

환자의 유형을 고려한 종합 병원의 피난 절차 분석 모델에 관한 연구

A Study on the Evacuation Procedure Analysis Model of General Hospital Considering Patients Types

이선영* Lee, Seonyeong | 권지훈** Kweon, Jihoon

Abstract

Purpose: This study aimed to present an analysis model evaluating evacuation performance considering patient types and procedural evacuation in the medical facility. The user group of the medical facility, including users challenged in evacuation behavior, entails the risk of many casualties. Therefore, it is necessary to plan an evacuation procedure that considers the evacuation characteristics of users. **Methods:** Through the review of precedent studies, the evacuation procedure of the medical facility, the classification of patient types, and the evacuation procedure was set as conditions and variables for the analysis. The result caused by a variety of conditions and variables were explored. **Results:** 1) The total evacuation completion time and congestion time were shortened at the procedural evacuation. Moreover, it derived many users from evacuating at the initial phase. 2) The proposed model can provide a basis for proposing a space planning direction that considers the possibility of not carrying out the evacuation plan. 3) It supports safe evacuation by identifying variables that reduce overcrowding by comparing the congestion time of overcrowded spaces. 4) The analysis model can identify the overcrowded space through the evacuation route and suggest the basis for architectural improvements that reduce overcrowding. **Implications:** The study results can be used to analyze the performance of evacuation procedures and support the establishment of evacuation procedures and building plans for safe evacuation for medical facilities.

주제어: 피난절차, 피난성능, 환자유형, 피난순서, 피난보조기구

Keywords: Evacuation Procedure, Evacuation Performance, Patient's Type, Evacuation Order, Evacuation Apparatus

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

2022년을 기준으로 최근 5년간 국내에서 발생한 의료기관의 주요 화재 현황을 살펴보면, 2018년 밀양 세종병원에서 발생한 화재로 45명이 사망하였고, 147명이 부상을 당하였다. 2019년 김포요양병원에서 발생한 화재로 2명이 사망하였고, 47명이 부상을 당했으며 2020년 전남 고흥 윤호21병원에서 발생한 화재로 4명이 사망하고 26명이 부상을 당하는 인명피해가 발생하였다(최해민, 2022.01.06.).

의료기관은 환자가 숙박하며 입원 환자 대부분이 거동이 불편하거나 이동에 제약이 있다. 이러한 특성으로 인해 의료기관 화재 시 환자들의 원활한 피난이 이루어지지 않아 화재 건수 대비 사망자 수가 높게 나타난다(소방청, 2022).

2020년, 보건복지부는 밀양세종병원 화재 당시 거동이 불편한 환자의 신속 대피가 이루어지지 않은 문제점을 파악하여 의료기관 화재 안전 매뉴얼의 환자 피난에 관한 내용을 보완하여 매뉴얼을 개정하였다. 개정된 매뉴얼은 재해약자인 환자를 자력피난 가능, 불가능 환자로 구분하고 이들의 피난 절차 및 방법을 세부적으로 규정하였다(보건복지부, 2020; 6-9).

화재 시 환자들의 신속한 피난을 위하여 간호 관리학 문헌의 간호단위관리 부분에서 화재 시 환자를 유형별로 분류한 피난

* 정회원, 석사과정건축학과, 계명대학교 (주저자: ehdmf0986@naver.com)
** 정회원, 교수, 건축학전공, 계명대학교 (교신저자: jkweon@kmu.ac.kr)

절차를 명시하고 있다. 화재 시 환자를 피난유형에 따라 분류하고, 명시된 환자 유형별 피난 방법과 피난 순서에 따라 피난하는 절차를 가진다(정면숙 외, 2020: 625-627; 장금성 외, 2020: 710-711).

하지만 이러한 피난 절차는 병원마다 환경과 실정이 상이하여 병원별 환자의 피난 절차에 차이가 나타난다. 의료기관은 화재 시 인명피해를 줄이기 위하여 피난 성능이 상이한 환자들의 피난 절차를 구체적으로 계획해야 한다. 또한, 환자의 피난 절차를 계획하는 과정에서 절차에 변수를 두어 절차별 피난 성능을 비교 분석하고, 병원 환경과 실정에 맞는 적합한 피난 절차를 확인해야 하는 필요성이 있다.

본 연구의 목적은 의료기관 환자의 유형을 분류하고 이를 고려한 피난 절차를 수행하는 상황에서 절차별 피난 성능을 도출하고 비교하는 분석 모델을 제시하는 것이다.

1.2 연구 방법 및 절차

본 연구는 지하 1층과 지상 5층으로 이루어져 있는 종합병원을 대상으로 연구를 진행하였다. 진료부와 병동부로 이루어진 지상 1층부터 지상 5층을 대상으로 연구를 진행하였으며 기계실로 이루어진 지하 1층은 제외하였다. 피난완료지점은 지상 1층에 위치한 주출입구와 부출입구로 설정하였다.

본 연구는 피난 절차별 피난 성능을 비교하는 분석 모델을 제시하는 것을 목적으로 피난 시뮬레이션 프로그램 Pathfinder를 이용하여 연구를 진행하였다. 피난 절차는 선행연구에서 제시된 환자 유형의 분류, 환자 유형별 피난 방법, 피난 순서에 따라 피난하는 과정을 의미한다. 피난 절차 중 환자 유형의 분류와 피난 순서를 변수로 설정하였으며, 다음과 같은 순서로 진행되었다.

1) 의료기관 환자의 피난 절차에 관한 선행연구를 통하여 피난 시 적용되는 환자의 분류 기준, 환자 유형별 피난 방법, 피난 순서를 확인하고, 시뮬레이션의 재실자 조건 설정을 위하여 재실자의 보행속도, 피난보조기구의 규격과 준비시간 등을 고찰한다.

2) 연구대상병원의 도면을 분석하여 층별 면적과 용도에 따른 면적을 파악하고 선행연구에서 확인한 법규를 근거로 연구대상병원의 수용인원을 산정한다. 산정된 수용인원은 직원, 보호자, 방문객, 환자로 분류하고 각 재실자들의 조건을 설정한다.

3) 선행연구를 통해 확인된 의료기관 피난 절차를 바탕으로 환자 유형 분류의 세분화와 방문객 피난의 순서에 변수를 두어 피난 시나리오를 작성한다.

4) 피난 시뮬레이션 프로그램 Pathfinder에 재실자의 설정값과 작성된 피난 시나리오를 적용하여 시뮬레이션을 진행하며 시뮬레이션을 통해 도출된 피난 절차별 전체 피난 완료 시간, 시간대 별 피난 완료 인원, 과밀공간, 피난경로의 결과 값을 비교 분석한다.

5) 의료기관 피난 절차를 계획하는 과정에서 시뮬레이션을 통해 도출된 결과 값을 바탕으로 절차별 피난 성능을 도출하고 비교하는 분석 모델을 제시한다.

2. 선행연구 고찰

2.1 의료기관 화재 고찰

[표 1]은 소방청 국가 화재 시스템의 화재통계자료를 통하여 최근 5년간 발생한 건축·구조물 화재와 의료기관의 화재통계를 비교한 표다. 건축·구조물 화재는 모든 유형의 건축물과 구조물에서 발생한 화재를 의미하며 의료기관의 화재는 건축·구조물 화재 유형 중에서 의료기관에서 발생한 화재를 의미한다.

[표 1]에서 나타난 바와 같이 건축·구조물의 화재 건수 대비 사망자 수의 평균값보다 의료기관의 화재 건수 대비 사망자 수의 평균 비율이 4배 높다는 것을 확인하였다.

국립방재연구소에서 정의한 재난 약자는 다음과 같이 구분된다. 첫째, 기본적인 안전한 환경을 경제적으로 유지할 수 없는 자. 둘째, 재난 발생 시 자력에 의한 대피 및 초기대응이 불가능한 자. 셋째, 환경적 요인으로 인하여 재난 취약성을 가지는 자로 구분된다. 의료기관에는 자력으로 피난이 불가능한 보행에 장애를 가진 환자가 다수 존재하고 있으며 이들은 재난 약자로 구분 지을 수 있다(심기오 외, 2010).

재난 약자가 다수 존재하는 의료기관은 화재 시 환자의 피난이 안전하고 효과적으로 이루어지도록 환자의 특성을 고려한 피난 절차를 수립하여 인명피해를 최소화해야 한다.

[표 1] 의료기관 화재통계 비교표 (2017년-2021년)

구분	건축·구조물		의료기관	
	화재건수	사망자 수	화재건수	사망자수
2017	27,792	283	169	0
2018	28,095	317	207	41
2019	26,107	216	147	3
2020	25,006	301	133	3
2021	24,103	242	144	0
평균	26,220	326	193	9.4
사망자 비율	0.012%		0.048%	

참고: 위의 표는 소방청 국가 화재 시스템의 화재통계자료를 바탕으로 작성되었음.

2.2 의료기관 피난 절차 고찰

최근 의료기관인증제도의 도입으로 인하여 간호부서는 환자의 안전을 보장하고, 질 높은 간호서비스를 제공하는 것을 목표로 더욱 체계적이고 조직적인 간호관리 활동의 수행을 요구받고 있으며, 이러한 변화에 대응하기 위하여 간호 관리학 교육의 중요성이 강조되고 있다(김은경 외, 2011).

간호 관리학은 간호대학 학부 교과과정에서 간호사로서 갖추어야 할 기본 지식과 가치관을 제공하는 필수적인 교과목이

다. 간호사 국가시험에서 간호 관리학 영역은 임상간호 실무 현장에서 간호사가 알고 수행해야 하는 세부적인 직무내용과 간호 관리 업무를 말한다(김문실 외, 2002).

간호 관리학 문헌의 간호단위관리에는 환자안전관리 내용을 포함하고 있다. 환자안전관리는 환자안전관리의 개념과 환자 안전사고 위험요소, 예방법을 설명한다.

정면숙(2020)이 집필한 간호관리학 문헌의 간호단위관리 중 환자안전관리에서 화재 시 환자분류, 대피요령, 환자 유형별 대피방법과 같은 피난 절차가 명시되어 있다. 화재 시 진료부서는 비상상황 기준에 따라 거동이 가능한 환자와 거동이 불가능한 환자로 환자를 분류하고, 경환자, 중환자, 보호자, 방문객, 조직 구성원 순으로 피난한다(정면숙 외, 2020: 625-627).

장금성(2020)이 집필한 간호 관리학 문헌의 간호단위관리 중 환자안전관리에서 화재 시 대응방법이 명시되어 있다. 대응방법의 내용에서 명시된 피난 유도방법은 파악된 입원환자의 피난 유형별 현황을 확인하고, 경환자, 중환자, 직원 순으로 피난한다고 명시되어 있으나 보호자와 방문객의 순서는 명시하지 않았다(장금성 외, 2020: 710-711).

간호관리학에서 명시하는 내용의 현실 적용 실태를 확인하기 위해 경기도권 내 대학병원을 방문하여 간호사와 인터뷰를 통해 화재 시 환자 피난 절차를 확인하였다. 확인한 피난 절차는 간호관리학에서 명시된 경환자를 거동이 가능한 환자와 거동은 가능하나 도움이 필요한 환자로 세분화하여 분류하였으며, 피난 순서는 거동이 가능한 환자와 방문객을 함께 피난시키고, 다음으로 거동은 가능하나 도움이 필요한 환자, 보행이 불가능한 중환자의 순서에 따라 피난하는 순서를 가진다.

2018년에 보도된 자료에 의하면 대전에 위치한 요양병원은 첫 대형 화재 대피 훈련을 진행하였다. 화재 발생시 환자 유형을 거동이 가능한 일반 환자, 도움받아 보행이 가능한 환자, 중환자와 거동이 불가능한 환자로 분류하여 목에 표식을 걸었고 피난 순서는 거동이 가능한 일반 환자, 도움받아 보행이 가능한 환자, 마지막으로 중환자와 거동이 불가능한 환자의 순서로 피난하였다. 병원 의료진은 걸어서 대피가 가능한 환자를 먼저 대피시키고, 의료진은 들것을 준비하여 거동이 불가능한 환자와 중환자를 이동하도록 소방 교육을 받았다(김미성, 2018.02)

전북에 위치한 대학병원은 화재에 대한 경각심을 높이고, 위기대처 능력을 키우기 위해 소방서와 합동소방훈련을 실시하였다. 병동의 대피요령은 거동이 가능한 환자, 경환자, 중환자로 분류하였으며, 거동이 가능한 환자, 경환자, 중환자 순으로 피난하였다. 거동이 가능한 환자는 직원의 안내에 따라 피난하고, 경환자와 중환자는 직원과 보호자의 도움을 받아 휠체어, 들것 등을 이용해 피난하였다(박민욱, 2018.11)

서울에 위치한 대학병원에서 화재가 발생하였지만 직원들의 신속한 대처로 환자가 안전하게 대피하였고, 인명피해가 발생하지 않았다. 화재 시 직원들은 병원 내 행동요령에 따라 재실자를 내원객, 경환자, 중환자로 분류시키고 언급된 환자 순서에 따라 대피시켰다(이혜선, 2018.02)

강원도에 위치한 요양병원에서 화재가 발생하였지만, 병원의

의료진과 직원, 간병인 등 상주 인력들이 화재 대응 매뉴얼대로 거동이 가능한 환자, 휠체어 환자, 침상 환자 순서로 비상계단을 이용해 침착하게 환자들을 대피시켜 인명피해가 전혀 발생하지 않았다(안창욱, 2021.03).

간호관리학에서 제시하는 피난 절차는 실제 병원 피난 상황에 적용이 되고 있으며, 환자의 피난에 긍정적인 영향을 주었다. 본 연구는 의료기관 피난 절차에 관한 선행연구를 통해 의료기관은 피난 시 환자를 유형에 따라 분류하고 유형별로 피난 순서를 지켜 피난하는 절차를 가지는 것을 확인하였다. 문헌에 명시된 피난 절차와 현실 적용 사례를 비교하였을 때, 환자 유형의 분류 과정에서 경환자의 분류와 방문객의 피난 순서에 차이가 나타났다. 경환자는 거동이 가능한 환자와 도움받아 거동이 가능한 환자로 세분화하여 분류 가능하며, 방문객은 경환자, 거동이 가능한 환자와 같이 피난하는 순서 혹은 환자들의 피난이 끝난 뒤 피난하는 순서로 분류 가능하다. 본 연구에서는 피난 순서의 적용, 경환자의 분류, 방문객의 피난 순서를 변수로 두어 피난 시나리오를 작성하고 절차별 결과 값을 도출하여 비교한다.

2.3 의료기관 재실자 고찰

의료기관은 거동이 불편하거나 이동에 제약이 있는 환자들이 다수 존재하며, 이들은 피난 시 피난 보조 장치를 사용한다. 피난 보조 장치는 들것, 피난휠체어, 구조시트 등을 사용하며 피난보조자가 이들의 피난을 돕는다. 피난 보조 장치를 사용하는 환자들은 이동속도가 느리고, 차지하는 면적이 넓어 다른 재실자들이 피난하는 과정에 악영향을 끼칠 위험성이 있다. 의료기관 피난은 이러한 피난 보조 장치를 사용하는 환자들의 피난을 분석하고 이해하는 것이 중요하다.

Hunt, A. L. E.(2016)의 연구는 켄트 대학 병원 실험을 통하여 피난 보조 장치의 규격을 확인하고, 피난 보조 장치의 사용 시 준비 시간, 수평 속도, 수직 속도 등 피난 성능 결과를 도출하였다(Hunt, 2016: 103-134). 본 연구에서는 Hunt, A. L. E.의 논문에서 제시된 피난 휠체어와 들것의 규격과 준비시간, 필요한 피난 보조자의 수, 수평 속도와 수직 속도의 값을 적용하였다. 피난 휠체어의 규격은 폭 0.5m, 너비 0.77m이며, 1명의 피난 보조자를 필요로 한다. 준비시간은 32.7초가 소요되며, 복도에서의 수평 속도는 1.5m/s, 계단에서의 수직 속도는 0.83m/s이다. 들것의 규격은 폭 0.43m, 너비 1.66m이며, 4명의 피난 보조자를 필요로 한다. 준비시간은 67.6초가 소요되며, 복도에서의 수평 속도는 1.04m/s, 계단에서의 수직 속도는 0.53m/s이다.

Boyce(1999)의 연구는 155명의 재난 약자를 피실험자로 선정하여 보행 장애 정도에 의한 속도를 측정하여 재난 약자의 보행속도에 대한 기초적인 데이터를 제시하였으며, 자력 보행이 가능한 장애인, 목발 사용, 휠체어 사용, 간병인 동행 보행 등의 다양한 피실험자 그룹의 보행속도를 연구하였다(Boyce et al., 1999: 51-67). 본 연구에서는 목발 사용 환자와 자력 피난이 가능한 환자의 보행속도의 값을 적용하였다. 목발 사용 환자의 보

행속도는 0.94-0.78m/s로 설정하였으며 자력 피난이 가능한 환자의 보행속도는 1.25m/s로 설정하였다.

윤호주(2013)의 연구는 국내 건축물의 피난안전성평가에 관한 피난 시뮬레이션 수행 시 이동속도의 입력 Date를 확보하고자 연령별 피난 이동속도 실험을 수행하여 일반인 이동속도 범위를 1.3-2.8m/s로 제시하였다(윤호주 외, 2013: 332-338). 본 연구에서는 논문에서 제시된 일반인의 이동속도를 자력 피난이 가능한 직원, 보호자, 방문객의 보행속도 값으로 적용하였다.

2.4 의료기관 피난에 관한 법규 고찰

본 연구대상병원에서 피난 시 사용되는 계단, 복도, 출입구를 분석하기 위하여 의료기관 피난에 관한 법규를 고찰하였다.

“건축법 시행령 34조 직통 계단 설치 기준”에 따르면 “건축물의 피난층을 제외한 층에서 피난층 또는 지상까지 통하는 직통 계단을 거실에서부터 보행거리가 30m 이하가 되도록 설치하여야 한다.”고 명시되어있다. “건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 15조 2”에서는 “의료기관 내 해당 층의 바닥면적이 200㎡ 이상인 중복도에서는 1.8m 이상, 그 외의 복도는 1.2m 이상의 폭을 두어야 한다.”고 명시되어있다. 이를 통하여 연구대상병원의 복도의 폭이 법규를 준수하는지 확인가능하다.

“건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 15조 1”에 따르면 “지상 층의 바닥면적이 200㎡ 이상인 경우에 계단참은 유효너비를 1.2m 이상으로 하여야 하고 계단으로부터 85cm높이의 원형 또는 타원형의 손잡이가 있어야 한다.”고 명시되어있다. “건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 9조”에는 “피난 계단의 계단실 실내에 접하는 부분은 불연 재료로 하여야 하고 건축물 내부와 접합 출입구의 유효너비는 0.9m 이상, 해당 층의 출입구에서 피난 방향으로 개방이 가능하지만 상시 닫혀 있는 상태로 유지되어야 한다. 방화문은 화재로 인한 연기, 불꽃 혹은 온도를 감지하여 자동으로 닫히는 구조로 설치되어야 한다.”고 명시되어있다. 이를 통하여 연구대상병원의 계단과 출입구가 법규를 준수하여 설계되었는지 확인 가능하다.

본 연구대상병원의 재실자 인원수 산정을 위하여 “소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준 별표 1.3 시나리오 적용 기준” 중 “수용인원 산정 기준”과 “화재 예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 별표 4”의 “수용인원 산정 방법”을 고찰하였다. 업무공간의 경우에는 9.3㎡ 당 1명, 입원치료구역은 22.3㎡ 당 1명으로 인원을 산정한다고 명시되어 있다. 그 밖의 특정 소방 대상물일 경우 “화재 예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 별표 4”의 “수용인원 산정 방법”에 따라 바닥의 면적을 3㎡당 1명으로 산정하며 바닥면적을 산정할 때에는 복도, 계단 및 화장실의 바닥면적을 포함하지 않는다고 명시되어 있다. 본 연구에서 공용공간의 인원 산정은 “화재 예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 별표 4”에 따라 3㎡당 1명으로 산정하고, 입원환자는 고정된 침상 수로 인원을 산정하였다. [표 2]를 통해 수용인원 산정 기준을 정리하였다.

“소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준 별표 1.3”은 피난 가능시간 기준 또한 명시가 되어있다. 병원, 요양소, 그 밖의 공공 숙소의 거주자는 대부분 주변의 도움이 필요하여 피난가능시간 기준이 다른 용도의 건물보다 길다. “W1은 방재센터 등 CCTV 설비가 갖춰진 통제실의 방송을 통해 육성 지침을 제공할 수 있는 경우 또는 훈련된 직원에 의하여 해당 공간 내의 모든 거주자들이 인지할 수 있는 육성 지침을 제공할 수 있는 경우이다. W2는 녹음된 음성 메시지 또는 훈련된 직원과 함께 경고방송 제공할 수 있는 경우이다. W3은 화재경보신호를 이용한 경보설비와 함께 비 훈련 직원을 활용할 경우이다.” 다음과 같은 경우에 해당하는 피난가능시간 기준은 [표 3]과 같다.

[표 2] 수용인원 산정 기준

구분	입원치료공간	업무공간	공용공간
면적(㎡)	22.3	9.3	3

[표 3] 병원 피난가능시간 기준 (단위: 분)

용도	W1	W2	W3
병원, 요양소, 그 밖의 공공 숙소 (대부분 거주자는 주변의 도움이 필요)	< 3	5	> 8

2.5 피난 시뮬레이션 프로그램 고찰

피난 시뮬레이션은 건물에서 화재가 발생하는 경우 사람들의 피난 소요 시간을 계산하며 특정 시설의 피난 절차 혹은 피난 시스템의 개선으로 인하여 피난 활동의 지연을 감소하는 효과를 가지는지 평가한다. 이를 통하여 최적의 피난 시설과 피난 절차를 유도하는 것을 가능하게 한다(한운희, 2018: 57-66).

Pathfinder는 미국의 Thunderhead Engineering사에서 개발한 피난시뮬레이션 프로그램으로 에이전트를 기반으로 피난과 피난 시 인간 행동을 시뮬레이션하는 피난시뮬레이션 프로그램이다. 재실자의 속력, 이동보조기구의 규격과 속력 설정, 재실자 조력 행동 설정 등 다양한 행동 설정이 가능하다. Pathfinder는 CAD파일을 기반으로 3D 가시화를 시키는 기능이 있으며, CSV 출력 파일을 도출한다. CSV 출력 파일은 재실자의 이동거리, 정체시간, 탈출완료시간 등의 다양한 결과 값이 도출된다(Thunderhead Engineering, 2020).

본 연구에서는 피난 시뮬레이션 프로그램인 Pathfinder2021을 사용하여 결과값을 도출하였다. 연구대상병원모델에 재실자 유형별 설정값과 피난 절차 시나리오를 적용하여 시나리오별 결과값을 도출한다.

3. 분석조건설정

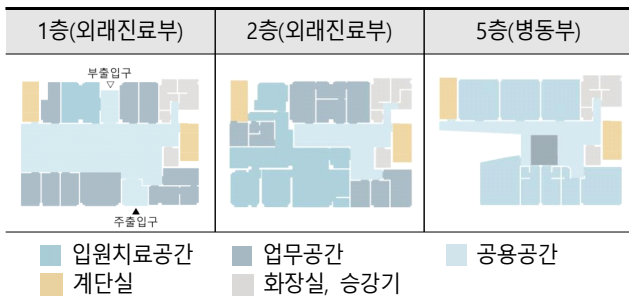
3.1 연구대상병원 분석

본 연구대상병원은 경기도에 위치한 종합병원으로 지하 1층, 지상 5층 규모이다. 지하 1층은 기계실, 전기실, 주방, 식당, 활영실, 중앙검사실, 원무과, 물리치료실, 적출물 보관실, 기름 탱크실, 저수조, 정화조가 위치하고있으며, 본 연구는 외래 진료부와 병동부 재실자를 중심으로 연구를 진행함에 있어 지하 1층은 연구에서 제외하였다. 지상 1층은 외래진료부, 응급/주사실, 약제실, 원무과(접수/수납)로 구성되어있으며 2층은 외래진료부, 수술/분만실, 마취과로 구성되어있다. 3층은 신생아실, 병동부로 구성되어있다. 4층은 병동부, 준집중치료실, 인공신장실로 구성되어있으며 최상층 5층은 병동부로 구성되어있다. 지상 1층과 2층은 외래진료부, 지상 3층부터 5층은 병동부로 구분이 가능하다. [표 4]와 [표 5]를 통해 연구대상병원의 층별 시설 및 면적을 정리하였다.

[표 4] 연구대상병원 층별 시설 및 면적

층	부서	시설	면적(m ²)
1층	외래진료부	외래진료부, 응급/주사실, 약제실, 원무과	521.30
2층		외래진료부, 수술/분만실, 마취과	511.38
3층	병동부	신생아실, 병동부	420.03
4층		준집중치료실, 인공신장실, 병동부	420.03
5층		병동부	420.03

[표 5] 연구대상병원의 층별 시설



연구대상병원의 도면을 분석하여 복도, 출입구, 계단실 출입구의 규격을 확인하였다. 지상 1층에는 외부로 탈출할 수 있는 주출입구와 부출입구가 위치하며 이를 피난완료지점으로 설정한다. 각 출입구의 너비는 1.8m로 동일하다. 수직이동경로는 직통계단 2개소, 승강기 1개소가 있으며 피난 시 승강기는 사용하지 않고 계단을 이용하여 피난한다. 피난 계단으로 사용되는 직통계단의 출입구 너비는 모두 1.2m로 동일하다. 연구대상병원의 복도 폭은 2m ~ 1.4m이다. 본 연구대상병원 내 복도, 출입구, 계단실 출입구의 설치 규격은 기존 법규의 설치 기준¹⁾을 충족한다.

3.2 재실자 조건 설정

본 연구의 재실자는 다음과 같은 조건으로 설정되었다.

각 층의 재실자 수 산정 방법은 연구대상병원의 도면을 입원 치료 공간, 업무 공간, 공용공간으로 구분하고, 구분된 용도별 공간은 의료기관 피난에 관한 법규 고찰 선행연구에서 확인한 "소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준 별표 1.3 시나리오 적용 기준" 중 "수용인원 산정 기준"과 "화재 예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 별표 4의 수용인원 산정 방법"을 기준으로 산정하였다. 공용공간의 인원은 방문객으로 설정하고, 업무공간의 인원은 병원 내 직원으로 설정하였다.

종합병원은 대부분의 기관이 간병인과 보호자 상주를 모두 허용하고 있다. 간호부서장 및 환자 보호자의 설문 조사를 통해 보호자 상주율을 확인한 결과 종합병원의 일평균 보호자 상주율은 61.3%의 비율을 가진다(유선주 외, 2006: 80-85). 보호자 인원수는 환자 수의 61.3%의 비율로 추가하였다.

방문객, 직원, 보호자는 자력으로 거동이 가능한 재실자이다. 직원과 보호자는 환자의 피난을 돕는 피난 보조자로 설정하였으며 방문객은 화재 시 바로 피난하도록 설정하였다. 연구대상병원의 5층의 경우 환자 대비 피난보조자가 부족한 상황이다.

환자는 거동이 가능한 환자, 목발 환자, 휠체어 환자, 침상 환자로 분류하였다. 의료기관 입원환자의 통계자료를 확인하였을 때 의료기관 소재지, 병원의 유형, 병상 수, 연령대에 따른 입원 환자 수의 통계자료는 제시되어 있지만, 입원환자 유형에 따라 분류된 통계자료와 입원환자 유형별 비율의 기준이 별도로 마련되어 있지 않은 한계가 있어 환자는 동일한 비율로 나누어 설정하였다. 전체 환자를 거동이 가능한 환자와 이동보조기구를 사용하는 환자로 구분하고 동일한 비율로 1차 분류를 하였으며, 이동보조기구 사용 환자를 동일한 비율로 2차 분류하였다. [표 6]을 통해 연구대상병원의 산정된 재실자 인원을 정리하였다.

재실자의 보행속도와 피난 시 사용하는 피난보조기구의 규격과 속도, 준비시간, 필요한 피난 보조자의 수는 앞선 선행연구의 고찰을 통해 도출된 값으로 설정하였다.

윤호주(2013)의 연구를 통해 일반인은 1.3-2.8m/s의 보행속도 값을 확인하였고 방문객, 보호자, 직원의 보행속도 값으로 설정하였다(윤호주 외, 2013: 332-338).

Boyce(1999)의 연구를 통해 목발 사용 환자의 보행속도는 0.94-0.78m/s로 설정하였으며 자력 피난이 가능한 환자의 보행속도는 1.25m/s로 설정하였다(Boyce et al., 1999: 51-67).

Hunt, A. L. E.(2016)의 연구를 통해 피난 휠체어의 규격은 폭 0.5m, 너비 0.77m로 설정하였으며 준비시간은 32.7초가 소요된다. 복도에서의 수평 속도는 1.5m/s, 계단에서의 수직 속도는 0.83m/s로 설정하였다. 중환자인 침상 환자는 피난 시 4명의 피난 보조자에게 보조를 받아 들것을 이용해 피난한다. 들것의 규격은 폭 0.43m, 너비 1.66m이며, 준비시간은 67.6초가 소요된다.

1) 설치 기준은 2.4 의료기관 피난에 관한 고찰의 "건축법 시행령 34조 직통 계단 설치 기준", "건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 15조 2", "건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 9조"의 법규를 따른다.

복도에서의 수평 속도는 1.04m/s, 계단에서의 수직 속도는 0.53m/s로 설정하였다(Hunt, 2016: 103-134).

[표 6] 연구대상병원 인원 산정 (단위: 명)

층	구분	인원	층별 총원	
1층	방문객	41	63	
	직원	22		
2층	방문객	12	71	
	직원	36		
	보호자	9		
	환자	자력		7
		목발		2
		휠체어		2
		침상		3
3층	방문객	37	62	
	직원	9		
	보호자	6		
	환자	자력		5
		목발		2
		휠체어		1
		침상		2
4층	방문객	7	68	
	직원	12		
	보호자	18		
	환자	자력		16
		목발		5
		휠체어		5
		침상		5
5층	방문객	7	58	
	직원	2		
	보호자	18		
	환자	자력		16
		목발		5
		휠체어		5
		침상		5
총원			322	

재실자의 기본 인체 치수는 국가통계청에서 제공하는 한국인 인체치수조사에 기초하여 설정하였다(국가통계청, 2022).

[표 7]을 통해 재실자 치수를 비롯한 재실자의 이동속도와 피난보조기구의 규격, 피난보조자의 수, 피난보조기구 준비시간 등을 정리하였다.

[표 7] 재실자 설정

구분	피난유형	규격 (너비*폭)	속도 (m/s)	피난보조 (명)	준비시간 (초)						
방문객	보행	⊙ 37.6m	1.3-2.8	-	-						
						환자	보행	⊙ 37.6m	1.25	-	-
							목발	⊙ 43m	0.78-0.94	1	-
환자	휠체어	0.5*0.77m	수평	1.5	1	32.7					
			수직	0.83							
	침상	0.43*1.66m	수평	1.04	4	67.6					
			수직	0.53							

3.3 피난 시나리오 설정

현재 병원에서 이용되는 환자의 대피 절차는 화재 시 환자를 경환자와 중환자로 분류하고, 생존율을 높이기 위하여 경환자, 중환자 순서로 피난을 하는 절차이다. 문헌과 실태조사를 통한 환자의 피난 절차를 확인하였을 때, 경환자 분류의 세분화와 방문객의 피난 순서에 차이가 존재했다.

본 연구는 환자의 안전한 피난을 지원하기 위하여 의료기관 환자의 유형을 분류하여 이를 고려한 피난 절차를 계획하는 과정에서 경환자 분류와 방문객의 피난 순서를 변수로 두어 피난 시나리오를 설정하였다.

경환자는 거동이 가능한 환자와 도움받아 거동이 가능한 환자로 세분화하여 분류 가능하며, 방문객은 경환자, 거동이 가능한 환자와 같이 피난하는 순서 혹은 해당 층 환자의 피난이 끝난 뒤 피난하는 순서로 분류 가능하다. 또한, 환자의 피난 절차 중 피난 순서를 따르지 않는 시나리오를 추가하여 비교하였으며 [표 8]을 통해 시나리오에서 설정한 변수를 통한 피난 절차를 정리하였다. 거동이 가능 환자는 도움 없이 혼자서 거동이 가능한 환자를 의미하며, 도움받아 거동이 가능한 환자는 목발 환자와 휠체어 환자를 의미한다. 중환자는 거동이 불가능한 침상 환자를 의미한다.

[표 8] 피난 시나리오 설정

시나리오	피난 순서	경환자 분류	방문객 피난 순서	피난 절차
A	X	-	-	전체 동시 피난
B	O	X	경환자+방문객	경환자+방문객 - 중환자 - 직원, 보호자
C			환자 피난 후	경환자 - 중환자 - 방문객 - 직원, 보호자
D	O	O	거동 가능 환자 + 방문객	거동 가능 환자+ 방문객 - 도움받아 거동 가능 환자 - 중환자 - 직원, 보호자
E			환자 피난 후	거동 가능 환자 - 도움받아 거동 가능 환자 - 중환자 - 방문객 - 직원, 보호자

4. 시뮬레이션 결과 분석

4.1 피난 완료 시간 분석

재실자의 조건과 시나리오를 Pathfinder에 설정하여 도출된 전체 피난 완료 시간은 다음 [표 9]와 같다.

[표 9] 전체 피난 완료 시간 비교 (단위: 초)

시나리오	전체 피난 완료 시간
A	374.8
B	352.0
C	364.5
D	332.0
E	355.3

[표 10] 시간대별 피난 완료 인원 (단위: 명)

구분	A	B	C	D	E
60초	122	125	81	131	84
120초	211	191	154	209	149
180초	237	247	213	247	207
240초	252	257	251	267	251
300초	275	300	301	302	297
360초	312	322	319	322	322

[표 11] 시나리오의 층별 과밀 공간 분석



모든 시나리오는 소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준별표 1.3에 제시된 피난 가능 시간 480초 이내에 피난을 완료하였다. 피난 순서를 적용하지 않고 전체 동시 피난하는 시나리오 A의 전체 피난 완료 시간이 가장 많이 소요되었으며, 피난 순서를 적용한 시나리오 B~E의 전체 피난 완료 시간은 시나리오 A보다 단축된 값이 도출되었다.

시나리오 A의 전체 피난 완료 시간 값과 비교하였을 때, 피난 순서와 경환자 분류를 고려하고 거동이 가능한 환자와 방문객이 우선적으로 피난하는 시나리오 D의 전체 피난 완료 시간이 가장 단축된 값으로 확인되었다. 시나리오 D와 방문객의 피난 순서는 동일하지만 경환자를 분류하지 않은 시나리오 B와 경환자를 동일하게 분류하였지만 방문객의 피난 순서가 상이한 시나리오 E의 전체 피난 완료 시간을 시나리오 D와 비교하였을 때 30초 이상의 차이가 나타났다.

절차별 피난 성능을 확인하기 위해 시간대별 피난 완료 인원을 확인하였다. 피난 완료 인원을 확인하는 시간의 단위는 60초 단위로 설정하였다. [표 10]은 시나리오 A~E의 시간대별 피난 완료 인원을 나타낸 표다.

피난 순서를 적용하지 않은 시나리오 A와 피난 순서를 적용한 시나리오 B~E의 시간대별 피난 완료 인원을 비교하였을 때, 시나리오 A의 경우 240초 이전의 피난 완료 인원수는 시나리오 B~E와 비슷하나 240초 이후부터 격차가 나타나는 것을 확인할 수 있다. 60초를 기준으로 피난 완료 인원을 확인하였을 때, 피난 순서와 경환자의 분류를 고려하고 방문객이 환자와 같이 우선적으로 피난하는 시나리오 D의 경우 초기에 가장 많은 인원

이 피난을 완료하였다. 시나리오 C와 E는 환자 피난 후 방문객이 피난하는 순서를 가지는 시나리오로 방문객이 120초대 이후에 피난을 시작하여 초기에 피난을 완료하는 인원이 적다. 360초 이내에 재실자들이 피난을 완료하지 못한 시나리오 A와 C의 360초 시간대의 시뮬레이션을 확인한 결과, 시나리오 A는 침상 환자 2명과 그들의 피난을 돕는 피난보조자 8명이 피난을 완료하지 못하였고, 시나리오 C는 마지막으로 탈출하는 침상 환자 1명과 피난보조자 4명이 출구를 통과하는 과정에 있는 것을 확인하였다.

전체 피난 완료 시간과 시간대별 피난 완료 인원의 분석을 위해 절차별 과밀공간의 정체 시간을 비교하는 2차 분석을 진행하였다.

[표 11]은 Pathfinder의 결과모형을 통한 시나리오 층별 과밀공간을 분석한 표다. 시나리오 A~E의 결과모형을 확인하였을 때, 모든 시나리오에서 계단실이 과밀공간으로 확인되었다. 도면을 기준으로 왼쪽에 위치한 계단²⁾보다 오른쪽에 위치한 계단³⁾이 과밀의 정도가 높다는 것을 확인할 수 있다.

[표 12]는 과밀공간으로 도출된 계단실의 평균 정체 시간을 정리한 표다. 계단실의 평균 정체 시간은 Pathfinder에서 도출된 시나리오별 전 재실자의 계단실 정체 시간을 합하여 전 재실자 인원수로 나눈 값이다.

시나리오별 계단실 평균 정체 시간을 비교하였을 때, 재실자의 피난 순서를 적용하지 않은 시나리오 A의 계단실 평균 정체 시간이 가장 길게 소요되었다. 시나리오 A는 피난 순서를 적용하지 않아 피난 시 재실자들이 동시에 계단으로 몰려 과밀이 발생하였고, 그로 인해 정체가 발생하여 재실자들의 피난이 지체되었다. 피난보조자가 부족한 5층의 경우 다른 층에 위치한 피난보조자가 5층으로 이동하여 환자의 피난을 지원한다.

[표 12] 계단실 평균 정체시간 비교 (단위: 초)

시나리오	A	B	C	D	E
계단실 평균 정체 시간	11.19	7.96	9.45	6.47	9.57

시나리오 A의 경우 재실자들의 과밀과 정체로 인해 피난보조자들이 5층으로 이동하는 과정에서 시간이 소비되어 환자들의 피난이 지체되었고, 그 결과 전체 피난 완료 시간이 가장 길어지는 결과가 도출되었다. 시나리오 A와 비교하였을 때, 피난 순서를 적용하고 방문객을 환자와 같이 우선적으로 피난시키는 절차를 수행하는 시나리오 B와 D의 계단실 평균 정체 시간이 단축되었다. 그중에서도 시나리오 D는 경환자 분류를 세분화하고 자력으로 거동이 가능한 환자와 방문객이 우선적으로 피난하여 초기에 많은 인원이 빠르게 피난할 수 있으며, 재실자의 순서를 지정하여 피난하는 절차로 인해 재실자 간 과밀이 적게 발생하여 계단실 평균 정체 시간이 가장 단축되었다. 그로 인해

2) 도면상 왼쪽에 위치한 계단을 "1번 계단"으로 명칭 한다.

3) 도면상 오른쪽에 위치한 계단을 "2번 계단"으로 명칭 한다.

피난보조자가 다른 층으로 이동하는 과정에서 계단실에서 부딪히는 재실자의 수가 줄어 환자의 피난 보조가 신속하게 이루어져 전체 피난 완료 시간이 가장 단축되는 결과가 도출되었다.

시나리오 C와 E의 경우, 해당 층 환자의 피난이 완료된 후 방문객이 피난을 시작하는 순서를 가진다. 환자의 피난 순서에서 마지막으로 탈출하는 침상 환자는 재실자 중 수직피난 속도가 가장 느리다. 재실자 중 이동속도가 가장 빠른 방문객이 계단실 내에서 피난 중인 침상 환자의 속도를 따라잡아 충돌하게 되고, 그로 인해 계단실 평균 정체 시간이 증가하는 결과가 도출되었다.

전체 피난 완료 시간과 시간대별 피난 완료 인원의 결과를 분석하였을 때, 피난 순서와 경환자 분류를 적용하고 방문객이 환자와 같이 우선적으로 피난하는 절차를 수행하는 상황에서 전체 피난 완료 시간은 단축되고 초기 많은 인원이 피난을 완료하며 과밀공간의 정체 시간이 단축되는 결과가 도출되었다.

4.2 피난 경로 분석

연구대상병원에는 도면을 기준으로 왼쪽에 위치한 1번 계단과 오른쪽에 위치한 2번 계단이 각 1개소씩 설치되어 있다. [표 11]을 확인하였을 때, 재실자는 피난 시 연구대상병원에 배치된 2개의 계단 중 2번 계단을 주로 이용하는 사실이 확인 가능하였다. 계단 사용의 정량적 측정을 위해 1번 계단과 2번 계단의 이용 빈도를 확인하였다. 다음의 [표 13]은 연구대상병원에 배치된 2개의 계단의 이용 빈도를 나타낸 표다.

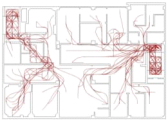
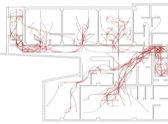
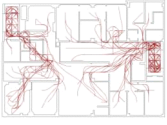

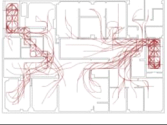
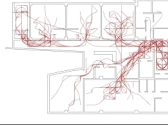
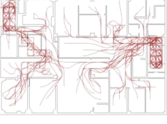
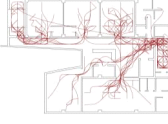
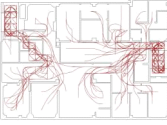
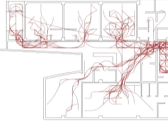




[표 13] 계단 이용 빈도

시나리오	1번 계단	2번 계단
A	83	176
B	83	176
C	85	174
D	85	174
E	86	173

연구대상병원의 2층~5층 평면에 따른 인원분포를 확인하였을 때, 외래진료부와 수술실로 공간이 구분되는 2층은 외래진료부에 36명, 수술실에 34명의 인원이 비교적 균등하게 분포되어 있다. 병동부가 배치되어있는 3~5층 또한 병실 인원수에 맞춰 재실자들이 균등하게 분포되어 있다. 평면에 따른 인원의 분포가 균등하게 이루어지고 있음에도 불구하고 시나리오 A~E의 계단 이용 빈도를 확인하였을 때, 모든 시나리오에서 총인원 중 절반 이상의 재실자가 피난 시 2번 계단을 선택하여 피난하였다. 그로 인해 2번 계단이 1번 계단보다 과밀이 높게 도출되었다. 계단을 이용해 피난하는 2층~5층 재실자의 피난 경로를 확인하여 피난계단을 선택하는 과정을 분석한다.

[표 14]는 Rhino 7의 Grasshopper 1.0.0007을 활용하여 시나리오에 따른 층별 재실자의 피난 경로를 분석하고 층별 1번 계단과 2번 계단을 이용하는 인원수를 나타낸 표다. 연구대상병원은 2층과 3층~5층의 평면에 차이가 있다. 2층의 평면은 'ㄱ' 형태를 가진다. 재실자의 피난 경로를 확인하였을 때, 2층은 외래진료부와 수술실이 구분되어있어 수술실의 재실자는 주로 1번 계단을 이용하고 외래진료부의 재실자는 주로 2번 계단을 이용해 피난한다. 2층 외래진료부의 계단 이용 인원수를 확인하였을 때 양쪽 계단의 균형이 병동부에 비해 적절히 이루어진 것을 확인할 수 있다. 반면, 3층~5층에 위치한 병동부의 평면은 'ㄷ'의 형태를 가진다. 병동부 재실자의 피난 경로를 확인하였을 때, 1번 계단에 가까운 재실자들이 2번 계단을 선택하여 피난하는 것을 확인하였다. 이는 'ㄷ' 형태의 평면과 외벽이 피난 경로를 가리는 구성으로 인해 1번 계단의 인지가 어려우며 인지가 쉬운 2번 계단을 선택하여 피난하는 것으로 분석할 수 있다. 2층 외래진료부의 재실자 수는 71명이며 4층 병동부의 재실자 수는 68명으로 3명의 인원 수 차이가 존재하지만 4층 병동부의 계단 이용 인원을 확인하였을 때, 2번 계단을 이용하는 인원이 2층 외래진료부에 비해 많은 것과 계단을 이용하는 인원수의 균형이 이루어지지 않는 것을 확인할 수 있다.

[표 14] 피난 경로 및 층별 계단 이용 인원 수 분석

분류	2층(외래진료부/수술실)		4층(병동부)	
	1번 계단	2번 계단	1번 계단	2번 계단
A				
	28명	43명	20명	48명
B				
	28명	43명	19명	49명
C				
	28명	43명	18명	50명
D				
	28명	43명	18명	50명
E				
	28명	43명	18명	50명

단차가 존재하는 계단실에서 재실자가 몰려 과밀이 발생하게 되면 또 다른 사고로 이어질 위험성이 존재하며 계단실의 과밀을 줄여 안전한 피난을 지원해야 하는 필요가 있다.

5. 결론

본 연구는 환자의 안전한 피난을 지원하여 인명피해를 줄이기 위해 재실자 유형별 피난 순서와 환자 유형 분류를 고려한 피난 절차를 계획하였으며, 절차별 피난 성능을 비교하는 분석 모델을 제시하는 목적을 가지고 연구를 진행하였다. 피난 절차는 피난 순서의 적용과 경환자 분류, 방문객 피난 순서에 변수를 주어 시뮬레이션을 진행하였다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

1) 본 연구에서 제시한 분석 모델을 통해 연구대상병원의 절차별 전체 피난 완료 시간, 시간별 피난 완료 인원, 과밀공간의 정체시간을 비교하여 절차별 피난 성능에 관한 분석이 가능하였으며 종합 병원의 피난 절차를 계획하는 과정에서 고려해야 할 사항을 확인할 수 있다.

2) 본 연구의 분석 모델을 통해 연구대상병원의 피난 절차별 성능을 확인하였을 때, 피난 순서를 적용하고 방문객을 환자와 같이 우선으로 피난시키며 경환자를 거동이 가능한 환자와 도움 받아 거동이 가능한 환자로 구분하여 피난하는 절차를 수행하는 상황에서 피난 성능이 개선되었다.

3) 본 연구의 분석 모델은 화재 시 피난이 계획대로 이루어지지 않을 가능성을 고려하는 공간 계획 방안을 제시하는 근거가 될 수 있다. 연구대상병원의 경우, 확인된 피난 절차에 따라 경환자를 거동이 가능한 환자와 도움 받아 거동이 가능한 환자를 구분하여 배치하고, 거동이 가능한 환자와 방문객이 우선으로 피난하는 순서에 따라 해당 재실자의 이용 빈도가 높은 공간을 계단과 가까이 배치하도록 계획할 수 있다.

4) 본 연구의 분석 모델은 재실자의 피난 이동 경로를 통해 과밀 공간을 확인하고 과밀을 줄이는 건축적 개선안의 근거를 제시할 수 있다. 연구대상병원의 경우, 경로 분석을 통해 병동부의 재실자는 가깝더라도 인식이 어려운 계단보다 멀리 위치하더라도 인식이 쉬운 계단을 선택하여 피난하였다. 한쪽 계단실의 과밀을 방지하기 위해 계단의 인지를 높여 양쪽 계단의 이용자 수가 균형이 이루어지도록 해야 하며, 효과적인 양방향 피난을 유도하는 방안을 마련해야 할 필요가 있다.

본 연구는 연구대상병원이 1개로 한정되어 있으며 환자의 비율을 모두 동일하게 설정한 한계가 있다. 본 연구의 분석 모델을 다양한 병원 환경에 적용하여 병원 환경에 따른 피난 절차 성능을 확인하는 연구가 진행되어야 할 필요가 있다.

본 연구는 재난약자인 환자가 상주하는 의료기관의 피난 절차를 수립하는 과정에서 환자의 유형과 피난순서를 고려한 피난 절차를 계획하였고, 피난 절차별 성능을 비교하고 분석하는 분석 모델을 제시하였으며, 제시한 분석 모델을 통해 의료기관의 피난 절차 수립과 안전한 피난을 위한 건축 계획을 지원하는 방안으로 활용될 것을 기대한다.

사사: 이 논문은 2018년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (NRF-2018R1D1A1B07045453)

참고문헌

- 건축법 시행령, 2022, 직통계단설치기준
- 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙, 2022, 9조, 15조
- 국가통계청, 2022, 한국인인체치수조사
- 김문실, 지성애, 박광옥, 김인숙, 박현태, 2002, “간호사 국가시험 과목 통합을 위한 간호관리학 영역의 방향”, 간호행정학회지
- 김미성, 2018, “대전서 요양병원 화재 대피 훈련 진행”, <https://www.nocutnews.co.kr/news/4929727>, 노컷뉴스, 2022.02.01.
- 김은경, 김세영, 정면숙, 장금성, 김진현, 김종경, 김영미, 박은준, 김기경, 이해정, 2011, “국내 간호관리학 교육의 현황 및 고찰”, 간호행정학회지
- 박민욱, 2018, “전북대병원-덕진소방서, 합동소방훈련 실시”, https://www.medipana.com/article/view.php?news_idx=227899&sch_menu=1, 메디파나, 2022.02.01.
- 보건복지부, 2020, 의료기관 화재안전 매뉴얼
- 소방시설등의 성능위주 설계 방법 및 기준, 2017, 화재 및 피난시물례이선의 시나리오 작성 기준
- 소방청, 2022, 국가화재시스템 화재통계
- 심기오, 박상현, 정성희, 2010, “재난약자 방재대책 실태조사 및 분석”, 국립방재교육연구원 방재연구소
- 안창욱, 2021, “문막요양병원 화재 인명피해 없는 이유”, <http://www.mediwelfare.com/news/articleView.html?idxno=2561>, 의료&복지뉴스, 2022.02.06.
- 유선주, 최윤경, 김후정, 박보현, 장현숙, 박종애, 2006, “보건의료서비스 일자리 창출을 위한 입원서비스 제공 모형 개발”, 한국보건산업진흥원
- 윤호주, 황은경, 2013, “국내 건축물의 피난안전성평가를 위한 비상대피시 재실자 이동속도에 관한 연구”, 한국재난정보학회
- 이혜선, 2018, “‘코드레드’발령 세브란스, 중앙관제시설·직원들 대처 빛났다”, <https://www.docdocdoc.co.kr/news/articleView.html?idxno=1052210>, 청년의사, 2022.02.06.
- 장금성, 이명하, 이태화, 김정숙, 강경화, 김미영, 김복남, 김은영, 2020, “최신 간호관리학”, 5판, 현문사, 서울
- 정면숙, 박광옥, 김세명, 김은경, 김종경, 박은준, 2020, “알기 쉽고 현장감 있는 간호관리학”, 4판, 현문사, 서울
- 최해민, 2022, “[일지] 2000년 이후 국내 대형 화재”, <https://www.mk.co.kr/news/society/view/2022/01/17617/>, 매일경제, 2022.01.06.
- 한운희, 2018, “피난실험을 통한 피난시간 지연요인 분석과 개선방안에 관한 연구”, 한국화재소방학회
- 화재 예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령, 2022, 수용인원 산정 방법
- Boyce, K.E., Shelds, T.J., Silcock, H.W.H., 1999, "Toward the characterization of building occupancies for fire safety engineering : capabilities of disabled people moving horizontally and an incline", Fire Technology
- Hunt, A. L. E., 2016, "Simulating hospital evacuation", Ph.D Dissertation, University of Greenwich
- Thunderhead Engineering, 2020, Pathfinder Use Manual

접수 : 2022년 04월 18일
1차 심사완료 : 2022년 05월 03일
게재확정일자 : 2022년 05월 03일
3인 익명 심사 필