

키워드 네트워크 분석과 토픽모델링을 활용한 감염병 분야 연구 동향 분석

- 코로나19, 인플루엔자, SFTS, 뎅기를 중심으로 -

An Analysis of Research Trends in Infectious Diseases Using Keyword Network Analysis and Topic Modeling: Focusing on COVID-19, Influenza, SFTS, Dengue

김 주 섭 (Juseop Kim)* 이 승 태 (Seungtae Lee)**
금 호 진 (Hyojin Geum)*** 송 아 름 (Areum Song)****
김 선 태 (Suntae Kim)*****

초 록

본 연구는 감염병 대응 전략 수립의 근거자료를 제공하기 위하여 4대 감염병(코로나19, 인플루엔자, SFTS, 뎅기)의 연구 동향에 대하여 분석하였다. Web of Science의 데이터를 활용해 키워드 네트워크 분석과 토픽 모델링(LDA)을 적용, 각 감염병의 연구 주제를 분석하였다. 분석 결과, 4대 감염병 모두 임상 진단, 백신 및 치료제 개발, 단백질 및 면역 반응, 역학 등의 핵심 연구 분야를 도출해낼 수 있었다. 코로나19 연구는 회복력, 사회·경제적 영향, 비대면 진료 등 다양한 분야로 확장되었고, 인플루엔자는 계절성 유행 및 변이 대응에 중점을 두었으며, SFTS와 뎅기 연구는 매개체 방제와 전파 경로에 집중되었다. 본 연구는 향후 국가 감염병 대응 정책 및 R&D 투자 기초 자료로 활용될 수 있다.

ABSTRACT

This study analyzed research trends on four major infectious diseases (COVID-19, Influenza, SFTS, and Dengue) to provide basic data for establishing infectious disease response strategies. Utilizing bibliographic data from the Web of Science, keyword network analysis and topic modeling (LDA) were applied to identify research themes. Findings indicate that Core research areas such as clinical diagnosis, vaccine and therapeutic development, proteins and immune responses, and epidemiology were identified for all four major infectious diseases. COVID-19 research has expanded into various areas, including resilience, social and economic impact, and telemedicine, while Influenza studies focused on seasonal outbreaks and mutation responses. Research on SFTS and Dengue consistently emphasized vector control and transmission pathways. This study provides foundational data for national infectious disease response policy and R&D investment.

키워드: 계량사지학, 연구 동향, 키워드 네트워크 분석, 토픽모델링, 감염병
Bibliometrics, Research Trends, Keyword Network Analysis, Topic Modeling, Infectious Diseases

-
- * 전북대학교 문헌정보학과 강의초빙교수, 연구데이터융합연구소 전임연구원(kimjuseop@jbnu.ac.kr) (제1저자)
** 전북대학교 교육학과(사서교육) 석사과정(seungtae@jbnu.ac.kr) (공동저자)
*** 전북대학교 기록관리학과 석사과정(0133sky@jbnu.ac.kr) (공동저자)
**** 전북대학교 문헌정보학과 학사과정(sar061814@gmail.com) (공동저자)
***** 전북대학교 문헌정보학과 교수, 연구데이터융합연구소장(kim.suntae@jbnu.ac.kr) (교신저자)
논문접수일자 : 2025년 2월 23일 논문심사일자 : 2025년 2월 24일 게재확정일자 : 2025년 3월 16일
한국비블리아학회지, 36(1): 303-334, 2025. <http://dx.doi.org/10.14699/kbiblia.2025.36.1.303>

© Copyright 2025 Korean Biblia Society for Library and Information Science
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>) which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided that the article is properly cited, the use is non-commercial and no modifications or adaptations are made.

1. 서론

21세기 감염병 대유행(pandemic)은 단순한 보건 이슈를 넘어 국가의 사회·경제·안보 전반에 걸쳐 광범위한 영향을 미치고 있다. 특히, 코로나19(COVID-19) 팬데믹은 감염병 대응 역량의 중요성을 부각시키며, 각국 정부가 감염병 연구개발(R&D) 및 정책적 대응을 강화하도록 만드는 계기가 되었다(Corey et al., 2020).

감염병 대응 전략의 핵심 요소는 예방, 진단, 치료, 모니터링 체계의 고도화이며, 이를 위해 국가별 감염병 대응 기구는 연구개발(R&D) 투자를 확대하고 감염병 대응 정책을 수립하고 있다. 국제사회에서도 신·변종 감염병을 보다 효과적으로 통제하기 위해 감염병 우선순위를 설정하고 백신·치료제 개발, 감염병 감시체계 구축 등의 노력을 지속하고 있다(한민규, 2024). 이러한 흐름 속에서 감염병 연구 동향을 분석하는 것은 효과적인 정책 수립을 위한 필수적인 요소로 작용한다(국가과학기술자문회의, 2022). 이에 정부 당국은 감염병 연구개발(R&D) 투자 방향을 결정하고, 향후 감염병 대응 전략을 설계하기 위해서는 감염병 연구 패턴을 체계적으로 분석하고 정책적 시사점을 도출할 필요가 있다.

이에 따라 본 연구는 감염병 대응 전략 수립의 근거를 마련하기 위해 감염병 연구 동향을 분석하고자 한다. 분석 대상 감염병으로는 코로나19, 인플루엔자(Influenza), 중증열성혈소판 감소증후군(SFTS), 뎅기(Dengue)를 선정하였다. 이 감염병 4종은 국내외 감염병 대응 정책에서 우선순위로 지정되었으며, 연구개발(R&D) 필요성이 높은 감염병으로 평가된다. 감염병 4

종을 선정한 근거는 아래와 같다.

- 질병관리청(2023): 신변종 감염병 대응 중 장기 계획에서 코로나19, 신종인플루엔자, SFTS, 뎅기를 포함한 9종 병원체를 우선 순위 감염병으로 지정
- 한국생명공학연구원(2023): 공공성, 감염병 대응의 시급성, 연구개발 가능성을 고려하여 코로나19, 인플루엔자를 전략적 개발이 필요한 감염병으로 선정
- SCARDA(2023): 일본의 감염병 백신 연구개발 전략에서 코로나19, 인플루엔자(계절성 및 신종), 뎅기를 주요 연구 대상으로 지정

먼저, 코로나19의 경우 높은 전파력과 변이 바이러스 출현 가능성이 높아 지속적인 연구개발이 요구되고 있으며, 인플루엔자는 계절성 유행 및 팬데믹 발생 가능성이 있고 변이 바이러스 대응을 위한 백신 연구가 필수적임이 보고되고 있다. 또한, SFTS는 국내에서 높은 치명률을 보이며, 효과적인 치료제와 백신이 부재하다. 마지막으로 뎅기는 기후변화에 따른 국내 유입 가능성이 증가하고 있으며, 국제적으로 높은 발생률을 기록하고 있다(질병관리청, 2024; 한국생명공학연구원, 2023; SCARDA, 2023). 이처럼 본 연구에서 선정한 감염병은 국가 감염병 대응 정책과 연구개발(R&D) 전략 수립을 위한 과학적 근거를 제공하기 위해 중요한 연구 대상이 된다.

본 연구는 감염병 연구 동향을 분석하여 국가 감염병 대응 정책 수립을 위한 과학적 근거를 제공하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 연구

동향 분석을 통한 감염병별 연구 흐름을 체계적으로 분석하고, 감염병 대응을 위한 정책 개발의 기초 자료로 활용될 수 있도록 함이 본 연구의 핵심이다. 연구 목적을 달성하기 위해 코로나19, 인플루엔자, SFTS, 뎅기와 관련한 25년(1999년-2023년) 동안의 Web of Science 학술 DB의 논문 서지데이터를 활용하여 연구 동향을 분석하였다. 다음은 연구 수행을 위하여 설정한 핵심 연구 질문을 나타낸 것이다.

- 1) 각 감염병(코로나19, 인플루엔자, SFTS, 뎅기) 연구의 주제는 어떻게 구성되는가?
 - 키워드 네트워크 분석과 토픽모델링을 활용하여 감염병별 주요 키워드와 연구 주제를 분석한다.

2. 선행 연구

Alsulaiman et al.(2025)은 코로나19 백신 효과 연구의 글로벌 동향을 평가하고, 연구의 발전 과정과 주요 연구 주제를 규명하였다. 연구에 따르면, 2021년에는 감염 예방 및 백신의 초기 효능 평가에 집중되었으며, 2022년 이후에는 감염병의 역학적 특성과 백신 접종의 장기적 효과, 변이 바이러스 대응에 대한 연구가 증가하였다. 또한, 연구 생산성이 선진국에 집중되어 있고 개발도상국의 연구 참여가 제한적이라는 점을 지적하며 향후 연구 협력 확대의 필요성을 강조하였다.

Zhang et al.(2024)은 Web of Science, Scopus, PubMed에서 2022년까지 출판된 논문을 수집하여 연구 생산성, 협력 네트워크, 연

구 주제 분석을 진행하였다. 연구 결과, 2012년 이후 관련 연구가 급증했으며, 코로나19 팬데믹 이후 연구 활동이 더욱 활발해졌고, 주요 연구 주제는 특정 집단(의료 종사자, 어린이, 임산부 등)의 백신 접종 결정 요인과 코로나19 팬데믹 기간의 백신 주저 현상이었다. 해당 연구는 백신 수용성을 높이기 위한 의료 종사자의 역할 강화 및 정책적 개입의 필요성을 강조하며 향후 고위험군 대상 맞춤형 백신 접종 전략 개발이 중요함을 지적하였다.

Zhang et al.(2023)은 WoSCC(Web of Science Core Collection) 및 Scopus DB를 활용하여 연구 생산성과 협력 네트워크를 분석한 결과, 중국, 일본, 한국, 미국이 연구를 주도하지만 국제 협력은 부족한 것으로 나타났다. 연구는 병원성, 감염자 특성, 전파 기전을 중심으로 진행되었으며, 최근 항바이러스 및 면역 치료, 전파 기전 연구가 증가하고 있다. 해당 연구는 SFTSV 연구 발전 방향과 협력 필요성을 제시하였다.

Liu et al.(2021)은 코로나19 연구의 전개 양상과 주제 진화를 분석하기 위해 Latent Dirichlet Allocation(LDA) 기반의 토픽 모델링을 적용하였다. 연구 결과, 초기 연구는 바이러스 전파, 백신·치료제 개발 등 생의학적 주제에 집중되었으나, 이후 공중보건 정책, 사회적·경제적 영향과 같은 다학제적 연구로 확장되었다. 또한, 주요 연구 주제 간 상호 연관성을 분석하여 핵심적인 연구 논문과 연구 주제를 도출하였다.

Yang et al.(2020)은 Web of Science 데이터를 기반으로 연구 생산성, 협력 네트워크, 연구 주제의 시계열적 변화를 분석하였다. 연구 결과, 감염병 예측 연구는 SARS(2002), MERS

(2011), 코로나19(2020) 이후 급격히 증가했으며, 최근에는 빅데이터 및 AI 기반 예측 모델 개발이 주요 연구 주제로 부상하였다. 이 연구는 국제 공동 연구 활성화 및 다학제적 접근 강화의 필요성을 강조하며, 실용적 감염병 예측 모델 개발이 향후 연구의 핵심 방향임을 기술하였다.

Dehghanbanadaki et al.(2020)은 Scopus 데이터베이스에서 2019년 12월부터 2020년 4월까지 출판된 923편의 논문을 수집하고, 연구 생산성, 연구 협력 네트워크, 주요 연구 주제를 평가하였다. 연구 결과, 중국(348편), 미국(160편), 영국(80편)이 연구를 주도하며, 주요 연구 주제는 병리학, 역학, 전파, 진단, 치료 및 예방이었다. 해당 연구는 국제 공동 연구와 개방형 연구(open access)의 중요성을 강조하며, 향후 다학제적 접근을 통한 치료제 및 백신 연구 활성화가 필요함을 제시하였다.

기존 연구들이 개별 감염병의 계량서지 분석과 연구 발전 양상을 제시하는 데 초점을 맞추었다면, 본 연구는 국가 감염병 대응 전략 및 R&D 투자 방향 수립을 위한 근거자료를 제공하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 감염병 연구의 거시적 동향을 분석하고 주요 연구 주제를 도출함으로써, 국가 차원의 정책적 대응을 위한 과학적 기반을 마련하고자 한다. 특히, 키워드 네트워크 분석과 토픽모델링 기법을 적용하여 감염병 4종에 대한 연구 경향을 체계적으로 분석하고 핵심 연구 토픽을 도출함으로써, 감염병 연구의 발전 양상을 정량적으로 평가하고자 한다. 이러한 접근은 감염병 대응 정책 수립 및 연구개발(R&D) 우선순위 설정의 객관적 근거를 제시하는 데 기여할 것이며, 나아가

국가 차원의 전략적 연구개발 방향성을 수립하는 데 유용한 기초 자료를 제공할 것으로 기대된다.

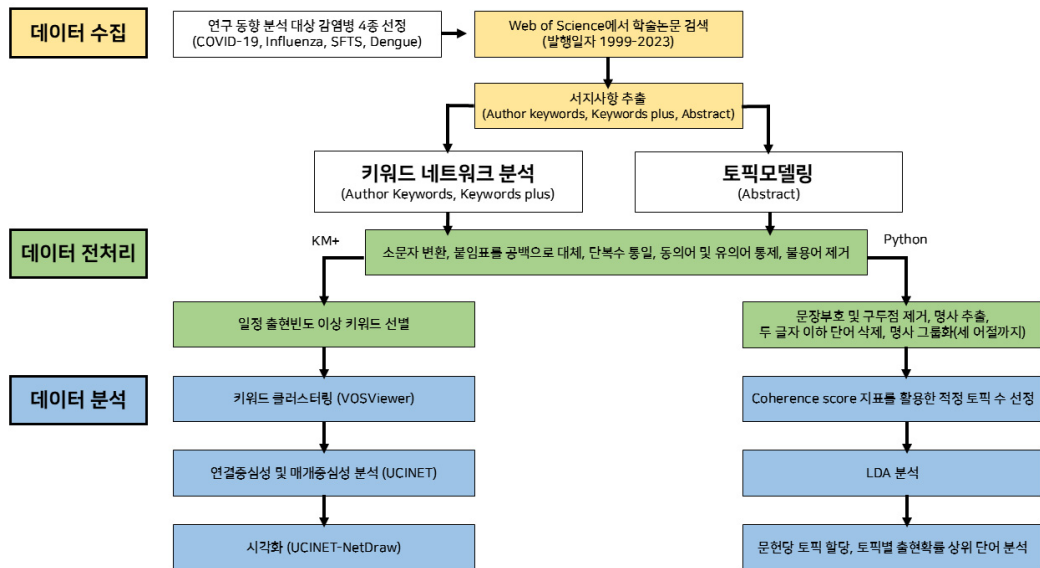
3. 연구 방법

본 연구는 1999년부터 2023년까지 25년 동안 4종의 감염병(코로나19, 인플루엔자, SFTS, 텅기)에 대한 연구 동향을 파악하고자 Web of Science DB에 등재된 관련 학술논문을 수집하여 연구 현황을 파악하고, 키워드 네트워크 분석 및 토픽모델링을 활용하였다. 다음 <그림 1>은 본 연구의 방법 및 절차를 간단히 정리하고 이를 도식화한 것이다.

3.1 데이터 수집

데이터 수집 단계에서는 감염병 4종에 대한 연구 동향 분석을 위하여 Web of Science에서 발행 일자가 1999년부터 2023년인 학술논문을 대상으로, 검색 문헌의 유형은 Article과 Review만으로 제한하여 검색하였다. 다음 <표 1>은 감염병 분야 연구 동향 분석을 위해 수집한 감염병별 문헌 수를 정리한 것이다.

코로나19는 2024년 7월 16일부터 2024년 8월 4일까지 데이터를 수집하였으며, 총 297,189편의 학술 논문 서지데이터를 확보하였다. 코로나19는 2019년 12월에 최초 발생이 보고되어 2019년-2023년 데이터만을 활용하였다. 인플루엔자는 2024년 7월 15일에 데이터 수집을 진행하여 총 12,720편의 학술 논문 서지데이터를 확보하였다. SFTS는 2024년 7월 14일에 총



〈그림 1〉 연구 프로세스

〈표 1〉 감염병 분야 연구 동향 분석 데이터 수집 개요

구분	감염병			
	코로나19	인플루엔자	SFTS	덴기
논문 수(편)	297,189	12,720	1,902	27,595

1,902편의 학술 논문 서지데이터를 수집하였다. 덴기는 2024년 7월 3일에 데이터를 수집하였으며, 총 27,595편을 확보하였다.

3.2 데이터 분석

키워드 네트워크 분석은 Web of Science에서 수집한 서지데이터 필드 목록 중 Author Keywords와 Keywords Plus를, 토픽모델링은 Abstract를 활용하였다. 데이터 전처리 단계에서 키워드 네트워크 분석과 토픽 모델링 모두 공통적으로 거친 과정은 소문자 변환, 불필요한 공백 제거, 단복수 통일, 동의어 및 유의어

통합, 불용어 제거 등의 작업이다.

키워드 네트워크 분석은 KM^+ 로 감염병별 일정 출현 빈도 이상의 키워드를 선별하는 작업을 거쳤다. 인플루엔자, SFTS, 덴기는 출현 빈도 10 이상의 단어를 대상으로 하였으나 코로나19의 경우 팬데믹으로 인하여 타 감염병에 비해 그 논문 수가 많은 것을 고려, 분석 대상 키워드의 최소 출현 빈도를 연도마다 각각 설정하였다. 이는 분석 도구인 KM^+ 에서 원활하게 작업할 수 있게 하기 위함으로, 2019년과 2020년은 출현 빈도 100 이상의 키워드를, 2021~2023년은 출현 빈도 200 이상의 키워드를 분석 대상으로 하였다.

KM⁺를 활용하여 논문-키워드 형태의 2 mode matrix를 키워드-키워드 형태의 1 mode matrix로 변환하였다. 이후 UCINET으로 연결중심성 및 매개중심성 분석을 진행하고, 동시출현단어 분석에 기반한 키워드 집합 클러스터링을 위하여 VOSviewer를 활용하였다.

토픽모델링은 공통 전처리 작업뿐만 아니라 문장부호와 구두점 제거, 명사 추출, 두 글자 이하 단어 삭제, 그리고 명사 추출 시 최대 세 어절(trigram)까지 고려할 수 있도록 추가 작업을 거쳤다. 토픽모델링은 Python의 Gensim 패키지를 활용하여 토픽모델링 기법 중 잠재 디리클레 할당(latent Dirichlet allocation: LDA)을 적용하였다. 적절한 토픽 수의 결정을 위해 토픽 수 2부터 15까지 coherence score(c_v)를 측정하였으며, 이 값이 가장 높게 나타나는 토픽 수를 채택하였다. 적절한 토픽 수를 결정 후 토픽모델링을 통해 문헌당 토픽 할당과 토픽별 출현확률 상위 단어를 추출하였는데, 감염병별 주요 연구 주제를 확인하기 위해 토픽별 출현확률 상위 10개 단어를 분석하였다.

4. 연구 결과

4.1 코로나19

코로나19 전체 분석 대상은 2019년부터 2023년까지 발표된 총 297,189편의 학술논문이며, 1년 단위로 나누어 키워드 네트워크 분석을 수행하였다. <표 2>는 코로나19 연구의 1년 단위 키워드 클러스터링 내용을 정리한 것이다. 코로나19 백신 및 면역 반응에 대한 연구는 모든

연도에서 연속적으로 이루어지고 있다. 2019년부터는 감염병 전파 및 역학에 대하여, 2020년부터는 코로나19로 인한 스트레스 등 정신 건강에 대하여, 2021년부터는 원격 의료 혹은 비대면 진료에 대하여 연구가 이루어지고 있었다.

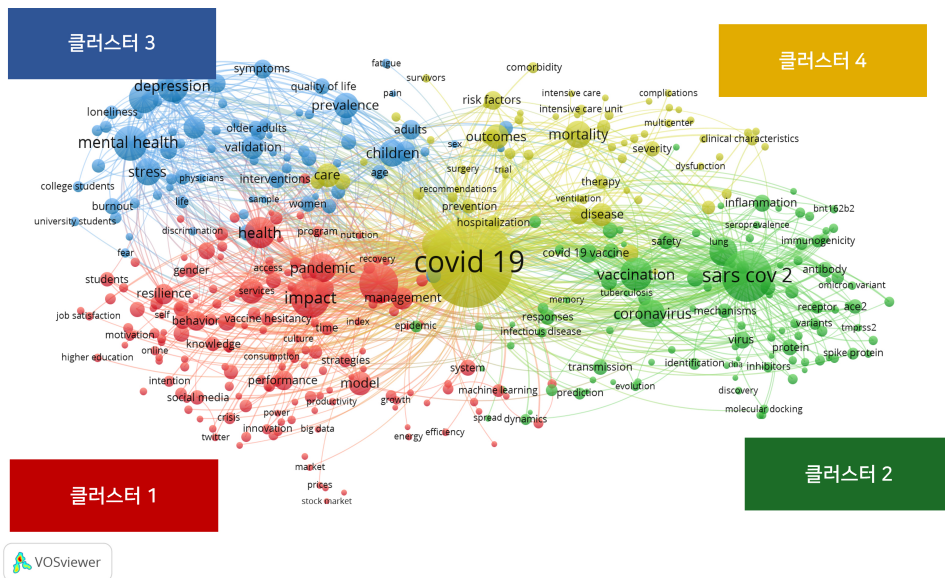
특히 2023년에 이루어진 코로나19 연구는 2019년부터 2022년까지의 연구 주제를 종합적으로 내포하고 있으며, 다른 감염병과는 다른 차별적인 주제를 확인하여 상세한 분석을 아래와 같이 수행하였다. <그림 2>는 코로나19의 2023년 연구 키워드 네트워크 이미지이며, 총 4개의 클러스터로 나타났다.

클러스터 1은 impact, health, pandemic, management, resilience 등의 주요 키워드를 확인할 수 있으며, 코로나19 팬데믹의 영향 및 회복력에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 정지범(2020)은 회복력(resilience)에 대한 연구가 세계적으로 활발해지고 있으며, 다음의 세 가지 배경에 의하여 회복력은 적합한 가치를 갖는다고 설명하였다. 불확실성의 증가, 재난 관리에 있어서 공공 부문에서 민간 의료기관, 일반 국민의 사회적 거리두기 등 모든 이해당사자로의 주체 변화, 예방과 방재의 한계이다. 결국 완벽한 방재(resistance)보다는 발생한 재난의 피해를 줄이는 감재(mitigation)와 그 피해로부터의 회복이 더욱 중요하다는 것이다.

클러스터 2는 sars cov 2, vaccination, immunity, protein, antibody 등의 주요 키워드를 확인할 수 있다. 코로나바이러스감염증-19(coronavirus disease 2019)의 병원체인 중증 급성 호흡기 증후군 코로나바이러스 2(severe acute respiratory syndrome coronavirus 2, SARS-CoV-2), 그리고 백신 접종과 면역 반응에 대한 내용이 나

〈표 2〉 코로나19 제5기(2019-2023) 키워드 네트워크 클러스터 구분

연도	구분	주요 키워드
2019	클러스터 1	coronavirus, protein, replication, identification, receptor
	클러스터 2	transmission, epidemiology, outbreak, surveillance, diagnosis
	클러스터 3	strains, pathogenicity, recombination, evolution
	클러스터 4	mers coronavirus, spike protein, antibody, receptor binding domain
2020	클러스터 1	covid 19, pandemic, outbreak, depression, mental health, anxiety, stress, care
	클러스터 2	sars cov 2, coronavirus, spike protein, ace 2, expression
	클러스터 3	clinical characteristics, mortality, outcomes, management, ards
	클러스터 4	pneumonia, epidemiology, diagnosis, lung, viral load, ct
	클러스터 5	transmission, infection control, inactivation, aerosol
2021	클러스터 1	pandemic, healthcare, public health, telemedicine, communication
	클러스터 2	sars cov 2, vaccine, ace 2, immunity, antibody, protein
	클러스터 3	covid 19, risk, mortality, outcomes, pneumonia, diagnosis, clinical characteristics
	클러스터 4	mental health, depression, anxiety, stress, children, symptoms, disorders
	클러스터 5	lockdown, transmission, infection control, air pollution, healthcare workers
2022	클러스터 1	pandemic, public health, telemedicine, telehealth, healthcare, behavior
	클러스터 2	sars cov 2, coronavirus, vaccination, antibody, inflammation, immunity, protein, receptor
	클러스터 3	mental health, depression, anxiety, stress, resilience, quality of life, lockdown
	클러스터 4	covid 19, risk, mortality, care, outcomes, epidemiology, diagnosis, therapy, hospitalization
2023	클러스터 1	impact, health, pandemic, model, management, resilience, behavior
	클러스터 2	sars cov 2, vaccination, immunity, inflammation, protein, antibody
	클러스터 3	mental health, depression, anxiety, stress
	클러스터 4	risk, mortality, outcomes, care, epidemiology, diagnosis, hospitalization, telemedicine



〈그림 2〉 코로나19 2023년 키워드 네트워크

타나고 있음을 알 수 있다.

클러스터 3은 mental health, depression, anxiety, stress 등의 주요 키워드를 확인할 수 있으며, 코로나19가 우울, 불안, 스트레스 등 정신 건강에 많은 영향을 끼쳤음을 알 수 있다. 클러스터 4는 risk, mortality, care, epidemiology, diagnosis, hospitalization, telemedicine 등의 주요 키워드를 확인할 수 있으며, 역학, 진단, 원격 의료 혹은 비대면 진료에 대한 내용이 주를 이루었음을 알 수 있다. 병원 내 의료진 간 코로나19 전파를 방지하기 위한 가상의료위원회(virtual medical boards)에 대한 연구(Konig et al., 2020), 코로나19 원격 의료 시스템이 응급실 방문 및 입원율에 미치는 영향을 평가한 연구(Nascimento et al., 2020) 등을 확인할 수 있다.

코로나19의 2023년 연구 키워드 네트워크에서의 연결중심성 및 매개중심성 분석 결과는 <표 3>과 같다. 중심성 분석은 특정 키워드의 영향력과 연결관계를 파악하기 위해 활용할 수 있으며(이수상, 2018), 본 연구에서는 연결중심성과 매개중심성만을 분석하였다. 연결중심성은 해당 키워드가 다른 키워드와 얼마나 많

이 연결되어 있는지를 측정하며, 연결 관계가 많은 키워드는 네트워크 내에서 주목받는 중요한 키워드로 인식된다(곽기영, 2019). 매개중심성은 키워드 간의 관계를 매개 또는 중재하는 정도를 나타내며, 네트워크 내 자원의 흐름과 교환에 대한 통제 능력을 나타낸다(곽기영, 2019). 두 중심성에서 모두 나타나는 영향력이 강한 키워드를 제외하면, 연결중심성은 mental health, depression, anxiety 등이 높게 나타나 해당 키워드가 주목받고 있음을 알 수 있다. 매개중심성은 risk, vaccination, health, management 등이 높게 나타나 해당 키워드가 코로나19 연구의 세부 주제를 매개하는 정도가 높음을 알 수 있다.

2019년부터 2023년까지 5년간의 코로나19 논문 초록에 대하여 토픽모델링을 수행하였다. 본 연구에서는 최적의 토픽 수를 결정하기 위하여 응집도 지수(coherence score)를 활용하였으며, 응집도 지수는 토픽 수가 10일 때 가장 높게 나타났다. 따라서 코로나19 토픽은 총 10개로 결정하였으며, 각 토픽의 주요 키워드를 추출한 결과는 다음의 <표 4>와 같다.

<표 3> 코로나19 2023 연결중심성 및 매개중심성 상위 10개 키워드

순위	키워드	연결중심성	키워드	매개중심성
1	covid 19	86,353	covid 19	167,504
2	sars cov 2	28,828	coronavirus	166,135
3	impact	17,739	model	164,519
4	mental health	13,889	impact	164,376
5	vaccination	12,404	risk	158,180
6	depression	12,287	sars cov 2	156,501
7	health	11,042	pandemic	151,478
8	anxiety	10,842	vaccination	147,956
9	risk	9,574	health	144,164
10	pandemic	9,197	management	135,833

〈표 4〉 코로나19 2019-2023 토픽별 출현 확률 상위 10개 키워드

구분	출현 확률 상위 10개 키워드
토픽 1 (코로나19 감염 증상)	covid, risk, treatment, cancer, therapy, symptom, post, severity, diagnosis, respiratory
토픽 2 (감염병 확산 양상 및 역학)	population, trend, risk, reduction, activity, covid, transmission, pattern, restriction, distribution
토픽 3 (관광 산업 영향)	child, parent, employee, drug, tourism, skill, adolescent, consumer, exercise, caregiver
토픽 4 (감염병 진단 기술 및 방법)	detection, mask, application, concentration, technique, sensitivity, face, cost, accuracy, algorithm
토픽 5 (백신 접종 및 백신 주저)	vaccine, vaccination, sars, antibody, session, dose, hesitancy, omicron, variant, immunity
토픽 6 (치료제)	sars, drug, activity, mechanism, interaction, coronavirus, expression, host, structure, strain
토픽 7 (사회·경제적 영향)	food, market, crisis, energy, industry, policy, sector, engagement, consumption, video
토픽 8 (교육계 및 정신 건강 영향)	student, health, anxiety, participant, stress, education, depression, school, woman, questionnaire
토픽 9 (감염병 위험성)	hospital, care, mortality, visit, death, admission, unit, prediction, teacher, cohort
토픽 10 (공공 서비스 및 지역사회 지원)	health, covid, care, pandemic, service, strategy, community, work, intervention, support

토픽 1은 treatment, cancer, therapy, symptom, severity 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 코로나19 감염 증상에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 토픽 1에서는 코로나19에 감염된 상황에서 폐암 치료를 받은 환자 5명의 임상 경과 및 결과에 대한 연구(Gonfiotti et al., 2020) 등을 확인하였다.

토픽 2는 population, trend, reduction, activity, pattern, restriction, distribution 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 감염병 확산 양상 및 역학에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 중국 우한에서의 인구 이주와 코로나19 확진 및 사망 사례 분포의 상관관계를 분석한 연구(Chen et al., 2020), 코로나19로 인한 봉쇄 조치가 대기오염 수준에 미친 영향에 대한 연구(Li & Tartarini, 2020) 등도 확인할 수 있었다.

토픽 3은 child, parent, employee, tourism, adolescent, caregiver 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 코로나19가 관광 산업에 미친 영향에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 토픽 3에서는 호텔 기업의 사회적 책임이 직원의 안전 행태에 미치는 영향에 대한 연구(Zhang et al., 2021) 등을 확인하였다.

토픽 4는 detection, technique, sensitivity, cost, accuracy 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 감염병을 진단하기 위한 기술 및 방법에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 토픽 4에서는 풀링 PCR, 개별 PCR, 항원 선별 검사를 포함한 집단 검진 방법을 비교·분석한 연구(Yu et al., 2021) 등을 확인하였다.

토픽 5는 vaccine, vaccination, antibody, dose, hesitancy 등의 키워드가 상위에 나타났으며,

백신 접종 및 백신 주저에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 토픽 5에서는 프랑스 대학생을 대상으로 코로나19 백신에 대한 수용, 주저, 저항 수준, 그리고 백신 접종 결정을 변화시킬 수 있는 주요 동기, 장벽, 이율을 분석한 연구(Tavolacci et al., 2021) 등을 확인하였다.

토픽 6은 drug, activity, mechanism, interaction, host 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 감염병 치료제에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 토픽 6에서는 세 가지 식물 유래 화합물질(ursolic acid, carvacrol, oleanolic acid)의 코로나19 주요 단백질 분해효소의 잠재적 억제제 활용 가능성에 대한 연구(Cui et al., 2019) 등을 확인하였다.

토픽 7은 food, market, industry, policy, consumption 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 코로나19가 사회·경제에 미친 영향에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 토픽 7에서는 스페인 소형 반추동물 농가에 미친 경제적 영향에 대한 연구(Vidaurreta et al., 2020), 이란 가정 식품 소비 패턴에 미친 영향에 대한 연구(Hajipoor et al., 2023) 등을 확인하였다.

토픽 8은 student, anxiety, stress, education, depression, school 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 코로나19가 교육계와 정신 건강에 미친 영향에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 토픽 8에서는 Chi et al.(2020)은 중국 대학생을 대상으로 정신 건강 이상 유병률 및 위험 요인을 파악하였는데, 상당수의 청년이 스트레스 장애, 불안, 우울 증세를 보였으나, 그보다 더 많은 사람이 코로나19 팬데믹에 효과적으로 대처하고 있는 것으로 나타났다. 또한 사회적 고립 속에서 정신 건강이 악화될 위험 요인을 가진 대상

자에게 회복력을 증진하는 개입을 원격으로 수행해야 함을 주장했다.

토픽 9는 hospital, care, mortality, visit, death 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 감염병 위험성 분석에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 입원이 필요한 환자와 병원 내 사망 위험이 높은 환자를 조기에 식별하는 것은 환자 분류 및 적절한 치료 제공을 위해 필수적인데, 토픽 9에 해당하는 연구 중 Halalau et al.(2021)은 전자의무기록(Electronic Health Record)을 통해 코로나19 합병증 위험 점수를 자동 계산하여 환자의 입원 필요 여부 및 입원 후 사망 위험을 평가하고자 하였다.

토픽 10은 health, service, strategy, community, support 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 공공 서비스와 지역사회 지원에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 토픽 10에서는 산후 간호사 가정 방문 프로그램 Family Connects에 대한 연구(Rybinska et al., 2022) 등을 확인하였다.

4.2 인플루엔자

인플루엔자 전체기간(1999-2003) 키워드 네트워크는 총 7개의 클러스터로 나타났다(<그림 3> 참조). 클러스터 1은 h1n1, pandemic, vaccination, mortality, prevention, public health 등의 주요 키워드를 확인할 수 있으며, 감염병 유행 관리와 예방 전략에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 클러스터 2는 hemagglutinin, h5n1, emergence, evolution, neuraminidase, pathogenesis, origin 등의 주요 키워드를 확인할 수 있으며, 병원체, 즉 원인 바이러스의 발병, 변이, 진화 등에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 인플루

클러스터 7은 immunization, pregnancy, hospitalization, pregnant women, guillain barre syndrome, vaccine effectiveness 등의 주요 키워드를 확인할 수 있다. 클러스터 3과 주제적 연관성을 가지며, 임신부, 그리고 백신 접종 효과 및 부작용에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 인플루엔자는 임신부가 감염되면 합병증이나 사망률이 더 높은 것으로 보고되고 있으며(Archer et al., 2009), 임신부의 인플루엔자 면역 접종은 생후 6개월까지 영아와 임부에게 인플루엔자 감염률을 낮추는 효과가 있다(Zaman et al., 2008). 길랑-바레 증후군은 면역 반응에 의해 말초 신경의 다발성 급성 염증 반응이 발생하는 질환이다(국가건강정보포털, 발행년불명).

인플루엔자 키워드 네트워크에서의 연결중심성 및 매개중심성 분석 결과는 <표 5>와 같다. 두 중심성에서 모두 나타나는 영향력이 강한 키워드를 제외하면, 연결중심성은 tamiflu가 높게 나타나 치료제가 주목받고 있음을 알 수 있다. 매개중심성은 epidemiology가 높게 나타나 역학이 인플루엔자 연구의 세부 주제를 매개하는 정도가 높음을 알 수 있다.

인플루엔자의 전체 기간(1999-2023) 연구에 대하여 토픽모델링을 수행하였으며, 최적의 토픽 수를 결정하는 응집도 지수는 15일 때 가장 높게 나타났다. 15개의 토픽과 토픽별 출현 확률 상위 10개 키워드를 추출한 결과는 다음 <표 6>과 같다.

토픽 1은 vaccination, risk, pregnancy, woman 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 임신부 위험성 및 백신 접종과 관련한 내용으로 판단할 수 있다. 토픽 1에서 인플루엔자 감염과 폐렴 합병증을 앓은 임신부 구출 사례에 대한 연구(Bao et al., 2012) 등을 확인하였다.

토픽 2는 medium, student, spanish flu, stress 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 감염병이 사회에 미친 영향에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 1918년 스페인 독감 대유행은 당시 전 세계 인구의 3분의 1가량(Taubenberger & Morens, 2006)이 감염되었을 것으로 추정되며, 전세계적으로는 대략 4천만명 정도의 사상자를 만들었을 것으로 여겨지고 있다(Taubenberger, 2006). 당시 제1차 세계대전으로 인하여 언론 보도가 통제되었고, 각국 정부에서는 이를 축소하면서

<표 5> 인플루엔자 전체기간(1999-2023) 연결중심성 및 매개중심성 상위 10개 키워드

순위	키워드	연결중심성	키워드	매개중심성
1	h1n1	9,628	h1n1	30,135,689
2	vaccination	7,700	vaccination	20,476,619
3	pandemic	5,370	pandemic	20,434,549
4	transmission	5,293	transmission	12,789,120
5	children	4,098	children	10,573,244
6	hemagglutinin	3,837	immunization	8,733,910
7	immunization	3,390	mortality	8,116,138
8	mortality	2,893	h5n1	5,701,612
9	h5n1	2,796	hemagglutinin	4,948,827
10	tamiflu	2,764	epidemiology	4,725,940

〈표 6〉 인플루엔자 전체기간(1999-2023) 토픽별 출현 확률 상위 10개 키워드

구분	출현 확률 상위 10개 키워드
토픽 1 (임산부 위험성 및 백신 접종)	vaccination, vaccine, risk, h1n1, pregnancy, population, coverage, season, health, woman
토픽 2 (사회적 영향)	medium, student, health, coinfection, science, spanish flu, stress, source, message, mask
토픽 3 (감염병 확산 예측 및 역학)	pathogen, spread, prediction, population, technique, pattern, outbreak, mobility, correlation, environment
토픽 4 (감염병 위험성)	child, hospital, hospitalization, risk, admission, h1n1, complication, adult, respiratory, illness
토픽 5 (백신 개발 및 면역 반응)	vaccine, antibody, protection, vaccination, strain, immunity, antigen, challenge, immunogenicity, immunization
토픽 6 (바이러스 진단)	h1n1, pdm09, surveillance, detection, ph1n1, season, respiratory, symptom, sensitivity, h3n2
토픽 7 (호흡기 질환 간 비교)	mortality, covid 19, death, morbidity, pandemic, population, respiratory, coronavirus, severity, rsv
토픽 8 (감염 기전)	iav, host, receptor, interaction, mechanism, surface, stability, susceptibility, pathogen, beta
토픽 9 (체계적 문헌 고찰)	systematic review, asthma, publication, chemical, incident, transition, formation, depression, binding affinity, analogue
토픽 10 (감염병 대응 정책)	health, preparedness, pandemic, care, plan, emergency, policy, resource, community, government
토픽 11 (폐 질환)	pneumonia, lung, inflammation, h1n1pdm, ards, syndrome, pathway, post, respiratory, bacteria
토픽 12 (치료제 및 약물)	treatment, drug, resistance, oseltamivir, trial, therapy, efficacy, neuraminidase inhibitor, meta analysis, inhibitor
토픽 13 (면역 반응)	h1n1, activity, h7n9, expression, replication, t cell, epitope, mechanism, lung, activation
토픽 14 (바이러스 변이)	strain, mutation, transmission, h3n2, h1n1pdm09, h5n1, host, human, evolution, lineage
토픽 15 (감염병 전파와 지역사회 개입)	transmission, intervention, population, school, cost, strategy, contact, estimate, spread, community

소극적인 대응을 하였기에 사망자는 더욱 늘어날 수밖에 없었다(김신권, 2021). 토픽 2에서는 당시 인플루엔자 바이러스의 기원과 확산에 대하여 군사적 맥락에서 검토한 연구(Humphries, 2014) 등을 확인하였다.

토픽 3은 pathogen, spread, prediction, population, pattern, mobility 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 감염병 확산 예측 및 역학

에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 토픽 3에서는 인플루엔자 유사 지별 관련 응급실 방문 횟수의 계절적 최고치를 예측하는 모델 개발 연구(Martin et al., 2019) 등을 확인하였다.

토픽 4는 hospital, hospitalization, complication, respiratory, illness 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 감염병 위험성 분석에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 토픽 4에서는 중환자실에 대해

진 인플루엔자 부담에 영향을 미치는 요인에 대한 연구(Hernu et al., 2021) 등을 확인하였다.

토픽 5는 vaccine, antibody, protection, immunity, antigen 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 항체, 항원 등 백신 개발 및 면역 반응에 대한 내용으로 판단할 수 있다. Fox et al.(2018)은 계절성 인플루엔자 백신의 효과 부족 등의 이유로 더 장기적이고, 범용적인 인플루엔자 백신 개발의 긴급성을 주장하였다.

토픽 6은 h1n1, pdm09, surveillance, detection, season, symptom, h3n2 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 인플루엔자 바이러스 진단에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 신종 인플루엔자 발생 이전에 개발된 대부분의 RIDT(rapid Influenza diagnostic test)는 신종인플루엔자[A/(H1N1) pdm09]와 다른 A형 인플루엔자(계절 H1N1 및 H3N2)를 구별하여 검사할 수가 없고, 계절 인플루엔자에 대한 민감도보다 신종 인플루엔자 바이러스에 낮은 민감도를 보이는 것으로 나타났다(Sakai-Tagawa et al., 2010).

토픽 7은 covid 19, mortality, morbidity, severity, rsv 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 호흡기 질환 간 비교에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 토픽 7에서는 인플루엔자 바이러스와 호흡기 세포융합 바이러스(respiratory syncytial virus: RSV) 간 동역학적 차이를 분석한 연구(González-Parra et al., 2018), 전자의무기록을 활용하여 스페인 독감과 코로나19 대유행이 정신과 응급 인원에 미친 영향에 대한 연구(Vukojevic et al., 2021) 등을 확인하였다.

토픽 8은 iav, host, receptor, interaction, mechanism, surface, susceptibility 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 인플루엔자 A형 바이

러스(Influenza A virus: IAV)를 포함한 감염 기전에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 토픽 8에서는 인플루엔자 A형 바이러스 감염 후 발생하는 메티실린 내성 황색포도알균(methicillin-resistant Staphylococcus aureus: MRSA) 2차 감염에 대하여 NLRP3 inflammasome 활성화와 기능을 조사한 연구(Shi et al., 2020) 등을 확인하였다.

토픽 9는 systematic review, publication, formation 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 인플루엔자와 관련한 문헌에 대하여 체계적으로 분석한 연구들로 판단할 수 있다. 이탈리아에서 Squalene은 불쾌한(squalid) 등의 부정적 의미를 가진 단어와 동일한 어원을 공유하는데, 이에 Panatto et al.(2018)는 인플루엔자 백신에 사용되는 Squalene-based adjuvants에 대해 언급한 이탈리아 웹페이지 샘플 84개를 정량적, 정성적으로 분석하였다. 분석 결과, 이탈리아 이용자는 정보 검색 시 불균형적이고 오해를 일으킬 수 있는 자료를 접할 가능성이 높으므로 기관 웹사이트 정보는 증거 기반이어야 하며 신중하게 작성되어야 함을 주장했다.

토픽 10은 preparedness, plan, emergency, policy, resource, government 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 감염병 유행 대비를 위한 정부 차원의 대응 혹은 정책에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 토픽 10에서는 우간다의 공공의료 펀딩을 증가시키기 위한 국내 자원 동원 효과를 평가한 연구(Kabajulizi et al., 2017) 등을 확인하였다.

토픽 11은 pneumonia, lung, inflammation, ards, syndrome 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 폐 질환에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 해

당 토픽에서는 신중 인플루엔자 감염과 관련된 급성호흡곤란증후군(acute respiratory distress syndrome: ARDS) 부검 사례의 폐 조직 병리학적 결과에 대한 연구(Hayashi et al., 2017) 등을 확인하였다.

토픽 12는 treatment, drug, resistance, oseltamivir, therapy, efficacy 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 치료제 및 약물에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 해당 토픽에서는 동부 지중해 지역에서 항바이러스 약물에 대한 내성을 가진 인플루엔자 A형 바이러스의 matrix protein 2 및 neuraminidase 변이를 조사한 연구 등(Moasser et al., 2019)을 확인하였다.

토픽 13은 activity, expression, replication, t cell, epitope, mechanism 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 면역 반응에 대한 내용으로 판단할 수 있으며, 토픽 5와 주제적 연관성을 가진다. 토픽 13에서는 인플루엔자 A형 바이러스 감염에 대한 CD8+ T 세포 반응에 대한 연구(Huang et al., 2021) 등을 확인하였다.

토픽 14는 mutation, h3n2, h5n1, evolution, lineage 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 인플루엔자 바이러스 변이에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 해당 토픽에서는 남아메리카 지역의 인플루엔자 A형 바이러스 neuraminidase 유전자 계통 분석 연구(Comas et al., 2015) 등을 확인하였다.

토픽 15는 transmission, intervention, cost, strategy, contact, community 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 감염병 전파와 지역사회 개입에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 해당 토픽에 해당하는 연구 중 일례로, Saunders-Hastings et al.(2017)은 인플루엔자 대유행의 영향을 예

측하는 수학적 모델을 개발하여 다양한 개입 전략을 분석한 결과, 제약적(의약품) 및 비제약적(사회적 거리두기 등) 방법을 모두 포함한 다층적 개입이 감염률, 의료 자원 부담, 경제적 비용 등을 줄이는데 효과적임을 확인하였다.

4.3 SFTS

SFTS 전체기간 (1999-2023) 키워드 네트워크는 총 6개의 클러스터로 나타났다(<그림 4> 참조). 클러스터 1은 liver, radiotherapy, computed tomography, meningeal, metastasis, recurrence 등의 주요 키워드를 확인할 수 있으며, 진단 및 치료에 관한 내용으로 판단할 수 있다.

클러스터 2는 arbovirus, immunity, nf kappa b, glycoprotein, phlebovirus, bhanja virus, apoptosis 등의 주요 키워드를 확인할 수 있다. arbovirus는 절지동물을 매개체로 하여 전파되는 바이러스를 총칭하는 말이며, flavivirus, bunyavirus 등 여러 바이러스 군을 포함한다. 그리고 bunyavirus에 phlebovirus와 bhanja virus가 포함되며, SFTS 바이러스는 버나 바이러스과(Bunyaviridae family)의 플레보 바이러스 속(Phlebovirus genus)에 속한다(김동휘 외, 2021). 더불어, NF- κ B는 면역체계 조절, 세포고사 등에 관여하는 단백질군으로 다양한 유전자들의 발현을 조절하며 세포 내의 신호 전달 체계의 중심축을 이루고 있다(채성원, 2005). 즉, 클러스터 2는 진드기 매개 감염병에 대하여 단백질 관련 연구를 중심으로 이루어지고 있음을 판단할 수 있다.

클러스터 3은 vegetation, molecular dynamics

〈표 7〉 SFTS 전체기간(1999-2023) 연결중심성 및 매개중심성 상위 10개 키워드

순위	키워드	연결중심성	키워드	매개중심성
1	bunyavirus	1,329	dynamics	1,227,359
2	thrombocytopenia syndrome	784	expression	879,391
3	severe fever	639	factorization	863,418
4	ticks	588	mechanisms	775,763
5	expression	587	bunyavirus	691,409
6	hemangiopericytoma	438	diagnosis	636,647
7	pleura	438	age	505,887
8	pathogenesis	424	transmission	503,904
9	transmission	396	ticks	443,542
10	phlebovirus	368	thrombocytopenia syndrome	439,528

하는 정도가 높음을 알 수 있다.

SFTS의 전체 기간(1999-2023) 연구에 대하여 토픽모델링을 수행하였으며, 최적의 토픽 수를 결정하는 응집도 지수는 7일 때 가장 높게 나타났다. 7개의 토픽과 토픽별 출현 확률 상위 10개 키워드를 추출한 결과는 다음 〈표 8〉과 같다.

토픽 1은 blood, transfusion, donor, detection

등의 키워드가 상위에 나타났으며, 수혈 감염에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 토픽 1에서는 일본 SFTS 유행 지역에서 기증된 혈액 샘플을 대상으로 항체 검사를 실시하여 수혈 감염 위험성을 판단한 연구(Matsumoto et al., 2018) 등을 확인하였다.

토픽 2는 diagnosis, treatment, cd34, risk 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 진단 및 치

〈표 8〉 SFTS 전체기간(1999-2023) 토픽별 출현 확률 상위 10개 키워드

구분	출현 확률 상위 10개 키워드
토픽 1 (수혈 감염)	blood, transfusion, donor, treatment, covid 19, detection, hrtv, antibody, host, entry
토픽 2 (진단 및 치료)	tumor, diagnosis, recurrence, lesion, mass, treatment, metastasis, cd34, risk, surgery
토픽 3 (바이러스 유전자)	expression, strain, serum, antibody, link, treatment, function, thrombocytopenia, blood, rna
토픽 4 (치료 기술)	blood, donor, donation, risk, soil, transfusion, diagnosis, treatment, population, antibody
토픽 5 (장기 조직 영향)	dislocation, formation, temperature, irradiation, structure, blood, simulation, material, interaction, mechanism
토픽 6 (단백질 및 면역 반응)	blood, transfusion, strain, replication, mechanism, host, rna, mortality, interaction, treatment
토픽 7 (감염병 매개체 및 전파)	tick, risk, mortality, antibody, transmission, blood, prevalence, pathogen, vector, seroprevalence

료에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 해당 토픽에서는 SFTS 환자에 대한 효과적인 치료법으로서 치료적 혈장 교환술(therapeutic plasma exchange; TPE)에 대한 연구(Yoo et al., 2017) 등을 확인하였다.

토픽 3은 expression, strain, serum, antibody, rna 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 바이러스 유전자에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 해당 토픽에서는 태국의 SFTS 바이러스 균주 두 개의 전체 유전체 서열을 보고한 연구(Rattanakomol et al., 2023) 등을 확인하였다. 토픽 4는 토픽 2와 주제적 연관성을 보이며, 해당 토픽에서는 혈장 교환, 혈액 여과, 혈액 투석의 세 가지 혈액 정화 기술의 임상 치료 효과를 비교·분석한 연구(Gao et al., 2024) 등을 확인하였다.

토픽 5는 irradiation, simulation, structure 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 장기 조직에 미치는 영향에 대한 내용으로 판단할 수 있다. SFTS 바이러스는 폐를 포함한 여러 장기에서 영향을 미치는데, 흉부 방사선 사진 및 CT 결과를 조사하여 진드기 매개 질환인 쯔쯔가무시병과 비교한 연구(Yun et al., 2019) 등을 확인하였다.

토픽 6은 strain, replication, mechanism, host, rna, interaction 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 면역 반응에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 해당 토픽에서는 단백질분해효소 억제제 Bortezomib (PS-341)의 SFTS 바이러스 감염에 대한 항바이러스 효능을 분석한 연구(Liu et al., 2019) 등을 확인하였다.

토픽 7은 tick, mortality, transmission, vector 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 감염병 매개체 및 전파에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 해

당 토픽에서는 중국 산둥성 7개 도시에서 실시한 조사를 바탕으로 진드기 종 다양성을 보고한 연구(Zhang et al., 2017) 등을 확인하였다.

4.4 뎅기

뎅기 전체기간(1999-2023) 키워드 네트워크는 총 6개의 클러스터로 나타났다(<그림 5> 참조). 클러스터 1은 zika, west nile virus, flavivirus, protein, replication, japanese encephalitis, cell, yellow fever virus 등의 주요 키워드를 확인할 수 있다. flavivirus는 바이러스에 감염된 모기에 의하여 사람에게 전파되며, 뎅기 바이러스, 지카 바이러스, 웨스트 나일 바이러스, 일본 뇌염 바이러스, 황열 바이러스가 대표적이다(질병관리청, 2018). 모기 매개 감염병 및 단백질 연구가 이루어지고 있음을 알 수 있다.

클러스터 2는 aedes aegypti, transmission, mosquito, vector, culicidae, aedes albopictus, diptera, surveillance 등의 주요 키워드를 확인할 수 있다. 모기(mosquito)는 파리목(diptera), 모기과(culicidae)로 분류되며(Harbach, 2007), 뎅기 바이러스의 주요 매개체는 이집트 숲모기(aedes aegypti)와 흰줄숲모기(aedes albopictus)이다(국가건강정보포털, 발행년불명). 숲모기의 전파 경로 규명 및 감염 기전에 대한 내용으로 판단할 수 있다.

클러스터 3은 fever, chikungunya, outbreak, diagnosis, epidemiology, dengue hemorrhagic fever, malaria 등의 주요 키워드를 확인할 수 있다. 치쿤구니야 바이러스의 주요 매개체 또한 이집트 숲모기, 흰줄숲모기이며(이지은 외, 2024), 말라리아는 얼룩날개모기 속(genus Anopheles)

〈표 9〉 뎅기 전체기간(1999-2023) 연결중심성 및 매개중심성 상위 10개 키워드

순위	키워드	연결중심성	키워드	매개중심성
1	aedes aegypti	9,547	system	86,161,602
2	transmission	5,892	influenza virus	73,372,195
3	mosquito	5,278	dendritic cells	49,820,883
4	zika	5,119	design	48,802,363
5	chikungunya	5,013	management	47,613,609
6	vector	4,473	association	46,334,102
7	west nile virus	4,088	public health	37,861,887
8	outbreak	3,824	pcr	37,746,719
9	culicidae	3,687	ebola	37,704,066
10	hemorrhagic fever	3,496	discovery	36,973,293

나 해당 키워드가 주목받고 있음을 알 수 있다. 매개중심성은 influenza virus, dendritic cells, pcr 등이 높게 나타나 해당 키워드가 뎅기 연구의 세부 주제를 매개하는 정도가 높음을 알 수 있다.

뎅기 전체 기간(1999-2023) 연구에 대하여 토픽모델링을 수행하였으며, 최적의 토픽 수를 결정하는 응집도 지수는 13일 때 가장 높게 나타났다. 13개의 토픽과 토픽별 출현 확률 상위 10개 키워드를 추출한 결과는 다음 〈표 10〉과 같다.

토픽 1은 mosquito, vector, aedes, aegypti, population, specie, albopictus 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 모기 등의 감염병 매개체에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 해당 토픽에서는 용기 재료와 온도가 이집트 숲모기 유충 발달에 미치는 영향에 대한 연구(Kumar et al., 2016) 등을 확인하였다.

토픽 2는 essential oil, t cell, viremia, cd8, cd4 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 모기 방제에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 해당 토픽에서는 이집트 숲모기에 대한 모기 기피제로서

Ocimum sanctum, Mentha piperita, Eucalyptus globulus, Plectranthus amboinicus의 천연 물질 및 혼합물의 효과를 분석한 연구(Lalthazuali & Mathew, 2017) 등을 확인하였다.

토픽 3은 covid 19, antibody, serum, igg, igm, seroprevalence, leptospirosis 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 감염병 동시 감염과 진단에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 토픽 3에서는 뎅기 바이러스가 유행하는 지역에서의 SARS-COV-2의 유행은 두 감염병의 진단을 복잡하게 만들 수 있으며, 동시 감염 가능성을 고려하여 두 감염병에 대한 검사를 병행해야 한다고 주장한 연구(Lokida et al., 2020) 등을 확인하였다.

토픽 4는 serotype, den 2, den 1, genotype, den 3, den 4 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 혈청형 분석에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 해당 토픽에서는 2011년 파키스탄에서 발생한 뎅기열 바이러스 혈청형을 분석한 연구(Ahmed et al., 2017)를 확인하였는데, 해당 연구 결과에서는 서로 다른 뎅기 바이러스 혈청형의 동시 순환(co-circulation)은 뎅기출혈

〈표 10〉 뎅기 전체기간(1999-2023) 토픽별 출현 확률 상위 10개 키워드

구분	출현 확률 상위 10개 키워드
토픽 1 (감염병 매개체)	mosquito, vector, aedes, aegypti, population, specie, albopictus, adult, resistance, larva
토픽 2 (모기 방제)	mouse, essential oil, brain, t cell, viremia, oil, load, cd8, cd4, skin
토픽 3 (동시 감염 및 진단)	covid 19, antibody, serum, igg, igm, seroprevalence, prevalence, participant, blood, leptospirosis
토픽 4 (혈청형)	strain, serotype, den 2, den 1, genotype, den 3, den 4, lineage, isolates, outbreak
토픽 5 (감염병 진단)	detection, chikungunya, sensitivity, diagnosis, assay, specificity, performance, ma, platform, serum
토픽 6 (모기 매개 감염병)	malaria, database, scenario, practice, attitude, bacteria, hotspot, respondent, vulnerability, parasite
토픽 7 (모기 방제)	wolbachia, mosquito, release, male, population, female, strain, host, trial, strategy
토픽 8 (면역 반응)	response, expression, mechanism, host, activation, pathway, pathogenesis, production, receptor, immune
토픽 9 (치료제 및 약물)	activity, compound, drug, treatment, inhibitor, concentration, agent, plant, inhibition, protease
토픽 10 (증상 및 중증도)	fever, child, severity, symptom, mortality, outcome, diagnosis, hemorrhagic, illness, treatment
토픽 11 (감염병 전파)	zika, model, transmission, risk, population, health, surveillance, incidence, fever, outbreak
토픽 12 (백신 개발)	protein, replication, flavivirus, host, rna, interaction, structure, mechanism, function, entry
토픽 13 (백신 개발)	vaccine, antibody, response, vaccination, serotype, protection, epitope, candidate, efficacy, neutralizing antibody

열 또는 뎅기쇼크증후군 발생을 초래할 수 있는 경고 신호임을 밝혔다.

토픽 5는 detection, sensitivity, diagnosis, assay, specificity 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 감염병 진단에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 해당 토픽에서는 두 개의 상업용 뎅기 IgG ELISA 키트 검사 성능 및 일치도를 평가한 연구(Schuttoff et al., 2019) 등을 확인하였다.

토픽 6은 malaria, bacteria, parasite 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 말라리아와 같은 모기 매개 감염병에 대한 내용으로 판단할 수 있

다. 해당 토픽에서는 동티모르에서 말라리아와 뎅기열에 동시 감염된 아동 사례 연구(Ward, 2006) 등을 확인하였다.

토픽 7은 wolbachia, mosquito, population, strategy 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 토픽 2와 주제적 연관성을 가진다. 토픽 7에서는 Wolbachia 감염 이집트 숲모기의 유충 식단과 뎅기 바이러스 감염의 관계에 대한 연구(Kho et al., 2016) 등을 확인하였다.

토픽 8은 response, expression, mechanism, host, activation, receptor, immune 등의 키워

드가 상위에 나타났으며, 면역 반응에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 해당 토픽에서는 푸에르토리코의 뎡기 바이러스를 사용하여 이집트 숲모기와 흰줄숲모기에서의 혈청형 특이 선천 면역 반응을 분석한 연구(Smartt et al., 2017) 등을 확인하였다.

토픽 9는 compound, drug, treatment, protease 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 치료제 및 약물 개발에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 해당 토픽에서는 Azadirachta indica 추출 물질의 뎡기 바이러스 NS2B-NS3 단백질분해효소에 대한 억제 잠재력 분석 연구(Dwivedi et al., 2016) 등을 확인하였다.

토픽 10은 fever, severity, symptom, mortality, illness 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 감염병 증상 및 중증도에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 해당 토픽에서는 기계학습 방법을 활용하여 뎡기 환자의 중증도 위험 기준을 개발하는 데 활용될 수 있는 경고 징후 등의 특성을 식별한 연구(Hair et al., 2019)를 확인하였다.

토픽 11은 model, transmission, surveillance, incidence 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 감염병 전파에 대한 내용으로 판단할 수 있다. 해당 토픽에서는 인도 라자스탄 33개 지역에서 뎡기 바이러스의 수직 전파를 조사한 연구(Angel et al., 2016) 등을 확인하였다.

토픽 12는 protein, replication, host, rna, structure 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 백신 개발을 위한 제반 연구들로 판단할 수 있다. 해당 토픽에서는 뎡기 외피 단백질의 보존 영역 식별 및 이에 대한 항체 개발 연구(Rathore et al., 2019) 등을 확인하였다. 토픽 13은 vaccine, antibody, response, vaccination, epitope,

neutralizing antibody 등의 키워드가 상위에 나타났으며, 토픽 13과 주제적 연관성을 가진다. Wen과 Shresta(2019)는 지카 바이러스와 뎡기 바이러스의 네 가지 혈청형이 높은 정도의 구조적, 서열 상동성을 공유하는 플라비바이러스이며, 두 바이러스의 항원 교차 반응에 대한 연구를 종합하며 범용적인 플라비바이러스 백신 개발에 집중해야 함을 주장했다.

5. 결론

본 연구는 국가 감염병 대응 전략 및 연구개발(R&D) 투자 방향 수립의 과학적 근거 마련을 위해, COVID 19, 인플루엔자, SFTS, 뎡기 4종의 주요 감염병에 대한 연구 동향을 체계적으로 분석하였다. 이를 위해 Web of Science에서 수집한 학술 논문 서지 데이터를 기반으로 키워드 네트워크 분석과 토픽모델링을 적용하여 각 감염병의 연구 주제를 도출하였다. 감염병 연구의 거시적 패턴을 시각화하였으며, 이러한 연구 결과는 향후 국가 차원의 정책 수립 시 객관적 자료로 활용될 수 있는 기초 연구가 될 것이다.

분석 결과, 4대 감염병 모두 임상 진단, 백신 및 치료제 개발, 단백질 및 면역 반응, 역학 등의 핵심 연구 분야를 도출해낼 수 있었다. 특히, 코로나19는 회복력, 사회·경제적 영향, 비대면 진료 등 다각적인 연구가 전개되었음을 확인하였으며, 인플루엔자는 계절성 유행과 변이 바이러스 대응을 위한 백신 개발 및 예방 전략이 주요 연구 주제로 파악되었다. 또한, SFTS와 뎡기는 상대적으로 소규모의 연구임에도 불

구하고 감염 매개체인 진드기, 모기 방제 전략과 전파 경로 등에 초점을 맞춘 연구가 꾸준히 수행되고 있음을 시사하였다.

미국 NIH 산하 NIAID에서는 감염병 대응에 대비하는 프로젝트 PREMISE를 통하여 100일 이내에 백신 개발과 생산이 가능한 시스템을 구축하고 있으며, 일본 AMED에서는 2022년에 출범한 프로젝트 SCARDA를 통하여 미래 감염병 비상 상태를 대비하여 가능한 빠른 시간에 안전하고 효율적인 백신을 개발하여 제공하는 목표를 달성하고자 하였다(한민규, 2024). 특히 이러한 목표를 달성하기 위하여 SCARDA(2023)의 논문 조사 분석에서는 논문 수 및 피인용횟수 등의 계량서지적 분석과 함께 19종의 감염병에 대하여 토픽모델링을 활용하여 주제 분포를 분석하였다. 본 연구는 SCARDA 사례를 벤치마킹하여 감염병 신속 대응을 위한 기술 전략 설정의 근거를 마련하고, 연구·개발 정책 방향성에 대한 정립 및 역량 강화 기반을

조성하기 위하여 수행되었다.

그러나 본 연구에는 몇 가지 제한점이 존재한다. 첫째, 데이터가 Web of Science에 한정되어 있어 다른 데이터베이스나 비영어권 문헌 등 다양한 연구 성과가 배제되었을 가능성이 있다. 둘째, 키워드 네트워크 분석 및 토픽모델링 과정에서 적용된 진처리 기준과 파라미터 설정이 연구자의 판단에 의존한 측면이 있어 결과 해석에 다소 편향이 있을 수 있다.

향후 연구에서는 Scopus, PubMed 등 다양한 데이터 소스를 통합하여 보다 포괄적인 연구 동향 분석을 수행할 필요가 있다. 또한, 딥러닝 기반의 질적 텍스트 분석 기법과 다학제적 접근법을 도입함으로써 감염병 연구의 질적 측면과 국제 공동 연구 네트워크를 정밀하게 분석할 수 있을 것이다. 이를 통해 각 감염병에 대한 보다 세밀한 특성 파악과 국가별, 국제적 협력 체계의 효과적 구축을 위한 구체적 정책 시사점을 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- 곽기영 (2019). 소셜네트워크분석(제2판). 서울: 청람.
- 국가과학기술자문회의 (2022). 감염병 증장기 R&D 생태계 고도화 방안.
- 김동휘, 김계형, 이종운, 고미경, 박성준, 유석주, 이관, 박지혁 (2021). 국립공원 종사자의 증증열성혈소판감소증후군 혈청유병률 및 위험요인. 농촌의학·지역보건, 46(3), 162-170.
<https://doi.org/10.5393/JAMCH.2021.46.3.162>
- 김민지, 신화희 (2023). 크리스퍼 유전자가위 기반 차세대 감염병 분자진단기술. Korean Society for Biotechnology and Bioengineering Journal, 38(2), 77-89.
<http://dx.doi.org/10.7841/ksbbj.2023.38.2.77>
- 김신권 (2021). 감염병과 대유행: 인문 의학적 관점. 문화와 융합, 43(2), 35-54.

<https://doi.org/10.33645/cnc.2021.02.43.2.35>

식품의약품안전처. 식품의약품안전평가원 (2023). 감염병 예방 및 치료용 단클론항체의약품의 비임상 및 임상 평가 가이드라인.

이수상 (2018). 네트워크 분석방법의 활용과 한계. 서울: 청람.

이지은, 류충민, 김근환, 이도연 (2024). 모기매개 감염병 대응 협력체계 강화를 위한 국가연구개발 정보종합분석 프레임워크 개발. 한국산학기술학회 논문지, 25(4), 416-426.

<https://doi.org/10.5762/KAIS.2024.25.4.416>

이지현 (2023). SARS-CoV-2 중화 항체와 키누레닌 효소에 대한 분자 동역학 연구. 석사학위논문, 서울대학교.

정지범 (2020). 회복력 중심 시스템으로의 전환을 위하여. 미래연구 포커스, 45, 36-41.

질병관리청 (2018). 땀기열 등 모기에 의해 전파되는 감염병 예방 개인방어가 최선입니다.

질병관리청 (2023). 신종감염병 대유행 대비 중장기계획.

질병관리청 (2024). 신종감염병관리.

출처: <https://www.kdca.go.kr/contents.es?mid=a20301020700>

질병관리청. 국가건강정보포털 (발행년불명). 출처: <https://health.kdca.go.kr/healthinfo/>

질병관리청. 국립보건연구원. 국립감염병연구소 (2022). 감염병 백신 특허분석보고서 (11-1790423-000152-13).

채성원 (2005). NF- κ B의 활성화와 면역학적 기능. 대한이비인후-두경부외과학회지, 48(3), 284-288.

한국생명공학연구원 (2023). 생명연, 감염병 대응 전략적 우선순위 선정.

출처: https://www.kribb.re.kr/kor/sub02/sub02_02_01_view.jsp?b_idx=33295&keyWord=&keyField=b_title&page=4&nowBlock=0&category=

한민규 (2024). 감염병 백신·치료(KISTEP 브리프 133). 한국과학기술기획평가원.

한보경, 신현일, 김현우, 주정원, 이희일 (2024). 2023년 국내 말라리아 매개모기 감시 및 매개모기 내 삼일열원충 검출 현황. 주간 건강과 질병, 17(16), 647-661.

<https://doi.org/10.56786/PHWR.2024.17.16.1>

Ahmed, I., Reza, F. A., Iqbal, M., & Ashraf, M. (2017). Dengue virus serotypes and epidemiological features of dengue fever in Faisalabad, Pakistan. *Trop Biomed*, 34(4), 928-935.

Alsulaiman, J. W., Alzoubi, A., Alrawashdeh, A., Al-Dekah, A. M., Abubaker, S., Amayreh, W., Sweileh, W. M., Alzoubi, H. M., & Kheirallah, K. A. (2025). Mapping trends and hotspots of research on COVID-19 vaccine effectiveness: A comprehensive bibliometric analysis of global research. *Journal of Infection and Public Health*, 18(1), 102597.

<https://doi.org/10.1016/j.jiph.2024.102597>

Angel, A., Angel, B., & Joshi, V. (2016). Rare occurrence of natural transovarial transmission

- of dengue virus and elimination of infected foci as a possible intervention method. *Acta Tropica*, 155, 20-4. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2015.11.018>
- Archer, B., Cohen, C., Naidoo, D., Thomas, J., Makunga, C., Blumberg, L., Venter, M., Timothy, G., Puren, A., McAnerney, J., Cengimbo, A., & Schoub, B. (2009). Interim report on pandemic H1N1 influenza virus infections in South Africa, April to October 2009: epidemiology and factors associated with fatal cases. *Euro Surveillance*, 14(42), 1-5.
- Bao, Y., Miao, Y., Wang, W., & Qiu, B. (2012). A successful rescue of a pregnant woman complicated with Influenza A H1N1, severe pneumonia and respiratory failure. *HealthMED*, 6, 549-552.
- Chen Z. L., Zhang, Q., Lu, Y., Guo, Z. M., Zhang, X., Zhang, W. J., Guo, C., Liao, C. H., Li, Q. L., Han, X. H., & Lu, J. H. (2020). Distribution of the COVID-19 epidemic and correlation with population emigration from Wuhan, China. *Chinese Medical Journal*, 133(9), 1044-1050. <https://doi.org/10.1097/cm9.0000000000000782>
- Chi, X., Becker, B., Yu, Q., Willeit, P., Jiao, C., Huang, L., Hossain, M. M., Grabovac, I., Yeung, A., Lin, J., Veronese, N., Wang, J., Zhou, X., Doig, S. R., Liu, X., Carvalho, A. F., Yang, L., Xiao, T., Zou, L., Fusar-Poli, P., & Solmi, M. (2020). Prevalence and psychosocial correlates of mental health outcomes among Chinese college students during the coronavirus disease (COVID-19) pandemic. *Front Psychiatry*, 11, 803. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.00803>
- Cho, Hyosun & Kang, Hyojeung (2014). Host immune responses against type A influenza viruses. *Journal of Bacteriology and Virology*, 44(2), 133-139. <https://doi.org/10.4167/jbv.2014.44.2.133>
- Comas, V., Moratorio, G., Sonora, M., Goni, N., Pereyra, S., Ifran, S., Moreno, P., & Cristina, J. (2015). Phylogenetic analysis of the neuraminidase gene of pandemic H1N1 influenza A virus circulating in the South American region. *Virus Research*, 197, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2014.11.008>
- Corey, L., Mascola, J. R., Fauci, A. S., & Collins, F. S. (2020). A strategic approach to COVID-19 vaccine R&D. *Science (New York, N.Y.)*, 368(6494), 948-950. <https://doi.org/10.1126/science.abc5312>
- Cui, W., Cui, S., Chen, C., Chen, X., Wang, Z., Yang, H., & Zhang, L. (2019). The crystal structure of main protease from mouse hepatitis virus A59 in complex with an inhibitor. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 511(4), 794-799. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2019.02.105>

- Dehghanbanadaki, H., Seif, F., Vahidi, Y., Razi, F., Hashemi, E., Khoshmirsafa, M., & Aazami, H. (2020). Bibliometric analysis of global scientific research on coronavirus (COVID-19). *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*, 34, 51. <https://doi.org/10.47176/mjiri.34.51>
- Dwivedi, V. D., Tripathi, I. P., & Mishra, S. K. (2016). In silico evaluation of inhibitory potential of triterpenoids from *Azadirachta indica* against therapeutic target of dengue virus, NS2B-NS3 protease. *Journal of Vector Borne Diseases*, 53(2), 156-61.
- Fox, A., Quinn, K. M., & Subbarao, K. (2018). Extending the breadth of influenza vaccines: status and prospects for a universal vaccine. *Drugs*, 78(13), 1297-1308. <https://doi.org/10.1007/s40265-018-0958-7>
- Gao, H., Wang, B., Yao, H., Zhang, W., & Teng, H. (2024). Application of blood purification technology in severe fever with thrombocytopenia syndrome. *Biotechnology and Genetic Engineering Reviews*, 40(4), 4943-4952. <https://doi.org/10.1080/02648725.2023.2219940>
- Gonfiotti, A., Gatteschi, L., Salvicchi, A., Bongiolatti, S., Lavorini, F., & Voltolini, L. (2020). Clinical courses and outcomes of five patients with primary lung cancer surgically treated while affected by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, 58(3), 598-604. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezaa233>
- González-Parra, G., De Ridder, F., Huntjens, D., Roymans, D., Ispas, G., & Dobrovolny, H. M. (2018). A comparison of RSV and influenza in vitro kinetic parameters reveals differences in infecting time. *PLoS One*, 13(2), e0192645. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192645>
- Hair, M. G., Nobre, F. F., & Brasil, P. (2019). Characterization of clinical patterns of dengue patients using an unsupervised machine learning approach. *BMC Infectious Diseases*, 19, 649. <https://doi.org/10.1186/s12879-019-4282-y>
- Hajipoor, M., Rahbarinejad, P., Irankhah, K., & Sobhani, S. R. (2023). Comparing food consumption during the COVID-19 pandemic: analysis of household income and expenditure survey data in Iran. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 42(1), 43. <https://doi.org/10.1186/s41043-023-00385-3>
- Halalau, A., Imam, Z., Karabon, P., Mankuzhy, N., Shaheen, A., Tu, J., & Carpenter, C. (2021). External validation of a clinical risk score to predict hospital admission and in-hospital mortality in COVID-19 patients. *Annals of Medicine*, 53(1), 78-86. <https://doi.org/10.1080/07853890.2020.1828616>
- Harbach, R. E. (2007). The culicidae (diptera): a review of taxonomy, classification and phylogeny. *Zootaxa*, 1668, 591-638. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1668.1.28>

- Hayashi, K., Yoshida, H., Sato, Y., Tobiume, M., Suzuki, Y., Ariyoshi, K., Hasegawa, H., & Nakajima, N. (2017). Histopathological findings of lung with A/H1N1pdm09 infection-associated acute respiratory distress syndrome in the post-pandemic season. *Japanese Journal of Infectious Diseases*, 70(2), 197-200. <https://doi.org/10.7883/yoken.jjid.2016.120>
- Hernu, R., Simon, M., Baudry, T., Casalegno, J. S., Lina, B., Cour, M., & Argaud, L. (2021). Burden of critically ill patients with influenza in a French catchment population. *Scientific Reports*, 11(1), 10526. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89912-y>
- Huang, M., Xu, R., Triffon, C., Mifsud, N., & Chen, W. (2021). Broad-based influenza-specific CD8+ T cell response without the typical immunodominance hierarchy and its potential implication. *Viruses*, 13(6), 1080. <https://doi.org/10.3390/v13061080>
- Humphries, M. O. (2014). Paths of infection: the first world war and the origins of the 1918 influenza pandemic. *War in History*, 21(1), 55-81. <https://doi.org/10.1177/0968344513504525>
- Kabajulizi, J., Keogh-Brown, M. R., & Smith, R. D. (2017). The welfare implications of public healthcare financing: a macro-micro simulation analysis of Uganda. *Health Policy Plan*, 32(10), 1437-1448. <https://doi.org/10.1093/heapol/czx125>
- Kho, E. A., Hugo, L. E., Lu, G., Smith, D. D., & Kay, B. H. (2016). Effects of larval nutrition on Wolbachia-based Dengue virus interference in aedes aegypti (diptera: culicidae). *Journal of Medical Entomology*, 53(4), 894-901. <https://doi.org/10.1093/jme/tjw029>
- Konig, T. T., Lenz, A. F., Goedeke, J., & Muensterer, O. J. (2020). Protecting medical professionals from infection during the coronavirus pandemic: overnight implementation of virtual medical boards. *Gesundheitswesen*, 82(6), 497-500.
- Kumar, G., Singh, R. K., Pande, V., & Dhiman, R. C. (2016). Impact of container material on the development of aedes aegypti larvae at different temperatures. *Journal of Vector Borne Diseases*, 53(2), 144-8.
- Lalthazuali & Mathew, N. (2017). Mosquito repellent activity of volatile oils from selected aromatic plants. *Parasitology Research*, 116(2), 821-825. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-5351-4>
- Li, J. & Tartarini, F. (2020). Changes in air quality during the COVID-19 lockdown in Singapore and associations with human mobility trends. *Aerosol and Air Quality Research*, 20, 1748-1758. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2020.06.0303>
- Liu, J., Nie, H., Li, S., Chen, X., Cao, H., Ren, J., Lee, I., & Xia, F. (2021). Tracing the pace of COVID-19 research: topic modeling and evolution. *Big Data Research*, 25, 100236.

<https://doi.org/10.1016/j.bdr.2021.100236>

- Liu, S., Liu, H., Zhang, K., Li, X., Duan, Y., Wang, Z., & Wang, T. (2019). Proteasome inhibitor PS-341 effectively blocks infection by the severe fever with thrombocytopenia syndrome virus. *Virologica Sinica*, 34(5), 572-582. <https://doi.org/10.1007/s12250-019-00162-9>
- Lokida, D., Lukman, N., Salim, G., Butar-Butar, D. P., Kosasih, H., Wulan, W. N., Naysilla, A. M., Djajady, Y., Sari, R. A., Arlinda, D., Lau, C. Y., & Karyana, M. (2020). Diagnosis of COVID-19 in a dengue-endemic area. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 103(3), 1220-1222.
- Martin, L. J., Dong, H., Liu, Q., Talbot, J., Qiu, W., & Yasui, Y. (2019). Predicting influenza-like illness-related emergency department visits by modelling spatio-temporal syndromic surveillance data. *Epidemiology & Infection*, 147, e312. <https://doi.org/10.1017/s0950268819001948>
- Matsumoto, C., Shinohara, N., Furuta, R. A., Tanishige, N., Shimojima, M., Matsubayashi, K., Nagai, T., Tsubaki, K., & Satake, M. (2018). Investigation of antibody to severe fever with thrombocytopenia syndrome virus (SFTSV) in blood samples donated in a SFTS-endemic area in Japan. *Vox Sanguinis*, 113(3), 297-299. <https://doi.org/10.1111/vox.12629>
- Moasser, E., Moasser, A., & Zaraket, H. (2019). Incidence of antiviral drug resistance markers among human influenza A viruses in the Eastern Mediterranean region, 2005-2016. *Infection, Genetics and Evolution*, 67, 60-66. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2018.10.023>
- Moscona, A. (2008). Medical management of influenza infection. *Annual Review of Medicine*, 59, 397-413. <https://doi.org/10.1146/annurev.med.59.061506.213121>
- Nascimento, B. R., Brant, L. C., Castro, A. C. T., Froes, L. E. V., Ribeiro, A. L. P., Cruz, L. V., Araujo, C. B., Souza, C. F., Froes, E. T., & Souza, S. D. (2020). Impact of a large-scale telemedicine network on emergency visits and hospital admissions during the coronavirus disease 2019 pandemic in Brazil: data from the UNIMED-BH system. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 29(2), 103-110. <https://doi.org/10.1177/1357633x20969529>
- Panatto, D., Amicizia, D., Arata, L., Lai, P. L., & Gasparini, R. (2018). A comprehensive analysis of Italian web pages mentioning squalene-based influenza vaccine adjuvants reveals a high prevalence of misinformation. *Human Vaccines & Immunotherapeutics*, 14(4), 969-977. <https://doi.org/10.1080/21645515.2017.1407483>
- Rathore, A. S., Sarker, A., & Gupta, R. D. (2019). Designing antibody against highly conserved region of dengue envelope protein by in silico screening of scFv mutant library. *PLoS*

- One, 14(1), e0209576. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209576>
- Rattanakomol, P., Khongwichit, S., Chuchaona, W., Vongpunsawad, S., & Poovorawan, Y. (2023). Severe fever with thrombocytopenia syndrome virus genotype B in Thailand. *Archives of Virology*, 168(11), 271. <https://doi.org/10.1007/s00705-023-05897-1>
- Rybinska, A., Best, D. L., Goodman, W. B., Weindling, W., & Dodge, K. A. (2022). Home visiting services during the COVID-19 pandemic: program activity analysis for family connects. *Matern Child Health*, 26(1), 70-78. <https://doi.org/10.1007/s10995-021-03337-7>
- Sakai-Tagawa, Y., Ozawa, M., Tamura, D., Le, M., Nidom, C. A., Sugaya, N., & Kawaoka, Y. (2010). Sensitivity of influenza rapid diagnostic tests to H5N1 and 2009 pandemic H1N1 viruses. *Journal of Clinical Microbiology*, 48(8), 2872-7. <https://doi.org/10.1128/jcm.00439-10>
- Saunders-Hastings, P., Hayes, B. Q., Smith, R., & Krewski, D. (2017). Modelling community-control strategies to protect hospital resources during an influenza pandemic in Ottawa, Canada. *PLoS One*, 12(6), e0179315. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179315>
- Schuttoff, T., Adam, A., Reiche, S., & Jassoy, C. (2019). Enhancing the concordance of two commercial dengue IgG ELISAs by exchange of the calibrator sample. *Journal of Clinical Virology*, 118, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.jcv.2019.07.004>
- Shi, Y., Shi, X., Liang, J., Luo, J., Ba, J., Chen, J., & Wu, B. (2020). Aggravated MRSA pneumonia secondary to influenza A virus infection is derived from decreased expression of IL-1 β . *Journal of Medical Virology*, 92(12), 3047-3056. <https://doi.org/10.1002/jmv.26329>
- Smartt, C. T., Shin, D., & Alto, B. W. (2017). Dengue serotype-specific immune response in *aedes aegypti* and *aedes albopictus*. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 112(12), 829-837. <https://doi.org/10.1590/0074-02760170182>
- Strategic Center of Biomedical Advanced Vaccine Research and Development for Preparedness and Response (SCARDA) (2023). 論文DB調査・分析.
- Taubenberger, J. K. & Morens, D. M. (2006). 1918 Influenza: the mother of all pandemics. *Emerging Infectious Diseases*, 12(1), 15-22. <https://doi.org/10.3201/eid1201.050979>
- Taubenberger, J. K. (2006). The origin and virulence of the 1918 "Spanish" influenza virus. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 150, 86-112.
- Tavolacci, M. P., Dechelotte, P., & Ladner, J. (2021). COVID-19 vaccine acceptance, hesitancy, and resistancy among university students in France. *Vaccines*, 9(6), 654. <https://doi.org/10.3390/vaccines9060654>

- Vidaurreta, I., de la Fe, C., Orengo, J., Gomez-Martin, A., & Benito, B. (2020). Short-Term economic impact of COVID-19 on Spanish small ruminant flocks. *Animals*, 10(8), 1357. <https://doi.org/10.3390/ani10081357>
- Vukojevic, J., Duran, N., Zaja, N., Susac, J., Sekerija, M., & Savic, A. (2021). 100 Years apart: psychiatric admissions during Spanish flu and COVID-19 pandemic. *Psychiatry Research*, 303, 114071. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2021.114071>
- Ward, D. I. (2006). A case of fatal *Plasmodium falciparum* malaria complicated by acute dengue fever in East Timor. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 75(1), 182-5. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2006.75.182>
- Wen, J. & Shresta, S. (2019). Antigenic cross-reactivity between Zika and dengue viruses: is it time to develop a universal vaccine? *Current Opinion in Immunology*, 59, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.coi.2019.02.001>
- Yang, W., Zhang, J., & Ma, R. (2020). The prediction of infectious diseases: a bibliometric analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17), 6218. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176218>
- Yu, J., Huang, Y., & Shen, Z. J. (2021). Optimizing and evaluating PCR-based pooled screening during COVID-19 pandemics. *Scientific Reports*, 11, 21460. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01065-0>
- Yun, J. H., Hwang, H. J., Jung, J., Kim, M. J., Chong, Y. P., Lee, S. O., Choi, S. H., Kim, Y. S., Woo, J. H., Kim, M. Y., & Kim, S. H. (2019). Comparison of chest radiographic findings between severe fever with thrombocytopenia syndrome and scrub typhus: single center observational cross-sectional study in South Korea. *Medicine*, 98(46), e17701. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000017701>
- Zaman, K., Roy, E., Arifeen, S. E., Rahman, M., Raqib, R., Wilson, E., Omer, S. B., Shahid, N. S., Breiman, R. F., & Steinhoff, M. C. (2008). Effectiveness of maternal influenza immunization in mothers and infants. *The New England Journal of Medicine*, 359(15), 1555-1564. <https://doi.org/10.1056/nejmoa0708630>
- Zhang, J., Xie, C., & Morrison, A. M. (2021). The effect of corporate social responsibility on hotel employee safety behavior during COVID-19: the moderation of belief restoration and negative emotions. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 46, 233-243. <https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2020.12.011>
- Zhang, R., Zhao, A., Wang, X., & Zhang, Z. (2017). Diversity of tick species on domestic animals in Shandong province, China, using DNA barcoding. *Experimental and Applied*

Acarology, 73(1), 79-89. <https://doi.org/10.1007/s10493-017-0161-7>

Zhang, Z., Tan, J., Jin, W., Qian, H., Wang, L., Zhou, H., Yuan, Y., & Wu, X. (2023). Severe fever with thrombocytopenia syndrome virus trends and hotspots in clinical research: a bibliometric analysis of global research. *Frontiers in Public Health*, 11, 1120462. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1120462>

Zhang, Z., Tang, S., Huang, Z., Tan, J., Wu, X., Hong, Q., & Yuan, Y. (2024). Mapping trends and hotspots in research on global influenza vaccine hesitancy: a bibliometric analysis. *Health Science Reports*, 7(2), e1820. <https://doi.org/10.1002/hsr2.1820>

• 국문 참고자료의 영어 표기

(English translation / romanization of references originally written in Korean)

Chae, Sung Won (2005). Function and activation of NF- κ B in immune system. *Korean Journal of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery*, 48(3), 284-288.

Han, Bo Gyeong, Shin, Hyun-Il, Kim, Hyun Woo, Ju, Jung-Won, & Lee, Hee-Il (2024). Entomological surveillance of Malaria vector mosquitoes in the Republic of Korea, 2023. *Public Health Weekly Report*, 17(16), 647-661. <https://doi.org/10.56786/PHWR.2024.17.16.1>

Han, Min-Kyu (2024). *Infectious Disease Vaccines and Treatments (KISTEP Brief 133)*. Korea Institute of S&T Evaluation and Planning.

Jeong, Ji-Beom (2020). Towards a transition to a resilience-centered system. *Future Horizon Focus*, 45, 36-41.

Kawk, Kee-Young (2019). *Social Network Analysis (2rd ed.)*. Seoul: Chungnam.

Kim, Dong-Whi, Kim, Kye-Hyung, Lee, Jongyoun, Ko, Mee-Kyung, Park, Sung-Jun, Yoo, Seok-Ju, Lee, Kwan, & Park, Ji-Hyuk (2021). Seroprevalence and risk factors for severe fever with thrombocytopenia syndrome among the Korea National Park service workers. *Journal of Agricultural Medicine & Community Health*, 46(3), 162-170. <https://doi.org/10.5393/JAMCH.2021.46.3.162>

Kim, Min Ji & Shin, Hwa Hui (2023). Next-generation molecular diagnostic technology for infectious disease: CRISPR-Cas system. *Korean Society for Biotechnology and Bioengineering Journal*, 38(2), 77-89. <http://dx.doi.org/10.7841/ksbbj.2023.38.2.77>

Kim, Shin-Kwon (2021). Infectious disease and pandemic: a perspective in the medical humanities. *Culture and Convergence*, 43(2), 35-54. <https://doi.org/10.33645/cnc.2021.02.43.2.35>

- Korea Disease Control and Prevention Agency (2018). Dengue Fever and Other Mosquito-Borne Infectious Diseases: Personal Protection is the Best Prevention.
- Korea Disease Control and Prevention Agency (2023). Mid-to-Long-Term Plan for Preparing Against Emerging Infectious Disease Pandemics.
- Korea Disease Control and Prevention Agency (2024). Emerging Infectious Disease Management. Available: <https://www.kdca.go.kr/contents.es?mid=a20301020700>
- Korea Disease Control and Prevention Agency. National Health Information Online Service (n.d.). Available: <https://health.kdca.go.kr/healthinfo/>
- Korea Disease Control and Prevention Agency. National Institute of Health. National Institute of Infectious Diseases (2022). Report on Vaccine Patent Analysis for Infectious Diseases (11-1790423-000152-13).
- Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (2023). KRIBB's Strategic Prioritization for Infectious Disease Response. Available: https://www.kribb.re.kr/kor/sub02/sub02_02_01_view.jsp?b_idx=33295&keyWord=&keyField=b_title&page=4&nowBlock=0&category=
- Lee, Jieun, Ryu, Choong-Min, Kim, Keunhwan, & Lee, Doyeon (2024). R&D information analysis framework to strengthen collaborative ecosystem in response to mosquito-borne infectious diseases. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 25(4), 416-426. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2024.25.4.416>
- Lee, Jihyeon (2023). Molecular Dynamics Studies on SARS-CoV-2 Neutralizing Antibodies and Kynureninases. Master's thesis, Seoul National University.
- Lee, Soo-Sang (2018). Application and Limitations of Network Analysis Methods. Seoul: Chungnam.
- Ministry of Food and Drug Safety. National Institute of Food and Drug Safety Evaluation (2023). Guidelines for Non-clinical and Clinical Evaluation of Monoclonal Antibody Drugs for Infectious Disease Prevention and Treatment.
- Presidential Advisory Council on Science & Technology (2022). Strategies for Advancing the Mid-to-Long-Term Infectious Disease R&D Ecosystem.