

지역 간 흡연율 격차 영향요인 분석 및 금연사업 상대적 효율성 평가: Clustering Analysis와 Data Envelopment Analysis를 활용하여

김희년¹ · 이다호¹ · 정지윤¹ · 구여정¹ · 정형선²

¹연세대학교 일반대학원 보건행정학과, ²연세대학교 보건과학대학 보건행정학과

Analysis of Factors Affecting the Smoking Rates Gap between Regions and Evaluation of Relative Efficiency of Smoking Cessation Projects

Heenyun Kim¹, Da Ho Lee¹, Ji Yun Jeong¹, Yeo Jeong Gu¹, Hyoung Sun Jeong²

¹Department of Health Administration, Yonsei University Graduate School; ²Department of Health Administration, Yonsei University College of Health Sciences, Wonju, Korea

Background: Based on the importance of ceasing smoking programs to control the regional disparity of smoking behavior in Korea, this study aims to reveal the variation of smoke rate and determinants of it for 229 provinces. An evaluation of the relative efficiency of the cease smoking program under the consideration of regional characteristics was followed.

Methods: The main sources of data are the Korean Statistical Information Service and a national survey on the expenditure of public health centers. Multivariate regression is performed to figure the determinants of regional variation of smoking rate. Based on the result of the regression model, clustering analysis was conducted to group 229 regions by their characteristics. Three clusters were generated. Using data envelopment analysis (DEA), relative efficiency scores are calculated. Results from the pooled model which put 229 provinces in one model to score relative efficiency were compared with the cluster-separated model of each cluster.

Results: First, the maximum variation of the smoking rate was 16.9%p. Second, sex ration, the proportion of the elder, and high risk drinking alcohol behavior have a significant role in the regional variation of smoking. Third, the population and proportion of the elder are the main variables for clustering. Fourth, dissimilarity on the results of relative efficiency was found between the pooled model and cluster-separated model, especially for cluster 2.

Conclusion: This study figured regional variation of smoking rate and its determinants on the regional level. Unconformity of the DEA results between different models implies the issues on regional features when the regional evaluation performed especially on the programs of public health centers.

Keywords: Regional smoke rate; Cease smoking program; Efficiency evaluation; Clustering analysis; Data envelopment analysis

서 론

1. 연구의 필요성

건강 격차는 ‘개인 또는 집단 간의 불필요하고, 예방이 가능하며, 불공평하고 부당한 건강의 차이’로 정의할 수 있다[1]. Lalonde [2]의 보고서에서 제시된 건강결정요인인 보건의료시스템, 유전, 환경 및 생활습관을 기준으로 할 때, 건강 격차에 관한 대다수의 연구는 주로 보건의료시스템, 환경 혹은 건강수준 그 자체에 집중되어 있다. 생활습관 격차와 관련하여 건강위험요소인 흡연, 음주, 식습관 등의 차이를 개인단위로 살펴본 연구가 있기는 하나, 이들의 지역 간 변이를 살펴본 연구는 미진하다[3].

생활습관 중 흡연은 예방 가능한 사망과 질환뿐 아니라 건강불평등에 영향을 미치는 주 요인이다. 세계보건기구(World Health Organization)는 흡연행태에 기인한 사망자가 연간 8백만 명에 달한다고 보고하고 있다. 또한 전 세계 사망원인의 1위인 심혈관질환의 17%가 흡연에 기인한다[4]. 실제로 다수의 연구에서 흡연이 질병의 발생과 연관성이 밝혀졌다. 이러한 사실에 비추어볼 때, 흡연행태의 지역 간 변이가 지역 간 건강수준의 차이에 영향을 주는 것으로 판단된다[5].

이와 같은 흡연의 심각성을 고려하여 정부는 국민의 흡연행태를 개선하는 차원에서 2015년 담뭍값을 인상하고, 금연구역을 확대하였으며 흡연 예방, 홍보 및 캠페인 등 포괄적인 국가금연정책을 시행하였다[6]. 또한 2005년부터 전국 보건소를 통해 지역 내 흡연자에 대한 무료 금연상담 및 금연치료서비스를 제공하는 금연클리닉사업을 시행하고 있으며, 해당 지역의 주민이 아니더라도 자유롭게 서비스를 받을 수 있도록 접근성을 높이는 등 금연에 대한 참여를 독려하고 있다.

이러한 다양한 노력에 힘입어 전국의 평균 흡연율은 지속적으로 감소하고 있는 것으로 나타나고 있으나, 지역별 흡연율의 격차는 2013년 이후 점차 심화되고 있어 금연사업의 효율성에 대한 평가를 통해 서비스 개선방안을 논의할 필요성이 커지고 있다. 지역사회건강조사에 따르면 2016년 시군구 단위의 흡연율이 가장 높은 지역은 인천 미추홀구(28.8%)이었으며, 가장 낮은 경북 영양군(15.4%)보다 흡연율이 13.4%p 높았다. 2018년에는 가장 높은 부산 중구(30.2%)가 가장 낮은 경남 산청군(13.2%)보다 17.0%p 높아 2016년에 비해 격차가 3.6%p 증가했다[7].

이러한 지역별 흡연율 격차를 완화하기 위해서는 각 지자체의 금연사업을 위한 노력이 중요하다. 금연사업은 주로 지자체의 보건소를 중심으로 수행되고 있으며, 현재 금연사업 통합정보시스템을 통해 금연사업과 관련된 정보가 취합되고 있다. 이를 활용하여 금연사

업의 효과성 및 효율성을 지속적으로 모니터링하고 관리하여 지역별 흡연율의 변이를 줄일 필요가 있다. 특히 제한된 자원으로 사업을 수행해야 하는 보건소의 현 상황을 고려할 때, 지역별 금연사업의 효율성을 평가하여 이를 높이기 위한 기초자료를 마련하는 연구가 절실하다[8]. 또한 금연사업에 대한 기존의 평가는 대부분 질적 평가에 치중되어 있어, 표준적인 서비스를 제공하는 금연클리닉사업의 경우는 특히 경제성을 중심으로 한 양적 평가의 기준을 확립하여 추진할 필요성이 크다[9].

2. 선행연구

상대적 효율성 분석을 수행한 선행연구들은 상당수가 자료포락분석(data envelopment analysis, DEA) 기법을 활용하였고, 분석대상은 보건소, 공공의료기관이 주를 이루었다. Yoon [10]은 6개 대도시의 54개 자치구 보건소를 대상으로 규모수익불변(constant returns to scale, CRS) 모형을 활용하여 효율성 분석을 시도했다. Park [11]은 CRS, 가변규모수익(variable returns to scale, VRS)을 이용하여 34개 지방공사 의료원의 효율성을 평가하였다. Kim과 Yoo [12]는 경상남도 20개 보건소를 대상으로 하여 CRS와 VRS를 활용하여 보건사업의 효율성을 평가하였다. Yoo [13,14]는 전라북도 14개 보건소를 대상으로 CRS, VRS 모형을 활용하여 보건소의 생산성을 분석하였다. Han 등[15]은 전국 51개 보건소를 대상으로 CRS, VRS를 사용하여 한의약 건강증진 Hub보건소 사업의 효율성을 평가하였다. Choi [16]는 25개 모자보건, 구강보건, 방문건강관리사업 등 보건소 사업의 상대적 효율성을 CRS, VRS를 이용하여 파악하고, 2008년부터 2012년까지의 효율성 변화를 DEA-Window를 사용하여 확인하였다. Kim [17]은 DEA 분석방법을 통하여 전국 19개 공공의료기관의 상대적 효율성을 분석하고 비효율성의 원인을 규명하였다.

특히 보건소를 대상으로 한 선행연구의 대다수는 산출요소로 결핵관리사업, 가족계획사업, 모자보건사업, 예방접종사업 등을 통합적으로 다루고 있어 개인의 건강행태개선을 위한 개별사업을 평가하기에는 한계가 있었다. 이에 본 연구의 대상을 자치 시군구 254개 보건소 금연사업으로 한정했다.

전국 시군구를 대상으로 수행된 효율성 분석사례는 드물었으며, 지역별 특성을 반영하지 않은 채 상대적 효율성을 계산한 연구들이 주를 이루었다. 본 연구는 지역별 특성을 기반으로 시군구를 군집화한 뒤에 해당 군집별로 상대적 효율성을 분석함으로써 이와 같은 제한점을 극복하고자 하였다.

3. 연구의 목적

본 연구의 목적은 지역별 흡연율의 변이와 그 영향요인을 파악하고 지역 특성을 반영하여 보건소 금연사업의 효율성을 평가하는 것이다. 연구의 세부 목적은 다음과 같다. 첫째, 지역별 흡연을 격차에 영향을 주는 요인을 확인한다. 둘째, 흡연율 변이에 영향을 줄 수 있는 지역별 특성을 반영하여 시군구를 군집화하여 분류한다. 셋째, 분류된 지역 별로 금연사업의 상대적 효율성을 평가하고 전체 시군구 대상 효율성 평가결과와 비교한다.

방 법

1. 연구설계

연구의 세부 목적에 맞추어 연구는 세 단계를 거쳐 수행되었다. 첫째로 지역별 흡연율 변이와 그 영향요인을 분석하기 위해, 각 시·군·구의 인구수, 성비, 고령인구 비율, 재정자립 및 고위험 음주율을 독립변수로 하고 흡연율을 종속변수로 하여 회귀분석을 수행하였다. 둘째로, 앞서 분석한 흡연율 변이에 영향을 준 요인들을 검토하여 시군구의 지역별 특성을 반영하여 군집화하는 모형을 구축하였다. 군집화를 위해서는 최종적으로 ‘인구수’와 ‘고령인구 비율’ 변수가 선택되었다. 셋째로, 지역별 금연사업의 상대적 효율성을 계산하기 위해 DEA를 수행하였으며, 전체 시군구 분석모형과 시군구 군집별 분석모형을 나누어 분석하여 비교하였다. 지역별 금연사업은 주로 보건소에서 수행하므로 지역별 금연사업의 지출액 및 금연클리닉 등록자수를 보건소 금연사업의 투입 및 산출의 대리변수로 활용하였다.

2. 분석대상

연구 분석대상은 전국 자치 시군구의 2017년 자료다. 자치 시군구

내에 두 개 이상의 보건소가 있는 경우 해당 자료를 자치 시군구 기준으로 통합하였다. 제주특별자치도는 자치시가 아닌 행정시(서귀포시, 제주시)를 두고 있으며 세종특별자치시는 광역자치단체이지만 분석대상에 포함하였다. 최종 분석대상 자치 시군구는 총 229개였다.

3. 자료수집

분석에 사용된 시군구 자료는 국가통계포털(Korean Statistical Information Service)에서 확보하였다. 인구수통계의 경우 통계청의 인구동향조사를 활용하였으며, 성비, 고령인구 비율 통계는 행정안전부에서 보고하는 주민등록인구현황을 이용하였고, 지역별 흡연율 통계는 지역사회건강조사자료를 활용하였다. 지역별 금연사업의 지출액은 보건소지출내역조사(를, 금연클리닉 등록자 수는 금연서비스 통합정보시스템 자료를 활용하였다. 금연서비스 통합정보시스템 자료는 정부에서 운영하는 정보공개 청구포털에서 청구하여 확보하였다(Table 1).

4. 분석방법

시군구 지역별 흡연율 변이를 파악하기 위해 기술통계분석을 수행하였고, 이에 영향을 주는 요인들을 확인하기 위해 다중회귀분석을 수행하였다. 흡연율의 변이에 영향을 주는 요인을 인구사회학적 요인, 사회경제학적 요인, 건강행태특성 요인을 분류하여 분석모형을 구축하였다. 인구학적 요인의 대리변수로 인구수, 고령인구 비율 및 성비를 사용하였고, 사회경제학적 요인으로 재정자립도를, 건강행태적 요인으로는 고위험 음주율을 대리변수로 투입하였다.

분석결과 지역별 흡연율의 변이에 영향을 미치는 요인으로 판단된 고령화 비율, 성비 및 고위험 음주율과 인구통계학적 기본 변수인 인구수를 활용하여 K-means 기법을 이용한 군집분석을 수행하였다.

Table 1. Variables and source of data

Variable	Source of data
Population	Statistics Korea: vital statistics
Ratio of male by female	Ministry of the Interior and Safety: statistics of residence registration population
Population rate over 65 yr (%)	Ministry of the Interior and Safety: statistics of residence registration population
Independent rate of finance (%)	Ministry of the Interior and Safety: independent rate of finance
High risk drinking rate (%)	Ministry of Health and Welfare: Community Health Survey
Smoking rate (%)	Ministry of Health and Welfare: Community Health Survey
Expenditure on smoking cessation program (million won)	Health Center Expenditure Survey
Enrollment of smoking cessation program	Integrated smoking cessation service information system

1) 보건소지출내역조사는 국민보건계정정규축을 위하여 전국 보건소를 대상으로 보건소 지출내역을 일정한 기준으로 분류하여 수집한 자료로, 연세대학교 의료복지연구소에서 보건복지부의 협조를 받아 조사를 수행한다.

K-means 기법은 분할적 방법으로 초기 군집 중심값으로 초기 군집을 형성하고, 각 개체를 가까운 군집으로 할당할 후 각 군집의 일부 혹은 전부를 판정기준에 의해 재할당하는 기법이다. 100개 이상의 개체수를 확보할 수 있는 경우 주로 활용하는데, 이는 개체수가 적을 경우 개체들의 순서에 매우 민감하게 반응하기 때문이다[18].

다음으로, 분류된 군집을 기준으로 DEA 중 VRS를 가정한 투입기준 모형과 산출기준 모형을 적용하여 분석해 이를 군집화하지 않은 분석결과와 비교하였다. 이를 통해 지역 간 흡연율 변이에 영향을 주는 지역별 특성을 고려한 금연사업 효율성 평가를 하고자 하였다.

투입변수는 지자체 보건소의 금연사업 지출비용이며 산출변수는 금연클리닉사업 등록자수이다. 투입변수인 보건소 금연사업 지출액은 지자체의 금연사업이 주로 보건소에서 담당하여 수행되고 있다는 점과 인력, 시설, 장비 등으로 지출된 모든 비용을 포괄하여 파악할 수 있다는 점을 고려하여 분석에 투입하였다[9]. 산출변수로 선정된 금연클리닉 등록자수는 흡연자들의 금연 의지 및 서비스 수요를 보여주는 지표로, 흡연자들의 금연을 유도하고 실제 행태 개선을 위한 유인을 제공함에 있어서 각 지자체의 성과를 평가할 수 있다는 점에서 분석에 투입하였다[8].

VRS 가정하의 투입기준 모형은 생산가능집합을 구성하여 동일한 산출수준을 기준으로 투입량을 평가하는 기법이다. 산출기준 모형과 반대로 투입수준에 대한 상대적 효율성 평가 수행에 활용된다. VRS 가정은 규모수익체증(increasing returns to scale, IRS), CRS, 규모수익체감(decreasing returns to scale, DRS)의 3가지를 모두 포괄한다. 분석결과를 통해 해당 관측치가 어떤 상태에 해당하는지 검토할 수 있다. 다만 상대적 효율성 평가모형이 투입기준인지 산출기준인지에 따라 그 결과가 달라질 수 있다[18].

투입기준 모형은 산출 변경(frontier)을 형성하고 산출 대비 투입의 효율성을 평가하는 기법으로 투입수준의 비효율성을 제거하는 과정을 고려한 모형이다. 반면, 산출기준 모형은 생산가능집합을 구성하는 논리가 투입기준 효율성 모형과 동일하나, 그 목적함수가 산출요소를 최대한 증가시키는 것으로 주어진다[19]. 자료분석에 있어서 지역별 자료정리 및 전처리와 군집분석은 SAS ver. 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을, 회귀분석과 DEA는 STATA ver. 13.0 (Stata Corp., College Station, TX, USA)을 활용하였다.

결 과

1. 일반적 특성

Table 2는 전국 229개 자치 시군구의 일반적 특성을 보여준다. 전국

시군구 단위 평균 인구는 23만 명으로 최소 9.8천 명부터 122.5만 명까지 변이가 있었다. 여성대비 남성의 비율은 평균 100.5이었다. 일반회계의 수입 중 지방세와 세외수입의 비율로 산출된 재정자립도는 평균 27.6%이었으며 최고 72.2%, 최소 8.6%였다. 고위험 음주율은 229개 시군구 평균 19.4%였다. 흡연율은 평균 20.1%로 최소 10.8%에서 최대 27.7%까지 분포되어 있었다.

2. 지역별 흡연율 변이에 영향을 주는 요인

지역별 흡연율에 영향을 미치는 요인을 파악하기 위하여 다중회귀 분석을 수행한 결과 여성 대비 남성의 비율과 65세 이상 고령인구 비율 및 고위험 음주율이 흡연율에 영향을 주는 것으로 파악되었다 (Table 3). 남성의 비율이 높을수록 지역의 흡연율은 증가했으며, 노인인구 비율이 높은 지역일수록 흡연율은 낮게 나타났다. 고위험 음주율이 높은 지역일수록 흡연율은 높았다. 재정자립도, 인구수와 흡연율 간의 유의한 관계를 확인할 수는 없었다.

3. 군집분석 결과

지역별 흡연율 변이에 영향을 주는 요인을 분석하기 위한 회귀모형의 결과를 바탕으로 성비(남성 대비 여성의 비율), 고령자 비율(65세 이상 노인인구 비율), 고위험 음주율 및 인구수 변수를 투입하여 군집 분석을 수행하였다. 그 결과 229개 자치 시군구는 3개의 군집으로 분

Table 2. General characteristics of 229 provinces (N=229)

Variable	Mean±standard deviation	Min	Max
Population	230,479±224,833	9,871	1,225,493
Ratio of male by female	100.5±5.5	91.0	130.8
Population rate over 65 yr (%)	19.4±7.9	7.0	38.2
Independent rate of finance (%)	27.6±14.1	8.6	72.2
High risk drinking rate (%)	19.4±3.9	8.3	36.9
Smoking rate (%)	20.1±2.7	10.8	27.7
Expenditure on smoking cessation program (million won)	317.3±155	30.0	1,172.0
Enrollment of smoking cessation program	1,854±1,546	127	8,347

Table 3. Determinants of regional variation of smoking rate

Variable	Coefficient (standard error)	Beta	t-value	p-value
Population	0.00 (0.00)	0.06	0.83	0.41
Ratio of male by female	0.19 (0.03)	0.39	6.96	0.00
Population rate over 65 yr (%)	-0.08 (0.03)	-0.24	-2.97	0.00
Independent rate of finance (%)	-0.01 (0.01)	-0.07	-0.98	0.33
High risk drinking rate (%)	0.25 (0.04)	0.36	6.60	0.00

Table 4. Descriptive statistics by clustered regions

Cluster	Variable	Mean±standard deviation	Min	Max
Cluster 1 (N=101)	Population	333,652.8±121,108.8	151,778.0	605,220.0
	Population rate over 65 yr (%)	13.6±3	7.0	21.6
	Expenditure (million won)	340.1±133.4	133.0	901.0
	Enrollment	2,595.6±1,016.9	1,058.0	6,023.0
Cluster 2 (N=114)	Population	64,154.1±33,422	9,871.0	143,929.0
	Population rate over 65 yr (%)	25.5±6.4	9.5	38.2
	Expenditure (million won)	257.2±60.7	30.0	453.0
	Enrollment	758.1±366.2	127.0	1,880.0
Cluster 3 (N=14)	Population	840,516.2±194,853.9	646,678.0	1,225,493.0
	Population rate over 65 yr (%)	11.2±1.7	8.4	14.4
	Expenditure (million won)	641.6±321.3	194.0	1,172.0
	Enrollment	5,432.3±2,051.5	1,791.0	8,347.0

Table 5. Input-based modeling under the assumption of VRS (based on total 229 provinces)

Input-based	DEA analysis of all regions (input-based model)					
	Scale	CRS	VRS	Efficiency of scale		
				High-ranking	Low-ranking	
All	0.82	0.25	0.30	Gangseo-gu, Seoul	Sancheong-gun, Gyeongsangnam-do	
				Wonju-si, Gangwon-do	Ulleung-gun, Gyeongsangbuk-do	
				Songpa-gu, Seoul	Cheongsong-gun, Gyeongsangbuk-do	
				Gumi-si, Gyeongsangbuk-do	Muju-gun, Jeollabuk-do	
				Seongbuk-gu, Seoul	Hwacheon-gun, Gangwon-do	
Cluster 1	0.94	0.36	0.38	Gangseo-gu, Seoul	Pyeongtaek-si, Gyeonggi-do	
				Wonju-si, Gangwon-do	Pohang-si, Gyeongsangbuk-do	
				Gumi-si, Gyeongsangbuk-do	Suyeong-gu, Busan	
				Seongbuk-gu, Seoul	Anseong-si, Gyeonggi-do	
				Nowon-gu, Seoul	Gwangmyeong-si, Gyeonggi-do	
Cluster 2	0.71	0.13	0.18	Jecheon-si, Chungcheongbuk-do	Sancheong-gun, Gyeongsangnam-do	
				Gangseo-gu, Busan	Ulleung-gun, Gyeongsangbuk-do	
				Jung-gu, Seoul	Cheongsong-gun, Gyeongsangbuk-do	
				Boryeong-si, Chungcheongnam-do	Muju-gun, Jeollabuk-do	
				Jung-gu, Incheon	Hwacheon-gun, Gangwon-do	
Cluster 3	0.76	0.43	0.60	Songpa-gu, Seoul	Changwon-si, Gyeongsangnam-do	
				Cheonan-si, Chungcheongnam-do	Seongnam-si, Gyeonggi-do	
				Namyangju-si, Gyeonggi-do	Goyang-si, Gyeonggi-do	
				Jeonju-si, Jeollabuk-do	Suwon-si, Gyeonggi-do	
				Mokpo-si, Jeollanam-do	Yongin-si, Gyeonggi-do	

Values are presented as mean.

VRS, variable returns to scale; DEA, data envelopment analysis; CRS, constant returns to scale.

류되었고 설명력은 81.9%로 나타났다.

각 군집별 기술통계를 살펴보면 cluster 1, 2, 3은 각각 101, 114, 14개의 시군구가 할당되었으며, 인구수는 각각 평균 33.4만 명, 6.4만 명 그리고 84.1만 명이었다. 65세 고령인구 비율의 경우 cluster 1은 평균

13.6%, cluster 2는 25.5%, cluster 3은 11.2%이었다(Table 4). 분석결과에 근거하여 cluster 1은 인구수가 비교적 높지 않고 고령인구 비율이 낮은 지역, cluster 2는 인구수가 적고 고령인구 비율이 높은 지역, cluster 3은 인구수가 많고 고령인구 비율이 낮은 지역으로 구분할 수

Table 6. Input-based modeling under the assumption of VRS (analyze the relative efficiency between clustered regions)

Input-based	DEA analysis of each clusters (input-based model)				
	Scale	CRS	VRS	Efficiency of scale	
				High-ranking	Low-ranking
Cluster 1	0.72	0.36	0.50	Gangseo-gu, Seoul	Suyeong-gu, Busan
				Wonju-si, Gangwon-do	Anseong-si, Gyeonggi-do
				Gumi-si, Gyeongsangbuk-do	Gwangmyeong-si, Gyeonggi-do
				Seongbuk-gu, Seoul	Guri-si, Gyeonggi-do
				Dalseo-gu, Daegu	Gijang-gun, Busan
Cluster 2	0.66	0.22	0.36	Gyeryong-si, Chungcheongnam-do	Sancheong-gun, Gyeongsangnam-do
				Yanggu-gun, Gangwon-do	Jecheon-si, Chungcheongbuk-do
				Inje-gun, Gangwon-do	Gangseo-gu, Busan
				Hamyang-gun, Gyeongsangnam-do	Jung-gu, Seoul
				Imsil-gun, Jeollabuk-do	Boryeong-si, Chungcheongnam-do
Cluster 3	0.68	0.43	0.64	Cheonan-si, Chungcheongnam-do	Mokpo-si, Jeollanam-do
				Songpa-gu, Seoul	Changwon-si, Gyeongsangnam-do
				Hwaseong-si, Gyeonggi-do	Seongnam-si, Gyeonggi-do
				Ansan-si, Gyeonggi-do	Goyang-si, Gyeonggi-do
				Namyangju-si, Gyeonggi-do	Suwon-si, Gyeonggi-do

Values are presented as mean.

VRS, variable returns to scale; DEA, data envelopment analysis; CRS, constant returns to scale.

있다.

금연사업에 지출된 지자체 보건소 사업비용은 cluster 1, 2, 3 각각 평균 3.4억, 2.6억, 6.4억이었으며, 금연클리닉사업 등록자 수는 각각 평균 2.6천 명, 0.8천 명, 5.4천 명으로 파악되었다.

4. 상대적 효율성 분석결과

1) 투입기준 모형

Table 5와 Table 6은 VRS를 가정한 투입기준 모형이다. Table 5는 전체 229개 자치 시군구를 단위로 분석한 결과이며 후자는 각 군집화된 지역 간의 상대적 효율성을 분석한 결과이다.

229개 자치 시군구를 모두 한 모형에 투입하여 상대적 효율성을 분석한 결과, 전체 규모효율성(scale efficiency, SE) 점수의 평균은 0.82, CRS 가정 효율성 점수의 평균은 0.25, VRS 효율성 점수의 평균은 0.30이었다. SE 점수를 기준으로 보면, 서울특별시 강서구, 강원도 원주시, 서울특별시 송파구 순으로 효율성이 높았으며, 경상북도 산청군, 경상북도 울릉군, 경상북도 청송군 등 순으로 효율성 점수가 낮았다. Cluster 1의 경우 서울특별시가 가장 효율적이었으며, 경기도 평택시가 가장 비효율적인 것이었고, cluster 2의 경우는 충청북도 제천시가 가장 효율적, 경상남도 산청군이 가장 비효율적이었다. Cluster 3의 경우 서울특별시 송파구가 가장 효율적이었고, 경상남도 창원시가

가장 비효율적인 것으로 확인되었다(Table 5).

한편, 지역별 특성을 반영하여 군집별로 각각 상대적 효율성을 분석한 결과, cluster 1의 경우 SE, CRS, VRS는 각각 0.72, 0.36, 0.50이었으며 서울특별시 강서구가 가장 효율적인 지역, 부산광역시 수영구가 가장 비효율적인 지역으로 파악되었다. Cluster 2의 경우 SE, CRS, VRS는 각각 0.72, 0.36, 0.50이었으며, cluster 3의 경우 각각 0.68, 0.43, 0.64이었다. Cluster 2, 3에서 가장 효율적인 지역은 각각 충청남도 계룡시와 충청남도 천안시였으며, 가장 비효율적인 지역은 각각 경상남도 산청군, 전라남도 목포시였다.

Table 7은 각 229개 시군구의 IRS, CRS, DRS의 상태를 분석한 결과를 보여준다. 전체 시군구를 대상으로 상대적 효율성을 분석한 결과 229개 시군구 중 한 지역만 CRS에 해당했고, DRS에 해당하는 지역이 23개로 10.0% 차지하였으며, IRS에 해당하는 지역이 205개 지역으로 89.5%를 차지하였다. Cluster 1의 101개 시군구의 DRS, IRS 해당 지역은 각각 12개, 88개로 각각의 비중은 11.9%, 87.1%였다. Cluster 2의 114개 시군구는 모든 지역이 IRS에 해당하는 것으로 파악되었으며, cluster 3의 14개 지역 중 11개 지역(78.6%)이 DRS, 3개 지역(21.4%)이 IRS로 분석되었다.

반면, 각 군집별로 각각 상대적 효율성을 분석한 결과(Table 8), cluster 1의 101개 시군구의 DRS, IRS 해당 지역은 각각 12개, 88개이고, 각각의 비중은 11.9%, 87.1%로 전체 시군구를 투입한 모형과 결과

Table 7. An analysis of profit status in 229 provinces

Input-based	DEA analysis of all regions			DEA analysis of each cluster 1			DEA analysis of each cluster 2			DEA analysis of each cluster 3						
	Equilibrium	DRS	IRS	Equilibrium	DRS	IRS	Equilibrium	DRS	IRS	Equilibrium	DRS	IRS	Total			
All	1 (0.4)	23 (10.0)	205 (89.5)	229 (100.0)												
Cluster 1	1 (1.0)	12 (11.9)	88 (87.1)	101 (100.0)	1 (1.0)	12 (11.9)	88 (87.1)	101 (100.0)								
Cluster 2	0	0	114 (100.0)	114 (100.0)					1 (0.9)	91 (79.8)	22 (19.3)	114 (100.0)				
Cluster 3	0	11 (78.6)	3 (21.4)	14 (100.0)									1 (7.1)	9 (64.3)	4 (28.6)	14 (100.0)

Values are presented as frequency (%).
DEA, data envelopment analysis; DRS, decreasing returns to scale; IRS, increasing returns to scale.

Table 8. Relative efficiency between clustered regions

Output-based	DEA analysis of all regions			DEA analysis of each cluster 1			DEA analysis of each cluster 2			DEA analysis of each cluster 3						
	Equilibrium	DRS	IRS	Equilibrium	DRS	IRS	Equilibrium	DRS	IRS	Equilibrium	DRS	IRS	Total			
All	5 (2.2)	23 (10.0)	201 (87.8)	229 (100.0)												
Cluster 1	1 (1.0)	12 (11.9)	88 (87.1)	101 (100.0)	3 (3.0)	12 (11.9)	86 (85.1)	101 (100.0)								
Cluster 2	4 (3.5)	0	110 (96.5)	114 (100.0)					1 (0.9)	91 (79.8)	22 (19.3)	114 (100.0)				
Cluster 3	0	11 (78.6)	3 (21.4)	14 (100.0)									1 (7.1)	9 (64.3)	4 (28.6)	14 (100.0)

Values are presented as frequency (%).
DEA, data envelopment analysis; DRS, decreasing returns to scale; IRS, increasing returns to scale.

가 유사하였으나, cluster 2의 114개 시군구 중 91개(79.8%) 지역이 DRS, 22개(19.3%) 지역이 IRS 지역으로 분류되어 전체 시군구를 투입한 모형과 차이를 보였다. Cluster 3의 14개 지역은 9개 지역(64.3%)이 DRS, 4개 지역(28.6%)이 IRS로 분석되었다.

2) 산출기준모형

Table 9와 Table 10은 VRS를 가정한 산출기준 모형이다. 전자는 전체 229개 자치 시군구 기준 분석결과이며 후자는 군집기준 분석결과이다.

전체 시군구 대상 효율성 분석결과, 모든 시군구의 SE의 평균은 0.78, CRS 기준 효율성 점수의 평균은 0.25, VRS 기준 효율성 점수의 평균은 0.34이었다(Table 9). SE 점수를 기준으로 효율성 점수가 가장 높았던 지역은 서울특별시 강서구, 경상북도 청송군, 경상북도 울릉군이었으며, 경기도 수원시, 충청북도 청주시, 경기도 용인시는 가장 효율성이 낮은 지역이었다. Cluster 1의 경우 서울특별시 강서구가 가장 효율적이었으며, 제주도가 가장 비효율적인 것으로 확인되었고, cluster 2의 경우는 경상북도 청송군이 가장 효율적, 충청남도 계룡시가 가장 비효율적이었다. Cluster 3의 경우 충청남도 천안시가 가장 효율적이었고, 경기도 수원시가 가장 비효율적인 것으로 확인되었다(Table 9).

한편, 지역별 특성을 반영하여 군집별로 각각 상대적 효율성을 분석한 결과, cluster 1의 경우 SE, CRS, VRS는 각각 0.69, 0.36, 0.53이었다. Cluster 2의 경우 SE, CRS, VRS는 각각 0.46, 0.22, 0.47이었으며, cluster 3의 경우 0.57, 0.43, 0.77이었다. Cluster 1, 2, 3에서 가장 규모효율적인 지역은 각각 서울특별시 성동구, 충청남도 계룡시, 충청남도 천안시였으며, 가장 규모비효율적인 지역은 제주특별자치도 제주시, 전라남도 영광군, 경기도 수원시로 파악되었다.

전체 시군구를 대상으로 분석한 결과 229개 시군구 중 다섯 지역만 CRS로 파악되었다. DRS에 해당하는 지역이 23개로 10.0% 차지하였으며, IRS에 해당하는 지역이 201개 지역으로 87.8%를 차지하였다. Cluster 1의 101개 시군구의 DRS, IRS 해당 지역은 각각 12개, 88개로 각각의 비중은 11.9%, 87.1%였다. Cluster 2의 114개 시군구 중 IRS 해당 지역은 110개 지역으로, DRS에 해당하는 지역은 없었다. Cluster 3의 14개 지역 중 11개 지역(78.6%)이 DRS, 3개 지역(21.4%)이 IRS로 분석되었다.

반면, 군집별로 각각 상대적 효율성을 분석한 결과, cluster 1의 101개 시군구의 DRS, IRS 해당 지역은 각각 12개, 86개로 각각의 비중은 11.9%, 85.1%로, 전체 시군구를 투입한 모형과 결과가 유사하였다. Cluster 2의 114개 시군구 중 91개(79.8%) 지역이 DRS, 22개(19.3%)

Table 9. Output-based modeling under the assumption of VRS (based on total 229 provinces)

Output-based	DEA analysis of all regions (output-based model)					
	Scale	CRS	VRS	Efficiency of scale		
				High-ranking	Low-ranking	
All	0.78	0.25	0.34	Gangseo-gu, Seoul	Suwon-si, Gyeonggi-do	
				Cheongsong-gun, Gyeongsangbuk-do	Cheongju-si, Chungcheongbuk-do	
				Ulleung-gun, Gyeongsangbuk-do	Yongin-Si, Gyeonggi-do	
				Hwacheon-gun, Gangwon-do	Jeju-si, Jeju	
				Sunchang-gun, Jeollabuk-do	Changwon-si, Gyeongsangnam-do	
Cluster 1	0.75	0.36	0.47	Gangseo-gu, Seoul	Jeju-si, Jeju	
				Jongno-gu, Seoul	Pohang-si, Gyeongsangbuk-do	
				Gangdong-gu, Seoul	Gumi-si, Gyeongsangbuk-do	
				Yangcheon-gu, Seoul	Paju-si, Gyeonggi-do	
				Hanam-si, Gyeonggi-do	Wonju-si, Gangwon-do	
Cluster 2	0.83	0.13	0.17	Cheongsong-gun, Gyeongsangbuk-do	Gyeryong-si, Chungcheongnam-do	
				Ulleung-gun, Gyeongsangbuk-do	Yeonggwang-gun, Jeollanam-do	
				Hwacheon-gun, Gangwon-do	Muan-gun, Jeollanam-do	
				Sunchang-gun, Jeollabuk-do	Jecheon-si, Chungcheongbuk-do	
				Gurye-gun, Jeollanam-do	Yeongwol-gun, Gangwon-do	
Cluster 3	0.57	0.43	0.77	Cheonan-si, Chungcheongnam-do	Suwon-si, Gyeonggi-do	
				Songpa-gu, Seoul	Cheongju-si, Chungcheongbuk-do	
				Bucheon-si, Gyeonggi-do	Yongin-si, Gyeonggi-do	
				Mokpo-si, Jeollanam-do	Changwon-si, Gyeongsangnam-do	
				Hwaseong-si, Gyeonggi-do	Goyang-si, Gyeonggi-do	

Values are presented as mean.

VRS, variable returns to scale; DEA, data envelopment analysis; CRS, constant returns to scale.

Table 10. Output-based modeling under the assumption of VRS (analyze the relative efficiency between clustered regions)

Output-based	DEA analysis of each clusters (output-based model)					
	Scale	CRS	VRS	Efficiency of scale		
				High-ranking	Low-ranking	
Cluster 1	0.69	0.36	0.53	Seongdong-gu, Seoul	Jeju-si, Jeju	
				Jongno-gu, Seoul	Pohang-si, Gyeongsangbuk-do	
				Gangseo-gu, Seoul	Gumi-si, Gyeongsangbuk-do	
				Gangdong-gu, Seoul	Paju-si, Gyeonggi-do	
				Yangcheon-gu, Seoul	Wonju-si, Gangwon-do	
Cluster 2	0.46	0.22	0.47	Gyeryong-si, Chungcheongnam-do	Yeonggwang-gun, Jeollanam-do	
				Yeongdong-gun, Chungcheongbuk-do	Muan-gun, Jeollanam-do	
				Uljin-gun, Gyeongsangbuk-do	Jecheon-si, Chungcheongbuk-do	
				Sunchang-gun, Jeollabuk-do	Yeongwol-gun, Gangwon-do	
				Gwacheon-si, Gyeonggi-do	Okcheon-gun, Chungcheongbuk-do	
Cluster 3	0.57	0.43	0.77	Cheonan-si, Chungcheongnam-do	Suwon-si, Gyeonggi-do	
				Songpa-gu, Seoul	Cheongju-si, Chungcheongbuk-do	
				Bucheon-si, Gyeonggi-do	Yongin-si, Gyeonggi-do	
				Mokpo-si, Jeollanam-do	Changwon-si, Gyeongsangnam-do	
				Hwaseong-si, Gyeonggi-do	Goyang-si, Gyeonggi-do	

Values are presented as mean.

VRS, variable returns to scale; DEA, data envelopment analysis; CRS, constant returns to scale.

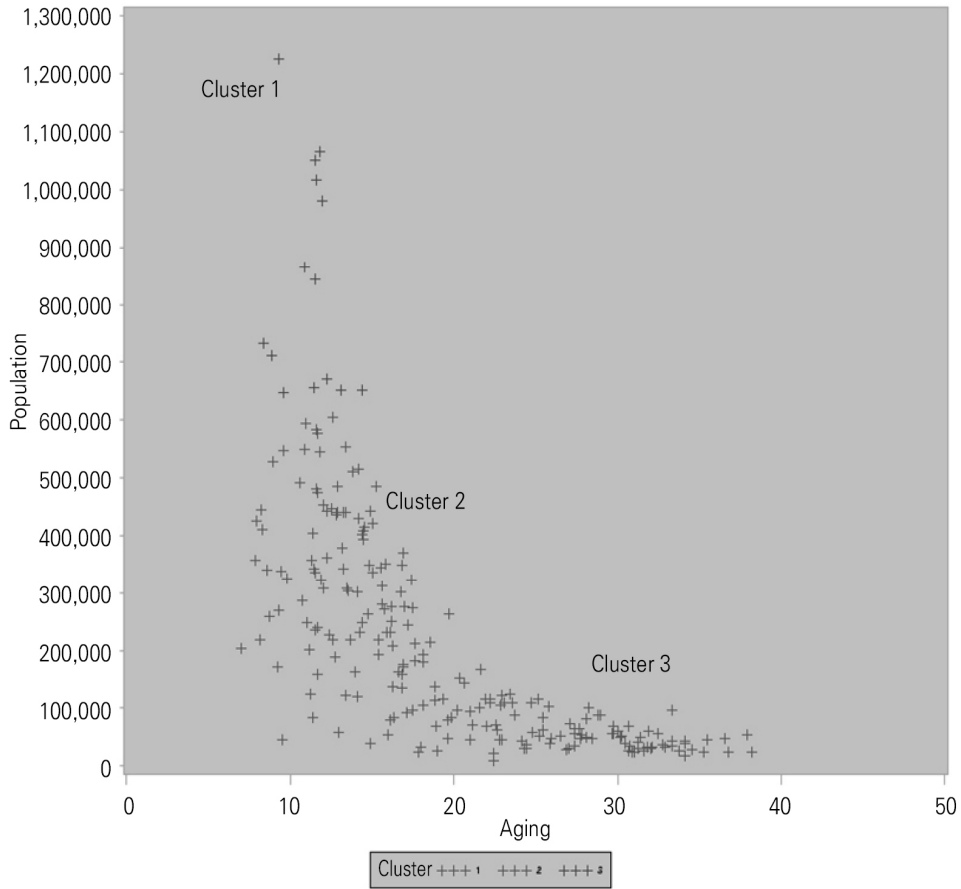


Figure 1. A scatterplot showing the number of population and proportion of over 65 years old of three clusters. Y-axis: the number of population. X-axis: percentage of people over 65 years old in the population.

지역이 IRS 지역으로 분류되어 전체 시군구를 투입한 모형과 차이를 보였다. Cluster 3의 14개 지역 중 9개 지역(64.3%)이 DRS, 4개 지역(28.6%)이 IRS로 분석되었다(Table 8).

고찰

1. 연구결과에 대한 고찰

229개 지자체 시군구의 지역별 흡연율 변이 및 지역별 특성을 분석한 결과, 첫째, 인구통계학적 특성 및 사회경제학적, 건강행태 요인의 변이를 확인하였으며, 이 중 흡연율의 지역 간 변이는 최대 16.9%p이었다. 특히 강원도, 경상북도 지역의 흡연율이 상대적으로 높아 이에 대한 적극적 대응이 필요함을 보여준다.

둘째, 229개 지자체 시군구를 단위로 지역별 흡연율의 변이에 영향을 주는 요인을 확인한 결과, 흡연율에 인구통계학적 요인인 성비와 고령인구 비율 지표가 통계적으로 유의한 관계가 있었다. 이는 선행 연구에서와 비슷한 결과였다. 또한 고위험 음주율 변수와도 유의한 관계가 있어, 음주행태가 나쁜 지역일수록 흡연율도 높다는 사실을 확인할 수 있었다. 복합적으로 건강행태가 취약한 지역에 대해서는 이를 조절할 수 있는 각 지역별 특성에 맞는 정책적 개입이 필요함을 알 수 있다. 또한 인구수가 많은 지역일수록 흡연율은 높게 나타났으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 이와 같은 지역별 건강행태의 차이는 지역사회 전체를 대상으로 수행되는 건강증진사업의 경우 반드시 고려되어야 하며, 사업을 전체적으로 볼 때 표준화된 기준과 지역 사회 특징을 적절히 반영한다면 그 효과성 또한 높아질 것으로 기대된다.

셋째, 흡연율과 통계적으로 유의한 관계를 보였던 변수인 성비, 고령인구 비율, 고위험 음주율과 인구수 변수를 군집분석에 투입하였는데, 지역별 특성을 군집화하는 데 주된 영향을 미친 변수는 인구수와 고령인구 비율이었다. Figure 1은 인구수와 고령인구 비율을 기준으로 군집별 시군구 분포를 시각화한 것으로, 시군구의 특성별로 군집화된 결과를 확인할 수 있다. 3개의 군집으로 분류하였을 때 시군구의 변이를 81.9% 정도 설명 가능하였다. Cluster 1은 중인구·고령인구 101개 지역, cluster 2는 중인구·저고령인구 114개 지역, cluster 3은 고인구·저고령인구 14개 지역이다. 이는 지역 간 격차를 분석하고자 시군구를 단위로 분석을 수행하는 경우 인구수나 인구비율과 같은 각 지자체의 특성을 반영하여 통제할 필요가 있음을 시사한다.

마지막으로 상대적 SE를 분석한 모형과 각 군집별로 SE를 분석한 모형을 비교한 결과 cluster 1과 cluster 3에서는 결과의 차이가 크게 드러나지 않았으나, cluster 2에서는 확연한 차이를 보였다. 이는 일정한 산출수준을 기준으로 투입의 양을 변경하는 방식인 투입기준 모형과 일정한 투입수준을 기준으로 산출의 양을 변경하는 방식인 산출기준 모형에서도 유사하게 나타났다. 전체 시군구 투입 모형에서 cluster 2에 해당하는 지역들의 대다수가 IRS를 나타나 투입수준 혹은 산출수준을 높여야 한다고 확인할 수 있었다. 하지만 cluster 2에 해당하는 시군구만을 기준으로 상대적 효율성을 분석한 결과, IRS를 보여주는 지역은 22개(19.3%), DRS를 보여주는 지역이 91개(79.8%)로 나타나 전술한 분석결과와 달랐다. 이는 지역별 금연사업의 효율성 평가 수행에 있어 지역별 차이를 반영하기 이전과 이후에 평가결과가 달라질 수 있다는 것을 보여준다.

2. 연구의 의의 및 제한점

건강 격차 및 건강불평등과 관련된 기존 연구들이 지적하듯이 지역 건강 격차를 줄이기 위해 건강수준과 보건의료서비스의 접근성, 질 뿐만 아니라 건강행태 및 환경요소에 관심을 갖는 것이 필요하다[20]. 또한 지역별로 건강불평등에 크게 영향을 미치는 요인들에 우선순위를 두고 정책을 추진할 필요가 있다[21].

본 연구는 최근 지역별 격차가 심화되고 있는 흡연율의 지역 간 변이 및 금연사업에 집중하여 분석을 수행함으로써 건강위해요소에 따른 지역 간 건강불평등 관련 기초자료를 제공한 데 의의가 있다. 또한 지역별 흡연율 격차를 줄이기 위해 긴요하게 활용되고 있는 전국 지자체 금연사업의 효율성을 분석함으로써 제도의 관리, 감독에도 기초자료를 제공하고자 하였다. 효율성 분석을 수행한 선행연구들은 주로 일부 지역들만을 대상으로 하거나, 전국을 대상으로 하더라도 특정 지역을 표본으로 하여 분석을 수행하였는데, 이러한 한계를 극복

하기 위해 본 연구는 전국 229개 지자체 시군구를 대상으로 분석을 수행하였다.

또한 선행연구들은 대부분 효율성 분석 시 지역별 특성을 반영하지 못하였지만, 본 연구는 지역별 특성을 반영하여 비교 가능한 지역끼리 군집화해 상대적 효율성을 측정하고자 하였다. 이를 통해 지역별 사업의 평가에 있어서 지역별 특성을 반영하지 않은 분석과 지역별 특성을 반영한 분석의 결과가 상이할 수 있음도 확인했다.

연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 2017년 보건소 및 지역사회 자료를 활용하여 분석을 수행하였으므로 횡단면분석이 지니는 일반적인 한계를 가진다. 흡연율의 변이에 영향을 미치는 요인으로 파악된 성비, 고령인구 비율 및 고위험 음주율 등이 흡연율과 상관관계가 있다고 해서 이들이 실제로 흡연율의 원인으로 해석하기는 어렵다. 본 연구에서도 해당 지표들의 군집분석에서의 활용성에 초점을 맞추었다.

둘째, 지역단위 연구는 개인단위 연구와는 달리 해당 지역에 속한 구성원들의 대푯값을 분석한 것이다. 따라서 이러한 지역단위 연구의 결과를 개인단위로 확대해석하는 ‘생태학적 오류’에 빠지지 않도록 유의하여야 한다[22,23].

셋째, 군집분석 수행 시 회귀분석을 통해 흡연율에 영향을 미치는 요인들을 선정하여 독립변수로 투입하였으나, 추후 지역별 특성을 반영할 수 있는 다양한 변수들을 검토하여 지역을 유형화하는 것이 필요하다. 단, 본 연구는 지역별 금연사업의 효율성을 평가하기 위하여 지역을 유형화하였고, 회귀분석을 통해 독립변수를 선정하였다.

넷째, DEA는 비모수적인 방법으로 이상치 혹은 극단치의 영향에서 자유롭지 못하며 통계적인 유의미성을 파악할 수 없다[24]. DEA는 1974년 Charnes 등[25]이 제안한 이후 다양한 연구자들에 의해 발전해 왔는데, 본 연구에서 적용한 모형은 CRS를 가정한 CCR (Charnes, Cooper, Rhodes) 모형[25]과 VRS를 가정한 BCC (Banker, Charnes and Cooper) 모형[26] 그리고 그들의 관계를 통해 산출한 SE 모형에 한정하였다.

다섯째, DEA의 투입변수가 지역별 ‘보건소 금연사업 지출금액’ 한 변수만이고 인력, 시설 등과 같은 다양한 변수들이 고려되지 않았다. 다만, 보건소 전체 사업에 대한 효율성 평가가 아닌 금연사업에 한정된 효율성 평가였다는 점, 또한 지출자료 안에 금연사업을 수행하는데 투입된 모든 자원이 투영되었다는 점을 고려하였다. 또한 상대적 효율성 분석의 산출요소로 금연클리닉 등록자수만을 선정하여 제한적인 성과 평가에 머무는 한계가 있다. 보건소에서 보고하고 있는 금연성공률 자료는 신뢰성이 확보되지 못하였다고 판단하여 분석에서 제외하였으며, 추후 연구에서는 산출요소로 보다 더 다양한 변수들을 고려할 필요가 있다.

3. 결론

최근 지역 간 건강 격차에 관한 논의가 가열되고 있으나, 여전히 지역 간 건강행태와 관련된 연구 및 논의는 부족한 실정이다. 건강행태에 대한 개선방안을 모색하고 보건정책을 수립하는 데 있어 건강행태를 단순히 개인의 책임으로만 인지하는 기존의 사고체계에서 벗어나, 보다 더 생태학적인 관점을 가질 수 있어야 하며 이를 위한 연구가 확대되어야 할 것이다. 본 연구에서는 지역단위 자료들을 통해 지역 간 차이가 해당 지역의 인구학적인 특성과 관련 있는 것을 확인한바, 지역별로 인구집단의 특성을 반영하여 정책적인 개입방안을 모색할 필요가 있다.

특히 금연사업의 경우 각 보건소별로 사업을 수행하고 있으며, 사업 성과의 상대적 평가를 위해 반드시 지역사회 특성이 반영되어야 한다. 또한 흡연행동의 유발에 단순 생리적 욕구만 작용하는 것이 아님을 고려하였을 때, 이에 영향을 미치는 생리적, 정신적, 사회적, 문화적인 요소들을 전반적으로 고려한 정책을 수립할 필요가 있다[27].

또한 자치 시군구 단위로 수행되고 있는 지역별 사업의 성과를 비교 평가하여 향후 지역사업의 개선 및 참고자료로 활용할 수 있도록 다양한 연구들이 수행되어야 할 것이다. 다만, 평가 목적에 부합하도록 지역의 인구학적, 사회경제학적 요인들을 감안하여 보다 더 정교한 평가가 이루어질 수 있도록 해야 한다.

ORCID

Heenyun Kim: <https://orcid.org/0000-0002-7013-6267>;

Da Ho Lee: <https://orcid.org/0000-0003-0093-7840>;

Ji Yun Jeong: <https://orcid.org/0000-0002-6269-4111>;

Yeo Jeong Gu: <https://orcid.org/0000-0002-9110-9225>;

Hyoung Sun Jeong: <https://orcid.org/0000-0001-9886-0389>

REFERENCES

1. Corburn J. Urban planning and health disparities: implications for research and practice. *Plan Pract Res* 2005;20(2):111-126. DOI: <https://doi.org/10.1080/02697450500414652>.
2. Lalonde M. A new perspective on the health of Canadians. Ottawa (ON): Minister of Supply and Services Canada; 1974.
3. Organization for Economic Cooperation and Development. Health at a glance 2019. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development; 2019.
4. World Health Organization. Report on the global tobacco epidemic. Geneva: World Health Organization; 2018.
5. U.S. Department of Health and Human Services. The health consequences of smoking: 50 years of progress: a report of the surgeon general. Atlanta (GA): U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health; 2014.
6. Ministry of Health and Welfare. Ministry of Health and Welfare white book. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2018.
7. Korea Centers for Disease Control and Prevention. Community Health Survey. Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2018.
8. KIM KY. Current status and prospects of smoking cessation services of community health centers. *Korea Health Promot Forum* 2017;(2):48-59.
9. Song TM. Analysis of relative efficiency of smoking cessation clinics at health center. *J Korean Soc Health Inf Stat* 2008;33(1):21-32.
10. Yoon KJ. Using DEA to measure the efficiency of local health centers. *Korean Policy Stud Rev* 1996;5(1):80-109.
11. Park CJ. Measuring production efficiency using data envelopment analysis: the case of public corporation medical centers. *Korean J Health Policy Adm* 1996;6(2):91-114.
12. Kim JH, Yoo WK. Productivity of the health center and efficient inputs & outputs in Kyungnam province. *Korean J Health Policy Adm* 1999;9(4):87-119.
13. Yoo KR. Measuring the productivity of public health centers: the case of the Jeollabuk province in Korea. *Korean Public Adm Rev* 2003;37(4):261-280.
14. Yoo KR. Evaluating the efficiency of local government bureaucracy: with application to public health centers. *Korea J Local Public Financ* 2008;13(2):1-26.
15. Han DW, Joung JY, Song JC. Measuring efficiency of public health program using traditional Korean medicine: a DEA approach. *Health Soc Welf Rev* 2010;30(2):484-518. DOI: <https://doi.org/10.15709/hswr.2010.30.2.484>.
16. Choi JW. A study on dynamic efficiency of health centers in Seoul: focused on DEA-Window. *Korean J Policy Anal Eval* 2014;24(1):163-189.
17. Kim HJ. Relative efficiency analysis and improvement plan of public

- medical institutions according to the medical delivery system. *J Public Soc* 2018;8(4):33-58.
18. Kim HH, Lee TS, Kim JM, Ahn TH. Small area categorization by socioeconomic characteristics for local government policy development. *Geogr J Korea* 2015;49(2):229-240.
 19. LEE JD, Oh DH. Theory of efficiency analysis: data envelopment analysis. Paju: Jiphil Media; 2012.
 20. Lee JH. The regional health inequity, and individual and neighborhood level health determinants. *Health Soc Welf Rev* 2016; 36(2): 345-384. DOI: <https://doi.org/10.15709/hswr.2016.36.2.345>.
 21. Kim SY, Yoon KC. An analysis of the regional differences of health inequality and the exploration of the factors causing the differences. *Korean J Local Gov Stud* 2011;15(4):31-57.
 22. Freedman DA. Ecological inference and the ecological fallacy: report prepared for the International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences (technical report no. 549) [Internet]. [place unknown]: [publisher unknown]; 1999 [cited 2019 Sep 30]. Available from: <http://www.stanford.edu/class/ed260/freedman549.pdf>.
 23. Piantadosi S, Byar DP, Green SB. The ecological fallacy. *Am J Epidemiol* 1988;127(5):893-904. DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a114892>.
 24. Folland S, Goodman AC, Stano M. The economics of health and health care. 5th ed. Upper Saddle River (NJ): Pearson Prentice Hall; 2007.
 25. Charnes A, Cooper WW, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units. *Eur J Oper Res* 1978;2(6):429-444. DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8).
 26. Banker RD, Charnes A, Cooper WW. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Manag Sci* 1984;30(9):1078-1092. DOI: <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>.
 27. Lasser K, Boyd JW, Woolhandler S, Himmelstein DU, McCormick D, Bor DH. Smoking and mental illness: a population-based prevalence study. *JAMA* 2000;284(20):2606-2610. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.284.20.2606>.