

연구지원 서비스 품질 향상을 위한 계량서지학적 의학연구 동향 분석: 일개 의과대학을 대상으로

남서진 · 이승재

가톨릭대학교 성의교정 도서관

A Bibliometric Analysis of the Institutional Research Trend as Part of Improving the Research Support Services of Medical Libraries

Seojin Nam, Seung Jae Lee

Medical Library, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

In this study, as part of improving the research support services, we try to understand the research trend of an institution from various angles by analyzing the publications of its researchers. To this end, bibliographic information on publications involving researchers who are affiliated with Catholic University of Korea or Seoul St. Mary's Hospital were collected from Web of Science. After the process of data filtering, bibliometric analysis was conducted with a total of 28,001 records using VOSviewer and CiteSpace. As a result, through the co-authorship network, we found that the collaborative relationship was expanding to various countries. In the case of the keyword co-occurrence network, we verified preclinical medicine and clinical medicine as the two main clusters with cancer research and meta-analysis attracting attention and identified the main research questions (e.g., diagnosis, prognosis, prediction and prevention) related to a specific topic from individual research fields. Finally, in the document co-citation network, oncology studies showed a pattern of citing more recent literature than the neuroscience and neurology studies, and in the journal co-citation network, some clusters in the field of surgery showed a similar citation pattern to the clusters in oncology, and neuroscience and neurology. In conclusion, applying bibliometric analysis to better understand the information needs of the users will contribute to improving the direction of research support services and to enhancing the professional capabilities of the librarians. [J Korean Med Libr Assoc 2022; 49(1,2):1-17]

Keywords: Research Trends, Bibliometric Analysis, Network Analysis, VOSviewer, CiteSpace

Received October 14, 2022, Revised November 18, 2022, Accepted December 16, 2022

Corresponding author: Seung Jae Lee

Medical Library, The Catholic University of Korea, 222 Banpo-daero, Seocho-gu, Seoul 06591, Korea

Tel: 82-2-3147-8167, Fax: 82-2-532-3112, E-mail: sjlee@catholic.ac.kr

본 논문은 2022년 한국의학도서관협회 연구과제로 선정되어 2022년 10월 21일 제54회 추계학술대회에서 발표된(남서진, 이승재 발표) 내용을 바탕으로 추가, 수정하여 작성됨

Copyright © 2022 The Korean Medical Library Association. All rights reserved

서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

2020년도 한국연구재단의 통계에 따르면, 국내 대학들의 연구 활동이 지속적으로 증가하면서 총 연구비가 2015년에 54,318억원에서 2019년에는 65,772억원에 이르렀다[1]. 이 가운데 연구의 계획 단계부터 결과물 출판과 영향력 평가까지 연구 수명주기 전반에 걸쳐 이용자들의 원활한 연구 활동을 지원하는 도서관의 역할이 주목받고 있는 추세이다[2]. 이러한 연구지원 서비스를 수행하는데 있어서 계량서지학적 분석을 활용하는 것은 도서관이 제공하는 서비스의 범위를 확장하고 전문성 및 객관성을 높일 수 있다. 구체적으로 해외 도서관에서 제공하고 있는 계량서지분석 관련 서비스의 유형을 이재운 외(2020)의 선행연구[3]와 센트럴 플로리다 대학교도서관에서 제안한 연구 수명주기 모델[4]을 참고하여 살펴보았다. 이에 따르면 계량서지분석은 초기에 ① 아이디어 구상을 돕는 동향 분석부터, 계획 단계에서 ② 원활한 문헌 검토를 위한 정보자원 관리, ③ 공동연구자를 식별하는 연구협력 분석, ④ 이 모든 서비스 유형을 포함하는 연구계획서 작성 지원, 그리고 출판 단계에서 ⑤ 연구결과물을 출판할 학술지 선정과, 이후 ⑥ 연구자 또는 연구집단의 영향력 평가 및 관리를 위한 연구성과 분석에 이르기까지 연구 수명주기의 다양한 과정을 지원하는데 활용되고 있는 것으로 나타났다. 그럼에도 불구하고, 아직 초기 단계에 있는 국내 도서관들의 계량서지 서비스는 연구집단이나 연구자의 성과를 평가하는 것에 초점을 두고 있으며[3], 반대로 연구 동향을 다각적으로 분석한 계량서지학적 연구들은 기관 중심이 아닌 특정 연구 분야 또는 저널을 중심으로 이루어지고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 연구지원 서비스의 품질 향상을 위해 가톨릭대학교 성의교정 소속 연구자들의 출판물을 계량서지학적으로 다각도에서 분석하여 해당 기관의 연구 동향을 파악하고자 한다. 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 협력관계를 이루고 있는 연구자들은 누구인가?

둘째, 연구되고 있는 주제는 무엇이며 그 트렌드가 어떻게 변화하였는가?

셋째, 연구 분야의 주요 지적 기반은 무엇인가?

이를 통해 본 연구에서는 의학도서관 이용자들의 연구 활동과 관련된 정보요구를 보다 정확하게 파악하고 예측함으로써 그에 맞는 지원 방향을 제시할 수 있을 것이다. 또한 소개된 다양한 계량서지학적 분석방법을 타도서관에서도 적용하여 유용한 결론을 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

연구방법

1. 데이터 수집

본 연구의 전체적인 프로세스는 그림 1과 같이 데이터 수집, 전처리, 그리고 분석 및 시각화의 세 단계로 이루어졌다. 그중 첫째, 데이터 수집 단계에서는 Web of Science 데이터베이스에서 색인된 소속 기관명을 사용하여 기관 연구자들이 참여한 문헌을 검색하였다. 검색 쿼리는 “OG=(Catholic University Korea Hospital OR Catholic University of Korea OR Seoul St. Mary’s Hospital)”로 총 38,264개 문헌의 키워드, 연구 분야, 인용 문헌 등의 서지 정보를 수집하였다.

2. 데이터 전처리

다음으로, 데이터 전처리 단계에서는 여러 기준에 따른 필터링 작업과 데이터 형식을 분석 도구에 맞게 변환하는 작업을 진행하였다. 우선, 데이터 필터링은 1) 주요 필드인 저자, 타이틀, 저널명, 출판연도가 빈 값인 데이터를 제외(n=38,069); 2) 저자, 타이틀, 저널명, 출판연도, 권/호, 시작/마지막 페이지를 기준으로 중복 데이터를 제외(n=38,052); 3) 문서 유형이 retracted나 correction인 경우를 제외(n=37,827); 4) 저자 주소를 기준으로 가톨릭대학교나 서울성모병원 소속의 저자가 없는 문헌을 필터링하는 과정으로 이루어졌다. 그 결과, 총 28,001개의 레코드가 데이터 분석에 사용되었다.

이러한 과정 중 저자 주소 기준의 필터링은 서지 데이터의 C1과 RP 필드를 통합한 주소를 활용하였는데, 이때 한 명의 저자가 C1과 RP를 모두 가질 경우, 연구시점을 기준으로 하는 C1을 저자 주소로 하고 RP는 무시하는 것을 원칙으로 하였다. 필터링은 각 문헌에서 적어도 하나의 저자 주소가 ① (seoul OR banpo OR seocho OR gangnam OR kangnam) AND (cath OR mary)의 조건

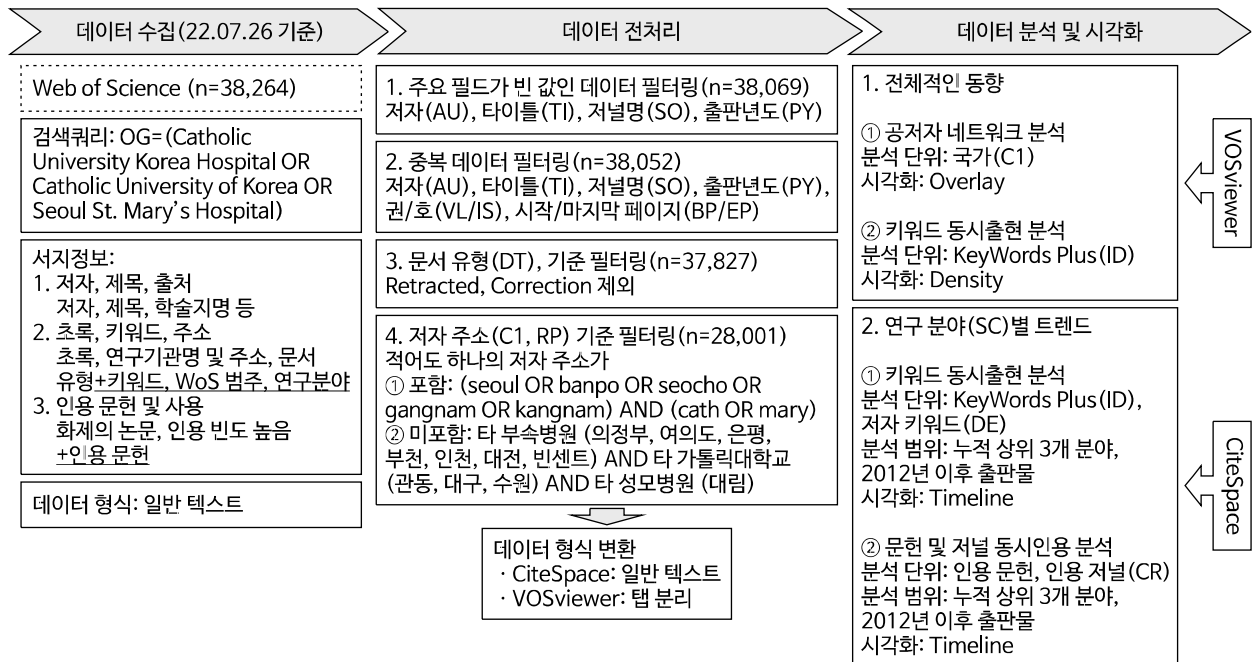


그림 1. 전체적인 연구 프로세스.

을 만족시키면서 동시에 ② 다른 부속병원(의정부, 여의도, 은평, 부천, 인천, 대전, 빈센트)이나 다른 가톨릭대학교(관동, 대구, 수원) 또는 성모병원(대림)에 해당하지 않는 경우만 남도록 하였다. 이러한 필터링 키워드는 ①의 조건을 만족시키는 저자 주소에서 기관명(주소의 첫 번째 요소)을 추출하였을 때, 빈도수가 높은 기관들 중 가톨릭대학교와 서울성모병원으로 제한된 연구 범위를 벗어난 것들로 선정하였다. 필터링이 끝난 데이터는 분석 도구에 적합한 형식으로 변환하는 과정을 거쳤다.

3. 데이터 분석 및 시각화

마지막으로, 데이터 분석 및 시각화 단계에서는 전체적인 동향을 파악하기 위해 VOSviewer v.1.6.15 (Nees Jan Van Eck & Ludo Waltman, Leiden University's Centre for Science and Technology Studies, Netherlands) [5]를 사용하여 공저자 네트워크 분석과 키워드 동시출현 분석을 진행하였다, 나아가 연구 분야별 트렌드를 파악하기 위해 CiteSpace v.6.1.R3 (Chaomei Chen, Drexel University, USA) [6]를 사용하여 키워드 동시출현 분석과 문헌 및 저널 동시인용 분석을 진행하였다.

VOSviewer는 계량서지분석용 공개 소프트웨어로 매

핑과 클러스터링을 동시에 수행하여 군집화된 2차원 네트워크 지도를 생성한다는 특징이 있다[7]. 분석 과정은 다음과 같다.

1. 데이터 불러오기: Web of Science의 탭으로 구분된 서지데이터 파일을 경로로 지정한다.
2. 분석 방법과 단위: 공저자(co-authorship) 네트워크 분석에서 국가(countries)를 노드로, 키워드 동시출현(co-occurrence) 분석에서 저자 키워드보다 전체적인 그림을 나타내기 적합한 통계 어휘로써 KeyWords Plus를 노드로 설정한다.
3. 링크 가중치 부여 방식: 공저자 네트워크 분석의 경우, 기본적인 Full counting 대신 다수의 공동저자를 가진 문헌이 전체 네트워크에 미치는 영향을 줄이기 위해 Fractional counting [8]을 선택한다.
4. 노드 선별: 노드의 최소 출현 횟수를 5~35로 설정하여 그래프를 축소한다.
5. 노드 간의 유사도 측정 방식: 디폴트 값인 연관성 정도[7,9]를 사용한다.
6. 클러스터링: 클러스터링의 세분화 수준을 결정하는 변수로써 그 값이 클수록 클러스터 수가 증가하는 해상도(resolution) [7,9]를 디폴트 값인 1.0으로 설정한다.

7. 레이아웃: 본 연구에서 적용한 레이아웃 중 Overlay 그래프는 노드의 크기가 출현 빈도에 비례하고 노드의 색이 노드가 가진 스코어, 즉 노드가 해당하는 문헌들의 평균 출판 년도의 범례에 따라 결정된다. 한편, Density 그래프에서 각 지점의 색은 해당 지점의 노드 수와 인접한 노드의 가중치에 따라 결정되는 노드 밀도를 나타낸다.

CiteSpace는 공개 소프트웨어인 Basic 버전과 유료인 Advanced 버전이 제공되고 있으며, 시간 단위에 따라 분리된 네트워크를 생성하기 때문에 시간적 패턴을 분석하여 최신 트렌드나 변화를 식별하는데 적합하다[10]. 구체적인 분석 과정과 측정 지표는 다음과 같다.

1. 데이터 불러오기: Web of Science의 일반 텍스트 서지데이터 파일을 경로로 지정한다.

2. 그래프 축소: Link Retaining Factor (LRF) [6]는 각 노드에 대해 링크 강도가 가장 강한 n개의 노드를 유지하도록 제한함으로써 링크를 삭감하는 변수로 디폴트 값인 3으로 설정한다. Look Back Years (LBY) [6]는 문헌 동시인용 분석에서 인용문헌의 범위를 인용시점 기준으로 n년 전에 출판된 문헌으로 제한하는 변수로 -1로 설정하여 인용범위에 제한이 없도록 한다.

3. 타임 슬라이싱: 분석할 시간의 범위를 2012년부터 2022년까지, 단위를 1년 단위로 설정한다.

4. 분석 방법과 단위: 동시출현 분석을 위해 KeyWords Plus와 저자 키워드를 모두 포함하는 Keyword를 노드로, 동시인용 분석을 위해 인용된 문헌(Reference) 또는 인용된 저널(Cited Journal)을 노드로 설정한다.

5. 노드 간의 유사도 측정 방식: 디폴트 값인 코사인 유사도를 사용한다.

6. 노드 선별: 디폴트 값인 g-지수에 k값을 10~25로 설정한다. 여기서 g-지수는 “g순위 이내 논문의 인용빈도 평균이 g회 이상인 가장 큰 g값”을 의미한다[11]. Citespace에서 g-지수를 이용한 노드 선별은 시간 단위마다 최상위권 노드들의 출현 또는 인용빈도 차이를 반영하고, 나아가 스케일 팩터 k를 설정하여 네트워크의 크기를 조절하는 것이 가능하다는 장점이 있다.

7. 클러스터링 관련 지표: 네트워크의 모듈성과 실루엣 지표를 확인한다. 모듈성은 네트워크가 독립된 클러스터들로 구조화될 수 있는 정도[12,13]를 나타내는 것으로 모듈성이 최대값 1에 가까워질수록 서로 다른 클러스터

간의 연결이 적은 네트워크를 의미하고, 최소 0.3일 때 어느 정도 의미 있는 클러스터 구조로 나누어졌다고 볼 수 있다[14]. 한편, 실루엣은 각 클러스터의 동질성 정도 [15]를 나타내는 것으로 실루엣 지표가 최대값 1에 가까워질수록 클러스터 멤버들이 일관됨을 의미하고, 0.7 이상일 때 클러스터링 결과가 타당하다고 볼 수 있다[16].

8. 클러스터 레이블링: 레이블링의 기준을 디폴트인 출현 또는 인용한(citing) 문헌의 타이틀로 설정하고, 방식을 LSI (latent semantic indexing; 잠재 의미 분석) [17]와 LLR (log-likelihood ratio; 로그 우도비) [18]에 의한 레이블이 모두 표시되도록 설정한다. 여기서 LSI는 클러스터 내의 문헌들 간에 잠재된 의미관계를 파악[19]하는 반면에, LLR은 각 클러스터가 가진 고유성을 반영[16]하는 경향이 있는 것으로 나타났다.

9. 노드 특성 관련 지표: 노드의 매개 중심성과 버스트를 측정한다. 매개 중심성은 노드가 서로 다른 노드들을 연결하는 최단 경로 사이에 있는 정도[20]로 해당 지표가 높은 노드는 네트워크 내의 정보 흐름에 영향을 미치는 것으로 해석된다. 한편, 버스트는 전체 기간 내에서 특정 기간 동안 어떤 이벤트의 빈도가 급증하는 현상[21]으로 여기서 이벤트는 분석 단위에 따라 출현빈도 또는 인용빈도를 의미한다. 버스트 상태로 전환하는 기준을 조정함으로써 버스트가 있는 노드의 수에 영향을 미치는 감마 값과 버스트 유지 기간을 디폴트인 1.0과 2년으로 설정한다.

10. 레이아웃: 본 연구에서 적용한 타임라인 뷰(Timeline View)는 클러스터 별로 노드를 타임라인 위에 배열한 그래프로 각 노드의 위치는 처음 출현한 또는 인용된 연도나 출판연도를 따른다. 또한 노드의 형태는 나이테(Tree Ring History)를 적용하는데 여기서 각 링의 색은 범례에 따른 연도를 나타내고 두께는 해당 연도에 출현한 또는 인용된 빈도에 비례한다. 나아가, 해당 연도에 버스트가 있는 경우 링이 붉은색으로 강조되고 노드의 매개 중심성이 0.1 이상인 경우 테두리에 보라색 링이 표시되는데 그 두께는 중심성 크기에 비례한다.

결 과

1. 데이터 요약

가톨릭대학교 및 서울성모병원 소속 연구자들이 참여한 문헌 총 28,001개를 연도별로 살펴보았을 때, 문헌 수가 1982년부터 대체적으로 증가하는 추세를 보였다(그림 2). 구체적으로 2012년에 1,488개를 기록한 이후 10년 동안 매년 대략 1,600개에서 1,900개 사이의 문헌을 연구자들이 생산하였으며, 2019년에는 최고치인 2,035

개를 기록하였다. 2022년에는 데이터를 수집한 7월까지를 기준으로 873개의 문헌이 생산되었다.

나아가 연구 분야별로 누적 문헌 수가 총 1,000개 이상인 분야들을 살펴보았을 때, 그림 3에서처럼 종양학 관련 문헌이 3,277개로 가장 많았다. 이어서 신경과학 및 신경학과 외과학 관련 문헌이 각각 2,000개를 넘었고, 일반 의학 및 내과학과 위장병학 및 간장학이 여태까지 가장 활발한 연구가 이루어진 5개 연구 분야인 것으로 나타났다.

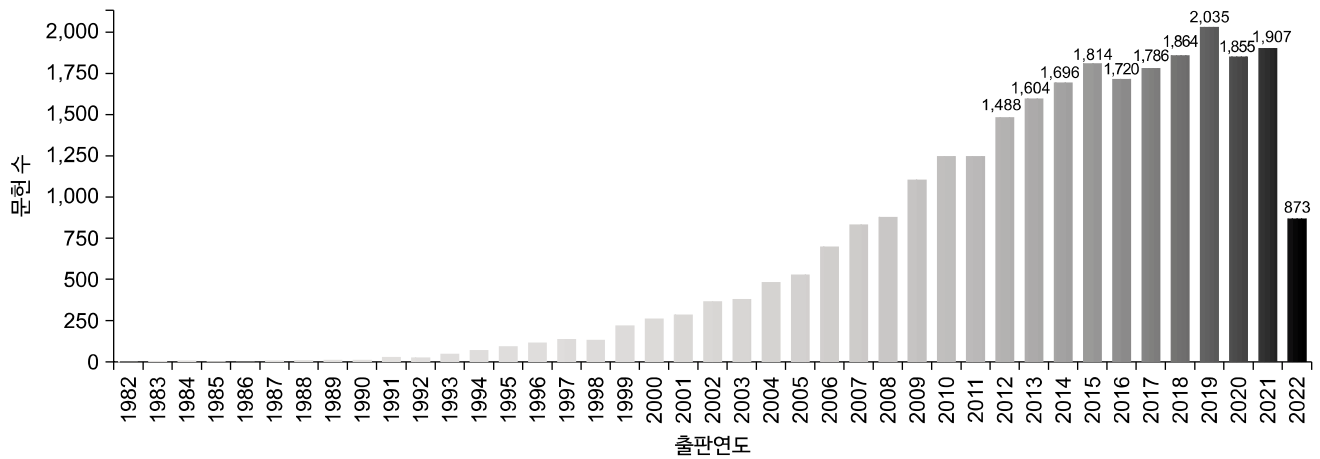


그림 2. 연도별 문헌 수.

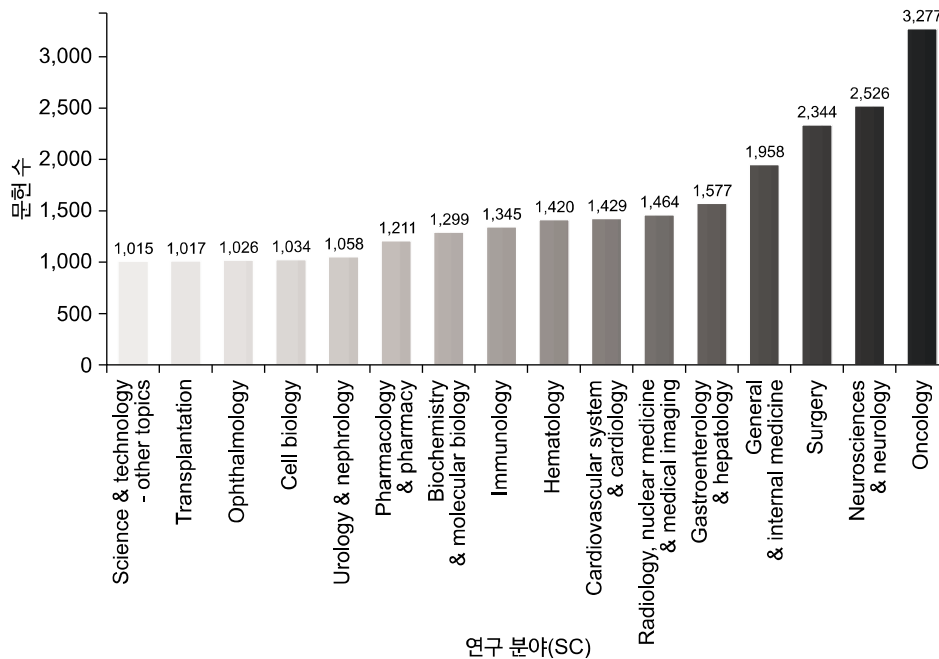


그림 3. 연구 분야별 누적 문헌 수.

이러한 누적 상위 5개 연구 분야의 2021년까지의 연도별 문헌 수를 살펴보면, 종양학과 일반 의학 및 내과학이 전체적으로 증가하는 추세인 것을 확인할 수 있다(그림 4). 특히 일반 의학 및 내과학 관련 문헌이 2016년과 2018년 이후에 급증하면서 2021년에는 종양학과 비슷한 수를 기록하였다. 반면, 외과학의 경우 2013년 이후에 감소하는 추세를 보였으며, 신경과학 및 신경학과 위장병학 및 간장학은 증감을 반복하면서 지난 10년간 전체적으로 문헌 수가 일정한 범위 내에서 유지되는 모습이 나타났다.

2. 전체적인 동향

1) 공저자 네트워크 분석

가톨릭대학교 소속 연구자들과 협력한 국가 단위의 공저자 네트워크를 평균 출판 연도의 범례에 따라 시각화한 결과(그림 5), 가장 큰 노드인 한국을 기준으로 상단에 미국이 최다 문헌(3,154개)에서 활발하게 협력한 국가로 나타났다. 한편, 오른쪽 하단에는 중국(654개)과 일본(707개)을 중심으로 협력이 이루어진 아시아 국가들이 나타났고, 왼쪽 하단에는 독일(612개)과 이탈리아(550개)를 비롯한 유럽 국가들과 오스트레일리아 등이 클러스

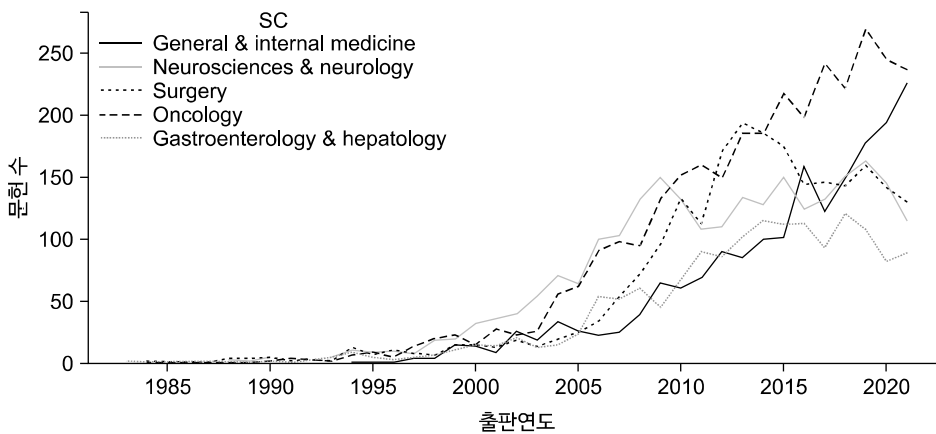


그림 4. 누적 상위 5개 연구 분야의 연도별 문헌 수(2021년까지).

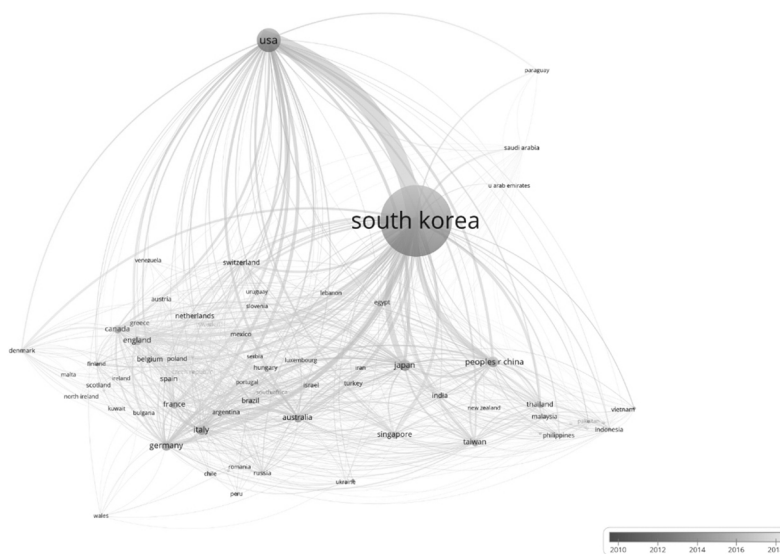


그림 5. 평균 출판 연도에 따른 국가 단위의 공저자 네트워크(nodes=72, clusters=2, links=1638).

터링 되었다. 또한 국가별로 평균 출판 연도를 살펴보면, 방글라데시(2018.5년)와 사우디 아라비아(2018.34년)부터 북아일랜드(2019.57년)와 불가리아(2019.33년)까지 다양한 국가로 협력이 확장되고 있는 것을 확인할 수 있다.

2) 키워드 동시출현 분석

문헌이 색인된 KeyWords Plus를 기반으로 하는 키워드 동시출현 네트워크를 노드 밀도에 따라 시각화한 결과(그림 6), 가톨릭대학교에서 이루어진 연구는 크게 두 그룹으로 네트워크 우측의 기초의학 및 실험에 대한 클러스터와 좌측의 임상의학에 대한 클러스터들로 나누어졌다. 우선 기초의학과 관련하여 expression을 중심으로 in-vitro, activation, growth, protein 등의 키워드가 하나의 클러스터를 이루었다. 임상의학 관련해서는 disease, diagnosis, therapy를 비롯한 주요 키워드와 함께, management를 중심으로 outcomes, surgery 등의 키워드로 이루어진 예후에 대한 클러스터, 그리고 risk와 association을 중심으로 mortality, prevalence 등으로 이루어진 예측 및 예방에 대한 클러스터가 포함되었다.

나아가, 임상의학 가운데 cancer를 중심으로 carcinoma, chemotherapy, survival 등의 키워드가 밀집되어 있는 모습을 보이며 관련 연구가 가톨릭대학교의 연구 활동에서 큰 부분을 차지하는 것으로 나타났다. 또한 주목할 만한 점은 meta-analysis가 상당히 다수의 문헌(395개)에서 키

워드로 등장하며 연구자들이 많이 사용하는 분석 방법인 것으로 나타났다.

3. 연구 분야별 트렌드

1) 종양학 분야

종양학 분야의 문헌에서 사용된 KeyWords Plus와 저자 키워드를 기반으로 키워드 동시출현 네트워크를 시각화한 결과, 그림 7과 같이 총 7개의 주요 클러스터 대부분이 2012년부터 2022년까지 꾸준히 연구되고 있는 주제들로 확인되었다. 그중 클러스터 #0는 expression, gastric cancer, hepatocellular carcinoma, cell, metastasis가 최다 출현하며 LSI 클러스터 레이블링 기법에 의하면 gastric cancer, LLR에 의하면 liver cancer로 명명되었는데, 이는 발현과 전이, 특히 위암의 간 전이에 대한 연구가 중심이 되는 클러스터인 것으로 해석된다. LSI와 LLR 모두에서 rectal cancer로 레이블링 된 클러스터 #1은 주요 키워드인 survival, cancer, carcinoma, therapy 외에 surgery, prognostic factor 등을 포함하였는데, 이를 통해 직장암의 치료 및 수술과 그 예후에 대한 연구가 이루어졌으며, 특히 recurrence와 inflammation의 경우 최근까지 버스트가 이어진 키워드로써 주목받고 있는 연구 주제로 보인다. [LSI 기반] breast cancer와 [LLR 기반] body mass index를 레이블로 가진 클러스터 #2에서는 breast cancer, lung cancer, risk가 가장 많이 출현하였고 그 외

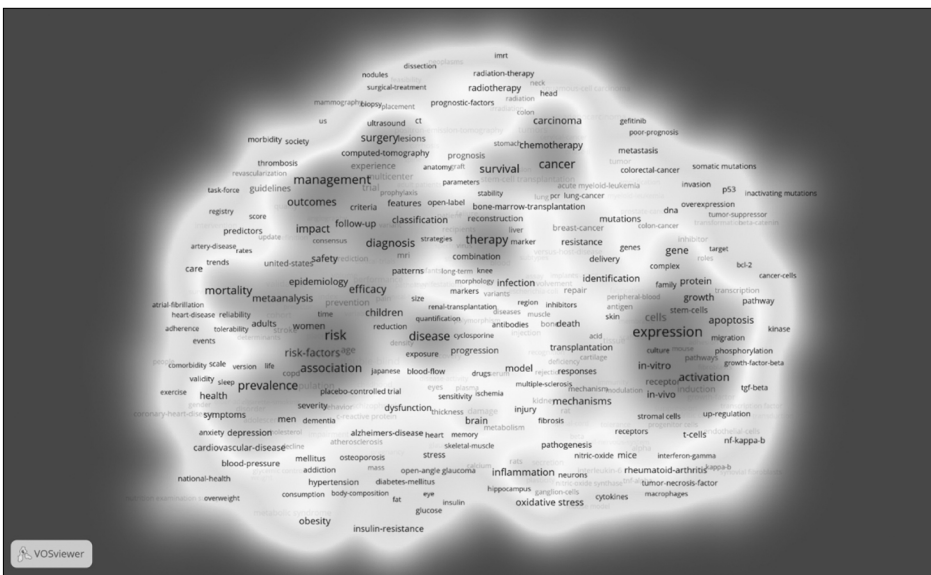


그림 6. 노드 밀도에 따른 키워드 동시출현 네트워크(nodes=532, clusters=5, links=35967).

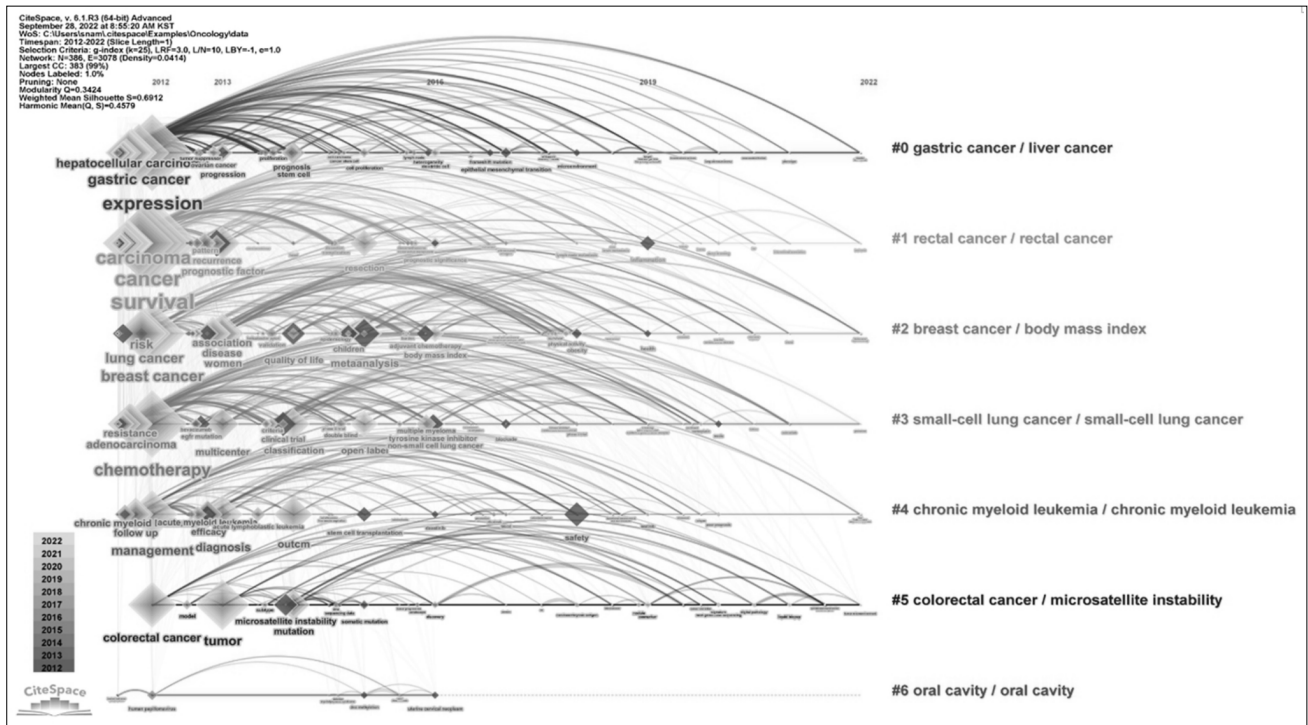


그림 7. 종양학 분야의 키워드 동시출현 네트워크(nodes=386, clusters=10, links=3078).

에 women, association, mortality, quality of life, prevalence 등의 키워드가 포함되었는데, 이는 유방암에 대한 예측 및 예방 관련 연구가 이루어졌으며 체질량지수 (BMI) 또한 그 일환인 것으로 해석된다. 특히 해당 연구 주제에서 meta-analysis는 2017년부터 2020년까지 출현 빈도가 급증한 주요 키워드로써 주목받는 분석 방법이었다. 한편, 클러스터 #3 [LSI, LLR 기반] small-cell lung cancer는 주요 키워드가 chemotherapy로 폐암의 주치료법인 화학요법에 대한 연구가 주로 이루어진 것으로 보이며, 특히 clinical trial이 2018년부터 2020년까지 버스트가 일어난 키워드로 나타났다. 클러스터 #4 [LSI, LLR] chronic myeloid leukemia의 주요 키워드는 management로 관리가 중심이 되는 백혈병의 특성이 반영되었으며, safety가 최근까지 주목받고 있는 키워드로 나타났다. 마지막으로, [LSI] colorectal cancer와 [LLR] microsatellite instability로 명명된 클러스터 #5에서는 최다 출현 키워드가 tumor, colorectal cancer, mutation으로 대장암 관련 유전자 변이에 대한 연구가 이루어졌다.

다음으로 종양학 분야의 문헌 동시인용 네트워크를 살

펴보면(그림 8), 10개의 주요 클러스터가 식별되었는데, 그중 클러스터 #0 [LSI] nationwide cohort study와 [LLR] nationwide population-based study에 속하는 연구들은 전세계적 또는 미국의 암 통계 자료를 가장 많이 인용하였다. 여기에는 2018년 기준 통계로 높은 매개 중심성(0.28)과 2020년부터 최근까지 버스트가 나타난 Bray (2018) [22], 2012년 기준 통계로 2018년부터 2020년 사이에 인용 빈도가 급증한 Torre (2015) [23], 그리고 2019년 미국 기준의 Siegel (2019) [24]가 포함되었다. 클러스터 #1 [LSI, LLR] small-cell lung cancer에서는 종양 반응 평가 기준 가이드라인인 Eisenhauer (2009) [25]가 주요 인용 문헌으로 높은 매개 중심성(0.32)과 2018년부터 2020년까지 버스트를 가졌는데, 이러한 인용 패턴은 앞선 키워드 동시출현 네트워크에서 동일한 레이블의 클러스터 #3가 폐암의 화학요법을 중심으로 이루어진 것과 일치한다. 한편, 클러스터 #4 [LSI] hepatocellular carcinoma와 [LLR] tumor suppressor의 주요 인용 문헌은 높은 매개 중심성(0.23)과 2012년부터 2015년까지 버스트를 갖는 Jemal (2011)의 2008년 기

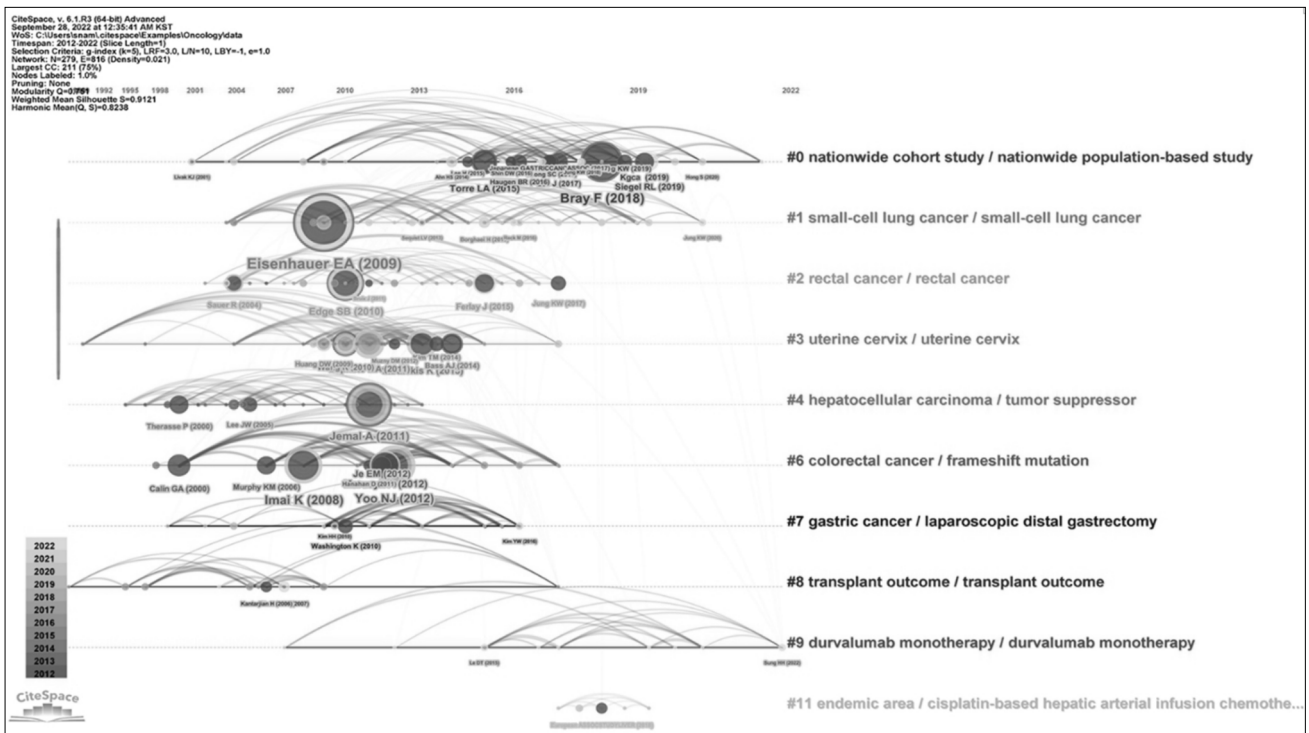


그림 8. 종양학 분야의 문헌 동시인용 네트워크(nodes=279, clusters=44, links=816).

준 전세계적인 암 통계[26]와 Therasse (2000)의 종양 반응 평가 기준 가이드라인[27]이었는데, 이후 업데이트 된 통계 자료와 가이드라인이 출판되면서 각각 클러스터 #0와 클러스터 #1으로 발전한 것으로 해석할 수 있다. 또한 클러스터 #2 [LSI, LLR] rectal cancer에 속한 문헌들은 암의 병기설정 매뉴얼에 대한 Edge (2010)의 연구 [28]를 가장 많이 인용한 것으로 나타났다. [LSI] colorectal cancer와 [LLR] frameshift mutation으로 레이블링 된 클러스터 #6의 주요 인용 문헌은 Imai (2008)의 발암과 유전자 불안정성 간 관계 연구[29], Yoo (2012)의 암 조직에서 유전자 변이 연구[30], 그리고 Marusyk (2012)의 종양세포 내 표현형 이질성 연구[31]였는데, 이는 키워드 동시출현 클러스터 #5의 연구가 대장암 관련 유전자 변이를 중심으로 이루어진 것과 일치하는 인용 패턴으로 볼 수 있다.

한편, 저널 동시인용 네트워크를 전체적으로 보았을 때 (그림 9), 몇몇 오픈 액세스 저널의 경우 *PloS ONE* (357개) 또는 *Oncotarget* (197개)과 같이 높은 인용 빈도를 갖거나 *Scientific Reports* 또는 *Medicine*과 같이 최근까

지 인용 빈도가 급증하는 모습이 나타나면서 이러한 오픈 액세스 저널의 인용이 많이 이루어지고 있다는 것을 반증하였다. 구체적으로 주요한 클러스터는 총 7개가 식별되었는데, 그중 소화기암에 해당하는 [LSI] gastric cancer와 [LLR] colorectal cancer로 레이블링 된 클러스터 #0에 속한 연구들은 *Clinical Cancer Research*, *Cancer Research*, *PloS ONE*을 가장 많이 인용하였으며, 특히 *Nature Communications*의 경우 2020년부터 인용 버스트가 이어진 저널이었다. 클러스터 #1은 [LSI] breast cancer와 [LLR] nationwide cohort study로 주요 인용 저널에는 *Journal of Clinical Oncology*, *New England Journal of Medicine*, 그리고 매년 미국의 암 통계 자료가 발표되는 *Cancer*가 포함되었다. 특히 *JAMA Oncology*는 최근까지 버스트가 나타났고 *Journal of Korean Medical Science*는 국내 저널 중 유일하게 다수의 문헌 (57개)에서 인용된 것으로 나타났다. 한편, 클러스터 #2 [LSI] early gastric cancer와 [LLR] gastric cancer의 연구들은 *Annals of Surgical Oncology*, *Annals of Surgery*, *World Journal of Gastroenterology*를 가장 많이 인용하

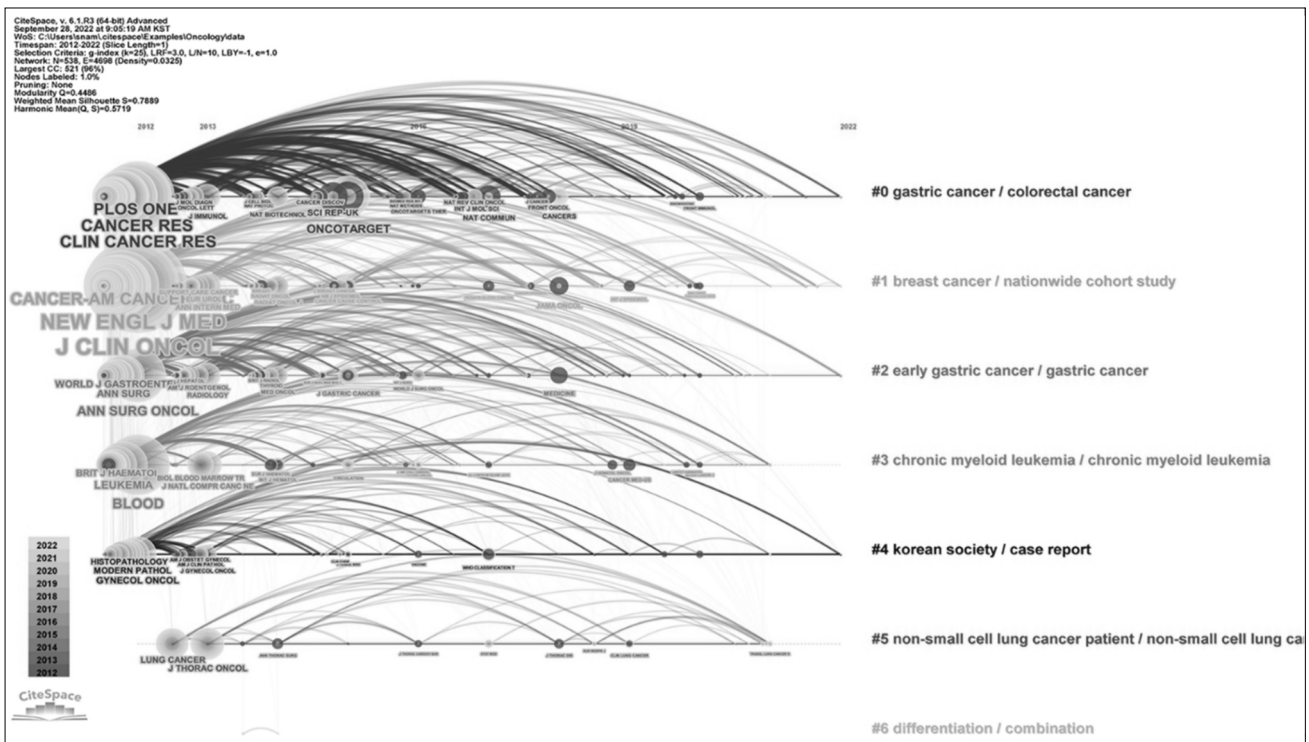


그림 9. 종양학 분야의 저널 동시인용 네트워크(nodes=538, clusters=24, links=4698).

였는데, 이는 위암의 치료법으로 수술이 주로 연구되고 있는 것으로 해석된다. 또한 클러스터 #4 [LSI] korean society 와 [LLR] case report의 주요 인용 저널은 *Gynecologic Oncology*, *Modern Pathology*, *Histopathology*로 부인 종양학과 병리학 관련 연구들이 한국의 사례보고를 위주로 이루어진 것으로 볼 수 있다.

2) 신경과학 및 신경학 분야

신경과학 및 신경학 분야의 키워드 동시출현 네트워크를 시각화한 결과, 그림 10과 같이 총 7개의 주요한 클러스터로 이루어졌다. [LSI] endovascular treatment와 [LLR] parkinsons disease로 명명된 클러스터 #0에서는 management, risk factor, surgery, outcome, follow up 이 가장 많이 출현하였는데, 이는 파킨슨병의 치료, 특히 혈관내 수술과 그 관리 및 예후에 대한 연구가 중심이 되는 클러스터인 것으로 해석된다. 한편, [LSI, LLR] cardiovascular autonomic dysfunction로 레이블링 된 클러스터 #3은 주요 키워드인 parkinsons disease, prevalence, disorder, association 외에 symptom, depression 등을 포함하였는데, 이는 파킨슨병에 대한 예측 및 예방 관련

연구가 중심이 되는 클러스터로 심혈관 자율신경장애 또한 그 일환인 것으로 해석된다. 이렇듯 뇌와 심장 간의 관계를 다룬 또다른 클러스터로 #2 [LSI, LLR] atrial fibrillation은 주요 키워드가 double blind, risk, efficacy, meta-analysis로써 특정 연구 방법들이 중심이 되었고 그 외에 bipolar disease, major depressive disorder 등을 포함함으로써 정신질환과의 연관성에 대한 연구가 이루어진 것으로 보인다. 또한 disease와 brain을 주요 키워드로 갖는 클러스터 #1 [LSI, LLR] alcohol-dependent patient을 통해 해당 질환이 뇌 과학 및 질환의 영역에서 연구되고 있음을 알 수 있다. 클러스터 #4 [LSI, LLR] cognitive performance는 주요 키워드가 alzheimers disease, diagnosis, dementia로 알츠하이머 및 치매의 진단에 대한 연구가 주로 이루어진 것으로 볼 수 있다.

다음으로, 해당 분야의 문헌 동시인용 네트워크(그림 11)에서 전체적으로 특징적인 패턴을 찾을 수 있었는데, 종양학 연구들이 주로 2000년부터 2010년 후반 사이에 출판된 비교적 최신의 문헌들을 인용한 것과 달리, 신경과학 및 신경학 연구들은 주로 1990년부터 2000년 초반

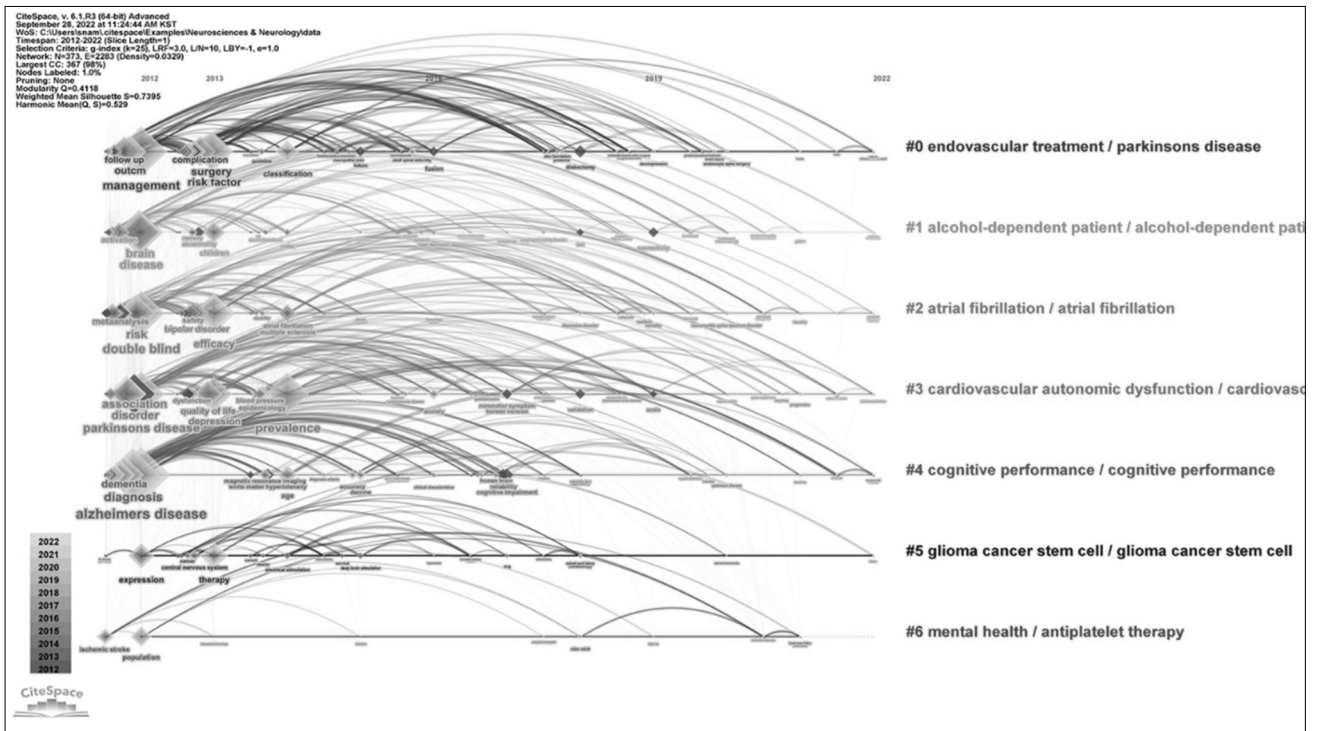


그림 10. 신경과학 및 신경학 분야의 키워드 동시출현 네트워크 (nodes=373, clusters=12, links=2283).

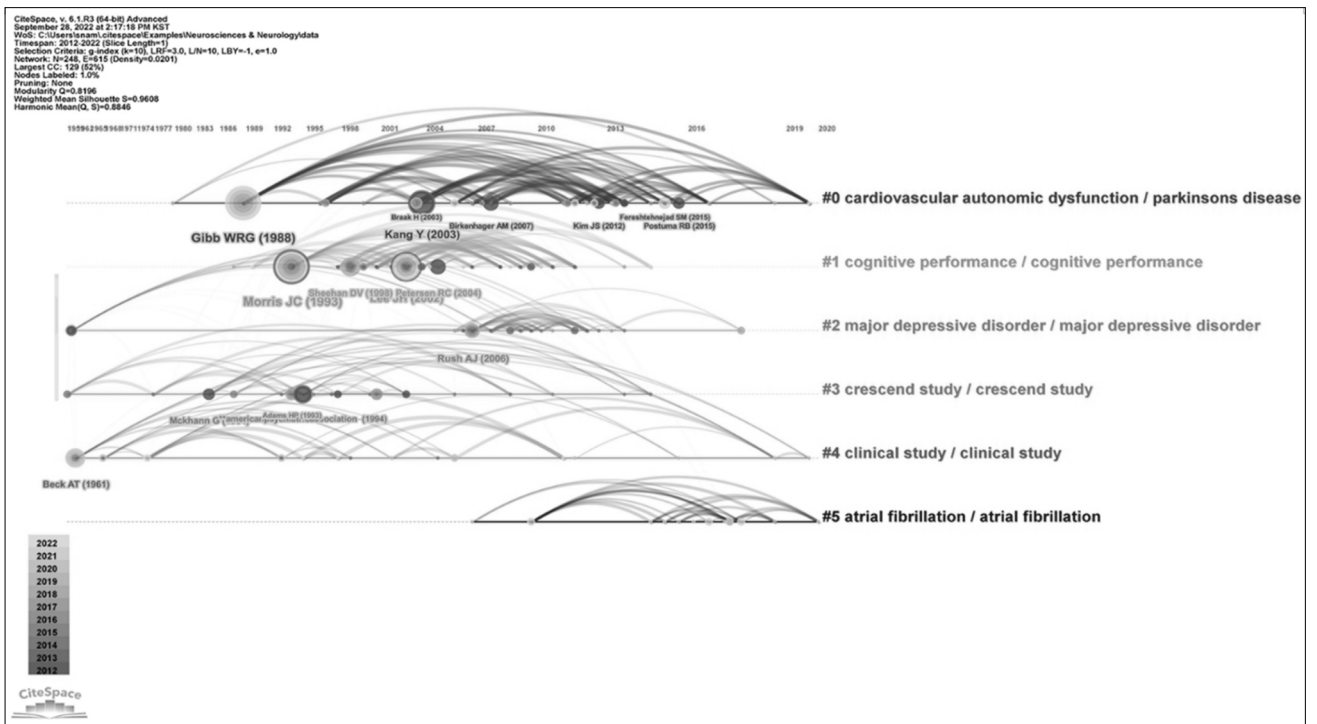


그림 11. 신경과학 및 신경학 분야의 문헌 동시인용 네트워크(nodes=248, clusters=57, links=615).

사이에 출판된 문헌들을 인용한 것으로 나타났다. 구체적으로 주요한 클러스터는 총 6개가 식별되었는데, 그중 클러스터 #0 [LSI] cardiovascular autonomic dysfunction 와 [LLR] parkinsons disease에서는 Gibb (1988)의 파킨슨병과 루이소체 간의 연관성에 대한 연구[32]와 Kang (2003)의 치매 평가 도구인 한국형 신경심리검사[33]가 최다 인용되었다. 이러한 인용 패턴은 키워드 동시출현 네트워크의 클러스터 #3에서 파킨슨병의 예측 및 예방 연구가 중심이 된 것과 일치한다고 할 수 있다. 또한 클러스터 #1 [LSI, LLR] cognitive performance의 주요 인용 문헌은 높은 매개 중심성(0.21)을 가진 Morris (1993)의 치매 평가 척도[34]와 Lee (2002)의 한국형 알츠하이머 진단 도구[35]로 이는 동일한 레이블의 키워드 동시출현 클러스터 #4의 연구가 두 질환의 진단을 중심으로 이루어진 것과 일치한다.

한편, 저널 동시인용 네트워크(그림 12)에서 식별된 8개의 주요한 클러스터 중 클러스터 #0 [LSI, LLR] visual cortex의 연구들은 *PloS ONE*, *Journal of Neuroscience*, *Proceedings of the National Academy of Sciences*를 가

장 많이 인용하였으며, 특히 오픈 액세스 저널인 *Scientific Reports*의 인용 빈도가 최근까지 급증한 것으로 나타났다. [LSI, LLR] major depressive disorder로 레이블링된 클러스터 #1의 주요 인용 저널은 *American Journal of Psychiatry*, *Archives Of General Psychiatry*, *Journal of Clinical Psychiatry*이었는데, 이는 신경과학과 정신의학의 밀접한 관계를 보여주는 패턴이라고 할 수 있다. 또한 클러스터 #2 [LSI] multiple sclerosis와 [LLR] parkinsons disease에서는 주요 인용 저널이 신경학 중심의 *Neurology*, *Journal of Neurology*, *Neurosurgery and Psychiatry*, *Lancet Neurology*로 특히 *JAMA Neurology*는 2017년부터 버스트가 이어졌고 국내 저널인 *Journal of Korean Medical Science*는 다수의 문헌(45개)에서 인용되었다. 클러스터 #3 [LSI, LLR] interbody fusion에서는 척추융합술과 관련하여 *Spine*, *Neurosurgery*, *Journal of Neurosurgery*가 주요 인용 저널이었으며, 특히 *World Neurosurgery*는 최근까지 버스트가 나타났다.

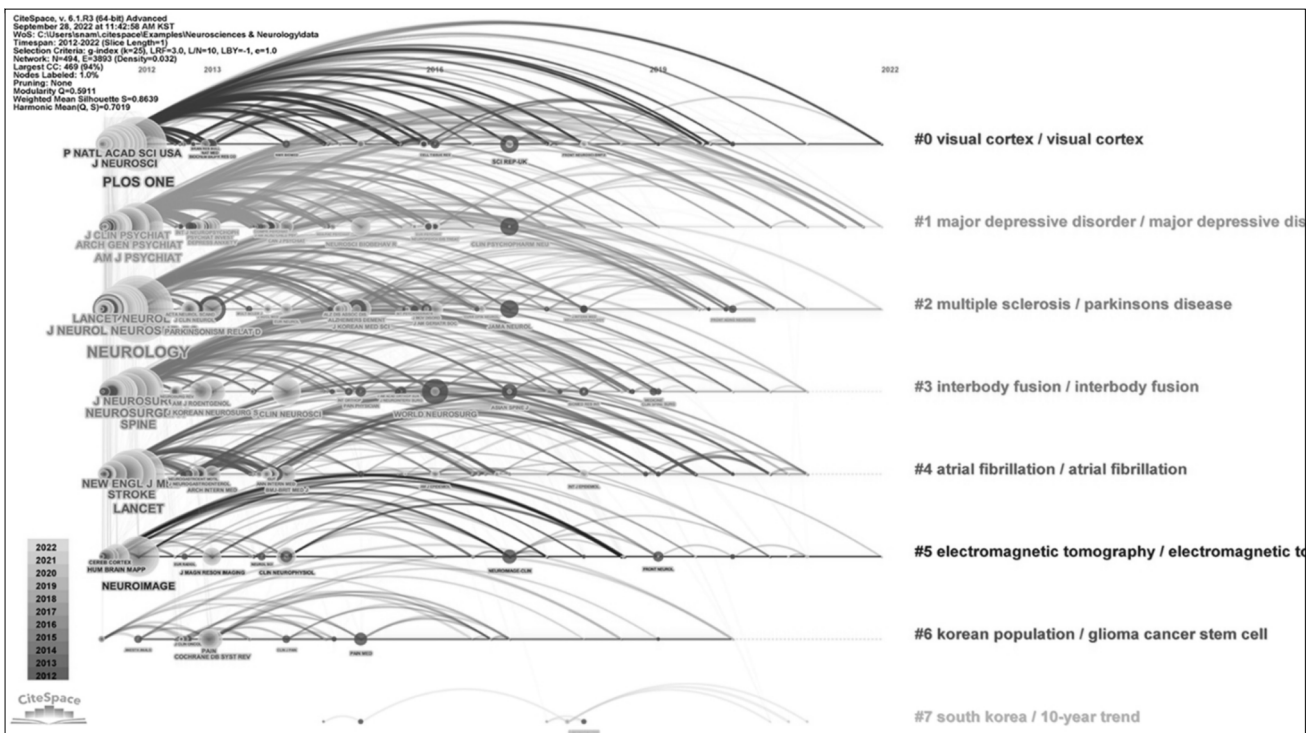


그림 12. 신경과학 및 신경학 분야의 저널 동시인용 네트워크(nodes=494, clusters=30, links=3893).

3) 외과학 분야

마지막으로, 외과학 분야의 키워드 동시출현 네트워크를 시각화한 결과, 그림 13과 같이 총 11개의 주요한 클러스터로 이루어졌다. 그중 클러스터 #0은 [LSI] living donor liver transplantation와 [LLR] kidney transplantation로 레이블링 되었는데, 이는 장기이식이 활발하게 이루어지는 가톨릭대학교의 특성이 반영된 것으로 survival, risk factor, impact, disease, mortality가 최다 출현하면서 장기이식에 대한 예측 관련 연구가 중심이 되었다고 볼 수 있다. 또한 암 관련 클러스터에는 클러스터 #2 [LSI, LLR] breast cancer, 유방암과 밀접한 클러스터 #5 [LSI] prognostic factor와 [LLR] lymphovascular invasion, 그리고 연구 방법 trial과 meta-analysis를 주요 키워드로 포함하는 클러스터 #3 [LSI, LLR] laparoscopic gastrectomy가 식별되었다. 한편, 클러스터 #1 [LSI, LLR] pectus excavatum의 주요 키워드는 experience와 complication, 클러스터 #4 [LSI, LLR] total knee arthroplasty의 주요 키워드는 outcome과 follow up으로 예후가 중심이 되었고, 클러스터 #6 [LSI, LLR]

cross-linked dextran의 주요 키워드는 management가 중심이 되었다.

문헌 동시인용 네트워크의 경우(그림 14), 식별된 주요한 클러스터 6개 중 가장 큰 클러스터#0는 [LSI] laparoscopic gastrectomy와 [LLR] propensity score로 레이블링 되었고 이에 속하는 연구가 최다 인용된 문헌은 수술 합병증의 등급 분류에 대한 Dindo (2004)의 연구[36]와 위절제술의 이환율과 사망률에 대한 Kim (2010)의 연구[37]로 나타났다.

한편, 저널 동시인용 네트워크를 살펴본 결과(그림 15), 주요한 클러스터로 총 8개가 식별되었는데 그중 암 관련 클러스터에는 클러스터 #0 [LSI, LLR] gastric cancer와 클러스터 #3 [LSI, LLR] breast cancer가 포함되었다. 각 클러스터에서 최다 인용된 저널들은 *Annals of Surgery*, *Annals of Surgical Oncology*, *Surgical Endoscopy*와 *Lancet*, *Journal of Clinical Oncology*, *JAMA*로 이는 앞선 종양학 분야의 저널 동시인용 네트워크에서 [LSI] breast cancer 관련 클러스터 #1과 [LSI, LLR] gastric cancer 관련 클러스터 #2와 유사한 패턴이

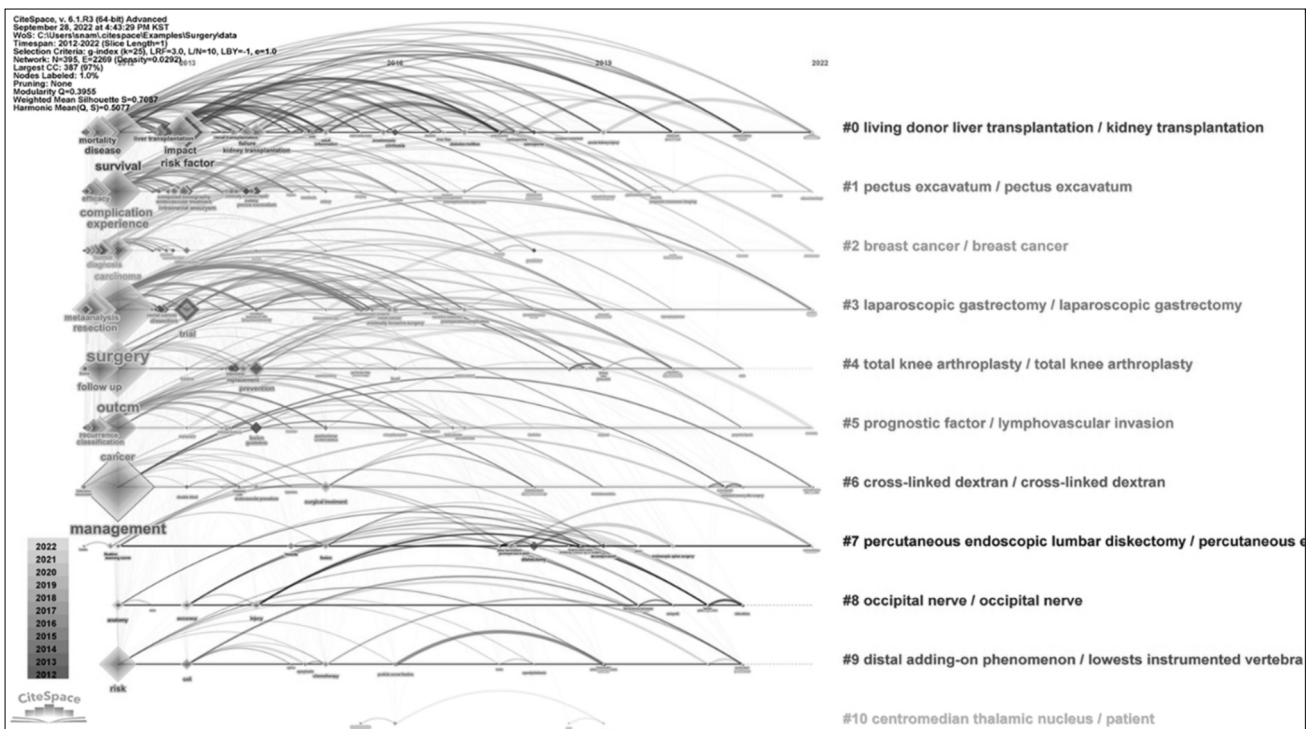


그림 13. 외과학 분야의 키워드 동시출현 네트워크(nodes=395, clusters=18, links=2269).

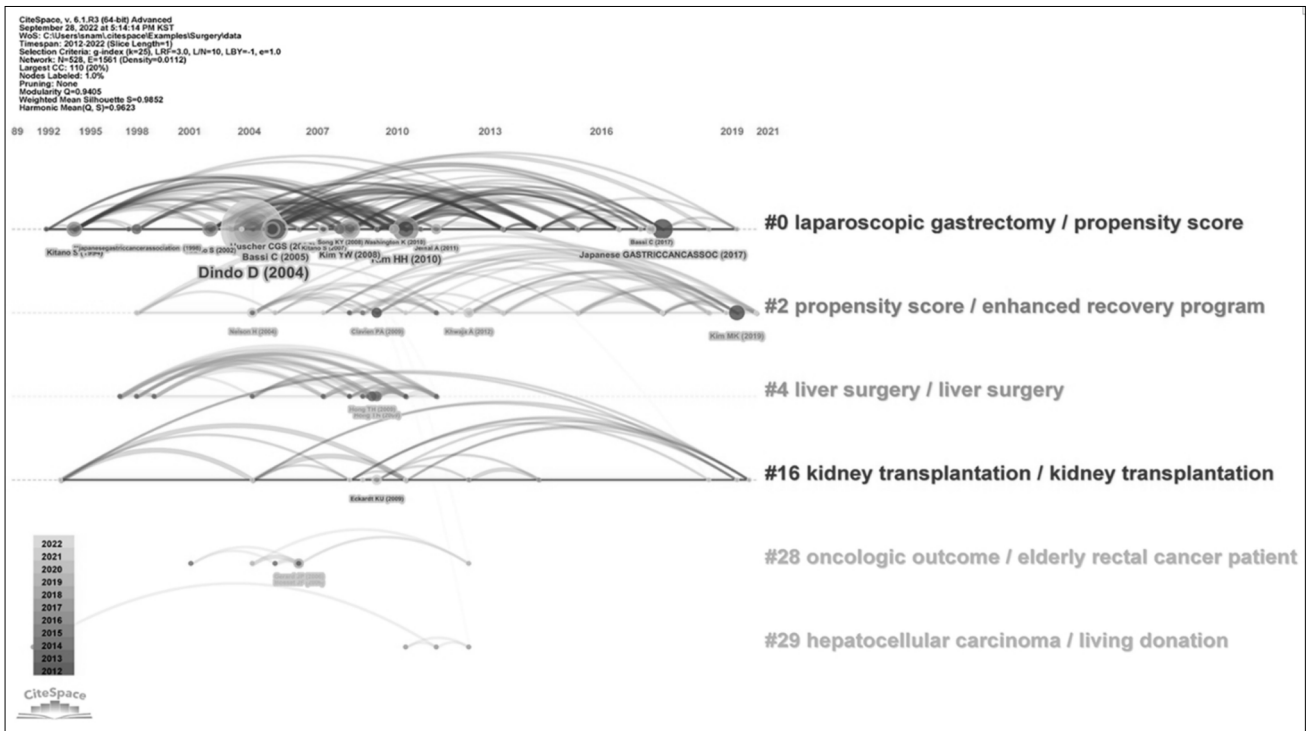


그림 14. 외과학 분야의 문헌 동시인용 네트워크(nodes=528, clusters=117, links=1561).

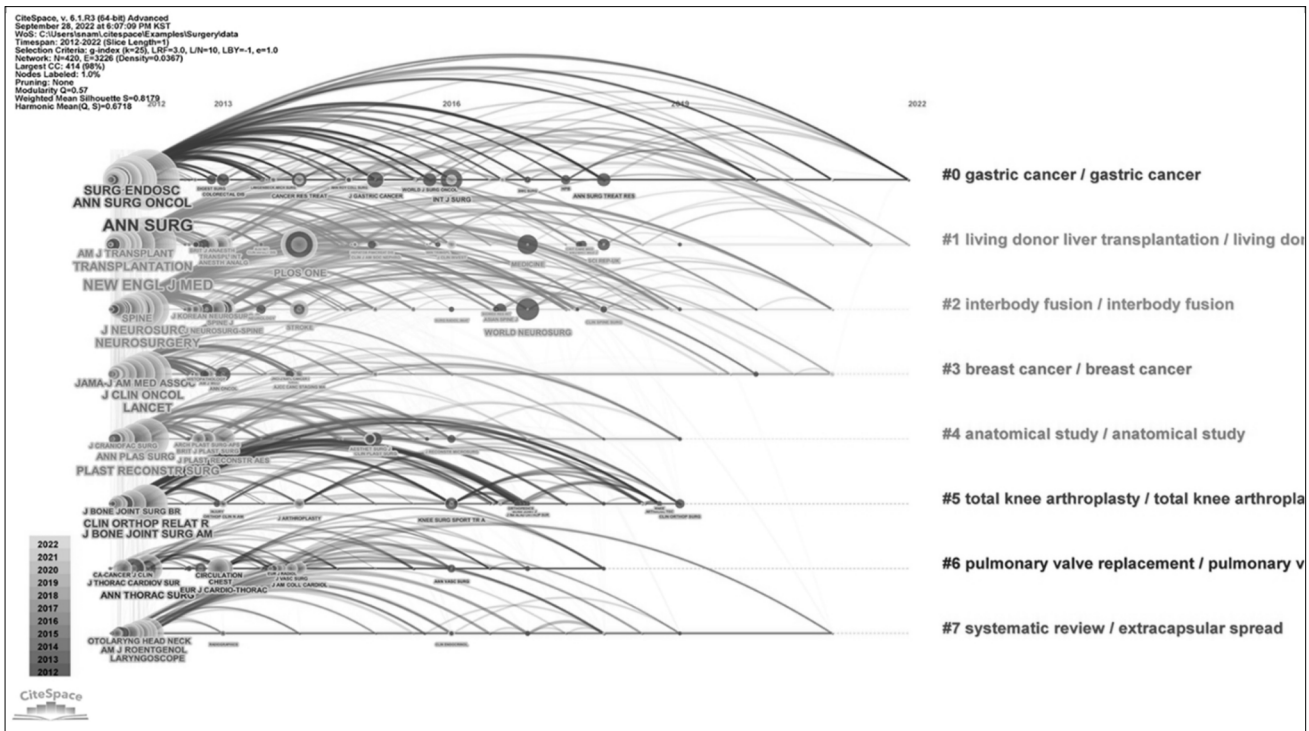


그림 15. 외과학 분야의 저널 동시인용 네트워크(nodes=420, clusters=14, links=3226).

다. 또한 클러스터 #2 [LSI, LLR] interbody fusion의 경우, *Neurosurgery, Journal of Neurosurgery, Spine*의 주요 인용 저널부터 *World Neurosurgery*의 버스트, *Journal of Korean Neurosurgical Society*의 높은 인용 빈도(41개)까지 앞서 신경과학 및 신경학 분야의 저널 동시인용 분석에서 식별된 동일 레이블의 클러스터 #3와 일치하는 패턴을 보였다. 한편, [LSI, LLR] living donor liver transplantation으로 명명된 클러스터 #1에서 주로 인용된 저널은 *New England Journal of Medicine, Transplantation, PloS ONE*으로 특히 오픈 액세스 저널인 *PloS ONE*과 *Medicine*에서 인용 버스트가 나타났다.

결론

본 연구에서는 연구지원 서비스의 품질 향상을 위해 가톨릭대학교 성의교정 연구자들의 출판물을 계량서지학적 방법을 통해 다각도로 분석함으로써 해당 기관의 연구 동향을 파악하고자 하였다. 이를 위해 가톨릭대학교 및 서울성모병원 소속 연구자들이 참여한 문헌의 서지 정보를 Web of Science에서 수집한 후, 필터링 등의 전처리 과정을 거쳐 총 28,001개의 레코드에 대한 계량서지학적 분석을 진행하였다.

그 결과, 공저자 네트워크 분석을 통해 기관 소속 연구자들과 협력관계를 이루고 있는 연구자들을 국가 단위로 살펴보았을 때, 가장 활발한 협력이 이루어진 국가는 미국이었으며, 아시아에서는 중국과 일본, 유럽에서는 독일과 이탈리아가 공동 연구의 중심이 되었다. 또한 최근에 출판된 문헌일수록 다양한 국가로 협력관계가 확장되고 있는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 기관 차원에서는 이러한 협력 확장을 적극적으로 지원할 필요가 있으며, 그 과정에서 도서관은 주요 또는 잠재적 공동 연구자를 식별하는 것이 필요하다.

다음으로 키워드 동시출현 분석을 통해 연구되고 있는 주제와 그 트렌드를 파악한 결과, 전체적인 네트워크는 기초의학과 임상의학이 모두 이루어지는 해당 기관의 특성이 반영되었고, 특히 암 관련 연구가 큰 부분을 차지하였다. 또한 주목할 만한 점으로 메타분석이 최근 몇 년 사이에 다수의 문헌에서 출현하였는데, 도서관 사서는 이러한 연구 트렌드에 맞춰 체계적 검색전략부터 정보자원

관리 및 제공까지 이를 지원하기 위한 다양한 역할을 적극적으로 수행할 필요가 있을 것이다. 나아가, 가장 활발하게 연구되고 있는 종양학, 신경과학 및 신경학, 그리고 외과학의 분야별 네트워크를 통해 특정 주제와 관련하여 중심이 되는 연구문제 즉, 진단, 수술, 예후, 예측 및 예방, 관리, 또는 중심이 되는 특정한 치료 방법, 연구 방법, 요인과의 연관성 등을 식별하였다. 이와 같은 정보를 활용함으로써 연구자나 기관은 최신 연구 트렌드뿐만 아니라 연구가 부족한 분야를 파악하는 것이 가능하고 아이디어 구상부터 정책 결정에 이르기까지 다양한 측면에서 도움을 받을 수 있을 것이다.

마지막으로, 상위 연구 분야들의 주요 지적 기반을 파악하기 위해 문헌 동시인용 분석을 실행한 결과, 다수의 클러스터들이 해당 분야의 키워드 동시출현 네트워크에서 식별된 동일한 또는 중복되는 레이블을 가진 클러스터들의 연구 동향과 일치하는 인용 패턴을 보였다. 세 분야 모두에서 가장 많이 인용된 문헌들은 통계 자료[22-24, 26]이거나, 치료 효과[25,27] 또는 질병의 등급 및 단계 [28,34,36]를 평가하는 가이드라인이나 척도, 한국형 진단 도구[33,35]에 관한 연구들이었으며, 대부분 매개 중심성이 높아 네트워크 내의 정보 흐름에 영향을 미치는 중요한 문헌인 것으로 나타났다. 한편, 연구 분야별 인용 패턴에 있어서 종양학 분야의 연구들이 비교적 최신의 문헌들을 인용한 것과 달리, 신경과학 및 신경학 분야의 연구들은 2000년 초반 이전의 연구들을 주로 인용하였다. 이러한 분야별 특징은 도서관 사서가 제한적인 예산으로 저널의 구독 범위를 결정할 때 참고할 만한 유용한 정보라고 할 수 있다. 또한 문헌 동시인용 분석 결과를 통해 연구자들에게 특정 연구 분야 또는 주제와 관련하여 주요한 참고문헌을 제공하는 것도 가능할 것이다.

나아가, 저널을 단위로 한 동시인용 분석에서는 분야와 무관하게 특정 오픈 액세스 저널들, 예를 들어 *PloS ONE, Scientific Reports, Medicine*이 높은 인용 빈도를 갖거나 최근까지 인용 빈도가 급증하는 모습이 나타나면서 오픈 액세스 저널의 인용 영향력을 반증하였다. 또한 국내 저널의 경우, *Journal of Korean Medical Science*와 *Journal of Korean Neurosurgical Society*가 유일하게 높은 인용 빈도를 기록하였다. 연구 분야별로 비교했을 때는 종양학과 신경과학 및 신경학 분야의 일부 클러스터

들이 동일한 연구 주제를 갖는 외과학 분야의 클러스터들과 주요 저널들이 중복되는 유사한 인용 패턴을 보였다. 이러한 저널 동시인용 분석 결과는 사서가 저널 구독 시에 정보자원 관리의 근거가 될 뿐만 아니라, 연구자들이 투고할 학술지를 정할 때 해당 연구 주제에서 인용 가능성이 높은 학술지를 추천하는데 활용할 수 있을 것이다.

이렇듯 의학도서관에서 계량서지학적 분석을 통해 모기관의 연구 동향을 파악하는 것은 일차적으로 연구자들에게 제공하는 계량서지 서비스의 일환이 되며, 이용자들의 연구 활동과 관련된 정보요구를 보다 정확하게 파악하고 예측함으로써 그에 맞는 지원 방향을 기관에 제시하는데 도움이 될 수 있다. 이를 통해 사서들의 영역은 확장되고 능력 및 위치가 제고되는 효과를 기대해 볼 수 있다.

하지만 본 연구는 데이터 수집 및 필터링 측면에서 한계점을 가지고 있는데, 우선 Web of Science 이외의 데이터베이스에서는 데이터 수집이 이루어지지 않았으며, 검색 쿼리에 사용된 기관명 색인이 제대로 이루어지지 않은 문헌들이 있기 때문에 기관 연구자들이 참여한 모든 문헌이 포함되지는 않았다는 것이다. 또한 저자 주소 기준 필터링에서 동명이인의 주소를 구분하기 어렵기 때문에 정확한 필터링이 보장되지 않는다. 이는 계량서지분석을 기관 차원에서 실질적이고 효율적으로 활용하기 위해서는 구성원들의 연구성과물을 체계적으로 수집 및 관리하는 리포지터리가 필요함을 시사한다. 나아가, 향후 연구에서는 연구 분야별 분석뿐 아니라 과 단위의 분석을 수행하고 impact factor, Altmetrics 등의 성과지표를 분석에 포함함으로써 더욱 다양한 관점에서 연구 동향을 파악할 필요가 있을 것이다.

이러한 한계점에도 불구하고, 본 연구는 SciVal 등의 유료 소프트웨어를 사용하지 않고 인용데이터베이스에서 검색가능한 데이터를 가지고 기관 중심의 계량서지학적 분석을 실행하였기 때문에 타도서관에서도 소개된 분석 방법 및 도구를 활용하여 유용한 결론을 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

1. National Research Foundation of Korea. 2020 University Research Activity Survey Analysis Report,. National Research Foundation of Korea; 2020. Available from: https://www.nrf.re.kr/cms/board/library/view?menu_no=419&nts_no=147533.
2. Oh S, Kwak S-J. A Study on the Research Support Services of the University Library based on the Research Life Cycle. *Korean Society for Library and Information Science* 2020;54(2):155-178.
3. Lee JY, Lee J-W, Kim S. Bibliometric services types and cases in foreign countries. *Journal of the Korean Society for Information Management* 2020;37(4):225-253.
4. University of Central Florida Libraries. Overview: Research Lifecycle. 2022. Available from: <https://library.ucf.edu/about/departments/scholarly-communication/overview-research-lifecycle/>.
5. Leiden University's Centre for Science and Technology Studies [CWTS]. VOSviewer. 2022. Available from: <https://www.vosviewer.com/>.
6. Chen C. CiteSpace. 2022. Available from: <http://cluster.cis.drexel.edu/~cchen/citespace/>.
7. Van Eck NJ, Waltman L. VOSviewer Manual. 2022. Available from: https://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.6.18.pdf.
8. Perianes-Rodriguez A, Waltman L, Van Eck NJ. Constructing bibliometric networks: A comparison between full and fractional counting. *Journal of Informetrics* 2016; 10(4):1178-1195.
9. Van Eck NJ, Waltman L. Visualizing bibliometric networks. In: Ding Y, Rousseau R, Wolfram D, editors. *Measuring scholarly impact: Methods and practice*: Springer; 2014. p. 285-320.
10. Chen C. CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature. *Journal of the American Society for information Science and Technology* 2006;57(3):359-377.
11. Lee JY. A proposal on modified g-index for evaluating research performance. *Journal of the Korean Society for Information Management* 2017;34(3):209-228.
12. Newman ME. Modularity and community structure in networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2006;103(23):8577-8582.
13. Shibata N, Kajikawa Y, Takeda Y, Matsushima K. Detecting emerging research fronts based on topological measures in citation networks of scientific publications. *Technovation* 2008;28(11):758-775.
14. Clauset A, Newman ME, Moore C. Finding community structure in very large networks. *Physical Review E* 2004; 70(6):066111.
15. Rousseeuw PJ. Silhouettes: a graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics* 1987;20:53-65.
16. Chen C, Ibekwe-SanJuan F, Hou J. The structure and dynamics of cocitation clusters: A multiple-perspective

- cocitation analysis. *Journal of the American Society for information Science and Technology* 2010;61(7):1386–1409.
17. Deerwester S, Dumais ST, Furnas GW, Landauer TK, Harshman R. Indexing by latent semantic analysis. *Journal of the American Society for Information Science* 1990;41(6):391–407.
 18. Dunning TE. Accurate methods for the statistics of surprise and coincidence. *Computational Linguistics* 1993; 19(1):61–74.
 19. Zhu Y, Kim MC, Chen C. An investigation of the intellectual structure of opinion mining research. *Information Research: An International Electronic Journal* 2017;22(1): n1.
 20. Brandes U. A faster algorithm for betweenness centrality. *Journal of Mathematical Sociology* 2001;25(2):163–177.
 21. Kleinberg J, editor *Bursty and hierarchical structure in streams. Proceedings of the Eighth ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining; 2002; Edmonton Alberta, Canada: Association for Computing Machinery.*
 22. Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, Siegel RL, Torre LA, Jemal A. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians* 2018;68(6):394–424.
 23. Torre LA, Bray F, Siegel RL, Ferlay J, Lortet-Tieulent J, Jemal A. Global cancer statistics, 2012. *CA: A Cancer Journal for Clinicians* 2015;65(2):87–108.
 24. Siegel RL, Miller KD, Jemal A. Cancer statistics, 2019. *CA: A Cancer Journal for Clinicians* 2019;69(1):7–34.
 25. Eisenhauer EA, Therasse P, Bogaerts J, Schwartz LH, Sargent D, Ford R, et al. New response evaluation criteria in solid tumours: revised RECIST guideline (version 1.1). *European Journal of Cancer* 2009;45(2):228–247.
 26. Jemal A, Bray F, Center MM, Ferlay J, Ward E, Forman D. Global cancer statistics. *CA: A Cancer Journal for Clinicians* 2011;61(2):69–90.
 27. Therasse P, Arbuck SG, Eisenhauer EA, Wanders J, Kaplan RS, Rubinstein L, et al. New guidelines to evaluate the response to treatment in solid tumors. European Organization for Research and Treatment of Cancer, National Cancer Institute of the United States, National Cancer Institute of Canada. *Journal of the National Cancer Institute* 2000;92(3):205–216.
 28. Edge SB, Compton CC. The American Joint Committee on Cancer: the 7th edition of the AJCC cancer staging manual and the future of TNM. *Annals of Surgical Oncology* 2010;17(6):1471–1474.
 29. Imai K, Yamamoto H. Carcinogenesis and microsatellite instability: the interrelationship between genetics and epigenetics. *Carcinogenesis* 2007;29(4):673–680.
 30. Yoo NJ, Kim HR, Kim YR, An CH, Lee SH. Somatic mutations of the KEAP1 gene in common solid cancers. *Histopathology* 2012;60(6):943–952.
 31. Marusyk A, Almendro V, Polyak K. Intra-tumour heterogeneity: a looking glass for cancer? *Nature Reviews Cancer* 2012;12(5):323–334.
 32. Gibb WR, Lees AJ. The relevance of the Lewy body to the pathogenesis of idiopathic Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 1988;51(6): 745–752.
 33. Kang Y, Na D. *Seoul Neuropsychological Screening Battery. Incheon, South Korea: Human Brain Research & Consulting; 2003.*
 34. Morris JC. The Clinical Dementia Rating (CDR): current version and scoring rules. *Neurology* 1993;43(11): 2412–2414.
 35. Lee JH, Lee KU, Lee DY, Kim KW, Jhoo JH, Kim JH, et al. Development of the Korean Version of the Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease Assessment Packet (CERAD-K): Clinical and Neuropsychological Assessment Batteries. *The Journals of Gerontology: Series B* 2002;57(1):P47–P53.
 36. Dindo D, Demartines N, Clavien PA. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Annals of Surgery* 2004;240(2):205–213.
 37. Kim HH, Hyung WJ, Cho GS, Kim MC, Han SU, Kim W, et al. Morbidity and mortality of laparoscopic gastrectomy versus open gastrectomy for gastric cancer: an interim report—a phase III multicenter, prospective, randomized Trial (KLASS Trial). *Annals of Surgery* 2010; 251(3):417–420.