

건강검진 수검자의 동선 효율화에 관한 연구

박일수*, 김진수**, 김성수***, 김은주****, 최현숙****, 강성홍****
위덕대학교 보건학과*, 한국보건사회연구원**, 인제대학교 정치외교학과***, 인제대학교 보건행정학과****,
동남권원자력의학원 의료정책팀*****

A Study on the Efficient Flow of Health Examinees

Il-Su Park*, Jin-Soo Kim**, Sung-Soo Kim***, Eun-Ju Kim****,
Hyun-Sook Choi*****, Sung-Hong Kang*****

Dept. of Health, The Uiduk University*

The Korea Institute for Health and Social Affairs**

Dept. of Political Science and International Relations, The Inje University***

Dept. of Health Policy and Management, The Inje University****

Dept. of Health Policy, The Dongnam Inst. of Radiological & Medical Sciences*****

요약 본 연구는 시뮬레이션 모델을 기반으로 일개 건강검진기관의 수검자 동선을 최적화하여 기관 운영의 효율성을 높이 고자 수행되었다. 2가지의 시나리오를 설정하여 시뮬레이션 분석을 수행하였으며 수검자의 전체 체류 시간, 직원 활용도, 검사실 가동률 지표를 비교하여 시나리오에 따른 수검자 동선 개선의 효과성을 평가하였다. 시뮬레이션 분석 결과, 각 수검자 동선 시나리오에 따른 평가지표들의 결과 값이 큰 차이를 보이지 않았다. 본래 최적의 수검자 동선 안을 제시하는 것이 연구의 목적이었으나, 효율적인 병원 운영 관리를 위한 시뮬레이션의 활용은 방법론으로서 그 의미가 있다. 왜냐하면 과거 경험, 감정, 직관에 의존하는 기존의 보건 의료 관리 기법과 달리 시뮬레이션은 효율적인 의사 결정을 지원하는 강력한 기법이기 때문이다. 따라서 본 연구에서 제시한 연구 모델은 보건 의료 시스템 상에 다양한 활용이 가능할 것으로 보인다.

주제어 : 환자 동선, 시뮬레이션, 운영 효율성, 건강검진기관, 병원운영

Abstract The purpose of this study is to optimize the patient(examinee) flow in a health examination center via a simulation model and to improve operational efficiency. Two experimentation scenarios were implemented into the simulation model to determine which proposed scenario provides better improvement in terms of the following performance measures: LOS(Length of Stay), staff utilization, and occupancy level. The simulation results demonstrated that there was no significant difference in response results of two scenarios. Although the original motivation of this study was suggest optimal policy for a patient(examinee) flow, the insight into applying simulation in efficiently managing hospital operations is of more value. Simulation approach is a powerful technique that supports efficient decision-making compared to traditional healthcare management approach based on past experience, feelings, and intuition. Therefore, the proposed experimentation model has wide applicability in healthcare systems.

Key Words : Patient Flow, Simulation, Operational Efficiency, Health Examination Center, Hospital Management

Received 27 November 2013, Revised 3 February 2014
Accepted 20 February 2014
Corresponding Author: Sung-Hong Kang(The Inje University)
Email: hcmkang@inje.ac.kr

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

1.1 연구 배경 및 필요성

건강검진의 궁극적인 목적은 질병을 조기에 발견하고 관리함으로써 유병률 및 사망률을 효과적으로 감소시키는 것이다. 이러한 연유로 우리나라에는 매우 다양한 종류의 건강검진 프로그램이 존재하며, 크게 국가건강검진과 민간건강검진으로 나누어 볼 수 있다. 정부가 국민건강을 관리하기 위하여 사실상 무료로 시행하는 국가건강검진은 필수 검진항목들을 일반적으로 제공하고 있다. 반면 민간건강검진은 개인의 특성을 고려하여 필요한 검진항목을 선택할 수 있으나 자비로 시행 된다[1].

소득 수준이 높아지고 국민들의 건강에 대한 관심이 점차 증가함에 따라 우리나라의 건강검진 수검률 또한 계속적으로 늘고 있다. 2011년 건강검진통계연보 결과에 따르면 국가건강검진(일반건강검진)의 수검률은 2007년 60.0%, 2009년 66.0%, 2011년 72.6%로 꾸준히 증가하였다[2]. 또한 민간의료기관에서 본인부담으로 건강검진을 받는 행위도 점차 늘어나고 있는 추세이다[3]. 이렇듯 증가된 건강검진에 대한 수요는 늘어난 검진기관 수에서도 확인할 수 있다. 국가건강검진을 수행하는 검진기관의 수(구강검진기관 제외)는 2006년 2,489개에서 2007년 생애전환기 건강진단과 영유아 건강검진이 도입되면서 1년 사이 2배 가까이 급증하였으며(4,728개), 이후에도 지속적으로 증가하여 2011년에는 8,103개에 이르렀다[2,4].

이와 같이 검진기관이 급증하면서 기관들 간 생존경쟁이 치열해지고 있으며, 보건복지부의 검진기관 평가 실시 등 검진서비스의 질 향상을 요구하는 시대적 흐름은 검진기관들로 하여금 양질의 서비스를 효율적으로 제공토록 요구한다[5]. 따라서 검진기관은 비용은 줄이면서 수검자의 만족도는 높일 수 있는 효율적인 검진 서비스 제공을 위해 검진 수검자의 동선을 최적화할 필요성이 있다.

환자동선(Patient Flow)은 크게 2가지 관점에서 설명할 수 있다. 우선 임상적 관점에서 보는 환자동선은 환자 건강상태의 변화과정을 말하는 것으로 이는 병의 진전 또는 회복 상태에 관한 의료제공자 및 환자의 이해를 돕는다. 기관 운영관점에서의 환자동선은 기관 내에서의 환자 이동 경로를 말하는 것으로 이를 최적화하면 환자의 대기시간은 줄어들면서 의료인력 및 장비 등의 활용성

은 높일 수 있다[6]. 본 연구에서 다루고자하는 환자동선은 기관 운영관점에서의 환자동선으로서, 이를 체계적으로 관리하여 의료서비스 전달의 효율성을 높이는 데 주목하고자 한다.

경영과학(Operations Research), 확률(Probability), 서비스 공학(Service Engineering) 분야 등에 환자동선 관리가 주된 관심 대상으로 여겨지면서, 이들 분야의 다양한 기법들이 의료기관 내 환자동선을 최적화하기 위해 활용되고 있다[7]. 특히나 경영과학 기법들이 그간 여러 분야에서 효율적인 의사결정을 지원하는 방법론으로서 그 효과성이 입증된 만큼 환자동선 최적화에 대기이론(Queuing Theory), 시뮬레이션 모델링(Simulation Modeling) 등의 기법들을 도입하여 활용할 것이 권고되고 있다[8]. 그 중 시뮬레이션 모델링은 현실 세계의 프로세스를 컴퓨터를 이용하여 구현해보는 것으로 여러 대안들에 대해 시뮬레이션을 실시해보므로써 환자동선을 향상시키는 최적의 프로세스 모델을 발견 할 수 있다[9]. Ahmed & Amagoh(2008)는 시뮬레이션 모델을 통해 병원 내 환자동선을 분석함으로써 인력 및 자원 활용의 효과성과 효율성을 최적화하기 위한 방안을 연구하였으며, Anderson et al.(2010)과 Zeng et al.(2012)은 응급실 내 진료서비스의 효율성을 높이는 환자동선 개선 방안을 도출하기 위해 시뮬레이션 기법을 활용하였다[10-12]. 또한 임지혜 등(2012)의 연구에서는 건강검진기관의 대기 시간 관리, 의료장비의 효율적인 도입을 위해 시뮬레이션 분석을 수행하였다[13]. 이와 같이 환자동선 연구에 시뮬레이션 기법이 활용되는 이유는 환자의 의료기관 도착형태, 치료과정, 치료기간이 동적인 특성을 가지고, 이러한 요인들이 상호 연관 작용함에 따라 기존의 기술통계 중심의 분석으로는 최적의 환자동선을 파악하기 어렵기 때문이다. 즉, 환자진료의 동적 특성을 반영하는 최적의 환자동선을 만들기 위해서는 이를 지원하는 시뮬레이션 기법의 활용이 필요하다[14,15]. 외국에서는 이러한 필요성에 부응하여 시뮬레이션을 이용한 다양한 환자동선 연구가 이루어져 왔으나 우리나라는 이에 대한 연구가 매우 미흡한 실정이며, 또한 검진서비스의 효율성을 높이기 위해 수검자의 동선을 개선해야 할 필요성이 점차 높아짐에 따라 시뮬레이션을 활용하여 건강검진 수검자의 최적의 동선을 파악하는 연구가 필요하다.

1.2 연구 목적

본 연구의 목적은 건강검진 수검자의 동선을 최적화함으로써 검진기관 운영의 효율성을 향상시키는 방안을 마련하는 것이다. 이를 달성하기 위한 구체적인 연구 목적은 다음과 같다.

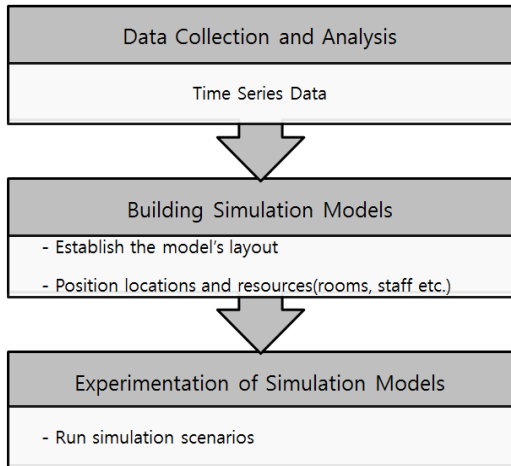
첫째, 건강검진 수검자의 동선을 파악한다.

둘째, 시뮬레이션 기법을 이용하여 검진서비스의 효율성을 높일 수 있는 최적의 건강검진 수검자 동선을 제시한다.

2. 연구 방법

2.1 연구 체계

본 연구의 수행 체계는 [Fig. 1]과 같이 자료의 수집 및 분석, 시뮬레이션 모델 생성, 시나리오에 따른 시뮬레이션 결과 분석 순으로 이루어졌다.



[Fig. 1] Outline of Methodology

2.2 자료 수집

연구 수행을 위해 인천 소재 일개 건강검진기관의 1일치 수검자 데이터를 수집하였다. 수집된 데이터의 주요 항목으로는 수검자의 검진기관 도착에서부터 귀가까지의 이동 경로와 각 검진항목 별 시작 및 종료 시간 등이다.

2.3 자료 분석

2.3.1 검진항목 별 소요시간

수집한 수검자 데이터를 기반으로 시뮬레이션 분석 시 필요한 각 검진항목 별 소요시간을 정의하였다.

2.3.2 수검자의 검진순서 분석

프로세스 마이닝 툴인 DISCO를 이용하여 본 건강검진기관 수검자의 기본적인 검진순서를 파악하였다.

2.4 시뮬레이션 분석

2.4.1 시뮬레이션 모델 생성

본 연구에서 활용한 시뮬레이션 프로그램은 Flexsim HC로 검진기관의 실제 검사실 배치, 검사실 별 장비 및 인력 수, 수검자의 검진순서를 고려하여 시뮬레이션 모델을 구현하였다. 수검자의 검진 소요시간은 수검자 데이터를 분석하여 얻은 각 검진항목 별 소요시간 자료 값을 이용하였으며, 이때 각 검진 소요시간의 분포는 균일 분포인 것으로 가정하였다.

2.4.2 시뮬레이션 시나리오

검진기관 실무자의 의견을 수렴한 결과, 수검자는 정해진 검사를 받기 위해 각 검사실을 돌며 검진을 받게 되며 일반 진료 환자와 달리 오전 시간대에 많은 수검자들이 동시에 검진을 시작하는 특성이 있었다. 또한 대개 검사실의 배치 순서에 따라 검진이 이루어지기 때문에 검진시작 시점에서는 배치 순서 상 앞쪽에 위치한 검사실이 혼잡한 반면 뒤쪽에 배치된 검사실은 가동률이 낮고, 검진종료 시점에서는 이와 반대현상이 나타나는 문제점이 있었다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위한 수검자 동선 개선 시나리오를 마련하였다.

본 검진기관이 정상적으로 운영 될 때의 1일 적정 검진 수검자 수는 50명으로, 시뮬레이션 분석 시 50명의 수검자가 내원하여 검진을 받는 것으로 가정하였다. 이들 수검자의 동선 유형은 크게 2가지 시나리오에 따라 구분되는 데, 시나리오 1은 50명의 수검자가 검진기관의 실제 수검자 동선을 따르는 시나리오로 검진시작 시점과 종료 시점에서 각 검사실별 가동률이 상이한 문제점을 가지고 있는 동선 유형이다(이하 동선 유형 1). 시나리오 2는 50명의 수검자 중 25명은 검진기관의 실제 수검자 동선을 동일하게 따르도록 하고, 나머지 25명은 혼잡도가 낮은

검사실을 우선으로 찾아 검진을 받도록 동선을 수정하였다(이하 동선 유형 2).

2.4.3 수검자 동선 개선의 효과성 분석

설정된 시나리오에 맞추어 시뮬레이션을 실시한 후, 수검자의 체류 시간(LOS; Length Of Stay), 직원 활용도(Staff Utilization), 검사실별 가동률(Occupancy Level)에 대해 동선 개선의 효과성을 평가하였다.

3. 연구 결과

3.1 자료 분석

3.1.1 검진항목 별 소요시간

수검자 데이터 분석을 바탕으로 시뮬레이션 모델 상에 적용할 각 검진항목 별 소요시간을 [Table 1]과 같이 설정하였다. 접수(문진표 작성 포함)와 탈의의 경우, 성별에 따라 소요시간에 다소 차이가 있으나 그 외 검진항목들의 소요시간은 남녀 모두 동일하다.

<Table 1> Process Times

Categories	Male (min)	Female (min)
Registration	13	15
Dressing Room	5	6
UGI	10	10
PET-CT	85	85
Mammography	-	4
CT	6	6
PFT	2	2
Dental Care	3	3
Medical Examination	1	1
Endoscope	11	11
Intraocular Pressure	2	2
Fundus Oculi	3	3
BMI	3	3
Visual Acuity Test	1	1
Blood Pressure	2	2
Hearing Test	1	1
Ultrasonography	8	8
X-ray	1	1
Blood Gathering	2	2
EKG	2	2
Recovery Room	25	25

LEGEND:
 UGI: Upper Gastro-Intestinal Series
 PET-CT: Positron Emission Tomography -Computed Tomography
 CT: Computed Tomography
 PFT: Pulmonary Function Test
 BMI: Body Mass Index
 EKG: Electrocardiography

3.1.2 수검자의 검진순서

수검자의 검진순서는 Flexsim HC 프로그램 상에서 트랙(Track)이란 용어로 정의된다. 데이터를 분석한 결과, 남자 수검자는 13개, 여자 수검자는 12개로 총 25개 유형의 수검자 트랙이 분석되었다[Table 2].

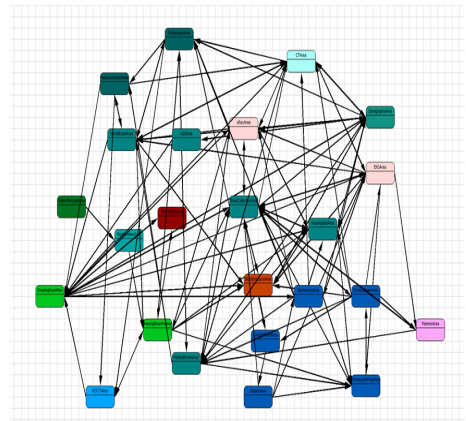
<Table 2> Health Examinee Tracks

Categories	Sequence of Health Examination
Male	1 R→DR→X-ray→U→HT→BG→EKG→IP/FO→BP→VAT→BMI→PFT→ME→E→RR→DC→CT→DR
	2 R→DR→U→X-ray→HT→IP/FO→EKG→BP→VAT→BMI→PFT→BG→CT→E→ME→RR→DC→DR
	3 R→DR→X-ray→U→HT→IP/FO→EKG→BG→BP→VAT→BMI→PFT→CT→E→ME→RR→DR
	4 R→DR→U→CT→EKG→X-ray→BG→HT→BP→VAT→BMI→PFT→ME→E→RR→DC→DR
	5 R→DR→BP→VAT→BMI→PFT→IP/FO→HT→BG→ME→U→X-ray→CT→EKG→DC→DR
	6 R→DR→EKG→HT→BP→VAT→ME→BG→X-ray→DC→E→RR→PET-CT→DR
	7 R→DR→HT→EKG→X-ray→E→BP→BG→IP/FO→VAT→BMI→PFT→ME→E→RR→DC→DR
	8 R→DR→BP→VAT→BMI→PFT→HT→BG→EKG→IP/FO→ME→X-ray→U→UGI→DR
	9 R→DR→EKG→X-ray→U→CT→ME→E→RR→DC→BP→VAT→BMI→IP/FO→HT→BG→DR
	10 R→DR→HT→BG→EKG→BP→VAT→BMI→IP/FO→ME→U→X-ray→CT→DC→E→RR→DR
	11 R→DR→BG→IP/FO→EKG→PFT→ME→U→X-ray→CT→DC→DR
	12 R→DR→PFT→IP/FO→EKG→BG→ME→X-ray→U→E→DC→RR→DR
	13 R→DR→BP→VAT→BMI→PFT→EKG→HT→BG→IP/FO→CT→X-ray→U→UGI→DR
Female	1 R→DR→HT→EKG→BG→BP→VAT→BMI→PFT→IP/FO→M→ME→U→X-ray→E→RR→DC→DR
	2 R→DR→BP→VAT→BMI→BG→EKG→HT→ME→X-ray→U→E→RR→DC→DR
	3 R→DR→BG→BP→VAT→BMI→EKG→HT→IP/FO→M→ME→U→X-ray→CT→E→RR→DC→DR
	4 R→DR→HT→BP→VAT→BMI→PFT→IP/FO→EKG→M→BG→ME→U→X-ray→CT→E→RR→DC→DR
	5 R→DR→IP/FO→BG→EKG→HT→BP→VAT→BMI→PFT→ME→U→X-ray→CT→E→RR→DC→DR
	6 R→DR→IP/FO→EKG→HT→BP→VAT→BMI→PFT→BG→M→ME→X-ray→U→E→RR→DC→DR
	7 R→DR→BG→HT→EKG→M→ME→IP/FO→BP

	→VAT→BMI→PFT→X-ray→CT→U→DC→DR
8	R→DR→PET→CT→DR
9	R→DR→E→RR→DC→DR
10	R→DR→BP→VAT→BMI→PFT→IP/FO→HT→EKG →BG→M→ME→U→X-ray→CT→E→RR→DC→DR
11	R→DR→BP→VAT→BMI→PFT→EKG→HT→BG →IP/FO→CT→X-ray→U→UGI→DR
12	R→DR→BP→VAT→BMI→EKG→IP/FO→BG→U →CT→X-ray→DR

LEGEND:

R: Registration, DR: Dressing Room, M: Mammography
 PFT: Pulmonary Function Test, DC: Dental Care
 ME: Medical Examination, E: Endoscope,
 IP/FO: Intraocular Pressure and Fundus Oculi,
 VAT: Visual Acuity Test, BP: Blood Pressure, HT: Hearing Test
 U: Ultrasonography, BG: Blood Gathering, RR: Recovery Room

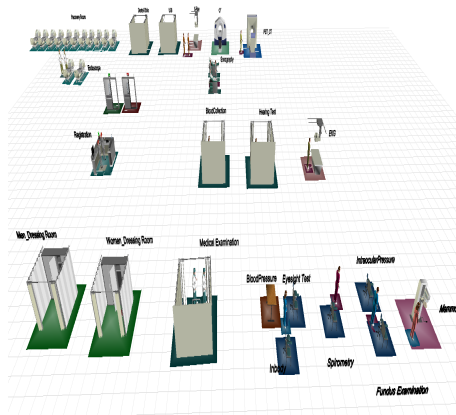


[Fig. 3] Flowchart

3.2 시뮬레이션 모델 생성

3.2.1 검사실 및 인력 배치

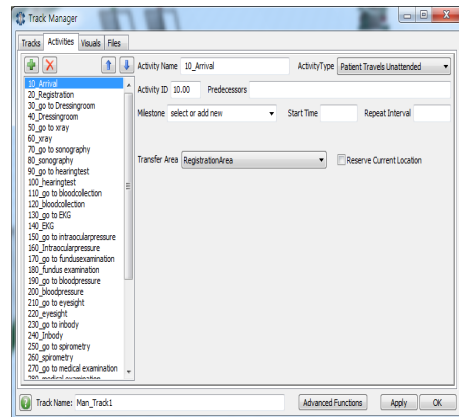
시뮬레이션 모델을 생성하기 위하여 우선 검진기관의 실제 도면에 따라 각 검사실을 배치하고, 검사실 별 장비 및 의료 인력을 반영하였다.



[Fig. 2] Locations and Resources

3.2.3 수검자의 트랙 정의

[Fig. 4]는 Flexsim HC 프로그램 상에 수검자의 트랙 정보를 입력하는 화면으로 13개의 남자 수검자 트랙 유형과 12개의 여자 수검자 트랙 유형이 시뮬레이션 모델 상에 정의되었다.



[Fig. 4] Track Manager

3.2.2 순서도 작성

[Fig. 3]과 같이 순서도를 작성하여 수검자의 검진기관 내 각 검사실 간의 이동 흐름을 정의하였다.

3.3 시뮬레이션 분석

3.3.1 시나리오 1에 따른 수검자 동선

시나리오 1에 따른 동선 유형 1은 50명의 수검자가 [Table 2]에 제시된 것처럼 현재 검진기관의 검진순서와 동일하게 검진을 받는 유형이다.

3.3.2 시나리오 2에 따른 수검자 동선

시나리오 2에 따른 동선 유형 2는 50명의 수검자 중 25명은 현재 검진기관의 검진순서를 동일하게 따르도록 하고[Table 2], 나머지 25명은 검사실의 혼잡도가 낮은 곳을 우선으로 찾아 검진을 받도록 검진 순서를 분산시킨 경우로 [Table 3]의 트랙을 따르는 유형이다.

(Table 3) Health Examinee Tracks

Categories	Sequence of Health Examination
Male	1 R→DR→IP/FO→BP→VAT→BMI→PFT→ME →X-ray→U→HT→BG→EKG→E→RR→DC→CT→DR
	2 R→DR→BP→VAT→BMI→PFT→BG→CT→U →X-ray→HT→IP/FO→EKG→E→ME→RR→DC→DR
	3 R→DR→BG→BP→VAT→BMI→PFT→CT→X-ray→U →HT→IP/FO→EKG→E→ME→RR→DR
	4 R→DR→BP→VAT→BMI→PFT→ME→U→CT →EKG→X-ray→BG→HT→E→RR→DC→DR
	5 R→DR→HT→BG→ME→U→X-ray→CT→EKG →DC→BP→VAT→BMI→PFT→IP/FO→DR
	6 R→DR→ME→BG→X-ray→DC→EKG→HT→BP →VAT→E→RR→PET→CT→DR
	7 R→DR→IP/FO→VAT→BMI→PFT→ME→HT →EKG→X-ray→E→BP→BG→E→RR→DC→DR
	8 R→DR→EKG→IP/FO→ME→X-ray→U→UGI→BP →VAT→BMI→PFT→HT→BG→DR
	9 R→DR→BP→VAT→BMI→IP/FO→HT→BG→EKG →X-ray→U→CT→ME→E→RR→DC→DR
	10 R→DR→ME→U→X-ray→CT→DC→HT→BG →EKG→BP→VAT→BMI→IP/FO→E→RR→DR
	11 R→DR→ME→U→X-ray→CT→DC→BG→IP/FO →EKG→PFT→DR
	12 R→DR→BG→ME→X-ray→U→PFT→IP/FO→EKG→E →DC→RR→DR
	13 R→DR→CT→X-ray→U→UGI→BP→VAT→BMI →PFT→EKG→HT→BG→IP/FO→DR
Female	1 R→DR→PFT→IP/FO→M→ME→U→X-ray→HT →EKG→BG→BP→VAT→BMI→E→RR→DC→DR
	2 R→DR→ME→X-ray→U→BP→VAT→BMI→BG →EKG→HT→E→RR→DC→DR
	3 R→DR→IP/FO→M→ME→U→X-ray→CT→BG →BP→VAT→BMI→EKG→HT→E→RR→DC→DR
	4 R→DR→EKG→M→BG→ME→U→X-ray→CT→HT →BP→VAT→BMI→PFT→IP/FO→E→RR→DC→DR
	5 R→DR→ME→U→X-ray→CT→IP/FO→BG→EKG →HT→BP→VAT→BMI→PFT→E→RR→DC→DR
	6 R→DR→M→ME→X-ray→U→IP/FO→EKG→HT →BP→VAT→BMI→PFT→BG→E→RR→DC→DR
	7 R→DR→IP/FO→BP→VAT→BMI→PFT→X-ray →CT→U→DC→BG→HT→EKG→M→ME→DR
	8 R→DR→PET→CT→DR
	9 R→DR→E→RR→DC→DR
	10 R→DR→HT→EKG→BG→M→ME→U→X-ray→CT →BP→VAT→BMI→PFT→IP/FO→E→RR→DC→DR
	11 R→DR→CT→X-ray→U→UGI→BP→VAT→BMI →PFT→EKG→HT→BG→IP/FO→DR
	12 R→DR→U→CT→X-ray→BP→VAT→BMI→EKG →IP/FO→BG→DR

LEGEND:

R: Registration, DR: Dressing Room, M: Mammography
 PFT: Pulmonary Function Test, DC: Dental Care
 ME: Medical Examination, E: Endoscope,
 IP/FO: Intraocular Pressure and Fundus Oculi,
 VAT: Visual Acuity Test, BP: Blood Pressure, HT: Hearing Test
 U: Ultrasonography, BG: Blood Gathering, RR: Recovery Room

3.3.3 시나리오 별 시뮬레이션 분석 결과

가. 체류 시간

각 수검자 동선 유형별로 시뮬레이션 분석을 수행한 결과, 수검자 트랙 유형별 기관 내 체류시간은 [Table 4]와 같이 나타났다. 시나리오 1에 따른 동선 유형 1의 경우, 전체 체류 시간의 평균은 212분이며, 시나리오 2에 따른 동선 유형 2는 217분으로 나타나 체류 시간이 다소 늘었으나 큰 차이는 없었다.

나. 직원 활용도

시뮬레이션 분석에 따른 직원 활용도 결과를 살펴본 결과, 동선 유형 1, 2 모두에서 평균 직원 활용도가 약 34%로 나타나 동선 유형 변화에 따른 직원 활용도는 큰 차이를 보이지 않았다.

(Table 4) Length Of Stay

Categories	LOS(mins)		
	Type 1	Type 2	
Male	1	222.7	220.9
	2	226.2	232.8
	3	232.5	242.1
	4	242.6	248.3
	5	205.1	209.7
	6	308.0	311.4
	7	249.1	252.4
	8	220.7	226.5
	9	251.1	259.2
	10	199.9	255.5
	11	225.4	223.0
	12	264.0	267.3
	13	238.5	241.8
Female	1	158.6	164.9
	2	152.8	153.8
	3	173.2	174.1
	4	187.4	187.6
	5	185.3	188.8
	6	194.8	195.1
	7	161.6	164.1
	8	221.9	221.9
	9	166.9	166.9
	10	221.5	221.5
	11	195.7	197.5
	12	182.2	193.0
Avg	211.5	216.8	

다. 검사실별 가동률

동선 유형 1의 평균 검사실 가동률은 34%, 동선 유형 2의 평균 검사실 가동률은 36%로 나타나 동선 유형 변화 시에 검사실 가동률이 조금 증가하였다.

〈Table 5〉 Staff Utilization

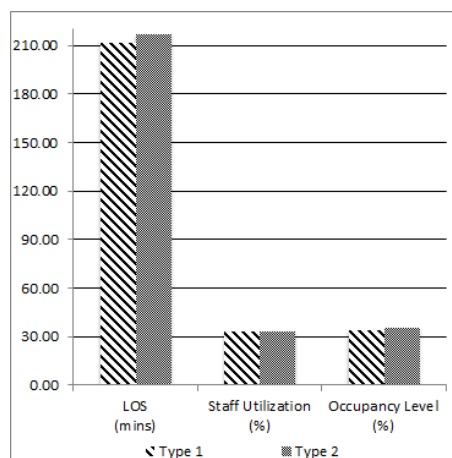
Categories	Staff Utilization (Percent)	
	Type 1	Type 2
Physical Exam Staff(BMI, VAT, BP)	61.9	62.1
PFT Staff	18.6	17.1
IP/FO Staff	49.5	48.7
EKG Staff	24.7	22.8
Hearing Test Staff	9.8	9.9
Blood Gathering staff	22.5	22.6
Medical Exam Staff	5.3	5.2
X-ray Staff(CT, UGI)	36.8	38.7
PET-CT Staff	73.3	72.2
Ultrasonography Staff	44.6	46.1
Dental Care Staff	27.5	27.0
Mammography Staff	16.6	16.8
Endoscope Staff	45.8	46.3
Avg	33.6	33.5

〈Table 6〉 Occupancy levels

Categories	Occupancy Levels (Percent)	
	Type 1	Type 2
Dressing Room(male)	53.6	55.7
Dressing Room(female)	90.0	90.1
UGI	14.9	17.0
PET-CT	73.3	72.2
Mammography	16.6	16.7
CT	55.9	55.5
PFT	22.6	20.3
Dental Care	29.4	28.8
Medical Examination	12.0	12.5
Endoscope	45.7	46.2
Intraocular Pressure	30.0	31.8
Fundus Oculi	29.8	29.2
BMI	38.9	43.6
Visual Acuity Test	21.2	26.5
Blood Pressure	31.3	34.4
Hearing Test	11.9	14.6
Ultrasonography	45.3	46.8
X-ray	22.2	28.6
Blood Gathering	26.9	31.4
EKG	27.8	29.7
Recovery Room	17.7	17.9
Avg	34.1	35.7

3.4 수검자 동선 개선의 효과성 분석

수검자 동선 개선의 효과성을 체류 시간, 직원 활용도, 검사실 가동률 지표 별 그래프를 통해 살펴본 결과, 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.



[Fig. 5] Bar Graph

4. 고찰

국민들의 소득 수준이 향상되고 건강에 대한 관심이 높아지면서 건강검진에 대한 수요가 증가하고 있으나, 검진기관의 수가 날로 증가함에 따라 기관들 간 생존경쟁이 치열해지고 있다. 이러한 상황에서 검진기관이 살아남기 위해서는 비용은 줄이면서 수검자의 만족도는 높일 수 있는 효율적인 검진 서비스를 제공하여야 한다. 이를 위한 노력의 일환 중 하나가 바로 검진 수검자의 동선을 최적화하는 것이다. 이는 수검자의 대기시간은 줄이면서 의료인력 및 장비 등의 활용성은 높이는 방안이다. 이때 수검자의 동선 최적화를 위해서는 시뮬레이션 모델링 기법을 활용할 필요성이 있는데, 그 이유는 수검자의 도착형태, 검진 소요시간 등의 동적인 요인들을 유기적으로 연계하여 수검자의 전체 검진시간, 인력 및 장비의 활용도를 분석할 수 있기 때문이며, 또한 다양한 시나리오들의 시뮬레이션 분석 결과를 비교해 봄으로써 수검자의 동선을 향상시킬 수 있는 최적의 방안을 도출할 수 있기 때문이다[16]. 따라서 시뮬레이션 기법을 이용하여 건강검진 수검자의 동선을 최적화하는 연구가 필요하다.

본 연구는 일개 건강검진기관의 수검자 동선을 시뮬레이션 기법을 이용하여 최적화하기 위해 수행되었다. 검진기관의 수검자 데이터를 분석하여 각 검사항목별 소요시간 및 수검자의 검진 순서 유형 등을 파악하고 이를 기반으로 시뮬레이션 모델을 생성하였다.

시뮬레이션 분석은 수검자 동선 유형에 따른 검진기관의 효율성 변화를 보고자, 2가지의 시나리오에 따라 각각 동선 유형 1, 동선 유형 2를 설정하였다. 본 검진기관의 1일 적정 검진 수검자 수는 50명이므로 50명의 수검자를 대상으로 시나리오를 구성하였으며, 시나리오 1은 검진기관의 실제 수검자 동선을 반영한 시나리오로서 검진 시작 시점과 종료 시점에서 검사실 배치 순서에 따라 혼잡도가 상이한 문제점을 가지고 있는 동선 유형이다(동선 유형 1). 시나리오 2는 50명의 수검자 중 25명은 시나리오 1의 동선 유형과 동일하고 나머지 25명은 혼잡도가 낮은 검사실을 우선으로 찾아 검진을 받도록 수정한 동선 유형이다(동선 유형 2). 시나리오 별 동선 유형에 따른 수검자 동선 개선의 효과성은 수검자의 체류 시간(LOS), 직원 활용도(Staff Utilization), 검사실별 가동률(Occupancy Level) 지표를 이용하여 살펴보았다.

시뮬레이션 분석 결과, 시나리오 1에 따른 동선 유형 1의 경우 전체 체류 시간의 평균은 212분이며, 시나리오 2에 따른 동선 유형 2는 217분으로 나타났다. 직원 활용도의 경우, 동선 유형 1, 2 모두에서 평균 직원 활용도가 약 34%로 나타나 거의 비슷한 결과 값을 보였으며, 동선 유형 1의 평균 검사실 가동률은 34%, 동선 유형 2의 평균 검사실 가동률은 36%로 동선 유형 변화 시에 검사실 가동률이 조금 증가하였으나 큰 차이는 보이지 않았다. 이러한 결과를 종합하여 볼 때, 시나리오 2에 따른 수검자 동선의 변화는 본 검진기관의 운영 개선에 큰 효과가 없는 것으로 나타났다. 즉, 동선 유형 2에 따라 검진기관을 운영할 시에 수검자의 검진 트랙이 복잡해지면서 이를 관리하기 쉽지 않고 효율성도 높아지지 않는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구의 대상 기관인 검진기관은 1일 수검자가 50명일 때, 검진 순서를 검사실 배치 순에 따르는 것이 합리적인 것으로 나타났다. 연구 계획 시점에서는 수검자의 검진 시작점을 가동되지 않는 검사실을 우선으로 하여 동선을 수정하면 기관 운영의 효율성이 높아질 것으로 추정하였으나 실제 시뮬레이션 분석을 수행해본 결과, 효율성 개선에 큰 도움이 되지 않는 것으로

밝혀졌다. 이를 통해 직관에 의해 검진기관의 수검자 동선을 설정하는 것 보다 시뮬레이션 분석을 통해 증거 기반의 최적의 안을 찾는 것이 보다 합리적이라는 것을 알 수 있다. 이는 그간 의료기관 내의 환자동선, 직원 및 자원 할당 등의 문제를 과거 경험, 직관, 추측 등에 의존하여 해결하기 보다는 시뮬레이션 기법과 같은 산업공학 기법을 이용하는 것이 보다 합리적인 의사결정을 내릴 수 있다는 기존 연구와 일치하는 부분이다[17].

여러 연구들에서 환자동선을 개선하기 위해 시뮬레이션 모델링 기법을 활용하였다. 병원 전체를 대상으로 시뮬레이션 기법을 통해 환자동선을 개선한 연구로는 Sibbel & Urban(2001)의 독일병원을 대상으로 한 연구[18], Moreno et al.(2000)의 환자중심의 병원 동선에 관한 연구[19]가 있다. 외래환자동선에 관하여서는 이영우 & 이태식(2010)의 우리나라 대형병원 외래환자의 동선 개선 방안에 관한 연구[20], Najmuddin et al.(2010)의 산부인과 외래환자의 대기시간 절감을 위한 방안 연구[21], Wijewickrama(2006)의 일본 병원 외래환자의 동선 개선 연구[22], Ahmed & Amagoh의 효율적인 자원 활용을 지원할 수 있는 외래환자동선에 관한 연구[10] 등이 있다. 입원환자동선에 관한 연구로는 Hutzschenreuter et al.(2010)의 네덜란드 병원을 대상으로 한 연구[15], IHI(2003)의 영국 병원을 대상으로 한 연구[16], MacDonnell & Teehan(2006)의 병상의 효율적 활용을 목적으로 한 입원환자동선에 관한 연구[23]가 있으며 Helm et al.(2009)은 환자동선을 모델링하는 방법의 검증에 시뮬레이션을 활용하였다[24]. 건강검진 수검자의 동선에 관한 연구로는 이동검진센터의 수검자 동선을 기반으로 한 자원 활용도의 최적화 방안 연구[25]와 검진센터의 검진시작 시점에 따른 환자동선의 최적화 문제에 대한 연구가 있다[26]. 본 연구와 선행 연구 결과들을 종합적으로 살펴보았을 때, 환자동선 문제를 해결하는 데 시뮬레이션 기법을 활용하는 것이 유용하다는 것을 확인할 수 있다.

본 연구는 연구 대상 기관의 건강검진 수검자 동선을 최적화하기 위하여 실무진의 의견을 바탕으로 새로운 수검자 동선 안을 제시하였으며 시뮬레이션 분석을 통해 그 효과성을 분석하였다. 최초 연구의 가설과는 달리 제안된 동선 안의 효과성이 미비한 것으로 나타났는데, 이는 수검자의 동선 분석이 시간대 별 수검자 비율, 수검자

유형, 수검자의 도착 시간 간격, 예약 여부, 직원의 숙련도 등 기타 요인들의 영향을 받아 그 효과성이 달라질 수 있기 때문이라 판단된다. 그러므로 향후에는 이러한 요인들을 고려한 다양한 시나리오로서 동선 분석 수행이 필요할 것으로 보인다. 또한 일개 건강검진 기관을 대상으로 수행되었기 때문에 연구 결과를 일반화시키기 어렵다는 제한점이 있으나 최적의 수검자 동선을 고안하기 위해 시뮬레이션 기법을 활용한 본 연구의 방법론은 향후 환자동선 개선뿐만 아니라, 진료 스케줄 관리, 검사장비 및 인력 배치 등 다양한 의료시스템 상의 문제를 해결하는 데 활용될 수 있다는 점에서 의의가 있다.

5. 결론

현재 전 세계적으로 의료계가 당면한 가장 중요한 문제는 비용은 줄이면서 의료의 질적 수준은 향상시키는 것이다. 이를 위해 필요한 노력의 일환으로 환자의 동선 최적화가 중요한 보건학적 이슈가 되고 있다. 이에 본 연구에서는 건강검진 기관의 수검자 동선을 최적화하고자 시뮬레이션 기법을 이용하였으며, 시뮬레이션 기법이 합리적이고 효율적인 의사결정 지원 도구로서 그 활용성이 높음을 확인하였다.

미국, 유럽 등에서는 시뮬레이션 기법을 이용하여 환자동선을 최적화하는 다양한 연구가 이루어지고 있으나, 국내 의료분야에서는 아직 시뮬레이션과 같은 산업공학 기법을 이용하여 의료문제를 해결한 사례가 많지 않다. 따라서 향후 의료와 산업공학을 접목한 다양한 연구가 이루어질 필요성이 있다고 본다.

REFERENCES

- [1] Ji-Young Yeo, Hyoung-Sun Jeong, Determinants of health screening and its effects on health behaviors. *Korean Journal of Health Policy & Administration*, Vol. 22, No. 1, pp. 49-64, 2012.
- [2] National Health Insurance Service, 2011 National health screening statistical yearbook. NHIS, 2012.
- [3] Youn-Soo Shin, Chong-Yon Park, Sang-Hyuk Jung, Hye-Young Jung, Hye-Young Kang, Comparison of customer satisfaction with health examination programs provided by the Korea National Health Insurance and private healthcare organizations in Korea. *Korean Society for Quality in Health Care*, Vol. 12, No. 1, pp. 40-51, 2006.
- [4] Yeong-Deok Youn, Su-Ra Seo, Hyeon-Cheol Kim, Evaluation of the effectiveness of a general health screening. National Health Insurance Service, 2010.
- [5] Jong-Dae Kim, 2013 Guidelines for evaluation of public health centers. National Health Insurance Service, 2013.
- [6] M. J. Cote, Understanding patient flow. *Decision Line*, 2000.
- [7] M. Armony, S. Israelit, A. Mandelbaum, Y. Marmor, Y. Tseytlin, G. Yom-tov, Patient flow in hospitals: A data-based queueing-science perspective. *Stochastic Systems*, 2011.
- [8] E. Litvak, M.C. Long, B. Prenney, K.K. Fuda, O. Levtzion-Korach, P. McGlinchey, Improving patient flow and throughput in California Hospitals Operating Room Services. Boston University Program for Management of Variability in Health Care Delivery, Guidance document prepared for the California Healthcare Foundation(CHCF), 2006.
- [9] Averill M. Law, Simulation modeling and analysis, fourth edition. McGraw-Hill, 2007.
- [10] S. Ahmed, F. Amagoh, Modeling hospital resources with process oriented simulation. *Central Asia Business*, Vol. 1, No. 1, pp. 5-20, 2008.
- [11] C. Anderson, Emergency department patient flow simulation at HealthAlliance. Project proposal, Worcester Polytechnic Institute, 2010.
- [12] Z. Zeng, X. Ma, Y. Hu, J. Li, D. Bryant, A simulation study to improve quality of care in the emergency department of a community hospital. *Journal of Emergency Nursing*, Vol. 38, No. 4, pp. 322-328, 2012.
- [13] Ji-Hye Lim, Sung-Hong Kang, Won-Joong Kim, Patient management through simulation modeling in the medical center. *The journal of Digital Policy*

& Management, Vol. 10, No. 4, pp. 287-295, 2012.

[14] M.J. Wilson, B. Siegel, M. Williams, Perfecting patient flow; America's safety net hospitals and emergency department crowding. National Association of Public Hospitals and Health Systems, 2005.

[15] Anke K. Hutzschenreuter, Peter A. N. Bosman, Han La Poutre, A computational approach to patient flow logistics in hospitals. ERCIM News, 2010.

[16] Institute for Healthcare Improvement, Optimizing patient flow: Moving patients smoothly through acute care settings. IHI, 2003.

[17] A. Kolker, P. Story, Management engineering for effective healthcare delivery: Principles and Applications. IGI Global, 2012.

[18] R. Sibbel, C. Urban, Agent-based modeling and simulation for hospital management. Cooperative Agents, Vol. 32, pp. 183-202, 2001.

[19] L. Moreno, R.M. Aguilar, C.A. Martín, J.D. Piñeiro, J.I. Estévez, J.F. Sigut, J.L. Sánchez, Patient-centered simulation to aid decision-making in hospital management. Simulation, Vol. 74. No. 5, pp. 290-304, 2000.

[20] Young-Woo Lee, Tae-Sik Lee, A comprehensive study on patient flow improvement solutions and their implementation strategies in an outpatient system. IE Interfaces, Vol. 23, No. 1, pp. 1-11, 2010.

[21] A. F. Najmuddin, I. M. Ibrahim, S. R. Ismail, A simulation approach: Improving patient waiting time for multiphase patient flow of obstetrics and gynecology department(O&G Department) in local specialist centre. WSEAS Transactions on Mathematics, Vol. 9, No. 10, pp. 778-790, 2010.

[22] A.K.A., Wijewickrama, Simulation analysis for reducing queues in mixed-patients' outpatient department. International Journal of Simulation Modelling, Vol. 5, No. 2, pp. 56-68, 2006.

[23] M. MacDonnell, S. Teehan, Discrete event simulation analysis of the hospital bed management problem. EuroMOT, 2006.

[24] J. Helm, S. AhmadBeygi, M. Van Oyen, The

flexible patient flow simulation framework. Institute of Industrial Engineers, 2009.

[25] V. Z. Osidach, M. C. Fu, Computer simulation of a mobile examination center. Simulation Conference, Vol. 2, pp. 1868-1875 2003.

[26] W. T. Song, A. E. Bair, A simulation study on the impact of physician starting time in a physical examination service. Simulation Conference, pp. 1553-1563, 2008.

박 일 수(Park, Il Su)



- 2001년 2월 : 인제대학교 보건관리학과(보건학사)
- 2003년 2월 : 인제대학교 일반대학원 데이터정보학과(이학석사)
- 2009년 8월 : 인제대학교 일반대학원 보건학과(보건학박사)
- 2003년 6월 ~ 2012년 2월 : 국민건강보험공단 건강보험정책연구원 부연구위원
- 2012년 3월 ~ 현재 : 위덕대학교 보건학과 조교수
- 관심분야 : 의료정보, 데이터마닝, 건강보험, 보건통계
- E-Mail : ispark@uu.ac.kr

김 진 수(Kim, Jin Soo)



- 1987년 5월: Long Island Univ. 경제학(학사)
- 1991년 5월: North Carolina State Univ. 대학원(경제학석사)
- 1996년 5월: Univ. of Houston대학원(경제학 박사)
- ~ 현재 : 한국보건사회연구원 연구위원
- 관심분야 : 보건정책, 건강보험, 보건통계
- E-Mail : econ123@khisasa.re.kr

김 성 수(Kim, Sung Soo)



- 1989년 5월 : The Univ. of Texas at Austin, Ph. D.
- 1990년 3월 : 인제대학교 보건행정학과 부임
- 1994년 3월 ~ 현재 : 인제대학교 정치외교학과 교수
- 2011년 10월 ~ 현재 : 대통령 직속 원자력안전위원회 위원

· 관심분야 : 환경정책, Safety-policy, 국제 환경협력

· E-Mail : dpsdkss@inje.ac.kr

김 은 주(Kim, Eun Ju)



- 2012년 2월 : 인제대학교 보건행정학과(학사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 인제대학교 일반대학원 보건행정학과 석·박사 통합 과정
- 관심분야 : 의료정보, 보건통계

· E-Mail : wish273575@oasis.inje.ac.kr

최 현 숙(Choi, Hyun Sook)



- 2002년 2월 : 인제대학교 보건대학원 병원경영학과(보건학석사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 인제대학교 일반대학원 보건행정학과 (보건학박사과정)
- 1995년 3월 ~ 현재 : 동남권원자력 의학원 근무

· 관심분야: 보건학, 보건정보, 병원경영

· E-Mail: white7208@hanmail.net

강 성 홍(Kang, Sung Hong)



- 1990년 2월 : 서울대학교 보건대학원 보건관리학과 (보건학석사)
- 1997년 2월 : 인제대학교 일반대학원 보건학과 (보건학박사)
- 1998년 3월 ~ 현재 : 인제대학교 보건행정학과 교수
- 관심분야 : 보건정보, 의무기록, 데이터마이닝, 건강증진

· E-Mail: hcmkang@inje.ac.kr