



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



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

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

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

박 사 학 위 논 문

텍스트 네트워크 분석을 활용한
중증 COVID-19 위험요인 연구의
지식구조 탐색 및 연구동향 분석

계 명 대 학 교 대 학 원

간 호 학 과

강 민 아

지도교수 이 수 경

2022년 8월

텍스트 네트워크 분석을 활용한
중증 COVID-19 위험요인 연구의
지식구조 탐색 및 연구동향 분석

지도교수 이 수 경

이 논문을 박사학위 논문으로 제출함

2022년 8월

계명대학교 대학원

간호학과

강민아

강민아의 박사학위 논문을 인준함

주 심 김 가 은

부 심 이 수 경

부 심 김 혜 영

부 심 강 민 경

부 심 김 선 주

계 명 대 학 교 대 학 원

2 0 2 2 년 8 월

목 차

I. 서론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구목적	3
3. 용어정의	4
II. 문헌고찰	5
1. 중증 COVID-19 위험요인	5
2. 텍스트 네트워크 분석	10
3. 연구의 개념적 기틀	13
III. 연구방법	17
1. 연구설계	17
2. 연구대상	17
3. 자료수집	17
4. 자료분석	19
5. 윤리적 고려	21
IV. 연구결과	22
1. 중증 COVID-19 위험요인 연구 특성 및 핵심 키워드	22
2. 중증 COVID-19 위험요인 연구의 핵심 키워드 네트워크 분석	25
3. 시기별 중증 COVID-19 위험요인 연구동향 분석	32
V. 논의	35
VI. 결론 및 제언	47
참고문헌	49
부 록	65
영문초록	74

국문초록 77

표 목 차

Table 1. Keywords List with the Highest Appearance Frequency	24
Table 2. Main Keywords List of Groups	26
Table 3. The Appearance Frequencies of the Keywords in Each Phase	34

그림 목 차

Figure 1. The convergence model	14
Figure 2. Conceptual framework of this study	16
Figure 3. The process of data collection related to severe COVID-19 risk factors	18
Figure 4. Monthly publications of severe COVID-19 risk factor study ...	22
Figure 5. Journal distribution of search articles	23
Figure 6. Group 1: Biomedicine factors	28
Figure 7. Group 2: Occupational and environmental factors	28
Figure 8. Group 3: General factors	29
Figure 9. Group 4: Health behavior factors	29
Figure 10. Group 5: Complication factors	31
Figure 11. Phase setting by similarity	33

I. 서론

1. 연구의 필요성

코로나바이러스감염증-19 (Coronavirus Disease 2019 [COVID-19])는 신종 코로나바이러스(Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 [SARS-CoV-2]) 의한 중증급성호흡기증후군 감염질환으로, 발생 이후 급속도로 확산되어 전 세계적으로 의료적, 사회적 문제를 일으키는 신종감염병으로 부상했다. COVID-19는 2019년 12월 중국 우한시에서 COVID-19 첫 사례가 발생하였으며, 이후 지속적인 세계적 확산으로 2020년 3월 세계보건기구(World Health Organization [WHO])에서 전염병 최고 위험단계인 팬데믹(pandemic)을 선언하였다(질병관리청, 2020).

팬데믹 선언 이후 감염자 수는 기하급수적으로 증가하였고, 2022년 5월 기준 전 세계적으로 5억 명 이상의 COVID-19 감염환자가 발생하였다(Johns Hopkins University, 2022). 그 중 일부는 급성호흡기증후군(Acute Respiratory Distress Syndrome [ARDS]) 양상을 나타내 인공호흡기 치료가 필요한 중증 COVID-19로 진행된다(Wolff, Nee, Hickey, & Marschollek, 2021). 중증 COVID-19 환자는 인공호흡기·체외막 산소공급(Extracorporeal Membrane Oxygenation [ECMO])·지속적 신대체 요법(Continuous Renal Replacement Therapy [CRRT]) 등의 치료를 필요로 하는 환자, 고유량 산소요법 이상의 치료를 필요로 하는 환자로서 곧 인공호흡기 이상의 치료가 필요하다고 예상되는 자, 폐렴이 확인되었고 산소 요구량이 비관 분당 5 L 이상 지속적으로 증가하고 있어 중증환자 전담치료병상으로 이송이 필요하다고 판단되는 자로 정의한다(질병관리청, 2022).

COVID-19 감염환자 중 약 5%에서 중증 COVID-19로 이환되며(Jordan, Adab & Cheng, 2020), 치명률은 약 2%로 보고되고 있다(WHO, 2022). 중증 COVID-19로의 이환은 사망률을 높일 뿐 아니라 높은 수준의 의료적

처리와 전문인력 확보가 필수적이므로, 이는 결국 사회의료비용의 지속적 증가와 의료체계 고갈로 이어질 수 있다(Berlin, Gulick, & Martinez, 2020).

따라서 최근에는 중증 COVID-19의 이환율을 낮추기 위해 위험요인에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 국내외 중증 COVID-19 위험요인 분석 연구들은 기저질환(Gao et al., 2021; Zheng et al., 2020), 정신건강 요인(Guo et al., 2020; Pappa et al., 2020), 사회경제적 요인(Kim et al., 2021; Khalatbari-Soltani, Cumming, Delpierre, & Kelly-Irving, 2020), 환경적 요인(Bae, Kim, Kim, Shim, & Park, 2021; Chen et al., 2020; Flook et al., 2021) 등 COVID-19 환자의 의무기록을 분석한 후향적 코호트 연구가 주로 이루어졌다. 기존 연구들은 주로 중증 COVID-19의 위험요인을 단순빈도로 분석하였으며 중증 COVID-19 위험요인의 핵심이 되는 키워드 파악, 또는 하위집단 확인 등 다양한 의미를 분석한 연구는 미비한 편이다(Furstenau et al., 2021).

텍스트 네트워크 분석은 많은 양의 텍스트 내에 출현하는 영향력 있는 핵심 키워드를 발견하고 주요어 간의 연관성을 확인하여 직관적인 맥락 파악이 가능한 분석 방법으로(곽기영, 2017; 김용학과 김영진, 2016) 특정한 주제 내 새로운 현상을 파악할 수 있게 하여 보건 의료, 행정, 산업동향 등 여러 분야 연구에서 활용되고 있다(문미경, 2017). 간호학 분야에서는 연결 중심성과 군집 분석을 이용하여 암 생존자(박진희, 전미선, 배선형과 김희준, 2021), 국내외 호스피스 간호연구(박은준, 김영지와 박찬숙, 2017), 임신성 당뇨와 모유수유(이정림, 김영지, 곽은주와 박승미, 2021)와 같은 특정 주제에 대한 지식구조를 분석하는 연구가 시행되었다. 네트워크 분석은 단순히 특정 위험요인이 얼마나 많이 등장했는지에 그치지 않고 전체 네트워크 내에서 가장 중심적인 역할을 키워드가 무엇이며, 관련 키워드 간의 연계성을 파악하여 시각화할 수 있고, 응집된 여러 개의 하위집단을 발견하여 의미를 파악할 수 있는 장점이 있다(이수상, 2012). 중증 COVID-19 위험요인의 경우 단일 요인이 중증화의 원인이 되는 것이 아니라 복합적인 상호작용에 의해 중증으로 이환되므로(Gao et al., 2021) 네트워크 분석을 통해 가장 중심적인 위험요인 관련 키워드는 무엇이며, 위험요인 관련 키워드 간

연계성을 파악하고 여러 하위집단을 발견하여 의미를 파악하는 것은 중증 COVID-19 연구의 향후 방향 제시에 도움이 될 것이다.

COVID-19가 세계적인 위협으로 부상하면서 전 세계적으로 다양한 연구들이 빠른 기간 안에 이루어졌고, COVID-19 중증 이환에 영향을 미치는 요인을 규명하는 것은 관련 분야의 연구자들의 주요 관심사였다(Oh & Kim, 2020). 그러나 간호학 측면에서는 간호사의 소진, COVID-19 환자 간호 경험, ECMO 사용, 산소요법, 재활 등의 연구가 이루어졌고, 중증 COVID-19 위험요인과 관련된 주제로 이루어진 연구는 거의 없는 실정이었다(Galanis, Vraka, Fragkou, Bilali, & Kaitelidou, 2021; Mortazavi, 2021).

이에 본 연구에서는 텍스트 네트워크 분석 방법을 활용하여 지금까지 축적된 중증 COVID-19 위험요인에 관한 연구의 지식구조를 탐색하고 시기별 연구동향을 관찰하고자 한다. 이를 토대로 다양한 중증 COVID-19 위험요인들을 포괄적 시각에서 살펴보고 간과되어진 주요한 위험요인을 규명하여 앞으로 더 연구되어야 할 연구주제의 방향을 제시하고자 한다.

2. 연구목적

본 연구는 텍스트 네트워크 분석을 활용하여 지금까지 축적된 중증 COVID-19 위험요인 관련 연구의 지식구조 및 시기별 연구동향을 파악하고자 한다. 본 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 1) 중증 COVID-19 위험요인 관련연구의 핵심 키워드를 도출한다.
- 2) 중증 COVID-19 위험요인 관련연구의 핵심 키워드 간 형성된 관계를 분석하고 하위집단 네트워크 영역별로 분류한다.
- 3) 중증 COVID-19 위험요인 연구의 시기별 연구동향을 확인한다.

3. 용어정의

1) 중증 COVID-19

인공호흡기·체외막 산소공급·지속적 신대체 요법 등의 치료를 필요로 하는 경우, 고유량 산소요법 이상의 치료를 필요로 하는 경우로써 곧 인공호흡기 이상의 치료가 필요하다고 예상되며, 폐렴이 확인되었고 산소 요구량이 비관 분당 5 L 이상 지속적으로 증가하고 있어 중증환자 전담치료병상으로 이송이 필요하다고 판단되는 경우로 정의한다(질병관리청, 2022).

2) 지식구조

지식이 조직되는 하나의 방식을 의미하며 핵심 키워드와 새로운 키워드가 배치되어 있는 구조 그 자체를 의미한다(Eveland Jr, Marton, & Seo, 2004).

3) 텍스트 네트워크 분석

텍스트 내에서 추출한 개념 간의 연결 관계 및 구조를 파악하는 것을 의미한다(Diesner & Carley, 2005).

II. 문헌고찰

1. 중증 COVID-19 위험요인

2019년 말 COVID-19 사례가 처음으로 보고된 후 SARS-CoV-2는 전 세계로 빠르게 퍼졌다. WHO에서 2020년 3월 팬데믹을 선포하고 현재까지 2년동안 약 5억명 이상의 확진자와 600만명 이상의 사망자가 발생하였고(Johns Hopkins University, 2022), 국내 발생 누적 확진자 수는 1800만여 명이고 사망자수는 2만 4천여 명으로 보고되었다(질병관리청, 2022). 이렇듯 전 세계 인구의 생명과 건강, 그리고 경제 및 사회 전반을 위협하는 COVID-19 확산을 막기 위한 백신 접종을 통해 약 55.0%의 인구가 전 세계적으로 집단 면역에 빠르게 접근하고 있지만 현재까지 개발된 백신에 효과가 없는 새로운 SARS-CoV-2 변이바이러스가 계속 등장하고 있다(Ciotti, Ciccozzi, Pieri, & Bernardini, 2022). 감염이나 백신 접종으로부터의 획득한 면역은 코로나바이러스의 병원성을 감소시킬 수 있지만 SARS-CoV-2 감염이나 재감염을 완전히 예방할 수는 없다(Zhou, Qin, Yan, Jiang, Ke, & Yu, 2022). 다행히도 COVID-19의 이환율과 사망률은 계속 감소하고 있으며 COVID-19의 7일 평균 누적 사례 사망률은 2020년 2월 12.3%에서 2022년 1월 0.3%로 감소추세이나(WHO, 2022) 재유행의 가능성을 배제할 수 없다.

COVID-19가 본격적으로 확산되기 시작하면서 전 세계적으로 다양한 연구들이 빠른 기간 안에 이루어졌으며 중증 COVID-19와 관련된 연구도 다수 이루어졌다. 중증 COVID-19와 관련된 연구를 살펴보면 초기에는 중증 COVID-19의 원인은 무엇이며, 주요 임상적 특징을 살펴본 연구(Del Sole et al., 2020; Hu & Wang, 2021)가 주를 이루었고 중증 COVID-19의 인구학적, 사회적, 경제적 특징에 대한 주제로 연구가 이루어졌다(Alzamora, Paredes, Caceres, Webb, Valdez, & La Rosa, 2020; Graff et al., 2021; Kass, Duggal, & Cingolani, 2020). 또한 중증 COVID-19 치료 관련 약물

(Fu, Xu, & Wei, 2020; Rochwerg et al., 2020), 영상학적 특징(Han et al., 2021), 중증 COVID-19 환자의 퇴원 후 건강상태(Weerahandi et al., 2021) 등을 살펴보는 등 다양한 연구가 이루어졌다.

지금까지 알려진 COVID-19 중증 위험요인으로는 나이, 성별, 인종과 같은 인구통계학적 요소뿐 아니라 당뇨, 고혈압, 심혈관계 질환, 만성폐쇄성폐질환, 암, 만성신장질환 등의 기저질환과 같은 다양한 잠재적 요소가 관련 있음을 알 수 있었다(Fauci, Lane, & Redfield, 2020). 이러한 요인 외에도 생리적 지표 및 염증성 사이토카인의 변화, 합병증 등을 통해 COVID-19 감염환자가 중증으로 진행되는 것으로 나타났다(Gao et al., 2021; Mulchandani, Lyngdoh, & Kakkar, 2021).

나이는 중증 COVID-19의 위험요인으로 잘 알려져 있고, 나이가 증가할수록 면역체계의 기능이 약화되어 중증으로 이환될 가능성이 높다(Flook et al., 2021). 기존 메타분석 연구에 의하면, 70세 이상의 환자는 COVID-19에 대한 위험이 65% 더 높은 것으로 나타났다(Pijls et al., 2021). 고령자는 다른 연령층에 비해 더 많은 기저질환을 가지고 있고, 감염성 질환에 대한 면역력이 약하며, 노화로 인한 지속적인 만성 염증상태를 유지하면서 감염에 노출 시 조직 손상이 증가되는 것으로 보고되었다(Shaw, Joshi, Greenwood, Panda, & Lord, 2010). 또한, 나이가 증가함에 따라 전염증성 사이토카인 수치가 높아짐으로써 중증으로 이환될 확률이 높아지는 것으로 나타났는데(Gao et al., 2021), 이러한 결과는 고령이 중증 COVID-19의 위험요인이 될 수 있음을 의미한다.

또한 나이는 소아 COVID-19 환자의 감염 및 중증도의 연관성에서도 중요한 요인으로 알려져 있다(Dong et al., 2020; Götzinger et al., 2020). COVID-19 발생 초기 연구 결과 1세 미만 아동이 중증 COVID-19 환자의 10.6%를 차지해 전체 소아연령층 중 가장 높은 비율을 보였으며 이러한 결과는 소아환자가 SARS-CoV-2 감염에 취약할 수 있음을 의미한다(Dong et al., 2020). 이와 유사한 연구로 대규모 소아 코호트 연구에서 3개월 미만 또는 20세 초과 연령대의 환자가 중증으로 이환될 확률이 높은 것으로 알려졌다(Graff et al., 2021). 어린이와 청소년이 중증으로 이환될 위험이 더

높은 몇몇 연구결과(Göttinger et al., 2020; Kara et al., 2021)와 달리 프랑스의 전향적 연구에서는 어린이가 중증 COVID-19 비율이 가장 낮은 것으로 나타나(Ouldali et al., 2021) 상반된 결과를 보였다.

성별과 관련된 연구를 살펴보면 남성은 SARS-CoV-2 감염에 취약한 것으로 나타났는데 초기 연구에 따르면 남성이 COVID-19 환자의 약 60%를 차지하였고 여성보다 감염, 질병 중증도, 중환자실 입원 및 사망 위험이 더 높은 것으로 나타났다(Guan et al., 2020; Li et al., 2020). 전반적으로 남성은 여성보다 COVID-19 진단을 받을 위험이 더 높았으며(Pijls et al., 2021), 호흡기 증상이 있거나 COVID-19 환자와 밀접 접촉한 환자 중 1,875명 중 남성의 양성률(40.4%)은 여성(36.7%)보다 훨씬 높은 것으로 나타났다(Liu et al., 2020).

인종의 경우 아프리카계 미국인, 흑인 및 히스패닉 인구는 비히스패닉 백인 인구에 비해 SARS-CoV-2 감염 및 COVID-19 관련 사망률이 더 높았고 아시아계는 비히스패닉계 백인 인구와 유사한 감염률, 입원 및 사망률을 나타내었다(Mackey et al., 2021). 또한 아시아계 환자는 비히스패닉계 백인 환자보다 COVID-19 관련 심폐질환 중증도가 더 높았다(Rodriguez et al., 2021).

기저질환 역시 중증 COVID-19 이환의 흔한 위험요인 중 하나로 알려져 있다. 많은 선행연구에서 심혈관계 질환, 고혈압, 당뇨병, 만성폐쇄성폐질환, 암, 뇌혈관계 질환 및 만성신장질환 등이 중증 COVID-19의 위험요인으로 보고되었다(Liang et al., 2020; Wan et al., 2020; Wang, Hu, et al., 2020; Wang, Li, et al., 2020). 선행연구 결과 가장 흔한 기저질환은 고혈압(16.9%), 당뇨병(8.2%), 심혈관계 질환(3.7%), 만성신장질환(1.3%) 순이었으며(Chen et al., 2020), 메타분석 연구에 따르면 기저질환 중 고혈압, 당뇨병 및 심혈관계 질환은 모든 연령대의 환자에서 중증으로 이환, 중환자실 입원 및 전반적인 나쁜 예후의 위험이 더 높은 것으로 나타났다(Bae et al., 2021). 장기간의 당뇨병과 고혈압은 혈관 구조를 손상시키고 심장 기능을 약화시킬 수 있어 중증으로 이환될 가능성이 더 높다(Zheng et al., 2020). 특히 심혈관계 질환 병력이 있는 환자는 COVID-19 감염이 급성 심장 손

상을 유발할 수 있기 때문에 중증으로 발전할 가능성이 더 높다(Li et al., 2020). 이는 감염진행과 COVID-19 환자 자신의 면역 반응으로 인해 다양한 기관에서 내피 염증을 유발할 수 있기 때문이다(Böhm, Frey, Giannitsis, Sliwa, & Zeiher, 2020).

또한 비만이 위험요인으로 알려져 있는데(Cai et al., 2020), 비만 환자의 체지방 세포의 직접적 감염, 심혈관계 내 혈전 상태, 면역 조절 장애, 만성 염증, 지방 조직에서 높은 ACE2 (angiotensin converting enzyme 2), 지방 간 및 비정상적인 간 기능, 낮은 비타민 D 농도 등이 중증 위험을 높이는 것으로 보고되었다(Gao et al., 2021). 고형장기(간, 신장, 심장 및 기타 장기)와 관련된 기저질환은 COVID-19 진행을 촉진하여 심각하고 치명적 결과를 초래할 수 있다(Wolff et al., 2021).

생리적 지표 측면에서 중증 COVID-19 위험요인 중 많은 선행연구에서 호산구감소증은 경증 환자보다 중증 코로나19 환자에게서 더 두드러지며, 호산구감소증 정도가 COVID-19의 중증도에 대한 잠재적인 예측 인자로 보고되었다(Zhang et al., 2021). 또한 응고 인자는 COVID-19의 중증도 또는 사망률과 밀접한 관련이 있는데, 사망한 COVID-19 환자에서 혈전색전증 발병률이 높은 것으로 보고되었으며 이는 COVID-19에 의해 유발된 응고 장애로 볼 수 있다(Lin et al., 2021). 일부 연구에서는 중증 COVID-19 환자에서 프로트롬빈 시간(prothrombin time [PT]) 및 활성화 부분 트롬보플라스틴 시간(activated partial thromboplastin time[aPTT])이 단축된 것으로 나타났으나(Gao et al., 2020), 다른 연구에서는 연장된 PT와 aPTT 결과로 보고되었다(Chen et al., 2020). 최근 연구된 메타분석에서는 COVID-19로 인한 입원 당시 중증 그룹과 중증이 아닌 그룹 간에 PT와 aPTT 결과에 차이가 없음을 발견했다(Lin et al., 2021). 따라서 PT, aPTT 결과와 COVID-19 중증도 사이의 관계를 조사하려면 더 많은 임상 시험연구가 필요할 것으로 생각된다.

사이토카인 폭풍(cytokine storm)은 일반적으로 COVID-19의 진행 단계에 있는 환자에서 발생하며 과잉염증반응을 일으킨다(Terpos et al., 2020). 지속적인 과잉염증반응으로 인해 미세혈관에 과응고를 일으켜 조직 손상,

과중성 혈관내 응고 및 다발성 장기부전을 유발할 수 있다(Magro et al., 2020). 중증 COVID-19는 조절되지 않는 면역 반응에 의해 생성되는 전염 증성 사이토카인(pro-inflammatory cytokine)의 수준이 크게 증가한 것이 특징적이며 경증보다 중증도가 높은 COVID-19 환자의 순환 IL-6 (interleukin-6), IL-8, IL-10, IL-2R, TNF- α (tumor necrosis factor- α) 수치가 유의하게 더 높았다(Cummings et al., 2020).

또한 COVID-19 감염기간 동안 발생한 장기 부전, 면역학적 기능 장애, 급성 간 손상, 저단백혈증, 급성호흡곤란증후군, 중증 폐렴, 조절되지 않는 염증 반응 및 과응고 상태와 같은 합병증은 COVID-19 중증도에 상당한 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다(Cao et al., 2020; Fu et al., 2020; Guo et al., 2020). 따라서 합병증을 조기에 식별하고 즉각적인 중재를 통해 중증 COVID-19로 인한 사망률을 줄일 수 있어야 한다.

그 외 흡연, 음주와 같은 특정 생활습관은 면역체계를 약화시킬 수 있으며 면역체계 손상은 COVID-19 민감성을 증가시킨다(Zhong et al., 2021). 급성 및 만성 알코올 남용은 선천성 면역반응과 후천성 면역반응 모두에 부정적인 영향을 미치며, 이로 인해 SARS-CoV-2 감염에 대한 내성이 감소하고 COVID-19 질환 진행이 촉진될 수 있다(Chodkiewicz, Talarowska, Miniszewska, Nawrocka, & Bilinski, 2020). 흡연은 폐암과 다른 만성 폐질환 발병의 주된 요인으로 폐 세포에 염증을 일으키고 손상시키며 화학적 자극 또는 알레르기 및 면역반응을 초래할 수 있다(Zhong et al., 2021). 즉, 면역체계를 약화시키고 폐 기능 손상을 통해 민감성을 증가시키며 경증 호흡기 질환에서 급성 호흡 곤란, 심혈관계 합병증과 같은 치명적인 단계로 진행될 가능성이 높아진다(Liu et al., 2020). Guan 등(2020)의 연구에서는 흡연자가 중증 COVID-19로 이환될 확률이 비흡연자에 비해 약 두 배 이상 높은 것으로 나타났고, Liu 등(2020)의 연구에서는 흡연 이력과 COVID-19 폐렴 진행 가능성의 연관률이 14배에 달한다는 결론을 도출했다. 마찬가지로 Patanavanich와 Glantz (2020)가 수행한 메타분석 연구 결과 흡연이 COVID-19 진행과 밀접한 관련이 있다는 사실을 밝혀냈다.

이상의 문헌에서 살펴본 바와 같이 중증 COVID-19 위험요인은 인구통

계학적 특성인 나이, 성별, 인종, 기저질환과 생리적 지표 및 염증성 사이토카인의 변화, 합병증 등으로 보고되었음을 알 수 있었다.

2. 텍스트 네트워크 분석

텍스트 네트워크 분석(text network analysis)은 네트워크 분석 중 한 가지 방법으로 텍스트에서 키워드를 추출하여 키워드 간의 상호작용 및 관계로 구성된 네트워크 구조를 계량적으로 분석하는 방법이다(Diesner & Carley, 2005). 텍스트에서 추출된 키워드들 간 연결과 이들 사이에서의 네트워크를 추출하기 위한 방법으로, 키워드 출현빈도 분석에만 초점을 둔 기존 분석법과 달리 네트워크 시각화를 통해 구조와 관계를 해석하는 분석법이다(Popping, 2000). 이러한 텍스트 네트워크 분석 방법을 활용하여 연결망 시각화가 가능하고 시각화된 패턴을 통해 구조의 해석 및 의미 분석을 명확하게 할 수 있으므로(김용학과 김영진, 2016) 특정 연구 분야 및 현상에 관한 지식과 이해를 증진시키는 데 광범위하게 활용되고 있다(조재인, 2011). 또한 많은 양의 텍스트를 빠르게 시각적으로 요약할 수 있고 클러스터링을 통해 핵심개념과 하위주제를 발견할 수 있으며 연구주제 내 새로운 아이디어를 발견할 수 있다(이수상, 2018).

네트워크 분석을 실행하면 각 노드가 다른 노드와 어떤 관계성을 띄는지 그 관계의 특성을 수치로 표현하는데 이를 중심성(centrality)이라고 한다. 따라서 중심성 분석은 노드들의 특징을 파악할 수 있고, 노드 간 관계를 확인할 수 있다(이수상, 2012; Borgatti & Brass, 2019). 중심성은 노드가 전체 네트워크에서 중심에 위치하는 정도를 표현하는 지표로 중심성 분석을 통해 네트워크에서 중요한 역할을 하는 노드가 무엇인지, 그 노드는 어느 정도 영향력을 갖는지, 노드 주변으로는 어떤 관련 주제들이 연관되어 있는지 분석할 수 있다(박주섭, 김나량과 한은정, 2015).

중심성 분석은 대표적으로 한 노드가 다른 노드와 얼마나 연결되어있는가를 중요성의 기준으로 보는 연결 중심성(degree centrality), 위세 중심성

(eigenvector centrality), 페이지랭크 중심성(pagerank centrality), 그리고 노드들 간 최단 경로를 중요성 기준으로 보는 매개 중심성(betweenness centrality), 근접 중심성(closeness centrality)으로 구분할 수 있다. 먼저 연결 중심성은 한 노드에 직접적으로 연결되어 있는 모든 노드들과의 링크 수를 계산하여 하나의 노드에 얼마나 많은 노드가 연결되어 있는가를 나타내는 지표로서 높은 연결 중심성은 다른 노드들과 가장 많이 연결되어 있음을 의미하고 연결 중심성 분석을 통해 네트워크에서 중점적으로 다루어진 핵심 키워드를 도출할 수 있다(김동래, 권기석과 정석봉, 2015). 위세 중심성은 해당 노드와 연결된 노드의 중요성에 가중치를 두어 노드의 중심성을 평가하는 것으로 중요한 노드와 많이 연결된 노드가 더 중요하다고 판단한다(Zafarani, Abbasi, & Liu, 2014). 페이지랭크 중심성은 다른 중심성과 연결되어 있는 노드의 개수에 따라 해당 노드의 중심성 크기를 상대적으로 결정하는 알고리즘으로 한 노드의 중심성이 a 라고 한다면 연결되어 있는 다른 노드의 중심성 크기를 결정할 때 일정한 임의의 수(x)로 나누어 a/x 의 중심성을 가지게 되며, 이는 단어쌍의 연관성을 의미한다(Xing & Ghorbani, 2004). 매개 중심성은 한 노드가 다른 노드 사이에 위치하는 정도를 측정하는 것으로 네트워크 내에 매개 역할을 어느 정도 수행하는지를 나타낸다(Zafarani et al., 2014). 이 분석을 통해 세부 연구분야를 연결하는 다학제적 연구주제를 이끌어낼 수 있다. 근접 중심성은 네트워크에서 다른 노드와의 거리 혹은 인접성을 측정하여 거리가 짧을수록 노드의 중요도가 높아짐을 의미한다(김용학과 김용진, 2016).

단어빈도(term frequency [TF])는 특정한 단어가 문서 내에서 얼마나 자주 등장하는 지를 나타내는 값으로, TF가 높을수록 문서에서 중요한 단어라고 판단한다. 특정 단어를 포함하고 있는 문서의 수를 문서 빈도(document frequency [DF])라고 하는데, 이 값의 역수를 역문서 빈도(inverse document frequency [IDF])라고 하며 IDF가 낮은 것은 해당 단어가 여러 문서에서 자주 사용됨을 의미한다(이수상, 2012). 텍스트 네트워크 분석 시 각 단어의 가중치를 결정하기 위해 TF와 IDF를 곱한 값을 사용하며 단어빈도-역문서 빈도(term frequency - inverse document frequency

[TF-IDF])라고 한다. TF-IDF는 주어진 문서에 특정 단어가 몇 번 등장하는지를 나타내며 특정 문서 내에서 단어 빈도가 높고 전체 문서 가운데서 그 단어를 포함한 문서가 적을수록 TF-IDF값이 높아지는 특징이 있다. 이 값의 이런 특징을 이용하여 모든 문서에서 공통으로 자주 나타나는 단어들을 걸러 내며, 특정 단어가 가지는 중요도를 측정하는데 사용된다. 이와 같이 TF-IDF는 개별적인 문서에서 단어에 대한 중요도를 표현할 수 있는 방법으로 간단하면서도 성능이 우수하기 때문에 텍스트 네트워크 분석에서 많이 사용되는 기법이다(이수상, 2012).

자카드 유사도(jaccard similarity)는 두 문서에서 공통되는 단어가 많이 나올수록 비슷한 문서라고 판단하는 유사도 기법이다(Ribeiro & Härder, 2009). 두 단어가 여러 기간에 걸쳐 높은 빈도로 함께 사용되면 높은 유사도 값을 나타낸다. 기존의 동시출현빈도를 사용할 때 보다 유사도를 잘 표현해주는 장점이 있으며 가중치를 잘 반영할 수 있는 유사도 지표이며(Bag, Kumar, & Tiwari, 2019), 링크값이 없는 이진 데이터 분석에 주로 사용한다(이수상, 2012). 또한 자카드 유사도 계수의 기준값(임계값)의 경우, 연구자가 시각화된 네트워크를 분석하여 최적의 값을 판단하여 결정할 수 있다(이수상, 2012).

텍스트 네트워크 분석을 적용한 연구들을 살펴보면, 국외의 경우 최근 5년간 아동 및 청소년 암 생존자에 대한 네트워크 분석(Kim, Kang, Han, & Chun, 2022)을 비롯하여 수면장애 진단 기준의 증상 분석(Gauld et al., 2022)등이 있다. 또한, 심리학에서 다변수 네트워크 분석(Borsboom et al., 2021), 텍스트 네트워크 분석을 이용한 COVID-19 관련 교통 연구(Kutela, Novat, & Langa, 2021)가 있다. 국내의 경우 텍스트 네트워크 분석을 활용하여 암 생존자의 삶의 질에 영향을 미치는 요인 분석(박진희 등, 2021), 임신성 당뇨와 모유수유에 대한 연구동향 분석(이정림, 김영지, 곽은주와 박승미, 2021), 최근에는 텍스트 네트워크 분석을 활용한 마케팅 연구의 지식구조 분석(정기백과 최석봉, 2022), 네트워크 분석과 토픽모델링을 활용한 공공갈등 연구경향(양연희, 권영주와 이상철, 2019), 그리고 청소년 자해 연구 동향분석(이지영, 2022) 등이 시행되었으며, 간호사의 직장 내 괴롭힘에

대한 연구 동향 분석(최정실과 김영지, 2019) 등 다양한 주제로 많은 텍스트 네트워크 연구들이 진행되었다.

이상의 문헌을 살펴본 결과, 텍스트 네트워크 분석은 특정한 주제 영역의 문헌 집합으로부터 핵심 키워드 간의 상호작용 및 관계로 구성된 네트워크 구조를 계량적으로 분석하는 방법으로 축적된 중증 COVID-19 위험요인 연구를 광범위하게 유형화하여 지식구조를 탐색하고 시간이 지남에 따라 연구주제가 어떻게 변화되었는지 확인하여 연구주제의 확장방향을 조망하는데 유용한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

3. 연구의 개념적 기틀

수렴모델(convergence model)은 신종감염병 출현 요인이 어떻게 수렴하여 인간-미생물 상호작용에 영향을 미치고 감염성 질병을 초래하는지 개념화하기 위한 모델이다(Oaks Jr, Shope, & Lederberg, 1992). 수렴모델은 인간(human)과 미생물(microbe)을 둘러싸고 있는 다양한 요인을 유전적 및 생물학적 요인(genetic and biological factors), 물리적 환경 요인(physical environmental factors), 생태학적 요인(ecological factors), 사회·정치·경제적 요인(social, political and economic factors)의 4개의 광범위한 영역으로 구분하였다. 모델의 중심에는 신종감염병의 출현으로 이어지는 요인의 수렴을 나타내는 박스가 있으며 중심에서 바깥쪽으로 점점 열려져 가장자리는 흰색으로 표현되어 있다. 흰색 바깥쪽 가장자리는 이미 규명된 출현 요인을 나타내고, 중심 검정 박스는 아직 알려지지 않은 미지의 요인을 나타낸다(Oaks Jr et al., 1992). 수렴모델은 다음과 같다(Figure 1).

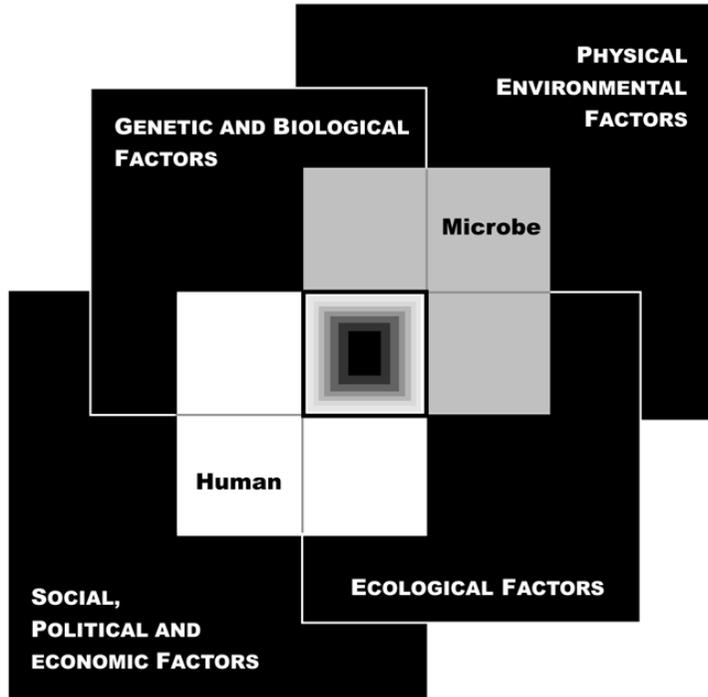


Figure 1. The convergence model (Oaks Jr et al., 1992).

이와 같은 접근은 신종감염병 발생은 유전적 및 생물학적 특성이나 물리적 환경요인만의 일방적인 영향을 받는 것이 아니라 각 요인들과 서로 유기적인 관계를 맺으며 복합적인 영향력을 주고받는다(Oak s Jr et al., 1992).

유전적 및 생물학적 요인은 인간이 가진 가장 기본적인 요인으로 선행연구에 의하면 중증 COVID-19 위험요인 관련 유전적 및 생물학적 요인은 주로 나이, 성별, 인종, 기저질환, 비만여부 등을 포함하고 있었다(Fauci, Lane, & Redfield, 2020; Gao et al., 2021; Mulchandani et al., 2021).

물리적 환경 요인은 인간을 둘러싸고 있는 모든 물리적 환경으로 홍수, 가뭄, 지형, 지질, 기후, 계절 등을 말한다(Oaks Jr et al., 1992). 선행연구를 살펴보면 중증 COVID-19 위험요인 관련 물리적 환경 요인으로는 온도, 습도, 자외선 등을 포함하고 있었다(Chen, Prettner, Kuhn, Geldsetzer, Wang,

Bärnighausen, & Bloom, 2021; Xu, Rahmandad, Gupta, DiGennaro, Ghaffar zadegan, Amini, & Jalali, 2021).

생태학적 요인은 상호 영향관계가 있는 인간과 환경이 서로 조화롭고 균형적인 관계라는 관점으로 성행태, 약물 남용, 여행, 식이습관, 여가활동 등을 말한다(Oaks Jr et al., 1992). 선행연구에서 중증 COVID-19 관련 생태학적 요인으로 흡연, 알코올 남용, 신체활동 부족을 포함하였다(Tavakol et al., 2021; Zhong et al., 2021).

사회·정치·경제적 요인은 경제적 빈곤, 전쟁, 분쟁, 사회조직, 사회적 관습, 인구증가와 이동 등으로 인간의 근접환경에서 영향을 주는 사회적 환경을 말한다(Oaks Jr et al., 1992). 선행연구에서 중증 COVID-19 관련 사회·정치·경제적 요인으로 직업, 개인보호구 착용유무, 낮은 소득, 의료 접근성 등을 포함하고 있었다(Khalatbari-Soltani et al., 2020; Kim et al., 2021).

이에 본 연구에서는 수렴모델을 기반으로 중증 COVID-19 위험요인을 유전적 및 생물학적 요인, 물리적 환경 요인, 생태학적 요인, 사회·정치·경제적 요인으로 구분하여 연구 변수를 구성하였다. 선행연구를 바탕으로 유전적 및 생물학적 요인으로는 나이, 성별, 기저질환, 비만, 인종, 면역력을 포함하였고, 물리적 환경 요인으로는 온도, 습도, 자외선 지수를 포함하였다. 생태학적 요인으로는 흡연, 알코올 남용, 신체활동 부족을 포함하였고, 사회·정치·경제적 요인으로는 직업, 개인보호구, 낮은 소득, 의료 접근성을 포함하였다. 본 연구의 개념적 기틀은 다음과 같다(Figure 2).

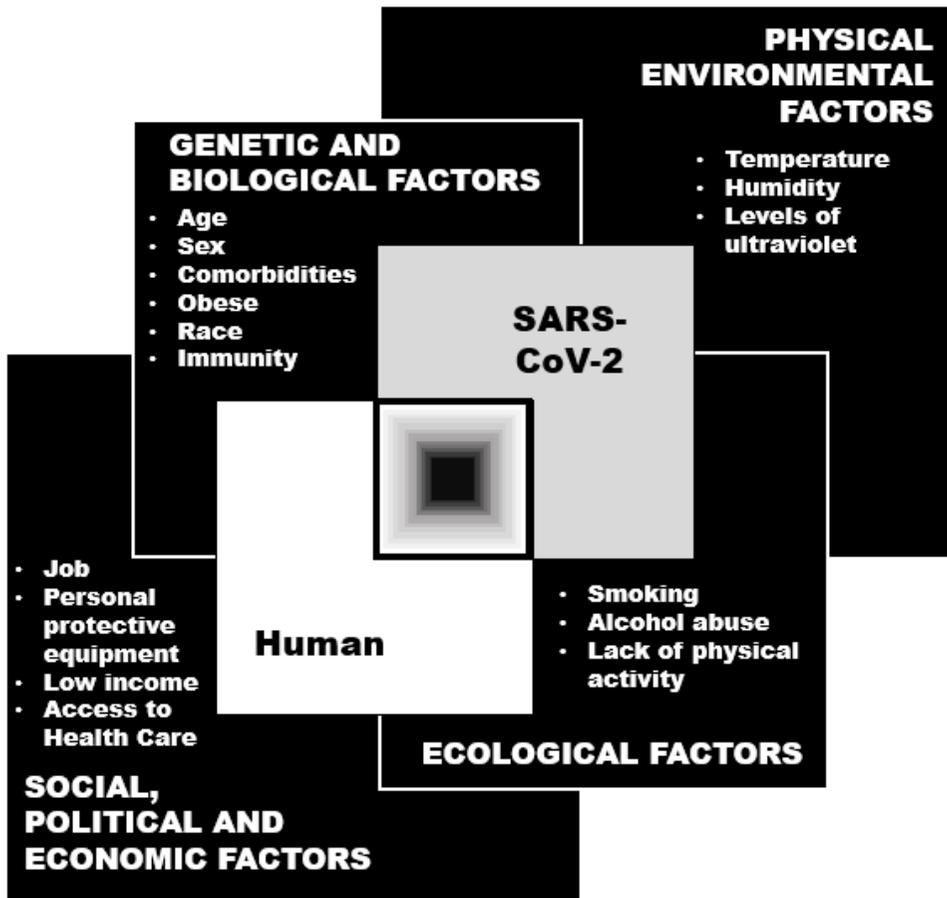


Figure 2. Conceptual framework of this study.

Ⅲ. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 텍스트 네트워크 분석을 활용하여 중증 COVID-19 위험요인 관련 연구의 핵심 키워드를 추출하고 영역별 하위집단 네트워크를 분류하며 시간의 흐름에 따른 연구동향을 파악하기 위한 계량적 내용분석 연구이다.

2. 연구대상

본 연구대상은 중증 COVID-19 위험요인과 관련된 연구로 2020년 1월부터 2021년 12월까지 PubMed, CINAHL, EMBASE, Web of Science에서 검색된 학술지 논문으로 선정하였다. 학술지 논문이 아닌 경우(예: letter to editor, conference proceeding, book 등)와 초록이 제공되지 않거나 영어 외의 언어로 작성된 논문은 제외하였다.

3. 자료수집

본 연구에서 자료수집 시 자료 검색을 위한 키워드는 자연어와 MeSH (Medical Subject Heading) 용어를 혼합하여 'COVID-19', 'SARS-CoV-2', '2019-nCoV', 'risk', 'risk factor', 'severe', 'critical', 'severity', 'intensive care unit', 'respiratory failure', 'fatal'을 검색어로 하여 검색전략을 수립하였다(Appendix 1). 문서 유형은 논문(article), 언어는 영어(english)로 제한하였다. 중증 COVID-19 위험요인 연구의 검색절차는 Figure 3과 같다.

데이터베이스에서 검색된 논문 총 42,900편 중 중복된 15,161편을 제외한 후 27,739편을 제목과 초록을 중심으로 검토하여 학술지 논문이 아닌 경우,

초록을 제공하지 않은 논문, 언어가 영어가 아닌 논문, 인간이 대상이 아닌 논문(예: mice, cat, dog, gorilla 등)은 제외하였다. 특히 국외 논문의 경우 중증 COVID-19 위험요인을 조사한 논문이 아닌 문헌(예: 메르스 관련 논문, 정보보안관련 등) 총 5,111편을 제외하였다. 논문 선정을 위해 연구자 1인과 간호학과 교수 1인이 독립적으로 논문의 제목과 초록을 검토하여 연구를 제외하였고 총 22,628편을 본 연구의 자료분석에 활용하였다.

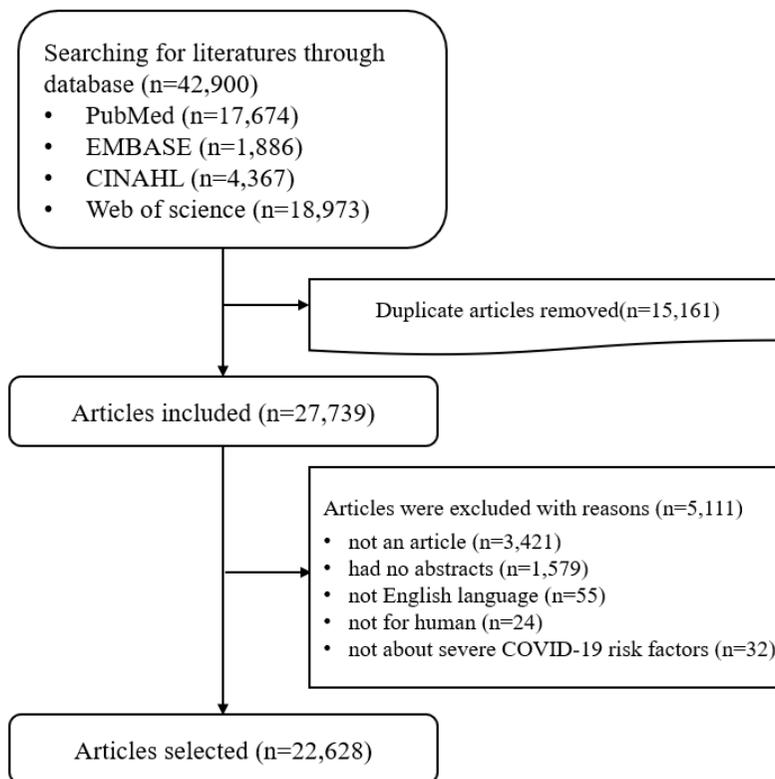


Figure 3. The process of data collection related to severe COVID-19 risk factors.

4. 자료분석

수집된 중증 COVID-19 관련 연구를 대상으로 키워드 추출 및 정제, 핵심 키워드 추출, 네트워크 생성 및 시각화, 응집성에 따른 하위집단 네트워크 영역별 분류, 시기별 연구주제 동향 분석을 시행하였다.

1) 키워드 추출 및 정제

수집된 중증 COVID-19 위험요인 관련 연구는 중복을 막기 위해 서지관리 도구 프로그램 EndNote X9를 이용하여 저자, 출판연도, 논문명, 초록, 키워드가 포함된 서지정보를 Excel 서식으로 반출하였다. 키워드 추출은 연구대상으로 선정된 논문의 제목, 키워드와 초록을 중심으로 텍스트 마이닝 전문가에 의해 Text Rank 분석기를 이용하여 추출하였다.

추출된 키워드들은 텍스트를 기반으로 분석 시, 영문의 대문자와 소문자, 단수와 복수 및 약어와 특수문자 등이 다른 단어로 분류되기 때문에 단어의 정제가 필요하며, 동의어나 파생어를 삭제하고, 내용과 관련 없는 키워드도 제외시켰다. 먼저 유의어는 의미가 같거나 비슷하지만 표기가 다른 단어들로 이들은 하나의 대표어로 지정하였다. 예를 들어 ‘SARS-CoV-2’, ‘coronavirus disease’, ‘coronavirus-19’, ‘Covid 19’, ‘COVID 19 infection’, ‘novel coronavirus SARS-CoV-2’ 등의 유사어들은 ‘COVID-19’를 대표어로 지정하였고, ‘COVID-19 patients severity’, ‘COVID-19 related severity’, ‘COVID-19 severe outcomes’ 등의 유사어들은 ‘COVID severity’를 대표어로 유의어 처리하였다. 제외어는 의미를 파악하기 어려운 1글자 단어와 일반적인 개념을 나타내는 단어를 의미하며 본 연구에서는 특히 연구방법론과 관련된 단어(예: background, method, result, discussion, conclusion, research, study 등)와 통계관련 단어(예: unpaired t-test, one-way ANOVA, Z-scores, multiple regression analysis, logistic regression analysis, correlation analysis, multiple logistic regression 등), 그리고 의미 없는 단어(예: to 40%, eighty-one, g/ml, years ago 등)를 제외하였다. 또

한 ‘HCWs’ 등과 같은 약어는 healthcare workers로 동의어 처리하였으며, ‘COVID-19 patients’와 ‘COVID-19 patient’ 등의 복수는 단수로 일치시켰다. 정제된 키워드를 간호정보 및 감염내과 전공 교수 2인과 텍스트 마이닝 전문가 1인이 재검토하였으며, 총 61,313개의 키워드를 추출하였다.

2) 핵심 키워드 추출, 네트워크 생성 및 시각화

본 연구에서 정제된 키워드를 바탕으로 중증 COVID-19 위험요인 연구의 초록, 제목 및 키워드에서 출현빈도가 높고 반복적으로 나타나며 영향력이 있는 핵심 키워드를 추출하기 위하여 파이썬(Python)의 Sklearn 모듈을 이용하여 빈도 분석(frequency analysis) 및 단어가중치 분석(TD-IDF)을 수행하였다. 추출한 결과의 시각화는 Gephi 0.9.2 프로그램을 활용하였다.

3) 응집성에 따른 하위집단 네트워크 영역별 분류

Gephi 프로그램의 페이지랭크(pagerank) 알고리즘을 활용하여 가중치를 부여하였다. 페이지랭크 중심성은 각 노드에 연결된 이웃 노드가 많을수록 높게 나타나며 네트워크 상 하나의 중증 COVID-19 위험요인 키워드가 얼마나 다른 키워드들과 직접적으로 연결되어 있는지를 측정하는 것이다. 네트워크 분석 시 모든 주제어들을 포함하여 분석할 경우 노드의 수가 많고, 링크가 복잡하여 유의한 결과를 얻기 어려우며(이수상, 2012), 분석결과를 시각화하기 힘들 수 있다. 따라서 본 연구에서는 거대 컴포넌트(giant component) 필터를 적용하여 유사도가 낮은 키워드는 제외한 후 응집성(modularity)이 높은 키워드를 묶어 클러스터링을 시행하고 시각화 하였다. 자카드 유사도 계수의 기준값(임계값)의 경우 연구자가 시각화된 네트워크를 분석하여 최적의 값을 판단하여 결정할 수 있으며(이수상, 2012), 본 연구에서는 자카드 유사도 계수 0.065 이상으로 하여 동시출현빈도가 낮은 관계를 분석대상에서 제외하는 과정을 통해 네트워크를 정련하였다.

4) 시기별 연구주제 동향 분석

중증 COVID-19 위험요인 관련 연구주제가 시간의 흐름에 따라 어떻게

발전되었는지 분석하기 위해, 본 연구에서는 앞서 구축한 빈도행렬 (frequency matrix)와 가중치를 부여한 자카드 유사도 계수를 월별 유사도를 여러 구간으로 계산하였다. 그래프에서 유사도가 감소하다 증가하는 지점이 시간에 따른 키워드의 변화가 많음을 의미하므로 이 구간을 절사점 (cut-off point)으로 설정하였다(Ji, Nam, Kim, Lee, & Lee, 2018). 일반적으로 연도별 유사도를 이용하여 절사점을 찾지만 COVID-19 연구는 단기간 많은 연구가 출판되었으므로 월별 유사도에 따른 절사점을 표시하였으며, 키워드 출현과 감소에 따른 절사점에 따라 총 4개의 구간으로 구분하여 이전 구간에서 나타나지 않다가 새롭게 출현하는 키워드를 확인하였다.

5. 윤리적 고려

본 연구는 기존 출판된 문헌 자료를 사용한 이차자료 분석 연구이다. 본 연구자는 기존의 자료나 문서를 이용하고 연구 대상자를 직접 대면하지 않는 연구이므로 계명대학교 생명윤리위원회로부터 심의면제 승인을 받은 후 분석을 시행하였다(IRB No. 40525-202203-HR-003-01).

IV. 연구결과

1. 중증 COVID-19 위험요인 연구 특성 및 핵심 키워드

수집된 중증 COVID-19 연구는 2020년 1월부터 2021년 12월까지 국내외 학술지에 게재된 연구논문이다. 총 22,628편을 월별로 구분하면 2020년 1월 54편을 시작으로 2020년 5월 895편으로 연구논문의 수가 급격하게 증가한 추세를 보인다. 이후 2021년 10월까지 매월 약 1000여 편 정도 지속적으로 발표되었으나 2021년 11월 이후 감소하였다(Figure 4).

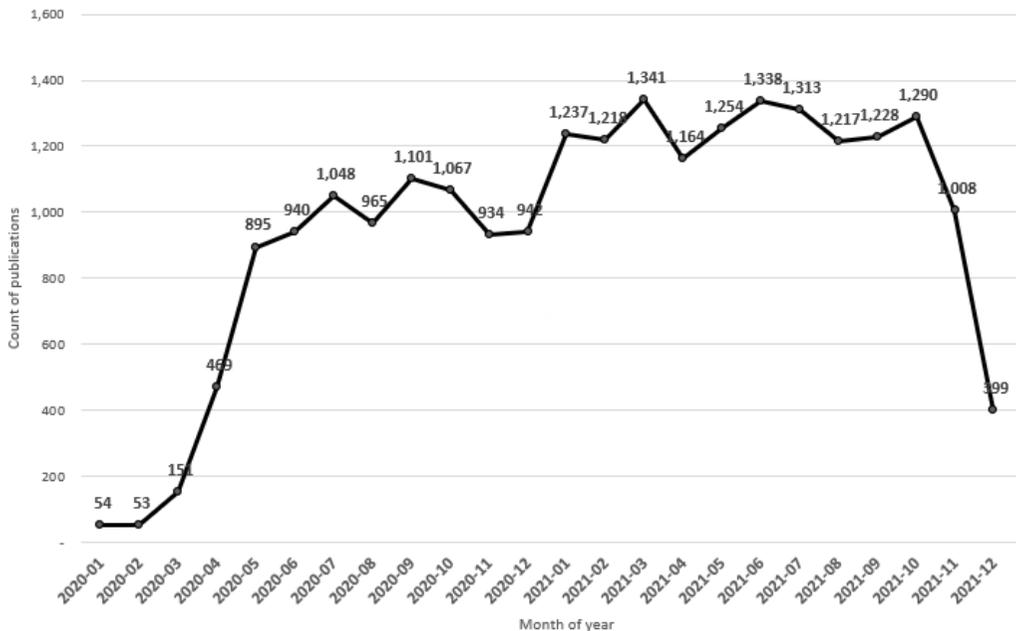


Figure 4. Monthly publications of severe COVID-19 risk factor study.

데이터베이스에서 검색논문의 학술지분포는 전체 5,410개의 저널로 집계되었고, 상위 15~20개 저널이 전체의 약 9.8%를 차지하였다(Figure 5). 학술지 분포 상위 1~10위는 PLOS ONE 2.04%, International Journal of Environmental Research and Public Health 1.27%, Cureus 1.16%, Scientific Reports 1.00%, Journal of Clinical Medicine 0.90%, medRxiv

0.74%, Frontiers in Medicine 0.73%, Journal of Medical Virology 0.72%, BMJ Open 0.64%, Frontiers in Immunology 0.59% 순 이었다.

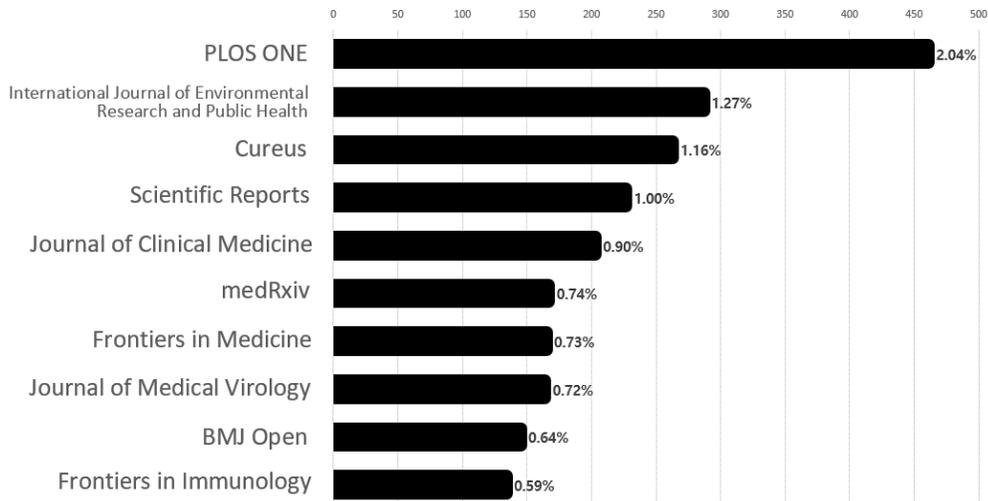


Figure 5. Journal distribution of search articles.

연구키워드의 단순출현빈도, 핵심 키워드의 페이지랭크 중심성 값은 Table 1과 같다. 페이지랭크 중심성은 각 노드에 연결된 이웃 노드가 많을수록 높게 나타나며 네트워크 상 하나의 중증 COVID-19 위험요인 키워드가 얼마나 다른 키워드들과 직접적으로 연결되어 있는지를 측정하는 것이다. 중증 COVID-19 위험요인 연구에서의 단순출현빈도는 ‘age’ 3,224회, ‘treatment’ 2,934회, ‘diabetes’ 1,504회, ‘hypertension’ 1,230회, ‘obesity’ 1,045회, ‘health care workers’ 960회, ‘sex’ 941회, ‘mean age’ 767회 등의 순으로 나타났다. 페이지랭크 중심성 값은 ‘non-invasive ventilation’, ‘IgG’, ‘hyperglycemia’, ‘hypertension’, ‘vaccine’, ‘diabetes’, ‘age’, ‘aerosol-generating procedure’ 순으로 나타났다. 또한 단순 출현빈도와 페이지랭크 중심성이 모두 높은 키워드는 ‘hypertension’, ‘diabetes’, ‘age’ 등으로 나타났다. 출현빈도 기준 상위 단어 목록은 Appendix 2와 같이 제시하였다.

Table 1. Keywords List with the Highest Appearance Frequency

Rank	Keyword	Frequency	Pagerank centrality	Rank	Keyword	Frequency	Pagerank centrality
1	Age	3224	0.001136	26	Multiorgan failure	234	0.000272
2	Treatment	2934	0.000911	27	Asymptomatic	229	0.000576
3	Diabetes	1504	0.001191	28	Vitamin D	214	0.000961
4	Hypertension	1230	0.001232	29	Virus transmission	189	0.000343
5	Obesity	1045	0.000732	30	Anticoagulation	180	0.000866
6	Healthcare workers	960	0.00062	31	Mild cases	165	0.000211
7	Sex	941	0.000576	32	America	160	0.000569
8	Mean age	767	0.000665	33	COVID-19 treatment	152	0.000281
9	C-reactive protein	596	0.000865	34	Convalescent plasma	148	0.001066
10	Mental health	543	0.000887	35	IgM	142	0.001007
11	Social distancing	449	0.000203	36	Platelet	142	0.000565
12	Cardiovascular disease	428	0.000686	37	Nasopharyngeal swab	140	0.000631
13	IgG	428	0.00143	38	Cardiovascular system	134	0.000943
14	IL-6	415	0.000961	39	Immunosuppressant	133	0.000421
15	Cytokine storm	398	0.000573	40	Coronary heart disease	132	0.000446
16	COVID-19 vaccine	360	0.001217	41	Hyperglycemia	128	0.001327
17	Invasive mechanical ventilation	355	0.000295	42	Reverse transcription PCR	126	0.000377
18	Dyspnea	322	0.000465	43	Rheumatic disease	126	0.000924
19	COVID-19 transmission	319	0.000403	44	Non-invasive ventilation	124	0.001531
20	COVID-19 vaccination	319	0.000911	45	Glucocorticoid	116	0.00092
21	Lactate dehydrogenase	285	0.001003	46	Endotracheal intubation	115	0.000567
22	Acute kidney injury	273	0.000776	47	Chloroquine	113	0.00066
23	Tocilizumab	258	0.000549	48	Cancer care	108	0.000854
24	Remdesivir	257	0.001012	49	Vitamin D deficiency	108	0.000574
25	Heart failure	235	0.000947	50	Aerosol-generating procedures	107	0.001079

2. 중증 COVID-19 위험요인 연구의 핵심 키워드 네트워크 분석

중증 COVID-19 위험요인 연구의 동향을 구조적으로 파악하기 위해 텍스트 네트워크 분석을 통해 키워드의 연결성을 분석하여 전체 중증 COVID-19 위험요인 연구의 지식구조를 도식화 하였다. 텍스트 네트워크 분석 시 모든 키워드들을 포함하여 분석할 경우 유의한 결과를 얻기 어려우므로 페이지랭크 알고리즘 분석 결과 1,492개의 키워드를 추출하였고, 자카드 유사도 계수가 0.065이상인 키워드를 선택하여 거대 컴포넌트(giant component) 필터를 적용한 결과 최종 346개의 노드와 672개의 링크를 분석하였고, 전체 스프링 맵(spring map)은 Appendix 3으로 첨부하였다. 분석 결과 총 21개의 하위 클러스터가 형성되었으며, 연구자와 간호정보 및 감염내과 전공교수 3인과 함께 총 5개의 중심 주제별로 그룹화하였다. 각 그룹은 ‘생물의학요인’, ‘직업환경요인’, ‘인구통계학적 요인’, ‘건강행태요인’, ‘합병증요인’으로 명명하였으며, Group 1~5로 구분하였다. Group 5의 경우 하위요인으로 7개의 계통별 합병증으로 세분화하였으며, complication (C) 1~7로 구분하였다. 그룹별 주요 키워드는 Table 2와 같다.

Table 2. Main Keywords List of Groups

Group	Factors	Subtopic	Keywords
G1	Biomedicine factors	-	thrombolysis, acute pulmonary embolism, hyperglycemia, rheumatoid arthritis, kidney transplant, hemostasis, insulin resistance, transplant, major bleeding, liver transplant recipients, coagulopathy, low-molecular-weight heparin, coagulation abnormalities, glucose, transplant recipients, COVID-19-associated coagulopathy, rheumatic disease
G2	Occupational and environmental factors	-	oral cavity, surgical masks, personal protective equipment use, staff members, dental practice, mouth, nasal, residents, aerosol-generating procedures, dentist, otolaryngologist, long-term care facilities, nursing home, nursing home residents
G3	Demographic factors	-	non-hispanic black, racial disparities, white, black race, Latino, hypertension, diabetes, age, hospital, mortality, COVID-19 infection, COVID-19 patient, COVID-19 pandemic, health equity, obesity, mean age, sex
G4	Health behavior factors	-	Moderna, vaccine hesitancy, vaccine acceptance, tobacco smoking, mRNA vaccine, COVID-19 vaccine, allergic reactions, smoking cessation, epitope, cigarette smoking, nicotine, COPD patients, immunogenicity, current smokers, lung function, vaccine safety, alcohol, alcohol consumption

(표 계속)

Table 2. Main Keywords List of Groups (계속)

Group	Factor	Subtopic	Keywords
G5	Complication factors	C1 (Immunologic)	tumor necrosis factor, coagulation system, hyperinflammatory state, IgG, macrophage, IL-1, IL-10, NK cells, IL-2, IL-6, B cells, cytokine storm
		C2 (Psychiatric)	Patient Health Questionnaire-9, Insomnia Severity Index, poverty, mental health symptoms, insomnia symptoms, sleep quality, psychological symptoms, generalized anxiety, psychological status, mental health issues
		C3 (Respiratory)	respiratory status, non-invasive ventilation, nasal cannula, room air, prone positioning, bronchoscopy, high flow nasal cannula
		C4 (Cardiac)	cardiac biomarkers, acute coronary syndrome, acute myocardial injury, cardiac arrhythmias, heart failure, pre-existing cardiovascular disease, CK-MB
		C5 (Neurologic)	encephalitis, Guillain-Barre syndrome, seizure, neurological disorders, neurological symptoms
		C6 (Gynecologic)	cesarean section, neonatal outcomes, breast milk, preterm birth, adverse pregnancy outcomes, breastfeeding, maternal mortality
		C7 (Secondary Infection)	Candida, bacteria, Klebsiella, Staphylococcus, bacterial infections, coinfection

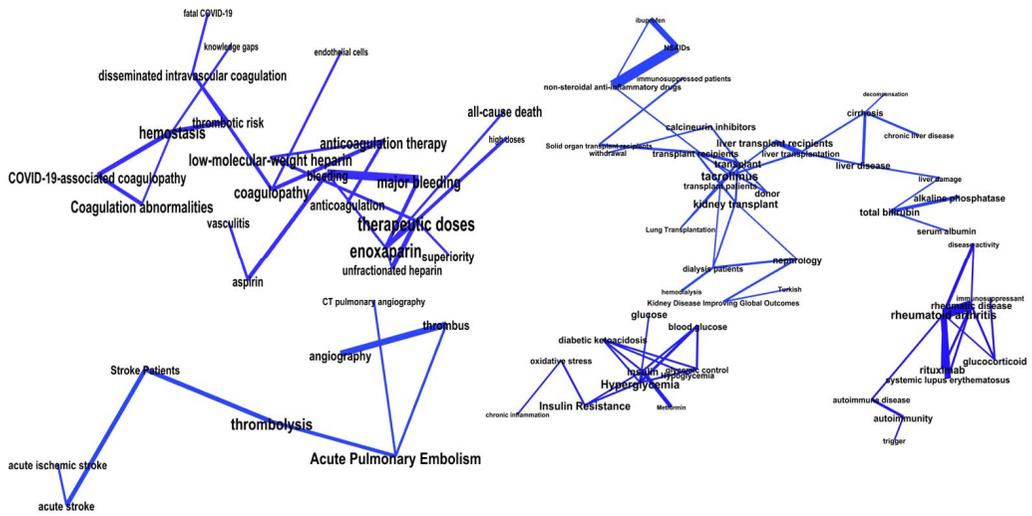


Figure 6. Group 1: Biomedicine factors.

첫 번째 하위요인 Group 1에는 ‘coagulopathy’, ‘thrombolysis’, ‘hyperglycemia’, ‘transplant’, ‘rheumatoid arthritis’ 등의 키워드가 자주 등장하여 하위요인 주제를 생물의학요인이라 명명하였다(Figure 6).

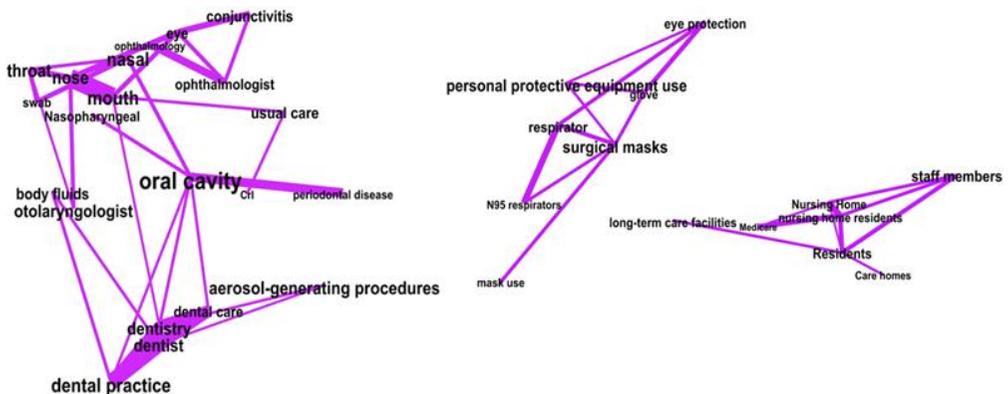


Figure 7. Group 2: Occupational and environmental factors.

두 번째 하위요인 Group 2에는 ‘dentist’, ‘otolaryngologist’, ‘personal protective equipment use’, ‘aerosol-generating procedures’, ‘nursing home’, ‘nursing home residents’, ‘staff members’, ‘long-term care facilities’ 등의 키워드가 많이 등장하

네 번째 하위요인 Group 4에는 ‘vaccine hesitancy’, ‘vaccine acceptance’, ‘COVID-19 vaccine’, ‘misinformation’, ‘cigarette smoking’, ‘alcohol consumption’, ‘addiction’, ‘COPD patients’, ‘nicotine’ 등의 키워드가 많이 등장하여 하위요인 주제를 건강행태요인이라 명명하였다(Figure 9).

Group 5는 중증 COVID-19 관련 합병증으로 계통별 클러스터가 나타났다(Figure 10). 주요 키워드는 면역학적 합병증관련(granulocyte macrophage, tumor necrosis factor, coagulation system, hyperinflammatory state, IL-2, IL-10, IL-6, NK cells, cytokine storm), 정신·심리적 합병증관련(Patient Health Questionnaire-9, Insomnia Severity Index, psychological symptoms, mental health status), 호흡기계 합병증관련(high flow nasal cannula, non-invasive ventilation, respiratory status, critical care unit, nasal cannula, hypoxemic respiratory failure), 심혈관계 합병증관련(QT prolongtion, CK-MB, cardiac Troponin-I, cardiac arrhythmias), 신경계 합병증관련(Guillain-Barre syndrome, neurological complications, emcephalitis, dizziness, dysgeusia), 산부인과 합병증관련(preterm birth, cesarean section, neonatal outcomes, gestational age, pregnancy outcomes, adverse pregnancy outcomes), 이차감염 관련(Klebsiella, Candida, bacteria, Staphylococcus, coinfection)으로 나타났다.

3. 시기별 중증 COVID-19 위험요인 연구동향 분석

중증 COVID-19 위험요인 관련 연구가 시간의 흐름에 따라 어떻게 발전되었는지 분석하기 위해, 본 연구에서는 앞서 구축한 빈도행렬(frequency matrix)과 가중치를 부여한 자카드 유사도 계수값을 이용하여 새로운 키워드가 빠르게 등장하거나 감소하는 등의 명확한 변화가 발생한 시점을 표시하였다. 각 키워드는 2020년 1월부터 2021년 12월까지 24개월 동안 1개월 구간으로 나누어 분석한 결과 총 4개의 구간으로 나누어졌다. 1구간(Phase 1)은 2020년 2월에서 6월에 해당되는 구간으로 이전 구간에서 나타나지 않다가 10회 이상 출현, 전체 빈도 100회 이상인 키워드를 추출하였다. 2구간(Phase 2)은 2020년 7월에서 12월에 해당되는 구간으로 이전 구간에서 나타나지 않다가 10회 이상 출현, 전체 빈도 50회 이상인 키워드를 추출하였다. 3구간(Phase 3)은 2021년 1월에서 3월에 해당되는 구간으로 이전 구간에서 1회 이하 출현한 키워드 중 이 구간에서 5회 이상 출현, 전체 빈도 20회 이상 나타난 키워드를 추출하였다. 4구간(Phase 4)은 2021년 4월에서 9월에 해당되는 구간으로 이전 시기에서 5회 이하 출현한 키워드 중 이번 구간에서 10회 이상 출현, 전체 빈도 20회 이상인 키워드를 추출하였다 (Figure 11).

구간별로 증가율이 높게 나타난 연구주제로 주목할 키워드들은 다음과 같다(Table 3). 1구간에서는 ‘obesity’, ‘social distancing’, ‘dyspnea’, ‘COVID-19 transmission’, ‘emergency department’ 등의 키워드가 나타났고, 2구간에서는 ‘psychological well-being’, ‘generalized anxiety’, ‘deep venous thrombosis’, ‘critical disease’, ‘Hispanics’, ‘black race’ 등의 키워드가 나타났다. 3구간에서는 ‘persistent symptoms’, ‘long COVID’, ‘blood parameters’, ‘sociodemographic data’ 등의 키워드가 나타났고, 4구간에서는 ‘mRNA vaccine’, ‘vaccine acceptance’, ‘vaccination campaign’, ‘new variants’, ‘Delta’ 등의 키워드가 나타났다. 월별 자카드 유사도 계수값은 Appendix 5와 같다.

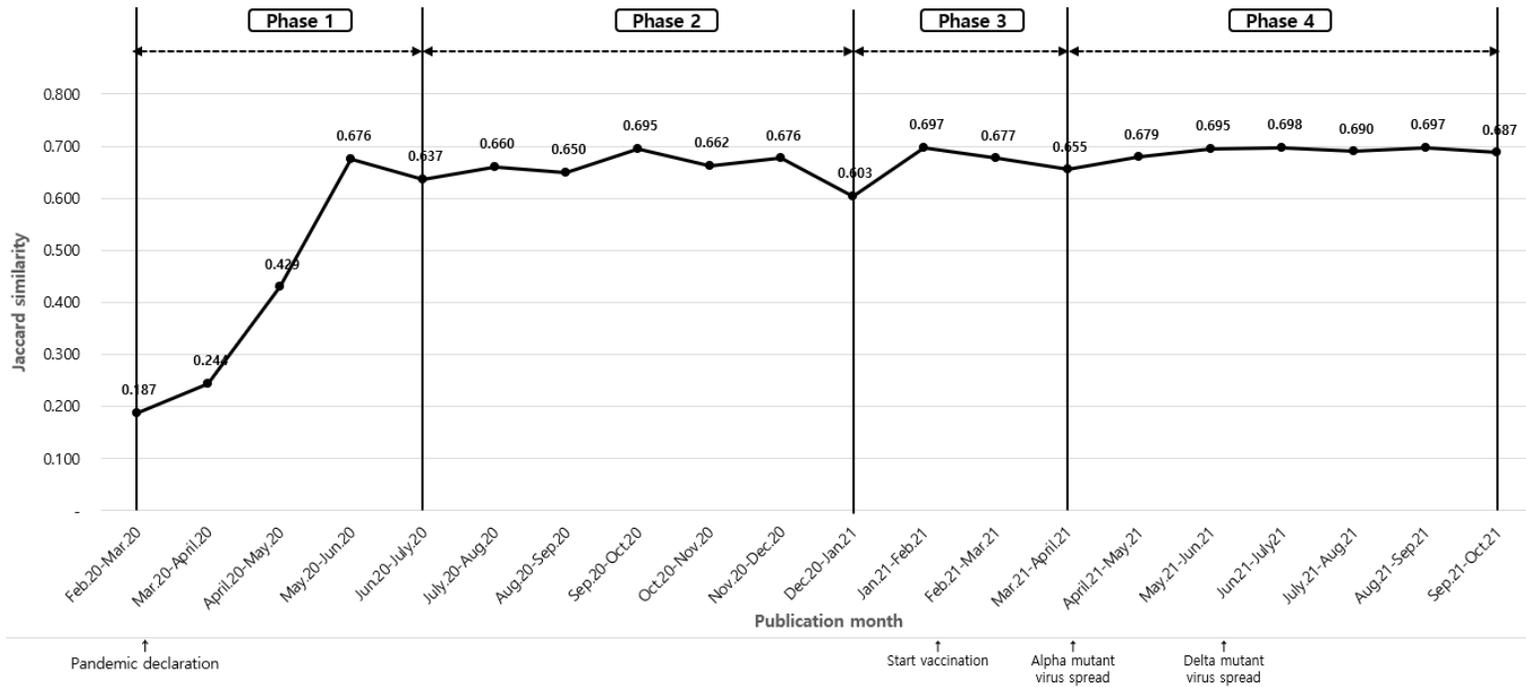


Figure 11. Phase setting by jaccard similarity.

Table 3. The Appearance Frequencies of the Keywords in Each Phase

Keywords	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
Obesity	91	320	170	464
Social distancing	67	144	62	176
Dyspnea	42	100	56	124
COVID-19 transmission	39	83	60	137
Chloroquine	32	41	15	25
Emergency department	30	101	63	159
America	27	55	28	50
Radiotherapy	26	24	11	21
Virus transmission	22	60	35	72
Coronary heart disease	22	34	25	51
Cancer care	21	39	16	32
Dentist	21	28	9	26
Perceived stress	-	13	15	34
Psychological symptoms	-	13	12	37
Hispanics	-	17	16	26
Generalized anxiety	-	15	10	24
Psychological well-being	-	10	8	30
Health disparities	-	15	11	13
Urea	-	15	9	14
Common complication	-	14	9	15
Deep venous thrombosis	-	13	10	11
Black race	1	21	9	26
Critical disease	1	20	14	26
Second wave	1	19	29	90
Persistent symptoms	-	2	10	22
Long COVID	-	-	6	21
Nationality	-	-	6	14
Mucormycosis	-	1	6	32
Moderna	-	1	5	44
First lockdown	-	1	5	21
Risk and protective factors	-	2	7	19
Anaphylaxis	-	2	6	27
Blood parameters	1	1	9	12
Sociodemographic data	-	2	8	10
mRNA vaccine	-	1	4	63
Delta	-	1	3	55
Bamlanivimab	-	-	-	35
Vaccine effectiveness	-	2	2	27
New variants	-	-	3	26
Vaccination coverage	-	-	3	23
Vaccine acceptance	-	1	3	19
Vaccination campaign	-	1	3	18
Kidney replacement therapy	1	3	-	17
Fungal infections	1	2	2	16

V. 논 의

2020년 신종코로나바이러스인 COVID-19의 전 세계적인 확산으로 COVID-19에 대한 전염성, 사망률, 위험요인을 포함한 바이러스의 특성을 설명하기 위한 연구들이 빠르게 증가하여 축적되어 왔다. 특히 중증으로 이환되는 COVID-19 위험요인에 대한 관심은 크게 증가되어 전 세계 관련 분야 연구자들의 위험요인 규명을 위한 연구는 지속적으로 이루어지고 있다. 이러한 연구의 지식구조를 총체적으로 조망하는 것은 그동안 규명된 중증 COVID-19 위험요인 연구의 연구동향을 살펴보고 향후 집중할 연구방향을 모색하기 위해서도 의미 있는 과정이다. 이를 위해 본 연구는 텍스트 네트워크 분석을 활용하여 2020년 1월부터 2021년 12월까지 발표된 중증 COVID-19 위험요인 연구의 핵심 키워드를 추출하고 핵심 키워드 간 네트워크 분석을 통해 지식구조를 탐색하였으며, 시간에 따른 연구동향을 살펴보았다.

중증 COVID-19 위험요인 연구의 핵심 키워드 분석 결과, 단순출현빈도가 가장 높은 단어는 ‘나이(age)’였다. 나이는 중증 COVID-19 위험요인 중 가장 빈번하게 언급되는 인구통계학적 위험요인으로(Wolff et al., 2021), 선행연구에 따르면 고령자는 다른 연령층에 비해 더 많은 기저질환을 가지고 있으며 감염성 질환에 대한 면역력이 약하고 만성 염증상태를 유지하여 감염으로 인한 조직 손상이 증가한다고 보고하였다(Shaw et al., 2010). 또한 나이가 증가함에 따라 전염증성 사이토카인 수치가 높아짐으로써 중증 COVID-19로 이환될 확률이 높아진다(Gao et al., 2021). 한편 중증 소아 COVID-19 환자의 위험요인으로도 나이가 중요한 요인으로 알려져 있으므로(Dong et al., 2020) 보다 세분화된 연령대에 따른 중증 COVID-19 중재 가이드라인 개발 연구가 요구된다. 한편, ‘고혈압(hypertension)’은 가장 높은 단순출현빈도와 페이지랭크 중심성을 보이는 주요 키워드로 나타났다. 이러한 결과는 사망률 예측요인을 메타분석한 연구에서 고혈압이 가장 높은 비중을 차지한 것과 같은 맥락이며(Tian et al., 2020), 고혈압은 COVID-19 악화의 독립적 위험요

소인 것으로 나타났다(Fan, Wang, Zhang, Mo, & Xiao, 2021). 이는 기저질환으로서 고혈압이 중증 COVID-19를 유발하는 가장 흔한 문제 중 하나라는 것을 의미한다. 페이지랭크 중심성이 높은 키워드는 단순히 빈도수가 많은 것뿐만 아니라 네트워크 중심에 위치함으로써 다른 키워드들과 직접적으로 많이 연결되어 있다는 것을 의미한다. 기존의 단편 요인분석에서도 기저질환은 위험요인으로 일관되게 보고되어 왔으나, 본 연구결과 고혈압이 있는 COVID-19 환자는 다른 기저질환보다 중증으로 이환될 가능성이 높으므로 COVID-19 환자 간호 시 이를 고려하여 중증 이환률을 감소시키기 위한 예방적 중재들을 적용할 필요가 있다(Fan et al., 2021).

비침습적 환기(non-invasive ventilation [NIV])는 단순빈도분석에서는 낮게 측정되었으나 페이지랭크 중심성은 가장 높게 측정되었다. 즉, 비침습적 환기는 중증 COVID-19 위험요인 관련 연구에서 다른 요인에 비해 자주 다루어진 요인은 아니었으나, 보고된 여러 위험요인들과의 복합적 관계성은 매우 높음을 알 수 있다. 선행연구에 의하면 중증 COVID-19 환자 중 ARDS에 의해 호흡부전이 온 경우 너무 이른 삽관은 환자의 호흡부전을 악화시킬 수 있음을 보고하였다(Windisch, Weber-Carstens, Kluge, Rossaint, Welte, & Karagiannidis, 2020). 또 다른 연구에서는 침습적 기계환기가 환자의 예후를 개선하므로 삽관 여부와 시점을 결정할 때 호흡수, ABGA 결과, 흉쇄유돌근 수축 여부 등 다양한 매개변수를 고려해야 한다고 보고하였다(Tobin, 2020). 선행연구를 기반으로 본 연구의 결과를 살펴보면, 비침습 환기가 중증 COVID-19 증상을 초기에 완화하는 데에는 효과적인 것으로 알려져 있으나(Windisch et al., 2020), 침습적 기계환기 적용 시점 및 방법을 부적절하게 적용할 경우 오히려 중증으로의 이환률을 높이는 위험요인이 될 수 있음을 알 수 있다. 즉, 부적절한 비침습 환기의 적용은 중증 COVID-19로 이환될 위험을 높일 수 있음을 의미하므로 중증 환자 간호 시 이를 예방하기 위한 노력이 필요하다.

중증 COVID-19 위험요인 연구의 네트워크 분석 결과 총 21개의 하위 클러스터가 형성되었으며 ‘생물의학요인’, ‘직업환경요인’, ‘인구통계학적 요인’, ‘건강행태요인’, ‘합병증요인’으로 총 5개의 중심 주제가 도출되었다. ‘생물의

학요인'으로 명명된 그룹에서 '응고장애(coagulopathy)', '주요 출혈(major bleeding)', '이식환자(transplant recipients)', '류마티스 관절염(rheumatoid arthritis)', '고혈당(hyperglycemia)' 이라는 핵심 키워드를 확인할 수 있었다. 이는 중증 COVID-19 위험요인 관련 연구에서 다양한 생물학적 요인이 연구되고 있음을 나타낸다. 특히 응고장애는 중증 COVID-19 환자의 사망률과 깊은 관련이 있는 것으로 나타났는데(Yang et al., 2020), 이러한 결과는 입원 시, 질병 결과 중 혈소판 수 감소가 중증 사례 및 불량한 예후를 예측할 수 있음을 시사한다. 따라서 COVID-19로 인한 입원 환자의 임상검사 중 혈액 응고 장애와 관련된 수치들을 주의 깊게 살펴 중증으로 이환되지 않도록 예방해야 할 것이다. 한편 선행연구에 따르면 연구별 중증 COVID-19 환자의 PT 및 aPTT 결과가 다르게 나타났으므로(Chen et al., 2020; Gao et al., 2020; Lin et al., 2021), PT, aPTT 그리고 응고장애와 중증도 사이의 관계를 조사하기 위해 더 많은 임상 시험연구가 필요할 것으로 생각된다. 장기이식과 관련된 선행연구결과 신장, 간 등 고형장기이식 수혜자의 경우 중증 COVID-19으로 이환될 가능성이 더 높게 나타났다(Zhang, Dai, & Xie, 2020). 이는 장기이식 거부반응을 예방하기 위해 tacrolimus와 같은 면역억제제를 복용하므로 다른 질환군보다 면역학적으로 감염에 취약하기 때문이다. 따라서 고형장기이식을 받은 수혜자의 COVID-19 감염과 거부반응의 균형을 위한 면역조절에 대해 주의 깊게 살펴 중증으로 이환되지 않도록 예방해야 할 것이다.

자가면역 염증성 류마티스 질환은 SARS-CoV-2 감염, 중증 COVID-19로의 이환 및 사망에 이를 확률이 높다는 선행연구 결과가 있다(Shin et al., 2021). 또한 자가면역 염증성 류마티스 질환이 있는 환자가 SARS-CoV-2에 감염될 위험이 높다고 하였고(Akiyama, Hamdeh, Micic, & Sakuraba, 2021) 유럽 및 북미 코호트연구에서도 자가면역 염증성 류마티스 질환과 COVID-19 중증도 및 COVID-19 관련 사망 사이에 연관성이 있는 것으로 나타났다(Shin et al., 2021).

또한 기저질환으로 당뇨를 앓고 있는 경우 COVID-19에 감염이 되면 보다 중증으로 진행될 가능성이 높을 뿐만 아니라 사망의 위험도 현저하게

증가되는 것으로 알려져 있다(Yan et al., 2020). COVID-19 감염이 되어 입원을 할 당시 HbA1c는 예후와 큰 관련이 없지만, 입원 시의 혈당치와 입원 중의 혈당 조절은 예후와 밀접한 관련이 있다(Yan et al., 2020). 또한 제2형 당뇨병과 흔히 잘 동반이 되는 다른 질환들, 즉 비만, 고혈압, 심혈관계 질환 등과 고령은 COVID-19 감염 질환의 중증도와 매우 밀접한 관련이 있다(Smati et al., 2021).

‘직업환경요인’으로 명명된 그룹에서 ‘치과의사(dentist)’, ‘이비인후과 의사(otolaryngologist)’, ‘개인보호구 사용(personal protective equipment use)’, ‘에어로졸 생성 기술(aerosol-generating procedures)’, ‘요양시설(nursing home)’, ‘요양시설 거주자(nursing home residents)’, ‘직원(staff members)’, ‘장기요양시설(long-term care facilities)’ 이라는 핵심 키워드가 도출되었고, 크게 에어로졸 생성 기술(aerosol generating procedure [AGP]) 관련 직업군, 개인보호구 관련, 그리고 요양기관 관련으로 3개의 하위 클러스터로 구분되었다. 선행연구에 따르면 6개국의 COVID-19 환자를 접촉하는 의료 종사자(health care workers)의 경우 권장된 개인보호구를 착용하지 않을 시 높은 COVID-19 이환율을 나타내었고, 14일 이상 환자 접촉 시 중증으로 이환될 확률이 3.5배나 높은 것으로 확인되었다(Kim et al., 2021). 같은 맥락으로 AGP 관련 직업군인 이비인후과, 치과 의료 종사자의 경우 상부호흡기 점막과 비말에 자주 노출되므로 감염위험이 훨씬 높다고 볼 수 있다(Mick, & Murphy, 2020). 한편 요양시설 등 장기 입원 환자가 많은 감염취약시설은 COVID-19 팬데믹 기간 동안 미국 확진사례의 약 6.0%를 차지하고, 사망률의 40.0%를 차지할 만큼 고위험 집단이라고 볼 수 있다(CDC COVID-19 Response Team, 2020). 국내도 마찬가지로 COVID-19 발생의 80.7%는 요양병원, 요양원 등 집단생활을 하는 곳에서 발생하였다(김두리와 이미향, 2020). 요양시설 입원환자가 대부분 고령이고 기저질환 보유 등 높은 중증 위험인자를 보유하며, 요양시설 종사자의 높은 이직률과 소진으로 인한 부적절한 관리로 요양원은 중증 COVID-19 위험에 노출되어 있다(White, Wetle, Reddy, & Baier, 2021). 따라서 이러한 결과를 바탕으로 감염취약시설 관리에 대한 집중적인 연구가 필요하며 위험 환경에 노출되어 있는 지역사회 거주 대상자

를 위해 예방적 간호 중재를 개발하고 제공해야 한다.

‘인구통계학적 요인’으로 명명된 그룹에서 ‘나이(age)’, ‘비만(obesity)’, ‘성별(sex)’, ‘흑인(black race)’, ‘비히스패닉 흑인(non-Hispanic black)’, ‘백인(white race)’이라는 핵심 키워드가 도출되었다. 이는 중증 COVID-19 위험요인의 다빈도 키워드들로 구성되어있으며, Gao 등(2021)의 연구에서 나타난 중증 COVID-19 위험요인과 유사하였다. 이는 초기의 COVID-19 위험요인 관련 연구들은 대부분 환자들의 의무기록을 분석하거나 후향적 코호트 연구로 진행되었기 때문에 기존연구의 주제들이 반복되는 것이라고 사료된다. 인종관련 하위 클러스터의 경우 선행연구에 따르면, 아프리카계 미국인/흑인 및 히스패닉 인구는 비히스패닉 백인 인구에 비해 SARS-CoV-2 감염 및 COVID-19 관련 사망률이 더 높았고 아시아계는 비히스패닉계 백인 인구와 유사한 감염률 입원 및 사망률을 나타내었다(Mackey et al., 2021). 또한 아시아계 환자는 비히스패닉계 백인 환자보다 COVID-19 관련 심폐질환 중증도가 높을 확률이 더 높았다(Rodriguez et al., 2021).

‘건강행태요인’으로 명명된 그룹에서 ‘백신 기피(vaccine hesitancy)’, ‘백신 수용(vaccine acceptance)’, ‘코로나 19 백신(COVID-19 vaccine)’, ‘잘못된 정보(misinformation)’, ‘흡연(cigarette smoking)’, ‘알코올 소비(alcohol consumption)’, ‘중독(addiction)’, ‘만성폐쇄성폐질환 환자(COPD patients)’이라는 핵심 키워드가 도출되었다. 특히 중증 COVID-19의 위험요인 중 백신에 대한 환자의 부정적 태도와 관련된 키워드들이 나타났는데, 백신접종은 COVID-19 대유행으로부터 일상을 회복하는 데 중요하며(Schoch-Spana et al., 2021), 백신접종은 감염, 중증도, 입원 및 사망률을 감소시키는 데 효과적이다(Mohammed et al., 2022). 전 세계적으로 정부가 신속하고 협력적인 예방 접종 프로그램을 시행하고 있음에도 불구하고 이러한 노력은 ‘백신 기피’로 인해 방해를 받는다(Freeman et al., 2020).

WHO는 2019년 세계 보건에 대한 10가지 위협 중 하나로 백신 기피를 꼽았는데, 백신접종을 기피하고 거부하는 가장 큰 이유는 새로운 백신과 백신 부작용, 단기간 개발된 백신의 안전성에 대한 우려 등이 제시되었다(Al Amer, Maneze, Everett, Montayre, Villarosa, Dwekat, & Salamonson, 2022;

Freeman et al., 2020; WHO, 2019). COVID-19와 같은 대규모 감염병이 유행할 때 소셜미디어는 국가와 사람들 간의 신속하고 중요한 의사소통방법으로 확진자 현황, 사망률, 병상가동률과 같은 공중 보건현황을 알리고 사회적 거리두기나 방역 정책 결정 요인을 배포하는 역할을 한다. 온라인에서 볼 수 있는 여러 가지 감염병 관련 정보는 사람들의 건강 행동에 영향을 줄 수 있는 것으로 알려져 있으며 디지털 역학 정책은 질병 발생을 모니터링 하는 데 사용할 수 있다(Seale et al., 2021). 그러나 소셜미디어를 통한 백신에 대한 잘못된 정보, 부정확한 방역 정책에 대한 전달은 COVID-19 팬데믹 기간에도 높은 백신 기피를 유발하고 낮은 백신 접종률을 초래하여 COVID-19 중증화율을 높일 가능성이 있다(Sallam, 2021). 보건의료인들은 백신에 대한 정보의 중요한 원천으로 백신 접종을 향상시킬 수 있는 위치에 있으므로(최연희와 차지은, 2022) 특히 지역사회 내 다양한 의료환경에서 중추적인 역할을 하는 간호사는 사람들에게 정확한 건강정보와 백신에 대한 올바른 정보를 제공하기 위해 더 많은 노력을 기울여야 할 것이다.

또한 중증 COVID-19의 위험요인 중 환자의 흡연, 음주 등 생활습관과 관련된 ‘담배흡연(cigarette smoking)’, ‘알코올 소비(alcohol consumption)’, ‘중독(addiction)’, ‘만성폐쇄성폐질환 환자(COPD patients)’, ‘니코틴(nicotine)’ 등의 키워드들이 나타났다. 흡연, 음주와 같은 특정 생활습관은 면역체계를 약화시킬 수 있으며 면역체계 손상은 COVID-19 민감성을 증가시킨다(Zhong et al., 2021). 먼저 급성 및 만성 알코올 남용은 선천성 면역반응과 후천성 면역반응 모두에 부정적인 영향을 미치며, 이로 인해 SARS-CoV-2 감염에 대한 내성이 감소하고 COVID-19 질병 진행을 촉진시켜 중증으로 이환될 수 있다(Chodkiewicz et al., 2020). 흡연은 폐암과 다른 만성 폐질환 발병의 주된 요인으로 폐 세포에 염증을 일으키고 손상시키며 화학적 자극 또는 알레르기 및 면역반응을 초래할 수 있다(Zhong et al., 2021). 즉 면역체계를 약화시키고 폐 기능 손상을 통해 중증화에 대한 민감성을 증가시키며 경증 호흡기 질환에서 급성 호흡 곤란, 심혈관계 합병증과 같은 치명적인 단계로 진행될 가능성이 높아진다(Liu et al., 2020). Guan 등(2020)의 연구에서는 흡연자가 중증 COVID-19로 이환될 확률이 비흡연자에 비해 약 두 배 이상 높은

것으로 나타났고, Liu 등(2020)의 연구에서는 비흡연 이력과 비교했을 때 흡연 이력은 COVID-19 폐렴 진행 가능성을 14배 높이는 것으로 보고되었다. 따라서 증상과 기저질환이 없는 COVID-19 감염환자의 경우에도 흡연, 음주 과거력을 보유하고 있는 경우 중증으로 이환되지 않도록 증상에 대한 면밀한 관찰이 필요하며, 간호사의 적극적인 금연상담 및 절주 프로그램 제공은 중증 COVID-19로 이환되는 것을 예방할 뿐 아니라 통합적인 건강증진 실천을 도모할 수 있을 것이다.

COVID-19 감염기간 동안 발생한 여러 신체 계통별 합병증은 COVID-19 중증도에 상당한 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(Cao et al., 2020; Fu et al., 2020; Guo et al., 2020). COVID-19 관련 합병증의 신체 계통별 하위 요인을 응집성에 따라 면역학적, 정신·심리적, 호흡기계, 심혈관계, 신경계, 산부인과 관련, 이차감염 순으로 분류되었다.

면역학적 합병증과 관련된 키워드 응집도가 가장 높게 나타났는데 면역병인과 COVID-19 중증도는 아주 긴밀한 관계를 보였다. 중증 COVID-19 환자는 IL-6과 관련된 사이토카인 폭풍의 증상으로 발열 및 염증 반응을 나타내는데, 증상이 심각할 경우 사망으로 이어질 수 있는 과염증 상태를 유발할 수 있다(Cron, 2020). 중증 COVID-19는 조절되지 않는 면역반응에 의해 생성되는 전염증성 사이토카인의 수준이 크게 증가한 것이 특징이며 (Mulchandani et al., 2021), 경증 환자에 비해 IL-6, IL-8, IL-10, IL-2R, TNF- α 수치가 유의하게 더 높게 나타났다(Cummings et al., 2020). 호흡기계 합병증은 면역학적 합병증과 긴밀한 관계가 있는데, 사이토카인 폭풍 군집의 밀도와 급성호흡기증후군과의 관계는 COVID-19 환자의 신체 염증 스트레스로 인한 폐 손상의 중증도를 규명하기 위한 연구의 결과로 해석될 수 있으며 ‘inflammatory mediators’ 키워드는 IL-6과 같은 인터루킨과 관련이 있는데, IL-6은 중증 환자에서 더 높게 측정된다(Song, Li, Xie, Hou, & You, 2020). 이와 같이 본 연구의 결과로 면역학적 합병증과 관련된 키워드가 중증 COVID-19 위험요인 지식구조의 많은 부분을 차지하고 있음을 확인할 수 있었다.

다음으로 정신·심리적 합병증과 관련된 키워드 응집도가 높게 나타났는데,

현재까지의 연구결과에 따르면 중증 COVID-19 환자의 심리적 고통은 죄책감, 무력감, 질병 진행의 불확실성에 대한 두려움, 그리고 우울 증상과 관련되는 것으로 보고되었다(Guo et al., 2020; Ma et al., 2020). 또한 환자 뿐 아니라 코로나바이러스에 대처하는 최전선에서 일하는 의료인들도 정신 건강에 영향을 받게 되는데, 이들 중 상당수가 COVID-19 팬데믹 기간 동안 정신 건강에 위험이 될 수 있는 기분 및 수면 장애를 경험한 것으로 나타났다(Pappa et al., 2020). 많은 연구들에서 중증 COVID-19 환자의 정신·심리적 측면을 강조하고 있으며, 정신·심리적 요인은 중재 가능한 요인이자 증상의 중증도에 따라 다른 생물학적 요인에 영향을 미칠 수 있으므로 적극적인 중증 COVID-19 환자 맞춤형 심리사회적 중재가 필요할 것으로 생각된다. 또한 기존 연구는 후향적 연구가 대부분이므로 심리적 고통이 장기적으로 정신 건강에 미치는 영향을 확인하기 위해서 향후 종단적 연구도 수행할 필요가 있겠다.

본 연구에서는 중증 COVID-19 위험요인 관련 연구의 제목, 초록 및 키워드를 대상으로 시간의 흐름에 따라 새롭게 나타나는 연구주제를 분석하였고, 연구결과 총 4개의 구간으로 분류되었다. 1구간은 2020년 2월~6월의 기간으로 ‘obesity’, ‘social distancing’, ‘dyspnea’, ‘COVID-19 transmission’, ‘emergency department’ 등의 키워드가 새롭게 출현하였다. 이 시기는 COVID-19 감염병이 처음으로 발생하고 전 세계적으로 확산되는 기간으로 사회적 거리두기가 본격적으로 시행되었고 기초적인 연구가 시작되면서 전파 경로, 임상증상, 위험요인에 대한 연구주제 키워드가 증가한 결과이다(Zhang, Zhao, Sun, Huang, & Glänzel, 2020).

2구간은 2020년 7월~12월의 기간으로 ‘psychological well-being’, ‘generalized anxiety’, ‘deep venous thrombosis’, ‘critical disease’, ‘Hispanics’, ‘black race’ 등의 키워드가 새롭게 부각되었다. 특히 정신·심리적 측면의 키워드가 등장하고 키워드 수가 증가하는 것을 확인할 수 있었으며, COVID-19가 시작된 지 1년 되는 시점으로 COVID-19 중증 위험요인에서 환자의 정신건강 측면에 대한 중요성이 강조되는 추세에 맞추어 관련 연구들이 활발히 이루어질 필요가 있었던 것으로 판단된다. 2020년 3월 18일 WHO

는 팬데믹 선언과 동시에 정신건강 및 정신사회적 문제와 관련된 보고서를 발표하였고(WHO, 2020) COVID-19와 우울감을 뜻하는 ‘blue’가 합쳐진 ‘코로나 블루’ 라는 신조어가 생기기도 하였다. 또한 COVID-19의 장기화로 인한 외출 자제, 모임 금지, 자가 격리, 사회적 거리 두기 등으로 발생한 스트레스나 우울감이 연구주제로 출현하였으며(Kontoangelos, Economou, & Papageorgiou, 2020), 격리 및 사회적 활동의 제한, 실업 및 재정적인 요인으로 인한 사회적 고립으로 인해 우울증에 걸릴 확률이 높아지고, 자살률의 잠재적 상승에 대한 우려로 인해(Vahratian, Blumberg, Terlizzi, & Schiller, 2021) 이와 같은 키워드가 출현한 것으로 생각된다.

3구간은 2021년 1월~3월까지의 기간으로 ‘persistent symptoms’, ‘long COVID’, ‘blood parameters’, ‘sociodemographic data’ 등의 키워드가 새롭게 등장하였다. 3번째 대유행이 끝난 시점으로 많은 연구 데이터의 축적으로 새로운 혈액매개변수 연구에 대한 도전이 시작되었을 가능성이 높다. 또한 코로나 후유증에 대한 연구가 시작되며 ‘post COVID condition’, ‘post COVID syndrome’, ‘long COVID’ 등의 새로운 단어가 도입되기 시작한 것과 연관이 있을 것으로 판단된다. 롱코비드(Long COVID) 증상으로는 피로감, 호흡곤란, 기침, 근육통, 흉통, 후각·미각 상실, 우울·불안, 발열, 인지장애 등을 설명하였고, 짧게는 감염 이후 4주 이상, 길게는 12주 이상으로 지속되는 것으로 알려져 있다(Raveendran, Jayadevan, & Sashidharan, 2021). Long COVID에 대한 연구는 이후에도 지속적으로 요구될 것으로 예측되며 COVID 후유증에 대한 위험요인 및 예측인자에 대한 추후 연구가 필요할 것으로 생각된다.

4구간은 2021년 4월~9월까지의 기간으로 ‘mRNA vaccine’, ‘vaccine acceptance’, ‘vaccination campaign’, ‘new variants’, ‘Delta’ 등의 키워드가 새롭게 출현하였다. 백신과 관련된 새로운 키워드들이 등장하며 이 시기에는 COVID-19 백신 접종에 대한 관심이 이전에 비해 증가되었으며, COVID-19 백신 접종 수용의도가 중요한 연구주제 중 하나임을 알 수 있다. 백신 접종이 다양한 연령대와 인구 그룹에서 중증 COVID-19를 예방하는 데 효과적이라는 연구결과가 있었으나(Lipsitch & Dean, 2020), 그에 따른 부작용도 있으므로 안전한 백신접종에 관심이 더욱 증대되어 진 것으로 보여진다(Soares

et al., 2021). 또한 알파 변이가 우세종이었으나 점차 다른 변이도 발견되는 시점으로 2021년 10월부터는 전 세계적으로 델타 변이 바이러스가 우세종으로 급부상하여 그에 따른 연구가 이루어진 것으로 사료된다(Chookajorn, Kochakarn, Wilasang, Kotanan, & Modchang, 2021).

본 연구에서는 텍스트 네트워크 분석을 통해 중증 COVID-19 연구의 핵심 키워드를 알아보고 네트워크 하위요인 분석 및 시간의 흐름에 따른 구간별 연구동향을 분석하였다. 먼저 본 연구를 통해 단순히 높은 빈도를 보인 키워드가 중심성이 높은 것은 아니라는 점을 확인하였다. 이러한 결과는 중증 COVID-19 위험요인에 대한 중재개발 시 다빈도 위험요인에만 치중하는 것이 아니라 중심성이 높은 위험요인도 고려함으로써 다양한 위험요인에 대한 연구가 필요함을 시사한다. 또한 단기간 중증 COVID-19 위험요인에 대한 근거가 빠른 속도로 축적되었으나 대부분의 연구 주제가 중재 불가능한 요인인 생물학적 요인과 중증 COVID-19 관련 합병증에 많이 치중되어 있음을 알 수 있었다. 신종감염병은 유전적 및 생물학적 요인만의 영향을 받는 것이 아니라 각 요인들이 서로 유기적인 관계를 맺으며 복합적인 영향력을 나타냄으로(Oaks Jr et al., 1992) 생물학적 요인 외 물리적, 생태학적, 사회·정치·경제적 측면의 중증 COVID-19 위험요인에 대한 향후 연구가 필요할 것으로 사료된다. 중증 COVID-19 위험요인 중 중재 불가능한 생물학적 요인인 나이, 성별, 인종, 병태생리학적 원인 외에 중재 가능한 정신·심리적 요인(우울, 불안, 자살의도, 불면증), 건강행태관련 요인(흡연, 음주, 백신접종의도) 및 중재와 관련된 연구가 필요하다.

다양한 중증 COVID-19 위험요인이 규명된 가운데 간호사는 COVID-19 대응과 예방에 중추적인 역할을 하며 24시간 내내 환자의 곁에서 질병의 예방, 치료 및 재활에서 핵심적 역할을 한다(Mortazavi, 2021). COVID-19와 같은 신종감염병은 환자의 내적 환경과 외적 환경이 복합적인 상호작용을 통해 발생하므로 간호사는 COVID-19 환자에 대한 근거 기반의 포괄적인 간호중재를 제공할 수 있도록 준비되어 있어야 하며(Choi, Jeffers, & Logsdon, 2020), 중증으로의 이환을 예방하기 위해 중재 가능한 위험요인을 찾아 적극적으로 중재하여야 한다. 그럼에도 불구하고 중증 COVID-19 위

험요인과 관련된 간호학적 연구는 매우 부족한 실정이며(Mortazavi, 2021), 대부분 간호사 대상 초점의 연구주제(소진, COVID-19 환자 간호 경험, ECMO 사용, 산소요법, 재활 등)가 주를 이루었다. 따라서 중증 COVID-19 위험요인에 대한 간호학적 측면에서의 분석연구, 임상 및 지역사회 내 중증 이환을 감소시킬 수 있는 예방적 중재를 개발하고 적용하기 위한 연구 등 COVID-19의 중증화율을 감소시키기 위한 지속적인 노력들이 필요할 것이다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 짧은 기간 동안 빠른 속도로 중증 COVID-19 위험요인 관련 연구가 수행됨으로써 많은 수의 노드(node)와 연결선(edge)이 포함된 네트워크가 도출되었다. 주요 현상을 찾기 위해 적정 노드 수로 줄이고 일정 수준 이상의 연결 정도만 의미있는 연결로 인정하는 데이터 정제 과정을 수행하였지만 도출된 네트워크가 광범위하므로 추후 세분화된 분석이 필요할 것으로 생각된다. 둘째, 본 연구의 핵심 키워드 선정 시 초록, 제목 및 키워드에 제시된 용어 중 빈도수가 높은 단어를 선정하였다. 연구자들이 초록에 사용하는 용어의 경우 의미는 유사하나 다양하게 표현되고 있는 단어들이 혼용되고 있는 실정이므로 텍스트 네트워크 분석 시 핵심 키워드 선정에 대한 구체적인 방법론적 가이드라인이 필요할 것으로 생각된다.

본 연구의 의의는 다음과 같다. 본 연구는 지금까지 축적된 중증 COVID-19 위험요인 연구의 핵심 키워드 및 주요 주제를 추출하여 탐색함으로써 지식구조를 확인하고 연구동향을 분석함으로써 연구 현황과 추후 중증 COVID-19 위험요인 관련 연구의 방향을 조망할 수 있다. 또한 기존의 중증 COVID-19 위험요인 연구의 경우 대부분 후향적인 코호트 연구가 이루어졌으나 본 연구에서는 방대한 양의 중증 COVID-19 위험요인 관련 연구논문을 텍스트 자료로 수집하여 계량적 내용분석 방법을 통해 탐색하였으므로 과학적 근거를 제공할 수 있다. 또한 중증 COVID-19 위험요인 중 생물학적 요인 연구가 중점적으로 이루어지고 있음을 알 수 있었다. 그 과정에서 생물학적 요인뿐만 아니라 정신·심리적 측면에 대한 하위 주제도 나타났다. 따라서 간호를 제공하는 실무자는 중증 COVID-19 환자 간호 시 과학적 근거에 기

반한 신체적, 정신적 간호가 이루어질 수 있도록 프로그램 개발 및 적용이 이루어져야 할 것이다. 또한 본 연구에서는 다양한 데이터베이스의 학술지를 모두 포함하여 2년간 출간된 논문 22,628편을 종합적으로 분석하여 중증 COVID-19 위험요인 연구동향에 대한 광범위하고 심층적인 분석을 시도하였다. 현재까지 중증 COVID-19 위험요인에 대한 지식구조를 탐색한 연구는 없었으며 본 연구가 최초로 시행하였다는 점에서 의의가 있다.

VI. 결론 및 제언

본 연구는 텍스트 네트워크 분석 방법을 활용하여 중증 COVID-19 위험요인 관련 연구의 핵심 키워드를 확인하고 키워드 간 관계성을 시각화하여 관련 전체 연구를 거시적 측면에서 조망하고, 시간의 흐름에 따른 연구동향을 확인함으로써 중증 COVID-19 위험요인 연구의 지식구조 탐색과 향후 연구 방향을 예측하였다. 본 연구는 2020년 1월부터 2021년 12월까지 주요 데이터베이스인 Pubmed, CINAHL, EMBASE, Web of Science에서 검색된 학술지 논문 22,628편을 선정하여 연구를 진행하였다.

분석 결과는 다음과 같다. 중증 COVID-19 위험요인 관련 연구의 단순출현빈도가 높은 키워드는 ‘나이’였고, 단순출현빈도와 페이지랭크 중심성 모두 높은 키워드는 ‘고혈압’으로 나타났다. 페이지랭크 중심성이 높은 키워드는 ‘비침습적 환기’로 파악되었다. 네트워크 분석 결과 총 21개의 하위 클러스터가 확인되었고 5개의 중심 주제별로 그룹화되었다. 각 그룹은 ‘생물의학요인’, ‘직업환경요인’, ‘인구통계학적 요인’, ‘건강행태요인’, ‘합병증요인’으로 명명하였으며, 합병증요인의 경우 7개의 계통별 합병증으로 세분화하여 구분하였다. 시기별 연구주제 동향 분석결과 총 4개의 구간으로 나누어졌다. 1구간은 2020년 2월~6월로 전파경로, 임상증상, 위험요인, 2구간(Phase 2)은 2020년 7월~12월로 정신건강측면, 3구간(Phase 3)은 2021년 1월~3월로 혈액매개변수, COVID-19 후유증, 4구간(Phase 4)은 2021년 4월~9월로 백신 관련 키워드로 나타났다.

본 연구는 텍스트 네트워크 분석 방법을 적용하여 중증 COVID-19 위험요인 관련연구의 핵심 키워드를 알아보고 네트워크 하위요인 분석 및 시간의 흐름에 따른 구간별 연구동향을 분석하는 최초의 연구로써 의의가 있다. 본 연구결과를 통해 중증 COVID-19 위험요인 연구의 지식체를 구축함으로써 연구의 경향을 제시해주고 있다. 따라서 중증 COVID-19 위험요인 연구의 지식구조를 살펴봄으로써 COVID-19 환자의 중증으로의 이환을 예방하기 위한 정신·심리적 요인 및 건강행태관련 요인 등 중재 가능한 위험요인과 관

련된 향후 연구방향을 제시하는데 도움이 될 것으로 생각된다.

이상의 연구결과를 바탕으로 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 본 연구에서 규명된 중증 COVID-19 위험요인 중 생물의학요인 외 물리환경적, 사회경제적, 생태학적 관점에서 COVID-19 중증도를 감소시킬 수 있는 요인에 대한 연구가 필요하다.

둘째, 시기별 연구동향 분석 결과에서 도출된 키워드를 중심으로 네트워크 분석을 실시하여 시간흐름에 따른 중증 COVID-19 위험요인 연구의 심층적인 지식구조를 탐색하는 후속연구를 제언한다.

셋째, 지속적인 중증 COVID-19 위험요인 연구를 반영하기 위해 일시적인 연구로 그치지 않고 향후 축적되는 자료들을 더하여 분석하는 과정을 자동화함으로써 중증 COVID-19 지식구조의 변화를 지속적으로 파악하고 향후 연구 방향을 예측할 수 있는 후속연구를 제언한다.

참고문헌

- 곽기영(2017). *R 기초와 활용*. 서울: 도서출판 청람.
- 김동래, 권기석과 정석봉. (2015). 키워드 네트워크 분석을 통한 경영학 연구의 지식구조 분석. *의사결정학연구*, 23(1), 111-125.
- 김두리와 이미향. (2020). 코로나바이러스 감염증-19 사태를 통한 노인장기요양시설의 감염관리 개선 방향. *한국직업건강간호학회지*, 29(3), 202-207. doi:10.5807/kjohn.2020.29.3.202
- 김용학과 김영진(2016). *사회 연결망 분석*. 서울: 박영사.
- 문미경(2017). 아동병동 입원 환아를 대상으로 간호학생이 내린 간호진단의 네트워크 분석. *보건정보통계학회지*, 42(3), 223-231. doi:10.21032/jhis.2017.42.3.223
- 박은준, 김영지와 박찬숙(2017). 텍스트네트워크분석을 활용한 국내·외 호스피스 간호 연구 주제의 비교 분석. *한국간호과학회*, 47(5), 600-612. doi:10.4040/jkan.2017.47.5.600
- 박주섭, 김나량과 한은정. (2018). 키워드 네트워크 분석을 활용한 과학기술동향 분석. *한국산업정보학회논문지*, 23(2), 63-73. doi:10.9723/jksis.2018.23.2.063
- 박진희, 전미선, 배선형과 김희준(2021). 암생존자 삶의 질 영향요인에 대한 연구동향: 텍스트 네트워크 분석과 토픽모델링. *중앙간호연구*, 21(4), 231-240. doi:10.5388/aon.2021.21.4.231
- 양연희, 권영주와 이상철(2019). 토픽모델링과 네트워크 분석을 활용한 공공갈등 연구경향 분석. *지방정부연구*, 23(3), 427-450. doi:10.20484/klog.23.3.18
- 이수상(2012). *네트워크 분석 방법론*. 서울: 도서출판 논형.
- 이수상(2018). *네트워크 분석방법의 활용과 한계*. 서울: 도서출판 청람.
- 이정림, 김영지, 곽은주와 박승미(2021). 임신성 당뇨와 모유수유에 대한 연구 동향 분석: 텍스트네트워크 분석과 토픽모델링 중심. *한국간호교육학회지*, 27(2), 175-185. doi:10.5977/jkasne.2021.27.2.175
- 이지영(2022). 키워드 네트워크 분석을 통한 청소년 자해 연구 동향. *한국데이터분석학회지*, 24(1), 457-472. doi:10.37727/jkdas.2022.24.1.457

- 정기백과 최석봉(2022). 네트워크 텍스트 분석을 통한 마케팅연구의 지식구조 분석. *마케팅논집*, 30(1), 18-38. doi:10.22736./jms.30.1.02
- 조재인(2011). 네트워크 텍스트 분석을 통한 문헌정보학 최근 연구 경향 분석. *정보관리학회지*, 28(4), 65-83. doi:10.3743/KOSIM.2011.28.4.065
- 질병관리청(2022, 2022 February 28). 코로나바이러스감염증-19 대응 지침(지자체용) 제11판. Retrieved from <http://ncov.mohw.go.kr/duBoardList.do?brdId=2&brdGubun=28>
- 질병관리청(2020, 2022 February 28). 코로나바이러스감염증-19 중앙재난안전대책본부 정례브리핑 (3월 12일). Retrieved from <http://ncov.mohw.go.kr/duBoardList.do?brdId=2&brdGubun=28>
- 질병관리청(2022, 2022 June 27). 코로나바이러스감염증-19 국내발생현황. Retrieved from http://ncov.mohw.go.kr/bdBoardList_Real.do?brdId=1&brdGubun=11&ncvContSeq=&contSeq=&board_id=&gubun=
- 최연희와 차지은(2022). 임상간호사의 COVID-19 백신 접종 의도에 대한 영향 요인. *보건정보통계학회지*, 47(1), 48-56. doi:10.21032/jhis.2022.47.1.48
- 최정실과 김영지(2019). 간호사의 직장 내 괴롭힘에 대한 국내 연구 동향 분석: 의미연결망분석과 토픽모델링 중심. *한국직업건강간호학회지*, 28(4), 221-229. doi:10.5807/kjohn.2019.28.4.221
- Akiyama, S., Hamdeh, S., Micic, D., & Sakuraba, A. (2021). Prevalence and clinical outcomes of COVID-19 in patients with autoimmune diseases: A systematic review and meta-analysis. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 80(3), 384-391. doi:10.1136/annrheumdis-2020-218946
- Al-Amer, R., Maneze, D., Everett, B., Montayre, J., Villarosa, A. R., Dwekat, E., & Salamonson, Y. (2022). COVID 19 vaccination intention in the first year of the pandemic: A systematic review. *Journal of Clinical Nursing*, 31(1-2), 62-86. doi:10.1111/jocn.15951
- Alzamora, M. C., Paredes, T., Caceres, D., Webb, C. M., Valdez, L. M., & La Rosa, M. (2020). Severe COVID-19 during pregnancy and possible vertical transmission. *American Journal of Perinatology*, 37(8), 861-865. doi: 10.1055/s-0040-1710050

- Bae, S., Kim, S. R., Kim, M. N., Shim, W. J., & Park, S. M. (2021). Impact of cardiovascular disease and risk factors on fatal outcomes in patients with COVID-19 according to age: A systematic review and meta-analysis. *Heart*, *107*(5), 373-380. doi:10.1136/heartjnl-2020-317901
- Bag, S., Kumar, S. K., & Tiwari, M. K. (2019). An efficient recommendation generation using relevant Jaccard similarity. *Information Sciences*, *483*, 53-64. doi:10.1016/j.ins.2019.01.023
- Berlin, D. A., Gulick, R. M., & Martinez, F. J. (2020). Severe covid-19. *New England Journal of Medicine*, *383*(25), 2451-2460. doi: 10.1056/NEJMcp2009575
- Böhm, M., Frey, N., Giannitsis, E., Sliwa, K., & Zeiher, A. M. (2020). Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) and its implications for cardiovascular care: Expert document from the German Cardiac Society and the World Heart Federation. *Clinical Research in Cardiology*, *109*(12), 1446-1459. doi:10.1007/s00392-020-01656-3
- Borgatti, S. P., & Brass, D. J. (2019). *Social Networks at Work*. New York: Taylor & Francis eBooks.
- Borsboom, D., Deserno, M. K., Rhemtulla, M., Epskamp, S., Fried, E. I., McNally, R. J., et al. (2021). Network analysis of multivariate data in psychological science. *Nature Reviews Methods Primers*, *1*(1), 1-18. doi:10.1038/s43586-021-00055-w
- Cai, Q., Chen, F., Wang, T., Luo, F., Liu, X., Wu, Q., et al. (2020). Obesity and COVID-19 severity in a designated hospital in Shenzhen, China. *Diabetes Care*, *43*(7), 1392-1398. doi:10.2337/dc20-0576
- Cao, M., Zhang, D., Wang, Y., Lu, Y., Zhu, X., Li, Y., et al. (2020). Clinical features of patients infected with the 2019 novel coronavirus (COVID-19) in Shanghai, China. *MedRxiv*. Advanced online publication. doi:10.1101/2020.03.04.20030395
- CDC COVID-19 Response Team (2020). Geographic differences in

- COVID-19 cases, deaths, and incidence—United States, February 12 - April 7, 2020. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 69(15), 465. doi:10.15585/mmwr.mm6915e4
- Chen, N., Zhou, M., Dong, X., Qu, J., Gong, F., Han, Y., et al. (2020). Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: A descriptive study. *The Lancet*, 395(10223), 507–513. doi:10.1016/S0140-6736(20)30211-7
- Chen, Q., Zheng, Z., Zhang, C., Zhang, X., Wu, H., Wang, J., et al. (2020). Clinical characteristics of 145 patients with corona virus disease 2019 (COVID-19) in Taizhou, Zhejiang, China. *Infection*, 48(4), 543–551. doi:10.1007/s15010-020-01432-5
- Chen, S., Prettner, K., Kuhn, M., Geldsetzer, P., Wang, C., Bärnighausen, T., & Bloom, D. E. (2021). Climate and the spread of COVID-19. *Scientific Reports*, 11(1), 1–6. doi:10.1038/s41598-021-87692-z
- Chen, T., Wu, D. I., Chen, H., Yan, W., Yang, D., Chen, G., et al. (2020). Clinical characteristics of 113 deceased patients with coronavirus disease 2019: Retrospective study. *British Medical Journal*, 368. doi:10.1136/bmj.m1295
- Chodkiewicz, J., Talarowska, M., Miniszewska, J., Nawrocka, N., & Bilinski, P. (2020). Alcohol consumption reported during the COVID-19 pandemic: The initial stage. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(13), 4677. doi:10.3390/ijerph17134677
- Choi, K. R., Jeffers, K. S., & Logsdon, M. C. (2020). Nursing and the novel coronavirus: Risks and responsibilities in a global outbreak. *Journal of Advanced Nursing*. Advanced online publication. doi:10.1111/jan.14369
- Chookajorn, T., Kochakarn, T., Wilasang, C., Kotanan, N., & Modchang, C. (2021). Southeast Asia is an emerging hotspot for COVID-19. *Nature Medicine*, 27(9), 1495–1496. doi:10.1038/s41591-021-01471-x

- Ciotti, M., Ciccozzi, M., Pieri, M., & Bernardini, S. (2022). The COVID-19 pandemic: Viral variants and vaccine efficacy. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, 59(1), 66–75. doi:10.1080/10408363.2021.1979462
- Cron, R. Q. (2020). Coronavirus is the trigger, but the immune response is deadly. *The Lancet Rheumatology*, 2(7), e370–e371. doi:10.1016/S2665-9913(20)30165-X
- Cummings, M. J., Baldwin, M. R., Abrams, D., Jacobson, S. D., Meyer, B. J., Balough, E. M., et al. (2020). Epidemiology, clinical course, and outcomes of critically ill adults with COVID-19 in New York City: A prospective cohort study. *The Lancet*, 395(10239), 1763–1770. doi:10.1016/S0140-6736(20)31189-2
- Del Sole, F., Farcomeni, A., Loffredo, L., Carnevale, R., Menichelli, D., Vicario, T., et al. (2020). Features of severe COVID 19: A systematic review and meta analysis. *European Journal of Clinical Investigation*, 50(10), e13378. doi:10.1111/eci.13378
- Diesner, J., & Carley, K. M. (2005). Revealing social structure from texts: Meta-matrix text analysis as a novel method for network text analysis. In V. K. Narayanan., & D. J. Armstrong (Ed.), *Causal mapping for research in information technology* (pp. 81–108). Hershey, PA: IGI Global.
- Dong, Y., Mo, X., Hu, Y., Qi, X., Jiang, F., Jiang, Z., et al. (2020). Epidemiology of COVID-19 among children in China. *Pediatrics*, 145(6). doi:10.1542/peds.2020-0702
- Eveland Jr, W. P., Marton, K., & Seo, M. (2004). Moving beyond “just the facts” the influence of online news on the content and structure of public affairs knowledge. *Communication Research*, 31(1), 82–108. doi:10.1177/0093650203260203
- Fan, Y., Wang, X., Zhang, J., Mo, D., & Xiao, X. (2021). The risk factors for the exacerbation of COVID 19 disease: A case control study. *Journal of Clinical Nursing*, 30(5–6), 725–731. doi:10.1111/jocn.15601

- Fauci, A. S., Lane, H. C., & Redfield, R. R. (2020). Covid-19 navigating the uncharted. *New England Journal of Medicine*, 382(13), 1268-1269. doi:0.1056/NEJMe2002387
- Flook, M., Jackson, C., Vasileiou, E., Simpson, C. R., Muckian, M. D., Agrawal, U., et al. (2021). Informing the public health response to COVID-19: A systematic review of risk factors for disease, severity, and mortality. *BMC Infectious Diseases*, 21(1), 1-23. doi:10.1186/s12879-021-05992-1
- Freeman, D., Loe, B. S., Chadwick, A., Vaccari, C., Waite, F., Rosebrock, L., et al. (2020). COVID-19 vaccine hesitancy in the UK: The Oxford coronavirus explanations, attitudes, and narratives survey (Oceans) II. *Psychological Medicine*, 1-15. doi:10.1017/S0033291720005188
- Fu, B., Xu, X., & Wei, H. (2020). Why tocilizumab could be an effective treatment for severe COVID-19?. *Journal of Translational Medicine*, 18(1), 1-5. doi:10.1186/s12967-020-02339-3
- Fu, L., Fei, J., Xu, S., Xiang, H. X., Xiang, Y., Tan, Z. X., et al. (2020). Acute liver injury and its association with death risk of patients with COVID-19: A hospital-based prospective case-cohort study. *Medrxiv*. Advanced online publication. doi:10.1101/2020.04.02.20050997
- Furstenau, L. B., Rabaioli, B., Sott, M. K., Cossul, D., Bender, M. S., Farina, E. M. J. D. M., et al. (2021). A bibliometric network analysis of coronavirus during the first eight months of COVID-19 in 2020. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 952. doi:10.3390/ijerph18030952
- Galanis, P., Vrakka, I., Fragkou, D., Bilali, A., & Kaitelidou, D. (2021). Nurses' burnout and associated risk factors during the COVID 19 pandemic: A systematic review and meta analysis. *Journal of Advanced Nursing*, 77(8), 3286-3302. doi:10.1111/jan.14839
- Gao, Y. D., Ding, M., Dong, X., Zhang, J. J., Kursat Azkur, A., Azkur,

- D., et al. (2021). Risk factors for severe and critically ill COVID 19 patients: A review. *Allergy*, 76(2), 428-455. doi:0.1111/all.14657
- Gao, Y., Li, T., Han, M., Li, X., Wu, D., Xu, Y., et al. (2020). Diagnostic utility of clinical laboratory data determinations for patients with the severe COVID 19. *Journal of Medical Virology*, 92(7), 791-796. doi:10.1002/jmv.25770
- Gauld, C., Lopez, R., Morin, C., Geoffroy, P. A., Maquet, J., Desvergnés, P., et al. (2022). Symptom network analysis of the sleep disorders diagnostic criteria based on the clinical text of the ICD-3. *Journal of Sleep Research*, 31(1), e13435. doi:10.1111/jsr.13435
- Göttinger, F., Santiago-García, B., Noguera-Julián, A., Lanaspá, M., Lancella, L., Carducci, F. I. C., et al. (2020). COVID-19 in children and adolescents in Europe: A multinational, multicentre cohort study. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 4(9), 653-661. doi:10.1016/S2352-4642(20)30177-2
- Graff, K., Smith, C., Silveira, L., Jung, S., Curran-Hays, S., Jarjour, J., et al. (2021). Risk factors for severe COVID-19 in children. *The Pediatric Infectious Disease Journal*, 40(4), e137-e145. doi:10.1097/INF.0000000000003043
- Guan, W. J., Ni, Z. Y., Hu, Y., Liang, W. H., Ou, C. Q., He, J. X., et al. (2020). Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China. *New England Journal of Medicine*, 382(18), 1708-1720. doi:10.1056/NEJMoa2002032
- Guo, Q., Zheng, Y., Shi, J., Wang, J., Li, G., Li, C., et al. (2020). Immediate psychological distress in quarantined patients with COVID-19 and its association with peripheral inflammation: A mixed-method study. *Brain, Behavior, and Immunity*, 88, 17-27. doi:10.1016/j.bbi.2020.05.038
- Han, X., Fan, Y., Alwalid, O., Li, N., Jia, X., Yuan, M., et al. (2021). Six-month follow-up chest CT findings after severe COVID-19 pneumonia. *Radiology*, 299(1), E177-E186. doi:10.1148/radiol.2021203153
- Hu, J., & Wang, Y. (2021). The clinical characteristics and risk factors of

- severe COVID-19. *Gerontology*, 67(3), 255-266. doi:10.1159/000513400
- Ji, Y. A., Nam, S. J., Kim, H. G., Lee, J., & Lee, S. K. (2018). Research topics and trends in medical education by social network analysis. *BMC Medical Education*, 18(1), 1-10. doi:10.1186/s12909-018-1323-y
- Johns Hopkins University (2022, 2022 March 1). COVID-19 Dashboard. Retrieved from <https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/dashboards/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>
- Jordan, R. E., Adab, P., & Cheng, K. (2020). Covid-19: Risk factors for severe disease and death. *British Medical Journal*. Advanced online publication. doi:10.1136/bmj.m1198
- Kara, A. A., Böncüoğlu, E., Kıymet, E., Arıkan, K. Ö., Şahinkaya, Ş., Düzgöl, M., et al. (2021). Evaluation of predictors of severe moderate COVID 19 infections at children: A review of 292 children. *Journal of Medical Virology*, 93(12), 6634-6640. doi:10.1002/jmv.27237
- Kass, D. A., Duggal, P., & Cingolani, O. (2020). Obesity could shift severe COVID-19 disease to younger ages. *The Lancet*, 395(10236), 1544-1545. doi:10.1016/S0140-6736(20)31024-2
- Khalatbari-Soltani, S., Cumming, R. C., Delpierre, C., & Kelly-Irving, M. (2020). Importance of collecting data on socioeconomic determinants from the early stage of the COVID-19 outbreak onwards. *Journal of Epidemiol Community Health*, 74(8), 620-623. doi:10.1136/jech-2020-214297
- Kim, H., Hegde, S., LaFiura, C., Raghavan, M., Sun, N., Cheng, S., et al. (2021). Access to personal protective equipment in exposed healthcare workers and COVID-19 illness, severity, symptoms and duration: A population-based case-control study in six countries. *British Medical Journal Global Health*, 6(1), e004611. doi:10.1136/bmjgh-2020-004611

- Kim, H. Y., Kang, K. A., Han, S. J., & Chun, J. (2022). Web-based research trends on child and adolescent cancer survivors over the last 5 years: Text network analysis and topic modeling study. *Journal of Medical Internet Research*, *24*(2), e32309. doi:10.2196/32309
- Kontoangelos, K., Economou, M., & Papageorgiou, C. (2020). Mental health effects of COVID-19 pandemic: A review of clinical and psychological traits. *Psychiatry Investigation*, *17*(6), 491. doi:10.30773/pi.2020.0161
- Kutela, B., Novat, N., & Langa, N. (2021). Exploring geographical distribution of transportation research themes related to COVID-19 using text network approach. *Sustainable Cities and Society*, *67*, 102729. doi:10.1016/j.scs.2021.102729
- Liang, W., Guan, W., Chen, R., Wang, W., Li, J., Xu, K., et al. (2020). Cancer patients in SARS-CoV-2 infection: A nationwide analysis in China. *The Lancet Oncology*, *21*(3), 335-337. doi:10.1016/S1470-2045(20)30096-6
- Li, L. Q., Huang, T., Wang, Y. Q., Wang, Z. P., Liang, Y., Huang, T. B., et al. (2020). COVID 19 patients' clinical characteristics, discharge rate, and fatality rate of meta analysis. *Journal of Medical Virology*, *92*(6), 577-583. doi:10.1002/jmv.25757
- Li, X., Pan, X., Li, Y., An, N., Xing, Y., Yang, F., et al. (2020). Cardiac injury associated with severe disease or ICU admission and death in hospitalized patients with COVID-19: A meta-analysis and systematic review. *Critical Care*, *24*(1), 1-16. doi:10.1186/s13054-020-03183-z.
- Lipsitch, M., & Dean, N. E. (2020). Understanding COVID-19 vaccine efficacy. *Science*, *370*(6518), 763-765. doi:10.1126/science.abe5938
- Lin, J., Yan, H., Chen, H., He, C., Lin, C., He, H., et al. (2021). COVID 19 and coagulation dysfunction in adults: A systematic review and meta analysis. *Journal of Medical Virology*, *93*(2), 934-944.

doi:10.1080/09537104.2020.1754383

- Liu, R., Han, H., Liu, F., Lv, Z., Wu, K., Liu, Y., et al. (2020). Positive rate of RT-PCR detection of SARS-CoV-2 infection in 4880 cases from one hospital in Wuhan, China, from Jan to Feb 2020. *Clinica Chimica Acta*, 505, 172-175. doi:10.1016/j.cca.2020.03.009
- Ma, Y. F., Li, W., Deng, H. B., Wang, L., Wang, Y., Wang, P. H., et al. (2020). Prevalence of depression and its association with quality of life in clinically stable patients with COVID-19. *Journal of Affective Disorders*, 275, 145-148. doi:10.1016/j.jad.2020.06.033
- Mackey, K., Ayers, C. K., Kondo, K. K., Saha, S., Advani, S. M., Young, S., et al. (2021). Racial and ethnic disparities in COVID-19 - related infections, hospitalizations, and deaths: A systematic review. *Annals of Internal Medicine*, 174(3), 362-373. doi:10.7326/M20-6306
- Magro, C., Mulvey, J. J., Berlin, D., Nuovo, G., Salvatore, S., Harp, J., et al. (2020). Complement associated microvascular injury and thrombosis in the pathogenesis of severe COVID-19 infection: A report of five cases. *Translational Research*, 220, 1-13. doi:10.1016/j.trsl.2020.04.007
- Mick, P., & Murphy, R. (2020). Aerosol-generating otolaryngology procedures and the need for enhanced PPE during the COVID-19 pandemic: A literature review. *Journal of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 49(1), 1-10. doi:10.1186/s40463-020-00424-7
- Mohammed, I., Nauman, A., Paul, P., Ganesan, S., Chen, K. H., Jalil, S. M. S., et al. (2022). The efficacy and effectiveness of the COVID-19 vaccines in reducing infection, severity, hospitalization, and mortality: A systematic review. *Human Vaccines & Immunotherapeutics*, 18(1), 2027160. doi:10.1080/21645515.2022.2027160
- Mortazavi, H. (2021). Coronavirus disease 2019 (COVID-19): A literature

- review from a nursing perspective. *BioMedicine*, 11(3), 5–14.
doi:10.37796/2211-8039.1154
- Mulchandani, R., Lyngdoh, T., & Kakkar, A. K. (2021). Deciphering the COVID 19 cytokine storm: Systematic review and meta analysis. *European Journal of Clinical Investigation*, 51(1), e13429.
doi:10.1111/eci.13429
- Oaks Jr, S. C., Shope, R. E., & Lederberg, J. (Eds.). (1992). *Emerging infections: microbial threats to health in the United States*. Washington, DC: National Academies Press
- Oh, J., & Kim, A. (2020). A bibliometric analysis of COVID-19 research published in nursing journals. *Science Editing*, 7(2), 118–124.
doi:10.6087/kcse.205
- Ouldali, N., Yang, D. D., Madhi, F., Levy, M., Gaschignard, J., Craiu, I., et al. (2021). Factors associated with severe SARS-CoV-2 infection. *Pediatrics*, 147(3). doi:10.1542/peds.2020-023432
- Pappa, S., Ntella, V., Giannakas, T., Giannakoulis, V. G., Papoutsis, E., & Katsaounou, P. (2020). Prevalence of depression, anxiety, and insomnia among healthcare workers during the COVID-19 pandemic: A systematic review and meta-analysis. *Brain, Behavior, and Immunity*, 88, 901–907. doi:10.1016/j.bbi.2020.05.026
- Patanavanich, R., & Glantz, S. A. (2020). Smoking is associated with COVID-19 progression: A meta-analysis. *Nicotine and Tobacco Research*, 22(9), 1653–1656. doi:10.1093/ntr/ntaa082
- Pijls, B. G., Jolani, S., Atherley, A., Derckx, R. T., Dijkstra, J. I., Franssen, G. H., et al. (2021). Demographic risk factors for COVID-19 infection, severity, ICU admission and death: A meta-analysis of 59 studies. *British Medical Journal Open*, 11(1), e044640.
doi:10.1136/bmjopen-2020-044640
- Popping, R. (2000). *Computer-assisted text analysis*. Thousand Oaks,

- CA: Sage.
- Raveendran, A. V., Jayadevan, R., & Sashidharan, S. (2021). Long COVID: An overview. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 15(3), 869–875. doi:10.1016/j.dsx.2021.04.007
- Ribeiro, L. A., & Härder, T. (2009). Efficient set similarity joins using min-prefixes. *In East European Conference on Advances in Databases and Information Systems*, 88–102. doi:10.1007/978-3-642-03973-7_8
- Rochweg, B., Agarwal, A., Zeng, L., Leo, Y. S., Appiah, J. A., Agoritsas, T., et al. (2020). Remdesivir for severe covid-19: A clinical practice guideline. *British Medical Journal*, 370. doi:https://doi.org/10.1136/bmj.m2924
- Rodriguez, F., Solomon, N., De Lemos, J. A., Das, S. R., Morrow, D. A., Bradley, S. M., et al. (2021). Racial and ethnic differences in presentation and outcomes for patients hospitalized with COVID-19: Findings from the American heart association's COVID-19 cardiovascular disease registry. *Circulation*, 143(24), 2332–2342. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.120.052278
- Sallam, M. (2021). COVID-19 vaccine hesitancy worldwide: A concise systematic review of vaccine acceptance rates. *Vaccines*, 9(2), 160. doi:10.3390/vaccines9020160
- Schoch-Spana, M., Brunson, E. K., Long, R., Ruth, A., Ravi, S. J., Trotochaud, M., et al. (2021). The public's role in COVID-19 vaccination: Human-centered recommendations to enhance pandemic vaccine awareness, access, and acceptance in the United States. *Vaccine*, 39(40), 6004–6012. doi:10.1016/j.vaccine.2020.10.059
- Seale, H., Heywood, A. E., Leask, J., Sheel, M., Durrheim, D. N., Bolsewicz, K., et al. (2021). Examining Australian public perceptions and behaviors towards a future COVID-19 vaccine. *BMC Infectious Diseases*, 21(1), 1–9. doi:10.1186/s12879-021-05833-1

- Shaw, A. C., Joshi, S., Greenwood, H., Panda, A., & Lord, J. M. (2010). Aging of the innate immune system. *Current Opinion in Immunology*, 22(4), 507–513. doi:10.1016/j.coi.2010.05.003
- Shin, Y. H., Shin, J. I., Moon, S. Y., Jin, H. Y., Kim, S. Y., Yang, J. M., et al. (2021). Autoimmune inflammatory rheumatic diseases and COVID-19 outcomes in South Korea: A nationwide cohort study. *The Lancet Rheumatology*, 3(10), e698–e706. doi:10.1016/S2665-9913(21)00151-X
- Smati, S., Tramunt, B., Wargny, M., Caussy, C., Gaborit, B., Vazier, C., et al. (2021). Relationship between obesity and severe COVID 19 outcomes in patients with type 2 diabetes: Results from the CORONADO study. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 23(2), 391–403. doi:10.1111/dom.14228
- Soares, P., Rocha, J. V., Moniz, M., Gama, A., Laires, P. A., Pedro, A. R., et al. (2021). Factors associated with COVID-19 vaccine hesitancy. *Vaccines*, 9(3), 300. doi:10.3390/vaccines9030300
- Song, P., Li, W., Xie, J., Hou, Y., & You, C. (2020). Cytokine storm induced by SARS-CoV-2. *Clinica Chimica Acta*, 509, 280–287. doi:10.1016/j.cca.2020.06.017
- Tavakol, Z., Ghannadi, S., Tabesh, M. R., Halabchi, F., Noormohammadpour, P., Akbarpour, S., et al. (2021). Relationship between physical activity, healthy lifestyle and COVID-19 disease severity: A cross-sectional study. *Journal of Public Health*, 1–9. doi:10.1007/s10389-020-01468-9
- Terpos, E., Ntanasis Stathopoulos, I., Elalamy, I., Kastritis, E., Sergentanis, T. N., Politou, M., et al. (2020). Hematological findings and complications of COVID 19. *American Journal of Hematology*, 95(7), 834–847. doi:10.1002/ajh.25829
- Tian, W., Jiang, W., Yao, J., Nicholson, C. J., Li, R. H., Sigurslid, H. H., et al. (2020). Predictors of mortality in hospitalized COVID 19 patients: A systematic review and meta analysis. *Journal of Medical Virology*, 92(10), 1875–1883. doi:10.1002/jmv.26050

- Tobin, M. J. (2020). Basing respiratory management of COVID-19 on physiological principles. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 201(11), 1319-1320. doi:10.1164/rccm.202004-1076ED
- Vahratian, A., Blumberg, S. J., Terlizzi, E. P., & Schiller, J. S. (2021). Symptoms of anxiety or depressive disorder and use of mental health care among adults during the COVID-19 pandemic—United States, August 2020 - February 2021. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 70(13), 490. doi:10.15585/mmwr.mm7013e2
- Wan, S., Xiang, Y. I., Fang, W., Zheng, Y., Li, B., Hu, Y., et al. (2020). Clinical features and treatment of COVID 19 patients in northeast Chongqing. *Journal of Medical Virology*, 92(7), 797-806. doi:10.1002/jmv.25783
- Wang, D., Hu, B., Hu, C., Zhu, F., Liu, X., Zhang, J., et al. (2020). Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus - infected pneumonia in Wuhan, China. *The Journal of the American Medical Association*, 323(11), 1061-1069. doi:10.1001/jama.2020.1585
- Wang, L., Li, X., Chen, H., Yan, S., Li, D., Li, Y., et al. (2020). Coronavirus disease 19 infection does not result in acute kidney injury: An analysis of 116 hospitalized patients from Wuhan, China. *American Journal of Nephrology*, 51(5), 343-348. doi:10.1159/000507471
- Weerahandi, H., Hochman, K. A., Simon, E., Blaum, C., Chodosh, J., Duan, E., et al. (2021). Post-discharge health status and symptoms in patients with severe COVID-19. *Journal of General Internal Medicine*, 36(3), 738-745. doi:10.1007/s11606-020-06338-4
- White, E. M., Wetle, T. F., Reddy, A., & Baier, R. R. (2021). Front-line nursing home staff experiences during the COVID-19 pandemic. *Journal of the American Medical Directors Association*, 22(1),

- 199-203. doi:10.1016/j.jamda.2020.11.022
- Windisch, W., Weber-Carstens, S., Kluge, S., Rossaint, R., Welte, T., & Karagiannidis, C. (2020). Invasive and non-invasive ventilation in patients with COVID-19. *Deutsches Ärzteblatt International*, 117(31-32), 528. doi:10.3238/arztebl.2020.0528
- World Health Organization. (2022, 2022 May 1). WHO coronavirus disease (COVID-19) dashboard. Retrieved from <https://covid19.who.int/>
- World Health Organization. (2019, 2022 May 1). Vaccination: European commission and World Health Organization join forces to promote the benefits of vaccines. Retrieved from <https://www.who.int/news/item/12-09-2019-vaccination-european-commission-and-world-health-organization-join-forces-to-promote-the-benefits-of-vaccines>
- Wolff, D., Nee, S., Hickey, N. S., & Marschollek, M. (2021). Risk factors for Covid-19 severity and fatality: A structured literature review. *Infection*, 49(1), 15-28. doi:10.1007/s15010-020-01509-1
- Xing, W., & Ghorbani, A. (2004). Weighted pagerank algorithm. In Proceedings. *Second Annual Conference on Communication Networks and Services Research*, 305-314. doi:10.1109/DNSR.2004.1344743
- Xu, R., Rahmandad, H., Gupta, M., DiGennaro, C., Ghaffarzagdegan, N., Amini, H., & Jalali, M. S. (2021). Weather, air pollution, and SARS-CoV-2 transmission: A global analysis. *The Lancet Planetary Health*, 5(10), e671-e680. doi:10.1016/S2542-5196(21)00202-3
- Yan, Y., Yang, Y., Wang, F., Ren, H., Zhang, S., Shi, X., et al. (2020). Clinical characteristics and outcomes of patients with severe covid-19 with diabetes. *British Medical Journal Open Diabetes Research and Care*, 8(1), e001343. doi:10.1136/bmjdr-2020-001343
- Yang, X., Yang, Q., Wang, Y., Wu, Y., Xu, J., Yu, Y., et al.. (2020).

- Thrombocytopenia and its association with mortality in patients with COVID 19. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 18(6), 1469–1472. doi:10.1111/jth.14848
- Zafarani, R., Abbasi, M. A., & Liu, H. (2014). *Social media mining: An introduction*, Cambridge: Cambridge University Press
- Zhang, H., Dai, H., & Xie, X. (2020). Solid organ transplantation during the COVID-19 pandemic. *Frontiers in Immunology*, 11, 1392. doi:10.3389/fimmu.2020.01392
- Zhang, J. J., Cao, Y. Y., Tan, G., Dong, X., Wang, B. C., Lin, J., et al. (2021). Clinical, radiological, and laboratory characteristics and risk factors for severity and mortality of 289 hospitalized COVID 19 patients. *Allergy*, 76(2), 533–550. doi:10.1111/all.14496
- Zhang, L., Zhao, W., Sun, B., Huang, Y., & Glänzel, W. (2020). How scientific research reacts to international public health emergencies: A global analysis of response patterns. *Scientometrics*, 124(1), 747–773. doi:10.1007/s11192-020-03531-4
- Zheng, Z., Peng, F., Xu, B., Zhao, J., Liu, H., Peng, J., et al. (2020). Risk factors of critical & mortal COVID-19 cases: A systematic literature review and meta-analysis. *Journal of Infection*, 81(2), e16–e25. doi:10.1016/j.jinf.2020.04.021
- Zhong, R., Chen, L., Zhang, Q., Li, B., Qiu, Y., Wang, W., et al. (2021). Which factors, smoking, drinking alcohol, betel quid chewing, or underlying diseases, are more likely to influence the severity of COVID-19?. *Frontiers in Physiology*, 11, 1836. doi:10.3389/fphys.2020.623498
- Zhou, C. M., Qin, X. R., Yan, L. N., Jiang, Y., Ke, H. N., & Yu, X. J. (2022). Global trends in COVID-19. *Infectious Medicine*, 1(1), 31–39. doi:10.1016/j.imj.2021.08.001

부 록

Appendix 1. Results of literature search

Database	Query detailed	#of Literature
PubMed	((covid-19 OR SARS-CoV-2 OR 2019-nCoV OR 2019–Novel Coronavirus OR COVID OR covid-2019 OR coronavirus-disease-2019 OR severe-acute-respiratory-syndrome-coronavirus-2 [Title/Abstract]) AND (risk[Title/Abstract] OR risk factor[Title/Abstract] OR predict[Title/Abstract]) AND (severe[Title/Abstract] OR critical[Title/Abstract] OR ICU care[Title/Abstract] OR mechanical ventilation[Title/Abstract] OR intensive care unit[Title/Abstract] OR severity[Title/Abstract] OR respiratory failure[Title/Abstract] OR fatal[Title/Abstract]))	17,674
CINAHL	(covid-19 OR SARS-CoV-2 OR 2019-nCoV OR 2019–Novel Coronavirus OR COVID OR covid-2019 OR coronavirus disease-2019 OR severe-acute-respiratory-syndrome-coronavirus-2) AND (risk OR risk factor OR predict) AND (severe OR critical OR ICU care OR mechanical ventilation OR intensive care unit OR severity OR respiratory failure OR fatal)	4,367
EMBASE	'coronavirus disease 2019':ab,ti AND ('risk factor':ab,ti OR risk:ab,ti) AND ('disease severity':ab,ti OR 'intensive care':ab,ti OR 'intensive care unit':ab,ti OR 'artificial ventilation':ab,ti OR 'respiratory failure':ab,ti OR fatality:ab,ti)	1,886
WoS	(covid-19 OR SARS-CoV-2 OR 2019-nCoV OR 2019–Novel Coronavirus OR COVID OR covid-2019 OR coronavirus disease-2019 OR severe-acute-respiratory-syndrome-coronavirus-2) AND (risk OR risk factor OR predict) AND (severe OR critical OR ICU care OR mechanical ventilation OR intensive care unit OR severity OR respiratory failure OR fatal)	18,973

Appendix 2. Keywords list with the highest appearance frequency

Rank	Keyword	Frequency	Pagerank centrality	Rank	Keyword	Frequency	Pagerank centrality
1	Age	3224	0.001136	26	Multiorgan failure	234	0.000272
2	Treatment	2934	0.000911	27	Asymptomatic	229	0.000576
3	Diabetes	1504	0.001191	28	Vitamin D	214	0.000961
4	Hypertension	1230	0.001232	29	Virus transmission	189	0.000343
5	Obesity	1045	0.000732	30	Anticoagulation	180	0.000866
6	Healthcare workers	960	0.00062	31	Mild cases	165	0.000211
7	Sex	941	0.000576	32	America	160	0.000569
8	Mean age	767	0.000665	33	COVID-19 treatment	152	0.000281
9	C-reactive protein	596	0.000865	34	Convalescent plasma	148	0.001066
10	Mental health	543	0.000887	35	IgM	142	0.001007
11	Social distancing	449	0.000203	36	Platelet	142	0.000565
12	Cardiovascular disease	428	0.000686	37	Nasopharyngeal swab	140	0.000631
13	IgG	428	0.00143	38	Cardiovascular system	134	0.000943
14	IL-6	415	0.000961	39	Immunosuppressant	133	0.000421
15	Cytokine storm	398	0.000573	40	Coronary heart disease	132	0.000446
16	COVID-19 vaccine	360	0.001217	41	Hyperglycemia	128	0.001327
17	Invasive mechanical ventilation	355	0.000295	42	Reverse transcription PCR	126	0.000377
18	Dyspnea	322	0.000465	43	Rheumatic disease	126	0.000924
19	COVID-19 transmission	319	0.000403	44	Non-invasive ventilation	124	0.001531
20	COVID-19 vaccination	319	0.000911	45	Glucocorticoid	116	0.00092
21	Lactate dehydrogenase	285	0.001003	46	Endotracheal intubation	115	0.000567
22	Acute kidney injury	273	0.000776	47	Chloroquine	113	0.00066
23	Tocilizumab	258	0.000549	48	Cancer care	108	0.000854
24	Remdesivir	257	0.001012	49	Vitamin D deficiency	108	0.000574
25	Heart failure	235	0.000947	50	Aerosol-generating procedures	107	0.001079

(표 계속)

Appendix 2. Keywords list with the highest appearance frequency (계속)

Rank	Keyword	Frequency	Pagerank centrality	Rank	Keyword	Frequency	Pagerank centrality
51	CT scan	107	0.000351	76	chest CT	84	0.001138
52	preterm birth	107	0.001283	77	dentist	84	0.001023
53	physical activity	104	0.000525	78	healthy controls	84	0.000648
54	Australian	103	0.000668	79	myocardial infarction	84	0.000427
55	prone positioning	102	0.001243	80	laboratory markers	83	0.000251
56	chronic lung disease	100	0.000206	81	patient health questionnaire-9	82	0.002146
57	secondary infection	100	0.000857	82	post-traumatic stress disorder	82	0.000686
58	RT-PCR testing	99	0.00031	83	radiotherapy	82	0.000903
59	females	98	0.000337	84	antibody response	81	0.001636
60	healthy individuals	97	0.000384	85	coagulopathy	81	0.001146
61	sociodemographic factors	97	0.000348	86	European society	81	0.001098
62	hemoglobin	96	0.000811	87	renal failure	81	0.000399
63	hemodialysis	95	0.000422	88	viral pneumonia	81	0.00028
64	white blood cell count	95	0.001327	89	mechanically ventilated patients	80	0.000509
65	neutrophil count	93	0.001072	90	pregnant patients	80	0.000871
66	multisystem inflammatory syndrome	92	0.000643	91	antiviral therapy	79	0.000343
67	socioeconomic status	92	0.000641	92	inflammatory bowel diseases	79	0.000647
68	symptomatic COVID-19	92	0.000565	93	HIV infection	78	0.000598
69	corticosteroids	90	0.000509	94	cesarean section	77	0.001697
70	Switzerland	88	0.000393	95	innate immunity	77	0.000648
71	surgeon	86	0.001447	96	propensity score	77	0.000636
72	beneficial effect	85	0.000455	97	virus infection	77	0.000639
73	elective surgery	85	0.00102	98	endothelial cells	76	0.000272
74	receiver operating characteristic curve	85	0.000768	99	most common symptom	76	0.000351
75	autoimmune disease	84	0.000616	100	vasopressor	76	0.000295

(표 계속)

Appendix 2. Keywords list with the highest appearance frequency (계속)

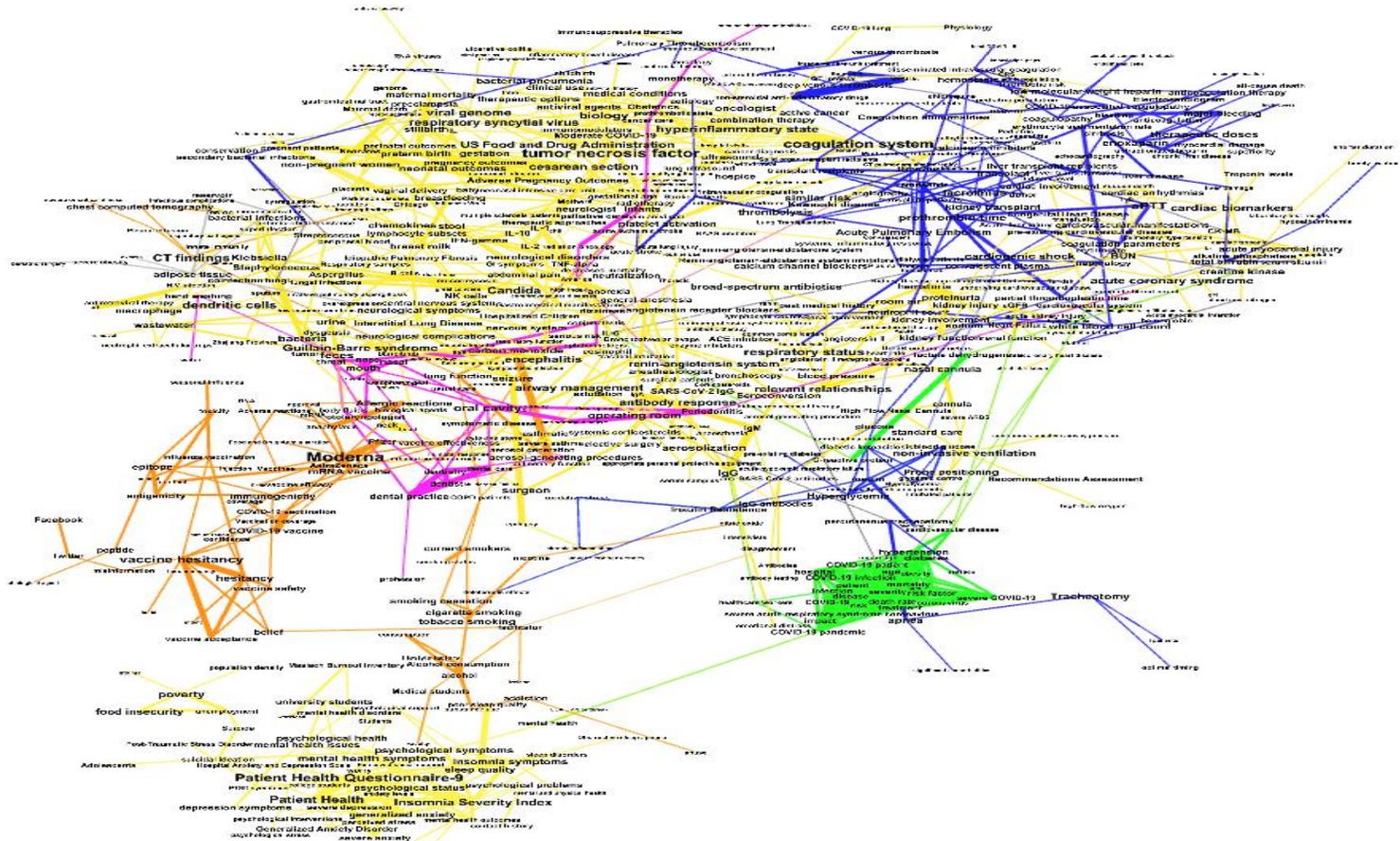
Rank	Keyword	Frequency	Pagerank centrality	Rank	Keyword	Frequency	Pagerank centrality
101	white	76	0.001528	126	demographic information	65	0.000384
102	renin-angiotensin system	75	0.00149	127	Denmark	65	0.000808
103	standard care	74	0.001171	128	herd immunity	65	0.000386
104	lung disease	73	0.000365	129	immunomodulators	65	0.000949
105	SARS-CoV-2 spike protein	73	0.00097	130	neutrophil-to-lymphocyte ratio	65	0.000509
106	ventilatory support	73	0.00032	131	alcohol consumption	64	0.001007
107	chest radiography	72	0.000638	132	chronic liver disease	64	0.000581
108	SARS-CoV-2 pneumonia	72	0.000259	133	non-pharmaceutical interventions	64	0.000854
109	airway	69	0.000514	134	smoking status	64	0.000591
110	D-dimer level	69	0.000725	135	anti-SARS-CoV-2 antibodies	63	0.000759
111	thromboembolic complications	69	0.000557	136	atrial fibrillation	63	0.00037
112	ACE2 receptor	68	0.000268	137	belief	63	0.001276
113	genome	68	0.00076	138	California	63	0.000343
114	long-term care facilities	68	0.000932	139	contact tracing	63	0.000564
115	mRNA vaccine	68	0.001323	140	occupation	63	0.001077
116	worry	68	0.000817	141	oxygen support	63	0.000319
117	hematological malignancies	67	0.001023	142	self-isolation	63	0.000349
118	influenza vaccination	67	0.000821	143	transmissibility	63	0.000271
119	patient health	67	0.001849	144	central nervous system	62	0.001034
120	ACE-2	66	0.001213	145	methylprednisolone	62	0.000563
121	Bangladesh	66	0.00029	146	oxidative stress	62	0.000713
122	blood pressure	66	0.001118	147	perceived stress	62	0.000861
123	confidence	66	0.000745	148	psychological symptoms	62	0.001323
124	abdominal pain	65	0.000988	149	relapse	62	0.000413
125	anticoagulation therapy	65	0.001079	150	seroconversion	62	0.00123

(표 계속)

Appendix 2. Keywords list with the highest appearance frequency (계속)

Rank	Keyword	Frequency	Pagerank centrality	Rank	Keyword	Frequency	Pagerank centrality
151	critical disease	61	0.000496	176	Hispanics	59	0.001094
152	dysregulation	61	0.00051	177	IL-1	59	0.001205
153	IgA	61	0.000667	178	investigator	59	0.000704
154	insomnia severity index	61	0.001768	179	machine learning model	59	0.000408
155	insulin	61	0.001046	180	perceived risk	59	0.000321
156	mental health outcomes	61	0.000682	181	sequential organ Failure assessment	59	0.001008
157	metabolism	61	0.000494	182	supplementation	59	0.001031
158	mobility	61	0.001083	183	acute coronary syndrome	58	0.001673
159	tobacco smoking	61	0.001362	184	chest pain	58	0.000251
160	anorexia	60	0.001089	185	conflict	58	0.000566
161	fibrosis	60	0.00037	186	immune function	58	0.000664
162	home quarantine	60	0.00043	187	preventive strategies	58	0.000322
163	hypoxemic respiratory failure	60	0.000434	188	prothrombin time	58	0.001617
164	lymphocytopenia	60	0.000542	189	rituximab	58	0.001095
165	males	60	0.00028	190	TNF-alpha	58	0.00094
166	neutralizing antibodies	60	0.000465	191	travel	58	0.000554
167	nosocomial transmission	60	0.000269	192	water	58	0.000605
168	rheumatoid arthritis	60	0.001324	193	alcohol	57	0.001026
169	vaccines	60	0.000779	194	bacteria	57	0.001565
170	zinc	60	0.001032	195	black race	57	0.001431
171	aerosolization	59	0.001502	196	immune dysregulation	57	0.000511
172	bed	59	0.0005	197	kidney transplant	57	0.001297
173	Delta	59	0.00024	198	lesion	57	0.00084
174	feeling	59	0.000414	199	positive test results	57	0.000272
175	healthcare resources	59	0.000209	200	social determinants	57	0.000525

Appendix 3. Spring network map of severe COVID-19 risk factor



Appendix 5. Jaccard similarity value by month

Phase	Month	Similarity
1	2020. 02. ~ 2020. 03.	0.187
	2020. 03. ~ 2020. 04.	0.244
	2020. 04. ~ 2020. 05.	0.429
	2020. 05. ~ 2020. 06.	0.676
	2020. 06. ~ 2020. 07.	0.637
2	2020. 07. ~ 2020. 08.	0.660
	2020. 08. ~ 2020. 09.	0.650
	2020. 09. ~ 2020. 10.	0.695
	2020. 10. ~ 2020. 11.	0.662
	2020. 11. ~ 2020. 12.	0.676
	2020. 12. ~ 2021. 01.	0.603
3	2021. 01. ~ 2021. 02.	0.697
	2021. 02. ~ 2021. 03.	0.677
	2021. 03. ~ 2021. 04.	0.655
4	2021. 04. ~ 2021. 05.	0.679
	2021. 05. ~ 2021. 06.	0.695
	2021. 06. ~ 2021. 07.	0.698
	2021. 07. ~ 2021. 08.	0.690
	2021. 08. ~ 2021. 09.	0.697
	2021. 09. ~ 2021. 10.	0.687

Exploring the knowledge structure and research trends for severe COVID-19 risk factors using text network analysis

Kang, Min Ah

Department of Nursing

Graduate School

Keimyung University

(Supervised by Lee, Soo-Kyoung)

(Abstract)

This study aimed to identify core concepts and visualize the relationship between keywords to explore the knowledge structure and analyze research trends in severe COVID-19 risk factor studies using text network analysis. From January 2020 to December 2021, 22,628 journal articles retrieved from major databases such as PubMed, CINAHL, EMBASE, and Web of Science were analyzed. Data analysis was performed using Python 3.0 and Gephi 0.92 programs.

The results were as follows. Core concepts high in both frequency and centrality were ‘hypertension’, ‘diabetes’, and ‘age’, and core concepts high only in the centrality were ‘non-invasive ventilation’, ‘aerosol generating procedure’ and ‘hyperglycemia’. As a result of the text network analysis of the severe COVID-19 risk factor study, a total of

21 sub-clusters were formed, grouped by 5 central themes. Each group was named 'biomedical factors', 'occupational environmental factors', 'demographic factors', 'health behavior factors', and 'complication factors'. The result of the analysis of severe COVID-19 risk factors research topic trends are as follows: Phase 1 (February to June 2020) is about transmission route, clinical symptoms keywords, Phase 2 (July to December 2020) is about mental health aspect keywords, Phase 3 (January to March 2021) is about blood parameters, COVID-19 sequelae keywords, and Phase 4 (April to September 2021) is about vaccine-related keywords.

This study is meaningful as a new attempt to identify key keywords of studies related to severe COVID-19 risk factors by applying a text network analysis method, and to analyze network sub-factors and research trends by section according to the passage of time. Through the results of this study, the trend of domestic and foreign research is presented by establishing a body of knowledge for severe COVID-19 risk factor research. Therefore, based on the results of this study, it can

be used as a useful data to suggest the direction of future research to prevent severe morbidity in COVID-19 patients.

텍스트 네트워크 분석을 활용한 중증 COVID-19 위험요인

연구의 지식구조 탐색 및 연구동향 분석

강 민 아

계명대학교 대학원

간호학과

(지도교수 이 수 경)

(초록)

본 연구는 중증 COVID-19 위험요인 연구의 지식구조 탐색 및 연구동향 분석을 위해 텍스트 네트워크 분석 방법을 활용하여 핵심 키워드를 확인하고 키워드간 관계성을 시각화하여 거시적 측면에서 조망하고, 시간의 흐름에 따른 연구동향을 확인함으로써 중증 COVID-19 위험요인 연구의 지식구조 탐색과 향후 연구방향을 예측하고자 시행된 연구이다. 2020년 1월에서 2021년 12월까지 총 24개월간 주요 데이터베이스인 PubMed, CINAHL, EMBASE, Web of Science에서 검색된 학술지 논문 총 22,628편을 선정하여 연구를 진행하였다. 자료분석은 Python 3.0, Gephi 0.92 프로그램을 이용하여 분석하였다.

연구결과, 중증 COVID-19 위험요인 연구의 핵심 키워드 중 빈도와 중심성 분석에서 모두 높은 단어는 ‘고혈압’, ‘당뇨’, ‘나이’ 등으로 나타났고, 중심성 분석에서만 높은 키워드는 ‘비침습적 환기’, ‘에어로졸 생성 기술’, ‘고

혈당'으로 나타났다. 중증 COVID-19 위험요인 연구의 텍스트 네트워크 분석 결과 346개의 노드와 672개의 링크를 분석하였고, 총 21개의 하위 클러스터가 형성되었으며 5개의 중심 주제별로 그룹화되었다. 각 그룹은 '생물 의학요인', '직업환경요인', '인구통계학적 요인', '건강행태요인', '합병증요인'으로 명명하였다. 시기별 연구주제 동향 분석결과 총 4개의 구간으로 나누어졌다. 1구간(Phase 1)은 2020년 2월~6월로 전과경로, 임상증상, 위험요인, 2구간(Phase 2)은 2020년 7월~12월로 정신건강측면, 3구간(Phase 3)은 2021년 1월~3월로 혈액매개변수, COVID-19 후유증, 4구간(Phase 4)은 2021년 4월~9월로 백신 관련 키워드로 나타났다.

본 연구는 텍스트 네트워크 분석 방법을 적용하여 중증 COVID-19 위험요인 관련연구의 핵심 키워드를 알아보고 네트워크 하위요인 분석 및 시간의 흐름에 따른 구간별 연구동향을 분석하는 새로운 시도으로써 의의가 있다. 본 연구결과를 통해 중증 COVID-19 위험요인 연구의 지식체를 구축함으로써 국내외 연구의 경향을 제시해주고 있다. 따라서 본 연구 결과를 바탕으로 COVID-19 환자의 중증으로의 이환을 예방하기 위한 향후 이루어져야 할 연구의 방향 제시에 있어 유용한 자료로 활용할 수 있을 것이다.