

진료 협업 네트워크 특성에 대한 탐색: 서울 소재 A 대학병원 중심으로*

Exploring Treatment Collaboration Network Characteristics: Focusing on 'A' University Hospital in Seoul

송혜지 (Hye Ji Song)**

박지홍 (Ji-Hong Park)***

초 록

오늘날 다양한 질병의 출현과 빠르게 변화하는 의료환경에 보다 효과적으로 대처하기 위해 대학병원 내에서 여러 진료과들이 협업진료를 수행하고 있다. 이러한 협업진료는 매우 중요하며 의료 현장에서 이미 보편화되어 있다. 그럼에도 불구하고, 이에 대한 연구, 특히 진료과들이 어떻게 협업을 하고 있는지에 대한 연구는 전무하다. 따라서 본 연구는 대학병원 내의 진료과 간의 협업진료 관계를 탐색하여 진료협업 네트워크 특성들이 연도별 및 계절별로 어떻게 달라지는지를 고찰하는 것에 목적이 있다. 본 연구는 국내 A대학교 대학병원에서 이루어진 29개 진료과 사이의 협업 진료를 연도별 및 계절별로 나누어 29개 진료과 협업 네트워크를 분석하였다. 협업진료의 요청 및 피요청에 따라 방향네트워크를 구성하였으며, 매개중심성, 아이겐벡터중심성, 근접중심성 분석, 에고 네트워크 분석 및 팩션분석과 더불어 추후 인터뷰도 실시하였다. 본 연구는 최초의 진료과 간의 협업 네트워크 분석을 수행하였으며, 의료기관 내에서의 동선을 고려한 진료과의 위치 및 공간 구성에 새로운 통찰력을 제시할 것으로 기대된다.

ABSTRACT

Today, in order to more effectively cope with the emergence of various diseases and the rapidly-changing medical environment, several medical departments are conducting treatment collaborations within the university hospital. This collaborative care is very important and is already common in the medical field. Nevertheless, there is no research on this, especially how the departments are collaborating. Therefore, the purpose of this study is to investigate how the characteristics of the treatment collaboration networks vary by year and season by exploring the relationship between the medical departments within the university hospital. This study analyzed the collaboration networks of 29 medical departments of 'A' university in Korea by dividing the collaborative care by year and season. Directed networks were constructed in response to departments requesting and departments requested for collaborative care. Betweenness centrality, eigenvector centrality, closeness centrality analysis, ego network analysis, and faction analysis were also conducted. This study performed the first treatment collaboration network analysis among medical departments, and is expected to present new insights into the location and spatial composition of medical departments in consideration of the knowledge transfer paths within medical institutions.

키워드: 진료협업, 의료협업, 네트워크분석, 의료정보학

treatment collaboration, medical collaboration, network analysis, medical informatics

* 이 논문은 2019년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2019S1A5C2A03083499).

** 연세대학교 문헌정보학과 박사과정(hj89song@yonsei.ac.kr) (제1저자)

*** 연세대학교 문헌정보학과 교수(jihongpark@yonsei.ac.kr) (교신저자)

■ 논문접수일자: 2020년 5월 26일 ■ 최초심사일자: 2020년 6월 7일 ■ 게재확정일자: 2020년 6월 18일

■ 정보관리학회지, 37(2), 71-93, 2020. <http://dx.doi.org/10.3743/KOSIM.2020.37.2.071>

※ Copyright © 2020 Korean Society for Information Management

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

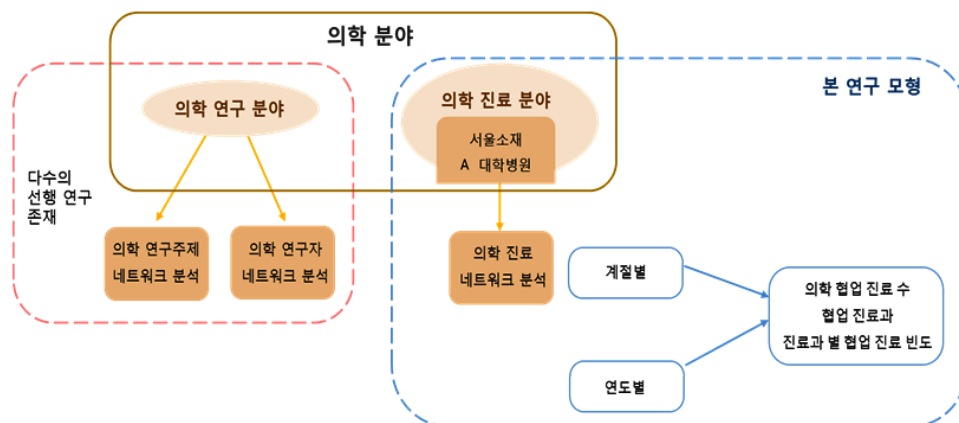
1. 서론

급격한 변화 시대에 맞춰 전문 지식을 공유한 협력연구 수행을 통해 연구의 수월성을 향상시키려는 노력이 의학 분야에서 지속적으로 이루어지고 있다. 보건의료분야에서 전문가들 간의 지식 공유를 통한 협력연구는 연구의 질에 긍정적인 영향을 미치며 특히 암 질환 관련 공동임상 연구는 빠르게 발전하고 있다(장혜란, 2015). 연구와 마찬가지로 실제 대학병원에서 이루어지는 진료에서도 다른 분야와의 협업진료가 활발하게 이루어지고 있다. 급변하는 환경 속에서 다양한 질병과 환자들의 발생에 대응하기 위해, 협업진료는 중심적 역할을 하는 필수적 요인이 되었다. 특히 의학 분야의 경우, 독립적인 진료 및 연구를 통해 성과를 내기에는 한계가 있으므로 협력연구 및 협업진료를 통해 전문성을 공유하여 환자들에게 보다 수준 높고 정확한 진료를 제공할 수 있다.

이러한 협업진료의 중요성과 이를 통한 현장에서의 지식공유현상의 보편화에도 불구하고,

진료과 간의 협업진료 네트워크에 관한 연구는 찾아보기 힘들다. 의학 분야 연구자 및 연구 주제분야에 초점을 둔 계량정보학적 네트워크 분석은 선행되어 왔으나, 진료과 간의 협업진료 네트워크는 지금까지 선행연구에서 다루어왔던 현상과 차별점을 가지고 있다. 따라서, 본 연구는 진료과 간의 협업진료 관계를 탐색하여 의학이라는 전문분야의 지식공유 현상에 대한 이해를 높이는 것에 초점이 있다. 이를 위해, 본 연구는 <그림 1>과 같이 의학 진료 협업 네트워크의 특성이 연도별 및 계절별로 어떻게 달라지는지 파악하는 것에 목적을 두고 있다.

보다 구체적인 연구 과정은 다음과 같다. 첫째, 의학 분야 네트워크 분석에 대한 국내의 선행 연구의 고찰을 통해 본 연구의 가치를 재조명한다. 둘째, 국내 A대학교 대학병원에서 이루어진 29개 진료과 사이의 협업 진료를 분석한다. 셋째, 연도별 및 계절별 분석을 위해 서로 다른 시기에서의 29개 진료과 협업 네트워크를 분석한다. 의학 협업 네트워크의 기본적인 특성 파악한 후, 네트워크 중심성을 분석한다. 진



<그림 1> 의학 협업 진료(컨설팅) 네트워크 연구 모형

료과들을 중심으로 연결 중심성은 방향성에 따라 내향(in), 외향(out)으로 나뉘며, 협업 진료를 요청하는 경우를 in-degree centrality, 협업 진료를 받는 경우를 out-degree centrality로 구분하였다. 매개중심성, 아이겐벡터중심성, 근접중심성, 예고 네트워크 분석 및 군집 분석을 위해 팩션분석을 함께 실시하였다. 또한 네트워크 분석 결과에 대한 타당성을 검증하기 위해 A대학병원에 근무 중인 전공의 5명과 인터뷰를 진행하였고 그 결과를 통해 네트워크 분석 결과를 보완하였다.

의학 분야는 연구 분야와 진료 분야로 크게 나눌 수 있으며 관련 선행연구들은 의학 연구 주제 네트워크와 의학 연구자 네트워크 분석이 주를 이루고 있다. 본 연구의 의의 중 하나는 이러한 흐름에 추가하여 진료과 간의 협업에 대한 네트워크 분석을 수행하였다는 것에 있다. 또한, 의료기관 내에서의 동선을 고려한 진료과의 위치 및 공간 구성 및 이를 지원할 수 있는 정보시스템의 기본 설계에 도움을 줄 수 있을 것이라 기대한다.

2. 이론적 배경

2.1 의학 분야 네트워크 분석 연구

의학 분야에서 네트워크 분석에 대한 연구를 살펴보면, 보건의료분야에서 연구주제분야 네트워크 분석, 연구자 협업네트워크 분석, 유전자 네트워크 분석에 대한 연구가 이루어지고 있다.

첫째, 연구주제분야를 네트워크로 구성하여 연구주제의 동향을 살펴본 연구들이 있다. 이

들 연구들은 연구주제분야와 연구자를 함께 분석하는 경우가 빈번하였다. 보건의료분야 연구 주제와 연구자 네트워크 분석을 통해 보건의료분야 연구주제 동향을 파악한 연구가 있다(장혜란, 2011). 암유전체, 대장암, 인플루엔자를 주제로 하는 논문의 한국 연구자들을 대상으로 가중네트워크를 구성한 후 연결정도 중심성과 매개 중심성을 파악하였다. 이와 유사하게, 대장암분야 연구주제 네트워크를 구축하여 대장암 관련 연구주제 현황 및 연구주제 흐름을 파악한 연구도 있다(손대경, 2011). PubMed에서 검색된 114,764편의 논문에서 최종적으로 234개의 키워드를 선정하여 네트워크 분석을 실시하였다. 시기별로 '선암', '항암제', '병기' 등의 키워드 연결정도 중심성 값이 높게 나타났으며, 2000년 이후 항암치료와 관련된 연구주제, 치료결과, 예후 등과 관련된 주제 비중이 커지고 있었다. 또한 미병에 대한 3,933건의 학술 논문을 네트워크 분석하여 중국 미병 연구에 대한 동향을 분석하여 저자 연구 동향, 학술지 발표 빈도, 지역별 연구 동향, 기관별 연구 동향으로 나누어 네트워크 분석을 실시한 연구가 있다(이재철, 진희정, 2012).

둘째, 연구자들의 협업네트워크 분석을 수행한 사례도 찾아볼 수 있다. 보건의료분야에서 협력연구를 위한 협업네트워크를 구축하여 비가중 중심성 값과 가중 중심성 값을 기준으로 연구자 순위를 계산하고 이의 통계적 유의성이 존재함을 확인하였으며(장혜란, 2015), 정신건강의학과와 학술적 네트워크 구조적 특성을 공저자 네트워크 분석을 통해 파악하고자 하였다(최명제, 2015). 1996년~2013년 사이에 발행된 논문 분석 결과, 정신건강의학과 공저자 네

트위크는 불균일한 척도 없는 네트워크를 보이며, 영향력이 높은 저자와 공저관계를 맺을수록 높은 연구 성과를, 반복적인 공저자 관계를 맺을수록 낮은 연구성과를 보이는 것으로 나타났다. 또한 소아청소년정신의학 분야에서 발행된 학술지의 공저 네트워크 분석을 실시하여 사회 구성원이 네트워크에서 수행하는 역할과 개인이 포함된 네트워크 구조 형태를 파악하고자 하였다(김성완, 최범성, 김봉석, 김경민, 2017). 비연구자들의 협업네트워크 연구 사례도 존재한다. 예를 들어 경기도 내 4개 지역을 대상으로 학교 보건사업 협력 네트워크 분석을 통해 사업 참여자들이 연결선을 살펴보는 학교보건사업 네트워크 특성을 분석하였다(배상수, 2016).

셋째, 유전자 네트워크에 초점을 둔 연구들도 있다. 유전자 네트워크 분석을 통해 심근증 마커유전자를 탐색하는 연구를 수행하여 선천적인 변이가 심근증의 원인이 되는 유전자들과 심근증에 대한 마이크로어레이 데이터를 이용해 소셜네트워크 분석을 실시한 연구가 있다(서명석, 조명지, 손현석, 2018). 이들은 심근증의 예후로 심부전이 나타날 것을 예측할 수 있는 유전자를 선별하여, 환자들이 적절한 조기 치료와 모니터링 받을 수 있는 기회를 제공할 수 있게 하였다.

최근에 이르기까지 의학 분야에서 협업네트워크 분석 연구는 공저 네트워크 분석이 대부분으로, 연구자들 간에 미치는 학술적 영향력 및 사회적 관계에 대한 분석이 주로 다루어졌다. 하지만 의학 진료 분야에서 네트워크 분석에 대한 선행연구가 아직 미비한 상황이기에 의학 협업진료에 대한 연구가 필요하며, 특히 네트워크 분석은 새로운 기여를 할 수 있을 것

으로 판단된다.

2.2 소셜네트워크 분석

본 연구에서 활용한 소셜네트워크 분석의 개념과 중심성 지표에 대해 살펴보고자 한다. 소셜네트워크 분석은 노드(node) 간의 관계적 집합으로 하나 이상의 관계 유형에 의해 연결된 네트워크 구성원(들)의 집합이다. 즉 소셜네트워크는 노드의 집합으로 정의될 수 있으며, 다른 용어로 표현하면 액터(actors)와 관계(ties)로 구성된다(손동원, 2002). 원칙적으로 네트워크 노드로서 서로 연결될 수 있는 구성단위는 무엇이든 액터가 될 수 있다. 소셜네트워크는 관계의 방향성 유무에 따라 방향성 네트워크(directed network)와 비방향성 네트워크(undirected network)가 있다. 의학 진료 협업네트워크는 진료과 사이에서 시작점과 끝점이 있는 방향을 가진 관계를 나타내는 네트워크이다.

소셜네트워크는 유형에 따라 전체 네트워크(full network), 양자 네트워크(dyadic network), 에고 네트워크(ego network)로 나눌 수 있다. 본 연구에서는 연도별 분석을 통해, 2009년, 2014년, 2018년 전체 네트워크를 분석한 후 특정 연도에서 차별성을 보이는 진료과를 선정하여 소셜네트워크의 한 진료과를 중심으로 그 진료과와 다른 진료과 간의 연결로 구성된 소셜네트워크인 에고-네트워크를 분석하였다.

네트워크의 응집성(cohesion)을 측정하기 위한 지표는 연결정도, 밀도, 포괄성, 군집화계수, 이행성 등이 있다(박중학, 조운호, 2011; Frank & Harary, 1982; Wasserman & Faust, 2009). 또한 네트워크에서 구조상 특정 액터가 중심에 위

치하는 정도를 측정하는 연결정도 중심성(degree centrality), 근접중심성(closeness centrality), 매개중심성(betweenness centrality)이 있으며, 네트워크 전체 관점에서 각 중심성 값의 균등도를 측정하는 연결정도집중성(degree centralization), 근접집중성(closeness centralization), 매개집중성(betweenness centralization) 등이 있다 (곽기영, 2017; 손동원, 2002; Wasserman & Faust, 2009).

본 연구에서는 먼저 연도별 네트워크의 연결정도, 밀도 등을 통해 네트워크의 결속정도를 판단하고, 중심에 집중된 정도를 파악하고자 연결정도중심성, 근접중심성, 매개중심성, 아이겐벡터중심성을 이용하였다. 연결중심성은 특정 노드가 다른 노드와 직접적인 연결을 얼마나 빈번히 이루고 있는가를 나타내는 척도이며, 근접중심성은 노드 간 최단경로 거리합의 역수로 계산할 수 있고, 이의 값이 클수록 다른 노드와 가깝게 위치하고 있다는 의미인 반면, 매개중심성은 노드와 노드를 연결시켜주는 정도를 나타내며 브릿지(bridge) 역할 정도를 측정하는 지표이다

(곽기영, 2017; 김용학, 2003; 손동원, 2002).

3. 연구방법

3.1 자료 수집

본 연구에서는 서울 소재 A대학병원에서 이루어진 진료과의 협업 진료에 대한 자료를 대상으로 네트워크 분석을 실시하였다. 정식으로 병원 쪽에 연구 협조를 요청하여 2009년, 2014년, 2018년도 진료과 사이에 이루어진 협업 진료 자료를 수집하였으며, 자료는 <그림 2>와 같이 협업 요청 의뢰일, 의뢰과, 협업 요청에 대한 회신일, 협업 요청하는 희망과, 실시여부로 이루어져있다. 협업 진료는 각 년도의 날씨, 자연재해, 재난 등과 같은 특수성과 밀접한 영향을 주고받으나, 2009년, 2014년, 2018년에는 특수한 상황이 발생하지 않아 해당 년도의 협업 진료 결과를 토대로 결과를 일반화하는 것이 타당하다고 판단할 수 있다.

의뢰일	의뢰과	회신일	희망과	실시여부
2009-01-20	중앙혈액내과	2009-01-20	감염내과	Y
2009-02-05	감염내과	2009-02-05	내분비내과	Y
2009-01-31	산부인과	2009-01-30	감염내과	Y
2009-04-01	순환기내과	2009-04-01	신장내과	Y
2009-04-06	안과	2009-04-06	순환기내과	Y
2009-10-14	가정의학과	2009-10-19	대장항문외과	Y
2009-10-16	신경과	2009-10-19	의료사회사업팀	Y
2009-10-19	신장내과	2009-10-19	감염내과	Y
2009-10-06	이비인후과		순환기내과	N
2009-10-19	대장항문외과	2009-10-20	호흡기내과	Y
2009-10-19	가정의학과	2009-10-27	재활의학과	Y
2009-10-19	유방내분비외과		유방내분비외과	N
2009-10-19	신경외과	2009-10-20	약제팀	Y
2009-10-19	내분비내과		호흡기내과	N
2009-10-13	가정의학과		신경과	N
2009-10-13	호흡기내과		신경과	N
2009-10-19	소화기내과	2009-10-20	신경과	Y

<그림 2> 2009년 진료과 협업 진료(컨설팅) 실시 자료

본 연구에서는 실제로 진료과 사이에 협업이 이루어진 진료를 대상으로 하기 때문에, 협업 요청이 이루어졌으나 회신 되지 않은, 즉 진료과 사이의 협업 진료가 이루어지지 않은 경우는 제외하였다.

자료의 실시여부에서 'N'으로 나타난 자료(점선)를 제외하였다. <표 1>은 연도별 및 계절별 서울소재 A대학병원에서 발생한 진료과 협업 진료(컨설팅) 의뢰건수 및 실제 협업 진료 실시된 수를 나타낸 것이다.

2009년 진료과 협업 의뢰건수 108,363건 중 실제로 협업 진료가 이루어진(실시여부 Y) 40,709건을 대상으로 네트워크 분석을 하였다. 2014년 진료과 협업(컨설팅) 의뢰건수 133,598건 중 실제로 협업 진료가 이루어진 57,005건을 대상으로, 2018년 진료과 협업 의뢰건수 210,978건 중 실제로 협업 진료가 이루어진 73,794건을 대상으로 네트워크 분석 프로그램인 UCINET 6.689 활용하여 분석을 실시하였다. 본 연구에서 노드는 29개 진료과이며, 라인은 진료과 사이의 협업 진료 관계이다. 진료과는 총 29개로, 가나다순으로 정리하면 가정의학과, 간담췌외과, 내분비내과, 대장항문외과, 류마티스내과, 방사선종양학과, 비뇨의학과, 산부인과, 성형외과, 소아청소년과, 소화기내과, 순환기내과, 신경과, 신경외과, 신장내과, 안과, 위장관외과(상부), 유방내분비외과, 응급의학과, 이비인후과,

이식혈관외과, 재활의학과, 정신건강의학과, 정형외과, 치과, 피부과, 혈액종양내과, 호흡기내과, 흉부외과이다.

네트워크 분석을 실시한 결과를 바탕으로 A대학병원에서 근무하고 있는 전공의를 대상으로 인터뷰 자료를 수집하였다. 전문적인 의학 분야에 대한 네트워크 분석인 만큼 자의적인 해석이 아닌 객관적인 분석결과를 얻기 위해, 실제 협업 진료가 일어나고 있는 A대학병원 전공자들의 의학 지식과 견해가 필요하다고 판단하여 인터뷰 데이터 분석을 수행하였다. 인터뷰 대상자들은 네트워크 분석 대상이 되는 A대학병원에서 5년 이상의 근무 경험을 가지고 있으며, 인터뷰는 대상자와 마주 앉아서 미리 준비된 질문지와 분석 결과를 이용하여 질문하고 답변을 기록하는 형식으로 진행되었다. 인터뷰를 진행하기 앞서, 유선 및 메일을 통해 본 네트워크 분석에 대한 목적과 취지를 설명하며 결과를 미리 제공하였다.

3.2 전처리 분석

본 연구에서 진료과 별 협업 진료(컨설팅) 자료는 계량/방향 매트릭스이다. 2009년 계량/방향 매트릭스는 29개 진료과 노드, 40,709건의 협업 진료(컨설팅) 라인으로 나타난 엣지(라인)의 가중치가 반영된 가중 네트워크 구조이

<표 1> 연도별, 계절별 협업 진료 의뢰건수, 실제 진료건수

연도	2009	2014	2018		
			1월~12월	여름(6, 7, 8월)	겨울(1, 11, 12월)
의뢰 건수	108,363	133,598	210,978	60,287	31,247
실제 협업 진료수 (실제 컨설팅 실시)	40,709	57,005	73,794	19,106	10,745

다. 진료과별 협업 진료 네트워크의 차원을 줄여 네트워크를 단순화하기 위해, 계량 그래프를 관계의 유무만이 관심의 대상인 이진 그래프로 변환하였다.

본 연구에서는 2009년, 2014년, 2018년 진료과 협업 진료수 중 협업 진료(컨설팅) 건수가 100보다 큰 경우, 즉 101건 이상인 경우에만 연결관계가 존재하는 것으로 가정하여, 101이상인 셀은 1로 변환하고, 그 미만인 셀은 0으로 대체하여 이진 매트릭스를 생성하였다. 그 결과 2009년 진료과 이진/방향 매트릭스 및 29개의 진료과 노드 사이에 115건의 협업 진료(컨설팅) 라인이 존재하는 네트워크 구조가 나타났다.

4. 분석 결과

4.1 연도별 분석

4.1.1 2009년 네트워크

2009년 이진 네트워크 연결정도의 합은 115이며, 연결정도 평균은 3.97, 밀도는 0.14이다. 진료과들이 평균적으로 3~4개의 협업 관계로 엮여있음을 의미한다. 협업 진료를 요청하는 진료과 중 소화기내과가 중심적인 진료과이며, 다음으로 신경외과, 정형외과, 이비인후과가 0.3 이상의 연결중심성을 보인다(〈표 2〉 참조).

협업 진료를 요청 받는 진료과를 살펴보면 안과, 호흡기내과(표준화 액터 연결중심성 0.464)가 가장 중심적인 진료과이다. 다음으로 내분비외과, 순환기내과, 신경과, 신장내과, 이비인후과 순으로 높은 중심성을 보이며, '응급의학과', '이식혈관외과'가 고립노드로 존재한다. 네

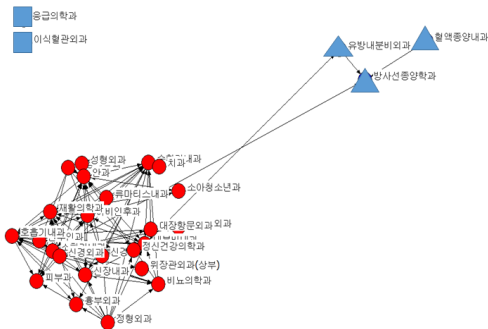
트워크 내의 중요한 액터, 리더나 영향력 있는 구성원을 가장 잘 포착하는 중심성인 매개중심성은 소화기내과, 순환기내과, 안과 순으로 나타났다. 2009년 네트워크에서는 29개 진료과 중 13개 분과만이 매개 역할을 수행하고 있다. 다른 진료과들과 얼마나 근접해 있는지에 대한 거리를 파악하여 얼마나 중심에 위치하는지를 나타내는 컨설팅을 요청하는 진료과의 근접중심성은 신경외과 > 정신건강의학과 > 가정의학과 > 류마티스내과 > 소화기내과 > 정형외과 순으로 높은 근접중심성을 나타내고 있다. 컨설팅을 요청받는 진료과의 근접중심성은 방사선종양학과 > 재활의학과 > 정신건강의학과 > 안과 > 호흡기내과 > 내분비외과 순으로 높은 근접중심성을 나타내고 있다. 2009년 진료과의 근접중심성은 모두 0.2 이하의 수치를 보이고 있다.

2009년 아이겐벡터 중심성은 소화기내과 > 호흡기내과 > 순환기내과 순으로 0.3이상의 아이겐벡터 중심성 값을 보인다. 아이겐벡터 중심성은 연결된 다른 액터의 중심성을 가중치로 하여 계산된 연결관계의 정도로, 낮은 연결정도를 갖는 진료과라도 높은 연결정도중심성을 가진 다른 진료과와 연결되어 있으면, 그렇지 못한 높은 연결정도를 갖는 진료과 보다 더 높은 아이겐벡터 중심성을 가질 수 있다.

2009년 네트워크의 서브그룹을 살펴보기 위해, 서브그룹 내에는 밀도가 높으며 서브그룹 간에는 밀도가 낮도록 네트워크를 지정한 숫자만큼의 서브그룹을 분할하는 팩션분석을 실시하였다. 팩션분석은 필요로 하는 서브그룹의 개수를 지정한 후, 이에 대한 적합도를 계산하고 일부의 노드를 다른 서브그룹으로 이동한 후 적합도를 다시 계산하여 적합도가 증가하는지를

〈표 2〉 2009년 중심성 지수값

진료과	외향 연결 중심성	진료과	내향 연결 중심성	진료과	매개 중심성	진료과	아이겐 벡터 중심성	진료과	외향 근접 중심성	진료과	내향 근접 중심성
소화기내과	0.536	안과	0.464	소화기내과	13.304	소화기내과	0.33	혈액종양내과	28	순환기내과	0.966
신경외과	0.464	호흡기내과	0.464	순환기내과	9.665	호흡기내과	0.316	소화기내과	1.217	내분비외과	0.875
정형외과	0.393	내분비내과	0.393	안과	8.585	순환기내과	0.307	신경외과	1.037	신경과	0.848
이비인후과	0.357	순환기내과	0.071	호흡기내과	7.878	신경외과	0.293	이비인후과	1.000	신장내과	0.848
순환기내과	0.286	재활의학과	0.357	이비인후과	7.857	안과	0.271	순환기내과	0.933	소화기내과	0.824
신장내과	0.250	신경과	0.214	내분비내과	6.258	내분비내과	0.268	정형외과	0.933	안과	0.824
호흡기내과	0.250	신장내과	0.250	신장내과	3.045	신장내과	0.267	비뇨의학과	0.875	신경외과	0.778
내분비내과	0.214	이비인후과	0.250	산부인과	0.551	이비인후과	0.267	산부인과	0.778	재활의학과	0.778
비뇨의학과	0.214	비뇨기내과	0.214	유방내분비외과	0.538	재활의학과	0.242	내분비외과	0.757	치과	0.778
가정의학과	0.179	정신건강의학과	0.214	비뇨의학과	0.481	정형외과	0.242	신장내과	0.757	이비인후과	0.683
안과	0.179	피부과	0.214	신경과	0.261	신경과	0.232	호흡기내과	0.757	정신건강의학과	0.683
산부인과	0.143	흉부외과	0.143	소아청소년과	0.212	비뇨의학과	0.214	안과	0.737	피부과	0.683
신경과	0.143	방사선종양학과	0.107	피부과	0.097	피부과	0.169	신경과	0.677	흉부외과	0.667
소아청소년과	0.107	비뇨의학과	0.107	성형외과	0.000	정신건강의학과	0.144	가정의학과	0.657	비뇨의학과	0.622
대장항문외과	0.071	산부인과	0.071	가정의학과	0.000	산부인과	0.122	대장항문외과	0.651	호흡기내과	0.583
류마티스내과	0.071	소아청소년과	0.071	간담체외과	0.000	흉부외과	0.108	소아청소년과	0.636	류마티스내과	0.571
유방내분비외과	0.071	간담체외과	0.036	위장관외과(상부)	0.000	가정의학과	0.091	치과	0.560	혈액종양내과	0.560
성형외과	0.036	대장항문외과	0.036	대장항문외과	0.000	대장항문외과	0.089	류마티스내과	0.538	방사선종양학과	0.538
치과	0.036	위장관외과(상부)	0.036	류마티스내과	0.000	소아청소년과	0.073	유방내분비외과	0.528	산부인과	0.509
피부과	0.036	유방내분비외과	0.036	방사선종양학과	0.000	류마티스내과	0.055	피부과	0.509	대장항문외과	0.500
혈액종양내과	0.036	가정의학과	0.000	이식혈관외과	0.000	방사선종양학과	0.034	흉부외과	0.509	위장관외과(상부)	0.500
흉부외과	0.036	류마티스내과	0.000	재활의학과	0.000	간담체외과	0.031	성형외과	0.483	이식혈관외과	0.500
간담체외과	0.000	성형외과	0.000	정신건강의학과	0.000	위장관외과(상부)	0.031	간담체외과	0.000	정형외과	0.500
방사선종양학과	0.000	신경외과	0.000	정형외과	0.000	치과	0.029	방사선종양학과	0.000	간담체외과	0.491
위장관외과(상부)	0.000	응급의학과	0.000	치과	0.000	유방내분비외과	0.028	위장관외과(상부)	0.000	성형외과	0.491
응급의학과	0.000	이식혈관외과	0.000	응급의학과	0.000	성형외과	0.025	응급의학과	0.000	소아청소년과	0.491
이식혈관외과	0.000	정형외과	0.000	혈액종양내과	0.000	혈액종양내과	0.003	이식혈관외과	0.000	가정의학과	0.000
재활의학과	0.000	치과	0.000	신경외과	0.000	응급의학과	0.000	재활의학과	0.000	유방내분비외과	0.000
정신건강의학과	0.000	혈액종양내과	0.000	흉부외과	0.000	이식혈관외과	0.000	정신건강의학과	0.000	응급의학과	0.000



C1	유방내분비외과, 방사선종양학과, 혈액종양내과
C2	순환기내과, 이비인후과, 정신건강의학과, 신경과, 흉부외과, 안과, 정형외과, 이식혈관외과, 비뇨의학과, 신경외과, 대장항문외과, 피부과, 재활의학과, 비뇨의학과, 호흡기내과, 내분비내과, 소화기내과, 신장내과, 류마티스내과, 소아청소년과, 성형외과, 간담체외과, 가정의학과, 치과, 산부인과, 대장항문외과, 비뇨의학과
C3	응급의학과, 이식혈관외과

〈그림 3〉 2009년 네트워크 팩션분석 결과 서브그룹

살펴본다. 더 이상의 적합도 개선이 이루어지지 않으면 그 단계에서 생성된 서브그룹 분할 결과가 원하는 서브그룹이 된다. 이와 같은 절차로

진행된 2009년 네트워크 팩션분석은 적합도가 206이며, 〈그림 3〉과 같이 3개의 그룹으로 분할되었다.

4.1.2 2009년 예고 네트워크 분석

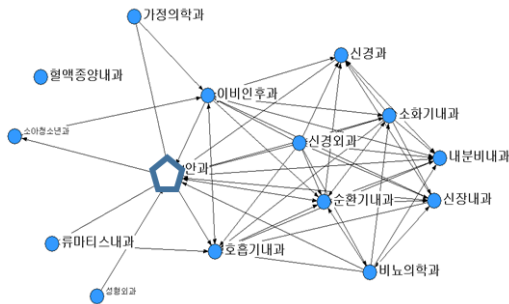
2009년 전체 네트워크를 분석한 다음, 진료과 액터를 좀 더 자세히 분석하고자 예고 네트워크 분석을 실시하였다. 예고 네트워크는 예고(ego)라고 중심이 되는 하나의 액터와 그 액터와 직접 연결된 알터(alter)라 불리는 다른 액터들, 그리고 이들 알터들 간의 연결로 구성된다(〈표 3〉 참조).

‘안과’ 진료과는 2009년 네트워크에서 14개 진료과의 액터를 가지고 있으며, ‘안과’ 진료과와 14개 진료과들 간의 연결정도 합은 8이고, 노드의 개수는 14이므로 연결정도 평균은 0.57이며, ‘안과’ 진료과의 밀도는 0.280이다.

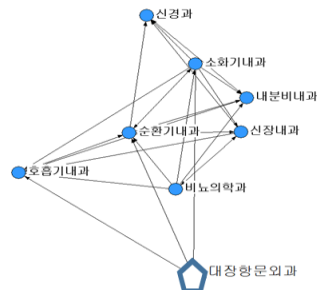
안과는 14개 진료과와 협업 진료 관계를 유지하고 있으며, ‘대장항문외과’ 진료과는 2009년 네트워크에서 3개 진료과(순환기내과, 호흡기내

〈표 3〉 2009년 예고 네트워크 특성

진료과	노드 (알터) 개수	연결정도 평균	밀도	진료과	노드 (알터) 개수	연결정도 평균	밀도
가정의학과	5	0.600	0.150	안과	14	3.643	0.280
간담체외과	1	0.000	-	위장관외과(상부)	1	0.000	-
내분비내과	12	3.917	0.356	유방내분비외과	2	0.000	0.000
대장항문외과	3	1.667	0.833	응급의학과	0	-	-
류마티스내과	2	0.500	0.500	이비인후과	12	4.167	0.379
방사선종양학과	3	0.000	0.000	이식혈관외과	0	-	-
비뇨의학과	8	4.000	0.571	재활의학과	10	4.300	0.478
산부인과	5	1.800	0.450	정신건강의학과	6	1.500	0.300
성형외과	1	0.000	-	정형외과	11	3.455	0.345
소아청소년과	3	0.667	0.333	치과	1	0.000	-
소화기내과	18	3.944	0.232	피부과	7	2.286	0.381
순환기내과	15	4.333	0.310	혈액종양내과	1	0.000	-
신경과	9	4.222	0.528	호흡기내과	16	4.063	0.271
신경외과	13	4.769	0.397	흉부외과	4	1.5	0.500
신장내과	11	4.273	0.427				



〈그림 4〉 2009년 ‘안과’ 진료과 예고 네트워크



〈그림 5〉 2009년 ‘대장항문외과’ 진료과 예고 네트워크

과, 소화기내과)의 액터를 가지고 있다. '대장항문외과'의 밀도는 0.833로, 예고네트워크 중 가장 높은 밀도를 보이고 있다.

4.1.3 2014년 네트워크

2014년 이전 네트워크 연결정도의 합은 167이며, 연결정도 평균은 5.76, 밀도는 0.21이다. 진료과들이 평균적으로 5~6개의 협업 관계로 엮여있음을 의미한다(<표 4> 참조).

2014년 네트워크에서 협업 요청을 내보내는 진료과 연결정도 관점에서 살펴보면, 2009년의

네트워크와 동일하게 소화기내과가 가장 중심적인 진료과이다. 소화기내과 다음으로 신경외과, 혈액종양내과, 정형외과, 순환기내과 순으로 중심성을 갖는다. 2009년 네트워크와 상이하게 혈액종양내과가 3번째로 높은 중심성을 보이고 있다. 협업 요청을 받는 진료과를 살펴보면 연결정도 관점에서 순환기내과가 네트워크에서 가장 중심적인 진료과이다. 2009년 네트워크에서 가지는 연결중심성보다 훨씬 높은 연결중심성을 갖고 있는 것으로 나타났다. 다음으로 호흡기내과가 높은 중심성을 보이며,

<표 4> 2014년 중심성 지수값

진료과	외향 연결 중심성	진료과	내향 연결 중심성	진료과	매개 중심성	진료과	아이젠 벡터 중심성	진료과	외향 근접 중심성	진료과	내향 근접 중심성
소화기내과	0.786	순환기내과	0.571	소화기내과	27.946	소화기내과	0.31	소화기내과	0.609	안과	0.89
신경외과	0.536	호흡기내과	0.536	안과	21.209	순환기내과	0.302	신경외과	0.528	순환기내과	0.418
혈액종양내과	0.500	소화기내과	0.464	순환기내과	10.488	호흡기내과	0.291	혈액종양내과	0.509	피부과	0.412
정형외과	0.429	안과	0.464	신장내과	8.441	신장내과	0.272	이비인후과	0.491	호흡기내과	0.412
순환기내과	0.393	피부과	0.464	신경과	7.398	혈액종양내과	0.268	정형외과	0.491	내분비외과	0.394
신장내과	0.393	내분비내과	0.429	호흡기내과	7.233	신경외과	0.267	순환기내과	0.475	신경과	0.389
이비인후과	0.393	재활의학과	0.429	피부과	6.529	신경과	0.252	신장내과	0.475	신장내과	0.389
신경과	0.321	신경과	0.393	이비인후과	5.868	내분비외과	0.248	신경과	0.459	재활의학과	0.384
호흡기내과	0.321	신장내과	0.393	신경외과	4.071	정형외과	0.234	호흡기내과	0.452	정신건강의학과	0.373
흉부외과	0.286	이비인후과	0.286	혈액종양내과	3.832	피부과	0.233	흉부외과	0.444	소화기내과	0.368
안과	0.214	정신건강의학과	0.286	정신건강의학과	3.320	재활의학과	0.226	대장항문외과	0.431	이비인후과	0.346
대장항문외과	0.179	혈액종양내과	0.179	흉부외과	0.595	안과	0.221	비뇨의학과	0.424	방사선종양학과	0.341
비뇨의학과	0.179	흉부외과	0.179	소아청소년과	0.553	이비인후과	0.207	산부인과	0.424	흉부외과	0.326
산부인과	0.179	방사선종양학과	0.143	내분비외과	0.546	흉부외과	0.185	간담쇄외과	0.406	신경외과	0.322
내분비내과	0.143	신경외과	0.143	재활의학과	0.417	정신건강의학과	0.179	안과	0.384	소아청소년과	0.315
소아청소년과	0.143	정형외과	0.107	정형외과	0.266	대장항문외과	0.111	소아청소년과	0.364	이식혈관외과	0.315
가정의학과	0.107	대장항문외과	0.071	비뇨의학과	0.019	비뇨의학과	0.11	내분비외과	0.354	비뇨의학과	0.308
간담쇄외과	0.107	비뇨의학과	0.071	간담쇄외과	0.000	산부인과	0.11	유방내분비외과	0.35	위장관외과(상부)	0.301
유방내분비외과	0.107	소아청소년과	0.071	류마티스내과	0.000	유방내분비외과	0.075	치과	0.341	혈액종양내과	0.298
류마티스내과	0.071	간담쇄외과	0.036	대장항문외과	0.000	방사선종양학과	0.073	가정의학과	0.322	류마티스내과	0.289
성형외과	0.036	류마티스내과	0.036	유방내분비외과	0.000	간담쇄외과	0.07	류마티스내과	0.298	정형외과	0.289
재활의학과	0.036	산부인과	0.036	산부인과	0.000	소아청소년과	0.068	성형외과	0.292	대장항문외과	0.286
정신건강의학과	0.036	성형외과	0.036	성형외과	0.000	류마티스내과	0.059	피부과	0.289	유방내분비외과	0.286
치과	0.036	위장관외과(상부)	0.036	위장관외과(상부)	0.000	가정의학과	0.052	정신건강의학과	0.233	간담쇄외과	0.283
피부과	0.036	유방내분비외과	0.036	치과	0.000	치과	0.044	재활의학과	0.197	산부인과	0.283
방사선종양학과	0.000	이식혈관외과	0.036	응급의학과	0.000	성형외과	0.038	방사선종양학과	0.125	성형외과	0.259
위장관외과(상부)	0.000	치과	0.036	방사선종양학과	0.000	위장관외과(상부)	0.024	위장관외과(상부)	0.125	치과	0.243
응급의학과	0.000	가정의학과	0.000	이식혈관외과	0.000	이식혈관외과	0.021	응급의학과	0.000	가정의학과	0.125
이식혈관외과	0.000	응급의학과	0.000	가정의학과	0.000	응급의학과	0.000	이식혈관외과	0.000	응급의학과	0.000

소화기내과, 안과, 피부과 순으로 높은 중심성을 보이는 것으로 나타났으며, '응급의학과'가 고립노드로 존재한다.

2014년 네트워크에서는 29개 진료과 중 17개 분과만이 매개 역할을 수행한다. 소화기내과의 매개중심성이 가장 크며, 그 다음 안과, 순환기내과, 신장내과 순으로 10 이상의 매개중심성을 보인다. 2014년 네트워크의 근접중심성을 살펴보면, 컨설팅을 요청하는 진료과의 근접중심성은 소화기내과 > 신경외과 > 혈액종양내과 > 이비인후과 > 정형외과 > 순환기내과 순으로 높은 근접중심성을 나타내고 있다. 협업을 요청받는 진료과의 근접중심성은 순환기내과 > 안과 = 피부과 = 호흡기내과 > 내분비외과 > 신경과 = 신장내과 순으로 높은 근접중심성을 나타내고 있다. 2009년 진료과의 근접중심성이 모두 0.1~0.2 사이의 값을 가진 것과 비교해보면, 2014년 진료과 근접중심성은 4개

의 진료과를 제외하고는 모두 0.2 이상을, 소화기내과, 안과, 신경외과의 근접중심성이 0.5 이상의 값을 나타낸다.

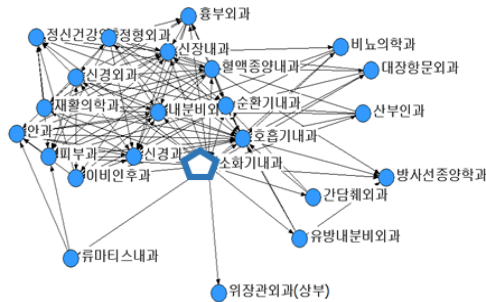
2014년 아이젠벡터 중심성은 소화기내과, 순환기내과가 0.3이상의 아이젠벡터 중심성 값을 가지고 있으며, 호흡기내과 > 신장내과 > 혈액종양내과 순으로 높은 아이젠벡터 중심성을 보인다.

4.1.4 2014년 예고 네트워크 분석

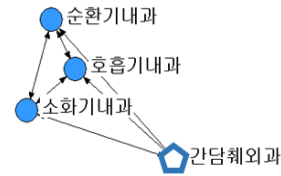
2009년 예고 네트워크를 살펴본 결과, '소화기내과' 진료과는 2014년 네트워크에서 가장 많은 22개 진료과의 액터를 가지고 있으며, 연결정도 평균은 5.364이다. '간담체외과' 진료과는 2014년 네트워크에서 3개 진료과의 액터를 가지고 있으며, 연결정도 평균은 2이며, 밀도는 1이다. 진료과 중에서 가장 높은 밀도를 보이고 있다(<표 5> 참조).

<표 5> 2014년 예고 네트워크 특성

진료과	노드 (알터) 개수	연결정도 평균	밀도	진료과	노드 (알터) 개수	연결정도 평균	밀도
가정의학과	3	0.333	0.167	안과	14	4.929	0.379
간담체외과	3	2.000	1.000	위장관외과(상부)	1	0.000	-
내분비내과	14	6.214	0.478	유방내분비외과	4	2.000	0.667
대장항문외과	5	3.200	0.800	응급의학과	0	-	-
류마티스내과	3	1.000	0.500	이비인후과	11	5.273	0.527
방사선종양학과	4	1.750	0.583	이식혈관외과	1	0.000	-
비뇨의학과	5	2.800	0.700	재활의학과	13	5.154	0.429
산부인과	5	2.800	0.700	정신건강의학과	9	4.889	0.611
성형외과	2	0.500	0.500	정형외과	12	6.083	0.553
소아청소년과	4	0.500	0.167	치과	2	0.500	0.500
소화기내과	22	5.364	0.255	피부과	14	5.143	0.396
순환기내과	20	6.000	0.316	혈액종양내과	16	6.125	0.408
신경과	13	6.846	0.571	호흡기내과	19	6.105	0.339
신경외과	15	6.733	0.81	흉부외과	9	5.333	0.667
신장내과	17	5.941	0.371				



〈그림 6〉 2014년 ‘소화기내과’ 진료과 예고 네트워크



〈그림 7〉 2014년 ‘간담체외과’ 진료과 예고 네트워크

4.1.5 2018년 네트워크

2018년 네트워크 연결정도의 합은 210이며, 연결정도 평균은 7.24(=210/29)이다. 진료과들이 평균적으로 7~8개의 협업 관계로 얽여있음을 의미한다. 네트워크를 비교해 보면, 시간이 지날수록 진료과들의 연결정도가 점점 증가하고 있다. 밀도는 2009년 0.14, 2014년 0.21, 2018년 0.26 값을 갖는다. 시간이 지날수록 진료과 네트워크의 밀도 역시 증가하는 추세를 보이고 있다 (<표 6> 참조).

2018년 네트워크에서 협업을 요청하는 진료과 연결정도 관점에서 살펴보면, 2009년, 2014년 네트워크에서 가장 중심적인 진료과로 나타난 소화기내과가 아닌, 순환기내과(표준화 액터 연결중심성 0.679)가 가장 중심적인 진료과이다. 협업 요청을 받는 진료과를 살펴보면 연결정도 관점에서 소화기내과(표준화 액터 연결중심성 0.786)이 네트워크에서 가장 중심적인 진료과이다. 2009년, 2014년 네트워크에서 가지는 연결중심성보다 훨씬 높은 연결중심성을 갖고 있는 것으로 나타났다. 2018년 네트워크에서 ‘응급의학과’가 고립노드로 존재한다. 3개 연도에서 ‘응급의학과’ 진료과가 모두 고립노드

로 존재하고 있음을 알 수 있다.

2018년 네트워크에서 소화기내과의 매개중심성이 가장 크며, 순환기내과 > 안과 > 호흡기내과 > 이비인후과 > 내분비내과 순으로 나타났으며, 2014년 네트워크에서 매개중심성은 소화기내과 > 안과 > 순환기내과 > 신장내과 > 신경과 > 호흡기내과 순으로 나타났다.

2018년 네트워크에서 매개중심성은 소화기내과 > 순환기내과 > 신경외과 > 신경내과 > 안과 > 호흡기내과 순으로 나타났다. 2009년, 2014년, 2018년 네트워크에서 8개 진료과인 응급의학과, 대장항문외과, 가정의학과, 간담체외과, 위장관외과(상부), 치과, 방사선종양학과, 이식혈관외과 진료과는 3개 연도에서 어떠한 매개 역할도 수행하지 않았다. 2018년 네트워크에서는 18개 분과만이 매개 역할을 수행하며, 소화기내과의 매개중심성이 가장 크며, 순환기내과순으로 10 이상의 매개중심성을 보인다.

2018년 네트워크의 근접중심성을 살펴보면, 컨설팅을 요청하는 진료과의 근접중심성은 순환기내과 > 내분비외과 > 신경과=신장내과 > 소화기내과=안과 순으로 높은 근접중심성을 나타내고 있다. 컨설팅을 요청받는 진료과의 근접중심

〈표 6〉 2018년 중심성 지수값

진료과	외향 연결 중심성	진료과	내향 연결 중심성	진료과	매개 중심성	진료과	아이겐 벡터 중심성	진료과	외향 근접 중심성	진료과	내향 근접 중심성
순환기내과	0.679	소화기내과	0.786	소화기내과	16.900	소화기내과	0.294	순환기내과	0.571	소화기내과	0.61
호흡기내과	0.607	신경외과	0.593	순환기내과	10.809	순환기내과	0.294	호흡기내과	0.549	신경외과	0.571
내분비외과	0.571	혈액종양내과	0.571	신경외과	9.831	호흡기내과	0.288	내분비외과	0.538	혈액종양내과	0.571
소화기내과	0.536	순환기내과	0.536	신장내과	9.063	신장내과	0.272	피부과	0.538	순환기내과	0.561
신경과	0.536	신장내과	0.596	안과	7.249	신경과	0.270	신경과	0.528	신장내과	0.560
신장내과	0.536	호흡기내과	0.536	호흡기내과	6.585	내분비내과	0.264	신장내과	0.528	호흡기내과	0.56
안과	0.500	정형외과	0.464	이비인후과	2.350	신경외과	0.255	소화기내과	0.519	이비인후과	0.528
신경외과	0.464	이비인후과	0.429	혈액종양내과	2.033	혈액종양내과	0.25	안과	0.519	정형외과	0.528
재활의학과	0.464	신경과	0.393	신경과	1.499	정형외과	0.210	신경외과	0.500	신경과	0.519
피부과	0.393	비뇨의학과	0.387	내분비내과	0.774	재활의학과	0.209	재활의학과	0.500	비뇨의학과	0.509
정신건강의학과	0.357	대장항문외과	0.286	산부인과	0.408	비뇨의학과	0.203	정신건강의학과	0.500	흉부외과	0.483
이비인후과	0.286	흉부외과	0.286	재활의학과	0.269	이비인후과	0.201	이비인후과	0.459	가정의학과	0.475
혈액종양내과	0.286	간담체외과	0.250	정형외과	0.254	안과	0.197	혈액종양내과	0.459	대장항문외과	0.475
비뇨의학과	0.214	산부인과	0.250	비뇨의학과	0.191	피부과	0.185	비뇨의학과	0.431	산부인과	0.475
흉부외과	0.214	내분비내과	0.214	성형외과	0.134	정신건강의학과	0.184	흉부외과	0.431	간담체외과	0.467
방사선종양학과	0.143	안과	0.214	소아청소년과	0.097	흉부외과	0.177	방사선종양학과	0.418	내분비외과	0.459
이식혈관외과	0.036	가정의학과	0.179	정신건강의학과	0.042	대장항문외과	0.148	치과	0.412	유방내분비외과	0.444
치과	0.143	유방내분비외과	0.179	류마티스내과	0.029	산부인과	0.138	류마티스내과	0.406	안과	0.438
류마티스내과	0.107	소아청소년과	0.107	응급의학과	0.000	간담체외과	0.129	정형외과	0.400	위장관외과(상부)	0.400
정형외과	0.107	류마티스내과	0.071	대장항문외과	0.000	가정의학과	0.093	산부인과	0.373	성형외과	0.394
대장항문외과	0.071	성형외과	0.071	유방내분비외과	0.000	류마티스내과	0.082	대장항문외과	0.368	재활의학과	0.384
산부인과	0.071	위장관외과(상부)	0.074	가정의학과	0.000	치과	0.072	위장관외과(상부)	0.368	소아청소년과	0.378
성형외과	0.071	이식혈관외과	0.036	간담체외과	0.000	방사선종양학과	0.062	이식혈관외과	0.368	이식혈관외과	0.378
간담체외과	0.036	재활의학과	0.036	위장관외과(상부)	0.000	위장관외과(상부)	0.061	간담체외과	0.364	치과	0.378
소아청소년과	0.037	정신건강의학과	0.036	치과	0.000	유방내분비외과	0.057	성형외과	0.364	류마티스내과	0.329
위장관외과(상부)	0.036	치과	0.036	피부과	0.000	소아청소년과	0.042	소아청소년과	0.364	정신건강의학과	0.206
가정의학과	0.000	방사선종양학과	0.000	방사선종양학과	0.000	성형외과	0.035	가정의학과	0.200	방사선종양학과	0.200
유방내분비외과	0.000	응급의학과	0.000	이식혈관외과	0.000	이식혈관외과	0.019	유방내분비외과	0.200	응급의학과	0.000
응급의학과	0.000	피부과	0.000	흉부외과	0.000	응급의학과	0.000	응급의학과	0.000	피부과	0.000

성은 소화기내과 > 신경외과= 혈액종양내과 > 순환기내과= 신장내과= 호흡기내과 순으로 높은 근접중심성을 나타내고 있다. 2009년, 2014년 진료과의 근접중심성과 비교해보면, 2018년 진료과 근접중심성은 모두 0.2 이상의 값을 가지고 있다. 2008년, 2014년, 2018년 3개 연도에서 '응급의학과' 진료과가 모두 고립노드로 존재한다.

2018년 네트워크의 아이겐벡터 중심성을 살펴보면, 소화기내과와 순환기내과가 0.294로 가장 높은 아이겐벡터 값을 가지고 있다. 이는 소화기내과와 순환기내과 진료과와 연결된 진료

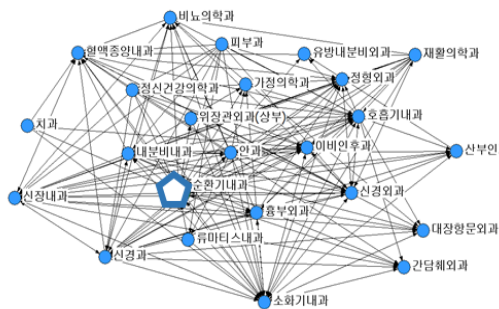
과들이 많은 연결관계를 갖고 있음을 의미한다.

4.1.6 2018년 예고 네트워크 분석

2009년 예고 네트워크의 경우, '순환기내과' 진료과는 2018년 네트워크에서 가장 많은 23개 진료과의 액터를 가지고 있으며, 연결정도 평균은 7.0432이며, 밀도는 0.320 이었다. '호흡기내과' 진료과는 2018년 네트워크에서 22개 진료과의 액터를 가지고 있으며, 연결정도 평균은 7.182이며, 밀도는 0.342 이었다(〈표 7〉 참조).

〈표 7〉 2018년 예고 네트워크 특성

진료과	노드 (알터) 개수	연결정도 평균	밀도	진료과	노드 (알터) 개수	연결정도 평균	밀도
가정의학과	5	3.6	0.900	안과	14	6.214	0.478
간담체외과	7	4.714	0.786	위장관외과(상부)	3	2.000	1.000
내분비내과	18	8.167	0.480	유방내분비외과	5	1.000	0.250
대장항문외과	8	6.000	0.857	응급의학과	0	-	-
류마티스내과	5	2.200	0.550	이비인후과	13	6.692	0.558
방사선종양학과	4	1.750	0.583	이식혈관외과	1	0.000	-
비뇨의학과	12	7.833	0.712	재활의학과	13	7.923	0.660
산부인과	8	5.125	0.732	정신건강의학과	11	7.182	0.718
성형외과	3	0.333	0.167	정형외과	13	7.000	0.583
소아청소년과	3	0.667	0.333	치과	4	3.000	1.000
소화기내과	23	6.913	0.314	피부과	11	6.636	0.664
순환기내과	23	7.043	0.320	혈액종양내과	17	7.588	0.474
신경과	18	8.278	0.487	호흡기내과	22	7.182	0.342
신경외과	17	7.706	0.482	흉부외과	10	7.000	0.778
신장내과	19	7.737	0.430				



〈그림 8〉 2018년 ‘순환기내과’ 진료과 예고 네트워크



〈그림 9〉 2018년 ‘호흡기내과’ 진료과 예고 네트워크

4.1.7 연도별 종합분석

2009년과 2014년에 협업을 요청하는 진료과의 근접 중심성 분석 결과 ‘혈액종양내과’, ‘소화기내과’, ‘신경외과’, ‘이비인후과’가 상위 4개의 순위를 차지한 것으로 도출되었다. 2018년에 협업을 요청하는 진료과의 근접 중심성 분석 결과 ‘순환기내과’, ‘내분비외과’, ‘신경과’, ‘신장내과’가 상위 4개의 순위를 차지하고 있어, 앞의 두 연도와는 다른 순위를 보이고 있음을 확인할

수 있다. 2009년과 2014년에 협업을 요청받는 진료과 중에서 ‘소화기내과’ 진료과가 나머지 진료과들과의 거리가 가깝게 위치하여, 네트워크에서 영향력이 크다는 것을 확인할 수 있다. 2009년과 2014년에 협업을 요청하는 진료과 중에서 ‘순환기내과’ 진료과가 나머지 진료과들과 가깝게 위치하며, 네트워크에서 큰 영향력을 지니고 있었다.

중심성 분석 결과, ‘소화기내과’, ‘순환기내과’,

‘순환기내과’가 상위 순위를 차지하며, 네트워크 상에서 위치상 확고한 중요성을 보여주고 있다. 연도별 분석에서는, ‘안과’, ‘신경외과’, ‘혈액종양내과’, ‘정형외과’가 상위 순위를 차지하며 네트워크상에서 중요성을 보여주었으나, 시간이 지나면서 점차 네트워크상에서 순위가 낮아지고 있음을 확인할 수 있다. 2009년, 2014년, 2018년 모두 아이겐벡터중심성은 ‘소화기내과’, ‘호흡기내과’, ‘순환기내과’의 진료과가 상위 3순위로 높은 아이겐벡터중심성을 보이고 있다. 이는 세 진료과가 네트워크 상에서 진료과들과 많은 연결 관계를 갖고 있으며, 각각 연결된 진료과의 중심성이 높음을 확인할 수 있다. ‘이식혈관외과’, ‘응급의학과’의 진료과는 3개 연도에서 모두 하위 2순위를 보이며, 낮은 아이겐벡터중심성을 보이고 있다. 특히, ‘응급의학과’ 진료과는 3개연도 네트워크에서 모두 아이겐벡터중심성이 0으로 나타났다. ‘안과’ 진료과의 경우 시간이 흐를수록 네트워크 상에서 아이겐벡터중심성이 낮아지고 있다.

4.2 계절별 분석

4.2.1 2018년 여름 네트워크

2018년 여름 네트워크는 2018년 6, 7, 8월(2018년 6월 1일~2018년 8월 31일)에 발생한 29개 진료과 협업으로 한정하였다. 2018년 여름 네트워크 연결정도의 합은 214이며, 연결정도 평균은 7.38이다. 이는 진료과들이 평균적으로 7~8개의 협업 관계로 엮여있음을 의미한다. 2018년 여름 네트워크 밀도는 0.26이다(〈표 8〉 참조).

2018년 여름 네트워크에서 소화기내과, 신경외과, 혈액종양내과, 호흡기내과 순으로 협업을

요청한 진료과 높은 연결정도를 보인다. 협업 요청을 받은 진료과를 살펴보면, 순환기내과는 71.4%의 가장 높은 연결정도를 보인다. 그 다음으로는 17개 진료과에게 협업 요청받은 호흡기내과가 60.7%의 높은 연결정도를 보인다. 이 중 응급의학과는 28개 진료과 중 어느 진료과에게도 컨설팅을 요청하지도, 요청받지도 않아 고립노드로 존재한다. 2018년 여름 네트워크에서는 29개 진료과 중 19개 분과만이 매개 역할을 수행한다. 소화기내과의 매개중심성이 가장 크며(표준화 매개중심성 15.206%) 10 이상의 매개중심성을 보인다.

4.2.2 2018년 겨울 네트워크

2018년 겨울 네트워크는 2018년 1, 11, 12월(2018년 1월 1일~2018년 1월 31일, 2018년 11월 1일~2018년 12월 31일)에 발생한 29개 진료과 협업으로 한정하였다. 2018년 겨울 네트워크 연결정도의 합은 127이며, 연결정도 평균은 4.38, 밀도는 0.16이다. 진료과들이 평균적으로 4~5개의 협업 관계로 엮여있음을 의미한다. 이는 2018년 여름 네트워크의 연결정도 평균 7.38에 비해 다소 낮은 수치이다. 여름 네트워크가 겨울 네트워크보다 연결정도 평균이 약 2배 정도로 높은 수치를 보이고 있다(〈표 9〉 참조).

2018년 겨울 네트워크에서 협업진료를 요청한 진료과를 살펴보면, 소화기내과, 순환기내과가 높은 연결정도를 보인다. 2018년 겨울 네트워크에서 협업진료 요청을 받은 진료과를 살펴보면, 순환기내과는 57.1%의 가장 높은 연결정도를, 그 다음으로는 소화기내과, 호흡기내과가 높은 연결정도를 보인다. 이 중 류마티스내과, 방사선종양학과, 치과 3개의 진료과는 고립노드

〈표 8〉 2018년 여름 중심성 지수값

진료과	외향 연결 중심성	진료과	내향 연결 중심성	진료과	매개 중심성	진료과	아이겐 벡터 중심성	진료과	외향 근접 중심성	진료과	내향 근접 중심성
소화기내과	0.750	순환기내과	0.714	소화기내과	15.206	순환기내과	0.294	소화기내과	0.596	순환기내과	0.583
신경외과	0.571	호흡기내과	0.607	순환기내과	9.028	호흡기내과	0.293	신경외과	0.538	피부과	0.560
혈액종양내과	0.571	내분비내과	0.593	신경외과	8.648	소화기내과	0.288	혈액종양내과	0.538	호흡기내과	0.549
호흡기내과	0.571	신경과	0.571	신장내과	8.342	신경외과	0.269	호흡기내과	0.538	내분비외과	0.538
신장내과	0.500	소화기내과	0.536	안과	6.537	신장내과	0.266	신장내과	0.519	신경과	0.538
순환기내과	0.464	신장내과	0.536	호흡기내과	5.350	신경과	0.261	순환기내과	0.500	신장내과	0.528
정형외과	0.464	신경외과	0.500	이비인후과	3.180	내분비내과	0.26	신경과	0.500	소화기내과	0.519
신경과	0.429	재활의학과	0.500	혈액종양내과	2.416	혈액종양내과	0.249	정형외과	0.500	재활의학과	0.519
이비인후과	0.393	안과	0.464	신경과	1.868	재활의학과	0.213	이비인후과	0.491	신경외과	0.509
비뇨의학과	0.357	피부과	0.429	내분비내과	0.862	정형외과	0.209	비뇨의학과	0.483	안과	0.509
대장항문외과	0.321	이비인후과	0.321	산부인과	0.804	이비인후과	0.199	대장항문외과	0.467	정신건강의학과	0.491
산부인과	0.286	정신건강의학과	0.321	재활의학과	0.370	피부과	0.198	가정의학과	0.459	이비인후과	0.467
흉부외과	0.000	혈액종양내과	0.286	정형외과	0.367	비뇨의학과	0.188	산부인과	0.459	혈액종양내과	0.459
간담체외과	0.250	비뇨의학과	0.214	비뇨의학과	0.201	안과	0.185	흉부외과	0.459	비뇨의학과	0.431
안과	0.250	흉부외과	0.214	성형외과	0.112	정신건강의학과	0.165	간담체외과	0.452	흉부외과	0.431
가정의학과	0.214	류마티스내과	0.179	소아청소년과	0.076	대장항문외과	0.162	내분비외과	0.438	류마티스내과	0.424
내분비내과	0.214	방사선종양학과	0.148	정신건강의학과	0.066	흉부외과	0.161	안과	0.431	방사선종양학과	0.418
유방내분비외과	0.214	대장항문외과	0.107	류마티스내과	0.023	산부인과	0.149	유방내분비외과	0.431	정형외과	0.400
류마티스내과	0.107	정형외과	0.107	응급의학과	0.019	간담체외과	0.132	성형외과	0.394	대장항문외과	0.384
성형외과	0.107	산부인과	0.071	대장항문외과	0.000	류마티스내과	0.132	위장관외과(상부)	0.384	산부인과	0.373
소아청소년과	0.107	성형외과	0.071	유방내분비외과	0.000	가정의학과	0.104	재활의학과	0.373	성형외과	0.368
위장관외과(상부)	0.071	소아청소년과	0.071	가정의학과	0.000	유방내분비외과	0.094	소아청소년과	0.368	소아청소년과	0.368
이식혈관외과	0.036	간담체외과	0.036	간담체외과	0.000	방사선종양학과	0.062	치과	0.368	위장관외과(상부)	0.368
재활의학과	0.036	위장관외과(상부)	0.036	위장관외과(상부)	0.000	위장관외과(상부)	0.060	이식혈관외과	0.364	이식혈관외과	0.368
정신건강의학과	0.036	이식혈관외과	0.036	치과	0.000	성형외과	0.056	류마티스내과	0.346	간담체외과	0.364
치과	0.037	가정의학과	0.000	피부과	0.000	소아청소년과	0.041	정신건강의학과	0.206	가정의학과	0.200
방사선종양학과	0.000	유방내분비외과	0.000	방사선종양학과	0.000	치과	0.020	방사선종양학과	0.200	유방내분비외과	0.200
응급의학과	0.000	응급의학과	0.000	이식혈관외과	0.000	이식혈관외과	0.018	응급의학과	0.200	응급의학과	0.200
정신건강의학과	0.000	혈액종양내과	0.000	흉부외과	0.000	응급의학과	0.000	피부과	0.200	치과	0.200

〈표 9〉 2018년 겨울 중심성 지수값

진료과	외향 연결 중심성	진료과	내향 연결 중심성	진료과	매개 중심성	진료과	아이겐 벡터 중심성	진료과	외향 근접 중심성	진료과	내향 근접 중심성
소화기내과	0.571	순환기내과	0.571	소화기내과	17.163	순환기내과	0.347	소화기내과	0.596	순환기내과	0.583
순환기내과	0.393	소화기내과	0.536	순환기내과	10.505	소화기내과	0.346	신경외과	0.538	피부과	0.56
신경외과	0.370	호흡기내과	0.536	안과	7.037	신경과	0.298	혈액종양내과	0.538	호흡기내과	0.549
혈액종양내과	0.357	신경과	0.429	신장내과	5.331	호흡기내과	0.292	호흡기내과	0.538	내분비외과	0.538
신장내과	0.321	내분비내과	0.393	신경과	3.111	내분비내과	0.266	신장내과	0.519	신경과	0.538
정형외과	0.321	안과	0.321	호흡기내과	2.165	신경외과	0.265	신장내과	0.378	내분비외과	0.400
신경과	0.286	재활의학과	0.321	신경외과	0.701	신장내과	0.259	혈액종양내과	0.378	안과	0.389
가정의학과	0.250	신장내과	0.250	내분비내과	0.633	재활의학과	0.223	신경과	0.368	신장내과	0.373
대장항문외과	0.214	신경외과	0.214	혈액종양내과	0.328	정형외과	0.219	대장항문외과	0.359	정신건강의학과	0.373
이비인후과	0.214	이비인후과	0.214	산부인과	0.284	혈액종양내과	0.217	비뇨의학과	0.359	신경외과	0.364
호흡기내과	0.214	정신건강의학과	0.143	이비인후과	0.115	안과	0.207	간담체외과	0.354	이비인후과	0.364
비뇨의학과	0.179	피부과	0.107	대장항문외과	0.088	이비인후과	0.196	이비인후과	0.354	피부과	0.364
흉부외과	0.179	흉부외과	0.107	흉부외과	0.026	대장항문외과	0.180	호흡기내과	0.354	혈액종양내과	0.346

진료과	외향 연결 중심성	진료과	내향 연결 중심성	진료과	매개 중심성	진료과	아이겐 벡터 중심성	진료과	외향 근접 중심성	진료과	내향 근접 중심성
산부인과	0.143	대장항문외과	0.071	성형외과	0.000	가정의학과	0.174	응급의학과	0.350	흉부외과	0.346
응급의학과	0.143	산부인과	0.071	소아청소년과	0.000	흉부외과	0.157	흉부외과	0.350	위장관외과(상부)	0.337
간담체외과	0.107	혈액종양내과	0.071	류마티스내과	0.000	비뇨의학과	0.129	산부인과	0.346	산부인과	0.333
안과	0.107	비뇨의학과	0.036	간담체외과	0.000	산부인과	0.117	유방내분비외과	0.341	대장항문외과	0.329
내분비내과	0.071	성형외과	0.036	응급의학과	0.000	정신건강의학과	0.108	안과	0.329	비뇨의학과	0.326
소아청소년과	0.036	소아청소년과	0.036	유방내분비외과	0.000	간담체외과	0.088	이식혈관외과	0.304	소아청소년과	0.308
유방내분비외과	0.036	위장관외과(상부)	0.036	위장관외과(상부)	0.000	피부과	0.081	내분비외과	0.280	이식혈관외과	0.298
이식혈관외과	0.036	이식혈관외과	0.036	비뇨의학과	0.000	응급의학과	0.068	소아청소년과	0.272	성형외과	0.206
류마티스내과	0.000	가정의학과	0.000	재활의학과	0.000	위장관외과(상부)	0.031	류마티스내과	0.200	가정의학과	0.200
방사선종양학과	0.000	간담체외과	0.000	정신건강의학과	0.000	유방내분비외과	0.031	방사선종양학과	0.200	간담체외과	0.200
성형외과	0.000	류마티스내과	0.000	정형외과	0.000	이식혈관외과	0.023	성형외과	0.200	류마티스내과	0.200
위장관외과(상부)	0.000	방사선종양학과	0.000	치과	0.000	소아청소년과	0.018	위장관외과(상부)	0.200	방사선종양학과	0.200
재활의학과	0.000	유방내분비외과	0.000	피부과	0.000	성형외과	0.006	재활의학과	0.200	유방내분비외과	0.200
정신건강의학과	0.000	응급의학과	0.000	방사선종양학과	0.000	류마티스내과	0.000	정신건강의학과	0.200	응급의학과	0.200
치과	0.000	정형외과	0.000	이식혈관외과	0.000	방사선종양학과	0.000	치과	0.200	정형외과	0.200
피부과	0.000	치과	0.000	가정의학과	0.000	치과	0.000	피부과	0.200	치과	0.200

로 존재한다. 2018년 겨울 네트워크에서는 29개 진료과 중 13개 분과만이 매개 역할을 수행하였으며, 소화기내과의 매개중심성이 가장 크며, 순환기내과 순으로 10 이상의 매개중심성을 보인다.

4.3 인터뷰 분석결과

네트워크 분석 결과에 대한 심층적인 분석을 위해, A대학병원에 근무 중인 전공의 5명과 인터뷰를 진행하였다. 연도별 분석 관점에서 살펴보면, 2009년, 2014년, 2018년 시간이 지날수록 진료과들의 연결정도가 점점 증가하고 있으며, 진료과 네트워크 밀도 역시 증가하는 추세를 보이고 있다. 계절별 분석 관점에서 살펴보면, 진료과 협업 진료는 겨울기간보다 여름기간에 더 많이 발생하였다. 연도별 분석, 계절별 분석에 따른 네트워크 구조는 [부록 1], [부록 2]와 같다.

심층 인터뷰를 다각적으로 분석한 결과, 네

트워크 분석 결과에서 상위 중심적인 진료과로 결과를 나타냈던 소화기내과, 순환기내과, 호흡기내과에 대해 A대학병원에 근무하는 전공의들도 29개 진료과 중 협업진료 및 진료교수가 가장 많고 핵심적인 중요한 진료과로 생각하고 있음을 인터뷰 결과 확인할 수 있었다. 병원 내에서도 다른 진료과에 비해 환자 수, 진료 수, 협업진료 수가 집중되는 과로 통용되고 있었다.

‘안과’의 경우 특징적으로 수술 대상이 주로 노인이라는 특징을 가진 과이다. 성형, 정형외과가 젊은 환자를 대상으로 수술을 주로 진행하고, 외과 수술의 경우 너무 고령일 경우 그 위험성 때문에 수술이 힘들다는 점이 있지만(전신마취), 눈을 수술을 하는 안과의 경우 백내장이나 황반변성 등이 고령에 주로 생기는 질환이라는 점과 수술 시간이 짧아서 고령의 환자도 수술의 부담이 덜하다는 그 특징으로 인해 노인 환자들을 대상으로 수술을 많이 진행하게 된다. 하지만 노인 환자들의 경우 기본적으로 당뇨나 고혈압 심장질환 등을 가지고

있는 경우가 많고, 안과 수술을 진행하기 위해 그 pre-op evaluation 과정으로 필요한 각 내과 분과로 환자를 의뢰할 일이 잦기 때문에, 수술과들 중 내과 및 다른 진료과로부터 가장 많은 협업 진료 요청을 받는 특징을 가진 것으로 분석된다.

2009년 네트워크에서는 하위 순위에서 시간이 지남에 따라 2014년, 2018년 네트워크에서 협업진료 요청을 받는 인기 있는 진료과로 연결중심성에서 상위를 차지하고 있는 '혈액종양 내과'는 2010년 이후 항암치료에 있어 엄청난 발전과 연결되어진다. 유전자를 targeting하는 다양한 항암제가 개발되면서 생존률이 증가하였고, 건강검진이 일반화되면서 조기에 발견되는 암환자가 증가하였다. 이로 인해 종양내과의 비중이 증가하게 되었다. 예를 들어 비인두암과 골육종은 각각 이비인후과 정형외과에서 보는 질환이지만, 이제는 다양한 항암치료의 선택지에 대해 적절한 방향을 결정하기 위해 좀 더 전문적으로 종양내과로 전과 및 협진을 활발히 진행하고 있다.

컨설팅을 요청하는 진료과의 연결중심성을 살펴보면, 시간에 지남에 따라 외과(수술과)의 연결중심성이 감소하고, 내과의 연결중심성이 증가하는 경향을 보이고 있다. 즉 2009년, 2014년 네트워크에서는 외과에 해당하는 신경외과, 정형외과, 이비인후과가 상위 5개의 진료과에 해당하지만, 2018년 네트워크에서는 내과에 해당하는 순환기내과, 호흡기내과, 내분비외과, 소화기내과가 상위 5개의 진료과에 해당하는 것을 확인할 수 있다. 이는 이전에는 수술하는 분과가 수술을 하기 위한 절차가 매우 복잡하여, 과거에 당뇨나 심장질환 신장질환 등이 있을 때, 각각

내분비내과, 순환기내과, 신장내과 등 각 내과 분과에게 협진을 시행해 수술 가능 여부를 물어봐야 했지만, 현재는 수술 전 평가들이 체계화되어 있어, 수술에 필요한 중복 협진이 줄어들게 되었다.

또한 체계적으로 자동화되고 있는 상태여서, 이로 인해 수술과에서 나가는 협진 수가 줄어들었음을 확인할 수 있다. 또한 의료 발달로 인해, 수술 대신 대부분 내과에서 시술로 치료 대체가 가능해진 점과 국민들의 건강검진 대중화 및 증가로 인해 조기 질병 발견이 높아지며, 건강검진의 내시경 진료가 활발해져 내과의 협업 진료가 증가하게 되었다. 진료과 협업 네트워크를 분석한 결과, 100세 시대 기대수명이 늘어나면서, 노인들의 호흡기환자 및 폐렴환자가 증가하며 소화기내과, 호흡기내과의 협업 진료가 폭발적으로 증가함을 알 수 있다. 또한 국가적으로 국민들의 건강검진 대중화 및 직장 건강검진의 의무화 정책으로 인해 건강검진이 활발해져서 내시경 검진을 하는 소화기내과의 협업 진료 역시 증가한 것으로 파악하였다.

5. 토의 및 결론

본 연구에서는 의의 및 시사점은 다음과 같다.

첫째, 의학 연구 분야에서는 의학 연구주제 및 의학 연구자에 관한 네트워크 분석이 선행되어 왔으나, 연구가 선행되지 않은 의학 진료 분야에서 대학병원의 진료과를 대상으로 의학 진료 협업 네트워크 분석에 대한 최초의 연구라는데 의의가 있다.

둘째, 서울소재 A대학병원의 진료과 간에

이루어진 협업 진료(컨설팅)를 네트워크 분석하여 이를 대상으로 기관에서 근무 중인 전공의를 대상으로 심층 인터뷰를 진행하였다. 이로써 의학 협업 진료 네트워크의 특성을 좀 더 의학적으로 분석하여 보다 효율적인 의학 협업 진료에 대한 방향을 제시할 수 있는 점에서 의의가 있다.

의료 센터 설립 시, 협업이 활발한 진료과를 함께 위치해 환자가 한 곳에서 한 번에 진료를 받을 수 있으며, 동선을 고려하여 효율적인 진료 센터를 건립할 수 있으리라 기대할 수 있다. 계절별 분석에서 겨울 시즌과 비교하여 특정한 6, 7, 8월 여름 시즌의 협업 진료에 집중이 발생함을 확인할 수 있었다. 이를 통해 여름 시즌에

원활한 의료진의 인력수급 준비로 한꺼번에 환자가 몰려 복잡해지는 상황을 대비할 수 있으리라 기대한다.

서울소재 A대학병원에서 이루어진 협업 진료만을 기반으로 의학 진료 분야 네트워크를 분석하여 결론을 도출한 것은 본 연구의 한계점이다. 이는 추후 연구에서 서울소재 A대학병원뿐만 아니라, 다른 병원 협업 진료 자료도 함께 비교해 볼 수 있을 것이다. 또한 더 많은 연도 자료를 포함해서 심도 있는 연도별 분석으로 발전시킬 수 있을 것으로 기대할 수 있다. 다양한 의료기관에서 수행되는 협업 진료 자료를 통해 객관성을 확보하여 심도있는 분석을 진행 및 발전시킬 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 곽기영 (2017). 소셜 네트워크분석 (제2판). 서울: 청람출판사.
- 김성원, 최범석, 김봉석, 김경민 (2017). 학술지 소아청소년정신의학의 공저 네트워크 분석. 소아청소년정신의학, 28(2), 149-154. <http://dx.doi.org/10.5765/jkacap.2017.28.2.149>
- 김용학 (2003). 사회 연결망 분석. 서울: 박영사.
- 박중학, 조윤희 (2011). 추천시스템의 효과적 도입을 위한 소셜네트워크 분석. 지능정보연구, 17(4), 305-316.
- 배상수 (2016). 학교 보건사업 협력 네트워크 분석. 보건교육건강증진학회지, 33(3), 1-11
<http://dx.doi.org/10.14367/kjhep.2016.33.3.1>
- 서명석, 조명지, 손현석 (2018). 유전자 네트워크 분석을 통한 심근증 마커유전자 탐색 연구. 보건학논집, 55(1), 43-55. <http://dx.doi.org/10.17262/KJPH.2018.06.55.1.43>
- 손대경 (2011). 대장암 지식지도 구축 및 연구 네트워크 분석. 박사학위논문, 충북대학교 대학원, 의학과 의료정보학및관리학전공.
- 손동원 (2002). 소셜네트워크 분석. 서울: 경문사.
- 이재철, 진희정 (2012). 네트워크 분석을 통한 최근 5년간 중국내 미병 연구동향 고찰. 동의생리병리학

회지, 26(5), 615-620.

장혜란 (2011). 보건의료분야 연구주제 및 연구자 네트워크 분석- 암유전체, 대장암, 인플루엔자를 중심으로. 석사학위논문, 충북대학교 전문대학원, 의학과전공.

장혜란 (2015). 협업네트워크 구축과 연구자 역할 분석. 한국콘텐츠학회논문지, 15(10), 387-399.
<http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2015.15.10.387>

최명제. (2015). 정신건강의학 분야의 연구 네트워크 특성 분석. 석사학위논문, 인제대학교 대학원, 의학과전공.

Frank, O., & Harary, F. (1982). Cluster inference by using transitivity indices in empirical graphs. *Journal of the American Statistical Association*, 77(380), 835-840.
<http://dx.doi.org/10.2307/2287315>

Wasserman, S., & Faust, K. (2009). *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

<p>• 국문 참고문헌에 대한 영문 표기 (English translation of references written in Korean)</p>
--

Bae, Sang Soo (2016). The network analysis for school health program. *Korean Journal of Health Education and Promotion*, 33(3), 1-11. <http://dx.doi.org/10.14367/kjhjep.2016.33.3.1>

Choi, Myoungje (2015). The characteristics of a research network for psychiatry in Korea. Master's thesis, Dept. of Medicine, Graduate School, Inje University.

Jang, Hae Lan (2011). Analysis of research and researcher network for health technology -Oncogene, Colorectal Neoplasms, Influenza-. Master's thesis, Dept. of Medical Informatics & Health Policy and Management, Graduate School, Chungbuk National University.

Jang, Hae Lan (2015). Generation of collaboration network and analysis of researcher's role in national cancer center. *Journal of the Korea Contents Association*, 15(10), 387-399.
<http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2015.15.10.387>

Kim, Soungwan, Choi, Bum-Sung, Kim, Bongseog, & Kim, Kyoung-Min. (2017). Co-author networks in journal of the Korean academy of child and adolescent psychiatry. *Journal of the Korean Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 28(2), 149-154.
<http://dx.doi.org/10.5765/jkacap.2017.28.2.149>

Kim, Yonghak (2003). *Social network analysis*. Seoul: Park Young-sa.

Kwak, Ki-young (2017). *Social network analysis (2nd edition)*. Seoul: Cheongram Publishing.

Lee, Jae Chul, & Jin, Hee Jeong (2012). Review of subhealth and Mee-byung research trend

- as a method of network analysis from 2007 to 2011 in China. *Journal of Physiology & Pathology in Korean Medicine*, 26(5), 615-620.
- Park, Jong Hak, & Cho, Yoonho (2011). Social network analysis for the effective adoption of recommender systems. *Journal of Intelligence and Information Systems*, 17(4), 305-316.
- Seo, Moungeock, Cho, Myeongji, & Son, Hyeonseok (2018). Investigation of cardiomyopathic marker genes using gene network analysis. *The Korean Journal of Public Health*, 55(1), 43-55.
- Sohn, Dae Kyung (2011). Generation and analysis of the research network for colorectal neoplasms. Doctoral Dissertation, Dept. of Medical Informatics & Health Policy and Management, Graduate School, Chungbuk National University.
- Son, Dongwon (2002). *Social network analysis*. Seoul: Gyeongmunsa.

[부록 2] 계절별 2018년 네트워크 구조

