

코로나19 발생의 지역사회 위험요인 분석

심보람¹ · 박명배²

¹건강보험심사평가원 심사평가연구소, ²배재대학교 실버보건학과

Exploration of Community Risk Factors for COVID-19 Incidence in Korea

Boram Sim¹, Myung-Bae Park²

¹HIRA Research Institute, Health Insurance Review and Assessment Service, Wonju; ²Department of Gerontology Health and Welfare, Pai Chai University, Daejeon, Korea

Background: There are regional variations in the incidence of coronavirus disease 2019 (COVID-19), which means that some regions are more exposed to the risk of COVID-19 than others. Therefore, this study aims to investigate regional variations in the incidence of COVID-19 in Korea and identify risk factors associated with the incidence of COVID-19 using community-level data.

Methods: This study was conducted at the districts (si-gun-gu) level in Korea. Data of COVID-19 incidence by districts were collected from the official website of each province. Data was also obtained from the Korean Statistical Information Service and the Community Health Survey; socio-demographic factor, transmission pathway, healthcare resource, and factor in response to COVID-19. Community risk factors that drive the incidence of COVID-19 were selected using a least absolute shrinkage and selection operator regression.

Results: As of June 2021, the incidence of COVID-19 differed by more than 80 times between districts. Among the candidate factors, sex ratio, population aged 20-29, local financial independence, population density, diabetes prevalence, and failure to comply with the quarantine rules were significantly associated with COVID-19 incidence.

Conclusion: This study suggests setting COVID-19 quarantine policy and allocating resources, considering the community risk factors. Protecting vulnerable groups should be a high priority for these policies.

Keywords: SARS-CoV-2; COVID-19; Public health; Risk factors

서 론

2020년 3월, 세계보건기구가 코로나바이러스감염증-19(코로나19)의 유행을 팬데믹(pandemic)으로 선언한 지 2년이 지났으나 코로나19는 여전히 위협적이다. 2022년 3월 10일 기준, 전 세계 누적 확진자 수는 4억 5천 명을 넘어서고 있으며, 누적 사망자 수는 공식적으로 600만 명을 넘어섰다[1]. 그러나 모든 지역이 코로나19 유행의 영향을 동일하게 받은 것은 아니다. 코로나19의 유행수준은 국가 간 또는 국가 내에서도 상당히 다르게 나타난다[2,3]. 우리나라의 경우 2022년 3월 10일 기준, 인구 10만 명당 코로나19 누적 발생률은 1만 명을 넘

어섰으며, 발생률이 가장 높은 서울(13,404명)과 가장 낮은 전남 지역(6,544명) 간 차이는 2배 이상이다[4]. 이는 일부 지역이 다른 지역보다 코로나19 위험에 더 많이 노출되고 있음을 의미할 수 있다.

이에 따라 코로나19 발생, 입원, 사망 등에 대한 지역 간 차이를 설명하기 위한 연구가 역학, 사회생태학, 공간분석 등 여러 측면에서 수행되었다[5,6]. 예를 들어, 연령이나 기저질환 등 개인 수준에서의 위험요인은 인구집단 수준에서도 중요한 요인으로 간주되며[7,8], 사회경제적 수준이 낮은 지역은 코로나19 위험에 쉽게 노출되는 것으로 보고된다[9,10]. 특히 일부 연구에서는 사회경제적 취약성이 연령구조나 만성질환 이환율보다 코로나19 감염 및 사망에 더 큰 영향을 미치

Correspondence to: Myung-Bae Park
Department of Gerontology Health and Welfare, Pai Chai University, 155-40, Baejae-ro, Seo-gu, Daejeon 35345, Korea
Tel: +82-42-520-5037, Fax: +82-70-4362-6413, E-mail: parkmb@pcu.ac.kr
Received: December 16, 2021, Revised: March 13, 2022, Accepted after revision: March 14, 2022

© Korean Academy of Health Policy and Management
This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

는 것으로 나타났다[11]. 또한 주로 호흡기 비말로 전염되는 역학적 특성상 개인 간 접촉 가능성과 연관되는 인구밀도가 지역 내 코로나 19 확산의 주요 요인으로 고려되기도 한다[2]. 마찬가지로 평균적인 가구 규모가 큰 지역은 가정 내 접촉빈도가 높을 수 있으므로 코로나 19 감염에 더욱 취약할 수 있다[12]. 의료서비스 접근성의 경우에도 코로나19 발생과 유의한 관련이 있다[11,13]. 특히 지역 내 1차 의료 의사는 환자와 처음 마주하는 보건의료시스템의 접점으로, 코로나 19 환자의 조기 발견 및 치료를 제공하여 추가 확산을 방지하는 데 중요한 역할을 한다[12]. 이처럼 선행연구들은 취약 인구집단의 보호, 전염경로에 대한 개입, 보건의료자원의 제공이라는 세 가지 측면에서 정책적 개입의 필요성을 보여주고 있다[12].

이에 더하여, 역학적 관점에서는 병원체, 숙주, 환경의 세 요소 간 상호작용을 최소화함으로써 코로나19의 확산을 줄일 수 있다고 제시된다[14]. 즉 사회적 거리두기나 손 씻기 같은 행동수칙은 환경요소와 숙주 간의 질병확산 저감요인이 되며, 마스크 착용이나 자가격리의 준수는 병원체와 환경요소 간 질병확산 저감요인으로 작용할 수 있다. 또한 국가예방접종 등은 병원체로부터 인구집단이 면역력을 획득하게 하는 정책적 요인이 될 수 있다[15]. 이러한 측면에 대한 인구 집단 수준의 연구는 제한적이지만, 마스크 착용을 의무화하거나 폐쇄(lockdown) 기간이 긴 지역들에서 코로나19 발생률이 더 낮다는 연구결과[16]와 손 씻기에 대한 검색이 증가한 국가들에서 코로나19 확산 속도가 낮았다는 연구결과[17]가 보고되고 있다.

종합해보면, 이러한 결과는 지역사회가 단지 물리적으로 거주지가 동일한 집단일 뿐만 아니라 건강에 영향을 미치는 다양한 요인을 함께 공유하는 인구집단 단위라는 점을 시사한다[18]. 따라서 지역사회 수준의 위험요인을 밝히는 것은 코로나19의 지역 간 차이를 사회적 맥락(social context)에서 이해하는 기초가 된다. 또한 개인 단위의 연구결과를 지역사회 정책의 근거로 삼았을 때 발생할 수 있는 개인주의적 오류(individualistic fallacy)를 줄일 수 있는 이점도 있다. 그러나 국내에서 수행된 연구들은 연령, 기저질환, 사회경제적 요인과 같은 특성과 코로나19 결과와의 관련성을 개인 단위에서 확인한 연구가 주를 이룬다[19-21]. 또한 국외연구들에서도 코로나19 확산 방지를 위한 지역사회 수준의 연구는 여전히 부족하다. 이에 이 연구에서는 지역사회 코로나19 대응정책 수립의 근거자료 마련을 위해 코로나19 발생률과 연관성이 있는 지역사회 요인을 종합적으로 검토하고자 한다.

이를 위한 구체적인 목적은 다음과 같다. 첫째, 시·군·구 수준에서 지역 간 코로나19 발생수준의 편차가 있는지 확인한다. 둘째, 지역별 편차를 설명하는 요인을 밝히기 위해 인구집단의 인구사회학적 특성, 전염경로, 보건의료자원, 코로나19 확산의 저감요인의 네 가지 측면에서 코로나19 발생의 위험요인을 확인한다.

방 법

1. 연구대상 및 자료

이 연구는 전국의 228개 시군구를 분석단위로 수행되었다. 17개 광역자치체에서는 개별 홈페이지를 통해 광역자치체에 포함된 시군구별 코로나19 발생동향 자료를 제공한다[18]. 또한 지역사회 특성과 관련된 자료는 국가통계포털(Korean Statistical Information Service)을 통해 공개된 통계청, 행정안전부, 국토부 등의 국가 통계와 질병관리청의 지역사회건강통계 자료를 활용하였다. 이 연구는 2017년부터 ‘생명윤리 및 안전에 관한 법률 시행규칙’에 근거하여 인간대상 연구에 해당하지 않으므로 연구윤리 심의대상에서 제외되었다. 연구자료는 국가통계포털 등 공공자료만을 사용하였으며, 연구진은 국제윤리지침인 헬싱키 선언(Declaration of Helsinki)의 윤리기준을 준수하였다.

2. 연구 변수

1) 코로나19 발생률

연구의 주요 관심변수인 코로나19 발생률은 2021년 6월 기준, 인구 10만 명당 누적 발생률을 활용하였다.

2) 지역사회 특성

선행연구를 바탕으로 코로나19 발생률과 연관성이 있을 것으로 예상되는 변수이면서 지역 간 비교를 위해 국가통계포털에 공개되는 자료 중 시·군·구 단위의 자료가 이용 가능한 변수를 후보요인으로 선정하였다(Table 1). 인구사회학적 특성으로는 성비, 연령구조(20-29세 인구비율, 65세 이상 인구비율), 사회경제적 수준을 대표하는 재정자립도, 그리고 건강수준 변수(고혈압·당뇨병 진단 경험률)를 포함하였다. 감염경로와 관련된 환경요인으로는 인구밀도와 1인 가구비율을 포함하였다. 보건의료자원 요인은 인구 1천 명당 의사수와 의료자원에의 낮은 접근성을 의미하는 미충족 의료율을 포함하였다. 코로나19 확산 저감요인은 연간 인플루엔자 예방접종률과 외출 후 손 씻기 실천율 수, 그리고 코로나19 유증상자의 행동수칙 미준수율, 실내외 마스크 착용, 사회적 거리두기 등 코로나19 방역수칙 준수와 관련된 변수를 포함하였다.

3. 분석방법

먼저 코로나19 발생률에 대한 지역별 차이를 확인하고, 지역사회 후보요인에 대한 지역의 일반적 특성을 확인하였다. 그리고 코로나 19 발생률의 차이를 가장 잘 설명하는 요인을 선택하기 위하여 least absolute shrinkage and selection operator (LASSO) 회귀분석을 실시

Table 1. Definition of community characteristics

Characteristic	Definitions
Socio-demographic factors*	
Sex ratio	Ratio of males to females in a population (ratio)
Population aged 20-29 yr	Percentage of the population aged 20-29 yr
Population aged 65 yr and above	Percentage of the population aged 65 yr and above
Local financial independence	Rate of independent sources such as local taxes and non-tax revenues of total revenues (%)
Hypertension prevalence	Percentage of people aged 30 yr and above who answered “yes” to the question “Have you ever diagnosed with hypertension by a physician?”
Diabetes prevalence	Percentage of people aged 30 yr and above who answered “yes” to the question “Have you ever diagnosed with diabetes by a physician?”
Transmission pathways*	
Population density	No. of individuals per unit geographic area (persons/km ²)
One-person household	Percentage of one-person households of the total households
Healthcare resources†	
No. of doctors	No. of doctors per 1,000 population (persons)
Unmet healthcare needs	The percentage of people who have not been able to go to the hospital (excluding dentistry) over the past year
Factors in response to COVID-19‡	
Influenza vaccination	Percentage of people who have been vaccinated against influenza (flu) in the last year
Hand hygiene practice	Percentage of people who practiced hand washing when returning home after going out for the past week
Failure to comply with the quarantine rules	Percentage of people who are not able to stay at home when they have respiratory symptoms of COVID-19
Compliance of the quarantine rules (wearing mask indoor)	Percentage of people who answered “yes” to the question “Have you practiced personal quarantine rules to prevent COVID-19 in the last week?”
Compliance of the quarantine rules (wearing mask outdoor)	Percentage of people who answered “yes” to the question “Have you practiced personal quarantine rules to prevent COVID-19 in the last week?”
Social distancing	Percentage of people who answered “yes” to the question “Have you keep the social distancing rules (or maintain a healthy distance) in the last week?”

COVID-19, coronavirus disease 2019.

*Korean Statistical Information Service (<http://kosis.kr>). †2020 Community Health Survey of the Korea Disease Control and Prevention Agency.

하였다. 이는 머신러닝기법 중 하나로 변수의 개수가 많을 때 보다 객관적인 변수선택 절차를 진행하기 위하여 사용된다. 이 방법은 일반적인 회귀모형에서 발생할 수 있는 과적합(overfitting)을 해결하기 위해 회귀계수들에 제약조건을 주어 영향력이 적은 회귀계수 값을 0으로 축소시켜 모델 설명력을 높여 준다는 장점이 있다. 이 연구에서는 코로나19 발생률을 종속변수로 하고, 16개 후보요인을 독립변수로 하는 LASSO 회귀모형을 설정하였다. 이때 변수 선택과정에서 전체 데이터를 무작위로 훈련용 70% 하위집합과 테스트용 하위집합 30%로 구분하였다. 테스트용 데이터에서 10배 교차검증을 통해 테스트 하위집합에서 추정된 최소평균제곱오차(mean square error)가 있는 모형을 최종적으로 선택하였다. 통계분석은 SAS Enterprise Guide ver. 7.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하였다.

결 과

1. 지역 간 코로나19 발생률 차이

2021년 6월 기준, 시군구별 코로나19의 누적 발생률은 평균 인구 10만 명당 225명 수준이었다. 발생률이 가장 높았던 지역과 낮았던 지역은 약 80배 이상의 편차를 보였다(Table 2). 특별시·광역시 지역의 평균 발생률은 군 지역 발생률보다 2배 가깝게 높았으며, 시도 단위에서는 서울, 대구, 경기, 울산 순으로 높았다(Figure 1).

Table 2. COVID-19 incidence rate of community (per 100,000 population)

Community	COVID-19 incidence		
	No.	Mean±SD	Min-max
Total	228	225.7±155.8	14.6-1,130.2
District			
Metropolitan city	74	307.0±172.9	14.8-1,130.2
Si	77	217.0±120.7	37.7-531.3
Gun	77	156.3±133.7	14.6-596.4

COVID-19, coronavirus disease 2019; SD, standard deviation.

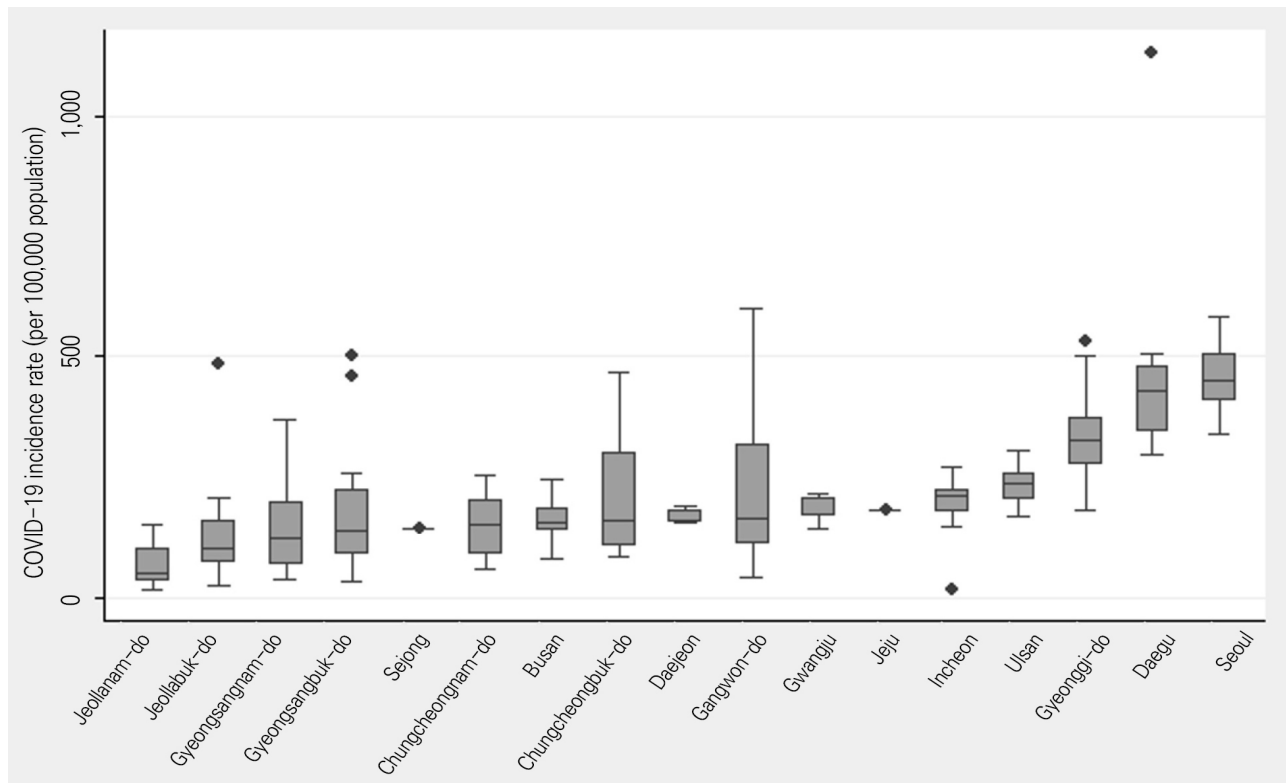


Figure 1. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) incidence rate by province (per 100,000 population).

Table 3. General characteristics of community

Variable	Mean±SD	Min-max
Socio-demographic factors		
Sex ratio (ratio)	100.6±5.8	88.9-131.6
Population aged 20-29 yr (%)	11.3±3.0	5.9-23.2
Population ages 65 yr and above (%)	22.6±8.6	8.6-42.5
Local financial independence (%)	20.2±11.9	6.1-66.3
Hypertension prevalence (%)	19.4±2.3	14.1-26.8
Diabetes prevalence (%)	8.4±1.4	4.3-13.3
Transmission pathways		
Population density (person/km ²)	3,902.4±6,142.9	19.8-27,067.2
One-person household (%)	32.1±4.9	18.4-49.5
Healthcare resources		
Unmet healthcare needs (%)	6.2±3.3	0.2-18.4
No. of doctors (persons)	2.8±2.3	1.0-19.6
Factors in response to COVID-19		
Influenza vaccination (%)	45.9±5.2	27.1-60.2
Hand hygiene practice (%)	96.6±3.4	65.8-99.7
Failure to comply with the quarantine rules (%)	6.8±3.3	0.0-20.2
Compliance of the quarantine rules (wearing mask indoor) (%)	99.5±0.5	97.0-100.0
Compliance of the quarantine rules (wearing mask outdoor) (%)	99.0±1.1	91.7-100.0
Social distancing (%)	95.3±4.6	67.2-99.9

SD, standard deviation; COVID-19, coronavirus disease 2019.

Table 4. Risk factors associated with the COVID-19 incidence in the community-level

Category	Variable	β	Exp(β)
Socio-demographic factors	Diabetes prevalence	0.5284	1.70
	Population aged 20-29 yr	0.5272	1.69
	Local financial independence	0.3037	1.35
Transmission pathways	Population density	0.0532	1.05
Factors in response to COVID-19	Failure to comply with the quarantine rules	-0.0374	0.96
Socio-demographic factors	Sex ratio	-1.0768	0.34

The risk factors were selected as a result of LASSO (least absolute shrinkage and selection operator) regression analysis using 16 candidate variables. All variables were natural log-transformed.

COVID-19, coronavirus disease 2019.

2. 지역사회의 일반적 특성

지역사회의 일반적인 특성은 Table 3과 같다. 이 중 인구밀도는 최소 19.8명/km²에서 최대 27,067명/km²으로 지역 간 편차가 가장 큰 요인이었다. 다음으로는 재정자립도에 대한 차이가 컸으며, 최소 6.1%에서 최대 66.3%로 약 10배 이상 차이가 있었다. 65세 이상 인구비율도 최소 8.6%에서 최대 42.5%로 8배 이상 차이가 있었다. 코로나19 확산 저감요인 중에서는 사회적 거리두기 실천율에 대한 차이가 가장 컸다. 반면, 실내외 마스크 착용에 대한 방역수칙 준수는 평균 99% 이상으로 편차가 매우 적었다.

2. 코로나19의 지역사회 위험요인

코로나19 발생률의 지역 간 차이를 가장 잘 설명하는 요인을 확인하기 위해 LASSO 회귀분석을 실시하였다. 분석결과, 16개 후보요인 중 총 6개 요인이 코로나19 발생률과 연관성이 있는 것으로 나타났다. 성비, 20-29세 인구비율, 재정자립도, 당뇨병 진단경험률, 인구밀도와 코로나19 발생률은 양의 관계를 보였다. 반면, 코로나19 유증상자의 행동수칙 미준수율은 코로나19 발생률과 음의 관계를 가졌다. 이 중 가장 큰 설명력을 가지는 변수는 당뇨병 진단경험률(coefficient=0.5284), 20-29세 인구비율(coefficient=0.5272), 재정자립도(coefficient=0.3037), 인구밀도(coefficient=0.0532), 코로나19 유증상자의 행동수칙 미준수율(coefficient=-0.0374), 성비(coefficient=-1.0768) 순이었다(Table 4).

고 찰

이 연구는 우리나라의 지역별 코로나19 발생률의 차이를 확인하고, 이를 설명하기 위한 지역사회 단위의 위험요인들을 규명하고자 수행되었다. 먼저 우리나라는 특별시·광역시 지역의 코로나19 부담이 큰

것을 확인하였으며, 특히 서울·경기 등의 수도권과 코로나19 1차 유행의 진원지였던 대구, 영국발 변이바이러스가 크게 유행한 울산 등의 지역에서 발생률이 높았다. 또한 시군구 단위에서 최고 80배까지 편차가 나타나 이러한 격차를 줄이기 위한 정책적 개입이 필요함을 보여준다.

이를 위해 이 연구에서는 지역 간 편차를 설명하는 지역사회 단위의 위험요인을 확인하였다. 분석결과, 개인 수준에서 코로나19의 위험요인이었던 기저질환은 지역사회 수준에서도 유의하였으며[9,22], 지역사회의 당뇨병 진단경험률 수준은 전체 요인들 중 가장 높은 설명력을 보였다. 이는 동반질환의 부담이 상대적으로 큰 농어촌 지역이 코로나19에 대한 경각심을 늦추지 말아야 함을 강조한다. 이번 연구에서도 나타났듯이 군 지역은 다른 지역에 비해 상대적으로 코로나19 발생률이 낮아 방역조치에 대한 경계가 소홀해질 수 있으나, 고령층이 많고 기저질환자가 많은 지역 특성상 코로나19 감염 이후 예후가 더 나쁠 수 있다[23]. 또한 이 연구에서는 20-29세 인구비율과 65세 이상 인구비율을 모두 후보요인으로 모형에 포함하였으나, 20-29세의 인구비율만이 유의한 요인으로 선택되었다. 이는 코로나19의 연령별 발생률이 20-29세 인구에서 가장 높기 때문으로 생각된다[4]. 젊은 성인은 특히 식당, 소매점과 같이 바이러스 노출이 쉬운 장소에 종사하는 비율이 높고 활동성이 높으며, 코로나19 치명률이 낮다는 이유로 사회적 거리두기나 사적 모임 자제 등 방역조치를 덜 준수하는 경향이 있어 감염의 위험이 높다[24]. 문제는 젊은 성인의 감염이 지역사회 내 노인층에게 코로나19가 확산되는 데 기여한다는 점이다[25]. 특히 젊은 인구는 감염되더라도 무증상이거나 증상이 경미한 경우가 많아 빠른 조치가 어렵다[26]. 따라서 젊은 성인을 대상으로 하는 방역정책이 지역사회 내 코로나19 발생 억제를 위한 관건이 될 수 있다. 이에 더하여, 인구집단의 특성 중 성비도 지역의 코로나19의 발생률을 설명하는 유의한 변수로 선택되었다. 이 연구에서는 여성의 발생률이 남성보다 높은 것으로 나타나지만, 의료종사자나 장기요양 시설 등 고위험시설 종사자를 제외하면 남성의 발생률이 더 높을 가

능성도 있다[27]. 또한 코로나19로 인한 입원이나 사망은 남성에서 더 높다고 보고되는데, 이는 단순히 생물학적 요인만이 아닌 직업형태, 생활패턴, 건강에 대한 남성의 인식 등에 기인할 가능성이 크다고 언급되고 있다[28]. 이러한 사실은 남성 인구에 대한 개입이 상대적으로 더 시급할 수 있음을 말해준다[29]. 하지만 이는 남녀에 대한 정책적 차별이 아닌 취약집단으로서 남성 인구집단에 대한 코로나19 예방활동이나, 코로나19 사망률에 대한 고위험 집단 보호의 일환으로 접근해야 할 것이다. 따라서 연령이나 기저질환 같은 다른 인구의 특성을 성별에 따라 구분하여 추가적으로 살펴볼 필요가 있다.

한편, 사회경제적으로 취약한 지역일수록 코로나19의 부담이 크다고 밝힌 이전 연구들과는 달리[9,10], 이 연구에서는 재정자립도가 높을수록 코로나19의 발생률이 높게 나타났다. 재정자립도가 가구소득, 실업률처럼 경제적 수준을 직접적으로 보여주기보다는 지역사회의 세입징수기반을 대표하는 변수이므로 연구 간의 직접적인 비교는 어렵다. 다만, Kim [30]의 연구에서는 식수 또는 식품을 매개로 발생하는 1군 법정감염병과 재정자립도 간에 양의 상관관계가 나타났고, 이는 상대적으로 경제적 수준이 높은 지역에 거주하는 취약집단이 감염병 발병과 상당한 관련이 있을 것임을 제시하고 있다. 따라서 지역 내 사회경제적 취약집단을 확인하고 이들을 보호하기 위한 개입이 요구된다.

전염경로 요인 중 인구밀도는 코로나19 발생률과 양의 상관관계가 있었으나, 다른 연구들과는 달리 설명력이 매우 낮았다[2,31]. 이는 인구밀도가 코로나19 확산의 가장 핵심 요인은 아니라는 연구결과를 지지한다[32]. 실제로 서울, 홍콩 등 인구 고밀도 도시들에서 사회적 거리두기, 마스크 착용, 접촉자 추적 등 광범위한 개입으로 코로나19 확산세를 완화한 바 있다[33]. 따라서 지역사회의 코로나19 발생은 인구밀도뿐만 아니라 지역사회의 감염병 확산방지를 위해 취해진 여러 조치와의 상호작용에 따라 달라지는 것으로 이해하는 것이 적절할 것이다[32]. 또한 이 연구에서는 자료의 한계로 인구밀도와 1인 가구비율 외에 전염경로와 관련된 다른 변수를 포함하지 못하였지만, 이동성이나 대중이용시설(식당, 유흥시설 등)의 수 등 전염 가능성을 높이는 다른 환경적 요인이 존재할 수 있다. 미국의 한 연구에서는 이동 제한 해제 이후 주변 식당이나 바(bar)에 대한 포털사이트 검색 증가가 코로나19 발생과 유의한 관계가 있다고 밝혔으며[34], Lee 등[35]의 연구에서는 교통량이 코로나19 확산과 양의 연관성이 있다는 결과를 보고하기도 하였다. 그러나 Kim 등[36]의 연구에서는 2020년 초 국내 코로나19 발생이 관리 가능한 수준으로 통제된 이후 대중의 이동성은 다시 증가하였으나 방역지침 준수로 인해 대규모 확산은 발생하지 않았다고 제시하였다. 따라서 이러한 결과는 전염경로와 관련된 요인들이 코로나19 확산의 저감요인의 영향과 같이 고려되어야 함을 시사한다. 그러나 기대와는 달리, 이 연구모형에 포함된 코로나19 확산의 저

감요인들은 코로나19 발생률의 지역 간 차이를 설명하기에 충분하지 못하였고, 그 중 코로나19 유증상자의 행동수칙 미준수율만 코로나19 발생률과 음의 관계를 보였다. 이는 비약물적 개입(non-pharmaceutical intervention)이 코로나19 확산방지에 효과적이라고 밝힌 이전 연구들과 상반되는 결과이다[37]. 그러나 이러한 결과는 다음과 같은 이유로 해석에 유의할 필요가 있다. 첫째, 코로나19 유증상자의 행동수칙 미준수율이 유의미한 변수로 선정되었으나, 설명력이 매우 낮았으며, 둘째, 이번 연구는 횡단면 분석에 의한 결과여서 인과성을 밝히지 못하기 때문이다. 코로나19로 인한 사망자 수가 많은 국가에서 더 강력한 통제정책을 시행하였다는 점과[38], 감염위험에 대한 위험인식 정도에 따라 방역준응도가 높아진다는 연구결과[39]를 감안하면, 코로나19 발생률이 낮은 지역에서 경각심이 낮기 때문에 이러한 결과가 나왔을 것으로 추론할 수 있다. 다시 말해, 발생률이 높은 지역에 속한 지역주민은 경각심이 높기 때문에 더 높은 행동수칙 준수율로 이어졌을 수 있다.

이 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 이 연구는 2021년 6월까지의 코로나19 누적 발생률 자료를 사용하였으므로 이후 코로나19 유행이나 정책의 변화를 반영하지 못하였다. 코로나19는 유행 시점마다 발생 양상에 다소 차이가 있어 지속적인 연구가 필요하다. 특히 단계적 일상회복정책(위드코로나)의 시행과 오미크론변이 출현 이후 코로나19 확진자가 크게 증가하였기 때문에 인구밀도 등 주요 변수의 결과는 달라질 가능성이 있다. 둘째, 이 연구는 단면 연구여서 코로나19와 위험요인 간의 인과관계를 밝히기에는 한계가 있다. 따라서 여러 위험요인이 코로나19 발생을 높이는 메커니즘을 확인하기 위한 추가 연구가 필요하다. 그럼에도 이 연구는 시군구 단위의 코로나19 발생률 격차를 확인하고, 이에 대한 지역사회의 위험요인들을 종합적으로 검토한 초기 연구라는 점에서 의의가 있다.

이 연구에서 지역사회 간 코로나19 발생의 격차가 나타나고 있는 만큼 보다 지역 특성을 반영한 방식으로 재난안전관리 전략을 세울 필요가 있다. 이때 이 연구에서 밝혀진 성·연령, 기저질환, 사회경제적 수준 등 취약집단을 보호하기 위한 정책적 개입이 우선시 되어야 할 것이다. 이를 위해서는 지역사회 주민과 가까이 있는 지방정부의 역할이 그 어느 때보다 중요하다.

이해상충

이 연구에 영향을 미칠 수 있는 기관이나 이해당사자로부터 재정적, 인적 자원을 포함한 일체의 지원을 받은 바 없으며, 연구윤리와 관련된 제반 이해상충이 없음을 선언한다.

감사의 글

이 연구는 한국보건행정학회의 “2021년 지역 간 건강격차 원인 규명과 해소를 위한 학술활동 촉진 연구사업” 지원으로 수행되었다.

ORCID

Boram Sim: <https://orcid.org/0000-0003-0981-5102>;

Myung-Bae Park: <https://orcid.org/0000-0002-1892-6632>

REFERENCES

- World Health Organization. WHO coronavirus (COVID-19) dashboard [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2022 [cited 2022 Mar 10]. Available from: <https://covid19.who.int/>.
- CDC COVID-19 Response Team. Geographic differences in COVID-19 cases, deaths, and incidence: United States, February 12-April 7, 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2020;69(15): 465-471. DOI: <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6915e4>.
- UK Office for National Statistics. Coronavirus (COVID-19) latest insights: infections [Internet]. Newport: UK Office for National Statistics; 2021 [cited 2021 Nov 30]. Available from: <https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/healthandsocialcare/conditionsanddiseases/articles/coronaviruscovid19latestinsights/infections>.
- Ministry of Health and Welfare. Coronavirus (COVID-19), Republic of Korea; cases in Korea by city/province [Internet]. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2022 [cited 2022 Mar 10]. Available from: http://ncov.mohw.go.kr/bdBoardList_Real.do?brdId=1&brdGubun=13&ncvContSeq=&contSeq=&board_id=&gubun=.
- Roe M, Wall P, Mallon P, Sundaram D, Kumawat J, Horgan M. Quantifying the impact of regional variations in COVID-19 infections and hospitalizations across Ireland. *Eur J Public Health* 2022;32(1):140-144. DOI: <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckab173>.
- Nayak A, Islam SJ, Mehta A, Ko YA, Patel SA, Goyal A, et al. Impact of Social Vulnerability on COVID-19 Incidence and Outcomes in the United States. *medRxiv [Preprint]* 2020 Apr 17 [Epub]. DOI: <https://doi.org/10.1101/2020.04.10.20060962>.
- Dhewantara PW, Puspita T, Marina R, Lasut D, Riandi MU, Wahono T, et al. Geo-clusters and socio-demographic profiles at village-level associated with COVID-19 incidence in the metropolitan city of Jakarta: an ecological study. *Transbound Emerg Dis* 2021 Sep 5 [Epub]. DOI: <https://doi.org/10.1111/tbed.14313>.
- Yang H, Zhong F. Comorbidities associated with regional variations in COVID-19 mortality revealed by population-level analysis. *medRxiv [Preprint]* 2020 Jul 1 [Epub]. DOI: <https://doi.org/10.1101/2020.07.27.20158105>.
- Prats-Urabe A, Paredes R, Prieto-Alhambra D. Ethnicity, comorbidity, socioeconomic status, and their associations with COVID-19 infection in England: a cohort analysis of UK Biobank data. *MedRxiv [Preprint]* 2020 Jun 11 [Epub]. DOI: <https://doi.org/10.1101/2020.05.06.20092676>.
- Yoshikawa Y, Kawachi I. Association of socioeconomic characteristics with disparities in COVID-19 outcomes in Japan. *JAMA Netw Open* 2021;4(7):e2117060. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.17060>.
- Rocha R, Atun R, Massuda A, Rache B, Spinola P, Nunes L, et al. Effect of socioeconomic inequalities and vulnerabilities on health-system preparedness and response to COVID-19 in Brazil: a comprehensive analysis. *Lancet Glob Health* 2021;9(6):e782-e792. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(21\)00081-4](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(21)00081-4).
- Wang L, Zhang S, Yang Z, Zhao Z, Moudon AV, Feng H, et al. What county-level factors influence COVID-19 incidence in the United States?: findings from the first wave of the pandemic. *Cities* 2021; 118:103396. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103396>.
- Grasselli G, Pesenti A, Cecconi M. Critical care utilization for the COVID-19 outbreak in Lombardy, Italy: early experience and forecast during an emergency response. *JAMA* 2020;323(16):1545-1546. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.2020.4031>.
- Tsui BC, Deng A, Pan S. COVID-19: epidemiological factors during aerosol-generating medical procedures. *Anesth Analg* 2020;131(3): e175-e178. DOI: <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000005063>.
- Conlon A, Ashur C, Washer L, Eagle KA, Hofmann Bowman MA. Impact of the influenza vaccine on COVID-19 infection rates and severity. *Am J Infect Control* 2021;49(6):694-700. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2021.02.012>.
- Stutt ROJH, Retkute R, Bradley M, Gilligan CA, Colvin J. A modeling framework to assess the likely effectiveness of facemasks in combination with 'lock-down' in managing the COVID-19 pandemic. *Proc Math Phys Eng Sci* 2020;476(2238):20200376. DOI: <https://doi.org/10.1098/rspa.2020.0376>.
- Lin YH, Liu CH, Chiu YC. Google searches for the keywords of “wash hands” predict the speed of national spread of COVID-19 outbreak among 21 countries. *Brain Behav Immun* 2020;87:30-32. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2020.04.020>.

18. Evans T, Whitehead M, Diderichsen F, Bhuiya A, Wirth M. Challenging inequities in health: from ethics to action. Oxford: Oxford University Press; 2001. DOI: <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195137408.001.0001>.
19. Ji W, Huh K, Kang M, Hong J, Bae GH, Lee R, et al. Effect of underlying comorbidities on the infection and severity of COVID-19 in Korea: a nationwide case-control study. *J Korean Med Sci* 2020; 35(25):e237. DOI: <https://doi.org/10.3346/jkms.2020.35.e237>.
20. Kim SR, Nam SH, Kim YR. Risk factors on the progression to clinical outcomes of COVID-19 patients in South Korea: using national data. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17(23):8847. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17238847>.
21. Oh TK, Choi JW, Song IA. Socioeconomic disparity and the risk of contracting COVID-19 in South Korea: an NHIS-COVID-19 database cohort study. *BMC Public Health* 2021;21(1):144. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-021-10207-y>.
22. Shah H, Khan MS, Dhurandhar NV, Hegde V. The triumvirate: why hypertension, obesity, and diabetes are risk factors for adverse effects in patients with COVID-19. *Acta Diabetol* 2021;58(7):831-843. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00592-020-01636-z>.
23. Sinclair AJ, Abdelhafiz AH. Age, frailty and diabetes: triple jeopardy for vulnerability to COVID-19 infection. *EClinicalMedicine* 2020; 22:100343. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100343>.
24. Maragakis LL. Coronavirus and COVID-19: younger adults are at risk, too [Internet]. Baltimore (MD): The Johns Hopkins University; 2020 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://www.hopkinsmedicine.org/health/conditions-and-diseases/coronavirus/coronavirus-and-covid-19-younger-adults-are-at-risk-too>
25. Boehmer TK, DeVies J, Caruso E, van Santen KL, Tang S, Black CL, et al. Changing age distribution of the COVID-19 pandemic: United States, May-August 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2020; 69(39):1404-1409. DOI: <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6939e1>.
26. Kronbichler A, Kresse D, Yoon S, Lee KH, Effenberger M, Shin JI. Asymptomatic patients as a source of COVID-19 infections: a systematic review and meta-analysis. *Int J Infect Dis* 2020;98:180-186. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.06.052>.
27. O'Brien J, Du KY, Peng C. Incidence, clinical features, and outcomes of COVID-19 in Canada: impact of sex and age. *J Ovarian Res* 2020; 13(1):137. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13048-020-00734-4>.
28. Gebhard C, Regitz-Zagrosek V, Neuhauser HK, Morgan R, Klein SL. Impact of sex and gender on COVID-19 outcomes in Europe. *Biol Sex Differ* 2020;11(1):29. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13293-020-00304-9>.
29. Gompers A, Bruch JD, Richardson SS. Are COVID-19 case fatality rates a reliable measure of sex disparities? *Womens Health Issues* 2021 Nov 26 [Epub]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.whi.2021.11.007>.
30. Kim D. Exploratory study on the spatial relationship between emerging infectious diseases and urban characteristics: cases from Korea. *Sustain Cities Soc* 2021;66:102672. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102672>.
31. Martins-Filho PR. Relationship between population density and COVID-19 incidence and mortality estimates: a county-level analysis. *J Infect Public Health* 2021;14(8):1087-1088. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2021.06.018>.
32. Moosa IA, Khatatbeh IN. The density paradox: are densely-populated regions more vulnerable to COVID-19? *Int J Health Plann Manage* 2021;36(5):1575-1588. DOI: <https://doi.org/10.1002/hpm.3189>.
33. Zhong Y, Teirlinck B; Economic Research & Policy Group. Density and its effect on COVID-19 spread [Internet]. New York (NY): New York City Economic Development Corporation; 2019 [cited 2022 Mar 10]. Available from: <https://edc.nyc/insights/density-and-its-effect-on-covid-19-spread>.
34. Asgari Mehrabadi M, Dutt N, Rahmani AM. The causality inference of public interest in restaurants and bars on daily COVID-19 cases in the United States: Google Trends Analysis. *JMIR Public Health Surveill* 2021;7(4):e22880. DOI: <https://doi.org/10.2196/22880>.
35. Lee H, Park SJ, Lee GR, Kim JE, Lee JH, Jung Y, et al. The relationship between trends in COVID-19 prevalence and traffic levels in South Korea. *Int J Infect Dis* 2020;96:399-407. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.05.031>.
36. Kim S, Kim YJ, Peck KR, Ko Y, Lee J, Jung E. Keeping low reproductive number despite the rebound population mobility in Korea, a country never under lockdown during the COVID-19 pandemic. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17(24):9551. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17249551>.
37. Bo Y, Guo C, Lin C, Zeng Y, Li HB, Zhang Y, et al. Effectiveness of non-pharmaceutical interventions on COVID-19 transmission in 190 countries from 23 January to 13 April 2020. *Int J Infect Dis* 2021;102:247-253. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.10.066>.
38. Park MB, Ranabhat CL. COVID-19 trends and stringency index by economic ranking of countries: a longitudinal study. *SSRN [Preprint]* 2022 Jan 26 [Epub]. DOI: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4018226>
39. Bruine de Bruin W, Bennett D. Relationships between initial COVID-19 risk perceptions and protective health behaviors: a national survey. *Am J Prev Med* 2020;59(2):157-167. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2020.05.001>.