

인공지능 기반 자연어처리를 적용한 욕창간호기록 분석

김명수¹, 류정미^{2*}

¹부경대학교 간호학부 교수, ²부산과학기술대학교 간호학부 조교수

Analysis of Pressure Ulcer Nursing Records with Artificial Intelligence-based Natural Language Processing

Myoung Soo Kim¹, Jung-Mi Ryu^{2*}

¹Professor, Department of Nursing, Pukyong National University

²Assistant Professor, Department of Nursing, Busan Institute of Science and Technology

요약 본 연구의 목적은 자연어처리에 의해 생성된 욕창간호진술문의 특성을 파악하고, 욕창 단계판별 예측정확도를 평가하기 위함이다. 욕창관련 간호기록은 서술통계를 이용하여 분석하였고, 워드클라우드 생성기를 활용하여 욕창예방 간호기록에서 단어의 특성을 파악하였다. 딥러닝을 이용하여 욕창단계판별 정확도(accuracy ratio)를 구하였다. 연구결과, 욕창의 단계에 대한 기록 중 2단계와 심부조직손상의심단계가 각각 23.1% 와 23.0 % 로 가장 많았고, 빈도수가 높은 핵심단어는 홍반, 수포, 가피, 부위, 크기 등으로 나타났다. 예측의 정확도가 높은 단계는 0단계, 심부조직손상의심단계, 2단계 순으로 나타났다. 따라서, 이를 활용하여 임상적 의사결정지지 시스템으로 개발된다면, 임상간호사의 욕창관리역량 향상 전략 개발에 기초가 될 수 있을 것이다.

주제어 : 자연어처리, 욕창, 간호기록, 분류, 간호사

Abstract The purpose of this study was to examine the statements characteristics of the pressure ulcer nursing record by natural language processing and assess the prediction accuracy for each pressure ulcer stage. Nursing records related to pressure ulcer were analyzed using descriptive statistics, and word cloud generators (<http://wordcloud.kr>) were used to examine the characteristics of words in the pressure ulcer prevention nursing records. The accuracy ratio for the pressure ulcer stage was calculated using deep learning. As a result of the study, the second stage and the deep tissue injury suspected were 23.1% and 23.0%, respectively, and the most frequent key words were erythema, blisters, bark, area, and size. The stages with high prediction accuracy were in the order of stage 0, deep tissue injury suspected, and stage 2. These results suggest that it can be developed as a clinical decision support system available to practice for nurses at the pressure ulcer prevention care.

Key Words : Natural language processing, Pressure ulcer, Electronic nursing record, Classification, Nurses

*Corresponding Author : Jung-Mi Ryu(rewmis@naver.com)

Received September 16, 2021

Accepted October 20, 2021

Revised October 12, 2021

Published October 28 2021

1. 서론

1.1 연구의 필요성

최근 의료 분야에서 인공지능(Artificial Intelligence)의 활용이 증가하면서 전자임상기록이 정착된 의료 분야에서 인공지능의 접목이 활성화되고 있다. 특히, 최근 빅데이터와 딥러닝을 통해 크게 발전한 영역 중 하나가 바로 자연어처리(natural language processing)이다[1]. 자연어란 프로그래밍 언어와 같이 인위적으로 만들어진 언어가 아닌 일상생활에서 사람들이 의사소통을 위해 일반적으로 사용하는 모든 언어이다. 자연어처리는 이러한 일반적 언어의 의미를 컴퓨터를 활용하여 구문을 추출 또는 분석하여 의미의 규칙을 파악하거나 통계적으로 처리하는 알고리즘의 모음이다[2,3]. 크게 기호(Symbolic)기반과 통계(statistical)기반 분석의 두 가지 범주로 나뉜다. 기호기반 자연어처리는 자유구문(free-text)을 해석하기 위해 의미, 구문과 문장의 관계를 포함하는 언어의 특성에서 파생되어 특정 범주로 인코딩(encoding)된다. 통계기반 자연어처리는 서술형 기록 문서를 분류하기 위해 단어와 구의 빈도와 분포를 사용한다[2]. 잘 작성된 간호기록은 환자의 상태 변화, 간호중재, 환자의 반응 등을 그림처럼 면밀하게 묘사하므로, 요약과 같이 환자의 문제를 간결하게 표현하는 의사들의 기록보다 자연어처리에 더 적합하다[4].

자연어처리에 대한 체계적인 고찰에 따르면 임상기록에 대한 자연어처리 연구의 50% 이상은 증상 용어의 식별, 감지 및 추출에 중점을 둔다[5]. 최근 일 연구에서 응급실에서 소아의 영상 사용을 예측하는 모델을 구축하기 위해 27,665명의 소아 환자 데이터에서 간호기록과 같은 구조화 및 비구조화된 변수를 사용하였고[6], 유치 도뇨 카테터와 관련된 다양한 부정적 및 긍정적 개념을 식별하기 위해 무작위로 선택된 1,595개의 입원 환자 기록에 주석을 달고 자연어처리 하였다[7]. 또, 퇴원 요약과 외래 환자 기록에서 무작위로 선택된 기록문서에서 상처 정보를 추출하기 위해 상처 유형, 욕창의 단계, 크기 및 해부학적 위치를 통합했다[8]. 이와 같이, 자연어처리는 전자간호기록에서 구조화되지 않은 자유구문기술(free-text narratives)을 기반으로 핵심 정보를 추출할 수 있는 기능이 있어 다양한 임상 간호 환경에 적용할 수 있다[5].

특히 환자의 간호문제 중 많은 영역에서 공통의 관심

사로 여겨지는 욕창의 간호기록을 대상으로 자연어처리를 해 볼 필요가 있다. 욕창은 단계판별의 기준이 명확한 편이지만, 간호사에 따라 판단을 달리할 수 있다는 점은 실무에서 적절한 욕창간호 제공의 장애요인이다[9]. 따라서 욕창간호에 대한 의사결정이나 지침의 준수에 있어서 지식기반과 특성을 비교하여 환자별 평가나 권장사항을 생성하도록 설계된 임상적 의사결정 시스템 등의 정보기술이 필요하다[8]. 임상데이터를 구조화하고 코딩하는 과정에서 자연어를 사용하는 것은 일반적인 설명에 포함된 중요한 임상정보의 손실을 막을 수 있다[4]. 예를 들어, 약물 부작용의 14%가 간호기록에서 감지되었다는 연구[10]에 기반할 때 '눌러서 없어지지 않은 홍반'이라는 욕창관찰기록이 1단계 욕창을 2단계로 진행하는데 결정적인 도움을 줄 수도 있을 것임을 예측하게 한다. 이에 자연어처리를 통해 간호사들이 욕창의 단계를 구분하는데 도움을 얻어 효율적으로 욕창간호를 수행할 수 있을 것이다.

다만, 자연어처리를 임상간호에 성공적으로 적용하기 위해서는 선행되어야 할 몇 가지 사항이 있다. 첫째, 입원 문서, 간호기록 및 퇴원 요약에서 구조화되지 않은 자유구문기술이 많이 만들어질 필요가 있다. 예를 들어, 간호기록에는 구조화된 데이터에 분명하지 않은 문서 및 정보의 패턴이 포함될 수 있다[11]. 많은 병원에서 전자간호기록을 도입하여 오랫동안 사용하고 있지만, 구조화되지 않은 자유구문기술 내에서 의미 있는 기록보다 부적절하고 부정확한 기록이 더 많이 기록되는 경우가 있다[12]. 문서 작성을 위한 데이터가 부족하여 간호정보를 재활용하는 데 여전히 많은 어려움이 있다. 따라서 자연어처리의 수행능력을 향상시키기 위해 간호사들이 충분한 기록을 하도록 독려할 필요가 있다. 둘째, 일반적으로 표본 크기가 클수록 자연어처리에 더 적절하지만, 표본 크기 계산 공식 또는 적합성을 높이기 위한 표본 추출 모델을 개발하면 자연어처리 관련 연구에 도움이 될 수 있다. 그러나 자연어처리에서 적절한 표본 크기를 계산하는 것은 쉽지 않다. 일 연구에서는 10,000건 이상의 사례를 데이터로 사용하기도 하고, 보다 적은 1,000-2,000건 이상의 사례를 분석하기도 했다[7,8]. 단, 언어에 따라 2,000건 이하면 분석할 경우 인식률이 떨어질 수 있다. 따라서 충분한 사례수를 확보하고 각 언어별 인식률을 확보하기 위한 기준이나 모델을 추가로 마련할 필요가 있다.

이에, 자연어처리를 활용하여 욕창간호를 보다 효율적으로 수행하기 위해서는 그 알고리즘이 복잡한 데이터를 단순화한 진술문을 추출하는지, 환자의 현 상태를 예측하는데 도움을 주고[1] 임상적 조언을 정확히 제공해 주는지 등을[5] 평가할 필요가 있다. 따라서 본 연구는 현재의 간호기록을 토대로 욕창간호기록의 특성을 파악하고, 자연어처리를 통한 단계판별의 정확도 평가를 통해 향후 임상 의사결정 지시시스템에의 개발을 위한 기초자료를 제공하기 위해 수행되었다.

1.2 연구목적

- 1) 욕창간호진술문 자연어처리로부터 생성된 서술식 간호진술문의 내용을 파악한다.
- 2) 자연어처리로부터 생성된 단계판별 예측정확도를 평가한다.

2. 연구방법

2.1 연구설계

자연어처리를 하기 위한 후향적 욕창간호기록의 서술적 조사연구이다.

2.2 연구대상 및 자료수집

자료수집을 위해서는 일개 3차 의료기관 간호부를 방문하여 본 연구의 목적 등을 설명하였고, 익명처리와 제한된 기간에 한한 의무기록 열람과 자료수집에 대해 기관의 허락을 받았다. 이에 총 8개의 중환자실에 입원했던 환자의 기록을 각 중환자실 별로 3-4명씩 발췌하여 입원에서부터 퇴원까지의 기록을 검토한 결과 입원기간이 비교적 짧은 2개의 중환자실 내 입원환자들에서는 욕창기록을 찾을 수 없었다. 이에 6개의 중환자실에 입퇴원한 18세 이상 성인 환자 중 2017년 1월부터 2019년 10월 까지 욕창관련 기록이 있는 환자를 연구대상으로 하였다. 이 기간 동안 2회 이상 입원한 경우에는 개별 입원을 독립 사례로 간주하였다. 자료수집은 간호학 박사과정생 1인, 간호학 교수 1인, 연구보조원 1인이 담당하였다. 자료수집 수준의 일치성 유지를 위해 욕창의 단계에 대하여 2시간 이상 학습하고, 80% 이상의 일치도를 가질 때까지 지속적으로 일치도 훈련을 실시하였다. 이러한 과정을 거쳐 간호활동기록지에 속한 욕창관련 서술기록과 이와 관련된 상처전문간호사의 상처기록

내 욕창의 단계를 매칭시켜 각 칸에 입력한 후 분석에 사용하였다. 단, 자료수집을 하면서 상처기록이 부재한 경우, 간호기록에 묘사된 상처에 대해서는 욕창단계의 정의에 근거하여 3인의 합의를 통하여 단계를 결정하였다. 또, 간호기록이 영어와 한글을 혼용하여 작성된다는 점을 감안하여 기록자체를 변용없이 영어와 한글 모두를 그대로 발췌하고자 하였다. 자료수집기간은 2019년 11월부터 12월까지 이었다.

2.3 욕창 단계분류 기준과 실금관련피부염

욕창단계는 National Pressure Ulcer Advisory Panel, European Pressure Ulcer Advisory Panel and Pan Pacific Pressure Injury Alliance 에서 제시한 6단계의 욕창분류체계(NPUAP, 2016)[13] 기준을 이용하였다. 단계는 1단계, 2단계, 3단계, 4단계, 미분류, 심부조직손상의심단계의 6단계로 이루어져 있다. 또한 욕창과 구분하여 사정하고 중재해야 한다는 실금관련피부염[14]과 0단계를 포함하여 본 연구에서는 8 종류의 단계로 구분하였다. 단계별로 살펴보면, 1단계는 피부의 손상은 없으나 손가락 끝으로 눌러 보았을 때 창백해지지 않는 발적(비창백성 홍반)이 생긴 상태, 2단계는 표피와 진피의 일부를 침범당하여 찰과상, 수포 등을 관찰 할 수 있는 상태, 3단계는 표피와 진피의 손상을 입은 전체적인 피부 손실 단계로 근막 이하로는 침범하지 않은 상태, 4단계는 근육, 뼈 혹은 지지구조까지 광범위한 조직의 괴사나 손상이 발생하였으며, 가피와 부육조직이 있을 수 있고 잠식과 동로를 동반한 상태이다. 미분류 단계는 궤양과 기저부가 부육 또는 가피로 완전히 덮여 있어 부육과 가피가 제거되기 전까지 상처의 깊이나 단계를 구분할 수 없는 상태를 말하고, 심부조직손상의심단계는 피부 손상 없이 보랏빛 또는 밤색으로 색깔 변화만 있거나, 혈액이 차 있는 수포 형태로 나타나는 상태를 의미한다. 마지막으로 욕창과는 구분해서 감별되어야 하는 실금관련피부염은 소변이나 대변에 장기간 노출되어 홍반과 염증이 나타나는 상태[14]를 의미한다. 이 모든 단계에 해당되지 않고 건강한 상태의 피부는 0단계를 나타낸다.

2.4 자료분석방법

욕창관련 간호기록은 간호활동기록지에 속한 욕창관련 서술기록 2,009건과 이와 관련된 상처간호사들의 욕

Table 2. Accuracy of natural language process (N=402)

Domains	Characteristics	test_count	test_true_count	accuracy_ratio	Miss
PUs stage	Stage 0	37	35	0.945945946	2
	Stage 1	62	47	0.758064516	15
	Stage 2	94	81	0.861702128	13
	Stage 3	40	32	0.800000000	8
	Stage 4	24	17	0.708333333	7
	Unstageable	33	19	0.575757576	14
	DTIS	83	75	0.903614458	8
	IAD	29	26	0.896551724	3

PUs, pressure ulcer; DTIS, deep tissue injury suspected; IAD, incontinence-associated dermatitis.

4. 논의

이전 연구들에서 욕창예방간호행위에 대한 장애요인으로 예방간호지침의 부족이나 사정능력부족, 자원이 되는 도구의 부족, 현 기록체계의 문제점이 언급되는 만큼 [15] 임상에서의 욕창간호기록을 분석하는 것은 기록자의 사정능력이나 사용하는 도구, 현 기록체계의 문제점 등의 구체적인 장애요인을 파악하는데 도움이 된다. 뿐만 아니라, 축적된 자료를 분석하는 것은 향후 자연어처리 알고리즘을 구축하는 데 도움이 될 것으로 보고 본 연구를 수행하게 되었다. 실제 자료수집 시, 욕창의 특성에 대한 기록이 간소화되어 있고, 반복된 표현들이 많아 이들 전체를 유용한 자료로 활용하기에는 제한점이 존재하였다. 이에 알고리즘이 적절한 검정력을 가질 수 있도록 2,000건 이상의 간호기록을 발췌하여 자연어처리를 수행하였다. 이에 기록의 특성과 알고리즘의 개발을 중심으로 논의하고자 한다.

본 연구결과에서 환자의 욕창단계 기록 빈도는 '2단계와 심부조직손상의심단계'가 463~465건(23.0~23.1%) 정도로 가장 많았고 1단계 12.5%, 3단계 11.3% 이었다. 이 결과는 중환자에서 2단계 욕창과 심부조직손상의심단계 욕창이 가장 많았다는 선행연구의 결과[16]와 맥락을 같이 한다. 본 연구에서 2단계 욕창의 기록이 많았던 것은 비교적 입원기간이 길었던 신경외과 중환자실 환자가 많이 포함되었고, 의료기기를 부착했던 환자의 욕창간호기록을 다수 포함했기 때문으로 볼 수 있다. 2단계 욕창은 기관내 튜브(endotracheal tube)나 비위관(nasogastric tube)과 같이 의료기기와 관련하여 귀, 목을 포함한 두부(head)에도 많이 발생한다[16,17]. 의료기기 관련 욕창은 일반적인 욕창 호발부위가 아니기 때문에 발견이 늦어지는 경우가 많아 발생 시 2단계 이상의 욕창으로 심화

되어 발견될 가능성이 높은 부위이다[18]. 특히, 이 부위는 자세변경으로 인해 자주 눌러지고 이로 인해 압박으로 인한 손상에 취약한 부위이기 때문이다[19].

한편, 2단계의 장애성 수포와 심부조직손상의심단계의 혈액성 수포를 구분지어 기록하지 않은 경우가 잦았다. 심부조직손상의심단계는 피부 손상과 혈액성 수포 등 여러 증상이 혼재하여 나타날 수 있어[20] 욕창 2단계와 혼동될 수 있고 정확한 단계판별에 어려움이 있을 수 있다. 본 연구에서는 직접간호를 제공하는 간호사의 간호활동기록과 상치전문간호사의 상치간호기록을 분석하였으므로 장애성인지 혈액성인지 구분되어 있지 않은 수포는 관찰일 전후 기록을 토대로 구분하였고, 그마저도 불가능한 경우에는 관련 의료기록 등을 참고로 하였다. 따라서 혼동되는 단계의 욕창에 대해서는 간호기록을 보다 정확하게 작성할 것을 교육해야 하겠다.

워드클라우드로 간호기록의 핵심단어를 분석한 결과는 흉반, 수포, 가피와 같이 욕창피부의 상태를 나타내는 단어를 가장 많이 활용하는 것으로 나타났고, 부위나 크기와 같이 서술의 정확성을 위해 기록한 단어 외에는 sacrum 과 posterior 와 같은 단어가 눈에 띄 정도로 존재하였다. 이는 본 연구에서 가장 빈도가 높은 단계가 2단계, 심부조직손상의심단계, 그리고 1단계였는데 1단계에 해당하는 특적인 비창백성 흉반이나 발적이 나타나는 1단계를 묘사하기 위해 흉반이 가장 많이 쓰였을 것으로 보이고, 2단계의 장애성 수포와 심부조직손상의심단계를 나타내는 혈액성 수포를[20] 기술하기 위해 수포를 가장 많이 사용했기 때문에 빈도가 높았던 것으로 볼 수 있다. 또한 대부분의 욕창이 환자가 누워있는 상태에서 엉치뼈(sacrum)와 꼬리뼈(coccyx)에 가장 많이 발생하므로[21] 빈도가 높았던 것으로 보인다. 다만, 많은 수의 간호사가 의료기기관련 욕창에 대해서는 관심이 높은 편이 아니어서[22] 피부의 벗겨짐 등으로만 표현하는 경우가 많았다. 또, 빈도 높게 발생하는 구강 내 삼관과 관련된 욕창 등은 현존하는 피부욕창단계 기준을 그대로 적용할 수 없어서 많은 수가 제외되었을 것으로 보인다. 따라서, 최근 많은 관심을 받고 있는 의료기기관련 욕창에 대한 기록의 중요성을 인식시키고, 보다 정확한 위치나 상태, 색, 크기 등의 욕창간호기록을 하도록 장려할 필요가 있겠다.

간호활동기록지의 기록과 서술기록에 대한 욕창 기록지 속 욕창단계를 엑셀의 각 셀에 나란히 입력한

후, 학습과 테스트 구성을 달리하여 학습시켜 보았을 때 이 알고리즘이 가장 높은 정확도(accuracy ratio)를 보인 단계는 94%로 0단계였다. 또 비교적 간호사들이 감별하기 어려운 실금관련피부염과 심부조직손상을 감별할 때 90% 이상의 높은 정확도를 보였다는 점은 매우 고무적이었다. 심부조직손상의심단계의 예측정확도가 높았던 것은 간호기록 건수가 23% 수준으로 다른 단계 기록 건수보다 더 많아 학습이 충분히 이루어졌기 때문에 테스트에서 높은 정확도를 보인 것으로 추정된다. 이와 달리 미분류 단계로 예측하는 군은 58%로 정확도가 가장 낮았는데 그 이유는 우선, 미분류 단계 욕창간호기록이 170건(8.5%)으로 많지 않았기 때문일 수 있다. 둘째, 미분류는 일반상처와 구분하기 어렵고 여러 단계의 욕창과 혼재되어 발생하여 의사조직 주변의 노란색 부욱조직을 피하지방으로 잘못 판단할 수 있어[20] 감별하기에 혼동되는[23] 단계여서 기록이 누락되거나 미흡했기 때문으로 추정된다. 이에 자연어처리의 정확도를 향상시키기 위해서는 비구조화된 기록이 충실하게 작성될 [10] 필요가 있으리라 생각한다. 예를 들어, '상처에 딱지 생김' 보다는 '욕창으로 의심되는 부위에 딱지가 생겨 아래조직을 관찰하기 어려움'으로 정확하게 기록한다면 미분류에 대한 정확한 근거가 될 수 있을 것으로 보인다. 이를 위해서는 욕창의 단계별로 보다 많은 비구조화된 기록의 예시를 제공하고 이를 활용할 수 있도록 교육하는 것이 도움이 될 것으로 여겨진다.

본 연구에서 오류(miss)가 가장 많았던 단계는 1단계, 미분류 단계, 2단계, 심부조직손상의심단계, 3단계 순이었다. 이는 자연어처리를 위해서는 언어의 의미를 분석하여 컴퓨터가 처리해야 하므로 문장을 컴퓨터가 정확하게 이해하는 것이 중요한데, 한국어는 교착어의 특성을 가지고 있어서 동일한 의미를 가지더라도 여러 가지 형태의 어절로 기록될 수 있다. 예를 들어, 1단계 오류가 가장 많았던 이유는 욕창 간호기록에 '붉어짐, 비창백성 홍반, 분홍색, 붉그스름한 홍반, 빨개짐, 발적' 등 다양한 표현과 유의어(synonyms) 기록으로 인해 문장 분석 및 인식률이 떨어졌기 때문으로 여겨진다. 이에, 간호기록의 자연어처리의 성과를 개선하기 위해, 간호용어 및 약어 표준화 아이템을 접목하는 대안이 필요하리라 생각한다. 본 연구에서는 자료를 변용하지 않고 붉음에 대한 표현 모두를 그대로 가져왔기 때문에 오류가 많았을 것으로 여겨지므로 상처를 표현하는 붉음에 대

한 표준화 아이템의 접목이 필요하다. 이와 같이 자연어 처리는 의사결정을 지원하는 데 큰 역할을 한다는 점[7]을 바탕으로 할 때, 예방과 발생에 간호사의 역할이 중요한 욕창에 있어서 욕창의 단계판별을 지원하는 역할을 할 것으로 생각되며 이를 위해 정확도를 높이는 알고리즘 구축의 연구가 지속되어야 할 것이다. 하지만, 본 연구는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 일개 의료기관에서의 중환자실 환자들의 욕창간호기록을 대상으로 조사하였으므로, 욕창간호기록의 특성을 일반화하는데 한계가 있다. 둘째, 모든 욕창환자에게 동일한 의료기기가 적용되지 않았으므로, 특정 기기로 인한 압력손상 발생이 과다 발생한 것으로 확대해석될 수 있어 주의가 필요하다. 셋째, 자연어처리를 위해서 2,009건의 간호기록은 많지 않은 수준이었으므로 간호기록을 충분히 확보하여 반복연구를 통한 검증이 필요하다는 것이다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 현재의 간호기록을 토대로 욕창간호기록의 특성을 파악하고, 자연어처리를 통해 임상 의사결정 지지시스템의 개발을 위한 자료로 활용하기 위해 수행되었다. 본 연구결과, 욕창의 단계에 대한 기록 중 2단계와 심부조직손상의심단계가 각각 23.1%, 23.0%로 가장 많았고, 빈도수가 높은 핵심단어는 홍반, 수포, 가피, 부위, 크기 등이었다. 예측의 정확도가 높은 단계는 0단계, 심부조직손상의심단계, 2단계 순으로 나타났으며, 86-95%로 높은 수준으로 욕창 단계판단의 역할을 할 수 있음을 확인하였다. 추후 임상적 의사결정지지 시스템으로 개발된다면, 임상적 의사결정을 지지하는데 활용성이 높을 것으로 기대되며, 향후 간호사의 욕창관리 실무역량 향상 전략 개발에 기초가 될 수 있을 것이다. 본 연구결과를 토대로 다음의 추후 연구를 제언하고자 한다. 첫째, 본 연구는 일개 대학병원 중환자실 욕창간호기록만을 대상으로 하였기 때문에 다기관 연구를 제언한다. 둘째, 본 연구는 욕창간호기록 자료의 충분성이 예측정확도에 영향을 미치는 것으로 나타났으므로 추가연구를 통해 이를 확인하는 과정이 필요하다.

REFERENCES

- [1] D. H. Seong & B. K. Yi. (2017). Research trends in clinical natural language processing. *Korea Institute Informatics Scientists Engineers*, 35(5), 20-26.
- [2] P. M. Nadkarni, L. Ohno-Machado & W. W. Chapman. (2011). Natural language processing: an introduction. *Journal of American Medical Informatics Association*, 18(5), 544-551. DOI : 10.1136/amiajnl-2011-000464
- [3] W. W. Yim, M. Yetisgen, W. P. Harris & S. W. Kwan. (2016). Natural language processing in oncology: a review. *Journal of the American Medical Association Oncology*, 2(6), 797-804. DOI : 10.1001/jamaoncol.2016.0213
- [4] S. k. Hyun, S. B. Johnson & S. Bakken. (2009). Exploring the ability of natural language processing to extract data from nursing narratives. *Journal of Computer Informatics Nursing*, 27(4), 215-225. DOI : 10.1097/NCN.0b013e3181a91b58
- [5] T. A. Koleck, C. Dreisbach, P. E. Bourne & S. Bakken. (2019). Natural language processing of symptoms documented in free-text narratives of electronic health records: a systematic review. *Journal of American Medical Informatics Association*, 26(4), 364-379. DOI : 10.1093/jamia/ocy173
- [6] X. Zhang, M. F. Bellolio, P. Medrano-Gracia, K. Werys, S. Yang & P. Mahajan. (2019). Use of natural language processing to improve predictive models for imaging utilization in children presenting to the emergency department. *BMC Medical Informatics Decision Making*, 19, 287.
- [7] A. V. Gundlapalli, G. Divita, A. Redd, M. Carter, D. Ko, M. Rubin et al. (2017). Detecting the presence of an indwelling urinary catheter and urinary symptoms in hospitalized patients using natural language processing. *Journal of Biomedical Informatics*, 71, S39-S45. DOI : 10.1016/j.jbi.2016.07.012
- [8] M. Topaz, K. Lai, D. Dowding, V. J. Lei, A. Zisberg, Bowles et al. (2016). Automated identification of wound information in clinical notes of patients with heart diseases: developing and validating a natural language processing application. *International Journal of Nursing Studies*, 64, 25-31. DOI : 10.1016/j.ijnurstu.2016.09.013
- [9] M. S. Kim & J. M. Ryu. (2020). Development and utilization of a clinical decision support system contents for pressure ulcer prevention care. *Journal of Health Informatics and Statistics*, 45(4), 365-372. DOI : 10.21032/jhis.2020.45.4.365
- [10] J. Hurdle, C. Weir, B. Roth, J. Hoffman, & J. Nebeker. (2003). Critical gaps in the world's largest electronic medical record: Ad Hoc nursing narratives and invisible adverse drug events. *AMIA Annu Symptom Process*, 309-312.
- [11] R. I. Bjarnadottir & R. J. Lucero. (2018). What can we learn about fall risk factors from EHR nursing notes? A text mining study. *eGEMs The Journal for Electronic Health Data and Methods*, 6(1), 21. DOI : 10.5334/egems.237
- [12] C. I. Kim, E. W. H. Choi & N. Staggers. (2016). Comparing usability testing outcomes and functions of six electronic nursing record systems. *International Journal of Medication Informatics*, 88, 78-85. DOI : 10.1016/j.ijmedinf.2016.01.007
- [13] National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP). (2016). *National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP) announces a change in terminology from pressure ulcer to pressure injury and updates the stages of pressure injury* [Internet]. Washington, DC: NPUAP;c2016 [cited 2016 Apr 13].
- [14] M. Gray (2010). Optimal management of incontinence-associated dermatitis in the elderly. *American Journal of Clinical Dermatology*, 11(3), 201-210. DOI : 10.2165/11311010-000000000-00000
- [15] M. S. Kim & J. M. Ryu. (2019). Canonical correlation between knowledge -barriers/facilitators for pressure ulcer prevention nursing variables and attitude-performance variables. *Journal of Health Informatics and Statistics*, 44(3), 227-236. DOI : 10.21032/jhis.2019.44.3.227
- [16] F. Coyer, A. Gardner, A. Doubrovsky, R. Cole, F. M. Ryan, C. Allen et al. (2015). Reducing pressure injuries in critically ill patients by using a patient skin integrity care bundle (Inspire). *American Journal of Critical Care*, 24(3), 199-209. DOI : 10.4037/ajcc2015930.
- [17] J. Apold, & D. Rydrych. (2012). Preventing device-related pressure ulcers: using data to guide statewide change. *Journal of Nursing Care Quality*, 27(1), 28-34. DOI : 10.1097/NCQ.0b013e31822b1fd9
- [18] M. J. Gu, Y. A & I. S. Sim. (2019). KangRisk factors

of medical device-related pressure ulcer in intensive care units. *Journal of Korean Academy of Nursinf*, 49(1), 36-45.
DOI : 10.4040/jkan.2019.49.1.36

- [19] M. Moreiras-Plaza. (2010). Abdominal wall skin pressure ulcer due to a peritoneal catheter. *Journal of the International Society Peritoneal Dialysis*, 30(2), 257-258.
DOI : 10.3747/pdi.2009.00128.
- [20] Y. J. Lee, S. M. Park, J. Y. Kim, C. G. Kim & S. K. Cha. (2013). Clinical nurses' knowledge and visual differentiation ability in pressure ulcer classification system and incontinence-associated dermatitis. *Journal of Korean Academic Nursing*, 43(4), 526-535. DOI : 10.4040/jkan.2013.43.4.526
- [21] C. Mehta, J. V. George, Y. Mehta, N. Wangmo. (2015). Pressure ulcer and patient characteristics-a point prevalence study in a tertiary hospital of India based on the European Pressure Ulcer Advisory Panel minimum data set. *Journal of Tissue Viability*, 24(3), 123-130.
DOI : 10.1016/j.jtv.2015.04.001
- [22] M. K. Kang & M. S. Kim. (2020). Risk factors for medical device-related oral mucosa pressure ulcer development of intubated patients in adult intensive care unit. *Journal of Korean Biological Nursing Science*, 22(4), 271-278.
DOI : 10.7586/jkbns.2020.22.4.271
- [23] Y. J. Lee & S. M. Park. (2014). Effects of pressure ulcer classification system education program on knowledge and visual discrimination ability of pressure ulcer classification and incontinence-associated dermatitis for hospital nurses. *Journal of Korean Biological Nursing Science*, 16(4), 342-348.
DOI : 10.7586/jkbns.2014.16.4.342

김 명 수(Myoung Soo Kim)

[정회원]



- 2001년 8월 : 부산대학교 대학원 (간호학 석사)
- 2005년 8월 : 부산대학교 대학원 (간호학 박사)
- 2006년 9월 ~ 2010년 1월 : 울산과학기술 대학 간호과 조교수

- 2010년 2월 ~ 현재 : 부경대학교 간호학과 교수
- 관심분야 : 간호관리학
- E-Mail : kanosa@pknu.ac.kr

류 정 미(Jung-Mi Ryu)

[정회원]



- 2016년 8월 : 부경대학교 대학원 (간호학 석사)
- 2020년 8월 : 부경대학교 대학원 (간호학 박사)
- 2021년 3월 ~ 현재 : 부산과학기술 대학교 간호학과 조교수

- 관심분야 : 간호관리학
- E-Mail : rewmis@naver.com