 다수준 모델 적합도 분석결과

2. 다수준 로지스틱 회귀분석 결과

Ⅳ. 고찰 ····· 25

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅴ. 요약 및 결론 ····· 28

참고문헌 ····· 29

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 목 차

Table 1. 연구변수 ····· 10
Table 2. 연구대상자의 인구·사회학적 특성 ····· 14
Table 3. 연구대상자의 건강행태, 만성질환, 사회적 관계 특성 ····· 16
Table 4. 지역수준 요인의 일반적 특성 ····· 19
Table 5. 모델별 적합도 평가 ····· 21
Table 6. 초미세먼지가 노인 우울증에 미치는 영향; 다수준 로지스틱 회귀분석 결과 ····· 23

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

그림 목차

Figure 1. 변수간의 관계 ····· 5
Figure 2. Flow chart ····· 6
Figure 3. 초미세먼지 연 평균농도별 지역 구분 ····· 17

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

부 록

부록 1. 우울증 선별 설문지(PHQ-9) ····· 35
부록 2. 모델별 다수준 로지스틱 회귀분석 결과 ····· 36

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

ABSTRACT

The effect of particulate matter ($PM_{2.5}$) on depression in the elderly using multilevel model

Jo Kyung Hee
Advisor: Prof. Park Jong, M.D., Ph.D
Department of Public Health,
Graduate School of Chosun University

Objectives: This study confirmed the effect of particulate matter($PM_{2.5}$) on depression in adults over 65 using community-based data.

Methods: In the 2017 Community Health Survey data, data of $PM_{2.5}$ and regional factors were constructed based on the subjects who responded to depression(PHQ-9) in 67,417 samples. In order to evaluate the relationship between depression and $PM_{2.5}$, a multi-level model was applied that can take into account individual and regional levels. In addition, the effects of physical activity and social relationship factors were also considered in the process of $PM_{2.5}$ affecting depression.

Results: As a result of this study, the risk of depression was increased in Q3 area of 1.66 (95% CI 1.09-2.52) and Q4 area of 1.50 (95% CI 1.04-2.18) compared to the Q1 area. In the case of walking, the risk of depression decreased to 0.66 (95% CI 0.59-0.60), and when there was no trust between

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

neighbors, the risk of depression increased significantly to 1.76 (95% CI 1.75-1.78).

Conclusion: This study suggests that the risk of depression may increase in the elderly living in areas with high levels of $PM_{2.5}$. In addition, it was confirmed that social networks influence the association between $PM_{2.5}$ and depression. It is thought that a health project is needed to promote social ties for mental health management for the elderly living in areas with high risk of $PM_{2.5}$ exposure.

Key words : Depression, Elderly, Multilevel model, Particulate matter

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅰ. 서 론

우리나라는 고령 인구가 점차 증가함에 따라 고령사회(aged society)에 진입하였다. 2026년에는 노인 추계인구가 20.8%로 초고령 사회(post-aged society)를 맞이할 것으로 전망되며(Zhang & Kwon, 2020), 2060년에는 전체 인구의 40% 이상을 고령 인구가 차지할 것으로 보여 사회적으로 심각한 문제로 떠오르고 있다(Chang, 2017)

고령화 사회에서 노인에게 나타나는 흔한 문제 중 하나는 우울증이다. 우울증은 정신질환 중 가장 흔한 질환으로, 전 세계적으로 3억명 이상이 우울증에 시달리고 있으며, 2005년부터 2015년까지 우울증 인구가 약 18% 증가하였다(WHO, 2017). 2017년 노인실태조사 결과에 따르면 노인의 21.1%가 우울증상을 가지고 있으며, 우울증은 지속될 경우 삶의 질을 떨어뜨리며, 만성질환의 위험도 증가시킨다(Ruo et al. 2003; Hare et al. 2014). 또한, 우울증은 자살의 강력한 위험요소로 자살한 사람의 약 59%가 우울증 병력을 가지고 있어(Cavanagh et al. 2003), 전 세계적으로 중요한 건강문제이다. 특히 우리나라는 노인 자살률이 세계 1위를 차지하여 노인의 우울증 예방을 위한 위험요인관리가 매우 시급하다.

우울증에 영향을 미치는 요인으로는 인구·사회학적 요인과 건강행태 및 만성질환 등이 영향을 미치고 있으며, 그 외에도 대기오염과 같은 환경적인 요인도 영향을 미칠 수 있다(Shin et al. 2018; Kim & Kim, 2017; Chang, 2017; Lee et al, 2012). 최근에는 무분별한 산업화와 과학기술의 발전으로 대기오염이 점차 심해지고 있으며, 특히 대기오염물질 중 미세먼지는 그 위해성이 큰 편이라 그로 인해 국민들의 건강을 위협하고 있다. 우리나라의 경우 국내에서 자체적으로 발생하는 미세먼지와 중국에서 유입되는 대기오염물질이 함께 유입되는 상황이며(Ministry of Environment, 2016), 최근 중국의 급속한 산업화로 인해 화석연료의 사용이 증가하고 미세먼지의 발생이 점차 증가하면서 미세먼지의 위해성에 대한 우려가 커지고 있다(Kyung & Jeong, 2017; Han, 2019).

미세먼지는 입자상 대기오염물질 중 물리적 건강 영향이 가장 크며, 입자

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

크기에 따라 인체에 미치는 영향에 차이가 있다(WHO, 2017). 미세먼지(particulate matter, PM)는 직경이 10 μm 이하의 입자를 미세먼지(PM10)라고 하고, 2.5 μm 이하의 입자를 초미세먼지($PM_{2.5}$), 0.1 μm 이하의 입자를 극미세먼지(PM0.1)로 정의하고 있다(WHO, 2017). 미세먼지의 크기가 5-10 μm/m^3 이하의 입자는 비점막을 통과하여 체내에 흡수될 수 있으며, 2-5 μm/m^3 이하의 입자는 기도를 통과하며, 0.1-1 μm/m^3 이하의 초미세먼지 입자는 폐 속 깊숙이 침투하여 폐포에 손상을 유발할 수 있어 미세먼지 입자가 작아질수록 그 위험성이 증가한다(Roh et al, 2018).

최근 미세먼지와 정신건강에 대한 관심이 높아지면서 국내외에서 미세먼지가 우울증에 미치는 영향에 대한 다수의 연구들이 보고되고 있다(Shin et al, 2019; Wang Ruoyu et al, 2019; Kim&Kim, 2017). 미세먼지와 우울증의 관련성을 주장하는 연구들은 미세먼지가 인체로 들어가서 염증과 산화스트레스를 유발시키고, 그로 인해 우울증의 발병기전에 영향을 미칠 수 있다고 보고한다(Wang Ruoyu et al, 2019). 특히 $PM_{2.5}$ 노출 시 초미세먼지가 뇌신경계의 도파민 분비에 영향을 주며 우울증과 불안 장애를 증가시켜 그로 인해 자살률을 상승시킬 수 있다고 보고한다(Shin et al, 2019; Power MC, 2015; Wang Y, 2014). 또한, 미세먼지로 인한 노출에서 PM10이 10 μm/m^3 증가할 경우 일간 사망률이 0.2-0.6% 증가하였고(Samoli, 2008), $PM_{2.5}$에서 10 μm/m^3 증가할 경우 심혈관계 질환으로 인한 사망률이 6-13% 증가하여 건강에 미치는 영향이 더욱 커지는 것으로 보고한다(Krewski, 2009).

중국은 미세먼지에 대한 다양한 연구들을 보고하고 있으며, 최근에는 미세먼지와 우울증과의 관련성을 밝히기 위해 개인 신체활동과 사회적 관계가 영향을 미친다고 보고한다(Wang Ruoyu et al, 2019). 첫 번째로 신체활동 요인은 미세먼지가 발생하면 개인의 야외 신체활동 의지를 감소시킬 수 있다(An and Xiang 2015). 또한, Giles and Koehle(2014)등 은 외부 활동으로 인해 미세먼지에 노출이 되면 폐, 심혈관계, 인지 및 전신기능에 부정적인 영향을 주게 되고(Giles & Koehle, 2014), 최대 산소 소비(maximal oxygen consumption) 및 운동 효과에도 영향을 미치게 되어 미세먼지가 신체활동의 건강상 효과를 감소시킨다(Andersen et al. 2015; Sinharay et al, 2018).

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

두 번째는 개인의 사회적 관계유지 요인이다. 미세먼지로 인해 개인이 공공장소에서 이웃과 교류를 하지 못하게 되어 이웃으로부터 사회적인 지원을 요청하거나 받게 될 경로가 줄어들게 된다(Wang Ruoyu et al, 2019). 또한 우울증과 이웃과의 상호관계 유지는 중요한 요소이므로 미세먼지 노출이 결국 우울증의 위험을 높일 수 있게 된다(Fan et al, 2011). 그러므로 미세먼지와 우울증과의 관련성을 밝히기 위해 신체활동과 사회적 관계요인을 고려하는 것은 중요하다.

미세먼지의 유해성은 대상 집단에 따라 더욱 커질 수 있으며, 취약집단으로는 노인, 어린이, 기저 질환자 등이 있다(Han, 2019). 특히 노인의 경우 신체의 생리적인 기능이 감퇴한 상태로 미세먼지가 체내에 흡입되었을 때 몸 밖으로 배출시키고 독성을 제거하는 기능이 떨어지며(Sacks et al, 2011), 이미 기저 질환을 가지고 있는 경우가 많아 미세먼지의 독성에 대한 저항력이 약하므로 더욱 취약할 수 있다(Bell et al, 2013). 따라서 노인 우울증과 미세먼지와의 관련성에 대한 연구 수행은 매우 중요하다.

국내에서 이루어진 미세먼지와 노인 우울증의 관련성 연구는 주로 지역기반의 미세먼지 자료를 이용하여 로지스틱 회귀분석을 활용한 단면 연구가 주로 이루어져 왔다. 그러나 지역사회건강조사 자료의 형식은 개인들이 시군구 단위의 지역에 포함된 위계적인 구조로 개인과 지역수준의 영향을 함께 평가하는 것이 필요하다. 또한, 집단 내에서 임의효과가 존재하는 경우엔 다수준 회귀분석(Multilevel Logistic Regression)이 일반 회귀분석(Logistic Regression)보다 적절하다(Raudenbush, 2002)

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

이에 본 연구는 2017년 지역사회건강조사 자료를 기반으로 개인과 지역적 특성을 함께 고려할 수 있는 다수준 로지스틱 회귀모형을 사용하였고, 한국의 65세 이상 성인에서 초미세먼지($PM_{2.5}$)의 수준에 따라 우울증에 미치는 영향을 밝히고자 하였다. 구체적인 연구목적은 다음과 같다.

첫째, 연구 대상자의 인구·사회학적, 건강행태, 만성질환, 사회적 관계요인의 특성을 파악한다.

둘째, 미세먼지 연평균농도에 따른 지역별 분포와 특성을 파악한다.

셋째, 지역 수준 요인(녹지면적, 도시면적, 보건복지 사업체 비율, 복지예산 비중)의 일반적인 특성을 파악한다.

넷째, 초미세먼지가 노인 우울증에 미치는 영향을 신체활동과 사회적 관계를 함께 고려하여 평가한다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅱ. 연구 방법

A. 연구모형

본 연구는 2017년 지역사회건강조사에서 우울 선별 문항(PHQ-9)에 응답한 65세 이상 성인 67,417명을 대상자로 선정하였다. 연구 가설은 초미세먼지가 높은 지역이 우울증에 부정적인 영향을 미칠 수 있으며, 그 과정에서 신체활동과 사회적 관계요인이 우울증 위험에 영향을 줄 것으로 가정하였다(Figure 1).

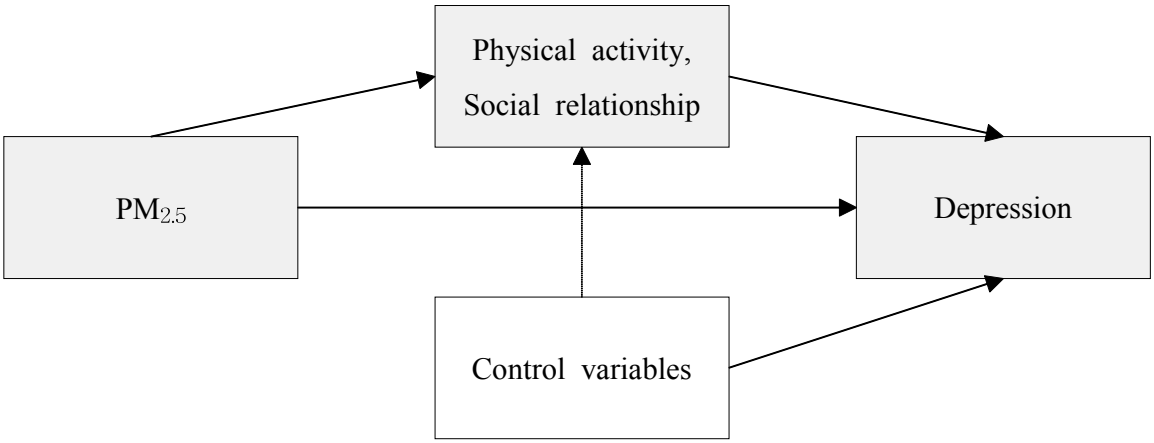

Figure 1. 변수 간의 관계

초미세먼지가 노인 우울증에 미치는 영향을 평가하기 위해 개인 수준 자료와 지역 수준 자료를 사용하여 다수준 회귀분석 모형을 구축하였다. 전반적인 연구모형은 다음과 같다(Figure 2).

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

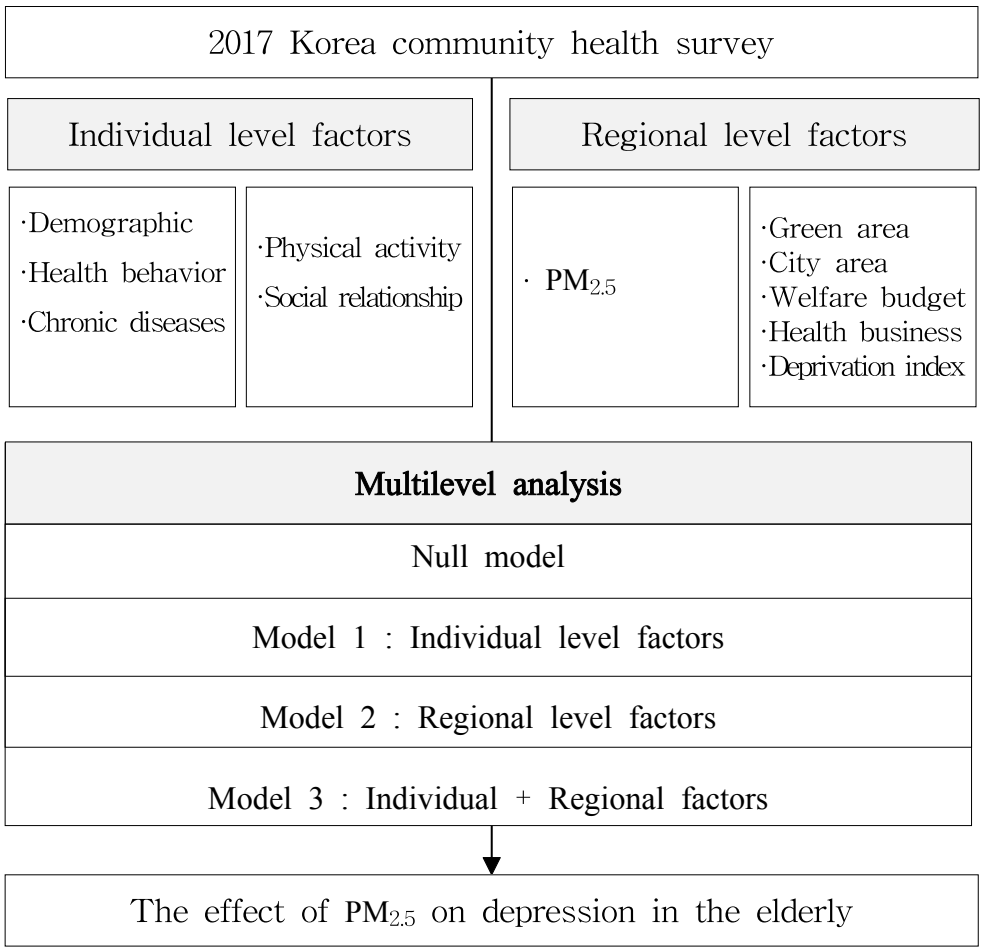

Figure 2. Flow chart

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

B. 연구자료

개인 수준 자료는 지역사회건강조사자료를 활용하였고, 전국 보건소 단위를 기준으로 지역 수준의 e-지방지표, 대기환경자료, 지역박탈지수자료를 추가하여 통합 데이터를 구축하였다. 본 연구에서 사용된 자료는 다음과 같다.

1. 개인수준 자료

질병관리본부가 주관하는 2017년 지역사회건강조사 원시 자료를 이용하였다. 지역사회건강조사는 각 지역에 거주하는 만 19세 이상 성인을 모집단으로 하여 확률비례 계통추출법을 적용하여 표본지점을 선정하고, 선정된 표본지점에서 계통추출법에 의해 가구를 선정한 후, 전국에 분포한 254개 보건소에서 약 900명의 표본자료를 수집한다. 조사 시점 표본가구에 거주하는 만 19세 이상 성인을 대상으로 2017년 8월 16일부터 10월 31일까지 훈련된 조사원이 표본으로 선정된 가구에 직접 방문하여 설문프로그램이 탑재된 노트북을 사용하여 18개 영역의 201개 문항을 1:1면접조사(전자설문조사)를 통해 자료를 수집하였다(KCDC, 2017).

본 연구의 종속변수는 우울 선별검사인 Patient Health Questionnaire-9 (PHQ-9)을 사용하였다(부록 1). 총 9개 문항으로 구성되어 있으며, 각 문항당 증상 정도에 따라 0-3점으로 평가하여 총합이 0-27점으로 산출된다. 본 연구는 PHQ-9의 총합이 10점 이상인 노인을 우울증이 있는 것으로 정의하였다(Kim et al, 2019).

미세먼지로 인한 신체활동과 사회적 관계 요인이 우울증에 영향을 미치는지를 고려하기 위해 걷기실천과 이웃간의 신회변수를 사용하였다. 걷기실천 변수는 “최근 일주일 동안 1일 30분 이상 걷기를 주 5일 이상 실천한 경우”를 ‘실천’으로 구분하였다. 이웃 간의 신뢰 변수는 “우리 동네 사람들은 서로 믿고 신뢰할 수 있다”에서 예, 아니오로 분류하였다.

보정변수는 관련 문헌고찰을 통해 인구·사회학적 요인, 건강행태요인, 만성질환 변수를 선정하였다. 인구사회학적 요인은 성별, 연령, 학력, 결혼상태, 가

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

구 월 소득, 지역구분, 기초생활수급자 변수를 사용하였다. 성별은 남자, 여자로 구분하였다. 연령은 65-69세, 70-74세, 75-79세, 80-84세, 85세 이상으로 구분하였다. 학력은 최종적으로 다닌 학교와 졸업 여부에 따라 무학, 초졸, 중졸, 고졸, 대졸 이상으로 분류하였다. 결혼상태는 배우자 있음에 해당되는 경우 '기혼'으로 이혼, 사별, 별거, 미혼인 경우는 '미혼'으로 분류하였다. 가구 월 소득은 100만원 미만, 100-200만원 미만, 200-300만원 미만, 300만원 이상으로 분류하였다. 지역구분은 행정구역상 동 단위에 거주하는 경우 '도시' 읍·면 단위에 거주하는 경우는 '농촌'으로 분류하였다. 기초생활수급자는 "현재 기초생활 수급자 여부"에 따라 예, 아니오로 분류하였다.

건강행태요인은 흡연, 음주, 비만, 주관적 건강 수준, 수면시간을 사용하였다. 흡연은 현재 흡연 여부에서 매일 피움 또는 가끔 피움으로 응답한 경우 "예", 과거에는 피웠으나 현재 피우지 않음 또는 비해당은 "아니오"로 구분하였다. 음주는 연간 음주자 중에서 남자는 7잔 이상, 여자는 5잔 이상을 주 2회 이상 마신다고 응답한 경우에 고위험 음주자로 구분하였다. 비만은 키와 몸무게를 이용해 체질량지수(Body Mass Index)를 산출하였고, 체질량지수가 $25kg/m^2$ 이상인 사람으로 정의하였다. 주관적 건강 수준은 "평소에 본인의 건강은 어떻다고 생각합니까?"에서 좋음, 보통, 나쁨으로 구분하였다. 수면시간은 6시간 미만, 6-8시간, 9시간 이상으로 구분하였다. 만성질환(고혈압, 당뇨병, 이상지질혈증, 관절염)은 의사 진단 경험 여부에 따라 예, 아니오로 구분하였다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 지역수준 자료

초미세먼지 변수는 환경부의 2017년 대기환경연보에서 미세먼지 $PM_{2.5}$의 연 평균값을 사용하였다. 전국에 분포한 91개의 측정소에서 측정된 1시간 평균자료를 이용하여 연 평균값을 계산하며, 대기오염측정자료의 처리는 전국 측정소의 측정자료에 대하여 관할기관(수도권대기환경청, 한국환경공단, 지자체 보건환경연구원)에서 1차적으로 확정한 후, 국가대기오염 정보관리시스템(NAMIS)으로 전송한다. 국가대기오염 정보관리시스템(NAMIS)에 수집된 자료들은 국립환경과학원의 전산시스템으로 다시 전송되어 최종확정 및 통계처리된 후 데이터베이스의 형태로 저장된다. 국립환경과학원에서는 통계자료의 신뢰성 제고를 위하여, 통계처리 시 대상 기간 중 75% 이상의 측정(통계) 자료가 확보된 경우에만 통계자료로 산출한다(National Institute of Environmental Research, 2017). 2017년 초미세먼지의 연평균 농도를 기준으로 미세먼지가 낮은 지역과 높은 지역을 구분하기 위해 연속형 변수를 사분위수(Quartiles)로 변환하여 사용하였다. 연평균 농도에 따라 Q1은 0-22㎍/㎥, Q2는 23-24㎍/㎥, Q3는 25㎍/㎥, Q4는 Q4 26-36㎍/㎥으로 지역을 분류하였다.

지역 수준의 보정 변수는 e-지방지표에서 시·군·구 단위로 제공하는 2017년 전국사업체조사의 보건 및 사회복지 사업체비율, 2017년 지방재정연감의 일반회계 중 사회복지예산비중, 2017년 도시계획현황의 도시지역면적과 1인당 면적녹지지역지표를 사용하였다. 또한, 지역박탈지수는 지역의 상대적인 박탈 수준을 관찰하는 도구로 한국보건사회연구원에서 개발한 시·도단위의 지역박탈지수를 사용하였다. 2015년 인구주택 총조사를 자료원으로 경제·소득·소비 영역, 고용 영역, 교육·기술·직업훈련 영역, 건강 및 장애 영역, 범죄 영역, 주택 및 서비스 영역, 기타 영역을 합산하여 종합적으로 산출된 지수이다. 지역 박탈지수는 수치가 높을수록 지역적인 박탈 수준이 높아지는 것으로 판단한다. 전국 시도별 지역박탈지수는 울산광역시가 -17.74로 가장 낮고, 부산광역시가 13.07로 가장 높았다(KIHASA, 2018).

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 1. 연구변수

수준	분류	변수	내용	비고
개인	인구·사회학적 요인	성별	남자, 여자	
		연령	65-69세, 70-74세, 75-79세, 80-84세, 85세 이상	
		학력	무학, 초졸, 중졸, 고졸, 대졸 이상	
		결혼상태	미혼(이혼 및 사별 포함), 기혼	
		가구 월 소득	100만원 미만, 100-200만원 미만, 200-300만원 미만, 300만원 이상	
		지역 구분	도시, 농촌	
		기초생활수급	예, 아니오	
	건강행태	흡연	현재 흡연 여부 : 예, 아니오	
		음주	고위험 음주자 여부 : 예, 아니오	
		걷기실천	걷기 실천 여부 : 실천, 비실천	
		비만	체질량지수 $25kg/m^2$ 이상 : 예, 아니오	
		주관적 건강 수준	좋음, 보통, 나쁨	
		수면시간	6시간 미만, 6-8시간, 9시간 이상	
	만성질환	고혈압	진단 경험 : 예, 아니오	
		당뇨병		
		이상지질혈증		
		관절염		
	사회적 관계요인	이웃 간의 신뢰	예, 아니오	
지역	환경적 요인	초미세먼지($PM_{2.5}$)	연 평균농도($\mu g/m^3$)	사분위수 구분
	지역특성	녹지면적	1인당면적 녹지지역(m^2)	
		도시면적	도시지역 면적(m^2)	
		복지예산 비중	일반회계 중 복지예산 비중(%)	
		보건복지 사업체 비율	보건 및 사회복지 사업체 비율(%)	
		지역박탈지수	시도별 지역박탈지수	

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

C. 분석방법

개인수준 자료와 지역수준 자료를 하나의 데이터로 구축하기 위해 지역사회건강조사의 254개 보건소 단위를 기준으로 지역수준 자료를 매칭하였다. 단, 미세먼지 자료의 경우 전국 91개의 측정망 값을 사용하였고, 측정망이 부재한 지역의 경우 지도상 직진 거리로 가까운 측정망 값을 대체하여 사용하였다.

통계 분석은 지역사회건강조사자료에서 개인 가중치를 적용하여 모집단을 추정하여 시행하였다. 먼저, 개인과 지역 수준의 일반적인 특성을 파악하고 우울증 여부에 따른 변수 간의 유의한 차이를 확인하기 위해 Rao-Scott Chi-Square test와 t-test를 실시하였다. 또한, 초미세먼지의 지역적인 분포를 확인하기 위해 빈도 분석과 지리정보시스템(GIS)를 활용하였다.

초미세먼지가 노인 우울증에 미치는 영향을 확인하기 위해 SAS의 Glimmix Procedure를 사용하여 다수준 로지스틱 회귀분석(Multilevel Logistic Regression)을 시행하였다. 본 연구에 적용된 연구모형은 다음과 같다.

기본모델 : 지역 간의 변이를 추정하기 위한 임의절편(random effect)을 포함한 모형
모　델1 : 기본모형에 개인 수준의 요인을 포함한 모형
모　델2 : 기본모형에 지역 수준의 요인을 포함한 모형
모　델3 : 기본모형에 개인 수준과 지역 수준의 요인을 모두 포함한 모형

분석한 변수의 종속변수와의 관련성을 확인하기 위해 교차비와 95% 신뢰구간을 이용하여 제시하였다. 또한, 다수준 모형의 적합한 정도를 확인하기 위해 집단 내 상관계수(Interclass Correlation Coefficient, ICC)를 사용하여 비교하였다. ICC는 종속변수가 차지하는 전체 분산 중 지역 수준의 분산이 차지하는 비율을 나타내며, 지역간의 차이에 의해 설명되는 분산량을 뜻한다(Smiley et al, 2015; Wang et al, 2012).

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

$$ICC = \frac{\tau}{(\tau + \sigma^2)}$$

τ : Residual variance between communities
σ^2 : Residual variance between individuals

집단내의 상관계수가 5% 이상이면 지역 간의 차이가 있으며, 10% 이상이면 지역 간의 차이가 큰 것으로 다수준 모형이 적합한 것으로 판단한다(Kang et al, 2005). 또한 4개의 모형 중 적합한 모형을 평가하기 위해 기초모형을 기준으로 -2Res Log Pseudo-likelihood와 AIC(Akaike information criterion)의 값을 확인하였다.

모든 통계 분석은 SAS 9.4 version(SAS institute INC., Cary, NC, USA)을 사용하였고, 통계적 유의수준은 $p<0.05$로 설정하였다. 지리정보시스템은 ArcGIS 10.0(ESRI) 소프트웨어를 사용하였다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅲ. 연구결과

A. 연구대상자의 일반적인 특성

1. 인구·사회학적 특성

2017년 지역사회건강조사자료에서 65세 이상 성인의 우울증 여부에 따른 연구 대상자의 인구·사회학적인 특성을 확인한 결과 전체에서 우울증이 있는 그룹이 5.6%이었고, 우울증이 없는 그룹이 94.4%이었다.

성별에서 우울증이 있는 그룹에서 여자가 7.0%로 비율이 높았고, 연령에서는 65-69세가 가장 낮았고, 85세 이상이 가장 높았다. 학력은 우울증이 있는 그룹에서 무학의 비율이 가장 높았고, 학력이 높아질수록 비율이 감소하였다. 결혼상태는 우울증이 있는 그룹에서 미혼일 때 높았고, 가구 월 소득은 100만원 미만에서 가장 높았고, 300만원 이상에서 가장 낮았다. 지역 구분은 우울증이 있는 그룹에서 농촌과 도시의 비율이 동일하게 나타났고, 기초생활수급여부는 기초생활수급자에서 더 높았다.

인구·사회학적 요인은 지역 구분 변수를 제외한 모든 변수가 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 2).

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 2. 연구대상자의 인구·사회학적 특성

Variable		Total	Depression				X^2	P-Value
			Yes		No			
			%	SE	%	SE		
Total		100.0	5.6(0.1)		94.4(0.1)		25647.4	<.001
성별	남자	49.6	3.8	0.2	96.2	0.2	168.3	<.001
	여자	50.4	7.0	0.2	93.0	0.2		
연령	65-69	31.9	3.7	0.2	96.3	0.2	266.3	<.001
	70-74	26.7	4.6	0.2	95.4	0.2		
	75-79	22.4	6.5	0.3	93.5	0.3		
	80-84	13.0	9.0	0.4	91.0	0.4		
	85세이상	6.0	9.8	0.6	90.2	0.6		
학력	무학	4.6	10.2	0.3	89.8	0.3	465.3	<.001
	초졸	8.4	5.7	0.2	94.3	0.2		
	중졸	8.3	4.3	0.3	95.7	0.3		
	고졸	37.3	3.0	0.2	97.0	0.2		
	대졸이상	41.4	2.1	0.3	97.9	0.3		
결혼상태	기혼	65.0	4.3	0.1	95.7	0.1	220.3	<.001
	미혼[1)]	35.0	8.2	0.2	91.8	0.2		
가구 월 소득	100만원미만	10.8	8.6	0.2	91.4	0.2	307.3	<.001
	100-200만원미만	12.2	4.2	0.2	95.8	0.2		
	200-300만원미만	17.1	3.7	0.3	96.3	0.3		
	300만원이상	59.9	3.2	0.2	96.8	0.2		
지역구분	농촌	18.8	5.6	0.2	94.4	0.2	0.1	0.803
	도시	81.2	5.6	0.2	94.4	0.2		
기초생활 수급	아니오	97.4	5.0	0.1	95.0	0.1	364.9	<.001
	예	2.6	15.3	0.8	84.7	0.8		

Rao-Scott Chi-Square test

1) 미혼 : 이혼, 사별, 별거, 미혼 포함

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 건강행태, 만성질환, 사회적 관계 특성

건강행태에서 흡연은 우울증이 있는 군에서 흡연자의 비율이 높았고, 음주는 비음주자에서 비율이 높았다. 신체활동은 우울증이 있는 군에서 걷기실천을 하지 않는 경우 비율이 높았다. 비만은 우울증이 있는 군에서 비만이 아닌 경우에 비율이 높았다. 주관적 건강 수준은 우울증이 있는 그룹에서 나쁨으로 생각하는 경우가 가장 높았다. 수면시간은 우울증이 있는 그룹에서 6시간 미만의 수면 부족의 비율이 가장 높았다. 건강행태 요인은 흡연을 제외한 모든 변수가 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

만성질환은 우울증이 있는 군에서 고혈압, 당뇨병, 이상지질혈증, 관절염 진단자들에서 비율이 모두 높게 나타났고, 모든 변수가 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

사회적 관계를 나타내는 이웃 간의 신뢰는 우울증이 있는 군에서 이웃 간의 신뢰가 없는 경우의 비율이 높았다(Table 3).

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 3. 연구대상자의 건강행태, 만성질환, 사회적 관계 특성

Variable		Total	Depression				X^2	P-Value
			Yes		No			
			%	SE	%	SE		
흡연	아니오	79.80	5.6	0.1	94.4	0.1	2.3	0.132
	예	20.20	6.2	0.4	93.8	0.4		
음주	아니오	85.9	5.7	0.1	94.3	0.1	15.1	<.001
	예	14.1	3.6	0.4	96.4	0.4		
걷기실천	비실천	54.9	7.5	0.2	92.5	0.2	278.1	<.001
	실천	45.1	3.3	0.1	96.7	0.1		
비만	아니오	72.4	5.6	0.2	94.4	0.2	14.8	<.001
	예	27.6	4.5	0.2	95.5	0.2		
주관적 건강 수준	좋음	41.7	0.7	0.1	99.3	0.1	1519.3	<.001
	보통	43.5	2.1	0.1	97.9	0.1		
	나쁨	14.8	11.4	0.3	88.6	0.3		
수면시간	6-8	79.8	3.5	0.1	96.5	0.1	634.4	<.001
	<6	17.1	10.6	0.3	89.4	0.3		
	>8	3.1	8.3	0.6	91.7	0.6		
고혈압	아니오	79.7	5.1	0.2	94.9	0.2	14.7	<.001
	예	20.3	6.0	0.2	94.0	0.2		
당뇨병	아니오	91.7	5.3	0.1	94.7	0.1	17.8	<.001
	예	8.3	6.6	0.3	93.4	0.3		
이상지질혈증	아니오	84.9	5.3	0.1	94.7	0.1	13.4	<.001
	예	15.1	6.3	0.3	93.7	0.3		
관절염	아니오	89.8	4.2	0.1	95.8	0.1	274.4	<.001
	예	10.2	8.5	0.3	91.5	0.3		
이웃 간의 신뢰	예	59.0	4.6	0.1	95.4	0.1	151.9	<.001
	아니오	41.0	8.2	0.3	91.8	0.3		

Rao-Scott Chi-Square test

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

B. 지역수준 요인의 특성

1. 초미세먼지의 지역적 분포

2017년 초미세먼지의 연 평균농도를 사분위수에 따라 구분한 결과이다. GIS 분석 결과 지도상 북쪽에 Q4에 해당하는 지역이 밀집해있었고, 지도상 남서쪽에서도 Q4에 해당하는 지역이 다수 있는 것으로 확인하였다. 초미세먼지 Q4에 해당 되는 지역은 부산광역시, 경기(고양시, 구리시, 김포시, 동두천시, 양주시, 양평군, 여주시, 의정부시, 이천시, 파주시, 포천시, 하남시, 광명시, 광주시, 성남시, 수원시, 시흥시, 안산시, 안성시, 안양시, 오산시, 용인시, 평택시), 강원(영월군, 원주시, 평창군, 횡성군), 충북(괴산군, 보은군, 영동군, 음성군, 제천시, 증평군, 진천군, 충주시, 청주시), 충남(금산군, 서천군, 아산시, 천안시, 청양군), 전북(고창군, 군산시, 김제시, 남원시, 무주군, 부안군, 익산시, 임실군, 장수군, 정읍시), 전남(곡성군, 영광군, 장성군), 경북(영주시, 예천군), 경남(거창군, 함양군)이 있다(Figure 3).

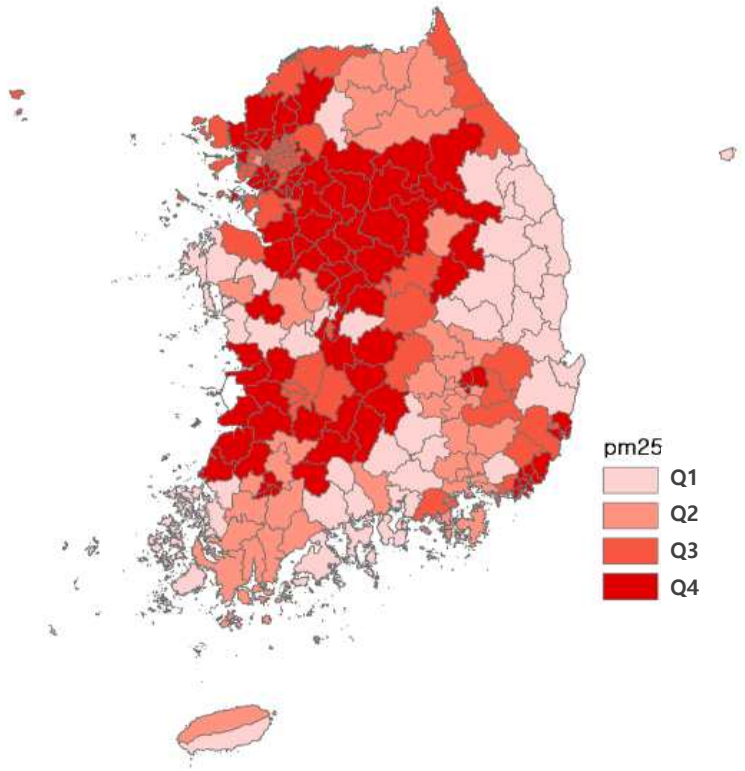

Figure 3. 초미세먼지 연평균 농도별 지역 구분

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 지역 수준 요인의 특성

지역박탈지수는 우울증이 있는 군이 -0.86, 우울증이 없는 군이 -0.63 이며, 두 군의 차이가 통계적으로 유의하진 않았다.

초미세먼지 연평균농도는 우울증이 있는 군에서 Q4지역에 거주하는 비율이 높았다. 녹지면적비율, 도시면적, 복지예산 비중은 우울증이 있는 군에서 Q2지역에 거주하는 비율이 높았고, 보건복지 사업체 비율은 Q3지역에 거주하는 비율이 높았다. 지역수준 요인에서 복지예산 비중을 제외한 모든 변수는 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 4).

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 4. 지역 수준 요인의 일반적인 특성

Variable		Total	Depression				X^2	P-Value
			Yes		No			
			%	SE	%	SE		
지역박탈지수								
Mean ± SE		-0.86 ± 10.93	-0.86± 0.02		-0.63 ± 0.12		-1.9	0.061[1)]
초미세먼지	Q1	12.2	4.8	0.3	95.2	0.3	15.1	0.002[2)]
	Q2	17.6	6.0	0.3	94.0	0.3		
	Q3	35.1	5.3	0.3	94.7	0.3		
	Q4	35.1	6.1	0.2	93.9	0.2		
녹지면적	Q1	39.3	5.3	0.2	94.7	0.2	31.6	<.0001[2)]
	Q2	33.5	6.6	0.3	93.4	0.3		
	Q3	16.0	5.3	0.2	94.7	0.2		
	Q4	11.3	4.8	0.2	95.2	0.2		
도시면적	Q1	15.2	4.4	0.2	95.6	0.2	23.8	<.0001[2)]
	Q2	23.7	6.1	0.3	93.9	0.3		
	Q3	27.0	5.7	0.2	94.3	0.2		
	Q4	34.2	5.9	0.3	94.1	0.3		
보건복지 사업체 비율	Q1	17.0	4.6	0.2	95.4	0.2	18.0	<.0001[2)]
	Q2	22.4	5.7	0.3	94.3	0.3		
	Q3	25.4	6.2	0.2	93.8	0.2		
	Q4	35.1	5.7	0.3	94.3	0.3		
복지예산 비중	Q1	5.5	5.2	0.2	94.8	0.2	4.5	0.216[2)]
	Q2	17.0	6.0	0.2	94.0	0.2		
	Q3	35.1	5.6	0.3	94.4	0.3		
	Q4	42.4	5.5	0.2	94.5	0.2		

1) t-test

2) Rao-Scott Chi-Square test

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

C. 초미세먼지가 노인 우울증에 미치는 영향

1. 다수준 모델 적합도 분석결과

초미세먼지가 노인의 우울증에 미치는 영향을 확인하기 위해 다수준 모형을 사용해 4개의 모델을 구축하였다. 먼저 기초모델(Null model)에서 개인 수준과 지역 수준의 변수를 제외한 상태에서 우울증이 미치는 지역 간의 차이를 확인하였다. 기초모델의 ICC는 종속변수인 노인의 우울증 변수가 차지하는 변이 중 지역 수준의 변이가 차지하는 분율이 17%를 차지했다. 모델1에서는 개인 수준의 요인을 포함하여 지역 간의 차이를 확인하였고, 모델1의 ICC는 24%를 차지하였다. 모델2에서는 지역 수준의 요인을 포함하여 지역 간의 차이를 확인하였고, 모델2의 ICC는 15%를 차지하였다. 모델3에서는 개인 수준과 지역 수준의 요인을 포함하여 지역 간의 차이를 확인하였고, ICC가 22%를 차지하였다. 모든 모델에서 ICC가 10% 이상으로 지역 간의 차이가 크게 나타나 다수준 모형이 적합한 것으로 확인하였다. 또한, 3개의 모델 중 최종 모형을 선정하기 위해 -2Res Log Pseudo-likelihood와 AIC 수치를 고려하였고, 모델3을 최종 선정하였다(Table 5).

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 5. 모델별 적합도 평가

Variable	Null model	Model 1	Model 2	Model 3
ICC	17%	24%	15%	22%
-2Res Log Pseudo-likelihood	3,062,589	2,129,788	3,062,559	2,129,758
AIC	3,062,593	2,129,848	3,062,595	2,129,850

모델1: 개인 수준 변수(성별, 연령, 학력, 결혼상태, 가구 월 소득, 지역 구분, 기초생활수급, 흡연, 음주, 걷기실천, 비만, 주관적 건강 수준, 수면시간, 고혈압, 당뇨병, 이상지질혈증, 관절염, 이웃 간의 신뢰); 모델2: 지역 수준 변수(지역박탈지수, 녹지면적, 도시면적, 복지예산 비중, 보건복지 사업체 비율); 모델3: 개인 수준 변수+지역 수준 변수

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 다수준 로지스틱 회귀분석 결과(모델3)

최종 결과 초미세먼지에서 Q3지역이 1.66(95%CI 1.09-2.52), Q4지역이 1.50(95%CI 1.04-2.18)으로 통계적으로 유의하게 증가하는 결과를 확인하였다. 또한, 신체활동 요인을 고려하기 위한 걷기실천에서는 교차비가 0.66(95%CI 0.59-0.60)으로 유의하게 낮았고, 사회적 관계요인을 고려하기 위한 이웃 간의 신뢰에서는 교차비가 1.76(95%CI 1.75-1.78)로 유의하게 높았다.

지역 수준의 변수인 지역 박탈지수는 교차비가 1.01(95%CI 1.00-1.03)로 유의하게 증가하였다. 녹지면적은 Q3이 교차비가 0.64(95%CI 0.37-1.09)로 가장 낮았으나 유의하지 않았고, 도시면적에서도 Q4로 갈수록 교차비가 증가하는 추세를 보였지만 통계적으로 유의하지는 않았다. 복지예산 비중은 유의한 경향성을 보이지 않았으나, 보건복지사업체비율은 Q4로 갈수록 교차비가 유의하게 증가하는 추세를 보였다.

보정변수에서 성별은 여자가 남자에 비해 교차비가 0.98(95%CI 0.97-0.99)로 유의하게 낮았고, 연령은 80-84세에서 교차비가 1.26(95%CI 1.25-1.28)로 가장 높았다. 학력은 높을수록 교차비가 유의하게 감소하였고, 대졸이상일 때 교차비가 0.48(95%CI 0.47-0.49)로 가장 낮았다. 결혼상태는 미혼에서 1.06(95%CI 1.05-1.07)로 교차비가 유의하게 높았다. 가구 월 소득은 301만원 이상일때 교차비가 0.66(95%CI 1.28-1.40)로 가장 낮았다. 지역 구분은 도시에서 교차비가 1.18(95%CI 1.16-1.19)로 높았고, 기초생활수급자의 경우 교차비가 1.77(95%CI 1.75-1.79)로 유의하게 높았다. 흡연은 흡연자일때 교차비가 1.41(95%CI 1.39-1.43)로 높았고, 음주는 음주자일때 1.06(95%CI 1.04-1.09)으로 유의하게 높게 나타났다. 비만은 비만 상태일 때 0.79(95%CI 0.78-0.80)로 낮았으며, 주관적 건강 수준은 나쁨일 때 교차비가 11.71(95%CI 11.47-11.97)로 유의하게 높았다. 수면시간은 6시간 미만일 때 교차비가 2.62(95%CI 2.70-2.88)로 유의하게 더 높았다. 고혈압은 진단자에서 교차비가 0.92(95%CI 0.92-0.93), 당뇨병은 0.95(95%CI 0.94-0.95)로 유의하게 낮았고, 이상지질혈증은 진단자에서 1.17(95%CI 1.17-1.18), 관절염은 1.31(95%CI 1.29-1.32)로 유의하게 높게 나타났다(Table 6).

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 6. 초미세먼지가 노인 우울증에 미치는 영향; 다수준 로지스틱 회귀분석 결과

Variable		Model 3	
		OR	95% CI
초미세먼지	Q1	1.00	
	Q2	1.28	0.87-1.88
	Q3	1.66	1.09-2.52
	Q4	1.50	1.04-2.18
걷기실천	아니오	1.00	
	예	0.60	0.59-0.60
이웃 간의 신뢰	예	1.00	
	아니오	1.76	1.75-1.78
성별	남자	1.00	
	여자	0.98	0.97-0.99
연령(세)	65-69	1.00	
	70-74	0.93	0.92-0.94
	75-79	1.01	1.00-1.02
	80-84	1.26	1.25-1.28
	>85	1.22	1.21-1.24
학력	무학		
	초졸	0.74	0.73-0.75
	중졸	0.69	0.69-0.70
	고졸	0.50	0.50-0.51
	대졸이상	0.48	0.47-0.49
결혼상태	기혼	1.00	
	미혼	1.06	1.05-1.07
가구 월 소득(만원)	<100	1.00	
	100-200	0.73	0.72-0.74
	200-300	0.76	0.75-0.77
	>300	0.66	0.65-0.66
지역 구분	농촌	1.00	
	도시	1.18	1.16-1.19
기초생활수급	아니오	1.00	
	예	1.77	1.75-1.79
흡연	아니오	1.00	
	예	1.41	1.39-1.43
음주	아니오	1.00	
	예	1.06	1.04-1.09
비만	아니오	1.00	
	예	0.79	0.78-0.80

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

주관적 건강 수준	좋음	1.00	
	보통	2.73	2.67-2.79
	나쁨	11.71	11.47-11.97
수면시간	6-8시간	1.00	
	≤5	2.62	2.60-2.65
	≥9	1.73	1.71-1.76
고혈압	아니오	1.00	
	예	0.92	0.92-0.93
당뇨병	아니오	1.00	
	예	0.95	0.94-0.95
이상지질혈증	아니오	1.00	
	예	1.17	1.16-1.18
관절염	아니오	1.00	
	예	1.31	1.29-1.32
지역박탈지수		1.01	1.00-1.03
녹지면적	Q1	1.00	
	Q2	1.07	0.69-1.65
	Q3	0.64	0.37-1.09
	Q4	0.70	0.40-1.24
도시면적	Q1	1.00	
	Q2	1.35	0.94-1.92
	Q3	1.25	0.83-1.89
	Q4	1.22	0.76-1.94
복지예산 비중	Q1	1.00	
	Q2	1.14	0.75-1.72
	Q3	0.84	0.50-1.42
	Q4	1.08	0.62-1.89
보건복지사업체비율	Q1	1.00	
	Q2	1.29	0.90-1.85
	Q3	1.46	1.02-2.08
	Q4	1.49	1.06-2.11

OR: Odds ratio; CI: Confidence interval

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅳ. 고 찰

본 연구는 초미세먼지가 노인 우울증에 미치는 영향을 파악하기 위해 다수준 로지스틱 회귀분석을 시행하였고, 초미세먼지가 우울증에 영향을 미치는 과정에서 신체활동이나 사회적 관계요인의 영향을 함께 고려하여 분석하였다.

다수준 분석을 활용하여 모형의 적합 여부를 판단하기 위해 4개의 모델을 비교한 결과 모든 모델에서 ICC가 10%이상을 차지하여 우울증 여부에 따라 지역 간의 변이가 있음을 확인하였다. 이와 같은 결과는 종속변수 내의 총 분산 가운데 집단 간 차이에 의해 설명되는 분산량이 큰 것으로 볼 수 있으므로 본 연구에서 다수준 분석을 사용하는 것이 적절한 것으로 판단된다. 또한, -2Res Log Pseudo-likelihood가 모델 3에서 값이 가장 작게 나타나 가장 적합한 모델로 판단하여 최종 모델로 선정하였다.

본 연구의 주요한 결과로 초미세먼지와 노인 우울증과의 관련성을 확인하였다. 초미세먼지가 높은 Q3, Q4지역에서 우울증 위험이 유의하게 증가하였다. 다수의 연구에서도 초미세먼지가 증가할수록 우울증의 위험이 증가한다고 보고된다(Yin et al, 2018; Zhang et al, 2018). 미세먼지는 입자의 크기가 작을수록 인체 기관으로 이동이 수월하여 PM_{10}에 비해 $PM_{2.5}$의 위해성이 크게 작용할 수 있다(Schraufnagel et al, 2019). 또한, 노인의 경우 신체의 생리적인 기능이 감퇴한 상태로 미세먼지가 체내에 흡입되었을 때 몸 밖으로 배출시키고 독성을 제거하는 기능이 떨어지며(Sacks et al, 2011), 이미 기저질환을 가지고 있는 경우가 많아 미세먼지의 독성에 대한 저항력이 약하므로 더욱 취약할 수 있다(Bell et al, 2013). 임상학적으로 미세먼지가 인체에 흡인되어 뇌로 전달되는 경로는 크게 세 가지가 있다. 첫째, 미세먼지가 후각망울을 통해 뇌 조직으로 이동하여 염증반응을 일으킨다(Ajmani et al, 2016). 둘째, 비강에서 비강상피세포로 침범하여 염증을 일으키고 뇌 조직을 손상시킨다. 셋째, 점액세포청소에 의해 제거되지 않은 미세먼지가 폐포까지 도달하여 염증을 일으키고 사이토카인을 분비하여 염증을 촉진 시켜 노인의 신경계에

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

영향을 미칠 수 있다(Underwood, 2017). 다수의 연구에서 초미세먼지와 우울증의 관련성에 대해 보고하고 있으나(Yin et al, 2018; Zhang et al, 2018), 본 연구는 2017년 지역사회건강조사를 이용하여 2017년 초미세먼지 연평균 농도의 수준에 따라 지역을 구분하여 우울증과의 관련성을 확인한 연구로 임상적인 발생 기전에 대해 설명하기에는 어려움이 있다. 따라서 추후 임상적 부분을 밝힐 수 있는 관련 자료를 추가 확보하여 연구가 필요할 것으로 사료된다.

신체활동과 사회적 관계요인에서도 노인 우울증과 유의한 결과를 확인하였다. 먼저 신체활동인 걷기실천에서 노인 우울증과 유의한 관련성을 확인하였고, 걷기실천을 하는 경우 우울증이 감소하였다. 걷기 활동은 세로토닌 분비에 영향을 주고, 엔돌핀과 같은 두뇌 물질이 분비되어 부정적인 생각을 줄어들게 하며 개인의 정신건강을 향상시키고 우울 증상을 완화시키는데 도움이 될 수 있다(Teychenne et al, 2008). 본 연구에서 확인하고자 했던 미세먼지로 인한 신체활동이 우울증에 미치는 영향은 확인할 수 없었고, 걷기실천이 우울증에 미치는 긍정적인 영향이 더 큰 것을 확인할 수 있었다.

다음으로 사회적 관계요인에서는 이웃 간의 신뢰가 없는 노인에서 우울증 위험이 증가하였다. 개인에서 이웃과의 관계는 직접적으로 우울증에 대한 보호 효과를 가지고 있으며, 스트레스와 관련된 것들을 완충시켜주는 역할을 한다(Liu et al, 2017). 사회적인 커뮤니티를 가지는 개인의 경우 주변인으로부터 정서적, 사회적 도움을 받을 수 있는 가능성이 높아 우울증 위험이 감소할 수 있을 것으로 생각된다. 사회적으로 지속해서 상호작용하는 관계(가족, 친구, 이웃 등)를 사회적 연결망이라고 하며(Lin et al, 2015), 특히 노인의 경우 나이가 들수록 사회적 연결망의 크기가 줄어들며, 사회적 고립과 외로움이 커지게 되어 우울증 수준이 높아지는 것으로 나타난다(Wrzus et al, 2013). 이와 같은 결과는 본 연구에서 확인하고자 했던 미세먼지로 인해 이웃과의 교류가 줄어들고 신뢰가 낮아지게 되어 우울증 위험이 증가했다고 말하기에는 어려움이 있을 것으로 생각된다. 따라서 사회적인 관계를 더 명확하게 설명할 수 있는 변수를 추가하고 미세먼지 노출로 인한 우울증 위험에 사회적 관계 요인의 매개효과를 밝히는 것에 중점을 둔 추가 분석이 필요할 것

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

으로 생각된다.

반면 지역 요인은 지역박탈지수와 보건·복지 사업체비율 변수를 제외한 나머지 변수에서 유의한 경향성을 나타내지 않았다. 지역박탈지수는 지수가 증가할수록 교차비가 유의하게 증가하는 결과를 확인하였다. 지역박탈지수는 지역의 경제·소득·소비 영역, 고용 영역, 교육·기술·직업훈련 영역, 건강 및 장애 영역, 범죄 영역, 주택 및 서비스 영역, 기타 영역을 모두 반영한 지표로 다수준 모형을 사용한 여러 연구에서 지역박탈지수를 추가하여 지역적인 수준을 고려하였고, 종속변수와의 유의한 결과를 확인하였다(Kim, 2015; Bae, 2014;). 또한, 보건복지사업체비율 변수는 전체 사업체 중 보건업 및 사회복지서비스업 사업체가 차지하는 비율을 말하며, 보건복지사업체 비율이 높은 지역의 경우 병·의원이나 복지시설들이 밀집된 지역으로 관련 질환자나 환자들이 다수 거주할 가능성이 있으며 이외에도 복합적인 지역적 특성이 우울증에 영향을 주었을 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점으로 첫째, 2017년 자료만을 사용한 단면연구로 변수 간의 인과관계를 밝히기엔 어려움이 있었다. 둘째, 2017년 초미세먼지 자료의 경우 측정소가 수도권과 일부 대도시 지역에 집중되어 있어 측정망이 존재하지 않는 지역은 해당 지역을 기준으로 지도상 가장 가까운 직선 거리에 위치한 측정망의 값으로 대체하여 사용하였다. 셋째, 초미세먼지의 연평균 농도에 따라 사분위수를 기준으로 4개의 지역으로 구분하였고, 그 결과 초미세먼지가 Q3, Q4지역에서 우울증 위험이 증가하였다. 이와 같은 결과는 초미세먼지의 특정 임계치 이상에서 우울증 위험이 증가하였음을 보여주는 결과이긴 하나, Q3지역에서 우울증 위험이 가장 높게 나타나 미세먼지 농도가 높아짐에 따른 경향성을 확인할 수는 없었다. 따라서 추후 다양한 지역적인 특성을 반영한 지역 구분을 통한 후속 연구가 필요할 것으로 보인다. 그럼에도 불구하고, 초미세먼지와 우울증에 미치는 영향을 다수준 측면에서 분석하였으며, 우울증과 미세먼지의 관련성의 설명력을 높이기 위해 신체활동과 사회적인 관계요인을 함께 고려하여 평가한 것에 본 연구의 큰 의의가 있었다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

V. 요약 및 결론

본 연구는 지역사회기반 자료를 사용하여 초미세먼지가 65세 이상 노인에서 우울감 경험에 미치는 영향을 확인하였다. 2017년 지역사회건강조사 자료의 표본 67,417명에서 우울 선별 문항(PHQ-9)에 응답한 대상자를 기준으로 초미세먼지와 노인 우울증의 관련성을 평가하였다. 지역사회기반자료에서 개인과 지역 수준의 영향을 함께 고려하기 위해 다수준 로지스틱 회귀분석을 사용하였다. 또한, 초미세먼지와 우울증의 관련성에서 개인의 신체활동과 사회적 관계요인을 함께 고려하여 평가하였다.

먼저, 연구에 적합한 모델을 선정하기 위해 다수준 모형을 사용한 4개의 모델을 구축하였고, 개인 수준과 지역 수준을 함께 고려한 모델을 최종적으로 선정하였다. 그 결과 초미세먼지 변수에서 Q3지역이 Q1지역에 비해 1.66(95%CI 1.09-2.52), Q4지역은 1.50(95%CI 1.04-2.18)로 우울증으로 인한 위험이 증가하였다. 신체활동 요인인 걷기실천에서는 걷기실천을 하는 경우 0.66(95%CI 0.59-0.60)으로 우울증 위험이 감소하였고, 사회적 관계요인인 이웃 간의 신뢰에서는 이웃간의 신뢰가 없는 경우 1.76(95%CI 1.75-1.78)으로 우울증 위험이 유의하게 증가하였다.

본 연구는 초미세먼지가 높은 지역에 거주하는 노인에서 우울증 위험이 증가할 수 있음을 시사한다. 또한, 초미세먼지와 우울증 사이의 연관성에 사회적인 네트워크가 함께 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 미세먼지가 노인 우울증에 미치는 영향을 평가하기 위해 다양한 요인들을 고려한 종합적인 이해가 필요하며, 그 결과를 토대로 미세먼지 노출 위험이 높은 지역에 거주하는 노인을 대상으로 정신건강 관리를 위한 사회적 유대관계 증진을 위한 보건사업이 필요할 것으로 생각된다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

참고문헌

Ajmani GS, Suh HH, Pinto JM. Effects of ambient air pollution exposure on olfaction: a review. Environ Health Perspect 2016;124:1683-1693.

An R, Xiang X. Ambient fine particulate matter air pollution and leisure-time physical inactivity among US adults. Public Health 2015; 129:1637-1644.

Andersen ZJ, de Nazelle A, Mendez MA, Garcia-Aymerich J, Hertel O, Tjønneland A, Overvad K, Raaschounielsen O, Nieuwenhuijsen MJ. A study of the combined effects of physical activity and air pollution on mortality in elderly urban residents: the Danish Diet, Cancer, and Health Cohort. Environ. Health. Persp 2015; 123:557-563.

Bae EK. Effect of Particulate Matter (PM10) on cardiovascular disease in Korea using a multi-level model: results from 2012 Community Health Survey. PhD Thesis. Graduate School of Public Health Yonsei University. 2014.

Bell ML, Zanobetti A, Dominici F. Evidence on vulnerability and susceptibility to health risks associated with short-term exposure to particulate matter: a systematic review and meta-analysis. Am J Epidemiol 2013;178:865-876.

Cavanagh JTO, Carson AJ, Sharpe M, and Lawrie SM. Psychological autopsy studies of suicide: a systematic review. Psychol Med 2003;33: 395-405.

Chae CH, Park C, Son JS. Association between physical activity and depressive symptoms among Korean male workers. Journal of Korean Society of Occupational and Environmental Hygiene 2017;27(3):201-209.

Chang MS. An empirical study on factors associated with mental health in

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

the elderly: focusing on the influence of the characteristics at individual and community level. Doctoral dissertation, Graduate School of Dongguk University. 2017.

Cruwys T, Dingle GA, Haslam C, Haslam SA. Jetten J, Morton TA. Social group memberships protect against future depression, alleviate depression symptoms and prevent depression relapse. Social Science & Medicine 2013; 98:179-186.

Fan Y, Das KV, Chen Q. Neighborhood green, social support, physical activity, and stress: assessing the cumulative impact. Health. Place 2011; 17:1202-1211.

Giles LV, Koehle MS. The health effects of exercising in air pollution. Sport Med 2014; 44:223-249.

Hwang MJ, Cheong HK, Kim JH, Koo YS, Yun HY. Ambient air quality and subjective stress level using Community Health Survey data in Korea. Epidemiology and health 2018, 40.

Han SH. Fine Dust and Dementia: Is Ambient Air pollution associated with cognitive health?. J Korean Neurol Assoc 2019;37(2)135-143.

Hare DL, Toukhsati SR, Johansson P, Jaarsma T. Depression and cardiovascular disease: a clinical review. Eur Heart J 2014;35:1365-1372.

Shin JY, Park JY, Choi JK. Long-term exposure to ambient air pollutants and mental health status: A nationwide population-based cross-sectional study. Plos one 2018;April 9.

Kim YJ. Factors associated with thyroid cancer screening of Korea using a multi-level analysis : Results from Community Health Survey 2012. PhD Thesis. Graduate School of Public Health Yonsei University.2015.

Kim JA, Lee SW, Lee HS, Shim KW, Choi SE. Association between weight control methods and depressive symptoms among Korean

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

adults according to age and sex. 2019;9(5):460-466.

Kim CG. The relationship of family support, health perception, nutritional status and depression in elders. Korean Gerontological Nursing 2007;9(1):14-21.

Kim J & Kim H. Demographic and Environmental Factors Associated with Mental Health: A Cross-Sectional Study. Int J Environ Res Public Health 2017;14:431.

Korea Institute for Health and Social Affairs(KIHASA), Developing health inequalities report and monitoring the status of health inequalities in Korea. 2018.

Korea Centers for Disease Control and Prevention(KCDC). Community health survey 2017. 2017, p4-7.

Kyu HH, Abate D, Abate KH, Abay SM, Abbafati C, Abbasi N, Abbastabar H, Abd-Allah F, Abdela J. Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 359 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. Lancet 2018;392:1859-1922.

Kim MS, Kim JI. Relationship among the health state, daily living activeties(ADL, IADL), sleep state, and depression among old people at elderly care facilities. Academia-industrial 2015;16:2609-2619.

Lee HK, Sohn MS, Choi MK. Factors Affecting the mental health of the aged in Korea.JKCA.2012;12:12.

Lin J, Pan D, Davis SJ, Zhang Q, He K, Wang C, et al. China's international trade and air pollution in the United States. Proc Natl Acad Sci USA 2014;111:1736-1741.

Lin JW, Huang HH, Chuang YS. The impacts of network centrality and self regulationon an e learning environment with the support

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

ofsocial network awareness. British Journal of Educational Technology 2015;46(1);32-44.

Liu Y, Zhang F, Liu Y, Li Z, Wu F. The effect of neighbourhood social ties on migrants' subjective wellbeing in Chinese cities. Habitat Int 2017;66:86 - 94.

Ministry of Health and Welfare(MOHW), Seniors survey 2017. 2017; p8-9.

Ministry of Environment. What is the particulate matter? [Internet]. Sejong: Ministry of Environment; 2016.

Mittleman MA, Milberg WP, Lipsitz LA, Wellenius GA. Ambient air pollution and depressive symptoms in older adults: results from the MOBILIZE Boston study. Environ Health Perspect 2014;122:553-558.

National Institute of Environmental Research. Annual report of air quality in Korea 2017. 2017.

Power MC, Kioumourtzoglou MA, Hart JE, Okereke OI, Laden F, Weisskopf MG. The relation between past exposure to fine particulate air pollution and prevalent anxiety: observational cohort study. BMJ 2015;350:h1111.

Raudenbush SW, Johnson C, Sampson RJ. A Multivariate, multilevel rasch model with application to self-reported criminal behavior. Sociological Methodology 2003;33(1):169-211.

Roh JH, Jung HY, Lee KJ. Particulate matter and cognitive function. J Korean Neuropsychiatr Assoc 2018;57(1):81-85.

Ruo B, Rumsfeld JS, Hlatky MA, Liu H, Browner WS, Whooley MA. Depressive symptoms and health-related quality of life: the heart and soul study. Jama 2003; 290:215-221.

Sacks JD, Stanek LW, Luben TJ, Johns DO, Buckley BJ, Brown JS, et al. Particulate matter-induced health effects: who is susceptible? Environ Health Perspect 2011;119:446-454.

Schraufnagel DE, Balmes JR, Cowl CT, De Matteis S, Jung SH, Mortime

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

K, et al. Air pollution and noncommunicable diseases: a review by the forum of international respiratory societies' environmental committee, part 2: air pollution and organ systems. Chest. 2019;155:417-426.

Kyung SY, Jeong SH. Adverse health effects of particulate matter. J Korean Med Assoc 2017;60(5):391-398.

Sinharay R, Gong J, Barratt B, Ohman-Strickland P, Ernst S, Kelly FJ, Zhang J, Collins PL, Cullinan P, Chung KF. Respiratory and cardiovascular responses to walking down a traffic-polluted road compared with walking in a traffic-free area in participants aged 60 years and older with chronic lung or heart disease and age-matched healthy controls: a randomised, crossover study. Lancet 2018;391:pp. 339-349.

Shin J, Park JY, Choi J. Long-term exposure to ambient air pollutants and mental health status: A nationwide population-based cross-sectional study. PloS one 2018;13(4):e0195607.

Sohn DW. Gender-dependent Association Between the risk of diabetes and the concentration of ambient particulate matter. Journal of Korea Planning Association 2016;51(4)211-223.

Teychenne M, Ball K, Salmon J. Physical activity and likelihood of depression in adults: a review. Prev. Med 2018;46(5)pp.397 - 411.

Underwood E. The polluted brain. Science 2017;355:342-345.

Vigo D, Thornicroft G, Atun R. Estimating the true global burden of mental illness. Lancet Psychiatry. 2016;3:171 - 178.

World Health Organization. Depression: Let's talk. 2017.

World Health Organization(WHO). Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease. Geneva, Switzerland: WHO. 2017.

World Health Organization.(WHO). Air quality guidelines for particulate

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2005.

Whitney S, Elizabeth L, Zhaoxia G, Mihaela E, Bethany A. An intermediate guide to estimating multilevel models for categorical data using SAS® PROC GLIMMIX. SESUG 2015.

Wang J, Haiyi Xie, James HF. Multilevel models. Applications using SAS. 2012.

Wang R, Liu Y, Xue D, Yao Y, Liu P, Marco H. Cross-sectional associations between long-term exposure to particulate matter and depression in China: The mediating effects of sunlight, physical activity, and neighborly reciprocity. Jounal of Affective Disorders 2019;249:8-14.

Wang Y, Eliot MN, Koutrakis P, Gryparis A, Schwartz JD, Coull BA, Kang SJ, Jeon MJ, Chang JH. A comparative analysis on the problem behaviors of academic high school students and vocational high school students-3-level hierachical linear models. Korean Education and Employment Panel 2005;7:145-73.

Wrzus C, Hänel M, Wagner J, Neyer FJ. Social network changes and life events across the lifespan: A meta-analysis. Psychologicalbulletin 2013;139(1): 53.

Yin H, Pizzol M, Jacobsen JB, Xu L. Contingent valuation of health and mood impacts of PM2.5 in Beijing, China. Sci. Total. Environ 2018;630:1269-1282.

Zhang X, Chen X, Zhang X. The impact of exposure to air pollution on cognitive performance. Proc Natl Acad SciUSA 2018;115:9193-9197.

Zhang SS & Kwon O. A Comparative study on determinant factors of quality of life for elderly people in China and Korea. Korean Gavernance Rewiew 2020;27:149-173.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

부 록

부록 1. 우울증 선별 설문지(PHQ-9)

지난 2주 동안 아래 나열되는 증상들에 얼마나 자주 시달렸습니까?

문항	전혀 아니다	여러날 동안	일주일 이상	거의 매일
1. 일을 하는 것에 대한 흥미나 재미가 거의 없음				
2. 가라앉는 느낌, 우울감 혹은 절망감				
3. 잠들기 어렵거나 자꾸 깨어남, 혹은 너무 많이 잠				
4. 피곤함, 기력이 저하됨				
5. 식욕 저하 혹은 과식				
6. 내 자신이 나쁜 사람이라는 느낌 혹은 내 자신을 실패자라고 느끼거나, 나 때문에 나 자신이랑 내 가족이 불행하게 되었다는 느낌				
7. 신문을 읽거나 TV를 볼 때 집중하기 어려움				
8. 남들이 알아챌 정도로 거동이나 말이 느림 또는 반대로 너무 초조하고 안절부절하지 못해서 평소보다 많이 돌아다니고 서성거림				
9. 나는 차라리 죽는 것이 낫겠다는 등의 생각 혹은 어떤 면에서건 당신 스스로에게 상처를 주는 생각들				

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

부록 2. 모델별 다수준 로지스틱 회귀분석 결과

Variable		Null model	Model 1[1)]		Model 2[2)]		Model 3[3)]	
			OR	95% CI	OR	95% CI	OR	95% CI
초미세먼지	Q1				1.00		1.00	
	Q2				1.04	0.76-1.41	1.28	0.87-1.88
	Q3				1.16	0.83-1.63	1.66	1.09-2.52
	Q4				1.17	0.87-1.58	1.50	1.04-2.18
걷기실천	아니오		1.00				1.00	
	예		0.60	0.59-0.60			0.60	0.59-0.60
이웃 간의 신뢰	예		1.00				1.00	
	아니오		1.76	1.75-1.78			1.76	1.75-1.78
성별	남자		1.00				1.00	
	여자		0.98	0.97-0.99			0.98	0.97-0.99
연령(세)	65-69		1.00				1.00	
	70-74		0.93	0.92-0.94			0.93	0.92-0.94
	75-79		1.01	1.00-1.02			1.01	1.00-1.02
	80-84		1.26	1.25-1.28			1.26	1.25-1.28
	>85		1.22	1.21-1.24			1.22	1.21-1.24
학력	무학							
	초졸		0.74	0.73-0.75			0.74	0.73-0.75
	중졸		0.69	0.69-0.70			0.69	0.69-0.70
	고졸		0.50	0.50-0.51			0.50	0.50-0.51
	대졸이상		0.48	0.47-0.49			0.48	0.47-0.49
결혼상태	기혼		1.00				1.00	
	미혼		1.06	1.05-1.07			1.06	1.05-1.07
가구 월 소득 (만원)	<100		1.00				1.00	
	100-200		0.73	0.72-0.74			0.73	0.72-0.74
	200-300		0.76	0.75-0.77			0.76	0.75-0.77
	>300		0.66	0.65-0.66			0.66	0.65-0.66
지역 구분	농촌		1.00				1.00	
	도시		1.18	1.16-1.19			1.18	1.16-1.19
기초생활수급	아니오		1.00				1.00	
	예		1.77	1.75-1.79			1.77	1.75-1.79
흡연	아니오		1.00				1.00	
	예		1.41	1.39-1.43			1.41	1.39-1.43
음주	아니오		1.00				1.00	
	예		1.06	1.04-1.09			1.06	1.04-1.09
비만	아니오		1.00				1.00	
	예		0.79	0.78-0.80			0.79	0.78-0.80
주관적 건강 수준	좋음		1.00				1.00	
	보통		2.73	2.67-2.79			2.73	2.67-2.79
	나쁨		11.71	11.47-11.97			11.71	11.47-11.97
수면시간	6-8시간		1.00				1.00	
	≤5		2.62	2.60-2.65			2.62	2.60-2.65
	≥9		1.73	1.71-1.76			1.73	1.71-1.76

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

고혈압	아니오	1.00				1.00	
	예	0.92	0.92-0.93			0.92	0.92-0.93
당뇨병	아니오	1.00				1.00	
	예	0.95	0.94-0.95			0.95	0.94-0.95
이상지질혈증	아니오	1.00				1.00	
	예	1.17	1.16-1.18			1.17	1.16-1.18
관절염	아니오	1.00				1.00	
	예			1.31	1.29-1.32	1.31	1.29-1.32
지역박탈지수				1.01	1.00-1.02	1.01	1.00-1.03
녹지면적	Q1			1.00		1.00	
	Q2			1.00	0.71-1.43	1.07	0.69-1.65
	Q3			0.67	0.44-1.02	0.64	0.37-1.09
	Q4			0.67	0.43-1.06	0.70	0.40-1.24
도시면적	Q1			1.00		1.00	
	Q2			1.33	1.00-1.76	1.35	0.94-1.92
	Q3			1.29	0.93-1.79	1.25	0.83-1.89
	Q4			1.32	0.91-1.92	1.22	0.76-1.94
복지예산 비중	Q1			1.00		1.00	
	Q2			1.03	0.74-1.44	1.14	0.75-1.72
	Q3			0.75	0.49-1.14	0.84	0.50-1.42
	Q4			0.88	0.56-1.37	1.08	0.62-1.89
보건복지 사업체비율	Q1			1.00		1.00	
	Q2			1.22	0.92-1.63	1.29	0.90-1.85
	Q3			1.54	1.17-2.05	1.46	1.02-2.08
	Q4			1.37	1.04-1.81	1.49	1.06-2.11
ICC	17%		24%	15%		22%	
-2Res Log Pseudo-likelihood	3,062,589		2,129,788	3,062,559		2,129,758	
AIC	3,062,593		2,129,848	3,062,595		2,129,850	

모델1: 개인 수준 변수(성별, 연령, 학력, 결혼상태, 가구 월 소득, 지역 구분, 기초생활수급, 흡연, 음주, 걷기실천, 비만, 주관적 건강 수준, 수면시간, 고혈압, 당뇨병, 이상지질혈증, 관절염, 이웃 간의 신뢰); 모델2: 지역 수준 변수(지역박탈지수, 녹지면적, 도시면적, 복지예산 비중, 보건복지 사업체 비율); 모델3: 개인 수준 변수+지역 수준 변수

OR: Odds ratio; CI: Confidence interval