

협업네트워크 구축과 연구자 역할 분석

-국립암센터 사례 중심으로-

Generation of Collaboration Network and Analysis of Researcher's Role in National Cancer Center

장혜란

중부대학교 간호학과

Hae-Lan Jang(hljang@joongbu.ac.kr)

요약

최근 보건의료분야에서는 협동연구를 위한 연구팀을 구성하기 위해 협업네트워크를 구축하고 연구자 역할을 파악함으로써 분야별 전문가 집단을 도출하고 있는 추세다. 본 연구는 1개 전문암센터 연구자들을 대상으로 기관 내 연구자들의 역할을 분석하고 협동연구 형태를 확인하기 위해 공저자 네트워크 분석을 수행하였다. 분석 자료는 2000년부터 2010년까지 SCI(E)에 발표한 연구논문 1,194건의 논문 저자 2,437명을 대상으로 중심성 분석을 하였다. 공저자 네트워크는 논문 수만 반영된 단순 중심성 값과 논문 수, 학술지 영향력 지수, 저자 기여도가 반영된 가중치 중심성 값을 산출하여 연구자 역할에 유의한 차이가 있는지 분석하였다. 단순 중심성 값과 가중치 중심성 값에 의한 연구자별 순위는 통계학적으로 유의하게 차이가 있었다 ($t=11.66, p=0.00$). 논문의 다양한 속성이 고려된 공저자 네트워크 분석 결과는 연구자의 역할에 대한 보다 객관적인 자료를 제공함으로써 협동연구 수행을 위한 분야별 전문가를 확인할 수 있는 자료로 활용이 가능할 것이다.

■ 중심어 : | 협업네트워크 | 저자역할 | 영향력 지수 | 중심성 분석 |

Abstract

Recently collaboration network is generated to find out experts in their field as potential collaborators in health care sector. In this paper, the co-author network of a National Cancer Center researcher was generated for identifying each researcher's role and collaborative research pattern. The co-author network of 2,437 authors was extracted from 1,194 SCI(E) publications from 2000 to 2010 and author's role was analyzed by author's centrality value. Centrality reflecting only the number of papers and centrality weighted by the paper number, impact factor, and authorship contribution was evaluated. On the comparison with simple degree centrality value and the weighted degree centrality, difference of value was statistically significant ($t=11.66, p=0.00$). Co-author network considering various variables of the paper provides more objective figure of researcher's role. This suggests that co-author network could be more effective in identifying potential collaborators.

■ keywords : | Collaboration Network | Authorship | IF | Centrality Analysis |

* 본 연구는 중부대학교 학술연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

접수일자 : 2015년 08월 31일

수정일자 : 2015년 09월 09일

심사완료일 : 2015년 09월 09일

교신저자 : 장혜란, e-mail : hljang@joongbu.ac.kr

I. 서론

전문 지식을 공유하여 새로운 치료법이나 합리적인 정책을 제시하기 위한 협동연구 수행을 위해 전문 영역별 핵심연구자를 찾아 연구팀을 구성함으로써[1][2] 빠른 연구 진행과 함께 연구의 질을 향상시키기 위한 시도가 지속되고 있다. 최근 보건 의료분야에서는 다기관 공동임상연구가 암 질환을 중심으로 빠른 속도로 발전하고 있으며[3], 연구방법과 결과를 공유하기 위해 관련 분야 전문가를 찾아 지식을 공유함으로써 협력연구를 통해 연구의 질을 향상시키고 있다. 전문가들의 공동체에서 생산되는 지식의 공유형태와 협업관계를 파악하기 위해 다양한 방법이 사용되고 있다. 논문의 인용정보를 활용한 인용네트워크는 실질적으로 연구 활동을 함께하는 협업관계를 파악하기에는 한계가 있다[4]. 따라서 영역별 전문가들의 연구활동 정도와 협업관계를 확인하기 위해 학술지를 대상으로 함께 논문을 발표한 연구자들을 대상으로 공저자 네트워크를 구축하여 연구자들의 지식 공유 형태와 협업관계를 파악하는 연구들이 진행되고 있다. 국내의 경우 개별 학술지를 대상으로 공저자 관계를 확인하거나[4][5] 동일한 영역에서 발간하는 두 가지 학술지를 대상으로 저자들의 공저자 관계를 분석함으로써[6][7] 각 학술지별로 연구자 역할과 협동연구 양상을 비교하는 연구들이 진행되어 왔다.

특히 국내 의학분야의 경우 방사선종양학분야, 병리학분야, 예방의학분야, 역학분야 등에서 각 분야별 학회 학술지에 게재된 논문을 대상으로 연구자의 역할 및 협력연구 현황을 파악하기 위해 사회네트워크 분석을 수행하였다. 이러한 연구는 단일 학술지를 대상으로 하므로 특정 학회별 양상만을 확인할 수 있다. 또한 연구자 역할을 확인하기 위해 연구자의 연구논문 수만을 반영하는 양적 분석에 국한되었을 뿐 아니라 연구자별 기여도나 연구논문의 질적 수준 등 다양한 요소를 반영하지 못하는 한계를 가진다. 따라서 보다 객관적인 결과를 도출하기 위해서는 논문 수 뿐 아니라 저자 기여도[4]와 논문이 게재된 학술지의 영향력 지수를 반영하여 분석하는 것이 필요하다[8]. 대부분의 연구는 단일 학술지를 대상으로 하였으므로 학술지의 영향력 지수가 동일

하기 때문에 논문 수만을 반영하거나[6][7], 저자 기여도를 반영하여 분석하고 있다[4]. 국내의 경우 학술지를 대상으로 사회네트워크 분석을 통해 공저자 관계를 파악한 연구는 다수 있지만 기관을 대상으로 기관에 소속된 연구자들의 역할 및 협동연구 형태를 확인한 연구는 거의 없다. 국내 의과대학에서 발표한 SCI 논문을 대상으로 공저자 네트워크 분석을 하였지만[9] 이 연구도 저자 기여도나 학술지 영향력 지수를 고려하지는 않았다[10]. 기관의 경우 다양한 학술지에 논문을 발표하므로 기관에서의 연구자 역할 및 협업관계를 파악하기 위해서는 저자가 발표한 논문 수, 저자 기여도뿐만 아니라 학술지의 영향력 지수를 반영하여야 보다 객관적인 분석을 할 수 있다. 의학분야의 경우 타 학문 분야와는 달리 독립적인 연구를 수행하여 성과를 내기엔 한계가 있어 연구자간 협동연구를 통해 전문성을 공유하여 보다 질 높은 연구를 신속하게 진행하기 위한 노력을 하고 있다. 특히 암 연구 분야의 경우 기초의학, 임상의학, 예방의학 등 다양한 분야의 연구자들이 모여 개별 암종에 대한 암 발생 기전, 암 진단, 암 치료, 암 예방 등에 대한 종합적인 연구를 수행하기 위해 공동연구가 중요한 분야이다[10][11]. 현재 국내 암 발생률은 인구 십만명 당 299명이고 국제적으로 비교하면 프랑스, 호주, 미국에 이어 네 번째로 높다[12]. 또한 국내 사망원인 중 암으로 인한 사망률이 1위를 차지하고 있다[13]. 따라서 국내 암발생률 및 암으로 인한 사망률을 낮추고 국민건강을 증진시키기 위한 목적으로 2000년 국립암센터(National Cancer Center, NCC)를 설립하고 암 연구를 위해 국가연구개발비를 지원하고 있다. 국가 암관리사업의 핵심적인 역할을 담당하고 있는 국립암센터는 객관적인 연구개발 지원 전략을 수립하기 위해 기관 내에서 연구자들의 역할과 협력연구 현황을 파악하는 것이 필요하다. 따라서 본 연구는 국립암센터에서 2000년부터 2010년까지 발표한 SCI(E) 연구논문 1,194건을 대상으로 국립암센터의 연구자의 연구자들의 역할과 협력연구 현황을 파악하기 위해 공저자 네트워크 분석을 수행하였다. 연구자 역할은 사회네트워크 분석 지표 중 연결정도 중심성 분석(degree centrality analysis)과 사이 중심성 분석(betweenness centrality analysis)을 수

행하여 각 각의 네트워크를 생성하였다. 그 결과 생성된 하위 네트워크 중 가장 커다란 네트워크로 분류된 컴포넌트#1에 포함된 98명의 연구자를 중심으로 분석하였다. 산출된 연구자별 중심성 값(centrality value)은 논문 수만 반영된 단순 중심성 값과 논문 수, 저자 기여도, 학술지의 영향력 지수를 반영한 가중치 중심성 값과의 비교를 통해 두 값 사이에 연구자별 역할에 유의한 차이가 있는지 검증하고자 하였다. 또한 연구자별 중심성 값의 연도별 기울기를 산출하여 상위 연구자의 연구 활동 변화 추이를 관찰하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

국내 암전문병원인 국립암센터에서 2000년부터 2010년까지 SCI(E) 등재저널에 발표한 연구논문 1,308건 중 저자의 소속을 확인할 수 있었던 1,194건의 논문 저자들을 대상으로 하였다. 1,194건 논문에 포함된 공저자들을 분리하여 추출한 결과 10,053명이었으며 이 공저자들을 대상으로 저자명 및 소속기관 표준화 작업을 수행하였다. 표준화 작업은 저자명 통일, 이름이 동일한 저자들의 동명이인 확인 및 기관명을 통일 한 후 연구자별 중복을 제거한 후 최종적으로 총 2,437명의 연구자를 대상으로 하였다.

1.1 저자명 정리

저자명 정리는 영문명의 경우 성(last name)을 제외하고 이니셜로 표기하므로 알파벳 이니셜로 표기된 저자명은 먼저 이니셜을 영문 풀네임을 부여하고 대소문자를 통일한 후 국문으로 전환하여 동명이인을 확인한 후 중복을 제거하였다.

1.2 기관명 정리

기관명은 해외저널에 투고한 경우 기관명에 기관 주소를 기재하므로 1차로 기관주소를 제거한 후 영문명을 국문명으로 통일하였다. 통일된 기관명은 연구자별 특정 전문분야를 확인할 수 있도록 대분류, 중분류, 세

분류로 수준별 분류를 하였다. 학교의 경우 종합대학명을 대분류, 단과대학명을 중분류, 학과명을 소분류 정리하였다. 병원의 경우 병원명을 대분류로 과명을 중분류, 세부분과명을 소분류로 하여 정리한 후 수준별 명칭을 통일하였다. 예를 들어 대분류명은 서울대학교, 서울대, 서울대학 등을 서울대학교로 통일하였으며 중분류의 경우 의과대학, 의학전문대학원을 의과대학으로 외과, 외과학교실, 내분비외과 등을 외과학으로 통일하여 정리하였다.

1.3 최종 저자 추출

저자명과 기관명을 통일하여 정리한 후 중복저자를 제거한 후 최종적으로 2,437명의 연구자를 대상으로 하였다.

2. 분석방법

연구자 역할을 확인하기 위하여 사회네트워크 분석 소프트웨어인 넷마이너(NetMiner, Cytrom)를 사용하여 공저자 네트워크를 구축하고 저자별로 역할에 따른 중심성 값(centrality value)을 확인하였다. 저자의 역할은 사회네트워크 분석 기법 중 연결정도 중심성(Degree Centrality)과 사이 중심성(Betweenness Centrality) 두 가지 기법을 사용하였으며 중심성 분석 결과 산출된 연구자별 중심성 값을 확인하였다. 중심성 분석 중 연결정도 중심성(Degree Centrality)은 연구자의 연구활동 정도를 확인할 수 있으며, 연결정도 중심성 값이 높은 연구자는 연구활동이 활발한 핵심 연구자(key player)로 해석되며 네트워크상 중심에 위치한다. 사이 중심성(Betweenness Centrality)은 연구자들 사이에서 중개(bridge) 역할 정도를 확인할 수 있으며, 사이 중심성 값이 높은 연구자는 조직 내에서 공동연구를 활성화시키는 연구자를 의미한다. 공저자 네트워크 구현은 1차로 저자가 발표한 논문 수에 기초하여 단순 공저자 네트워크 분석을 하였고, 2차로 가중치 공저자 네트워크 분석을 수행하였다. 가중치 공저자 네트워크 분석은 논문 수, 저자 기여도, 학술지 영향력 지수를 반영하여[8] 연구자별 가중 값을 산출하였다. 저자 기여도(Authorship)별 가중치 부여방법은 정동준 등(2008)이

제안한 방법[4]을 수정하여 적용하였다. 즉 논문 투고 시 제1저자와 교신저자의 기여도가 단순공동저자보다 기여도가 높은 점은 점을 반영하여 기여도에 따라 가중치를 주는 방법을 적용하였다. 예를 들어 3명 이상의 공동연구에서 제1저자를 0.3, 책임저자를 0.2, 나머지 저자를 0.1로 하여 역할에 따라 차등 값을 부여하였다[표 1]. 2인 공동연구는 제1저자와 교신저자가 다를 경우 각각 0.3과 0.2의 값을 제1저자이면서 교신저자인 경우(교신 1저자) 0.4와 0.1의 값을 주었다. 단순공동저자는 각각 0.1의 값을 부여하였다. 논문별 저자 기여도에 의한 합이 1을 초과하지 않도록 하기 위해 저자 기여도별로 상한 값을 두었다. 즉 교신저자와 제 1저자의 기여도 합이 상한 값인 0.5를 넘지 않게 하였고, 단순공동저자가 5명이 넘더라도 상한 값 0.5를 초과하지 않도록 0.5를 저자 수로 나누어 산출하였다[표 1]. 영향력 지수(Journal Impact Factor)는 논문이 게재된 학술지의 영향력 지수를 연도별로 확인하여 정리하였다.

표 1. 저자 기여도에 따른 환산 값 부여방법

저자수 (명)	저자기여도에 따른 환산 값			
	제1저자 & 교신저자	제1저자	교신저자	공저자
3명이상	0.4	0.3	0.2	0.1
2명	0.4	0.3	0.2	
1명	0.5			
단순 공저자가 5명이상일 경우 = 0.5/n (n=단순공동저자 수)				

가중치 네트워크를 구현하기 위한 환산 값은 논문별 저자 기여도에 따른 보정 값에 학술지 영향력 지수(Journal Impact Factor)를 곱한 값들을 합산하여 산출하였다(수식 1).

연구자별 환산 값=

$$\sum_{i=1}^n (i\text{논문 저자기여도 값} \times \text{학술지 영향력지수}) \quad (1)$$

(n = 논문수)

예를 들어 5편의 논문을 발표한 저자의 가중 네트워크를 구현하기 위한 환산 값은 2.92로 단순 산출 값 5와 비교할 때 변화가 있었다[표 2]. 단순 값과 가중 값에 의한 공저자 네트워크를 구축하고 그 결과 산출된 연결정

도 중심성 값을 확인하였다. 산출된 각각의 연결정도 중심성 값을 기준으로 연구자 서열을 확인하고 두 개의 연결정도 중심성 값에 따른 서열 변화가 통계학적으로 유의한 차이가 있는지 검정하였다. 서열 변화를 검정하기 위해 연구자별 연결정도 중심성 값에 따른 서열을 정하고 서열 차이 값에 절대 값을 취하여 t-test를 수행하였다.

표 2. 단순 값과 가중 값 예시

논문	저자 수	저자 역할	기여도	영향력 지수	기여도에 따른 환산 값	
					단순값	가중값
1	7	제1저자	0.3	2	1	0.6
2	3	교신저자	0.2	3	1	0.6
3	2	제1&교신저자	0.4	1	1	0.4
4	8	단순공저자	0.08	4	1	0.32
5	5	교신저자	0.2	5	1	1.0
환산 값					5	2.92

3. 사회네트워크 분석

사회네트워크 분석은 결과가 점과 선의 관계 표현되는 시각화된 네트워크 분석 기법으로 점(node)은 연구자 혹은 연구주제 등을 나타내며 연결선(ties)은 연구자와 연구자 혹은 연구자와 연구주제, 연구주제와 연구주제의 관련성(link)을 보여 준다. 점의 크기는 그 집단에서의 연구자의 역할 정도를 표시하고 연결선의 두께는 연구자 사이의 상호관련성 정도를 표시한다. 점의 크기가 클수록 연구활동이 활발한 핵심 연구자로 해석되며, 연결된 선의 굵기가 두꺼울수록 연구자 사이의 상호관련성이 크며 공동연구를 많이 수행한 것으로 해석할 수 있다. 따라서 사회네트워크 분석은 사람들로 구성된 사회에서 네트워크 내의 역할을 분석하는 것을 목적으로 하며 전체 네트워크뿐 아니라 내부의 하위 네트워크들의 형태 및 구조 또한 파악할 수 있다. 연구자의 역할은 연결정도 중심성(Degree Centrality)과 사이 중심성(Betweenness Centrality)으로 확인할 수 있다. 연결정도 중심성이란 한 점과 직접적으로 연결된 점을 전체 연결횟수로 나눈 값으로 전체연결 횟수에 대한 비율이다. 연결정도 중심성이 높다는 것은 네트워크 중심에 위치한다는 것을 의미하며 따라서 연결정도 중심성이 높은 경우 연구 성과물이 많으며 공동연구가 활발한 핵

심연구자로 해석된다. 사이 중심성(Betweenness Centrality)은 한 점에 도달하기 위한 최단 경로수를 전체 경로 수에 대한 비를 나타낸 값이다[14]. 사이 중심성은 여러 네트워크를 연결하고 있는 연구자인 인 경우 높게 나타나므로 연구 논문이 많지 않더라도 타 분야와의 연결고리 역할을 한 경우 사이 중심성이 높을 수 있다. 따라서 이런 연구자는 인적 관계를 중요시 하는 사회에서 협동연구를 위해 여러 기관을 연결할 수 있는 연구자로서 중요한 역할을 수행 할 수 있다. 또한 네트워크 내에서 중재역할이 클수록 네트워크의 흐름을 제어할 수 있는 통제력이 커진다.

공저자 네트워크 구현 시 전체 2,437명을 한 네트워크상에 모두 표시할 경우 복잡하여 공저자 관계를 확인하기 어렵다. 따라서 주요 연구자를 대상으로 네트워크를 구현하기 위해 가지치기(pruning)를 하였다. 가지치기란 일정 기준 값을 설정하여 기준 값 이하는 제외하고 네트워크를 구성하기 위한 기법으로 활용된다 [15].

III. 결과

1. 기술적 통계

2000년부터 2010년까지 발표된 논문 1,194건의 공저자 10,054명 중 유일한 저자 2,437명을 대상으로 분석한 결과 연평균 100건 정도의 SCI 논문을 발표하고 있으며 논문 당 공저자수는 약 8.4명이다. 시간이 경과할수록 발표논문 수는 증가 하였으며 논문편당 저자 수는 2007년까지 점진적으로 증가하다 감소하였다. 이는 연구출판윤리가 사회적으로 중요한 이슈가 되고 대한의 학학술지편집인위원회에서 2008년 1월에 의학논문 출판 윤리 가이드라인을 발간[16]하는 등 저자와 저자됨에 대한 사회적 인식이 변화가 작용한 것으로 보인다. 공저자수는 물리학분야 5.1명[17], 물류분야 2.1명[18] 비해 융합연구분야[19]나 의학분야의 경우 논문 당 저자수가 다른 분야보다 많음을 알 수 있다. 이는 공동연구가 활발하게 진행되는 학문 분야의 특성이라 할 수 있으며 의학분야 중 암연구를 수행하는 기관의 특성을

반영하고 있다. 국립암센터는 국가기관이고 축적된 연구결과를 활용하여 역학조사를 수행하고, 타 기관 혹은 센터 간에 자료를 공유함으로써 협동연구를 수행하고 있음을 보여주는 결과이다.

표 3. 논문 발표 현황 및 평균 저자수

년도	발표 논문수	저자수	논문편당 평균저자수
2000	2	9	4.5
2001	13	60	4.6
2002	25	187	7.5
2003	39	328	8.4
2004	65	512	7.9
2005	70	574	8.2
2006	105	880	8.4
2007	121	1,223	10.1
2008	217	1,746	8.0
2009	251	2,117	8.4
2010	286	2,417	8.5
total	1,194	10,053	8.4

2. 사회네트워크 분석 결과

사회네트워크는 이론적으로 강한 중앙 집중성을 가진다[4]. 소수의 연구자를 중심으로 링크가 집중되는 현상으로 먹합수 분포를 취하며 이는 과학사회가 좁은 세상을 형성하고 있음을 보여주는 결과라 할 수 있다[20].

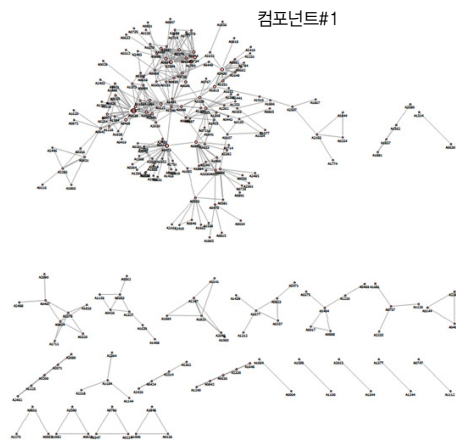


그림 1. 가중치 공저자 네트워크(가지치기=10, n=159)

국립암센터 공저자 네트워크는 237명의 연구자 (node)와 연결선(ties)은 27,345개로 구성되어 있다. 공저자 네트워크 분석 결과 각 하위센터별 소수의 핵심 연구자 중심으로 링크가 집중되어 있었다. 이는 사회적으로 저명한 연구자가 보다 많은 명망을 얻게 되는 불균등 분포[4]를 보여 주는 결과들과 동일한 현상을 보인다.

2.1 연결정도 중심성 분석

전체 2,437명을 대상으로 네트워크를 구현하면 복잡하여 분석이 어렵기 때문에 중요한 연구자를 대상으로 분석하기 위해 가지치기를 하였다. 10가지치기를 한 결과 하나의 커다란 네트워크와 여러 개의 작은 네트워크로 구성된 복잡한 네트워크를 형성하고 있었다[그림 1]. 각 각 분리된 네트워크는 컴포넌트로 구분한다. 가장 커다란 네트워크는 컴포넌트#1으로 구분하였으며[그림 1] 컴포넌트#1의 네트워크를 확인하였다. 국립암센터는 대장암센터, 위암센터, 유방암센터, 폐암센터, 자궁암센터, 양성자치료센터, 암역학관리부(예방의학)등 여러 개의 하위센터로 구성되어 있다. 컴포넌트#1은 98명의 연구자로 구성되었으며 각 하위센터들이 연결되어 하나의 네트워크를 구성하고 있었다[그림 2]. 단순 네트워

크 분석에서는 대장암센터 A0938, A1977, 자궁암센터 A0845, 암역학관리부 A0696 순서로 연결정도 중심성 값이 높았으나 가중치 네트워크 분석에서는 대장암센터의 A0938, 암역학관리부 A1473, A0696, 폐암센터 A1813 연구자 순서로 연결정도 중심성 값이 높았다. 가중치 네트워크 분석 결과와 단순 네트워크 분석 결과를 비교했을 때 연구자별 서열에 변화가 있었다. 서울대 외과 소속인 A2050 연구자는 외부 연구자로서 유일하게 상위 20위에 위치하였다.

가중치 네트워크 분석 결과 파란색 동심원으로 구분된 각 센터는[그림 2] 연결정도 중심성 값이 높은 핵심 연구자가 위치하였으며 이 연구자들을 중심으로 네트워크를 형성하며 연구활동이 이루어지고 있었다. 또한 각 하위센터는 붉은색 원으로 표시된 1-2명의 연구자에 의해 개별 센터들이 연결되어 협력연구를 수행하고 있었다. 각 하위센터를 연결하는 연구자들의 특성은 양성자 치료센터처럼 모든 센터 환자들의 치료를 담당하는 부서나 각 센터의 연구결과를 가지고 역학연구를 수행하는 부서의 연구자가 그 역할을 담당하고 있었다. 암역학관리부 소속의 A1473 연구자, A0696 연구자, 양성자 치료센터의 A2128 연구자가 각 하위센터를 연결하는 역할을 하고 있었다. 동일한 암역학관리부 연구자

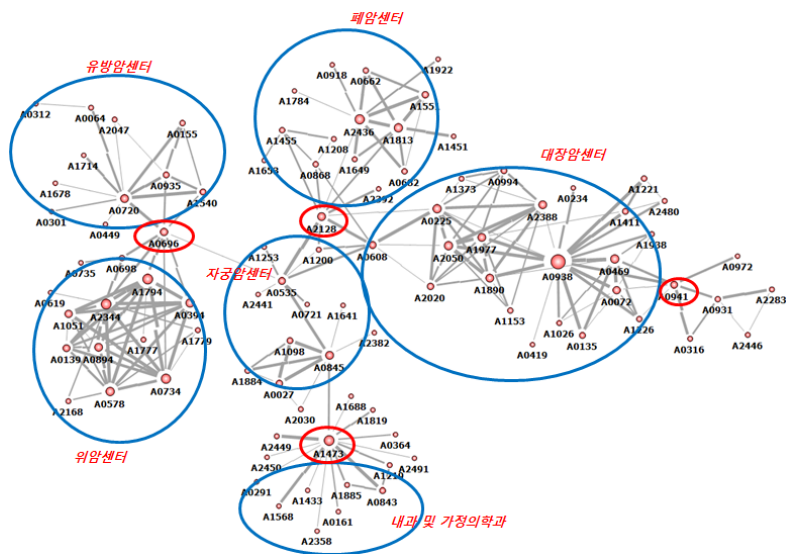


그림 2. 컴포넌트#1 연구자 가중치 연결정도 중심성 네트워크 (n=98, pruning=10)

일지라도 각 센터별로 협동연구에 참여하는 연구자는 차이가 있었다. 대장암센터와 협동연구를 하는 암역학관리부 연구자는 A0941였고 위암센터와 유방암센터, 자궁암센터를 연결하며 역학연구를 하는 연구자는 A0696이었다. A1423연구자는 자궁암센터 연구자와 연결되어 전체 하위센터와 내과분야 연구자들을 연결하며 협동연구를 수행하였다. 동일한 암역학부서라도 전문화된 영역이 분화되어 있다고 할 수 있다. 가중치 연결정도 중심성 값 상위 20위 연구자들의 소속은 대장암센터 7명, 위암센터 4명, 폐암센터, 자궁암센터, 암역학관리부 각 2명, 양성자치료센터와 유방암센터, 서울대학병원 외과 소속 연구자 1명이 포함되었다. 이러한 결과는 규모가 큰 네트워크에 연결정도 중심성 값이 높은 연구자들이 많이 위치하고 있음을 알 수 있다. 공저자 네트워크 중앙에 위치하는 자궁암센터 연구자들이 중앙에서 유방암센터, 폐암센터 등 하위센터를 연결하는 역할을 하고 있었다[그림 2]. 위암센터의 경우 연결정도 중심성 값이 높은 연구자가 4명이 위치하며 내부 연구자들 사이에 강한 연결을 가진 폐쇄적인 형태의 연구활동을 하고 있다.

2.2 사이 중심성 분석

컴포넌트#1 연구자들의 사이 중심성 분석[그림 3] 결과 자궁암센터의 A0535 연구자의 사이 중심성 값이 가장 높았으며 A0696, A0845, A2128, A0938 연구자 순이었다. 이러한 결과는 연결정도 중심성과 차이가 있었으며 서열에 변화를 보였다. 사이 중심성이 가장 높은 A0535연구자는 논문 수가 45편이며 연결정도 중심성에서는 15위에 위치하였다. 사이 중심성 값 순위 20위에 위치한 A0698 연구자는 논문 수가 10편에 불과하지만 사이 중심성 상위 20위에 위치하였다. 사이 중심성은 논문수가 많지 않아도 다른 네트워크를 연결하는 역할을 수행한 경우 높을 수 있음을 알 수 있다. 사이 중심성 값 상위 20위 연구자가 속한 센터는 암역학관리부 5명, 위암센터 4명, 대장암센터3명, 자궁암센터 2명, 양성자치료센터 2명, 폐암센터 2명, 유방암센터 2명, 서울대 외과 1명 등이 속하였다. 연결정도 중심성 값 순위와는 다르게 다양한 암종을 치료하는 부서인 붉은색 원으로 표기된 양성자치료센터 연구자 (A2128)와 암역학관리부서(A696) 등 여러 센터와 자료를 공유하며 협동연구를 수행하는 관리부서의 연구자, 가장 커다란 하위 네트워크 내 두 개의 그룹을 연결하는 대장암센터의 연

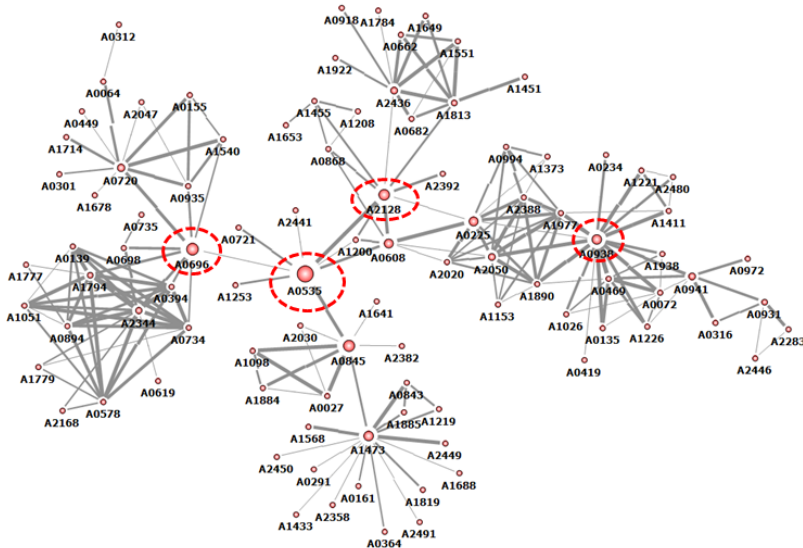


그림 3. 컴포넌트#1 연구자 가중치 사이 중심성 네트워크 (n=98, pruning=10)

구자(A0938)가 사이 중심성 값이 높게 나타났다. 연결정도 중심성 15위에 위치했던 자궁암센터의 A0535연구자가 사이 중심성 1위로, 20위에 위치하였던 유방암센터 A0720 연구자가 사이 중심성이 9위로 나타났다. 상대적으로 규모가 작은 하위센터는 타 센터와 협력하여 연구를 수행함으로써 연구 성과를 향상시키고 있었다. A0696 연구자는 연결정도 중심성 값과 사이 중심성 값 모두 높은 순위를 나타냈다. 이 연구자의 경우 공동연구를 통해 활발한 연구 활동을 하고 있으며 타 부서와의 공동연구를 위한 연결고리 역할도 활발하게 하고 있다[그림 3]. 외부기관과의 협력 연구를 수행하는 센터는 대장암센터로 서울대학교병원 외과 A2050 연구자와 협동연구를 수행하고 있었다. 외부기관 연구자이지만 A2050 연구자는 연결정도 중심성과 사이 중심성 모두 상위에 속하므로 이 연구자를 통해 외부 기관과의 협력 연구를 보다 활성화 시킨다면 대장암센터의 네트워크는 보다 분화하며 연구성과를 향상시킬 수 있을 것이다. 중심성 분석 결과 동일한 기관에 소속된 연구자들이라도 연구자별로 역할에 차이를 보였으며 이러한 분석을 통해 파악된 연구자들의 특성은 협동연구를 위한 팀 구성에 활용할 수 있을 것이다.

2.3 중심성(centrality)에 영향을 미치는 요인

가중치 연결정도 중심성 값이 높은 상위 20명의 연구자들의 중심성 값 순위와 발표논문 수 순위와는 차이가 있었다[표 4]. 논문 수가 89편인 자궁암센터의 A0845 연구자가 논문 수 84편을 발표한 A0938 연구자보다 연결정도 중심성 값이 낮았다. 또한 동일하게 58편의 논문을 발표한 대장암센터의 A1813, 위암센터의 A0394 연구자는 연결정도 중심성 값이 차이가 있으며 연결정도 중심성 순위가 각각 4위, 19위였다. 폐암센터의 A1813 연구자는 53편의 논문을 발표하였고 발표논문 수 순위는 9위이나 연결정도 중심성에서는 4위를 차지하였다. 이러한 차이는 연구자가 속한 네트워크의 크기와 공저관계에 있는 연구자가 생산성이 높은 연구자일 경우 연결정도 중심성 값에 영향을 미칠 수 있다. 역학관리부서의 A1473 연구자와 암예방사업부의 A0696 연구자의 경우 발표논문 수가 63편, 68편으로 A0845 연구

자보다 적음에도 연결정도 중심성 값과 사이 중심성 값 모두 상위를 차지하고 있다. 이 연구자들은 연구활동이 활발한 핵심연구자가 속한 큰 규모의 네트워크에 연결되어 연구를 수행하고 있었다. 논문 수와 연결정도 중심성은 어느정도 상관관계를 갖지만 연구자가 질적 수준이 높은 연구를 수행하는 생산성이 높은 연구자와 공동연구를 많이 한 경우 연결정도 중심성은 상승할 수 있다[4]. 논문 수와 연결정도 중심성은 연구자의 생산성과 관련이 있지만, 기관 내 정책적 지원 정도 또한 영향을 미치는 요인이다. 대장암센터의 A0938 연구자, 폐암센터의 A1813연구자는 기관장을 역임한 연구자이며 기관장이 속한 대장암센터와 폐암센터의 네트워크의 크기가 큰 것은 기관장의 정책적 결정이 연구 생산성에 영향을 미칠 수 있고 이는 네트워크 크기에 변화를 가져올 수 있음을 보여준다.

표 4. 연결정도 중심성과 사이 중심성 비교

순위	연결정도 중심성		사이 중심성	
	연구자	논문수	연구자	논문 수
1	A0938	84	A0535	45
2	A1473	63	A0696	68
3	A0696	68	A0845	89
4	A1813	58	A2128	55
5	A0845	89	A0938	84
6	A0225	54	A1473	63
7	A2344	63	A0225	54
8	A1977	61	A0608	50
9	A0608	50	A0720	34
10	A2436	42	A2050*	62
11	A2050	62	A0941	28
12	A2128	55	A2436	42
13	A0469	38	A2344	63
14	A1794	53	A1813	58
15	A0535	45	A0931	32
16	A1411	28	A1794	53
17	A0734	57	A0734	57
18	A1890	51	A1455	27
19	A0394	58	A0064	25
20	A0720	34	A0698	10

3. 연결정도 중심성 기울기 분석

컴포넌트#1 연구자 98명을 대상으로 향 후 연구활동 추이를 확인하기 위해 연도별 연결정도 중심성 값에 대한 기울기를 산출하여 기울기 값을 확인하였다[그림

4. 연결정도 중심성 값이 3위 였던 A0696 연구자는 기울기 값이 0.0070로 가장 높았다. 연결정도 중심성 값이 가장 높았던 A0938는 상위 20위에 속하지 않았다(기울기 값:-0004). 연결정도 중심성 값 2위 였던 A1473연구자와 5위 였던 A0845 연구자의 기울기 값이 0.0048로 공동 2위였다. 이러한 기울기 변화는 시기별 연구자의 연구활동 추이를 관찰 할 수 있다. 기울기가 양의 값을 가지며 값이 큰 경우 향후 연구활동이 더욱 활발해 질 수 있으며, 연결정도 중심성 값이 크더라도 기울기가 음의 값을 가지면 연구활동이 감소하고 있다고 할 수 있다. 따라서 연구자의 연결정도 중심성 기울기를 확인하여 연구자의 시기별 연구활동 추이를 예측할 수 있는 자료로 활용될 수 있을 것이다.

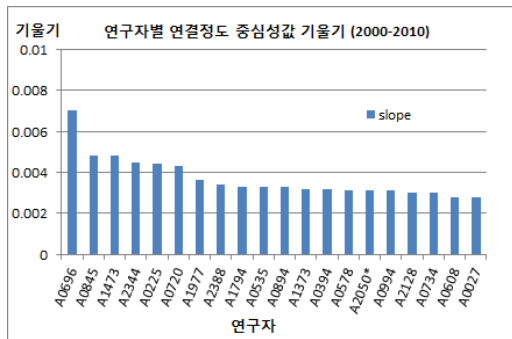


그림 4. 연구자별 연결정도 중심성 기울기

4. 단순 네트워크와 가중치 네트워크 비교

컴포넌트#1에 속한 연구자 98명을 대상으로 단순 네트워크 분석과 가중치 네트워크 분석을 하여 연결정도 중심성 값을 비교한 결과 A938연구자는 두 네트워크 분석에서 모두 1위에 위치한 핵심 연구자였다. 가중치 네트워크 분석에서 연결정도 중심성 값 상위 20위 연구자 중 단순 네트워크 분석의 연결정도 중심성 값 상위 20위 연구자는 14명이 포함되었으나, 그 순위에는 변화가 있었다. 단순 네트워크 분석에서 연결정도 중심성 값이 2위인 A1997연구자는 가중치 네트워크 분석에서는 8위로 변화가 있었고 단순 네트워크 분석에서 13위 였던 A1473연구자의 경우 가중치 네트워크 분석에서 2위로 상승하였다. 폐암센터의 A1813는 15위에서 3위로, A2436 연구자는 단순 네트워크 분석에서는 각각 15위,

33위 였으나 가중치 네트워크에서는 각각 3위 와 10위로 순위가 높아졌다. 위암센터의 경우 A2344 연구자의 경우 순위에 변화가 없으나 A1794, A0734, A0394, 연구자의 경우 단순 네트워크에서 각각 11위, 9위, 8위 였으나 가중치 네트워크에서는 14위, 17위, 19위로 순위가 낮아지면서 연구자별 순위에 역전이 있었다[표 5]. 하위 센터별로 보면 폐암센터는 가중치 네트워크에서 연구자들의 순위의 상승이 있었고, 위암센터의 경우 가중치 네트워크에서 순위가 낮아졌다.

표 5. 가중치 네트워크와 단순 네트워크 비교

저자 코드	저자소속	연결정도 중심성 값		순위	
		가중치	단순치	가중치	단순치
A0938	대장암센터	0.275818	0.522989	1	1
A1473	암역학관리	0.222927	0.341544	2	13
A0696	암역학관리	0.167329	0.414614	3	4
A1813	폐암센터	0.158261	0.324302	4	15
A0845	자궁암센터	0.155085	0.432677	5	3
A0225	대장암센터	0.154958	0.409688	6	5
A2344	위암센터	0.145150	0.389984	7	7
A1977	대장암센터	0.144466	0.437603	8	2
A0608	대장암센터	0.139960	0.375205	9	10
A2436	폐암센터	0.136954	0.215928	10	33
A2050	서울대외과	0.131614	0.405583	11	6
A2128	양성자치료	0.130253	0.316913	12	16
A0469	대장암센터	0.124643	0.275862	13	19
A1794	위암센터	0.121642	0.356322	14	11
A0535	자궁암센터	0.119407	0.253695	15	26
A1411	대장암센터	0.118028	0.182266	16	39
A0734	위암센터	0.112328	0.376847	17	9
A1890	대장암센터	0.110079	0.339901	18	14
A0394	위암센터	0.107746	0.388342	19	8
A0720	위암센터	0.107276	0.178982	20	42

단순 네트워크 분석에서는 위암센터의 연구자들이 연결정도 중심성 값 상위 연구자가 많았으나 가중치 네트워크 분석에서는 암역학분야, 폐암센터 연구자들의 연결정도 중심성 값이 높아지면서 연구자의 역할이 확대되었다. 컴포넌트 #1 연구자를 대상으로 단순 네트워크 분석과 가중치 네트워크 분석 결과 연결정도 중심성 값에 따라 연구자별 순위를 주었다. 두 순위 값이 통계학적으로 유의한 차이가 있는지 통계분석 프로그램 SPSS를 사용하여 t-test를 수행하였다. 분석 결과 단순 값과 가중 값의 연구자별 순위는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($t=11.66, p=0.00$)[표 6].

표 6. 네트워크별 연구자 순위차이 검정

연구자수	평균	표준편차	t-값	p-값
98	12.60	10.81	11.66	.00

IV. 결론 및 고찰

본 연구는 국립암센터에서 2000년부터 2010년 까지 발표된 SCI(E) 논문 1,194건의 논문 저자 2,437명을 대상으로 연구자들의 연구활동과 역할을 확인하기 위해 공저자 네트워크 분석을 하였다. 국립암센터는 평균적으로 매년 100건 정도의 SCI(E) 논문을 발표하고 있으며 발표논문 수는 2010년으로 갈수록 빠르게 증가하고 있다[표 1]. 이러한 증가는 국내에서 연구자의 연구성과를 SCI 논문으로 반영하기 때문에 연구자들이 국내 학술지보다 해외 저명 학술지에 논문을 투고하고 있으며 [19], 또한 국내 의학 학술지도 SCI 등재된 학술지가 증가하였기 때문이다[21]. 논문 1편당 공저자수는 약 8.4 명으로 타 분야의 연구자들보다 논문 편당 저자수가 많았다. 수학이나 물리학분야보다 노동집약적(laborintensive)이고 임상실험연구를 진행하는 최근의 연구방향을 반영하는 것이라 할 수 있다[22]. 동일한 의학분야인 방사선종양학 학술지 평균 공저자수 6.51 보다도 많았다[6]. 이는 기초의학, 임상의학, 예방의학, 보건학 등 다양한 학문 분야와 협동연구가 요구되는 암연구 분야가 가지는 학문적 특성이 반영된 것이라 할 수 있다. 공저자 네트워크 분석 결과 연결정도 중심성과 사이 중심성 분석을 통해 연구자의 역할을 확인한 결과 공저자 네트워크는 1개의 커다란 컴포넌트(컴포넌트 #1)로 구성된 네트워크와 여러 개의 작은 컴포넌트를 형성하였다. 컴포넌트#1은 연구자수가 98명으로 구성되었으며 8개의 하위센터들로 구성되었으며 각 하위센터들이 1-2명의 연구자에 의해 연결된 네트워크를 형성하고 있었다. 또한 외부기관 연구자와 협동연구를 하고 있었으나 컴포넌트#1의 연구자는 주로 서울대학교병원 외과, 아산병원 등 몇 개의 병원에 국한된 협동연구 형태를 보여주었다. 공저자 네트워크를 통해 살펴 본 국립암센터의 연구형태는 하위센터별로 1-2명의 핵심연

구자를 중심으로 연구를 수행하고 있었으며 타 센터 연구자들과 협력연구는 센터 내의 연구자가 아닌 양성자 치료센터, 암역학관리부 등 다른 센터에 속한 연구자를 통해 협력 연구를 하고 있었다. 두 하위센터를 연결하며 협력연구를 하고 있는 연구자들은 단순 네트워크보다 가중치 네트워크에서 연결정도 중심성 값이 상승하였다. 이러한 현상은 개별 네트워크 내 핵심연구자와의 연구를 통해 연구역량이 강화되고 있는 것으로 보인다. 따라서 연구자들이 분야별 전문가와 협력연구를 수행한 경우 연구성과가 향상 될 수 있음을 알 수 있다. 기관 내에서도 대장암센터 처럼 연구 인력과 자원이 풍부한 센터는 독립적으로 네트워크를 확장하며 연구를 수행하고 있으며[4] 상대적으로 규모가 작은 하위센터는 사이 중심성이 높은 연구자가 있어 다른 하위센터의 연구자들과의 협동연구를 통해 연구활동을 하고 있었다. 자궁암센터의 A0535 연구자는 연결정도 중심성 순위 15위에 위치하였으나 사이 중심성 순위는 1위로 하위센터들과의 협동연구를 수행함으로써 연구 성과를 내고 있는 것으로 보인다. 즉 연구자가 소속된 집단의 규모, 연구자들의 생산성 정도, 핵심 연구자의 수에 따라 연결정도 중심성 값에 영향을 미칠 수 있으므로[4] 센터별 연구성과를 향상시키기 위해서는 전문 영역별 핵심 연구자와의 협력연구가 필요하다고 할 수 있다. 연구자별로 연결정도 중심성 값과 사이 중심성 값에 차이를 보였다. 연결정도 중심성 순위와 사이 중심성 순위가 모두 높은 A0938 연구자와 같은 소수의 핵심연구자는 각 분야를 연결하여 연구성과를 높이는 중개연구로서의 역할도 수행하는 것으로 보인다[23][24]. A1813 연구자와 같이 연결정도 중심성은 높지만 사이 중심성은 낮은 연구자, A0535연구자와 같이 연결정도 중심성은 낮지만 사이 중심성은 높은 연구자가 뚜렷하게 구분되었다. 또한 논문 수는 상대적으로 적지만 각 연구자를 연결시켜 연구성과를 향상시키는 역할을 수행하는 연구자들도 확인할 수 있었다. 논문 수만을 반영한 단순 네트워크 분석에서 나타나는 연구자 역할은 가중치 네트워크 분석 결과와는 차이를 보였고 연구자 역할에 있어 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($t=11.66$, $p=0.00$). 가중치 네트워크 분석 결과 단일 하위센터에

속하는 전문분야 연구자보다는 양성자치료센터나 암역학관리부 등 여러 하위센터의 환자를 치료하는 기능을 수행하거나 예방적 측면에서 접근하는 부서들의 역할이 확대되어 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 단순공동저자로 참여하여 논문 수만 많은 연구자들의 역할이 확대 해석되지 않고 연구의 질적 수준이 반영됨으로서 보다 객관적인 연구자의 역할을 확인하기 위해서는 가중치 네트워크 분석이 필요하다 할 수 있다.

연구자별 가중치 연결정도 중심성 값의 연도별 기울기 값을 확인한 결과 컴포넌트#1에서 연결정도 중심성 값과 사이 중심성 값이 가장 높았던 A0938연구자의 기울기 값은 음의 값을 보였다. 연결정도 중심성 값이 3위였던 A0696 연구자는 기울기 값이 0.0070로 가장 높았다. 이러한 결과는 연구자별 연구활동 추이를 예측할 수 있는 자료이며 연구자 역할 확인 시 다양한 요인을 고려한다면 연구자의 역할을 보다 객관적으로 확인할 수 있을 것이다.

본 연구는 논문의 저자 기여도, 학술지 영향력 지수를 반영하여 가중치 공저자 네트워크를 구현하고 연구자의 역할을 비교 분석하였다. 단순 네트워크 분석과 가중치 네트워크 분석 결과는 연구자 역할에 유의한 차이를 보였다. 따라서 공저자 네트워크 분석 시 단순히 논문 수만 반영된 단순 네트워크 분석보다는 논문 수, 저자 기여도, 학술지 질적 수준 등을 고려하여 분석함으로써 연구자 역할을 보다 객관적으로 확인하기 위해 가중치 네트워크 분석이 필요하다. 하지만 연구자 역할에 영향을 미치는 요소는 논문 속성 외에도 다양하다. 연구자 역할을 보다 객관적으로 확인하기 위해서는 논문 이외에 다양한 요소가 추가로 반영되어야 할 것이다. 특히 병원의 임상외사는 연구뿐 아니라 환자를 진료하는 등 다양한 업무를 수행하고 있다. 따라서 환자를 진료하지 않는 부서 연구자들과 연구논문에 의존한 단순 비교는 결과의 잘못된 해석을 가져 올 수 있다. 따라서 임상외사의 역할분석은 연관된 다른 요소를 반영하여야 보다 객관적인 결과를 도출할 수 있다.

본 연구는 연구자의 연구논문과 관련된 속성만을 반영하여 분석을 하였으므로 이 결과를 일반화하기에는 한계를 가지고 있다. 또한 한 기관만을 대상으로 하였

으므로 개별 기관이 가지는 특성만이 반영되었고, 하나의 기관도 몇 개의 하위센터를 가지고 있으며 하위센터의 규모는 연결정도 중심성에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 하위센터별 크기를 일정하게 보정한 후 연결정도 중심성 값을 산출하여 비교하는 것이 필요하다. 2000년부터 2010년까지 연구자별 연결정도 중심성 값 기울기를 통해 연구자들의 연구활동 변화를 확인해 본 결과 대장암, 예방의학 및 역학 분야 연구자들이 연구활동이 증가하고 있는 것을 확인할 수 있다. 이는 식습관의 변화로 국내에서 대장암 발생률이 증가하고 국내 암발생률 1위인 대장암에 대한 연구가 활성화 되었던 것으로 보인다. 또한 다른 암에 비해 암 발생기전이 밝혀지면서 치료법 등에 연구가 활발하게 진행되었기 때문이다 [15]. 또한 암의 원인이 밝혀지고 진단 및 치료제의 개발로 암 생존율이 증가하고 있어 국민건강을 증진시키기 위해 암 발생을 예방하고 역학적으로 관리하기 위한 투자가 확대됨에 따라 예방의학분야의 연구활동이 활발해 지고 있는 것으로 보인다.

결론적으로 영역별 연구활동은 시대적 흐름을 반영하고 있으며 연구자 또한 필요한 역할을 충실히 수행하고 있음을 알 수 있다. 또한 연구활동 정도는 연구자들의 협력연구 정도에 따라 차이를 보이고 있으며 타 분야와의 협력연구가 활발한 분야의 경우 상대적으로 연구활동이 활발해 지고 있음을 알 수 있다[25]. 위암센터의 경우 단순 네트워크 분석에서 연결정도 중심성 값이 높은 상위 연구자들이 가중치 네트워크 분석 결과 연결정도 중심성 값 순위가 하락하였다. 이는 위암센터의 폐쇄성으로 인해 나타난 결과로 보이며 다른 하위센터와의 협력연구를 전략적으로 지원한다면 연구활동이 보다 활발해 질 수 있을 것이다.

사회네트워크 분석이 가지는 여러 가지 한계에도 불구하고[11] 다양한 학술분야에서 연구자의 역할과 근접 내 연구자간 관계를 확인할 수 있는 중요한 도구로 활용되고 있다. 따라서 공저자 네트워크 분석은 분야별 연구자의 역할을 확인함으로써 협력연구를 위한 공동연구팀을 구성할 수 있는 객관적인 도구로 활용할 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] T. W. Valente, "Network interventions," *Science*, Vol.337, pp.49-53, 2012.
- [2] F. C. Cunningham, G. Ranmuthugala, J. Westbrook, and J. Braithwaite, "Net benefits: assessing the effectiveness of clinical networks in Australia through qualitative methods," *Implement Science*, Vol.7, No.108, 2012.
- [3] S. B. Kang and T. S. Lee, "Recent Clinical Review: Necessity and conduct of multicenter clinical trials," *Obstetrics & Gynecology Science*, Vol.52, No.6, pp.597-601, 2009.
- [4] M. S. Jung and D. J. Chung, "Co-author and Keyword Networks and their Clustering Appearance in Preventive Medicine Fields in Korea: Analysis of Papers in the Journal of Preventive Medicine and Public Health, 1991~2006," *Journal of preventive medicine and public*, Vol.41, No.1, pp.1-9, 2008.
- [5] M. S. Jung, "Academic Research Activities and their Co-author and Keyword Network in Epidemiology Fields: Analysis of Papers in the Korean Journal of Epidemiology, 1991-2006," *Korean Journal of epidemiology* Vol.30, No.1, pp.60-72, 2008.
- [6] J. Choi, J. O. Kang, S. H. Park, and S. K. Kim, "Co-authorship patterns and networks of Korean radiation oncologists," *Radiation Oncology J.* Vol.2, No.3, pp.164-73, 2011(Sep).
- [7] J. O. Kang, S. H. Park, and Y. K. Park, "The analysis of co-authorship and networks among the Korean pathologists," *Korean, Journal of Pathology*, Vol.45, No.3, pp.227-36, 2011.
- [8] 황석원, *SCI와 연구개발 성과 평가*, STEPI, 정책자료 2006-14, 2006.
- [9] J. Kang and S. Park, "Analysis of Scientific Publication Networks among Medical Schools in Korea," *Healthcare Informatics Research*, Vol.16, No.2, pp.100-119, June. 2010.
- [10] J. C. Long, F. C. Cunningham, and J. Braithwaite, "Network structure and the role of key players in a translational cancer research network: a study protocol," *BMJ Open*, Vol.2, No.3, e001434, June. 2012.
- [11] H. L. Jang, G. W. Kang, E. J. Lee, and S. R. Kim, "Analysis of Research Subject Network in the Field of Oncogene," *Journal of Korea Technology Innovation Society*, Vol.15, No.2, pp.369-399, 2012(6).
- [12] <http://www.ncc.re.kr/cancerStatsView.ncc?bbsnum=299&searchKey=total&searchValue=&pageNum=1>
- [13] <http://kostat.go.kr/> 2013년 사망원인통계, 통계청, 2013.
- [14] L. C. Freeman, "Centrality in social networks conceptual clarification," *Soc Net*, Vol.1, pp.215-239, 1978-1979.
- [15] D. K. Shon, *Generation and Analysis of the Research Network for Colorectal Neoplasms*, Chungbuk National University, 2011.
- [16] 대한의학학술지편집인협의회 출판윤리위원회, *의학논문출판윤리 가이드*, 2008. 대한의학학술지편집인협의회, 2008.
- [17] J. M. Lee and M. S. Choi, "Social Network Analysis on Interdisciplinary Collaboration of Convergence Technologies Specialists," *J. of Contents Association*, Vol.10, No.6, pp.416-428, 2010.
- [18] H. Lim and T. Chang, "A Study on Co-authorship Network in the Journals of a Branch of Logistics," *IE Interfaces*, Vol.25, No.4, pp.458-471, Dec. 2012.
- [19] 이중만, 최민석, "융합기술전문가의 공동연구에 대한 사회적 연결망 분석" *한국콘텐츠학회논문지*, 제10권, 제6호, pp.415-428, 2010.
- [20] S. Milgram, The small world problem,

- Sociometry, Vol.1, No.1, pp.61-67, 1967.
- [21] H. L. Jang, G. W. Kang, Y. S. Lee, and Y. J. Tak, "An Analysis of Medical Articles Published Domestically and Abroad by Korean Researchers from 1960 to 2008," J. of the Korean Society for Library and Information Science, Vol.45, No.3, pp.259-277, 2011.
- [22] M. E. J. Newman, "Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration," Proc. Natl. Acad. Sci. USA, Vol.101, pp.5200 - 5205, 2004.
- [23] J. C Long, F. C. Cunningham, P. Carswell, and J. Braithwaite, "Who are the key players in a new translational research network?," BMC Health Service Research, Vol.30, No.13, p.338, Aug. 2013.
- [24] J. C Long, F. C. Cunningham, and J. Braithwaite, "Bridges, brokers and boundary spanners in collaborative networks: a systematic review," BMC Health Service Research, Vol.13, No.158, Apr. 2013.
- [25] 함명인, 이재원, "연구장비구축 연구기관 네트워크 분석: 지식경제부 R&D사업대상", 한국컨텐츠학회논문지, 제13권, 제3호, pp307-317, 2013.

저 자 소 개

장 혜 란(Hae-Lan Jang)

정회원



- 1985년 : 서울대학교 간호대학 (간호학사)
- 2012년 : 충북대학교 의과대학 의료정보학및관리학(의학박사)
- 2015년 현재 : 중부대학교 간호학과 조교수

<관심분야> : 기본간호학, 보건의료연구동향분석 및 학술정보색인