Journal of the Korea Convergence Society
Vol. 12. No. 8, pp. 1-11, 2021

ISSN 2233-4890 / eISSN 2713-6353
https://doi.org/10.15207/JKCS.2021.12.8.001

워드임베딩을 활용한 복압성 요실금 관련 연구 동향에 관한 융합 연구

김준희[1], 안선희[1*], 곽경태[2], 원영수[3], 유화익[3]
[1]코리아테크 책임연구원, [2]쿠팡 EHS Sr. Health & Ergonomics, [3]연세대학교 물리치료학과 통합과정

A Convergence Study of the Research Trends on Stress Urinary Incontinence using Word Embedding

Jun-Hee Kim[1], Sun-Hee Ahn[1*], Gyeong-Tae Gwak[2], Young-Soo Weon[3], Hwa-Ik Yoo[3]
[1]Senior researcher, Research and developement, KOREATECH Co.
[2]Sr. Health & Ergonomics, EHS, Coupang Co.
[3]Ph.D. C, Department of Physical Therapy, Yonsei University

요 약 본 연구의 목적은 '복압성 요실금'을 키워드로 검색된 연구들의 경향과 특성을 단어 빈도를 통해 분석하고, 워드임베딩을 사용하여 그 관계를 모델링 하고자 하였다. 의학 서지 데이터베이스인 MEDLINE에 등록되어 있는 복압성 요실금 연구 9,868개 논문들의 초록 문자 데이터를 Python 프로그램을 이용하여 추출하였다. 그런 다음 빈도 분석을 통해 10개의 키워드를 선택하였다. 키워드 관련 단어들의 유사도는 Word2Vec 머신러닝 알고리즘으로 분석하였다. 그리고, t-SNE 기법을 사용하여 단어의 위치와 거리가 시각화하였고, 이에 따라 그룹을 분류하여 이를 분석하였다. 복압성 요실금과 관련된 연구는 1980년대 이후 빠르게 증가했다. 키워드 분석을 통해 논문 초록에서 가장 많이 사용된 키워드는 '여성', '요도', '수술'로 나타났다. Word2Vec 모델링을 통해 복압성 요실금 관련 연구에서 주요 키워드들과 가장 높은 연관성을 나타내는 단어들에는 '여성', '절박', '증상' 등이 있었다. 그리고, t-SNE 기법을 통해 키워드와 관련 단어들은 복압성 요실금의 증상, 신체 기관의 해부학적 특성, 그리고 수술적 중재를 중심으로 하는 3개의 그룹으로 분류될 수 있었다. 본 연구는 초록을 구성하는 단어들의 키워드 빈도 분석 및 워드임베딩 방식을 이용하여 복압성 요실금 관련 연구들의 동향을 살펴본 최초의 연구이다. 본 연구의 결과는 향후 연구자들이 복압성 요실금 관련 연구 분야의 주제와 방향성을 선택하는 데 있어 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

주제어 : 의료데이터마이닝, 자연어처리, 융복합, t-SNE, Word2Vec

Abstract The purpose of this study was to analyze the trends and characteristics of 'stress urinary incontinence' research through word frequency analysis, and their relationships were modeled using word embedding. Abstract data of 9,868 papers containing abstracts in PubMed's MEDLINE were extracted using a Python program. Then, through frequency analysis, 10 keywords were selected according to the high frequency. The similarity of words related to keywords was analyzed by Word2Vec machine learning algorithm. The locations and distances of words were visualized using the t-SNE technique, and the groups were classified and analyzed. The number of studies related to stress urinary incontinence has increased rapidly since the 1980s. The keywords used most frequently in the abstract of the paper were 'woman', 'urethra', and 'surgery'. Through Word2Vec modeling, words such as 'female', 'urge', and 'symptom' were among the words that showed the highest relevance to the keywords in the study on stress urinary incontinence. In addition, through the t-SNE technique, keywords and related words could be classified into three groups focusing on symptoms, anatomical characteristics, and surgical interventions of stress urinary incontinence. This study is the first to examine trends in stress urinary incontinence-related studies using the keyword frequency analysis and word embedding of the abstract. The results of this study can be used as a basis for future researchers to select the subject and direction of the research field related to stress urinary incontinence.

Key Words : Medical data mining, Natural language processing, Convergence, t-SNE, Word2Vec

*Corresponding Author : Sun-Hee Ahn(tjsgml001@naver.com)
Received May 10, 2021
Revised June 1, 2021
Accepted August 20, 2021
Published August 28, 2021

1. 서론

1.1 복압성 요실금

국제 요실금 협회 (International Continence Society)에 따르면, 복압성 요실금 (Stress urinary incontinence)은 기침, 재채기 또는 신체 활동 등에 의해 복부 내 압력이 증가할 때 발생하는 불수의적 소변 누출을 의미한다 [1,2]. 복압성 요실금은 방광 아래에 있는 골반 근육들의 약화로 인하여 방광을 누르는 압력을 견딜 수 없거나, 요도의 괄약근의 근력이 부족할 때 발생할 수 있다 [3,4]. 우리나라의 경우, 30대 이상의 여성들을 대상으로 수행한 조사 연구에서 복압성 요실금을 가지고 있는 사람이 전체 대상자의 37.8%를 차지할 정도로 높은 비율을 나타냈다 [5]. 복압성 요실금은 주로 연령이 높은 여성에게 발생하며, 임신, 출산, 폐경, 요로 감염, 질염 등 다양한 원인에 의해 발생할 수 있다 [6,7]. 남성의 경우는 드물지만 전립선암에 대한 수술을 시행한 후 요도 괄약근과 골반 신경에 손상이 생겼을 때 발생하기도 한다 [8]. 요실금을 겪는 환자들은 신체적인 증상 외에도 심한 스트레스, 우울 등과 같은 부정적인 정서를 경험할 뿐만 아니라 삶의 질 또한 감소하는 것으로 보고되고 있다 [9,10].

이러한 복압성 요실금을 개선하기 위해서 운동 요법, 약물 요법, 수술적 방법과 같은 다양한 방법들이 사용되고 있다 [11-14]. 특히, 복압성 요실금의 직접적인 원인으로 작용하는 약화된 골반저근을 강화하기 위한 방법들이 다양하게 제시되어 사용되고 있다. 이 가운데 대표적으로 사용되는 중재로는 운동을 통한 골반저근의 강화가 있다 [3,15,16]. 골반저근의 강화운동은 배뇨와 배변을 조절하는 괄약근의 기능을 강화하여 소변의 누출을 감소시켜준다 [3,14,17]. 이러한 골반저근의 강화 운동은 케겔 운동과 같은 간단한 방법부터 시작하여 방광 훈련, 바이오 피드백과 같은 방식들과 함께 수행되었으며 표면 전기자극, 질내 삽입기구를 이용하는 방법 등 점차 다양한 방법들이 연구되어 사용되고 있다 [14-16]. 복압성 요실금에 사용되는 약물로는 에스트로겐, 알파-교감신경 항진제, 베타-교감신경 항진제 등이 있으나 치료 효과에 비해 부작용으로 인해 제한적으로 사용되고 있고, 최근 둘록세틴 약물이 미국 식약청의 승인을 얻어 이에 대한 치료제로 주목받고 있다 [18]. 복압성 요실금의 수술 방법으로는 슬링술, 현수술, 인공괄약근 등이 사용되고 있으며 요도 과활동성의 정도, 소변의 누출압력, 수술자의 선호도, 환자의 연령 등에 따라 다양하게 결정될 수 있다 [18-20]. 최근까지의 연구들을 바탕으로, TVT (tension-free vaginal tape)와 같은 슬링술이 가장 대표적인 수술 방법으로 사용되고 있다 [20-22]. 이처럼 임상의학연구자들은 환자들이 겪고 있는 질병의 특성이나 이에 대한 치료법 그리고 그 효과에 대한 데이터들의 해석과 분석을 통하여 가치 있는 치료 방법들을 찾아내기 위해 노력을 하고 있다. 이에 따라, 의학 분야 학술지는 연구자가 주장하는 치료의 방법이 통계적으로 타당한지에 대한 검증을 가장 중요한 요소로 여기고 있다. 하지만 수집되는 환자의 정보가 점점 더 방대해지고 복잡해짐에 따라 다양한 분석과 통계학적 방법들이 연구되어 사용되고 있다 [23,24].

1.2 워드임베딩

텍스트 마이닝은 통계적 패턴 학습, 자연어 처리 기법과 같은 방식을 이용하여 문자로 구성된 데이터로부터 의미 있는 정보를 획득하는 과정을 기법이다 [25]. 대표적인 방법으로 신경망 기반 학습 방법인 워드임베딩 (Word embedding)이 사용되고 있다. 워드임베딩은 자연어를 컴퓨터가 이해하고, 이를 효율적으로 처리하기 위해서 자연어를 벡터로 표현하는 과정을 의미한다. 이를 위해 사용되는 방법은 단어 간의 유사도를 반영할 수 있도록 단어들의 의미를 벡터로 표현해주는 방식인 Word2Vec이 있다 [26]. 워드임베딩을 활용한 텍스트 마이닝 방식은 컴퓨터 공학, 산업, 경제학, 건설 등 다양한 분야에서 활용되고 있으며 이에 대한 분석 방법도 다양하게 발전하고 있다 [27-29]. 이러한 분석 방식은 의학 분야에도 적용이 되고 있다. 대표적으로 점점 더 방대해지는 전자 의무 기록지의 단어들을 처리하고 분류하여 그 의미를 해석하고 이를 바탕으로 기록 방식, 구성 단어들을 표준화하는 데 이를 이용하고 있다. [30] 또한, 단어들을 통해 치료 계획을 분석하거나 진단을 통한 의사 결정을 하는 데 이를 활용하기도 하였다 [31,32]. 이렇듯, 인간이 해석하기 어려운 방대한 양의 단어들을 워드임베딩 방법을 통해 기존의 접근 방식과 다르게 다양하고 넓은 방식으로 자료들에 대한 분석과 해석을 시도하고 있다.

1.3 연구 목적

기존 복압성 요실금과 관련된 임상 의학 연구들은 환자가 가지고 있는 특성을 기반으로 치료 방법이나 수술적 방법들을 검증하는 연구들이 주로 수행되었다. 하지

만, 주로 복압성 요실금을 겪는 환자들이 가지고 있는 증상, 이에 따른 치료 방법, 그리고 치료의 효과 데이터만을 사용하여 분석하였으며, 문자 자체를 데이터로 이용하여 분석하는 경우는 없었다. '작업치료'라는 단어로 주요 포털사이트에서 검색되는 단어들의 관계를 분석한 경우나 특정 학회지에 게재된 연구들의 단어들을 모델링하여 그 트렌드를 분석한 연구들도 존재하지만, 이러한 연구들은 특정 학문에 대한 대중들의 인식을 파악하거나 특정 학술지에서 자주 사용되는 단어들의 특징만을 분석했다 [33,34]. 그래서, 본 연구는 복압성 요실금이라는 질환명을 중심으로 임상 연구들의 초록 데이터를 이용하여 워드임베딩 방법으로 전반적인 연구 동향과 특징들을 살펴보았다. 그리고 연구들의 초록을 구성하고 있는 주요 키워드들을 분석한 다음 이들의 관계를 모델링 하고자 하였다. 즉, 워드임베딩 방식으로 Word2Vec을 활용하여 초록을 구성하는 주요 단어들의 의미가 보존되도록 벡터화 작업을 해준 다음, 문맥을 통해 단어를 학습시켰다. 이를 통해, 벡터 공간에 존재하는 논문들의 주요 키워드들과 관련성이 높은 문자 데이터들을 살펴보았다. 이처럼, 본 연구는 복압성 요실금을 주제로 하는 임상 의학 분야의 논문 초록 데이터를 워드임베딩 방식으로 모델링하여 이를 객관적으로 분석하고자 하였다.

2. 연구방법

2.1 자료 수집

복압성 요실금 관련 임상 의학 연구들을 대표할 수 있는 논문들을 선정하기 위해 펍메드 사이트 (https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/)에서 검색어를 '복압성 요실금' ("Stress urinary incontinence")으로 수행하였다. 2021년 3월 23일을 기준으로 초록 데이터가 등록되어 있고 MEDLINE에 해당하는 9,953편의 논문들의 제목과 저자의 이름, 저널명, 초록 데이터, 출판일을 수집하였다. 논문들의 데이터 수집은 Python으로 작성한 프로그램으로 수행하였다. 프로그램은 selenium 모듈과 BeautifulSoup를 사용하였다. 수집된 데이터 가운데 중복으로 수집된 논문들을 제외한 9,868편의 논문들을 활용하여 키워드 분석과 워드임베딩 작업을 수행하였다. 본 연구의 개요는 아래 Fig. 1과 같다.

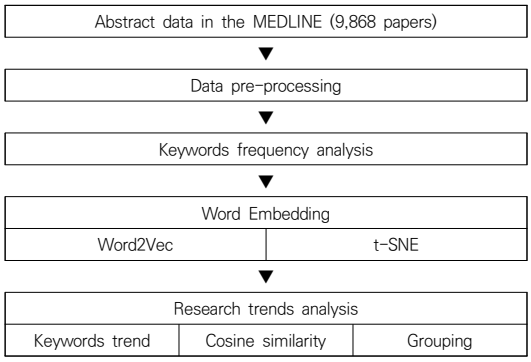

Fig. 1. Flowchart of this study

2.2 단어 전처리

키워드 분석 프로그램과 워드임베딩 분석에 있어 불필요하게 여겨지는 단어들에 대한 제거 작업을 수행하였다. 초록에 문단 제목으로 쓰이는 단어 (background, method, result, conclusion 등), 임상 의학 연구들의 방법론적으로 쓰이는 단어 (study, group, control 등)들을 제외되도록 프로그램을 작성하였다. 또한, 복수형 및 단수형 단어들이나 단수 동사 및 복수 동사의 통합이 이루어지도록 하였다. 그리고, 워드임베딩을 통해 데이터가 단어별로 수집되었을 때, 분석을 하는 데 있어 중요하지 않은 단어들인 관사 (a, an, the), 전치사 (of, on, for), 대명사 (it, he, her), 특수 문자 및 숫자 데이터들을 제거하기 위하여 re 모듈을 이용하였다.

2.3 키워드 분석

초록에 등장하는 단어들의 빈도는 Python의 pandas 모듈과 카운터 함수를 이용하여 분석하였다. 이 때 프로그램은 단어를 빈도가 높은 순서대로 정렬해주도록 작성하였다. 이 때, 동일한 의미를 가진 단어들은 같은 단어로 병합하도록 프로그램을 구성하여 분석결과의 정확성이 향상되도록 하였다. 이 때, 빈도수가 높은 단어들 중에서 검색어인 '복압성 요실금'을 포함한 10개의 단어를 키워드로 분석하였다.

2.4 워드임베딩

워드임베딩은 단어를 수학적 형태로 표현하기 위해 벡터의 형태로 의미를 나타내는 방법이다. 즉, 머신러닝 알고리즘에 의해 단어들의 의미 관계가 보존되도록 하는 방법이다. 이러한 방법으로는 Tomas Mikolov 외 4인 (2013)이 제안한 Word2Vec 모델이 가장 대표적인 방

법으로 사용되고 있다 [35]. Word2Vec 모델은 특정 embedding 공간상에서 같은 유사도를 갖는 단어들은 가까운 거리를 가진다고 가정한다. Word2Vec 방식을 통해 주어진 문장에 대한 문법적 해석과 단어들의 거리를 통해 의미론적 추론이 가능해진다. 예를 들어, '한국', '서울', '일본', '도쿄'에 해당하는 벡터 존재한다고 할 때, '한국' - '서울' + '일본'= '도쿄'의 관계가 보존되는 것이다.

2.4.1 Word2Vec

Word2Vec 모델은 CBOW (Continuous Bag-of-words)나 skip-gram 방법을 이용하여 데이터를 학습하고 예측한다. CBOW 방법은 주변에 단어가 2k개 존재할 때 그 중심에 특정 단어가 나타날 조건부 확률을 계산하는 것이고, 반대로 skip-gram 방법은 중심 단어가 주어졌을 때 특정 조합을 가진 주변 단어 2k개가 나타날 조건부 확률을 계산하여 워드임베딩을 수행한다. 두 가지 모형 가운데 skip-gram 방법이 속도는 느리지만 더 정확도가 높고, CBOW 방법은 속도가 더 빠르지만 정확도가 더 낮다고 보고되고 있다 [36]. 그래서, 본 연구는 Python의 gensim 모듈의 Word2Vec 함수를 이용하여 정확도가 더 높은 Skip-Gram 방식으로 단어 벡터 크기 300차원, 문맥 윈도우 10으로 설정하여 모델링을 진행하였다 [37]. 즉, 단어들을 공간상에 300차원 벡터로 학습하였다. 이와 함께, wv.most_similar 함수를 이용하여 키워드들과 연관성이 가장 높은 단어들을 cosine similarity를 통해 분석하였다. 이때 데이터가 1에 가까울수록 두 벡터가 양의 상관관계를 의미하고, 0에 가까울 때는 상관관계가 없으며, -1에 가까울수록 음의 상관관계를 의미한다.

2.4.2 t-SNE

Word2Vec 모델로 처리된 자료들은 다차원으로 구성되어 있어 이를 시각화하기 위해서는 더 적은 차원으로 축소해야 한다. Maaten and Hinton (2008)이 제안한 t-SNE는 머신 러닝을 이용한 비선형적 차원 축소 방법으로 데이터상의 군집들을 다른 방법들보다 더 잘 보여주는 경향이 있다고 보고되었다 [38]. 그러므로, 본 연구는 t-SNE를 이용하여 300차원 공간의 단어들을 2차원 공간으로 시각화 하였다. 그 다음 '복압성 요실금'을 포함하는 키워드 10개 단어들과 데이터 간 거리가 가까운 단어들을 분석하였다. 이때 나타내는 값이 작을수록 데이터 간 거리가 가깝고 데이터 간의 관련성이 높은 것으로 분석한다.

3. 결과

3.1 자료 수집 결과

논문 수집 프로그램을 수행한 결과 총 9,955편의 논문이 검색되었다. 이 중 중복을 제외한 논문은 1953년부터 2021년 3월 23일까지 총 9,868편이 수집되었다. 10년 단위로 분류된 연구들을 살펴보면 '복압성 요실금' 관련 연구들은 1953년부터 1980년 이전까지 이루어진 연구가 195건에 불과하지만 1980년대 이후로 Fig. 2와 같이 꾸준히 증가하고 있다. 최근 5년간 이루어진 연구들을 Fig. 3를 통해 살펴보면 연평균 약 350건의 연구들이 꾸준히 수행되고 있다. 다만, 2020년의 경우 지난 연도들의 연구 수에 비하여 절반정도 수준인 205건의 연구들이 수행되었다.

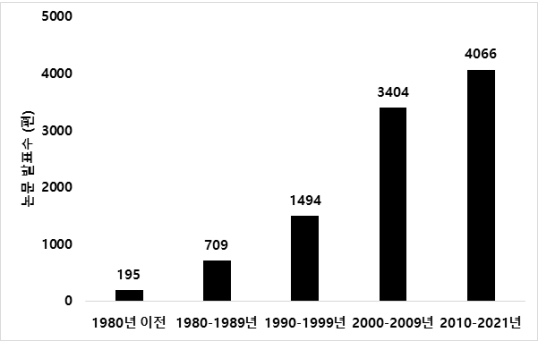

Fig. 2. Number of studies in 10 years

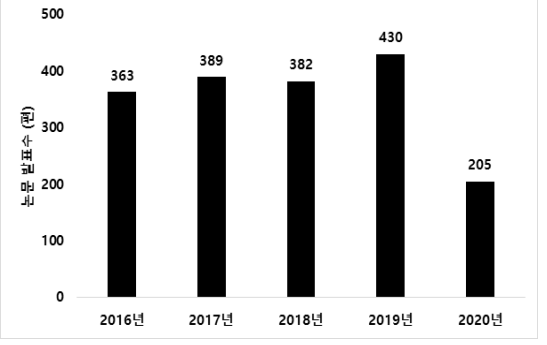

Fig. 3. Number of studies per year within the last 5 years

3.2 키워드 분석 결과

Table 1처럼 10년 단위로 구분한 연구들의 상위 10개 키워드들을 살펴보면 공통적으로 '요도' (urethra), '여성' (woman), '방광' (bladder) 단어들이 높은 빈도를 나타냈다. 1980년대에는 '요역동학' (urodynamic)

단어가 연구들의 빈도 높은 키워드로 새롭게 나타나기 시작하였다. 이와 함께, '질' (vaginal) 단어가 나타나기 시작하면서 점차적으로 그 빈도가 증가하는 것으로 나타났다. 1990년대에는 '비율' (rate), '골반' (pelvic) 단어들이 빈도 높게 사용되기 시작했으며, 2000년대에는 '슬링' (sling), 'Tension-free Vaginal Tape' (TVT), '테이프' (tape)와 같은 단어들이 높은 빈도를 나타내기 시작하였다. 2010년대에는 '합병증' (complication), '탈출증' (prolapse)의 단어들이 높은 빈도로 새롭게 사용되었다.

3.3 워드임베딩 결과

3.3.1 Word2Vec

'복압성' (stress), '요' (urinary), '실금' (incontinence)과 전체 연구들의 상위 빈도 10개 키워드들의 Word2Vec

Table 1. 10 top keywords and frequency

	-1980		1980-1989		1990-1999		2000-2009		2010-2021		Total	
Rank	Keyword	Frequency	Keyword	Frequency	Keyword	Frequency	Keyword	Frequency	Keyword	Frequency	Keyword	Frequency
1	Urethra	287	Urethra	893	Woman	2,033	Woman	6,139	Woman	7,518	Woman	16,449
2	Pressure	184	Woman	648	Urethra	1,553	Urethra	2,948	Sling	4,398	Urethra	9,244
3	Bladder	148	Pressure	600	Bladder	1,317	Vaginal	2,658	Surgery	4,151	Surgery	7,675
4	Operation	121	Bladder	573	Pressure	1,105	Sling	2,537	Urethra	3,563	Sling	7,523
5	Woman	111	Operation	376	Vaginal	736	Surgery	2,535	Pelvic	3,379	Bladder	6,834
6	Female	49	Urodynamic	321	Surgery	711	Bladder	2,505	Rate	3,364	Rate	6,455
7	Surgical	47	Surgery	250	Neck	676	TVT*	2,442	Vaginal	2,710	Vaginal	6,366
8	Profile	46	Vaginal	233	Rate	669	Rate	2,199	Complication	2,470	Pelvic	6,294
9	Neck	44	Test	231	Urodynamic	638	Pelvic	2,105	Prolapse	2,391	Complication	4,730
10	Examination	41	Detrusor	197	Pelvic	629	Tape	1,934	Bladder	2,291	TVT	4,529

*TVT = Tension-free Vaginal Tape

Table 2. 10 Word2Vec results of 13 keywords

Rank	Stress	Urinary	Incontinence	Woman	Urethra	Surgery	Sling	Bladder	Rate	Vaginal	Pelvic	Complication	TVT*
1	Incontinence	Incontinence	Stress	Subject	Proximal	Operation	Tape	Neck	Cure	Wall	Floor	Morbidity	Tape
	0.642	0.613	0.642	0.443	0.512	0.508	0.559	0.479	0.445	0.423	0.673	0.480	0.624
2	SUI†	Stress	Urinary	Participant	Pressure	Surgical	Transobturator	Vesical	Success	Vagina	Organ	Perforation	TOT†
	0.552	0.501	0.613	0.404	0.484	0.465	0.534	0.427	0.431	0.410	0.469	0.420	0.605
3	Urinary	SUI	SUI	Incontinence	Closure	Concomitant	Midurethra	Urethra	Overall	Anterior	Muscle	Perioperative	Secur
	0.501	0.443	0.550	0.396	0.472	0.417	0.494	0.402	0.409	0.399	0.368	0.414	0.554
4	Genuine	Female	UI	Stress	Neck	Anti	Suburethra	Detrusor	Subjective	Transvaginal	Prolapse	Intraoperative	Tension
	0.446	0.424	0.484	0.392	0.435	0.412	0.492	0.369	0.385	0.365	0.344	0.405	0.508
5	Mixed	Symptom	Symptom	Among	Distal	Placement	Synthetic	Voiding	Follow	Intravaginal	Disorder	Erosion	Transobturator
	0.420	0.405	0.442	0.392	0.406	0.388	0.479	0.343	0.349	0.361	0.339	0.404	0.503
6	Urge	Urge	Mixed	Symptom	Bladder	Repair	Placement	Vagina	Satisfaction	Pelvic	Urinary	Postoperative	Free
	0.401	0.354	0.438	0.370	0.402	0.387	0.463	0.289	0.347	0.318	0.318	0.387	0.480
7	Woman	Woman	Urge	SUI	Sphincter	Sling	Mu	Urethrovesical	Complication	Posterior	Vaginal	Adverse	Monarc
	0.392	0.346	0.432	0.365	0.382	0.373	0.462	0.285	0.343	0.314	0.318	0.358	0.452
8	Female	Severe	Woman	Female	External	Prolapse	Pubovaginal	Overactivity	Respectively	Hysterectomy	Training	Clavien	Obturator
	0.362	0.335	0.396	0.363	0.337	0.362	0.459	0.279	0.329	0.312	0.312	0.355	0.439
9	Intrinsic	Genuine	Genuine	Aged	Length	Postoperative	Retropubic	Intravesical	Incidence	Tension	Pfm	Bleeding	Sling
	0.349	0.331	0.393	0.361	0.333	0.343	0.445	0.279	0.328	0.307	0.310	0.351	0.424
10	Urodynamically	UI	Treatment	Mixed	Transmission	Organ	Incision	Without	TVT	Mesh	Levator	Infection	Sparc
	0.338	0.327	0.388	0.355	0.330	0.336	0.426	0.274	0.322	0.305	0.299	0.346	0.424

*TVT = Tension-free Vaginal Tape
†UI = Urinary Incontinence
‡TOT = Transobturator Tape

모델링 결과를 다음 Table 2와 같이 나타냈다. 키워드들과 연관성 높은 단어들을 1위부터 10위까지 나타냈으며 값이 1에 가까울수록 높은 연관성을 나타낸다. 각 키워드들과 관련된 단어들을 통하여 이들이 어떠한 개념과 관련성을 가지고 연구되었는 지 확인할 수 있다.

'복압성 요실금'을 구성하는 단어들과 가장 높은 연관성을 나타내는 단어는 '여성' (woman, female), '절박' (urge), '증상' (symptom)이었다. '여성'은 '대상자' (subject), '참여자' (participant)와 높은 연관성을 나타냈다. '요도' (urethra)는 '몸쪽' (proximal), '압력' (pressure), '폐쇄' (closure) 단어와 높은 연관성을 나타냈다. '방광' (bladder)은 '목' (neck), '방광' (vesical), '요도', '괄약근' (detrusor) 등과 높은 연관성을 나타냈다. '수술' (surgical)은 '슬링' (sling), '탈출증' (prolapse) 등과 높은 연관성을 나타냈다. 이 가운데, '슬링'은 '테이프' (tape), 'TOT' (transobturator), 'TVT' 등과 같은 단어들이 높은 연관성을 나타냈다. '비율' (rate) 단어는 '치유' (cure), '성공' (success), '전체' (overall) 등의 단어들이 높은 연관성을 나타냈다. '질' (vaginal)은 '벽' (wall), '골반' (pelvic) 단어들이 높은 연관성을 나타냈다. '골반'은 '바닥' (floor), '장기' (organ), '근육' (muscle) 등의 단어들이 높은 연관성을 나타냈다. '합병증' (complication) 단어는 '질병률' (morbidity), '천공' (perforation), '수술기 주위' (perioperative) 등이 높은 연관성을 나타냈다. 'TVT' 단어의 경우 '테이프', 'TOT', '안전' (secure) 등의 단어들이 높은 연관성을 나타냈다.

3.3.2 t-SNE

Fig. 4은 워드임베딩 방식으로 300차원 공간으로 임베딩 시킨 단어들을 t-SNE 방식을 통해 2차원 공간에 나타낸 그래프이다. '복압성' (stress), '요' (urinary), '실금' (incontinence) 및 전체 연구 중에서 가장 높은 빈도수를 보인 10개의 키워드들의 위치와 거리가 가까운 단어들을 나타냈다. Table 3은 이들 단어들과 거리가 가까운 10개의 단어들의 목록과 거리를 제시하였다. 거리를 나타내는 값이 낮을수록 거리가 가깝고 높은 연관성을 나타낸다. 이를 통해, '복압성 요실금' 연구들의 키워드들 간 연결성을 시각적으로 살펴볼 수 있다.

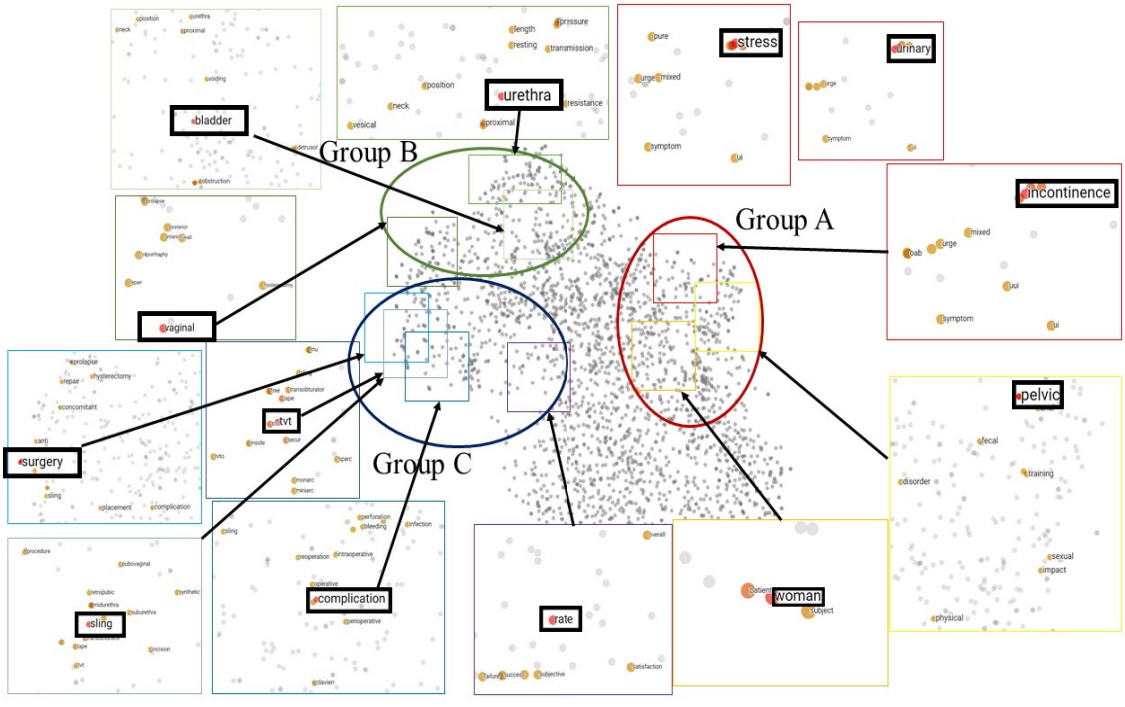

Fig. 4. t-SNE 2D visualization of 13 keywords

Table 3. Distance of 13 keywords in t-SNE

Rank	Stress	Urinary	Incontinence	Woman	Urethra	Surgery	Sling	Bladder	Rate	Vaginal	Pelvic	Complication	TVT*
1	Incontinence	Incontinence	Stress	Patient	Proximal	Procedure	Tape	Neck	Success	Wall	Floor	Morbidity	Tape
	0.398	0.419	0.398	0.472	0.545	0.451	0.515	0.586	0.584	0.654	0.39	0.575	0.445
2	SUI†	Stress	Urinary	Subject	Pressure	Operation	Transobturator	Vesical	Cure	Anterior	Organ	Perioperative	TOT†
	0.466	0.523	0.419	0.57	0.561	0.526	0.53	0.623	0.588	0.663	0.601	0.638	0.445
3	Urinary	SUI	SUI	Participant	Closure	Patient	Midurethra	Urethra	Overall	Intravaginal	Vaginal	Perforation	Secure
	0.523	0.592	0.477	0.657	0.599	0.621	0.561	0.649	0.638	0.687	0.732	0.638	0.497
4	Genuine	Symptom	UI§	Incontinence	Bladder	Surgical	MU‖	Detrusor	Subjective	Transvaginal	Muscle	Erosion	Transobturator
	0.62	0.64	0.579	0.659	0.649	0.629	0.575	0.677	0.66	0.702	0.734	0.64	0.548
5	Urge	Female	Symptom	SUI	Distal	Anti	Suburethra	Voiding	Incidence	Pelvic	Prolapse	Intraoperative	Tension
	0.653	0.663	0.613	0.663	0.65	0.663	0.581	0.689	0.678	0.732	0.737	0.658	0.576
6	Mixed	Urge	Urge	Stress	Neck	Postoperative	Synthetic	Overactivity	Respectively	Repair	POP¶	Procedure	Procedure
	0.66	0.668	0.645	0.673	0.667	0.697	0.585	0.746	0.704	0.739	0.741	0.68	0.582
7	Woman	Severe	Mixed	Among	Sphincter	Concomitant	Procedure	Obstruction	Satisfaction	Urethra	Disorder	Postoperative	Free
	0.673	0.716	0.651	0.68	0.675	0.698	0.591	0.766	0.706	0.768	0.754	0.682	0.584
8	Treatment	Woman	Woman	Symptom	Resting	Repair	Pubovaginal	Overactive	Failure	Posterior	Training	Adverse	Monarc
	0.747	0.72	0.659	0.698	0.711	0.705	0.602	0.779	0.71	0.773	0.777	0.691	0.633
9	Female	Urgency	Treatment	Year	Resistance	Placement	Placement	Intravesical	Complication	Hysterectomy	PFM**	Operative	Obturator
	0.748	0.728	0.698	0.703	0.735	0.712	0.608	0.786	0.715	0.775	0.781	0.702	0.647
10	Urodynamically	Genuine	Genuine	Older	Transmission	Prolapse	Retropubic	Without	Similar	Suburethra	Urinary	Infection	Sling
	0.749	0.742	0.719	0.704	0.739	0.728	0.617	0.789	0.72	0.778	0.785	0.713	0.658

*TVT = Tension-free Vaginal Tape
†SUI = Stress Urinary Incontinence
‡TOT = Transobturator Tape
§UI = Urinary Incontinence
‖MU = Mid Uretheral
¶POP = Pelvic Organ Prolapse
**PFM = Pelvic Floor Muscle

4. 고찰

본 연구는 워드임베딩 방법을 활용하여 1953년부터 2021년 3월까지 '복압성 요실금'을 키워드를 포함하고 있는 해외 연구 9,868편의 초록을 분석하였다. '복압성 요실금' 관련 연구들의 연구 동향과 특징은 다음과 같이 볼 수 있을 것이다.

첫째, '복압성 요실금' 연구들은 지난 70년 동안 점차적으로 증가하는 추세를 나타냈다. 출판된 논문들을 10년 단위로 구분하였을 때 1980년대부터 2000년대까지 수행된 연구들이 매 10년마다 약 2배 정도 증가하는 것으로 나타났다. 지난 5년동안 매해 발표된 연구들도 2020년을 제외하고는 꾸준하게 300편 이상씩 수행되어 온 것으로 나타났다.

둘째, 키워드 분석을 통하여 다음과 같이 연구들의 동향을 살펴볼 수 있다. '복압성 요실금' 연구들은 주로 '여성' (woman)을 대상으로 수행된 것으로 볼 수 있다. 특히, '복압성 요실금'은 '압력' (pressure)이 원인으로 작용하여 '요도' (urethra)에 영향을 미친다는 사실을 바탕으로 연구들이 수행되어 온 것으로 볼 수 있다. 1980년대에는 '요역동학' (urodynamic) 단어를 통해 요역동학 검사에 대한 연구들이 증가한 것으로 볼 수 있다. 실제로, 요역동학 검사는 Bates et al. (1970)와 Gerry (1980), 그리고 Powell (1981)의 연구들을 시작으로 이에 관한 연구들이 활발하게 진행되었다 [39-41]. 이와 함께, '질' (vaginal) 단어가 높은 빈도를 나타내기 시작하면서 요실금과 여성의 성기능에 대한 연구들이 증가한 것으로 파악해 볼 수 있다. 이를 바탕으로, 현재 복압성 요실금은 여성의 성기능을 저하시키고, 이를 개선하는 방법들을 통해 성기능도 같이 향상된다는 연구 결과들이 발표되고 있다 [15,42,43]. 1990년대에는 빈도가 높게 나타난 '비율' (rate) 단어를 통해 복압성 요실금의 역학 연구 혹은 수술 방법에 대한 효과 비율에 대한 연구들이 증가했을 것으로 유추해 볼 수 있다. 실제로, Reynolds, Dmochowski, 그리고 Penson (2011)의 연구를 통해 복압성 요실금에 대한 역학적 연구들이 1990년에 본격

적으로 시작되었음을 알 수 있다 [44]. 그리고 이 시기는 수술적 중재가 굉장히 활발하게 사용되었으며 이에 대한 효과 비율에 관한 연구들이 활발하게 존재했다 [45]. 또한, '골반' (pelvic) 단어를 통하여 골반저근에 대한 연구들이 본격적으로 증가했을 것으로 유추해 볼 수 있다. 골반저근에 대한 강화 운동과 같은 중재들은 수술적 방법이나 약물 요법 이전에 부작용 없이 사용할 수 있기에 이에 관한 방법들이 활발하게 연구되었다 [17]. 2000년대에는 '슬링' (sling), 'Tension-free Vaginal Tape' (TVT), '테이프' (tape)와 같은 단어들을 통해 복압성 요실금의 수술적 방법들에 대한 연구들이 더욱 더 활발하게 수행되었다는 사실을 알 수 있다. 이를 바탕으로, 'Tension-free Vaginal Tape'는 '슬링' 수술 중 가장 대표적으로 사용되는 수술 방법으로 여겨지고 있다 [21]. 2010년대에는 '합병증' (complication), '탈출증' (prolapse)의 단어들을 통해 수술적 방법이나 약물 요법에 대한 '합병증'이나 골반 장기들의 '탈출증' 연구들이 활발하게 연구되었다는 사실을 알 수 있다. 특히, 골반장기 '탈출증'을 가지고 있는 여성들의 경우 60% 이상이 요실금이 동반된다는 연구 결과에 따라 이와 관련된 연구들이 증가했을 것이다 [46].

셋째, 워드임베딩 분석을 통하여 '복압성 요실금' 연구들을 구성하는 단어들의 상관관계를 분석하였다. 먼저 Word2Vec 모델링을 통하여 분석한 결과, '복압성 요실금'을 구성하는 단어들과 가장 높은 유사도를 나타낸 단어들을 통해 해당 증상이 주로 여성에게 나타난다는 점과 이를 바탕으로 연구들의 주요 대상자나 참여자들이 주로 여성이라는 점을 파악할 수 있다. 또한, '절박' 단어를 통하여 요실금의 다른 증상인 절박성 요실금 또한 복압성 요실금과 비교되어 다수의 연구에서 서술되어 온 것으로 유추해볼 수 있다. 그리고 '방광' 단어와 높은 유사도를 나타낸 '요도', '괄약근' 단어들을 통하여 요실금 증상과 관련이 있는 신체 기관에 대한 연구들도 활발히 이루어졌음을 파악할 수 있다. 또한 '수술' 단어와 높은 유사도를 나타낸 단어들을 통해 이 증상에 대한 수술적 중재 방법으로는 슬링 방법이 주로 사용되어왔으며, 슬링이라는 수술 방법은 TOT나 TVT 방법으로 세분화되어 사용되고 연구되어왔다는 사실을 알 수 있다. 그리고 이들 방법에 대한 성공 비율, 치유 정도를 추적하고 연구해왔다는 사실을 유추해 볼 수 있다. 이와 함께, '합병증' 단어와 높은 유사도를 나타내는 단어들을 통하여 합병증의 형태가 주로 천공으로 보고되고 있으며 합병증 유병률이 함께 연구되고 있다는 사실을 알 수 있다.

넷째, t-SNE 방법을 이용하여 3개의 그룹으로 구분하고 그 특징을 분석할 수 있었다. A그룹을 통해 '복압성 요실금' 연구의 대상자들은 주로 '여성' (woman, female)이었으며 이와 관련된 '증상'에 관한 연구들이 활발하게 연구되고 있다는 사실을 알 수 있다. 이와 함께, '골반저근' (pelvic floor)에 대한 '훈련' (training)과 같은 중재 방법들이 관련되어 연구되고 있음을 파악해볼 수 있다. 또한, B그룹을 통하여 '복압성 요실금'과 관련이 있는 '질', '방광', '요도' 등의 신체 기관들의 해부학적 특성이나 병리학적 상태에 관한 연구들이 활발하게 수행되었음을 확인해 볼 수 있다. 그리고, C그룹을 살펴보면, '수술'적 중재에 관한 연구들이 활발하게 연구되고 있음을 알 수 있다. 특히, '복압성 요실금' 치료를 위한 '슬링' 수술 방법으로 사용되는 'TVT', 'TOT'에 대한 연구들이 굉장히 활발하게 이루어져왔고 이에 따른 '성공 비율' (success rate), '합병증' (complication), '만족도' (satisfaction)에 대한 연구들이 지속적으로 활발하게 이루어져 왔음을 알 수 있다.

이 연구는 몇가지의 한계점이 존재한다. 첫째, '복압성 요실금' (stress urinary incontinence)을 포함하는 논문을 분석하였기에 요실금 관련 임상의학연구를 대표한다고 볼 수 없다. 둘째, 복합명사들을 모두 개별 단어들로 분리하여 처리하였기에 의미 해석에 한계점을 가지고 있다. 셋째, 워드임베딩 분석은 1953년부터 2021년 3월까지 출판된 논문들의 초록 데이터를 기반으로 주요 단어들의 관계를 모델링 하였으나 특정 시점을 기준으로 데이터를 나누어 처리한 것이 아니기에 시간 흐름에 따른 주요 단어들의 관계성이나 트렌드에 대한 분석은 부족하다.

5. 결론

본 연구는 워드임베딩 방법을 활용하여 '복압성 요실금' (stress urinary incontinence)을 키워드로 하는 해외 학술지 논문들의 초록을 구성하는 주요 단어들과 이들의 관계성을 모델링한 첫 연구이다. 키워드 분석을 통해 '복압성 요실금' 연구들은 '여성' (woman)을 주로 대상으로 이와 관련된 신체 부위인 '요도', '방광'등의 단어가 많이 사용되었으며, 이를 중재하기 위한 수술적 방법인 '슬링'과 같은 단어들이 2000년대부터 본격적으로 사용되었다는 사실을 알 수 있었다. 이와 함께, 2010년부터 '합병증' 단어를 통해 수술적 중재로 인한 예후를 지

속적으로 추적하는 연구들을 수행해오고 있다는 사실을 알 수 있었다. 그리고 워드임베딩을 이용한 분석방법을 통해 주요 단어들과 관련성이 높은 단어들 사이의 관계성을 통해 '복압성 요실금' 연구들의 특징과 동향을 파악할 수 있었다. 또한, 주요 단어들을 3개의 그룹으로 나누어 관련 연구들의 특징과 동향을 파악할 수 있었는데, '복압성 요실금' 연구들은 주로 질환의 증상, 관련 신체 부위의 특성, 그리고 수술적 중재를 중심으로 수행되어 왔음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 앞으로 수행될 '복압성 요실금' 연구들에 대한 주제와 연구 방향을 설정하는 데 있어 기초적인 자료로 활용될 수 있을 것이다.

REFERENCES

[1] P. Abrams, L. Cardozo, M. Fall, D. Griffiths, P. Rosier & U. Ulmsten (2003). The standardisation of terminology in lower urinary tract function: report from the standardisation sub-committee of the International Continence Society. *Urology, 61(1),* 37–49. DOI : 10.1016/S0090-4295(02)02243-4

[2] B. S. Buckley & M. C. M. Lapitan. (2010). Prevalence of urinary incontinence in men, women, and children—current evidence: findings of the Fourth International Consultation on Incontinence. *Urology, 76(2),* 265–70. DOI : 10.1016/j.urology.2009.11.078

[3] K. Bø. (2004). Urinary incontinence, pelvic floor dysfunction, exercise and sport. *Sports Medicine, 34(7),* 451–64.
DOI : 10.2165/00007256-200434070-00004

[4] U. J. Hwang, M. S. Lee, S. H. Jung, S. H. Ahn & O. Y. Kwon. (2020). Which pelvic floor muscle functions are associated with improved subjective and objective symptoms after 8 weeks of surface electrical stimulation in women with stress urinary incontinence?. *European Journal of Obstetrics and Gynecology and Reproductive Biology, 247,* 16–21. DOI : 10.1016/j.ejogrb.2020.02.008

[5] S. J. Oh et al. (2003). Prevalence of urinary incontinence and incontinence-related quality of life in korean women: A population-based study. *Journal of Korean Continence Society, 7,* 73–80.
DOI : 10.5213/jkcs.2003.7.2.73

[6] A. Dinc. (2018). Prevalence of urinary incontinence during pregnancy and associated risk factors. *LUTS: Lower Urinary Tract Symptoms, 10(3),* 303–7.
DOI : 10.1111/luts.12182

[7] A. K. Dass, T. S. Lo, S. Khanuengkitkong S & Y. L. Tan. (2013). Diagnosis and conservative management of female stress urinary incontinence. *Gynecology and Minimally Invasive Therapy, 2(2),* 48–51.
DOI : 10.1016/j.gmit.2013.02.005

[8] M. Guimarães et al. (2009). Intermediate-term results, up to 4 years, of a bone-anchored male perineal sling for treating male stress urinary incontinence after prostate surgery. *BJU International, 103(4),* 500–4.
DOI : 10.1111/j.1464-410X.2008.08067.x

[9] K. H. Kim, H. J. Park, L. H. Jin, Y. H. Kang & K. R. Shin. (2007). The correlation among quality of life, depression, and urinary incontinence of elderly women in a urban city. *Journal of the Korean Gerontological Society, 27(4),* 943–62.

[10] S. M. Park & J. Y. Kim. (2009). The effects of lower urinary tract symptoms on depression and quality of life among Women in urban areas. *Journal of Korean Acadademy Community Health Nursing, 20(4),* 522–30.

[11] M. T. Filocamo et al. (2007). Pharmacologic treatment in postprostatectomy stress urinary incontinence. *European Urology, 51(6),* 1559–64.
DOI : 10.1016/j.eururo.2006.08.005

[12] B. Schuessler & K. Baessler. (2003). Pharmacologic treatment of stress urinary incontinence: expectations for outcome. *Urology, 62(4),* 31–8.
DOI : 10.1016/S0090-4295(03)00797-0

[13] M. M. Zacche, S. Mukhopadhyay & I. Giarenis. (2019). Changing surgical trends for female stress urinary incontinence in England. *International Urogynecology Journal, 30(2),* 203–9.
DOI : 10.1007/s00192-018-3839-4

[14] S. Y. Kim & J. S. Park. (2000). The effect of pelvic muscle exercise program on women with stress urinary incontinence in the degree and amount of urinary incontinence and maximum vaginal contraction pressure. *Korean Journal of Adult Nursing, 12(2),* 267–77.

[15] U. J. Hwang, O. Y. Kwon & M. S. Lee. (2020). Effects of surface electrical stimulation during sitting on pelvic floor muscle function and sexual function in women with stress urinary incontinence. *Obstetrics and Gynecology Science, 63(3),* 370–8.
DOI : 10.5468/ogs.2020.63.3.370

[16] U. J. Hwang, M. S. Lee, S. H. Jung, S. H. Ahn & O. Y. Kwon. (2021). Effect of pelvic floor electrical stimulation on diaphragm excursion and rib cage movement during tidal and forceful breathing and coughing in women with stress urinary incontinence: A randomized controlled trial. *Medicine, 100(1),* e24158. DOI : 10.1097/MD.0000000000024158

[17] A. M. Lasak, M. Jean-Michel, P. U. Le, R. Durgam & J. Harroche. (2018). The role of pelvic floor muscle training in the conservative and surgical management of female stress urinary incontinence: does the strength of the pelvic floor muscles matter?. *PM&R, 10(11),* 1198–210. DOI : 10.1016/j.pmrj.2018.03.023

[18] K. S. Lee & Y. S. Lee. (2007). Pharmacological therapy

for urinary incontinence. *Journal of the Korean Medical Association, 50(11),* 1025-36. DOI : 10.5124/jkma.2007.50.11.1025

[19] M. J. Funk & N. Y. Siddiqui. (2012). Long-term outcomes after stress urinary incontinence surgery. *Obstetrics & Gynecology, 120(1),* 83. DOI : 10.1097/AOG.0b013e318258fbde

[20] M. J. Funk, P. J. Levin & J. M. Wu. (2012). Trends in the surgical management of stress urinary incontinence. *Obstetrics & Gynecology, 119(4),* 845. DOI : 10.1097/AOG.0b013e31824b2e3e

[21] C. G. Nilsson, K. Palva, M. Rezapour & C. Falconer. (2008). Eleven years prospective follow-up of the tension-free vaginal tape procedure for treatment of stress urinary incontinence. *International Urogynecology Journal, 19(8),* 1043-7. DOI : 10.1007/s00192-008-0666-z

[22] C. G. Nilsson, C. Falconer & M. Rezapour. (2004). Seven-year follow-up of the tension-free vaginal tape procedure for treatment of urinary incontinence. *Obstetrics & Gynecology, 104(6),* 1259-62. DOI : 10.1097/01.AOG.0000146639.62563.e5

[23] K. J. Song, M. Y. Han, M. Y. Cheong, K. S. Lim & D. K. Kim. (2005). Clinical research design and biostatistical methods. *Korean Journal of Urology, 46(8),* 835-41.

[24] A. D. Farrell. (1999). *Statistical methods in clinical research..* New York: Wiley

[25] S. Ananiadou & J. McNaught. (2005). *Text mining for biology and biomedicine.* Massachusetts: Artech House.

[26] K. W. Church. (2017). Word2Vec. *Natural Language Engineering, 23(1),* 155-62. DOI : 10.1017/S1351324916000334

[27] S. V. Gaikwad, A. Chaugule & P. Patil. (2014). Text mining methods and techniques. *International Journal of Computer Applications, 85(17),* 42-45. DOI : 10.5120/14937-3507

[28] W. Te Liew, A. Adhitya & R. Srinivasan. (2014). Sustainability trends in the process industries: A text mining-based analysis. *Computers in Industry, 65(3),* 393-400. DOI : 10.1016/j.compind.2014.01.004

[29] O. Netzer, R. Feldman, J. Goldenberg & M. Fresko. (2012). Mine your own business: Market-structure surveillance through text mining. *Marketing Science, 31(3),* 521-43. DOI : 10.1287/mksc.1120.0713

[30] Sun W, Cai Z, Li Y, Liu F, Fang S & Wang G. (2018). Data processing and text mining technologies on electronic medical records: a review. *Journal of healthcare engineering, 2018,* 4302425. DOI : 10.1155/2018/4302425

[31] H. L. Huang, S. H. Hong & Y. C. Tsai. (2020). Approaches to text mining for analyzing treatment plan of quit smoking with free-text medical records: A PRISMA-compliant meta-analysis. *Medicine, 99(29),* e20999. DOI : 10.1097/MD.0000000000020999

[32] W. Claster, S. Shanmuganathan & N. Ghotbi. (2008). Text mining of medical records for radiodiagnostic decision-making. *JCP, 3(1),* 1-6. DOI : 10.4304/jcp.3.1.1-6

[33] E. J. Jo & K. Y. Kim. (2020). Analysis of occupational therapy-related keywords using text mining. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy, 28(3),* 39-51. DOI : 10.14519/kjot.2020.28.3.04

[34] M. S. Shin & K. W. Cho. (2019). Analysis on topic modeling and trend of journal of speech-language & hearing disorders using text mining: (2002~2018). *Journal of Speech-Language & Hearing Disorders, 28(3),* 81-91. DOI : 10.15724/jslhd.2019.28.3.081

[35] T. Mikolov, I. Sutskever, K. Chen, G. Corrado & J. Dean. (2013). Distributed representations of words and phrases and their compositionality. *Neural Information Processing Systems,* 3111-9.

[36] J. Heu. (2018). Korean language clustering using Word2Vec. *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, 18(5),* 25-30. DOI : 10.7236/JIIBC.2018.18.5.25

[37] Y. Zhu, E. Yan & F. Wang. (2017). Semantic relatedness and similarity of biomedical terms: examining the effects of recency, size, and section of biomedical publications on the performance of Word2Vec. *BMC Medical Informatics and Decision Making, 17(1),* 1-8. DOI : 10.1186/s12911-017-0498-1

[38] L. van der Maaten & G. Hinton. (2008). Visualizing data using t-SNE. *Journal of Machine Learning Research, 9(86),* 2579-2605.

[39] T. M. Robertson & A. S. Hamlin. (2010). Urodynamics. *Critical Care Nursing Clinics, 22(1),* 109-20. DOI : 10.1016/j.ccell.2009.10.001

[40] C. P. Bates, C. G. Whiteside & R. Turner-Warwick. (1970). Synchronous cine/pressure/flow/cysto-urethrography with special reference to stress and urge incontinence. *British Journal of Urology, 42(6),* 714-23. DOI : 10.1111/j.1464-410x.1970.tb06796.x

[41] P. H. Powell, A. M. Shepherd, P. Lewis & R. C. Feneley. (1981). The accuracy of clinical diagnoses assessed urodynamically. *Progress in Clinical and Biological Research, 78,* 201-3. DOI :

[42] U. J. Hwang, M. S. Lee, S. H. Jung, S. H. Ahn & O. Y. Kwon. (2019). Pelvic floor muscle parameters affect sexual function after 8 weeks of transcutaneous electrical stimulation in women with stress urinary incontinence. *Sexual Medicine, 7(4),* 505-13. DOI : 10.1016/j.esxm.2019.08.011

[43] U. J. Hwang, M. S. Lee, S. H. Jung, S. H. Ahn & O. Y. Kwon. (2021). Relationship between sexual function and pelvic floor and hip muscle strength in women with stress urinary incontinence. *Sexual Medicine, 9(2),* 100325. DOI : 10.1016/j.esxm.2021.100325

[44] W. S. Reynolds, R. R. Dmochowski & D. F. Penson. (2011). Epidemiology of stress urinary incontinence in women. *Current Urology Reports, 12(5),* 370. DOI : 10.1007/s11934-011-0206-0

[45] J. T. Anger et al. (2009). Trends in surgical management of stress urinary incontinence among female Medicare beneficiaries. *Urology, 74(2),* 283-7. DOI : 10.1016/j.urology.2009.02.011

[46] K. M. Anderson, K. Davis & B. J. Flynn. (2015). Urinary incontinence and pelvic organ prolapse. *Medical Clinics, 99(2),* 405-16. DOI : 10.1016/j.mcna.2014.11.011

김 준 희(Jun-Hee Kim) [정회원]

· 2015년 2월 : 연세대학교 물리치료학과(학사)
· 2020년 2월 : 연세대학교 물리치료학과(박사)
· 2020년 2월 ~ 현재 : 코리아테크 책임연구원
· 관심분야 : 근골격계 질환, 보건의료데이터, 인간공학
· E-Mail : kemakjh@naver.com

안 선 희(Sun-Hee Ahn) [정회원]

· 2013년 2월 : 연세대학교 물리치료학과(학사)
· 2015년 2월 : 연세대학교 물리치료학과(석사)
· 2020년 8월 : 연세대학교 물리치료학과(박사)
· 2020년 8월 ~ 현재 : 코리아테크 책임연구원
· 관심분야 : 비뇨부인과, 운동치료, 의료기기, 재활
· E-Mail : tjsgml001@naver.com

곽 경 태(Gyeong-Tae Gwak) [정회원]

· 2016년 2월 : 연세대학교 물리치료학과(학사)
· 2021년 2월 : 연세대학교 물리치료학과(박사)
· 2021년 2월 ~ 현재 : 쿠팡 EHS Sr. Health & Ergonomics
· 관심분야 : 빅데이터 분석, 산업안전
· E-Mail : tytyte@naver.com

원 영 수(Young-Soo Weon) [정회원]

· 2018년 2월 : 경동대학교 물리치료학과 (학사)
· 2018년 9월 ~ 현재 : 연세대학교 물리치료학과 석박사통합과정
· 관심분야 : 운동치료, 인간공학
· E-Mail : wys1595@naver.com

유 화 익(Hwa-Ik Yoo) [정회원]

· 2019년 2월 : 연세대학교 물리치료학과(학사)
· 2019년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 물리치료학과 석박사통합과정
· 관심분야 : 생체역학, 운동치료
· E-Mail : yhi940929@naver.com