

종합병원에서의 환자의 이동 특성 측정

김응식*, 이정수**, 김명훈*, 유희권*

호서대학교 환경안전공학부 안전공학과*, 충남대학교 건축공학과**

Measurement of Moving Characteristics of Patients in General Hospitals

Eung-sik Kim*, Jeong-su Lee**, Myeong-hun Kim*, Hee-kwon You*

Dept. of Safety System Engineering, Hoseo University, Korea*

Dept. of Architectural Engineering, Chungnam National University, Korea**

1. 서론

현재의 건축물들은 대형화 되어가는 추세이며 그중에서도 병원의 경우 입원환자, 외래환자, 병원 근무자 등 수 많은 인원이 동시에 단일 건물에 상존 한다. 만약 화재 및 기타 재난이 발생한 경우 참사로 발전할 수 있는 위험성이 존재한다.

병원 화재의 경우는 우리나라 총 화재건수에서 차지하고 있는 비중이 0.2~0.3%로 낮지만, 한번 화재가 일어나면 큰 인명손실을 입는 것으로 나와 있다. 예로서 1993년 4월 충남 논산 정신병원에서 일어난 화재는 20분 만에 34명의 인명을 앗아간 대형 참사였다. 또, 2000년 11월에 담뱃불로 인화된 화재로 부상 25명 사망 8명. 2005년 2월에는 방화로 인해 직원 4명이 사망하고 환자 2명이 부상을 입었다. 하지만 2004년 1월 수원의 대형 산부인과 화재의 경우, 신생아 8명을 포함한 30여명이 큰 인명피해가 없이 구출되었고 나머지 입원 환자도 비상 통로를 통해 피난이 이루어 졌다. 이 사건은 피난의 중요성을 나타내는 좋은 예이다.

병원에서의 화재가 치명적일 수밖에 없는 이유는 신체적 부자유자, 정신적 장애자, 노약자 및 기구의 도움을 받는 환자들이 상존하고 있어 전체 군중의 이동속도가 매우 떨어지기 때문이다.

현재 병원의 피난 안전성 평가는 기존 건축물의 평가와 동일한 방법으로 행하는 것 외에는 별다른 방법이 나와 있지 않다. 기존의 방법은 건축물의 실측 자료를 고려, 대피 시뮬레이션을 수행하여 전체인원 대피 시간을 평가함과 동시에 가상 화재 시나리오를 정한 다음 대피자의 위험 노출 시간을 예측하여, 앞에서 구한 전체 대피시간과 비교하여 평가하는 방법이다. 그러나 이 경우 환자들을 일반 군중과 같은 이동속도로 계산하는 방법밖에 없어 가장 중요한 변수가 되는 환자별 이동속도가 배제되어 있는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 환자들에 대한 피난 속도를 얻기 위하여 A대학 종합병원에서 측정을 실시하

여 피난의 평가에 필요한 데이터를 취득하였다. 이를 위하여 다양각색의 환자 군을 몇 가지 표준형으로 분류하고 이들 그룹의 이동속도를 평가 하였다. 또한 입원실 근무자의 화재 시 대처 능력에 관한 의식조사를 설문지를 통하여 실시하였다.

2. 이론적 배경

실제 화재 시 피난에 고려되어야 할 사항으로는 개인별 신체치수, 성별, 연령, 보행속도, 심리적인 요인[1][2] 등의 개인적 특성치와 화재발생시 연기의 농도, 복도의 밝기, 연기의 자극의 정도 등의 화재 성상 그리고 건축물의 구조 등이다. 따라서 피난 형태는 어느 한 가지 요인에 의하여 결정되는 것이 아니라 Fig. 1 에서와 같이 구조물의 특성, 개인의 특성, 화재의 성상 등이 함께 연관성을 갖고 있다. [3]

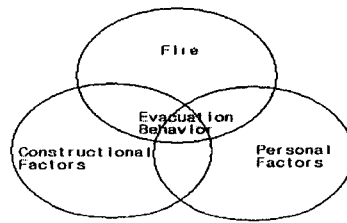


Fig. 1. The relation of evacuation behavior with various factors

하지만 이러한 모든 요인들을 고려하여 피난 평가를 하는 것은 사실상 불가능한 문제이며 이는 여러 관련분야 연구자들 사이에서 아직 논의되고 있는 중이다.[4]

일반적으로 전체 피난 시간은 아래 두 변수에 의하여 가장 큰 영향을 받게 된다. 첫째 병목의 존재 여부이다. 이는 구조물의 통로의 폭에 제약이 있는 곳에서 정체가 유발되어 전체 피난 시간을 결정하기 때문이다. 둘째 군중의 대피시간은 가장 긴 이동거리에 따라 좌우되는데, 이는 전체군중의 대피 시간을 평가의 기준으로 삼기 때문이다. 이 두 변수로 피난시간을 예측하는 알고리즘은 가장 일반적인 방법으로 통용되어 왔다.[5]~[14] 동일한 이동속도를 갖고 계산되는 위의 알고리즘을 사용하여 병원 피난시간 평가를 할 경우 큰 오류가 발생할 수 있다. 이에 본 논문에서는 병원내의 모든 인원을 장애 유형별로 분류하고 이들의 이동속도를 측정하고 통계적으로 분석하였다. 또한 대피 시 큰 역할을 담당하게 될 병동 근무자들에 대해 설문을 통해 비상시 이들의 대처능력을 조사하였다.

3. 연구 방법 및 진행

3.1 측정 장소 및 측정 장비

측정대상으로 정한 A대학 종합병원은 병동 5개 층과 진료동 3개 층으로 구성되어 있다. 측정 장소로는 병원 내에 환자들의 이동이 빈번하게 이루어지는 각 층의 검사실과 입

원실이 연결된 통로를 선정하여 이동환자들의 이동 속도를 측정하였다. 측정은 4분할 화면 CCTV와 4대의 감시카메라를 설치하여 끊임없이 촬영하였으며, 촬영한 내용을 VTR로 저장하였다. 이후 동영상 파일로 변환하여 편집기를 이용하여 각 프레임별로 정밀분석을 실시하였다.

3.2 측정방법 및 설문조사

본 연구에서는 병원 당국의 협조아래 아래와 같은 사항을 측정 하였다.

- 1) 환자의 이동이 많은 통로에서 장애 유형별 개인보행속도를 측정하였다.
- 2) 침대의 이동을 중심으로 실험을 실시하여 침대의 이동속도를 측정하였다.
- 3) 협조 가능한 병동을 선택하여 전체대피 실험을 하였다.

간호부장의 협조 아래 각 병동 간호사들에게 아래와 같은 설문조사를 실시하였다.

- 4) 모든 병동에 설문지를 만들어 입원환자에 대한 장애별 특성을 조사하여 이동가능 분포를 파악한다.
- 5) 모든 병동에 근무하는 직원들에 관해 안전에 관한 지식을 설문지를 통해 조사하였다.

3.3 실험자의 장애 구분 방법

Fig. 2는 환자의 장애 유형별 분류를 사진과 함께 기재한 것이다. 분류 시 이동 기구, 링거의 유무 및 도움자의 유무 등이 기준으로 선택되었다.




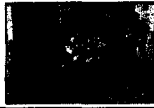




장애구분	장애 구분 방법	사 진	장애구분	장애 구분 방법	사 진
스스로 링거유	스스로 움직이며 링거 사용함		스스로 휠체어	스스로 휠체어로 이동	
스스로 링거무	스스로 움직이며 링거 사용하지 않음		타인 휠체어	타인이 휠체어를 이동	
타인 링거유	타인의 도움으로 움직이며 링거 사용함		침대	침대로 이동	
타인 링거무	타인의 도움으로 움직이며 링거 사용하지 않음		목발	목발을 사용하여 이동	

Fig. 2. Classification by types of handicap

4. 대피변수들의 측정 및 결과

4.1 장애 유형별 분포

Table 1 은 설문지 통해 조사한 병동내의 입원환자의 분포와 개인 보행속도 측정에 활용되어진 환자들의 장애 유형별 분포이다. 총 500명의 환자가 측정되었으며 이중 스스로 이동가능 환자는 288명이고, 타인의 도움으로 이동하는 환자들은 212명이다. 약 42%의 환자들이 스스로 이동이 불가능한 것을 알 수 있다.

Table. 1. Proportions of handicapped patients by types of handicap

장애유형	측정환자 분포		입원환자 분포	
	명	퍼센트(%)	명	퍼센트(%)
스스로-링거유	140	28.1	82	24.6
스스로-링거무	102	20.5	50	15.0
타인-링거유	19	3.6	19	5.7
타인-링거무	9	1.6	11	3.3
스스로-휠체어	23	4.6	19	5.7
타인-휠체어	142	28.5	91	27.2
침대	42	8.4	34	10.2
목발	2	.4	3	.9
지팡이	4	.8	4	1.2
보조기구	17	3.4	21	6.3
합계	500	100.0	334	100.0

4.2 장애별 이동속도 결과

Table. 2. Average moving velocity of patients by types of handicap

장애유형	N(명)	평균속도(m/s) (표준편차)	F	유의확률
스스로-링거유	140	.72 (.27)		
스스로-링거무	102	.87 (.32)		
스스로-휠체어	23	.83 (.36)		
타인-휠체어	142	.91 (.26)	14.259**	.000
타인-침대	42	.99 (.18)		
부축	28	.63 (.26)		
보조기구	23	.57 (.19)		
합계	500	.82 (.29)		

*) p(유의 확률) < 0.05

**) p(유의 확률) < 0.01

Table 2는 장애유형별 평균이동속도로 측정값이 낮게 나온 보조기구에서부터 침대까지

의 평균속도, 표준편차 그리고 분산분석을 나타낸다. 본 연구에서는 환자들의 이동속도 측정 실험을 통해 귀무가설 “장애로 인한 이동유형에 따라 이동속도의 평균은 같다”와 대립가설 “장애로 인한 이동유형에 따라 이동속도의 평균은 다르다”의 가설을 검정하였다. 평균이동속도의 분산분석 결과로 유의확률(0.000)이 5%보다 작아 유의수준 5%하에서 유의하다는 것을 알 수 있었다. 또한 검정통계량인 F값을 기초로 유의확률을 계산하였다. F값이 커질수록 유형별 평균의 차이가 크다고 할 수 있는 강한 증거가 된다. 즉 이동속도는 장애유형별로 차이가 있다고 할 수 있다.

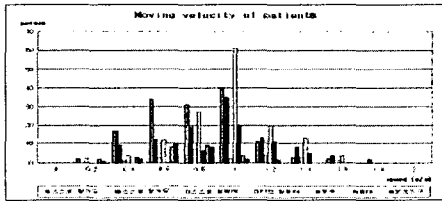


Fig. 3. Moving velocity of patients

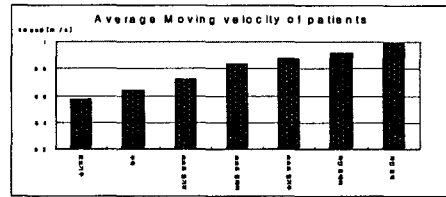


Fig. 4. Average moving velocity by types of handicap

Fig. 3과 Fig. 4는 전체 참가한 환자들에 대해 뽑아낸 이동속도를 장애별로 히스토그램 그래프로 나타난 것과 같이 대부분의 환자들의 이동속도는 1.0[m/s]이하에 분포한다는 것을 확인할 수 있다.

4.2.1 도움의 유무에 따른 환자들의 이동속도 비교

타인의 도움을 받아 이동한 피험자들의 이동속도와 스스로 이동한 피험자들의 이동속도를 비교한 결과는 평균 이동속도는 0.77[m/s]와 0.89[m/s]로 도움을 받는 환자군의 이동속도가 빠름을 알 수 있다. 또한 휠체어를 사용하는 환자들의 이동속도를 측정한 결과 도움을 받고 휠체어를 사용하는 환자들의 수가 도움을 받지 않고 휠체어를 사용하는 환자들의 수보다 훨씬 많다. 도움 유무에 따른 휠체어의 평균 이동속도는 각각 0.91[m/sec], 0.83[m/sec]로 나타났다.

4.3 도움자수에 따른 이동속도 차이

Table. 3 은 도움자수별 평균이동속도로 도움자수에 따른 평균, 표준편차 그리고 분산분석을 나타낸다. 분석 결과 이동속도는 도움자수별로 차이가 있다고 할 수 있으며 도움자수에 따라 증가 한다는 것을 확인하였다.

Table. 3 Mean difference of walking velocity by number of helpers

도움자 수	N	평균(표준편차)	F	유의확률
스스로	288	.77 (.31)	10.572**	.000
도움자1명	181	.89 (.28)		
도움자2명	29	.93 (.15)		
합계	498	.82 (.29)		

*) p(유의 확률) < 0.05

**) p(유의 확률) < 0.01

4.4 침대 이동 실험

다음은 침대 이동 속도 측정에 관한 실험이다. 침대의 경우 입원실에서 바로 빠져나올 수가 없는 상황이다. 또한 입원실 안에 2~6개까지 정렬되어있고 바퀴 끝에 이동 잠금장치가 걸려있어 방 탈출 시에는 잠금장치를 풀고 1인 이상의 도우미가 침대를 빈 공간으로 끌어내는 일련의 작업들이 준비되어야 한다. 본 실험에서는 보호자의 입장에서 위에 언급한 준비 작업을 수행하고 병원의 탈출구까지 이동시키는 모의실험을 통하여 이동 속도를 측정하였다. 또한 이것을 비디오로 촬영된 값과 비교하였다. 그 결과 실제 및 모의 실험간의 평균이동속도의 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table. 4. Mean differences of assisted bed moving

침대를 이동시키는 사람 수	이동 준비 시간	침대 이동속도
1 명	91 sec	0.6 m/s
2 명	36 sec	1.0 m/s

Table. 4는 모의실험에서 도움자수에 따른 입원실에 있는 환자 침대의 이동 준비 시간과 복도에서의 이동속도를 측정한 결과이다. 이 경우 이동준비 시간에 길이가 침대의 경우 매우 길다는 점에 주목해야 한다. 실제 입원실 탈출 시간은 반응시간(response time, 정보를 듣고 행동에 들어가기까지의 시간)에 이동준비 시간을 더한 값이 되기 때문에 화재 시 민첩한 대피가 어렵다.

5. 설문조사 및 분석

5.1 조사내용 및 방법

5.1.1 연구설계

본 연구는 입원실에 근무하는 직원을 대상으로 안전의 전반적인 의식에 관한 조사이다. 연구 대상 및 대상자 선정은 A대학 종합병원에 근무하고 있는 20-40대의 의사, 간호사, 일반직원등을 대상으로 하였다. 연구에 이용된 측정도구는 본 연구자가 작성한 설문지로 조사대상의 일반적인 특성, 화재 시 대처능력, 소화설비에 대한인지도, 화재원인에 대한인지도, 화재 시 피난능력의 5영역 29문항으로 구성하였다. 수집된 자료의 수는 193부이고 모든 질문지가 최종분석에 이용되었다.

5.1.2 자료 분석방법

- 연구대상자의 일반적 특성, 화재 시 대처능력, 소화설비에 대한인지도, 화재원인에 대한인지도, 화재 시 피난능력의 정도는 평균, 표준편차 등의 기술통계를 이용하였다.
- 연구대상자의 근무년수, 화재예방훈련 및 교육 경험에 따른 화재 시 대처능력, 소화

설비에 대한인지도, 화재원인에 대한인지도, 화재 시 피난능력의 정도 차이의 분석은 ANOVA, Tukey's test를 이용하였다.

5.2 연구결과

5.2.1 일반적인 특성

Table. 5 Characteristics of the Interviewees

항목	문항	빈도	퍼센트
성별	여자	186	96.4
	남자	7	3.6
	합계	193	100.0
연령	20대	141	73.1
	30대	45	23.3
	40대	7	3.6
	합계	193	100.0
직무	의사	9	4.7
	간호사	175	90.7
	일반직원	3	1.6
	기타	4	2.1
	결측값	2	1.0
	합계	193	100.0
근무년수	10년 이상	2	1.0
	5년 이상 - 10년 미만	48	24.9
	3년 이상 - 5년 미만	37	19.2
	1년 이상 - 3년 미만	80	41.5
	1년 미만	26	13.5
	합계	193	100.0
화재예방교육횟수	4회 이상	71	36.8
	3회	42	21.8
	2회	38	19.7
	1회	22	11.4
	없다	19	9.8
	결측값	1	.5
합계	193	100.0	

5.2.2 근무년수에 따른 화재의 전반적인 의식의 상관관계

(1) 근무년수 및 화재 교육 경험에 따른 화재 시 대처 능력

근무년수 및 화재예방교육경험에 따른 화재 시 대처능력에 관해 상관분석을 한 결과 근무년수 및 화재교육경험 모두 화재 시 대처능력에 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 즉 근무년수와 화재교육횟수의 증가에 따라서 화재 시 대처 능력은 증가함을 알 수 있었다.

(2) 근무년수 및 화재 교육 경험에 따른 소화설비에 대한 인지도

근무년수 및 화재예방교육경험과 소화설비에 대한 인지도를 상관분석 결과 근무년

수 및 화재교육경험 모두 소화설비에 대한 인지도에 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 그러나 완강기, 피난실, 스프링클러, 방화셔터, 방화문, 피난계단에 대한 인지도는 근무년수 및 화재예방 교육경험과는 큰 상관이 없는 것으로 나타났으며 이들에 대한 위치 및 사용법에 관한 교육이 필요하다고 사료된다.

(3) 근무년수 및 화재 교육 경험에 따른 화재 원인에 대한 인지도

병원 근무자들의 화공약품, 전기시설, 유류시설 및 가스시설에 대한 화재 원인 인지도를 이들의 근무년수 및 화재예방교육경험에 따른 상관 관계를 분석한 결과, 병원내의 가스시설은 근무년수 및 화재예방교육경험이 많을수록 잘 알고 있는 것으로 나타났다. 하지만 전기, 화공 및 유류시설에 위험성에 대한 인지도는 경력과는 상관이 없게 나타나 이 부분에 교육이 필요한 것으로 나타났다.

6. 결론

본 연구의 결론은 다음과 같다.

1. 병원에서 보행속도는 평균 0.82(m/s)로 보통성인의 보행속도인 1.2~1.4(m/s)에 훨씬 못 미치는 것으로 나타났다. 또한 신체장애로 인한 이동유형별 보행속도는 통계적으로 서로 유의하다고 나타났으므로 이는 추후 이 데이터를 이용하여 화재 예방 교육이나 대피훈련 시 이를 고려하여야 한다고 사료된다.
2. 병원에서 이동속도는 다음과 같다. 스스로이동가능하며 링거사용 환자의 평균은 0.72m/s, 스스로이동가능하며 링거를 사용하지 않는 환자의 평균은 0.87m/s, 스스로 휠체어 미는 환자의 평균은 0.83m/s, 타인의 도움으로 휠체어로 이동하는 환자의 평균은 0.91m/s, 타인의 도움으로 침대로 이동하는 환자의 평균은 0.99m/s, 부축으로 이동하는 환자의 평균은 0.63m/s이고 보조기구로 이동하는 환자의 평균은 0.57m/s이다.
3. 도움자수에 따른 신체장애로 인한 이동 속도는 도움자의 유무에 따라 다르며, 이는 피난시 도움자가 있으면 좀 더 빠르게 이동할 수 있다는 것을 나타낸다.
4. 설문자료를 통해 볼 때 응답자들이 교육 횟수에 비례하여 화재 시 대처 능력 및 소화설비에 대한 인지도가 좋아지는 것을 볼 수 있는 반면 근무년과 화재 교육에 따른 화재원인에 대한 인지도는 상관없는 것으로 나타났다.
5. 근무년과 화재 교육에 비례하여 초기 소화설비인 소화기 소화전에 사용법은 알고 있으나, 피난에 관한 지식인 피난실, 완강기, 스프링클러에 관해서는 예외였다. 또한 화재 시 피난에 관한 사항인 피난실, 방화셔터, 방화문, 피난계단, 완강기에 관해 위치 및 사용법에 관한 교육이 필요하다고 사료된다.

참고문헌

1. 長田泰公, 건축환경 심리, 도서출판 국제, 1992, p.154
2. "SFPE Handbook of Fire Protection Engineering" 3rd Edition Chap. 3-12. 1
3. 윤승진, "재실자의 피난형태 모델링에 관한 연구", 호서대학교 산업안전공학과 석사논문, 1999. 2.
4. Bryan. J.L., "Human Behavior in Fire the Development and maturity of a Scholarly Study Area", 「Human Behavior in Fire」 1998.
5. 이수경, 정용기, 고태목, "최신 건축방화" p200, 도서출판 義穉, 1998.
6. Council on Tall Buildings and Urban Habitat Committee 8A, "Fire Safety in Tall Building", Mc Graw-Hill inc, 1992.
7. "Simulex User Manual" p. 39, Intergrated Environmental Solutions Ltd, 2001.
8. 김응식, 백상현, "대피시뮬레이션 프로그램에 대한 고찰", pp. 33-38, 99 한국산업안전학회 춘계학술 논문발표회 논문집. 1999. 6.
9. Peter Thompson, "Modelling Evacuation in Multi-story Buildings with Simulex", Fire Engineering journal, 1996.11.
10. 호서대학교 · 보건복지부, 대피 시뮬레이션 시스템 개발을 위한 조사연구, -유치원 및 어린이집을 대상으로-, 2001
11. 김응식, 이정수, 김수영, 이필호, 유희권, "한국 노인의 보행속도 연구", pp407, 한국화재 · 소방학회 추계학술 논문발표회 논문집, 2003
12. 호서대학교 · 보건복지부, 대피 시뮬레이션 시스템 개발을 위한 조사연구, -노인복지 시설을 대상으로-, 2003
13. 호서대학교 · 보건복지부, 대피 시뮬레이션 시스템 개발을 위한 조사연구, -종합병원을 대상으로-, 2005
14. 김응식, 이정수, 김수영, "초등학교 현장실험을 통한 피난특성 분석", pp185, 한국화재 · 소방학회 춘계학술 논문발표회 논문집, 2003