최근 20년간 봉독 연구에 대한 계량서지학적 분석

문희영¹ · 이인선² · 이향숙^{2,3} · 채윤병²

¹경희대학교 일반대학원 한의학과, ²경희대학교 침구경락융합연구센터, ³경희대학교 한의약융합연구정보센터

A Bibliometric Analysis of Bee Venom Research over the Past 20 Years

Heeyoung Moon¹, In-Seon Lee², Hyangsook Lee^{2,3}, Younbyoung Chae²

¹Department of Korean Medicine, Graduate School, Kyung Hee University,

²Acupuncture and Meridian Science Research Center, Kyung Hee University,

³Korean Medicine Convergence Research Information Center, Kyung Hee University

Objectives : Bee venom has been widely practiced in many countries around the world. The number of clinical trials and biochemical researches on bee venom has been constantly increasing. The objective of this study is to analyze the trend of research on bee venom using bibliometric approach, a quantitative analytical method. **Methods :** We searched articles about bee venom which were published from 2000 to 2019 from Web of Science Database. Original and review articles published in English were included and data were extracted in terms of publication year, country, journal, keywords, organizations, and authors. Trends in bee venom research were visualized using VOSviewer program. **Results :** 1,547 English articles about bee venom were identified and analyzed. South Korea is a main hub in the field of bee venom research. Research organizations in South Korea showed high link strength with domestic organizations as well as with international organizations. A keyword analysis showed the following three major types of studies: studies on components of bee venom, studies on allergy and immune response, and clinical research of bee venom therapy. **Conclusions :** This study provides a macroscopic overview of the research on bee venom. This bibliometric analysis has identified influential authors and organizations in the field on bee venom research and provides a useful guideline to researchers who are in search of contributory research topics.

Key words : bee venom, bibliometric analysis, clinical trial, biochemical research

서 론

봉독(bee venom)이란 벌의 독주머니에서 추출한 성분으로, 생체아민, 기본 펩타이드, 고분자량 단백질, 효소 등 복합체로 구성되며, 주요 항원 성분은 히알루론산 분해효소(hyaluronidase), 인지질분해효소(phospholipase A1/A2), 인산분해효소(acid phosphatase), 멜리틴(mellitin) 등을 포함한다¹⁾. 봉독은 벌이 천적으로부

터 자신을 보호하는 물질로 작용하여 인간 등 타 생명체에 대해 독성 반응을 나타내지만, 반면에 방사선 피폭에 대한 보호 작용²⁾, 돌연변이 유발 방어 작용³⁾, 통증 완화 작용⁴⁾, 항암작용⁵⁾, 항염증작용⁶⁾ 등 치료 효능을 보인다. 즉 봉독 자체가 인체 내에서 알려진 반응을 일으키는 항원물질이 되기도 하지만, 적절히 응용 시 인체 염증 물질을 감소시키는 치료제로 응용될 수 있다.

실제로 한의학 임상에서 봉독은 근골격계 질환⁷⁾, 자가면역 질환⁸⁾

Received April 28, 2020, Revised May 16, 2020, Accepted May 18, 2020

Corresponding author: Younbyoung Chae

Acupuncture and Meridian Science Research Center, Kyung Hee University, 26 Kyungheedaero-ro, Dongdaemun-gu, Seoul 02447, Korea
Tel: +82-2-961-2208, Fax: +82-2-963-2175, E-mail: ybchae@khu.ac.kr

© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

등 광범위하게 응용된다. 인간 질병에 대한 임상 효능뿐만 아니라, 봉독의 특성상 나타나는 자가면역 반응에 대한 연구도 진행 중이다. 이러한 연구는 한의학계가 아닌 다른 연구 분야에서도 활발히 이루어지고 있다. 이렇듯 한국을 중심으로 전세계적으로 봉독요법에 대한 연구가 점차 누적됨에도 불구하고, 이에 대한 개괄적인 분석은 진행되지 않고 있다. 국내에서 2003년 Lee 등이 1992년부터 2001년까지 발간된 한의학 저널에서 봉독요법과 관련된 53편의 논문을 선정하여 연구 동향을 정리한 바가 있으며⁹⁾, 2013년 Han 등이 오아시스(<http://oasis.kiom.re.kr>)에서 2012년까지 발간된 봉독 관련 논문 365편을 선정하여 체계적 문헌 고찰을 시행한 바가 있다¹⁰⁾. 하지만 두 연구는 국내 저널에만 국한되었다는 한계점이 있으며, 주로 치료용 봉독 혹은 봉약침을 주제로 하는 문헌 위주로 분석이 이루어져 주제의 선정에도 제한이 있다.

본 논문에서 계량서지학(bibliometrics) 방법을 활용하여, 봉독과 관련된 문헌들에 대해 계량서지학적 분석을 시행하였다. 계량서지학적 방법이란 수학 및 통계적 방법을 이용하여 내용 및 피인용횟수 등 문헌이 가진 정보 중 저자, 인용 정보, 키워드, 분류코드 등 동시 발생 빈도(cooccurrence)를 측정하는 방법이다¹¹⁾. 동시 발생 경향을 추적하면 연구 영역 네트워크 관계를 파악하고, 나아가 연구 영역의 진화 패턴을 분석할 수 있어, 이 방법론은 과학연구 문헌 분석에 응용되고 임상연구의 발전을 평가하는 데 활용된다^{12,13)}. 최근에는 계량서지학적 분석을 이용해 봉독요법 및 봉독에 대한 연구 데이터를 분석한 바 있다^{14,15)}. 이 연구는 전세계적으로 진행되어 온 봉독요법 혹은 봉독 관련 연구를 총망라한데 의미가 있으나, 국가별·기관별·저널별 순위 분석 등과 같이 단순 고찰이 위주인 한계가 있다.

본 연구는 봉독에 대한 다양한 영역에서 최근 20년간 연구 현황, 연도별 변화 및 각 항목의 연관 관계에 대해 알아보고, 향후 봉독에 대한 심층적인 연구 결과를 도출하기 위해 나아갈 방향을 제안하고자 한다.

재료 및 방법

1. 데이터 추출과 전처리

봉독 연구논문 검색을 위해 문헌검색 데이터베이스 Web of Science (<https://www.webofknowledge.com>) 검색 엔진을 사용하였다. 검색어 “bee venom”을 이용하여, 2000년 1월 1일부터 2019년 12월 31일까지 20년 동안 출간된 논문에서 봉독에 대한 문헌을 추출하였다. 검색 결과로 나온 1,814개 논문 중 original

article과 review article로 분류된 영어논문으로 범위를 제한하여 1,547개 논문을 추출하였다.

검색된 용어 중복과 저자명을 확인하여 다음과 같은 전 처리를 진행하였다. 키워드 분석의 정확도를 높이기 위해 추출된 데이터 중 키워드의 복수 형태 단어는 단수 형태로 통일하였다(예시: proteins, peptides, mechanisms → protein, peptide, mechanism). 그리고 저자 분석 시 일부 저자의 경우 성명에 이니셜이 처리되지 않은 경우와 이니셜로 처리된 경우가 혼재되어, 해당 경우에는 full name으로 처리하였다(예시: Chen, J → Chen, Jun). 그리고 일부 저자의 경우 성명에 붙임표(-)가 있는 경우와 없는 경우가 혼재되어, 해당 경우에는 붙임표를 추가하여 처리하여(예시: Park, Kwan Kyu → Park, Kwan-kyu) 통일성을 유지하고 분석의 정확도를 높였다.

2. 데이터 분석

검색 결과를 출간연도, 국가, 학술지, 키워드, 연구 기관, 저자 항목으로 구분하여 데이터를 분석하였고, VOSviewer (v.1.6.14, Centre for Science and Technology Studies, Leiden University, Leiden, The Netherlands) 프로그램을 이용하여 분석 결과를 시각화하였다. 본 기법은 연합 강도(association strength)라 칭해지는 데이터 간의 유사성을 추정하여 그 관계성을 시각화하는 원리로, 이를 통해 해당 주제에 대한 논문들의 키워드, 국가, 기관, 저자 등의 관계를 분석할 수 있다¹⁶⁾. 출간연도, 국가, 학술지, 키워드, 연구 기관, 저자 등 본 논문에서 분석한 항목들은 각각 독립적으로 분석되었다.

VOSviewer 프로그램을 통해 클러스터링 및 도식화 진행 시, 클러스터링(clustering) 항목에서의 해상도(resolution) 값 설정 및 레이아웃(layout) 항목에서의 응집/반발(attraction/repulsion) 값 설정이 가능하다. 모든 해상도(resolution)는 1.0으로 통일하였고, 키워드, 연구 기관, 저자 등 각 항목에 대하여 명확한 시각화를 위해 각각 다른 값의 응집/반발(attraction/repulsion) 값을 설정하였다(키워드 attraction: 3/repulsion: -1, 연구 기관 attraction: 4/repulsion: -2, 저자 attraction: 5/repulsion: -4). 도식화된 클러스터 내 각 항목(node)들은 분석 프로그램 특성상 모든 항목들의 명칭이 노출되지는 않으며, 빈도가 높은 항목들 위주로 명칭이 표시가 되는 특성이 있다.

도식화 후 클러스터 내 항목(node)들의 속성을 파악하여, 각 클러스터의 명칭이 진행되었다. 더불어, 분석 항목들 중 키워드, 연구 기관, 저자에 대해서는 기본도식 뿐만 아니라, 평균 논문발행년도 및 평균 인용횟수에 대한 도식화도 추가로 진행되었다.

결 과

1. 연도별 출간된 논문 분석

발표된 1,547개 논문의 연도별 출간 논문 수를 살펴보면, 2000년부터 2014년까지 연 100건 미만이던 봉독 관련 논문은 점진적으로 증가하여, 2015년에 처음으로 봉독 관련 논문의 수가 100건을 기록하였다(Fig. 1). 분석 결과 봉독 관련 논문의 수는 매년 꾸준히 증가하는 추세였으며, 2002년에 최소 건수(47건), 2017년 및 2018년에 최대 건수(110건)를 기록했다.

2. 국가별 출간된 논문 분석

국가별로 발표된 논문의 수를 분석해본 결과, 지난 20년간 가장 많은 봉독 관련 논문을 출간한 국가는 한국(348건, 22.5%), 미국(271건, 17.5%), 중국(184건, 11.9%), 독일(104건, 6.7%), 스위스(100건, 6.5%)의 순서이다(Table 1).

3. 학술지별 출간된 논문 분석

학술지별 논문의 수를 분석해본 결과, Toxicon (47건, 3.0%), Journal of allergy and clinical immunology (41건, 2.7%), Toxins (37건, 2.4%), Clinical and experimental allergy (36건,

Table 1. Top 25 countries publishing the highest number of articles about bee venom

Countries/Regions	Records (n)	% (of 1,547)
SOUTH KOREA	348	22.50
USA	271	17.52
PEOPLES R CHINA	184	11.89
GERMANY	104	6.72
SWITZERLAND	100	6.46
ENGLAND	72	4.65
BRAZIL	62	4.01
AUSTRALIA	61	3.94
FRANCE	58	3.75
ITALY	58	3.75
JAPAN	49	3.17
DENMARK	41	2.65
POLAND	40	2.59
AUSTRIA	39	2.52
IRAN	38	2.46
TURKEY	38	2.46
EGYPT	35	2.26
INDIA	35	2.26
NETHERLANDS	31	2.00
SPAIN	31	2.00
BELGIUM	20	1.29
CANADA	19	1.23
CROATIA	19	1.23
CZECH REPUBLIC	18	1.16
ISRAEL	17	1.10

Fig. 1. Number of publications investigating bee venom by year, over the past 20 years.

2.3%), International archives of allergy and immunology (36건, 2.3%)의 순서이다(Table 2).

4. 논문 키워드 분석

조사 대상 1,547개 논문에서 포함된 키워드를 VOSviewer프로그램을 통해 분석하였다(Fig. 2A). 총 7,061개 키워드 중 최소 30번 이상 등장한 69개 키워드를 대상으로 분석하였다. 출간된 논문의 키워드는 3개 클러스터로 구분되었다. 각 클러스터의 명명은 저자가 각 클러스터 내 항목들 중 발행빈도가 가장 높았던 항목들을 분석하여 구분 및 명명하는 방식으로 이루어졌다. 첫 번째 클러스터 『봉독 성분 연구』에는 bee venom (647회), melittin (281회), expression (150회), activation (128회), peptide (125회), phospholipase a (2) (124회) 등이 포함된다. 두 번째 클러스터 『알러지 및 면역 반응』에는 immunotherapy (129회), allergy (120회) 등이 포함된다. 세 번째 클러스터 『봉독치료의 임상 및 기전 연구』

에는 inflammation (117회), mechanism (98회), acupuncture (84회), pain (76회) 등이 포함된다.

아울러 VOSviewer를 이용하여 키워드별 평균 논문발행년도를 시각화하였다. 해당 프로그램으로 만들어진 그림에서 푸른색에 가까운 부분일수록 상대적으로 과거에 많이 등장한 키워드이고, 붉은색에 가까울수록 최근에 등장한 키워드임을 의미한다(Fig. 2B). 또한 해당 키워드가 포함된 논문의 평균 인용횟수를 조사하였으며, 푸른색에 가까운 부분일수록 상대적으로 인용횟수가 적은 키워드이고, 붉은색에 가까울수록 자주 인용된 키워드임을 의미한다(Fig. 2C). 키워드의 클러스터 특성은 다음과 같이 관찰되었다. 우선 논문발행년도는 세 번째 클러스터 『봉독치료의 임상 및 기전 연구』 2011.6년, 첫 번째 클러스터 『봉독 성분 연구』 2011.1년, 두 번째 클러스터 『알러지 및 면역 반응』 2010.1년의 순서로 파악되었다. 그리고 인용횟수는 두 번째 클러스터 『알러지 및 면역 반응』 34.02회, 첫 번째 클러스터 『봉독 성분 연구』 27.21회, 세 번째 클러스터 『봉독치료의 임상 및 기전 연구』 19.47회의 순서로 확인되었다.

Table 2. Top 25 journals publishing the highest number of articles about bee venom

Source Titles	Records (n)	% (of 1,547)
TOXICON	47	3.04
JOURNAL OF ALLERGY AND CLINICAL IMMUNOLOGY	41	2.65
TOXINS	37	2.39
CLINICAL AND EXPERIMENTAL ALLERGY	36	2.33
INTERNATIONAL ARCHIVES OF ALLERGY AND IMMUNOLOGY	36	2.33
ALLERGY	34	2.20
EVIDENCE BASED COMPLEMENTARY AND ALTERNATIVE MEDICINE	25	1.62
JOURNAL OF INVESTIGATIONAL ALLERGOLOGY AND CLINICAL IMMUNOLOGY	23	1.49
PLOS ONE	21	1.36
JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY	19	1.23
NEUROSCIENCE LETTERS	17	1.10
BIOCHEMISTRY	16	1.03
JOURNAL OF IMMUNOLOGY	15	0.97
MOLECULES	15	0.97
ANNALS OF ALLERGY ASTHMA IMMUNOLOGY	14	0.91
BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA BIOMEMBRANES	14	0.91
AMERICAN JOURNAL OF CHINESE MEDICINE	13	0.84
BRAIN RESEARCH	13	0.84
EUROPEAN JOURNAL OF IMMUNOLOGY	13	0.84
JOURNAL OF APICULTURAL RESEARCH	12	0.78
JOURNAL OF ASIA PACIFIC ENTOMOLOGY	12	0.78
JOURNAL OF PAIN	11	0.71
JOURNAL OF ETHNOPHARMACOLOGY	10	0.65
PEPTIDES	10	0.65
PROTEIN AND PEPTIDE LETTERS	10	0.65

5. 연구 기관 분석

조사 대상 1,547개의 논문 중 가장 많은 논문을 발행한 기관 25개를 정리하였다. 그 중 가장 많은 논문을 출간한 기관은 경희대학교(Kyung Hee University: 119건, 7.7%), 그 뒤로 Airforce Military Medical University (74건, 4.8%), 대구가톨릭대학교(Catholic University of Daegu: 62건, 4.0%), Swiss Institute of Allergy Asthma Research (54건, 3.5%), 서울대학교(Seoul National University: 52건, 3.4%)의 순서이다(Table 3).

이 중 10편 이상 논문을 발행한 기관을 VOSviewer를 통해 분석하여 5개 클러스터로 구분하였다(Fig. 3A). 첫 번째 클러스터는 Swiss Inst Allergy & Asthma Res (3,245회 인용), Zurich University (1,665회 인용), University of London Imperial College of Science Technology & Medicine (1,652회 인용) 등 유럽권 11개 기관이 포함된다. 두 번째 클러스터는 충북대학교(Chungbuk National University: 1,097회 인용), 경원대학교(현 가천대학교 Kyungwon University: 839회 인용), 대구가톨릭대학교(Daegu Catholic University: 782회 인용) 등 국내 10개 기관이 포함된다. 세 번째 클러스터는 Fourth Mill Medical University (1,553회 인용), Capital Medical University (556회 인용), Shenyang Pharmaceutical University (525회 인용) 등 중국, 대만, 홍콩 등 7개 기관이 포함된다. 네 번째 클러스터는 경희대학교(Kyung Hee University: 2,150회 인용), 한국한의학연구원(Korea Institute of Oriental

A. by cluster

B. by year

Fig. 2. Analysis of keywords.

(A) Keywords of studies on bee venom (with at least 30 publications) were categorized into three groups. (B) Distribution of keywords according to the average publication year (blue: earlier, red: later). (C) Distribution of keywords according to the average citations (blue: fewer, red: more).

Medicine: 392회 인용) 등 국내 한의학 관련 5개 기관이 포함된다. 다섯 번째 클러스터는 서울대학교(Seoul National University: 1,382회 인용), 전남대학교(Chonnam National University: 1,139회 인용), University of Minnesota (1,034회 인용) 등 국내 및 국외 의학의학 관련 4개 기관이 포함된다.

아울러 VOSviewer를 이용하여 각 기관별 평균 논문발행년도를

시각화하였다. 푸른색에 가까울수록 상대적으로 논문발행년도가 더 오래된 기관이고, 붉은색에 가까울수록 논문발행년도가 최근인 기관임을 의미한다(Fig. 3B). 또한 해당 기관의 논문 평균 인용횟수를 시각화하였고, 푸른색에 가까울수록 상대적으로 인용횟수가 적은 기관이고, 붉은색에 가까울수록 인용횟수가 많은 기관을 의미한다(Fig. 3C). 연구기관의 클러스터 논문발행년도를 비교 시, 네

C. by citation

Fig. 2. Continued.

Table 3. Top 25 organizations publishing the highest number of articles about bee venom

Organizations	Records (n)	% (of 1,547)
KYUNG HEE UNIVERSITY	119	7.69
AIR FORCE MILITARY MEDICAL UNIVERSITY	74	4.78
CATHOLIC UNIVERSITY OF DAEGU	62	4.01
SWISS INSTITUTE OF ALLERGY ASTHMA RESEARCH	54	3.49
SEOUL NATIONAL UNIVERSITY SNU	52	3.36
CHONNAM NATIONAL UNIVERSITY	37	2.39
KOREA INSTITUTE OF ORIENTAL MEDICINE KIOM	37	2.39
IMPERIAL COLLEGE LONDON	30	1.94
CAPITAL MEDICAL UNIVERSITY	28	1.81
CHUNGBUK NATIONAL UNIVERSITY	28	1.81
UNIVERSITY OF MINNESOTA SYSTEM	28	1.81
UNIVERSITY OF MINNESOTA TWIN CITIES	28	1.81
UNIVERSITY OF ZURICH	28	1.81
RURAL DEVELOPMENT ADMINISTRATION RDA	26	1.68
NATL ACAD AGR SCI	24	1.55
NATL INST AGR SCI TECHNOL	24	1.55
CHARLES STURT UNIVERSITY	23	1.49
CATHOLIC UNIVERSITY OF KOREA	22	1.42
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS	22	1.42
GACHON UNIVERSITY	21	1.36
DONG A UNIVERSITY	20	1.29
UNIVERSIDADE DE SAO PAULO	19	1.23
JEONBUK NATIONAL UNIVERSITY	18	1.16
TECHNICAL UNIVERSITY OF MUNICH	18	1.16
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA	18	1.16

번째(2014.1년), 두 번째(2012.5년), 세 번째(2010.7년), 첫 번째(2010.1년), 다섯 번째(2007.4년) 클러스터 순으로 결과를 얻었다. 인용횟수 비교 시, 첫 번째(66.81회), 다섯 번째(28.93회), 두 번째(23.09회), 세 번째(19.54회), 네 번째(14.9회) 클러스터 순으로 결과를 얻었다. 또한 각 기관의 총연계강도(Total Link Strength: TLS)를 조사한 결과, 서울대학교(Seoul National University)가 1위(TLS=110), 경희대학교(Kyung Hee University)가 2위(TLS=107)로 가장 높은 총연계강도를 보였다.

6. 저자 분석

조사 대상 1,547개의 논문에서, 저자 중 가장 많은 논문을 발표한 25명의 저자를 살펴보았다. Jun Chen이 60편으로 가장 많은 논문을 발표했고(3.9%), 박관규(Kwan-kyu Park)가 55편으로 2위(3.6%), 한상미(Sang-mi Han)가 50편으로 3위(3.2%), 이장현(Jang-hern Lee)이 49편으로 4위(3.2%), Cezmi A. Akdis가 38편으로 5위(2.8%)를 기록했다(Table 4).

이 중 5개 이상 논문을 발표한 연구자를 VOSviewer를 통해 분석하여 6개의 클러스터로 구분하였다(Fig. 4A). 첫 번째 클러스터에는 장영채(Young-chae Chang: 332회 인용), 최영현(Yung hyun Choi: 254회 인용), 이광길(Kwang-gil Lee: 228회 인용) 등 대구가톨릭대학교 의과대학, 동의대학교 한의과대학 생화학교실 등의 소속 혹은 관련 연구자 14명이 포함된다. 두 번째 클러스터에

A. by cluster

B. by year

C. by citation

Fig. 3. Network map of organizations.

(A) The organizations (with at least 10 publications) were classified into five clusters. (B) Distribution of organizations according to the average publication year (blue: earlier, red: later). (C) Distribution of organizations according to the average citations (blue: fewer, red: more). Two organizations with the highest and the second highest record of link strength are highlighted.

Table 4. Top 25 authors publishing the highest number of articles about bee venom

Authors	Records (n)	% (of 1,547)
CHEN J	60	3.88
PARK KK	55	3.56
HAN SM	50	3.23
LEE JH	49	3.17
AKDIS CA	43	2.78
AKDIS M	38	2.46
BAE H	36	2.33
BEITZ AJ	26	1.68
KIM KH	26	1.68
LEE HJ	26	1.68
HAN HJ	25	1.62
KWON YB	25	1.62
PAK SC	25	1.62
ROH DH	24	1.55
WANG Y	23	1.49
AN HJ	22	1.42
CHEN HS	21	1.36
LEE WR	21	1.36
BLASER K	20	1.29
KIM JY	20	1.29
PARK JH	20	1.29
YOON SY	20	1.29
JIN BR	19	1.23
KIM HW	19	1.23
LEE KG	18	1.16

는 이재동(Jae-dong Lee: 599회 인용), 이명수(Myeongsoo Lee: 217회 인용), 양은진(Eunjin Yang: 205회 인용) 등 한국한의학연구원 소속 및 관련 연구자 13명이 포함된다. 세 번째 클러스터에는 박관규(Kwan-kyu Park: 715회 인용), 한상미(Sang-mi Han: 603회 인용) 등 국립농업과학원과 대구가톨릭대학교 의과대학의 협업 연구 소속 및 관련 연구자 13명이 포함된다. 네 번째 클러스터에는 이장현(Jang-hern Lee: 1,116회 인용), Alvin J Beitz (1,013회 인용), 한호재(Ho-jae Han: 1,009회 인용) 등 서울대학교 수의과대학과 University of Minnesota 수의과대학 협업 연구 소속 및 관련 연구자 13명이 포함된다. 다섯 번째 클러스터에는 배현수(Hyunsu Bae: 363회 인용), 이기현(Gihyun Lee: 207회 인용), 김선광(Sunkwang Kim: 154회 인용) 등 경희대학교 한의과대학 생리학교실 관련 연구자 10명이 포함된다. 여섯 번째 클러스터에 박희준(Hi-joon Park: 175회 인용), 고창남(Chang-nam Koh: 117회 인용) 등 경희대학교 한의과대학 경혈학교실과 경희의료원 한방병원 중풍순환내과의 관련 연구자 5명이 포함된다.

아울러 VOSviewer를 이용하여 각 연구자별 평균 논문발행년도를 시각화하였다. 푸른색에 가까울수록 상대적으로 논문발행년도가 오래된 저자이고, 붉은색에 가까울수록 논문발행년도가 최근인

저자임을 의미한다(Fig. 4B). 또한 각 저자의 논문 평균 인용횟수를 시각화하였고, 푸른색에 가까울수록 상대적으로 인용횟수가 적고, 붉은색에 가까울수록 인용횟수가 많은 저자임을 의미한다(Fig. 4C). 연구자 클러스터의 논문발행년도 비교 시, 다섯 번째(2015.0년), 여섯 번째(2014.8년), 세 번째(2014.5년), 두 번째(2014.4년), 첫 번째(2012.4년), 네 번째(2005.6년) 클러스터 순으로 최근 연구가 진행되었다. 연구자 클러스터 인용횟수 비교 시, 네 번째(38.25회), 여섯 번째(23.56회), 첫 번째(21.76회), 두 번째(15.21회), 다섯 번째(14.69회), 세 번째(10.57회) 클러스터 순으로 결과가 도출되었다. 또한 각 저자의 총연계강도(TLS)를 조사한 결과, 박관규(Kwan-kyu Park)가 1위(TLS=271), 한상미(Sang-mi Han)가 2위(TLS=206)로 가장 높은 총연계강도를 보였다.

고찰

봉독 치료는 국내에서 한의학 임상에서 널리 사용되고, 다양한 질환에 치료효과를 보이고 있다. 이에 따라 다양한 연구도 이루어지고 있는데, 봉독에 대한 기존 한의학 임상의 연구는 케이스 발표¹⁷⁾, 특정 질환에의 응용⁸⁾ 혹은 인체의 봉독 반응¹⁸⁾에 대한 체계적 문헌 분석 연구 등 주제가 정형화된 경향이 있다. 본 연구에서는 봉독 연구의 시간에 따른 국내외 연구 동향과 연구 주제, 기관과 저자들의 관련성 등을 알아보기 위해 계량서지학적 분석을 통하여 지난 20년간 발표된 봉독 연구 논문 1,547편을 분석하였다. 그 결과 국내 한의학계 뿐만 아니라 국내의 기타 연구기관 및 국외의 연구기관에서도 봉독에 대한 다양한 연구가 이루어지고 있음을 볼 수 있었으며, 2000년대 초반에는 논문 출간 건수가 연간 50편 내외에 그쳤으나 대체로 꾸준히 상승하는 경향을 관찰할 수 있었다. 국가별 분석 시 한국은 22.5%로 1위를 차지하였으며, 미국은 17.5%로 뒤를 이었다. 저널 분석 시 상위 5개 저널을 JCR 분류기준을 통해 살펴보면, 약리학, 독성학, 알러지 및 면역학저널의 분야에 속함을 볼 수 있었다.

키워드 분석을 통한 최근 20년 간 진행된 봉독 연구 동향을 살펴 보았을 때, 첫번째 봉독 성분 연구(bee venom, melittin, expression, activation, peptide, phospholipase a (2) 등), 두번째 봉독의 알러지 및 면역반응 연구(immunotherapy, allergy 등), 세번째 봉독 치료의 임상 및 기전 연구(inflammation, mechanism, acupuncture, pain 등) 세 가지 분야로 요약할 수 있었다. 이상의 세 가지의 키워드 클러스터의 평균 논문발행년도를 분석한 결과, 봉독 치료의 임상 및 기전 연구가 상대적으로 최근에 활발하게 이루어

Fig. 4. Network map of authors.

(A) The authors (with at least 5 publications) were classified into six clusters. (B) Distribution of authors according to the average publication year (blue: earlier, red: later). (C) Distribution of authors according to the average citations (blue: fewer, red: more). Two authors with the highest and the second highest record of link strength are highlighted.

어지고 있으며(2011.6년), 봉독 성분 연구 및 봉독의 알리지·면역학 관련 연구는 비교적 과거에 진행된 것을 확인할 수 있었다(2010.1년, 2011.1년). 평균 논문 인용횟수 분석 결과, 봉독의 알리지 및 면역반응 연구가 가장 활발하게 인용되었으며(34.02회), 봉독 치료의 임상 및 기전 연구의 인용횟수는 가장 낮은 것으로 기록되었다(19.47회). 따라서, 연구 주제가 시간의 흐름에 따라 봉독 성분 연구 및 봉독의 알리지·면역반응 관련 연구에서 봉독 치료의 임상 및 기전 연구로 바뀌고 있고, 봉독의 알리지 및 면역반응 연구가 가장 많이 인용되어, 큰 영향력을 발휘하고 있음을 알 수 있다.

최근 들어 봉독의 임상 및 기전에 대한 연구가 누적되고 있는데, 관련 연구 범위는 대체로 특정 질환에 대한 케이스 발표, 특정 질환에 대한 무작위 대조군 임상연구, 혹은 기존 기초의학적인 연구에 기반한 임상적 내용에 대한 발표가 대부분이었다. 연구 대상이 되는 질환들은 대체로 근골격계 질환, 염증성 질환, 신경계 질환 등이 대부분이었는데, 대규모 무작위 대조군 임상연구까지 진행된 질환은 류마티스 관절염⁸⁾, 유착성 관절낭염¹⁹⁾ 등으로 제한된 양상을 보인다. 또한 임상연구에서 봉독의 투여량 및 투여방법이 다양하게 제시되는데, 이에 대한 표준화 및 정량화는 차후 임상연구의 누적에 충분히 이루어진 후에 결정될 것으로 보인다. 한편, 봉독의 성분 연구 및 알리지, 면역반응 연구는 꾸준히 진행 중이다. 봉독의 경우 치료제로서의 역할과 알리지 반응 항원으로서의 상반된 성격을 갖는다. 따라서 봉독의 구성 성분 중 어떤 것이 항염증제로서의 역할을 하고 어떤 것이 생명체에 해로운 영향을 미치는지에 대해 명확한 구분을 하려는 연구 주제가 주요하다. 최근까지도 기존의 연구 결과가 뒤집히는 등 다양한 변화가 일어나는 추세이다²⁰⁾.

연구기관 분석에서 국내 기관인 경희대학교(Kyung Hee University: 7.7%)가 1위를 차지하고 있으며, 2위인 Airforce Military Medical University (4.8%)와 상당한 격차를 보인다. 기관 간 연관관계에 따라 본 연구 대상 연구기관들은 5개 클러스터로 묶였는데, 유럽권 기관들이 가장 높은 평균 인용횟수(66.81회)를 기록하였으며, 경희대학교를 중심으로 한 한의학 관련 기관들이 가장 낮은 평균 인용횟수(14.90회)를 기록하였다. 논문발행년도 비교 시 서울대학교(Seoul National University)를 중심으로 한 수의학 관련 기관들(2007.4년)에서 시행한 연구가 상대적으로 오래전에 진행된 것을 알 수 있으며, 경희대학교(Kyung Hee University)를 중심으로 한 한의학 관련 기관들(평균 논문발행년도 2014.1년)에서 시행한 연구가 상대적으로 최근 활발하게 이루어짐을 확인하였다. 국내 한의학 관련 기관에서 유럽권 기관 등 타 기관에 비해 상대적으로 연구 역사가 짧음에도 불구하고 다량의 논문을 출간한 것은 의미가 있다. 그러나, 인용횟수가 상대적으로 낮은 점에서 한의학

관련 기관의 논문의 질을 높이고 해당 학계에 기여할 수 있는 방법을 고려해야 함을 시사한다. 이어 추가로 각 기관의 총연계강도(TLS)를 비교하였다. 총연계강도란 한 개체(연구 기관·저자 등)가 타 개체들과 갖는 연계강도를 총합산한 값으로, 해당 값이 높을수록 개체의 소속 클러스터에서 클러스터 내외의 허브 역할을 함을 의미한다. 그 결과 서울대학교(Seoul National University: 110)가 1위, 경희대학교(Kyung Hee University: 107)가 2위를 차지하였고, 해당 두 기관의 영향력이 가장 크다는 사실을 확인할 수 있었다.

연구기관 분석 시, 경희의료원 한방병원, 자생한방병원 등의 국내 한방 임상기관에서는 인체 및 임상질환에의 봉독 적용 연구가 주로 이루어지는 경향이 있었고, 한국한의학연구원, 경희대학교 등의 한의학 연구기관에서는 주로 기초과학적 내용 혹은 동물 실험에 관한 논문이 발행되는 경향이 있었다. 두 기관에서는 각자 독립적으로 연구를 진행했을 뿐만 아니라, 협동하여 연구를 진행하기도 하였다. 한편 후자의 기관에서 진행한 연구의 주제는 한의학 외(수의학·의학·농업과학 등) 연구기관에서의 봉독 연구 주제와 동일한 경향이 있었는데, 이는 경희대학교 소속의 한의학 관련 연구기관들이 중심이 되어 한의학 외의 연구기관과의 협동 연구를 진행한 것과 연관이 있다. 특히하게도 대구가톨릭대학교 의과대학과 국립농업과학원의 협동 연구의 경우 한의학계와의 연계가 적은 데이터 누적 양상을 보였다. 해당 연구기관에서는 주로 동물실험이 진행되었는데, 이는 수의과대학 연합연구팀과 한의학 관련 연구기관에서 협동하여 진행한 동물실험 연구보다도 비교적 최근까지 진행된 양상을 보였다. 반면 국내가 아닌 해외(유럽 및 아시아 연구기관)에서는 동일 클러스터 내 각 기관 간의 연계강도가 상대적으로 약한 경향을 보였다.

저자별 분석에서 상위 25명의 저자 중 18명이 한국 저자일 정도로 전세계 봉독 연구에서 한국이 차지하는 비중은 상당하다. 또한, 해당 분석에서 2위와 3위를 차지한 한국 저자 박관규(Kwan-kyu Park)와 한상미(Sang-mi Han)는 총연계강도(TLS) 분석 시에도 각각 1위(271)와 2위(206)를 차지하여, 이 두 저자의 영향력이 가장 큼을 확인할 수 있다. 저자 간 연관관계에 따라 본 연구 대상의 저자들은 6개의 클러스터로 분류되었는데, 서울대학교(Seoul National University)를 중심으로 한 수의과대학에서 이루어지는 연구는 상대적으로 과거에 활발하게 이루어졌으며(논문발행년도 2005.6년), 해당 연구 자료들이 많이 인용되었음을 확인하였다(인용횟수 38.25회). 그리고 한의학계와 관련된 저자들이 소속된 클러스터의 경우 논문발행년도가 2014~2015년 사이에 고르게 분포되어, 비교적 최근에 들어 연구가 진행되고 있음을 알 수 있다. 국립농업과학원(National Academy of Agricultural Science)과 대

구 가톨릭대학교(Daegu Catholic University) 의과대학 협동 연구팀 클러스터의 경우 평균 논문발행년도가 비교적 최근에 속하며(2014.5년), 평균 인용횟수는 가장 낮게 기록되었다(10.57회).

2019년 본 연구와 동일한 데이터베이스와 분석 프로그램을 이용하여 봉독에 대한 계량서지학적 연구가 이루어진 바가 있었다. 해당 연구에서는 1975년부터 2017년까지 발행된 4,117건의 봉독 관련 문헌을 대상으로 하였다¹⁵⁾. 또한 2018년에 유사한 분석 방식을 이용하여 1980년부터 2016년까지 발행된 6,917건의 봉료요법(apitherapy) 관련 문헌을 대상으로 분석을 시행하기도 하였다¹⁴⁾. 그러나 기존 연구에서는 연구기관, 연구 키워드, 저자 등 항목에서 시간별 변화 추이는 관찰할 수 없었으며, 특히 봉료요법의 경우 봉독뿐만 아니라 기타 벌 추출물과 관련된 내용까지 포함되어 봉독에 대한 고유한 분석이 어렵다. 본 연구에서는 최근 연구 동향을 파악할 수 있도록 최근 20년 간 발간된 문헌(original article)을 대상으로 범위를 줄였으며, 국내 임상에서 가장 많이 활용되는 봉독(bee venom)으로 주제 범위를 한정시켰다. 또한 다양한 국가 및 기관들 간 관계 파악에 더 집중하고자 하였으며, 연구 키워드, 기관, 연구 저자 등 다양한 방면의 시간에 따른 변화에도 중점을 두었다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 본 연구는 영문 논문만을 대상으로 하였으며, 검색식이 단순하다. 이는 연구 주제를 더 명확하게 하려는 의도가 있었으나, 봉독 관련 논문 중 일부가 누락되었을 수 있는 한계점이 있다. 그리고 본 연구 대상 문헌들은 2000년 이후 발간된 논문으로 한정되는데, 이전 연구에 대한 분석과의 비교까지 이루어진다면 분석 내용이 더욱 풍부해질 것으로 보인다.

본 연구에서는 계량서지학적 방법을 통해 봉독에 대한 지난 20년간 연구동향을 파악하였다. 봉침 연구의 키워드 분석을 통해 봉독 성분 연구, 봉독의 알러지 및 면역반응 관련 연구, 봉독 치료의 임상 및 기전 연구라는 3가지 주요 연구주제를 파악할 수 있었다. 더불어 시간에 따른 봉독에 대한 세부 연구 주제의 변화, 주요 역할을 하는 연구기관 및 연구원 연계 패턴 변화를 확인할 수 있었다. 또한 네트워크 분석을 통해 주요 연구기관과 연구원들의 특성을 파악하여, 국내 및 해외의 봉독 연구 분야 입문자 및 기초과학 및 임상 연구자들에게 향후 연구의 바람직한 방향성을 제시할 수 있을 것으로 기대한다. 본 연구결과는 최근 20년간 진행된 국내 및 국외 봉독 연구를 거시적인 관점으로 이해하는 데 도움을 줄 수 있으며, 새로운 연구주제를 도출하고 전 세계적 연구 연관관계를 구축하는데 기여할 것으로 기대된다.

Acknowledgement

None.

Funding

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Science, ICT & Future Planning (No. 2018R1D1A1B07042313 & No. 2018R1A6A6031080).

Data availability

The authors can provide upon reasonable request.

Conflicts of interest

저자들은 아무런 이해 상충이 없음을 밝힌다.

References

1. Clark S, Camargo CA, Jr. Epidemiology of anaphylaxis. *Immunol Allergy Clin North Am*. 2007 ; 27(2) : 145-63. <https://doi.org/10.1016/j.iac.2007.03.002>
2. Gajski G, Garaj-Vrhovac V. Radioprotective effects of honeybee venom (*Apis mellifera*) against 915-MHz microwave radiation-induced DNA damage in wistar rat lymphocytes: in vitro study. *Int J Toxicol*. 2009 ; 28(2) : 88-98. <https://doi.org/10.1177/1091581809335051>
3. Varanda EA, Monti R, Tavares DC. Inhibitory effect of propolis and bee venom on the mutagenicity of some direct- and indirect-acting mutagens. *Teratog Carcinog Mutagen*. 1999 ; 19(6) : 403-13. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1520-6866\(1999\)19:6%3C403::aid-tcm4%3E3.0.co;2-2](https://doi.org/10.1002/(sici)1520-6866(1999)19:6%3C403::aid-tcm4%3E3.0.co;2-2)
4. Baek YH, Huh JE, Lee JD, Choi DY, Park DS. Antinociceptive effect and the mechanism of bee venom acupuncture (Apipunc-

- ture) on inflammatory pain in the rat model of collagen-induced arthritis: Mediation by alpha2-Adrenoceptors. *Brain Res.* 2006 ; 1073-1074 : 305-10. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2005.12.086>
5. Jang MH, Shin MC, Lim S, Han SM, Park HJ, Shin I, et al. Bee venom induces apoptosis and inhibits expression of cyclooxygenase-2 mRNA in human lung cancer cell line NCI-H1299. *J Pharmacol Sci.* 2003 ; 91(2) : 95-104. <https://doi.org/10.1254/jphs.91.95>
6. Lee KG, Cho HJ, Bae YS, Park KK, Choe JY, Chung IK, et al. Bee venom suppresses LPS-mediated NO/iNOS induction through inhibition of PKC-alpha expression. *J Ethnopharmacol.* 2009 ; 123(1) : 15-21. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.02.044>
7. Lee JY, Kang SS, Kim JH, Bae CS, Choi SH. Inhibitory effect of whole bee venom in adjuvant-induced arthritis. *In Vivo.* 2005 ; 19(4) : 801-5.
8. Lee JA, Son MJ, Choi J, Jun JH, Kim JI, Lee MS. Bee venom acupuncture for rheumatoid arthritis: a systematic review of randomised clinical trials. *BMJ Open.* 2014 ; 4(11) : e006140. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-006140>
9. Lee HS, Lee JD, Koh HK. The review on the study of bee venom in the domestic papers. *J Acupunct Res.* 2003 ; 20(3) : 154-65.
10. Han CH, Lee YS, Kwon OM, Lee YJ. The review on the study of bee venom in the journals of Korean Medicine. *Korean J Acupunct.* 2013 ; 30(1) : 27-36. <https://doi.org/10.14406/acu.2013.30.1.027>
11. De Bellis N. *Bibliometrics and citation analysis: from the science citation index to cybermetrics.* Lanham: Scarecrow Press. 2009.
12. Bounes V, Dehours E, Houze-Cerfon V, Valle B, Lipton R, Ducasse JL. Quality of publications in emergency medicine. *Am J Emerg Med.* 2013 ; 31(2) : 297-301. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2012.07.026>
13. Lee JH, Lim TH, Kim WH, Kim CS, Oh JH, Kang HG. Bibliometric analysis of the journal of the Korean society of clinical toxicology. *J Kor Soc Clin Toxicol.* 2013 ; 11(2) : 96-100.
14. Senel E, Demir E. Bibliometric analysis of apitherapy in complementary medicine literature between 1980 and 2016. *Complement Ther Clin Pract.* 2018 ; 31 : 47-52. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2018.02.003>
15. Senel E. A Holistic Analysis of Bee Venom Literature: Bibliometric Evaluation Of The Global publication productivity on Bee Venom between 1975 And 2017. *Hitit Med J.* 2019 ; 1(1) : 6-11.
16. van Eck NJ, Waltman L. Software survey: VOS viewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics.* 2010 ; 84(2) : 523-38. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
17. Youn HM. The clinical observation of anaphylaxis on bee-venom acupuncture. *J Acupunct Res.* 2005 ; 22(4) : 179-88.
18. Park JH, Yim BK, Lee JH, Lee S, Kim TH. Risk associated with bee venom therapy: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2015 ; 10(5) : e0126971. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126971>
19. Park YC, Koh PS, Seo BK, Lee JW, Cho NS, Park HS, et al. Long-term effectiveness of bee venom acupuncture and physiotherapy in the treatment of adhesive capsulitis: a one-year follow-up analysis of a previous randomized controlled trial. *J Altern Complement Med.* 2014 ; 20(12) : 919-24. <https://doi.org/10.1089/acm.2014.0220>
20. Lee G, Bae H. Bee Venom Phospholipase A2: Yesterday's Enemy Becomes Today's Friend. *Toxins (Basel).* 2016 ; 8(2) : 48. <https://doi.org/10.3390/toxins8020048>