

# 보건의료체계와 코로나19 치명률의 연관성

이한솔<sup>1,2</sup> · 이시은<sup>1,3</sup> · 박지원<sup>4</sup> · 이유리<sup>1</sup>

<sup>1</sup>명지전문대학 보건의료정보과, <sup>2</sup>한국방송통신대학교 통계·데이터과학과, <sup>3</sup>가톨릭대학교 보건의료경영대학원, <sup>4</sup>연세대학교 일반대학원 의료법윤리학협동과정

## The Relationship between the Health System and the COVID-19 Case Fatality Rate

Hansol Lee<sup>1,2</sup>, Sieun Lee<sup>1,3</sup>, Jiwon Park<sup>4</sup>, Yuri Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Health and Medical Information, Myongji College; <sup>2</sup>Department of Data Science and Statistics, Korea National Open University; <sup>3</sup>Graduate School of Public Health and Healthcare Management, Catholic University; <sup>4</sup>Medical Law & Ethics, Yonsei University Graduate School, Seoul, Korea

**Background:** The coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic has led to socio-economic issues, highlighting the importance of strengthening health systems for future infectious diseases. This study aims to analyze the relationship between health system preparedness, response levels, and COVID-19 fatality rates across 194 countries.

**Methods:** This study examined various indicators of national health system preparedness and response, including health service delivery, health workforce, health information systems, essential medicines and health products, health financing, and leadership and governance.

**Results:** A correlation was found between the health system and the COVID-19 case fatality rate (CFR). Further examination of specific indicators within health service delivery, health workforce, health information systems, health financing, and leadership/governance showed significant correlations with the CFR. Multiple regression analysis, considering aging and urbanization rates, identified reproductive/maternal/newborn and child health, infectious diseases, nursing and midwifery personnel density, birth registration coverage, and out-of-pocket health expenditure as significant factors affecting the CFR.

**Conclusion:** Countries with strong health system indicators experience lower case fatality rate from COVID-19. Strengthening access to essential health services, increasing healthcare personnel and resources, ensuring reliable health information, and bolstering overall health systems are crucial for preparedness against future infectious diseases.

**Keywords:** Health system; COVID-19; Case fatality rate; Communicable diseases

### 서론

#### 1. 연구배경

2019년 12월 최초로 발생된 코로나19는 2023년 3월 29일 기준 누적 확진자 수 약 7억 6,100만 명, 누적 사망자 수 약 690만 명으로 보고되었으며, 누적 확진자 수와 사망자 수는 지속적으로 증가하고 있다[1]. 세계보건기구(World Health Organization, WHO)의 통계에 따르면

2020년부터 2021년까지 코로나19로 인한 초과 사망은 약 1,490만 명으로 추정되었다[2]. 코로나19의 장기화는 사회적 양극화 심화, 우울증 환자 및 자살률 증가, 고용불안정 등 사회경제적으로도 부정적인 영향을 가져오고 있다[3,4].

코로나19 대유행 기간에 전 세계 국가의 환자 사망률을 관찰한 결과, 코로나19에 감염되었을 때 조기에 의료서비스를 제공받은 국민의 생존 가능성이 높았다[5]. 또한 병원 병상 수 확대, 숙련된 의료진

Correspondence to: Yuri Lee  
Department of Health and Medical Information, Myongji College, 134 Gajwa-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03656, Korea

Tel: +82-2-300-1166, Fax: +82-2-300-1179, E-mail: wittyyurilee@gmail.com

\*이 논문은 2022 한국보건행정학회 후기학술대회 포스터 부문(2022년 11월 3-4일)

발표논문을 수정·보완하여 작성하였다.

Received: June 30, 2023, Revised: August 25, 2023, Accepted after revision: November 16, 2023

© 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.

의 훈련 및 고용 증대 등 보건의료체계가 확충된 국가일수록 코로나 19 확진자의 사망률이 낮았다[6-9]. 유럽의 경우, 해당 국가의 보건의료체계가 감염병으로 인한 공중보건 위기에 얼마나 대비되어 있는가, 의료인·병상 수·방역자원 등의 보건의료 인프라가 얼마나 확충되어 있는가에 따라 코로나19에 대한 대응수준이 상이했다[10]. 감염병의 장기화로 인해 여러 국가에서 의료전달체계 붕괴, 사회경제적 위험 증가, 건강불평등 초래 등 보건의료체계의 한계성과 강화의 필요성이 대두되었으며[11,12], 보건의료체계와 코로나19 치명률 간에 유의한 관계성이 있음을 짐작할 수 있다. 보건의료체계의 주요 주체가 되는 보건의료기관이 코로나19로 인해 발생하는 사망률 증가와 같은 순간적인 과부하를 처리할 수 있는 역량(surge capacity)을 갖추는 것이 필요하다[13,14].

보건의료체계 중 병원 침상 지표를 활용하여 코로나19 유행 시 대응을 위한 병원 역량을 평가한 케냐의 연구는 병원의 의료서비스 역량 강화가 필요함을 주장하였다[13]. 보건의료 지표가 코로나19에 미치는 영향을 연구한 논문에서는 공공재원이 코로나19의 인구당 사망자수와 치명률에 영향을 미치는 주요 요소라고 주장하였다[15]. 그러나 해당 연구는 코로나19 유행 초기인 2020년을 기준으로 하였으며 전 세계 국가 대상이 아닌 Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) 국가만을 대상으로 분석하였기에 일반화에 한계점이 존재한다. 이처럼 보건의료체계가 코로나19에 미치는 영향은 계속 논의되고 있지만, 보건의료체계와 전 세계 국가의 실증적 자료를 분석한 연구는 미비하다.

이에 본 연구에서는 감염병 대응에 필요한 기본 인프라인 보건의료체계의 준비 정도와 코로나19와의 관계성을 파악하고자 한다.

## 2. 연구목적

본 연구는 194개국의 보건데이터를 활용하여 국가의 보건의료체계 수준이 코로나19 치명률과 실질적으로 상관관계가 있는지 확인하고자 하였다. 이에 보건의료체계 세부 구성요소에 관한 주요 보건의료 성과지표와 코로나19 치명률 간의 상호 연관성을 검증하여 감염병에 대응을 위한 보건의료체계 강화의 당위성을 제시하고자 한다.

## 방 법

### 1. 변수 설정

WHO Global Health Observatory 보건의료체계 분류에 따른 6개 분류, 28개 세부지표를 독립변수로 설정하였으며 종속변수는 국가별 코로나19 치명률을 활용하였다. 본 연구에 사용한 지표 데이터는 각 국가별로 측정연도 기간 내에 이용 가능한 최신 정보를 기준으로 선정하였으며, 데이터의 출판연도는 데이터를 제공한 기관이 공식적으로 정보를 발표한 시점을 반영하였다(Figure 1).

#### 1) 보건의료체계

WHO Global Health Observatory에 따라 보건의료체계는 보건서비스 전달체계, 보건의료인력, 보건정보체계, 의약품 및 물자, 보건의료재정, 리더십과 거버넌스, 6가지로 분류하고, 28개 세부지표로 설정하였다[16] (Table 1).



Figure 1. Framework of six building blocks of health system and coronavirus disease 2019 (COVID-19) case fatality rate.

Table 1. Selected health system capacity and COVID-19 variables

Health system components	Source	Measurement year	Publication year	Access date
1. Health service delivery				
Hospital beds (per 10,000 population)	WHO	2007–2019	2020	2022. 6. 3
UHC Service Coverage Index	WHO	2015–2019	2021	2022. 6. 3
UHC Service Coverage sub-index on reproductive, maternal, newborn and child health	WHO	2019	2021	2022. 6. 3
UHC Service Coverage sub-index on infectious diseases	WHO	2019	2021	2022. 6. 3
UHC Service Coverage sub-index on noncommunicable diseases	WHO	2019	2021	2022. 6. 3
UHC Service Coverage sub-index on service capacity and access	WHO	2019	2021	2022. 6. 3
2. Human resources for health				
Density of medical doctors (per 10,000 population)	WHO	2012–2020	2022	2022. 6. 5
Density of nursing and midwifery personnel (per 10,000 population)	WHO	2014–2020	2022	2022. 6. 5
Density of dentists (per 10,000 population)	WHO	2014–2020	2022	2022. 6. 5
Density of pharmacists (per 10,000 population)	WHO	2014–2020	2022	2022. 6. 5
3. Health information system				
Civil registration coverage of birth	UNICEF	2012–2021	2022	2022. 6. 10
Civil registration coverage of cause-of-death	WHO	2000–2013	2015	2022. 6. 5
Ill-defined causes in cause-of-death registration	WHO	2007–2016	2018	2022. 6. 5
4. Essential medicines and health products				
Median availability of selected generic medicines (%)—public	WHO	2007–2013	2015	2022. 6. 8
Median availability of selected generic medicines (%)—private	WHO	2007–2013	2015	2022. 6. 8
Median consumer price ratio of selected generic medicines—public	WHO	2007–2013	2015	2022. 6. 8
Median consumer price ratio of selected generic medicines—private	WHO	2007–2013	2015	2022. 6. 8
Total density per 100,000 population: health posts	WHO	2013	2014	2022. 6. 8
Total density per 100,000 population: health centres	WHO	2013–2014	2016	2022. 6. 8
Total density per 100,000 population: district/rural hospitals	WHO	2013–2014	2016	2022. 6. 8
Total density per 100,000 population: provincial hospitals	WHO	2013	2016	2022. 6. 8
Total density per 100,000 population: specialized hospitals	WHO	2013	2016	2022. 6. 8
Total density per 100,000 population: hospitals	WHO	2013	2016	2022. 6. 8
5. Health financing				
Total expenditure on health as a percentage of gross domestic product	OECD	2019	2021	2022. 6. 10
Out-of-pocket expenditure on health as percentage of total health expenditure	World Bank	2019	2022	2022. 6. 11
Domestic general government health expenditure as percentage of general government expenditure	WHO	2019	2021	2022. 6. 8
6. Leadership and governance				
External resources for health as a percentage of total expenditure on health	World Bank	2019	2022	2022. 6. 11
Countries that have passed legislation on UHC	WHO	2017	2017	2022. 6. 8
COVID-19 indicator				
Case fatality rate	Our World in Data	2022. 6. 8		2022. 6. 10
Social indicator				
Population ages 65 and above	World Bank	2021	2022	2023. 4. 18
Urban population	World Bank	2021	2022	2023. 4. 18

COVID-19, coronavirus disease 2019; UHC, universal health coverage; WHO, World Health Organization; UNICEF, United Nations International Children's Emergency Fund; OECD, Organization for Economic Cooperation and Development.

첫째, 보건서비스 전달체계에 1만 명당 병상 수(hospital beds per 10,000 population)와 보편적 건강보장(universal health coverage, UHC) 서비스 범위 지수(UHC service coverage index) 및 하위지수(UHC service coverage sub-index)를 사용하여 생식, 산모, 신생아 및 아동 건강(reproductive, maternal, newborn and child health), 감염성

질환(infectious diseases), 비전염성 질환(noncommunicable diseases), 서비스 능력 및 접근성(service capacity and access)의 네 가지 지표를 포함하였다. 둘째, 보건의료인력의 경우, 1만 명당 의사 밀도(density of medical doctors per 10,000 population), 1만 명당 간호사 및 조산사 밀도(density of nursing and midwifery personnel per

10,000 population), 1만 명당 치과의사 밀도(density of dentists per 10,000 population), 1만 명당 약사 밀도(density of pharmacists per 10,000 population) 자료를 수집하였다. 셋째, 보건정보체계는 출생 시민등록 비율(civil registration coverage of birth) 및 사망원인 시민등록 비율(civil registration coverage of cause-of-death), 사망원인 미확정 비율(ill-defined causes in cause-of-death registration) 지표를 사용하였다. 넷째, 의약품 및 물자는 공공기관 및 사설기관의 선택된 일반 의약품의 중간 유통 가능성(median availability of selected generic medicines (%)—public/private), 공공기관 및 사설기관의 선택된 일반 의약품 중간 소비자 가격(median consumer price ratio of selected generic medicines—public/private), 인구 100,000명당 의료기관 밀도(total density per 100,000 population)를 포함하였다. 인구 100,000명당 의료기관 밀도는 보건소(health posts), 보건센터(Health centers), 지역/농촌 병원(district/rural hospitals), 지역 병원(provincial hospitals), 전문병원(specialized hospitals), 종합병원(hospitals) 각각의 밀도를 나타낸 값이다. 다섯째, 보건의료재정은 국내총생산 대비 총 의료지출(total expenditure on health as a percentage of gross domestic product), 총 의료지출 대비 본인부담률(out-of-pocket expenditure on health as percentage of total health expenditure) 지표를 사용하였다. 마지막으로, 리더십과 거버넌스는 UHC 관련 법안 보유(countries that have passed legislation on UHC), 총 의료지출 대비 의료분야 외부자원 비율(external resources for health as a percentage of total expenditure on health) 지표를 사용하였다.

의약품 및 물자의 공공기관 및 사설기관의 선택된 일반 의약품의 중간유통 가능성은 각 36, 38개국, 공공기관 및 사설기관의 선택된 일반 의약품 중간 소비자 가격 지표는 각 20, 22개국의 지표만 수집되었다. 더불어 보건의료재정의 국내총생산 대비 총 의료지출 또한 44개국의 지표만을 사용하였다.

## 2) 코로나19 치명률

코로나19 치명률(COVID-19 case fatality rate)은 2022년 6월 8일 기준 Our World In Data의 자료를 수집하였다[1]. 코로나19 치명률은 WHO에서 공시하고 있는 코로나19로 인한 누적 사망자 수를 누적 확진자 수로 나누어 구한 값이다. 사례 검출 및 정의, 검사방법 등은 나라와 지역에 따라 차이가 있을 수 있으나, WHO에 보고된 사례를 기반으로 하였다.

## 2. 통계 분석방법

보건의료체계의 세부지표들과 코로나19 치명률의 상관관계를 파악하기 위하여, 본 연구에서는 피어슨(Pearson) 상관분석과 단순회

귀분석을 실시하였으며 UHC 법안 유무와 같은 명목형 변수는 독립 표본 t검정을 실시하였다. Model 2는 65세 이상 인구비율을, model 3은 도시 인구비율을 공변량으로 설정하여 각각 보건의료체계 지표들이 코로나19 치명률에 미치는 영향을 분석하였다. Model 4에서는 65세 이상 인구비율과 도시 인구비율을 동시에 통제함으로써 보건의료체계 지표들과 코로나19 치명률 간에 미치는 종합적인 영향을 파악하였다. 모든 통계분석은 IBM SPSS ver. 28.0 통계프로그램(IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 활용하였으며, 결과의 통계학적 유의성을 판단하기 위해 95%의 신뢰구간과 양측 검정기준을 적용하였다.

## 3. 윤리적 고려

본 연구는 새로운 연구데이터를 수집하지 않았으며 기존에 확보되어 있는 2차 자료를 활용하였기에 연구 윤리적 문제는 배제됨에 따라 연구윤리심의(institutional review board)를 별도로 진행하지 않았다.

## 결 과

### 1. 지표의 일반 특성

대상 국가의 일반적 특성은 Table 2와 같다. 보건서비스 전달체계 중 인구 10,000명당 침상수의 평균은  $27.96 \pm 24.24$ 개, UHC 평균 지수는  $64.04 \pm 15.6$ 개이다. 보건의료인력의 의사 평균 밀도는  $19.53 \pm 17.55$ 명, 간호사 및 조산사 평균 밀도는  $63.59 \pm 11.72$ 명이다. 보건정보체계의 출생 시민등록 비율의 평균은  $83.5\% \pm 24.73\%$ , 사망원인 시민등록 비율의 평균은  $86.37\% \pm 22.02\%$ 이다. 의약품 및 물자 중 인구 100,000명당 보건소는 평균  $20.39 \pm 33.62$ 개, 지역/농촌 병원은  $1.15 \pm 2.52$ 개, 전문병원은  $2.6 \pm 24.21$ 개, 종합병원은  $2.21 \pm 5.06$ 개 있었다. 보건의료재정의 국내총생산 대비 총 의료지출 평균은  $8.41\% \pm 2.53\%$ , 총 의료지출 대비 본인부담률 평균은  $31.11\% \pm 18.93\%$ , 총 일반 정부 지출액 대비 국내 정부 의료지출 비율 평균은  $10.44\% \pm 5\%$ 이다. 리더십과 거버넌스의 UHC 관련 법안이 있는 나라는 73개국, 법안이 없는 나라는 121개국이고, 총 의료지출 대비 의료분야 외부자원 비율의 평균은  $9.52\% \pm 14.55\%$ 이다.

### 2. 보건의료체계 지표와 코로나19 치명률의 관계

국가의 보건의료체계 준비 및 대응수준 분석을 위해 설정된 6가지의 주요 지표와 코로나19 치명률의 관계는 Table 3과 같다. Model 1의 경우 보건의료체계와 코로나19 치명률 상관분석, model 2는 노령화 지수, model 3은 도시 인구비율, model 4는 2개의 공변량을 모두 보정

하여 다중회귀분석을 진행하였다.

보건서비스 전달체계의 경우 인구 만 명당 침상 수가 많아질수록 코로나19 치명률이 감소하였다( $\beta=-0.241, p=0.001$ ). UHC 범위 지수는 코로나19 치명률과 음의 상관관계를 보였으며( $\beta=-0.275, p<0.001$ ), UHC 범위의 하위지수 중에는 전염되지 않는 질병( $\beta=0.089, p=0.235$ )은 상관관계가 없었지만, 생식, 산모, 신생아 및 소아 건강( $\beta=-0.315, p<0.001$ ), 전염병( $\beta=-0.294, p<0.001$ ) 그리고 서비스 능력 및 접근성( $\beta=-0.265, p<0.001$ )이 높아질수록 낮은 치명률을 보였다. 보건의료인력 중 의사( $\beta=-0.244, p=0.001$ ), 간호사 및 조산사( $\beta=-0.305, p<0.001$ ), 치과의사( $\beta=-0.176, p=0.025$ ) 그리고 약사( $\beta=-0.209, p=0.008$ )의 밀도가 코로나19 치명률과 음의 상관관계를

나타내었다. 보건정보체계에서는 사망원인 미확정 비율은 상관성을 보이지 않았지만, 출생과 사망원인 시민등록 비율이( $\beta=-0.295, p<0.001$  와  $\beta=-0.214, p=0.024$ ) 높을수록 코로나19 치명률이 낮아지는 유의한 상관관계를 볼 수 있었다.

보건의료재정 측면에서는 국내총생산 대비 총 의료지출( $\beta=-0.329, p=0.031$ ), 전체 정부 지출 대비 보건에 대한 일반 정부 지출( $\beta=-0.192, p=0.010$ )이 높아질수록, 총 의료지출 대비 본인부담금( $\beta=0.383, p<0.001$ )이 낮아질수록 코로나19 치명률이 낮아지는 유의한 상관관계를 보였다. 리더십과 거버넌스와 코로나19 치명률의 상관관계를 검토해보았을 때, 총 의료지출 대비 의료분야 외부 자원 비율( $\beta=0.114, p=0.147$ )은 상관관계를 보이지 않았지만, UHC 관련 법안을

**Table 2.** Basic characteristics of health system and COVID-19 case fatality rate variables

Health system components	No.	Min	Max	Mean±SD
COVID-19 case fatality rate	186	0.02	18.18	1.52±1.72
Hospital beds (per 10,000 population)	178	1.0	143.0	27.96±24.24
UHC Service Coverage Index	183	25.0	89.0	64.04±15.6
UHC Service Coverage sub-index on reproductive, maternal, newborn and child health	184	0.15	95.64	73.32±16.71
UHC Service Coverage sub-index on infectious diseases	183	11.2	86.32	59.63±15.93
UHC Service Coverage sub-index on noncommunicable diseases	189	0.13	83.3	63.59±11.72
UHC Service Coverage sub-index on service capacity an access	187	0.15	100.0	65.74±29.44
Density of medical doctors (per 10,000 population)	193	0.2	84.2	19.53±17.55
Density of nursing and midwifery personnel (per 10,000 population)	194	1.1	229.5	48.08±45.95
Density of dentists (per 10,000 population)	167	0.1	17.0	4.24±3.96
Density of pharmacists (per 10,000 population)	167	0.1	26.3	4.52±4.71
Civil registration coverage of birth	172	2.7	100.0	83.5±24.73
Civil registration coverage of cause-of-death	117	0	100.0	86.37±22.02
Ill-defined causes in cause-of-death registration	114	2.0	46.0	12.46±9.59
Median availability of selected generic medicines (%)—public	36	0	100.0	58.25±27.04
Median availability of selected generic medicines (%)—private	38	3.0	100.0	65.97±25
Median consumer price ratio of selected generic medicines—public	20	1.0	33.0	4.65±7.08
Median consumer price ratio of selected generic medicines—private	22	1.0	86.0	9.61±17.67
Total density per 100,000 population: health posts	108	0	273.0	20.39±33.62
Total density per 100,000 population: health centers	110	0	141.0	6.9±17.83
Total density per 100,000 population: district/rural hospitals	124	0	26.0	1.15±2.52
Total density per 100,000 population: provincial hospitals	127	0	10.57	0.79±1.55
Total density per 100,000 population: specialized hospitals	128	0	272.6	2.6±24.21
Total density per 100,000 population: hospitals	137	0	56.45	2.21±5.06
Total expenditure on health as a percentage of gross domestic product	44	2.87	16.76	8.41±2.53
Out-of-pocket expenditure on health as percentage of total health expenditure	186	0.1	84.79	31.11±18.93
Domestic general government health expenditure as percentage of general government expenditure	187	0.63	24.21	10.44±5
External resources for health as a percentage of total expenditure on health	169	0	68.81	9.52±14.55
Countries that have passed legislation on UHC	194			73 (37.6%) <sup>†</sup>
Population ages 65 and above	192	13.46	100.0	60.23±22.92
Urban population	192	1.4	35.97	9.39±6.89

COVID-19, coronavirus disease 2019; SD, standard deviation; UHC, universal health coverage.

<sup>†</sup>The data includes the number of respondents who answered “yes,” along with the corresponding percentage of affirmative responses.

**Table 3.** Correlation between health system capacity and COVID-19 case fatality rate (N=194)

Health system components	COVID-19 case fatality rate										
	Model 1		Model 2			Model 3			Model 4		
	<i>r</i>	$\beta$	$R^2$	VIF	$\beta$	$R^2$	VIF	$\beta$	$R^2$	VIF	
<b>1. Health service delivery</b>											
Hospital beds (per 10,000 population)	-0.241**	-0.192*	0.083	1.098	-0.127	0.073	1.899	-0.129	0.088	1.899	
UHC Service Coverage Index	-0.275***	-0.251*	0.077	1.588	-0.206*	0.081	1.886	-0.187	0.082	2.376	
UHC Service Coverage sub-index on reproductive, maternal, newborn and child health	-0.315***	-0.290**	0.101	1.316	-0.272**	0.102	1.707	-0.258*	0.103	1.858	
UHC Service Coverage sub-index on infectious diseases	-0.294***	-0.259**	0.091	1.242	-0.236*	0.091	1.743	-0.220*	0.094	1.824	
UHC Service Coverage sub-index on noncommunicable diseases	0.089	0.115	0.051	1.016	0.062	0.064	1.013	0.084	0.075	1.056	
UHC Service Coverage sub-index on service capacity an access	-0.265***	-0.239*	0.071	1.668	-0.183	0.078	1.861	-0.163	0.079	2.442	
<b>2. Human resources for health</b>											
Density of medical doctors	-0.244**	-0.191*	0.068	1.370	-0.133	0.069	2.401	-0.100	0.075	2.590	
Density of nursing and midwifery personnel	-0.305***	-0.263**	0.099	1.220	-0.242**	0.097	1.687	-0.227*	0.101	1.741	
Density of dentists	-0.176*	-0.089	0.053	1.355	-0.029	0.060	1.766	0.033	0.076	2.004	
Density of pharmacists	-0.209**	-0.147	0.059	1.352	-0.110	0.058	1.915	-0.072	0.066	2.079	
<b>3. Health information system</b>											
Civil registration coverage of birth	-0.295***	-0.260**	0.091	1.324	-0.223*	0.104	1.309	-0.217*	0.105	1.461	
Civil registration coverage of cause-of-death	-0.214*	-0.138	0.064	1.063	-0.073	0.077	1.274	-0.046	0.099	1.308	
Ill-defined causes in cause-of-death registration	0.121	0.117	0.057	1.000	0.066	0.075	1.051	0.071	0.099	1.052	
<b>4. Essential medicines and health products</b>											
Median availability of selected generic medicines (%)—public	0.077	0.145	0.028	1.001	0.156	0.034	1.006	0.153	0.035	1.012	
Median availability of selected generic medicines (%)—private	0.308	0.277	0.083	1.004	0.273	0.076	1.001	0.277	0.083	1.004	
Median consumer price ratio of selected generic medicines—public	-0.119	-0.017	0.163	1.071	-0.116	0.056	1.000	-0.022	0.166	1.081	
Median consumer price ratio of selected generic medicines—private	-0.100	-0.089	0.127	1.015	-0.129	0.017	1.003	-0.059	0.173	1.034	
Total density per 100,000 population: health posts	-0.032	-0.030	0.030	1.000	-0.012	0.067	1.006	-0.013	0.072	1.007	
Total density per 100,000 population: health centers	-0.121	-0.133	0.053	1.004	-0.142	0.084	1.007	-0.144	0.090	1.007	
Total density per 100,000 population: district/rural hospitals	-0.016	-0.028	0.040	1.003	-0.037	0.054	1.008	-0.039	0.064	1.009	
Total density per 100,000 population: provincial hospitals	-0.059	-0.012	0.031	1.083	0.051	0.057	1.227	0.058	0.062	1.235	
Total density per 100,000 population: specialized hospitals	0.041	0.010	0.040	1.025	0.047	0.077	1.001	0.033	0.083	1.038	
Total density per 100,000 population: hospitals	-0.017	-0.013	0.040	1.000	-0.009	0.066	1.001	-0.009	0.073	1.001	
<b>5. Health financing</b>											
Total expenditure on health as a percentage of gross domestic product	-0.329*	-0.359	0.111	1.398	-0.105	0.287	1.281	-0.112	0.287	1.744	
Out-of-pocket expenditure on health as percentage of total health expenditure	0.383***	0.347***	0.157	1.115	0.332***	0.174	1.094	0.323***	0.175	1.147	
Domestic general government health expenditure as percentage of general government expenditure	-0.194**	-0.115	0.059	1.344	-0.065	0.081	1.428	-0.029	0.088	1.602	
<b>6. Leadership and governance</b>											
External resources for health as a percentage of total expenditure on health	0.114	-0.008	0.055	1.358	-0.030	0.076	1.326	-0.095	0.096	1.539	
Countries that have passed legislation on UHC	-3.475** (T) <sup>†</sup>										

Impact of health system capacity indicators on COVID-19 case fatality rate with adjustment for demographic covariates. The number of variables presented in Table 1 was used for analysis. Model 1: Pearson correlation analysis between Health system and COVID-19 case fatality rate; model 2: regression analysis adjusted by Population ages 65 and above; model 3: regression analysis adjusted by Urban population; and model 4: regression analysis adjusted by Population ages 65 and above and Urban population.

COVID-19, coronavirus disease 2019; VIF, Variance inflation factor; UHC, universal health coverage.

\* $p < 0.05$ . \*\* $p < 0.01$ . \*\*\* $p < 0.001$ . <sup>†</sup>By independent sample *t*-test between health system and COVID-19 case property rate.

가진 나라가 법안이 없는 나라에 비해 코로나19 치명률이 낮은 것으로 나타났다( $t=-3.475, p=0.001$ ).

의약품 및 물자의 세부지표인 공공기관 및 사설기관의 선택된 일반의약품의 중간 유통 가능성( $\beta=0.077, p=0.654$ ;  $\beta=0.308, p=0.060$ )과 공공기관 및 사설기관의 선택된 일반 의약품 중간 소비자 가격( $\beta=-0.119, p=0.616$ ;  $\beta=-0.100, p=0.658$ ) 등이 코로나19 치명률과 상관관계가 없었으며, 인구 10만 명당 의료기관 밀도 또한 코로나19 치명률과의 상관관계를 보이지 않았다. 이렇듯 국가의 보건의료체계 준비 및 대응 수준과 코로나19 치명률 간에는 대부분 유의한 상관관계를 나타내지 못하였다.

보건의료체계의 세부지표 중 노령화 지수를 보정하여 코로나19 치명률과의 상관성은 다음과 같이 확인되었다. 보건서비스 전달체계의 UHC 서비스 범위 하위지수인 생식, 산모, 신생아 및 아동 건강( $\beta=-0.290, p=0.001$ )이 가장 높은 음(-)의 상관성을 미쳤으며, 보건의료재정의 총 의료지출 대비 본인부담률이 가장 높은 양(+)의 상관성을 나타내고 있었다. 보건서비스 전달체계의 항목에서는 UHC 중 비전염성 질환을 제외한 병원 침상수( $\beta=-0.192, p=0.013$ ), UHC 서비스 범위 지수( $\beta=-0.251, p=0.007$ ) 및 하위지수인 감염성 질환( $\beta=-0.259, p=0.001$ ), 서비스 능력 및 접근성( $\beta=-0.239, p=0.011$ )에서 모두 음의 상관성을 미치는 것을 확인하였다. 그 외 지표 중 유의한 지표는 보건의료인력 중 의사( $\beta=-0.191, p=0.024$ )와 간호사 및 조산사( $\beta=-0.263, p=0.001$ ) 밀도, 보건정보체계의 출생 시민등록 비율( $\beta=-0.260, p=0.003$ )이었다.

보건의료체계가 코로나19 치명률에 미치는 관계에 도시 인구비율을 보정한 결과, 보건서비스 전달체계 중에서 UHC 서비스 범위 지수( $\beta=-0.206, p=0.039$ )와 하위지수인 생식, 산모, 신생아 및 아동 건강( $\beta=-0.272, p=0.004$ ), 감염성 질환( $\beta=-0.236, p=0.014$ )이 유의한 음(-)의 결과를 나타냈으며, 보건의료인력의 간호사 및 조산사의 밀도( $\beta=-0.242, p=0.009$ )와 보건정보체계의 출생 시민등록 비율( $\beta=-0.223, p=0.009$ ) 지표가 코로나19 치명률과의 연관을 보였다. 보건의료재정 지표 중에서는 총 의료지출 대비 본인부담률( $\beta=0.332, p<0.001$ )이 높아질수록 코로나19 치명률 또한 높아지는 유의한 양(+)의 상관성을 확인하였다.

Model 4는 노령화 지수와 도시 인구비율 모두 보정한 후 보건의료체계와 코로나19 치명률 간의 연관성을 분석한 것으로, UHC 서비스 범위 하위지수인 생식, 산모, 신생아 및 아동건강( $\beta=-0.258, p=0.009$ ), 감염성 질환( $\beta=-0.220, p=0.025$ )이 치명률에 연관이 있는 요인으로 나타났으며, 간호사 및 조산사 밀도( $\beta=-0.227, p=0.015$ ), 출생 시민등록 비율( $\beta=-0.217, p=0.017$ ), 총 의료지출 대비 본인부담률( $\beta=0.323, p<0.001$ )도 치명률에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

## 고 찰

### 1. 논의

본 연구에서는 194개국의 보건의료체계 준비 및 대응 대비 코로나19 치명률을 분석하여 국가의 보건의료체계 수준이 코로나19 치명률에 실질적으로 어떠한 연관이 있는지를 확인하고자 하였다. 그 결과 의약품 및 물자를 제외하고 보건의료체계 역량이 높은 국가들이 상대적으로 낮은 코로나19 치명률을 보였다.

세부적으로 보건서비스 전달체계의 경우, UHC 범위의 하위지수 중 생식, 산모, 신생아 및 아동 건강과 감염병 지표가 증가할수록 코로나19 치명률이 감소하는 경향을 보였다. 또한 보건의료인력의 간호사 및 조산사 밀도와 보건정보체계의 출생 시민등록 비율이 높을수록 코로나19 치명률이 낮아지는 결과가 나타났다. 보건의료재정 측면에서는 총 의료지출 대비 본인부담금이 낮을수록 코로나19 치명률이 낮았다. 이러한 결과를 바탕으로 보건서비스 전달체계, 보건의료인력, 보건의료재정의 지표 등이 코로나19 치명률 간의 상관관을 미치는 주요 변수로 고려되었다. 더불어 상관분석과 노령화 지수, 도시 인구비율을 각각 보정한 다중회귀분석을 통해 UHC 범위 지수와 코로나19 치명률 간 통계적으로 유의한 관계가 있음을 확인하였다. 그러나 노령화 지수와 도시 인구비율을 동시에 보정하였을 때는 상관관계가 통계적으로 유의하지 않았다. 침상수, UHC 범위 하위지수의 서비스 능력 및 접근성, 의사 밀도의 지표는 고려하고자 하는 지표에 따라 결과가 상이하였다. ‘노령화 지수’를 고려하였을 때는 코로나19 치명률에 상관관계를 보였지만, ‘도시 인구비율’을 고려하였을 때는 유의한 결과가 나타나지 않았다. 그 외에도 치과 의사와 약사의 밀도, 사망원인 등록 비율, 국내총생산 대비 총 의료지출, 그리고 전체 정부 지출 대비 보건에 대한 정부 지출 등은 상관분석에서 유의한 관계를 나타내었으나, 다중회귀분석에서는 통계적 유의성을 확인할 수 없었다. 이러한 결과로부터 보건의료체계와 노령화 지수 및 도시 인구비율이 궁극적으로 코로나19 치명률과 유의미한 상관성을 미친다는 것을 시사한다.

이러한 연구의 결과는 여러 선행연구 결과와 일치한다. 기존 연구들은 코로나19 상황에서 의료인력 분포와 의료서비스 제공능력 수준에 따른 분석을 통해 보건 인프라 확충의 중요성을 주장하고 있다 [6,7,17]. 또한 침상수, UHC 범위 지수 및 하위지수는 해당 국가의 의료 역량을 대표하는 지표로, 보건복지체계의 발전을 위한 정책방향 결정과 핵심 역량으로 인식되고 있다 [18,19]. 다른 선행연구에서는 UHC 지수가 높은 국가가 코로나19 대응에 더 나은 성과를 거두었음을 확인하며, 효과적인 UHC를 제공하는 국가가 중요하다는 점을 강조한다 [20]. Lal 등 [21]의 연구는 감염병 대응과정을 통해 의료정보시스템 구축의 중요성을 언급하며, 의료정보시스템 강화를 통해 감염

병 대응역량을 강화해야 한다고 주장하였다. 또한 다른 연구들은 코로나19와 같은 감염병 위기에 대응하기 위해서는 보건의료재정 측면의 강화가 필요하다고 강조하거나[22,23], 코로나19를 통해 부각된 보건의료서비스의 구조적 불평등을 해결하기 위하여 국가들에서 UHC 법률의 제정을 확대하고, UHC 법률이 없는 국가에서는 채택을 강조하는 연구들이 있다[24]. 이러한 연구들은 보건의료서비스와 관련된 다양한 측면에서 개선과 발전이 필요하다는 것을 나타내고 있다.

즉 보건의료서비스 전달에 있어서 침상 수가 많을수록 확진자 치료, 감염예방 및 관리 등을 실시할 수 있으며, UHC 지수가 높을수록 의료서비스 접근성이 보장되어 있으므로 코로나19에 대응할 수 있는 인프라가 충분하다는 것을 시사한다.

보건의료인력 세부지표인 의사, 간호사 및 조산사, 치과의사, 약사의 밀도 지표는 국가의 의료인력 분포와 의료서비스 제공능력을 파악하는 데에 유용하다. 국가는 의료인력의 적정 분배와 균형적인 배치를 통해 의료서비스 제공능력을 강화할 필요가 있다[25,26]. 이를 통해 국가는 인구의 건강과 복지를 향상할 수 있으며, 코로나19와 같은 감염병 대응능력도 강화할 수 있다[27,28].

보건정보체계의 출생 시민등록 비율이 높을수록 인구통계 및 보건 의료서비스 제공에 정확한 자료를 제공할 수 있다[29]. 또한 사망원인 시민등록 비율은 사망원인이 정확하게 기록된 비율을, 사망원인 미확정 비율은 사망원인이 확인되지 않은 비율을 나타낸다. 이러한 비율은 사망자 수 파악에 중요한 역할을 한다. 출생과 사망원인 시민등록 비율이 높을수록 보건정보체계가 정확하게 운영되고 있음을 의미하며, 이는 국가가 상황 대응에 필요한 신속하고 정확한 데이터를 확보할 수 있다는 것을 보여준다[30]. 따라서 출생 시민등록 비율 및 사망원인 시민등록 비율을 높여 효과적인 보건정보체계를 구축하는 것이 중요하다. 이를 통해 정확하고 신뢰할 수 있는 인구통계 데이터를 수집하여 보건의료서비스를 개선함으로써 국가의 건강과 복지수준을 향상할 수 있다[31].

의약품 및 물자의 선택된 일반 의약품의 중간 유통 가능성은 특정 국가 또는 지역의 사설기관에서 선택된 의약품이 얼마나 유통 가능한지를 나타내며, 선택된 일반 의약품 중간 소비자 가격은 해당 지역의 평균 소비자 가격이 얼마나 높은지를 나타낸다. 이와 더불어 인구 100,000명당 의료기관 밀도를 통해 보건의료 인프라와 인력 분포를 평가할 수 있다. 본 연구에서 의약품 및 물자와 치명률의 상관성을 명확하게 파악할 수는 없었다. 의료기관의 경우 음의 방향으로 역상관 관계를 보였지만 통계적으로 유의하지는 않았고, 의약품은 표본의 수가 제한적이어서 결과 분석에 오류가 발생하였을 수 있었다. 따라서 추가적인 연구와 향후 광범위한 분석을 통해 이러한 관계를 더 자세히 알아낼 수 있을 것으로 기대된다.

보건의료재정의 세부지표인 국내총생산 대비 총 의료지출이 높을수록 해당 국가가 보건분야에 대한 투자가 높다는 것을 의미한다. 총 의료비 지출 대비 본인부담률은 보험체계나 보건복지시스템이 발전하지 않은 경우 높게 나타난다. 이는 나라의 보건분야 투자와 보건복지 발전 수준을 파악하는 데 유용하다. 낮은 사회경제적 지표를 가진 국가에서 심장병과 같은 질환 지표가 높게 나타나며, 이는 코로나19 사망률이 영향을 준다[32]. 반면, 국가의 보건재정 국가의 보건의료재정이 충분하면 백신, 예방접종 및 검사 등에 대한 인프라를 강화할 수 있다[33]. 또한 개인의 보건의료재정 지출 부담이 적은 나라의 사람들이 재정적 어려움 없이 코로나19 관리를 받을 수 있다[34].

리더십과 거버넌스 분야의 총 의료지출 대비 의료분야 외부자원 비율은 국가의 보건복지체계 발전에 대한 국내 자원이 한계가 있는 경우 높게 나타날 수 있다. UHC 정책을 수립한 나라는 국민의 건강을 보호하고 증진하기 위해 보건복지체계를 구축하고 있음을 의미하며, 코로나19를 통해 UHC 달성의 필요성은 더욱 대두되었다[35]. 따라서 UHC 법안이 존재할 경우 재정적 부담 없이 코로나19 백신 및 치료제에 접근하였을 가능성이 높다는 것을 뜻하며, 국민의 코로나19 예방 및 치료에 소외되는 계층이 비교적 적어 낮은 사망률로 이어졌을 수 있음을 시사한다[36].

본 연구는 생태학적 분석법을 활용하여 보건의료체계와 코로나19 치명률 간의 연관성은 확인하였지만, 구조적인 인과관계를 포함한 영향력을 규명하는 데는 제한적이었다. 보다 심도 있는 인과성을 파악하기 위해서는 무작위대조군연구(randomized controlled trials), 유사실험연구, 코호트 연구, 환자-대조군 분석 등의 연구가 요구되며 본 연구결과를 기반으로 보건의료체계 발전에 이바지할 수 있는 후속 연구가 이루어지기를 바라는 바이다. 연구에서 활용한 국가별 데이터는 최신 공개 정보에 기반하고 있지만, 다양한 연도에 걸쳐 정보 편향의 가능성이 있으며, 특히 일부 국가에서 보고되지 않은 보건의료체계 및 코로나19 치명률은 이러한 편향을 증가시킬 수 있다. 또한 각국의 코로나19 검사와 확진자 등록방식 및 기준이 다를 수 있으며, 코로나19 사망률 측정을 치명률만으로 확정 짓기 어려울 수 있다[37]. 더욱이 코로나19 이전에 측정된 보건의료체계 지표가 현재의 치명률과 상관성 분석에 편향을 줄 가능성도 고려해야 하며, 이는 연구결과 의 타당성과 일반화 가능성을 제한할 수 있다. 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 향후 코로나19와 같은 범세계적 감염병 대응을 위한 보건의료체계 강화를 위한 촉진에 기여할 수 있다. 또한 추후 발생할 수 있는 감염병에 대비하여, 보건의료체계를 구성하는 필수 의료 서비스에 대한 접근성 강화, 의료인력 및 재정 확대, 의료정보의 완전성 확보뿐 아니라 보건의료 관련 법안 구축 등 국가들의 전반적인 보건의료체계에 대한 보완의 필요성을 시사한다.



## 2. 결론

향후 보건의료체계 보완방안에 대해 더 세부적으로 제시하자면, 인구 만 명당 침상 수를 늘리고, 보건의료서비스의 전달 및 접근성 향상을 통해 감염병 치명률을 낮추도록 노력하여야 할 것이다. 의사, 간호사 및 조산사, 치과의사 등 의료서비스 제공인력이 보다 확대되어야 한다. 보건분야에 대한 정부의 지출비율을 높이고, 국민 개인의 본인 부담금 지출을 낮출 수 있도록 보건의료재정 구조를 개편하여야 한다. 또한 UHC 관련 법안을 제정 및 개정함으로써 제도적 틀을 확보하여 코로나19 이후 발생할 수 있는 범세계적 감염병에 대비하는 것이 요구된다.

마지막으로 향후 연구에 대해 다음과 같이 제언하고자 한다. 국가 단위의 생태학적 연구를 진행한 본 연구의 메커니즘을 구체화하기 위하여 보건의료체계와 코로나19 치명률의 상관성에 대한 사례 기반의 연구를 제안한다. 더불어 본 연구에서는 WHO에서 제시한 “six building blocks”와 코로나19 치명률의 관계만 확인하였지만, “OECD health at a glance” 등과 같은 보건의료 지표가 수집된 자료를 통해 세부지표를 더욱 확대하여 분석하고, 코로나19 결과 지표뿐 아니라 코로나19를 측정할 수 있는 다른 결과변수도 고려할 필요가 있다. 또한 노령화 지수와 도시 인구비율 외에도 특정 질병에 대한 유병률, 경제 지표 등을 공변량으로 설정하여 국가별 특성을 고려한 분석이 진행되기를 제안한다. 더 나아가 코로나19 대유행을 통해 드러난 보건의료체계의 취약성을 파악한 본 연구결과를 바탕으로 보건의료체계의 역량 강화 방안을 모색하고, 국가별로 차이가 있을 수 있는 대응전략을 분석하는 연구가 이루어지기를 기대한다.

## 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 논문은 2020년도 정부의 재원으로 한국연구재단 신진연구자지원사업의 지원을 받아 수행되었다(2020S1A5A8047653).

## ORCID

Hansol Lee: <https://orcid.org/0000-0003-1727-3032>;

Sieun Lee: <https://orcid.org/0000-0003-4903-1783>;

Jiwon Park: <https://orcid.org/0000-0002-2763-7293>;

Yuri Lee: <https://orcid.org/0000-0002-2780-7678>

## REFERENCES

1. Our World in Data. Daily new confirmed COVID-19 cases per million people [Internet]. Oxford: Our World in Data; 2019 [cited 2023 Mar 29]. Available from: <https://ourworldindata.org/explorers/coronavirus-data-explorer?zoomToSelection=true&time=2020-03-01..latest&facet=none&country=USA~GBR~CAN~DEU~ITA~IND&pickerSort=asc&pickerMetric=location&Metric=Confirmed+cases&Interval=7-day+rolling+average&Relative+to+Population=true&Color+by+test+positivity=false>
2. World Health Organization. Global excess deaths associated with COVID-19, January 2020–December 2021 [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2022 [cited 2023 Apr 28]. Available from: <https://www.who.int/data/stories/global-excess-deaths-associated-with-covid-19-january-2020-december-2021>
3. Kim JY. The factors explaining the change of depressive symptoms during the COVID-19 pandemic: satisfactions of friendship or leisure. *Survey Res* 2023;24(1):155-177. DOI: <https://doi.org/10.20997/SR.24.1.5>
4. Shin EH, Chang SR, Suh YY, Kim YR. Analysis of news issues related to disaster-vulnerable class in the COVID-19 epidemic period: focusing on analysis of news articles using topic modeling. *Korean J Soc Welf Stud* 2023;54(1):217-253. DOI: <https://doi.org/10.16999/kasws.2023.54.1.217>
5. Khafaie MA, Rahim F. Cross-country comparison of case fatality rates of COVID-19/SARS-COV-2. *Osong Public Health Res Perspect* 2020;11(2):74-80. DOI: <https://doi.org/10.24171/j.phrp.2020.11.2.03>
6. Farzanegan MR, Feizi M, Gholipour HF. Globalization and the outbreak of COVID-19: an empirical analysis. *J Risk Financ Manag* 2021;14(3):105. DOI: <https://doi.org/10.3390/jrfm14030105>
7. Ergonul O, Akyol M, Tanriover C, Tiemeier H, Petersen E, Petrosillo N, et al. National case fatality rates of the COVID-19 pandemic. *Clin Microbiol Infect* 2021;27(1):118-124. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.09.024>

8. Rajgor DD, Lee MH, Archuleta S, Bagdasarian N, Quek SC. The many estimates of the COVID-19 case fatality rate. *Lancet Infect Dis* 2020;20(7):776-777. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30244-9](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30244-9)
9. Acar A. Global coronavirus research: connections between the spread of COVID-19 and Japanese culture [Internet]. Kyoto: Kimono Tea Ceremony Kyoto Maikoya; 2020 [cited 2023 Apr 24]. Available from: <https://mai-ko.com/travel/culture-research/global-coronavirus-research-connection-between-the-spread-of-covid-19-and-japanese-culture/>
10. Kim NS, Song ES, Park EJ, Jun JN, Byun JH, Moon JH. Comparative analysis of the impact of European national health systems on COVID-19 response. Sejong: Korea Institute for Health and Social Affairs; 2020.
11. Kharel M, Sakamoto JL, Carandang RR, Ulambayar S, Shibamura A, Yarotskaya E, et al. Impact of COVID-19 pandemic lockdown on movement behaviours of children and adolescents: a systematic review. *BMJ Glob Health* 2022;7(1):e007190. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2021-007190>
12. McKee M. Drawing light from the pandemic: a new strategy for health and sustainable development: a review of the evidence. Geneva: World Health Organization; 2021.
13. Barasa EW, Ouma PO, Okiro EA. Assessing the hospital surge capacity of the Kenyan health system in the face of the COVID-19 pandemic. *PLoS One* 2020;15(7):e0236308. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236308>
14. Blumenberg A, Hendrickson R, Noble M. COVID-19 and surge capacity in U.S. hospitals. *The Hospitalist* [Internet]. 2020 Apr 9 [cited 2020 July 23]. Available from: <https://www.the-hospitalist.org/hospitalist/article/220527/coronavirus-updates/covid-19-and-surge-capacity-us-hospitals>
15. Kim MJ. Influence of healthcare indicators on COVID-19 in OECD countries [dissertation]. Seoul: Chung-Ang University; 2021.
16. World Health Organization. The Global Health Observatory: health systems strengthening [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2017 [cited 2023 Apr 28]. Available from: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/health-systems-strengthening>
17. Haq FU, Rahman SU, Imran M, Romman M, Shah A, Aslam Z, et al. COVID-19 among health care workers and their impact on the health care system in a teaching hospital in Pakistan: a cross sectional observational study. *Health Sci Rep* 2022;6(1):e975. DOI: <https://doi.org/10.1002/hsr2.975>
18. Ravaghi H, Alidoost S, Mannion R, Belorgeot VD. Models and methods for determining the optimal number of beds in hospitals and regions: a systematic scoping review. *BMC Health Serv Res* 2020;20(1):186. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12913-020-5023-z>
19. Ranabhat CL, Kim CB, Singh A, Acharya D, Pathak K, Sharma B, et al. Challenges and opportunities towards the road of universal health coverage (UHC) in Nepal: a systematic review. *Arch Public Health* 2019;77:5. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13690-019-0331-7>
20. Hussain R, Arif S. Universal health coverage and COVID-19: recent developments and implications. *J Pharm Policy Pract* 2021;14(1):23. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40545-021-00306-x>
21. Lal A, Ashworth HC, Dada S, Hoemeke L, Tambo E. Optimizing pandemic preparedness and response through health information systems: lessons learned from Ebola to COVID-19. *Disaster Med Public Health Prep* 2022;16(1):333-340. DOI: <https://doi.org/10.1017/dmp.2020.361>
22. Kwon S, Kim E. Sustainable health financing for COVID-19 preparedness and response in Asia and the Pacific. *Asian Econ Policy Rev* 2022;17(1):140-156. DOI: <https://doi.org/10.1111/aepr.12360>
23. Eisenberg MD, Barry CL, Schilling CL, Kennedy-Hendricks A. Financial risk for COVID-19-like respiratory hospitalizations in consumer-directed health plans. *Am J Prev Med* 2020;59(3):445-448. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2020.05.008>
24. Barron GC, Koonin J. A call to action on UHC commitments. *Lancet* 2021;397(10292):2335-2336. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01014-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01014-X)
25. Kabene SM, Orchard C, Howard JM, Soriano MA, Leduc R. The importance of human resources management in health care: a global context. *Hum Resour Health* 2006;4:20. DOI: <https://doi.org/10.1186/1478-4491-4-20>
26. Dussault G, Franceschini MC. Not enough there, too many here: understanding geographical imbalances in the distribution of the health workforce. *Hum Resour Health* 2006;4:12. DOI: <https://doi.org/10.1186/1478-4491-4-12>
27. Karan A, Negandhi H, Hussain S, Zapata T, Mairembam D, De Graeve H, et al. Size, composition and distribution of health workforce in India: why, and where to invest? *Hum Resour Health* 2021;19(1):39. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12960-021-00575-2>
28. Waitzberg R, Hernandez-Quevedo C, Bernal-Delgado E, Estupinan-Romero F, Angulo-Pueyo E, Theodorou M, et al. Early health system responses to the COVID-19 pandemic in Mediterranean countries: a tale of successes and challenges. *Health Policy* 2022;126(5):465-475. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2021.10.007>
29. Suthar AB, Khalifa A, Yin S, Wenz K, Ma Fat D, Mills SL, et al.

- Evaluation of approaches to strengthen civil registration and vital statistics systems: a systematic review and synthesis of policies in 25 countries. *PLoS Med* 2019;16(9):e1002929. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002929>
30. Sankoh O, Dickson KE, Faniran S, Lahai JI, Forna F, Liyosi E, et al. Births and deaths must be registered in Africa. *Lancet Glob Health* 2020;8(1):e33-e34. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(19\)30442-5](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(19)30442-5)
  31. Schmidt M, Schmidt SA, Adelborg K, Sundboll J, Laugesen K, Ehrenstein V, et al. The Danish health care system and epidemiological research: from health care contacts to database records. *Clin Epidemiol* 2019;11:563-591. DOI: <https://doi.org/10.2147/CLEP.S179083>
  32. El-Khatib Z, Otu A, Neogi U, Yaya S. The association between out-of-pocket expenditure and COVID-19 mortality globally. *J Epidemiol Glob Health* 2020;10(3):192-193. DOI: <https://doi.org/10.2991/jegh.k.200725.001>
  33. Montgomery MP, Eckert M, Hofmeister MG, Foster MA, Weng MK, Augustine R, et al. Strategies for successful vaccination among two medically underserved populations: lessons learned from hepatitis A outbreaks. *Am J Public Health* 2021;111(8):1409-1412. DOI: <https://doi.org/10.2105/AJPH.2021.306308>
  34. Khan JR, Awan N, Islam MM, Muurlink O. Healthcare capacity, health expenditure, and civil society as predictors of COVID-19 case fatalities: a global analysis. *Front Public Health* 2020;8:347. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00347>
  35. Ranabhat CL, Jakovljevic M, Kim CB, Simkhada P. COVID-19 pandemic: an opportunity for universal health coverage. *Front Public Health* 2021;9:673542. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.673542>
  36. Armocida B, Formenti B, Palestra F, Ussai S, Missoni E. COVID-19: universal health coverage now more than ever. *J Glob Health* 2020;10(1):010350. DOI: <https://doi.org/10.7189/jogh.10.010350>
  37. World Health Organization. The true death toll of COVID-19: estimating global excess mortality [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2021 [cited 2023 Apr 24]. Available from: <https://www.who.int/data/stories/the-true-death-toll-of-covid-19-estimating-global-excess-mortality>