

# 시뮬레이션을 이용한 외래프로세스 개선방안에 관한 연구

최현숙\*, 지은희\*\*, 강성홍\*\*\*

동남권원자력의학원 의료정책팀\*, 해운대백병원 QI\*\*, 인제대학교 보건행정학과\*\*\*

## A Study on the Improvement of Outpatient Process Using Simulation

Hyun-Sook Choi\*, Eun Hee Ji\*\*, Sung-Hong Kang\*\*\*

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

Department of Quality Improvement, Haeundae Paik Hospital\*\*

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

**요약** 본 연구는 시뮬레이션을 이용하여 외래프로세스를 개선하여 기관 운영의 효율성을 높이고자 수행되었다. 3가지의 시나리오를 설정하여 시뮬레이션 분석을 수행하였으며 외래환자 전체 체류시간, 대기시간, 이동시간, 진료시간, 직원 활용도 지표를 비교하여 시나리오에 따른 외래프로세스의 효율성을 평가하였다. 병원의 진료자료를 수집하여 통계도구와 프로세스 마이닝 도구를 이용하여 분석하였다. 그리고 시뮬레이션 툴인 PIOS를 이용하여 모형의 타당성은 t-test로 검증하였다. 시뮬레이션 분석 결과, 센터제로 운영하는 경우의 외래프로세스가 가장 효율성이 높은 것으로 나타났다. 이를 볼 때 외래환자에 대해서는 센터제 형태로 운영되는 것이 기관의 효율성을 높이는 방안이라는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구를 통하여 시뮬레이션이 최적의 외래프로세스를 선정하는데 활용될 수 있는 방법이라는 것을 확인할 수 있었다. 시뮬레이션을 이용하면 과거 경험, 감정, 직관에 의존하는 기존의 보건 의료 관리 기법에 비해 효율적인 의사 결정을 지원하는 방법이라는 것을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서 제시한 연구 모델은 보건 의료 시스템 상에 다양한 활용이 가능할 것으로 보인다.

**주제어** : 시뮬레이션, 외래프로세스, 대기시간, 직원활용도, 체류시간

**Abstract** The purpose of this study is to suggest improvement ways of outpatient process via a simulation model and to improve operational efficiency. Three 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), patient waiting time, patient travel time, and staff utilization. The hospital medical data collection and statistical tools used to analyze the process mining tools. And the PIOS simulation tool was used and the validity of the model was verified by using t-test. The simulation results demonstrated that outpatient process of center type is most efficient. 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** : Simulation, Outpatient Process, Waiting Time, Staff Utilization, LOS(Length of Stay)

Received 2 June 2014, Revised 10 July 2014

Accepted 20 August 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.

ISSN: 1738-1916

## 1. 서론

### 1.1 연구 배경 및 필요성

인구 고령화의 급속한 진행, 의료보장의 확대, 의료자원의 지속적인 공급으로 우리나라 의료이용량은 계속적으로 증가하고 있다. 특히, 의료기술이 발달함에 따라 종래에는 입원에서 치료하던 서비스가 외래에서 치료되는 경우가 증가하고, 만성질환이 증가함에 따라 외래이용량이 계속적으로 증가하여 인구 천명당 외래수진율이 1994년에 28.8명이던 것이 2008년에는 53.1명으로 1.8배 증가하였다. 의료공급은 의원은 1990년에 20,738개이던 것이 2007년에 50,674개로, 병원은 1990년에 399개이던 것이 2007년에 1,938개로 크게 증가한 반면에 종합병원은 1990년에 228개이던 것이 302개로 크게 증가하지 않았다. 그러나 국민들은 종합병원을 선호함에 따라 종합병원의 외래이용량은 크게 증가하여 종합병원의 1일 평균외래환자수가 1994년에 494.1명에서 2008년에 907.2명으로 크게 증가하였다. 종합병원에서 1일 평균외래환자수가 크게 증가함에 따라 종합병원에서 외래환자들은 오랫동안 대기하는 문제가 발생하고 있다[1]. 종합병원의 외래평균시간은 Park(2001)의 지방소재 대학병원에 대한 조사에 따르면 평균 30.9분[2], Hwang(2005)이 서울시에 소재한 일개대학병원의 내과 환자에 대한 연구에 따르면 평균 32.3분[3], Ko(2010)이 지방소재 종합병원을 대상으로 한 연구에 따르면 28.3분으로 나타났다[4].

외래대기시간을 절감하기 위해서는 외래의료서비스의 프로세스 개선이 필요하다. 그런데 우리나라 처럼 건강보험 수가가 낮은 나라에서는 단시간에 많은 환자를 진료해야 하므로 환자들의 대기시간을 줄이면서도 동시에 인력 및 자원의 효율적인 활용성이 보장할 수 있는 방안을 마련하여야 한다. 즉, 여러 가지 대안 들 중 외래대기시간을 절감하면서도 동시에 의료자원의 최적의 이용을 보장할 수 있는 외래프로세스를 선택하여 운영할 필요가 있다. 이를 위해서는 시뮬레이션 기법을 이용할 필요가 있다. 시뮬레이션은 모델을 이용하는 실험으로 시스템에 대한 이해 또는 대안에 대한 평가 및 이에 따른 의사결정을 위한 정보를 제공하는 도구로 복잡한 시스템에 관련된 문제를 해결하기 위해 사용되는 효과적인 도구이다. 특히 문제에 대한 수리적 모형이 존재하지 않거나 현 상태의 시스템 운영에 영향을 주지 않으면서 문제

해결책을 모색하는 경우, 교육과 훈련 도구로 이용하고자 할 경우에 활용되고 있다[5]. 병원의 프로세스 개선에 관한 연구에서 시뮬레이션에 대한 관심이 증대하는 이유는 병원환경의 복잡성으로 인해 수학적 분석이 어렵고 비용, 시간, 자원 등의 여러 가지 제약으로 인해 실제 실험이 어렵기 때문이다[6]. 이러한 요인에 따라서 최적의 외래프로세스를 선택하기 위해서는 시뮬레이션 기법을 이용할 필요가 있다. 외국에서는 Ahmed(2008)는 시뮬레이션을 이용하여 병원내 환자프로세스를 분석함으로써 인력 및 자원 활용의 효과성과 효율성을 최적화 하기 위한 방안을 연구하였으며[7] Anderson(2010)과 Zeng(2012)은 응급실내 진료서비스의 효율성을 높이는 프로세스 개선방안을 도출하기 위해 시뮬레이션기법을 활용한 사례가 있다[8,9]. Kolker의 연구에서는 단위시간 다양화, 진료시작시간 준수, 세션 활동의 최대화가 외래프로세스 효율화에 기여한다고 보고 하였다[10]. 국내에서는 임지혜(2012), 강성홍(2014)의 연구에서는 건강검진기관의 수검자의 검진프로세스를 최적화하여 기관 운영의 효율성을 높이는데 활용된 사례가 있다[6,11]. 대형 병원에서 대기시간 절감을 위한 프로세스 개선방안에 대한 의료의 질 향상 활동에 시뮬레이션 기법을 이용하여 연구를 수행한 바 있다[12]. 장훈 등은 안과 외래 환자의 대기시간 단축에 대한 연구를 수행하였다. 안과 진료 프로세스 내에서 대기시간의 변동성이 발생하는 원인을 분석한 뒤 제어 가능한 것과 제어 불가능한 것으로 분류하여 이들을 관리하기 위한 방안을 Arena 라는 상용 소프트웨어를 사용하여 시뮬레이션 하였다. 그 결과, 변동성을 관리하였을 때 대기시간 및 체류시간, 진료시간이 감소하는 것을 알 수 있다[13]. 이는 환자 동선 중심이 아닌 예약방법으로 국한된 접근으로 보건 의료서비스의 수준 및 의료 전달체계를 향상시키기 위해서는 체계적인 프로세스 개선 및 적용에 관한 연구가 필요하다.

현재까지의 연구는 기존 체계 내에서 침상수나 예약 섹션 변화, 표준진료지침 등에 관한 연구가 진행되었다. 좀 더 나아가 체계 변화에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 그 일례로 진료과 중심에서 센터제로 전환하는 것은 공간적, 경제적, 전문가와의 합의 도출 등 많은 문제를 야기 되므로 경영자 입장에서 쉽게 결정할 수 없다. 이러한 상황에서 인력, 공간적 제약이 없는 가상현실이 설계된 시뮬레이션을 적용 후 최적의 자원투입 및 동선을 고려한

프로세스 설계 연구가 이루어진다면 병원경영연구에 도움이 된다고 여긴다.

유방암 발생자수는 2000년 6천여 명에서 2010년 1만 4천여 명으로 가파르게 증가함에 따라 의료기관에서도 이들을 효율적으로 관리할 필요성이 증가하고 있다[14]. 2010년 개원한 부산 소재 암전문 종합병원에서는 증대되는 외래유방암 환자들에 대해서 외래자원을 효율적으로 이용하면서, 외래대기시간을 절감시킬 필요성이 대두되었다. 이를 위해서는 최근에 관심의 대상이 되고 있는 시뮬레이션 기법을 이용하여 외래프로세스를 개선 방안을 도출하는 필요하다.

## 1.2 연구 목적

본 연구의 목적은 시뮬레이션 기법을 이용하여 외래유방암 환자의 외래프로세스 개선방안을 마련하는 것이다. 이를 달성하기 위한 구체적인 연구목적은 다음과 같다.

첫째, 외래유방암 환자의 외래프로세스 이용현황을 파악한다.

둘째, 외래 유방암 환자의 외래프로세스 개선방안을 도출한다.

셋째, 시뮬레이션을 이용하여 외래프로세스 개선방안의 효율성을 평가한다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 자료 수집

부산 시내에 소재하고 있는 1개 종합병원에서 2013년 1월부터 2013년 12월까지의 외래 방문 환자 수, 진료일정, 분과별 진료실, 검사실 현황에 대해 조사를 하였다. 또한 개인정보 및 의료연구 분석 자료 수집에 동의한 2013년 6월에서 12월, 7개월간의 외래환자 도착시간 및 검사종류별 소요시간, 치료에 대한 자료 전수를 수집하였다. 조사의 주요 항목은 성, 나이 등 환자의 인적사항, 주진단, 예약유무, 진료일자, 진료과, 도착시간, 진료실 입실시간, 진료실 퇴실시간, 검사실 입실시간, 검사실 퇴실시간 등이 있다. 외래 현장에서 실제근무자에 의해 전산 저장한 실측값을 운영 서버의 데이터 로그를 취득하였다.

### 2.2 자료분석

#### 2.2.1 기초분석

분석 대상자의 일반적 현황에 대해서는 통계 패키지인 SPSS 18을 이용하여 분석하였고, 환자의 외래프로세스 현황에 대해서는 프로세스 마이닝 도구인 Disco를 이용하여 분석하였다. 이때 시뮬레이션에 사용할 각 검사실, 진료실 등의 처리시간 등에 관한 통계는 의료인을 포함한 14명의 직원 업무 원클릭 입력자료를 이용하여 분석하였다.

#### 2.2.2 시뮬레이션 분석

##### 2.2.2.1 시뮬레이션 시나리오

외래프로세스 개선을 도출하기 위한 시나리오를 설정하여 이를 기반으로 시뮬레이션을 시행하였다. 1일 외래유방암 환자 수는 기존의 외래 유방암환자 통계자료에 근거하여 1일 110명의 환자가 내원하여 진료를 받는 것으로 가정하였다. 외래프로세스에 대한 시나리오는 크게 3가지로 설정하여 시뮬레이션을 시행하였다. 시나리오 1은 단일 진료과 동선 시나리오로 협진이나 검사 시행 시 진료실별, 검사실별 동선 및 가동률이 상이한 문제점을 가지고 있는 유형이다(Type 1). 시나리오 2는 검사공간 통합형으로 기능검사실이 관련 진료과의 필요에 따라 분리되어 진료동선 내로 분산 배치된 유형이다(Type 2), 시나리오 3은 특정 질환을 진단하기 위한 진찰과 처치기능, 진료지원기능, 검사기능이 통합된 유형으로 주 진료과 뿐만 아니라 협진이 이루어지는 과와 검사실을 통합한 유형의 질환별 전문센터 유형이다(Type 3).

##### 2.2.2.2 시뮬레이션 도구

시뮬레이션은 POSTECH 산업경영학과 물류연구실에서 개발한 상용 시뮬레이터인 PIOS(POSTECH Internet based Outpatient Simulator)의 TEXT 프로그램을 이용하여 시뮬레이션을 시행하였다.

##### 2.2.2.3 시뮬레이션 모형 개발 및 시행

3가지 유형별 환자 수 증가에 따른 대기시간 변화 추이 확인을 위해 시뮬레이션을 시행할 수 있는 모형을 개발한 후 30회에 걸쳐서 반복적으로 시뮬레이션을 시행하였다.

##### 2.2.2.4 모형의 타당도 검증

시뮬레이션 모형의 타당성 검증은 수집 자료의 전체

체류시간과 시물레이션 모형이 전체 체류시간에 대해서 t 검정을 실시하였다.

2.2.2.5 외래프로세스의 효율성 검증

개발된 시물레이션 모형을 이용하여 설정한 시나리오에 따라 외래유방암 환자의 병원의체류 시간(LOS; Length Of Stay), 환자의 대기 시간(WT; Waiting time), 환자의 이동 시간(TT; Travel time), 직원의 활용도(Staff Utilization)를 분석하여 이를 기반으로 각 외래프로세스의 효율성을 평가하였다.

3. 연구 결과

3.1 일반적 특성

2013년 1년간 연구대상 병원을 이용한 외래 유방암 환자의 일반적 특성을 파악하였다. <Table 1>과 같이예약 유무에 대해서는 예약 66.4%, 비예약이 33.6%로 나타났다. 성별로는 여성이 95.0%, 남성이 0.5%로 나타났다.

<Table 1> General Characteristics

Category	N	%
Reservation		
No	2,450	33.6
Yes	4,847	66.4
Sex		
Female	7,257	95.0
Male	40	0.5
Age		
0-30	119	1.6
31-40	1,041	14.3
41-50	2,925	40.1
51-60	2,147	29.4
61-70	890	12.2
71-80	154	2.1
81+	21	0.3
Total	7,297	100.0

연령의 경우 41~50세가 40.1%, 41~50세가 29.4%, 31~40세가 14.3%, 61세 이상이 14.6%로 나타났다.

3.2 실별 처리시간

접수, 간호스테이션, 진료실 및 각 검사실의 처리시간은 <Table 2>와 같이 분석하였다. 접수에서는 최소값이 30초, 최대값이 201초였다. 간호스테이션 별로는 3번 스테이션의 최소값은 300초, 최대값은 408초였다. 1번 검사실의 최소값은 294초, 최대값은 600초였다.

<Table 2> Process Times

Categories	Min(second)	Max(second)
Registration	30	210
Nurse's room 1	382	438
Nurse's room 2	391	438
Nurse's room 3	300	408
Nurse's room 4	398	432
Medical Examination 1	294	600
Medical Examination 2	300	408
Medical Examination 3	624	792
Medical Examination 4	298	600
Receptionist	86	210
Radiology Registration 1	30	86
Radiology Registration 2	30	43
Ultrasonography	900	1296
Mammography	900	1296

3.3 외래프로세스 유형

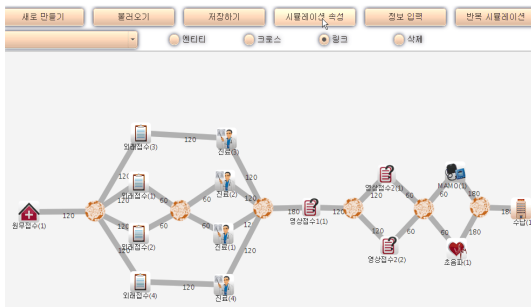
프로세스 마이닝을 이용하여 외래 유방암 환자의 모든 프로세스 유형을 분석한 후 이를 기반으로 병원실무진들이 협의를 외래 하여 유방암환자의 외래프로세스 유형을 크게 10가지로 분류하였다. 이때 초진 환자는 3개, 재진 환자는 7개로 분류하였다. 수납, 간호사실, 진료실, 접수, 영상 촬영실, 초음파와 맘모그래피 검사를 실시하게 된다. 진료실은 외과, 혈액종양내과, 방사선종양 진료실로 나눌 수 있다. 그 구체적인 유형은 <Table 3>과 같다.

<Table 3> Types of Outpatient Process

Categories	Sequence of Health Examination	
The First Medical Examination	1	R → NR1 → ME1 → RR1 → RR2 → USG → NR1 → ME1 → RC
	2	R → NR1 → ME1 → RR1 → RR2 → MAMO → USG → NR1 → ME1 → RC
	3	R → NR1 → ME1 → RC
Second-visit consultation	1	R → NR1 → ME1 → RC
	2	NR1 → ME1
	3	USG → R → NR1 → ME1 → RC
	4	NR1 → ME1 → NR4 → ME4 → RC
	5	NR1 → ME1 → NR3 → ME3 → RC
	6	NR1 → ME1 → RR1 → RR2 → MAMO → USG → NR3 → ME3 → RC
	7	NR1 → ME1 → RR1 → RR2 → MAMO → USG → NR4 → ME4 → RC
LEGEND R: Registration, NR: Nurse's room, ME: Medical Examination, RC: Receptionist RR: Radiology Registration, USG: Ultrasonography MAMO: Mammography		

### 3.4 시뮬레이션 모델개발

시뮬레이션 모델을 생성하기 위하여 유방암 환자 각 진료실과 각 검사실을 배치하고, 인력을 반영하였다. [Fig. 1], [Fig. 2]는 PIOS 프로그램 상에 환자의 엔티티 정보를 입력하는 화면으로 3개 초진 환자 경로와 7개 재진 환자 경로 유형이 시뮬레이션 모델상에 정의되었다.



[Fig. 1] Locations and Resources

엔티티 이름	프로세스 타입	엔티티 수	그림 번호
원무접수	FIFO	1	10
외래접수	FIFO	4	25
진료	Selection	4	15
수납	FIFO	1	7
초음파	Selection	1	1
MAMMO	FIFO	1	2
영상접수1	FIFO	1	0
영상접수2	Selection	2	0

[Fig. 2] Process Manager

### 3.5 시뮬레이션 모형의 타당도 검증

PIOS 유효성을 검증하기 위해 시뮬레이션 결과 값과 실제 측정자료와의 결과를 비교하였다. 외래도착부터 마지막 경로까지의 소요시간을 총 체류시간으로 산출한 실제 측정 데이터와 시뮬레이션 30회 반복 실행한 결과치를 two-sample t-test를 하였다. 5% 유의수준에서 결과 값이 <Table 4>와 같이 통계적으로 같다는 귀무가설을 기각할 수 없었다. 즉 시뮬레이션 결과값과 실제 진료환경에서 측정값은 비슷하다고 결론지을 수 있었다.

<Table 4> Validation of Simulation Model

	Mean	St.	p-value
LOS	5342.7	12807.4	0.579
Simulation LOS	4680.2	3163.1	

### 3.6 시뮬레이션 결과

#### 3.6.1 체류 시간(LOS; Length Of Stay)

환자 동선 유형별로 시뮬레이션 분석을 수행한 결과, 환자 경로 유형별 기관 내 체류시간은 <Table 5>와 같이 나타났다. 시나리오 1에 따른 동선 유형 1의 경우, 전체 체류시간의 평균은 94.1분이고, 동선 유형 2의 경우 평균 83.3분이며 동선 유형 3의 경우 평균 67.8분으로 나타나 체류 시간이 줄어든 것으로 나타났다. 동선 유형 1인 현재 진료과 중심 진료 동선에서 검사공간 통합형 단일 진료과로 변경할 경우 단일 진료과 진료 후 기능검사 시행 후 다시 동일 진료과 진료를 볼 경우 가장 체류시간이 단축되는 것을 알 수 있었다. 또한 검사공간과 협의 진료를 단일 진료 동선 상에 두는 전문센터 적용 시에는 재진 4에서 재진7까지 동선에서 체류시간 단축이 두드러지게 나타났다.

<Table 5> Length Of Stay

Categories	LOS(mins)				
	N	Type 1	Type 2	Type 3	
The First Medical Examination	1	2	158.1	106.2	90.2
	2	5	185.1	149.1	109.4
	3	3	50.6	38.6	37.7
Second-visit consultation	1	10	50.5	38.3	36.8
	2	70	45.5	31.5	18.9
	3	10	109.0	90.7	73.9
	4	2	72.7	59.3	52.3
	5	3	7.2	54.3	53.9
	6	2	151.9	134.5	103.9
	7	3	159.7	130.3	101.1
Avg.			99.0	83.3	67.8

#### 3.6.2 대기 시간(WT; Waiting time)

시뮬레이션 분석에 따른 환자 대기시간 결과를 살펴본 결과, 환자 경로 유형별 기관 내 대기시간은 <Table 6>와 같이 나타났다. 시나리오 1에 따른 동선 유형 1의 경우, 전체 대기시간의 평균은 18.5분이고, 동선 유형 2의 경우 평균, 18.2분이며 동선 유형 3의 경우 평균 9.7분으로 나타나 대기시간이 줄어든 것으로 나타났다. 동선 유형 1인 현재 진료과 중심 진료 동선에서 검사공간 통합형 동선 적용 시 재진3, 재진6의 경우 대기시간이 5분에서 10분 가량 증가하는 것을 제외하고는 모든 유형에서 대기시간이 단축되는 것을 확인할 수 있었고 동선 유형 3인 단일 진료 동선 상에 두는 전문센터 적용 시에는 모든 경

우에 대기시간 단축의 효과가 있는 것을 확인할 수 있었다.

〈Table 6〉 Waiting time

Categories	WT(mins)				
	N	Type 1	Type 2	Type 3	
The First Medical Examination	1	2	33.1	22.8	14.8
	2	5	52.5	46.6	15.2
	3	3	2.1	2.9	4.0
Second-visit consultation	1	10	1.8	1.7	3.4
	2	70	1.1	1.2	2.1
	3	10	24.9	28.8	15.3
	4	2	4.0	2.4	7.1
	5	3	5.0	3.7	6.7
	6	2	30.5	41.2	14.4
	7	3	30.1	30.8	14.1
Avg.			18.5	18.2	9.7

### 3.6.3 이동 시간(TT; Travel time)

시뮬레이션 분석에 따른 환자 이동시간 결과를 살펴본 결과, 환자 경로 유형별 기관 내 이동시간은 <Table 7>과 같이 나타났다. 시나리오 1에 따른 동선 유형 1의 경우, 전체 이동시간의 평균은 39.1분이고, 동선 유형 2의 경우 평균 21.5분이며 동선 유형 3의 경우 평균 14.2분으로 나타나 이동 시간이 줄어든 것으로 나타났다. 동선 유형 1인 현재 진료과 중심 진료 동선에서 검사공간 통합형 단일 진료과로 변경할 경우 초진 1과 초진 2와 같이 진료, 검사 후 검사 확인을 위한 재진료로 이루어 질 경우 이동 시간 단축의 효과가 두드러지게 나타났으며 재진의 경우에도 진료 후 검사 시행할 경우 동일 동선 상의 검사공간 활용으로 이동시간이 단축되는 것으로 나타났다.

〈Table 7〉 Travel time

Categories	TT(mins)				
	N	Type 1	Type 2	Type 3	
The First Medical Examination	1	2	54.6	28.5	19.3
	2	5	56.1	29.3	20.3
	3	3	25.2	16.0	13.1
Second-visit consultation	1	10	25.4	16.4	13.1
	2	70	21.4	12.5	1.0
	3	10	42.6	23.7	20.2
	4	2	31.1	18.6	11.2
	5	3	30.1	20.0	11.2
	6	2	52.1	24.7	16.3
	7	3	52.8	24.9	16.3
Avg.			39.1	21.5	14.2

### 3.6.4 직원 활용도

시뮬레이션 분석에 따른 직원 활용도 결과를 살펴본

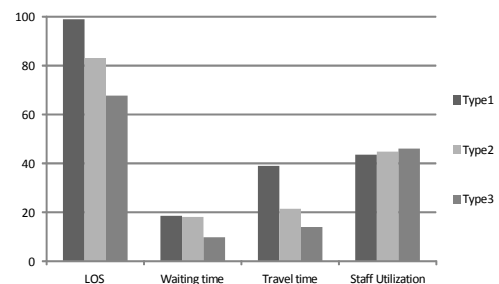
결과, <Table 8>과 같이 유형 1, 2, 3 모두에서 평균 직원 활용도가 약 44%에서 47%로 나타나 동선 유형 변화에 따른 직원 활용도는 큰 차이를 보이지 않았다. 다만 동선 유형 3 전문센터 형태에서는 Nurse's room 통합 운영으로 간호인력 감소에 따라 직원 활용도가 다소 증가함을 볼 수 있었다.

〈Table 9〉 Staff Utilization

Categories	Staff Utilization(Percent)		
	Type 1	Type 2	Type 3
Nurse 1	38.9	40.7	51.3
Nurse 2	50.2	51.9	66.2
Nurse 3	40.7	41.8	57.1
Nurse 4	40.7	42.0	-
Medical Examination 1	40.3	40.5	40.5
Medical Examination 2	40.9	39.7	38.9
Medical Examination 3	40.0	42.4	40.3
Medical Examination 4	40.3	42.4	40.7
Ultrasonography	70.6	74.3	48.0
Mammography	35.1	33.6	33.5
Avg.	43.8	44.9	46.3

### 3.6.5 외래프로세스의 효율성 평가

환자 동선 개선의 효율을 체류시간, 대기시간, 이동시간 등 지표별 그래프를 통해 살펴본 결과, [Fig. 3]과 같이 동선 유형 변화에 따라 체류시간과 대기시간, 이동시간은 감소 경향을 나타냈으며 진료시간과 직원활용도 지표에서는 큰 차이는 없으나 증가 경향을 확인할 수 있었다.



[Fig. 3] Bar Graph of Evaluation Indicators

## 4. 고찰

본 연구에서는 시뮬레이션 기법을 이용하여 의료의 질적 수준은 보장하면서 외래 환자 흐름을 효과적으로

관리할 수 있는 분석의 기반을 제공하고자 하였다. 기존의 외래환자 동선에 관한 연구는 정적인 통계를 기준으로 외래환자 동선의 현황 및 문제점을 파악하는 수준의 연구인데 비해, 본 연구에서는 시뮬레이션 방법을 이용하여 여러 가지 요인이 동시에 작용하는 동적인 분석을 기반으로 외래환자 동선의 개선방안을 과학적으로 탐색하는 사례를 제시 하였다는 데 큰 의미가 있다. 특히, 특정 질환 환자의 동선을 기존의 통계분석 방법이 아닌 프로세스 마이닝 도구인 DISCO와 시뮬레이션 도구를 활용했다는 점에서 병원의 주요 의사결정 자료분석의 새로운 방법 제시라 볼 수 있다.

사회적으로 의료의 질 및 건강에 대한 관심이 증대되면서 병원간의 경쟁은 점점 심해지고[15], 그에 따라 병원들은 의료진달과정 및 그 운영에 관한 여러 문제에 관심을 가지게 되는데, 병원 내 외래 환자 흐름도 그 중에 하나이다[12]. 이에 환자 흐름 개선을 위한 연구로 패스트 트랙을 신설하거나 작업흐름 및 프로세스 구성요소를 변화시켜 특정 목적을 달성하려고 하는 연구들이 시행되어지고 있다[16,17,18,19,20]. 환자 흐름을 효과적으로 관리하는 것은 의료 서비스의 질에 큰 영향을 끼친다. 즉 환자 흐름의 효과적 관리가 병원 운영상의 중요한 이슈가 되고 있으며, 최근 이를 보완하는 시뮬레이션 기법이 연구되어지고 있다[21].

외래환자 프로세스 개선을 위한 다양한 연구가 있었으나 최근에는 시뮬레이션을 기반으로 한 외래서비스 프로세스 개선방안에 대한 관심이 증대하고 있다. 왜냐하면 시뮬레이션은 현실 세계의 프로세스를 컴퓨터를 이용하여 구현해 보는 것으로 여러 대안들에 대해 시뮬레이션을 실시해 봄으로써 환자 프로세스를 향상시킬 수 있기 때문이다[22].

국내에서 시뮬레이션을 이용한 연구는 미비한 편인 반면 국외에서는 병원 스케줄과 환자 흐름을 분석하기 위해 시뮬레이션을 활용한 결과, 초음파 촬영을 위해 환자의 검사 과정 시간을 줄였을 경우 의료진이 접하는 총 환자 수 증가, 의료진의 근무 외 시간 감소, 초음파 장비 및 장소 활용률은 증가하는 것으로 나타났으며[23], 산부인과 전문 병원에서 효율적인 환자 흐름을 위해 시뮬레이션 기법으로 분석한 선행연구 결과에서는 협의 진단실에서 환자의 대기 시간이 가장 길어지는 것을 파악하여 이를 조정된 시뮬레이션 모형을 개발하였다[24]. 또한 시

뮬레이션 기법은 여러 부서가 강한 상관관계를 가지고 있는 복합 체계인 병원의 효율적인 관리를 위한 의사결정 과정을 지원해 줄 수 있는 유용한 도구라고 제시하고 있다[25]. 이제까지의 연구에서는 외래 체계 내에서 동선이나 장비 활용 등의 구조적 측면에서의 접근이었다면 본 연구에서는 구조적 접근을 포함한 과정적 변화에 대한 시뮬레이션 접근을 시도하였다.

의료서비스 유형이 점차적으로 외래의 비중이 증대하고 있음에 따라 병원의 외래 환자 흐름을 효과적으로 관리하는 것이 의료 서비스 질에 큰 영향을 끼치므로 외래환자 프로세스를 개선할 필요가 있다[26,27]. 본 연구에서는 연구 대상 병원의 외래 유방암 환자의 진료 동선을 최적화하기 위하여 실제 데이터와 실무진의 의견을 반영하여 새로운 환자 동선 안을 제시하였으며 시뮬레이션 분석을 통해 그 효과성을 분석하였다.

시뮬레이션을 수행하기 위해서 실제 병원의 진료자료를 수집하여 통계도구와 프로세스 마이닝 도구를 이용하여 분석하였다. 이를 기반으로 시뮬레이션 모형을 PIOS를 이용하여 개발한 다음 모형의 타당성을 t-test을 이용하여 검증한 결과 타당성 있는 모형으로 입증 되었다. 개발된 모형은 3가지 시나리오에 따라 시뮬레이션을 시행하였다. 제 1시나리오는 현재 진료순서와 동일하게 진료를 받는 유형으로 단일 진료과 진료 후 검사처방과 협의 진료 의뢰에 따라 다른 공간으로 이동하여 진료하는 형태의 시뮬레이션을 시행하였다. 제 2시나리오는 검사 공간 통합형 단일 진료과로 기능검사실이 관련 진료과의 필요성에 따라 분리되어 각 진료과 내로 분산 배치되어 특정 질환을 진단하기 위한 기능검사실이 진료 동선 내에 배치된 형태의 시뮬레이션이다. 제 3시나리오는 전문센터로 특정 질환을 진단하기 위한 기능검사실은 물론이고 암 단계에 따른 치료방향 결정을 위한 협의 진료까지도 통합된 유형으로 기능검사 처방이 있는 경우는 통합 기능검사실로, 항암치료를 요하는 경우는 혈액종양내과로, 방사선치료를 요하는 경우에는 방사선종양학과와 협의 진료 이루어지는 형태의 시뮬레이션을 시행하였다.

시뮬레이션 결과, 평균 체류시간에서는 II형인 검사공간 통합형 단일 진료과로 변경할 경우 가장 체류시간이 단축되는 것을 알 수 있었다. 또한 검사공간과 협의 진료를 단일 진료 동선 상에 두는 전문센터 적용 시에는 두 군데 이상의 진료과 진료 이루어지는 동선에서 체류시

간 단축이 두드러지게 나타났다. 평균 환자 대기시간에서는 Ⅲ형인 전문센터 적용 시에는 대기시간 단축의 효과가 있는 것을 확인할 수 있었다. 환자 이동시간 결과는 검사공간이나 진료공간을 통합할수록 이동 시간이 줄어든 것으로 나타났다.

환자별 진료시간 시뮬레이션 결과를 살펴보면, 동선 유형 I의 경우, 전체 진료시간의 평균은 41.4분이고, 동선 유형 II의 경우 평균 43.6분이며 동선 유형 III의 경우 평균 43.9분으로 나타나 동선 유형 변화에도 진료시간은 큰 차이가 없었다.

직원 활용도 시뮬레이션 결과, 동선 유형 모두에서 평균 직원 활용도가 약 44%에서 47%로 나타나 동선 유형 변화에 따른 직원 활용도는 큰 차이를 보이지 않았다. 다만 동선 유형 III, 전문센터 형태에서는 Nurse's room 통합 운영으로 간호인력 감소에 따라 직원 활용도가 다소 증가함을 볼 수 있었다.

그리고, 환자 수 증가에 따른 환자 동선 유형별로 시뮬레이션 분석을 수행한 결과, 검사공간 통합형 단일 진료과 형태에서 대기시간과 체류시간이 가장 적은 것으로 나타났다. 이는 1일 적정수준의 환자가 동일 공간 내 진료를 받을 경우에는 동선이 짧을수록 체류시간이 단축되지만 1일 적정수준 이상의 환자가 동일 공간내 진료를 받을 경우에는 병목구간이 발생하여 오히려 평균 체류시간이 증가하는 것으로 나타났다. 이에 반해 환자 수 증가에 따른 진료시간은 환자 수 증가에도 진료시간 평균은 유지되는 것으로 나타났다.

환자 수 증가에 따른 직원 활용도 결과는 기능검사 공간이 분리된 단일 진료과 형태의 진료 동선보다는 검사공간 통합형 단일 진료과나 전문센터 유형에서 직원 활용도가 더 높은 것으로 나타났다. 그러나 환자 수 증가에 따른 환자 동선 유형별 병목구간 시뮬레이션 분석 결과, 환자 수에 딸 간호사실과 초음파검사 대기가 발생하는 것으로 나타났다.

따라서 환자 동선을 고려한 진료 프로세스 설계 시에는 효과성이나 효율성 측면에서 특정 진료경로만을 선택하는 것이 아니고 현 상황의 1일 적정 환자수는 물론이고 증가 수요 예측을 통해 결정하는 것이 바람직할 것이다.

본 연구에서 제안한 환자 데이터 기반 프로세스 마이닝 기법을 이용한 분석을 통하여 대기시간 개선을 위한 대안들을 시뮬레이션 기법을 도입하여 대안을 수립하는

보다 과학적이면서 효과적인 시스템적 의사결정 방법이 이루어질 수 있을 것으로 판단된다. 또한 외래진료실 운영 및 인력을 효율적으로 사용할 수 있는 토대가 마련될 것으로 예상된다.

그러나 본 연구에서의 진료프로세스 개선방안은 1개 병원 자료를 이용하여 제시하고 그의 타당성을 제시하는 수준이다. 시뮬레이션 기법을 활용한 본 연구의 방법론은 향후 환자 동선 개선뿐만 아니라, 진료 스케줄 관리, 검사장비 및 인력배치 등 다양한 의료시스템 상의 문제를 해결하는 데 활용될 수 있다는 점에서 의의가 있다. 또한 향후 연구에서 비용 효과성 측면이 반영되는 틀의 개발이나 연구의 제목이 이루어진다면 경영자의 의사결정이 이루어지는 단계에서 시뮬레이션 기법이 새로운 방법적 제안으로 활용될 수 있을 것이다. 또한 실제 널리 활용되기 위해서는 병원의 의료진이 참여하여 개발 및 평가를 할 필요가 있다.

## 5. 결론

현재 전 세계적으로 의료계가 당면한 가장 중요한 과제는 비용을 줄이면서 의료의 질적 수준을 향상시키는 것이다. 이를 위해 필요한 노력의 일환으로 환자의 동선 최적화가 중요한 의료계 이슈가 되고 있다.

특히 입원에서 치료하던 서비스가 외래에서 치료하는 경우가 증가하고 있으면 외래 의료서비스 특성 상 많은 환자를 진료해야 하므로 환자들의 대기시간을 줄이면서도 인력의 효율적인 활용이 매우 필요하다. 즉, 병원의 외래 환자 흐름을 효과적으로 관리하는 것이 의료 서비스 질에 큰 영향을 끼치므로 외래환자 프로세스를 개선할 필요가 있다. 그러나 외래 환자 수 증가는 기존의 외래진료 접수에서부터 진료, 검사 등의 공간을 배치해 놓고 환자로 하여금 진료과정에 따라 각 공간을 이동하여 진료를 받는 과정으로는 긴 대기시간 및 동선에 의한 진료의 불편함을 초래한다.

또한 의학기술의 발전에 따른 질병양태의 변화로 인하여 만성질환의 증가가 종합병원 외래진료부의 특수클리닉 제도와 협진체계를 기반으로 한 팀 진료 방식의 전문센터를 활성화시키는 요인으로 작용하고 있으며, 포괄수가제의 도입은 지속적으로 증가하던 병원의 평균계원



일수와 입원진료서비스를 감소시키고 외래진료환자와 재택진료를 증가시킨 가장 중요한 요소로 작용할 것이다. 이러한 외래진료환자와 재택진료의 증가는 전문화를 통한 환자 중심의 의료 환경 구현과 밀접한 연관성이 있다.

이에 최근에는 고가의 하이테크(High-tech) 장비는 중앙진료부분에 배치하여 공동으로 사용하게 하고, 저가능의 로우테크(Low-tech) 장비는 각 외래 진료과나 전문센터내로 분산 배치하는 경향이 나타나고 있다. 이는 진단검사를 위한 환자의 이동을 최소화하여 모든 진료과정이 각 외래 진료과와 전문센터 내에서 원스톱으로 처리할 수 있도록 배려한 환자 중심의 진료환경 구현과 밀접한 연관성을 가지고 있다.

이에 본 연구에서는 의료기관의 외래 환자 동선을 최적화하고자 시뮬레이션을 이용하였으며, 시뮬레이션 기법이 합리적이고 효율적인 의사결정 지원 도구로서 그 활용성이 높음을 확인하였다.

일개 의료기관을 대상으로 수행되었기 때문에 연구 결과를 일반화시키기 어렵다는 제한점이 있으나 최적의 진료 동선 고안하기 위해 시뮬레이션 기법을 활용한 본 연구의 방법론은 향후 환자 동선 개선뿐만 아니라, 진료 스케줄 관리, 검사장비 및 인력배치 등 다양한 의료시스템 상의 문제를 해결하는 데 활용될 수 있다는 점에서 의의가 있다.

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. 또한 PIOS와 같이 손쉽게 무료로 사용할 수 있는 툴만으로는 문제를 해결할 수 없다. 이러한 툴의 사용방법과 실제 구현한 다양한 사례를 만들어서 정보를 공유하게 하여야 할 것이다. 따라서 향후 의료와 산업공학을 접목한 다양한 연구가 이루어질 필요하며, 향후 시뮬레이션 기법 활용 후 진료프로세스 효율성에 관한 연구도 제안한다.

## REFERENCES

- [1] Changes in health care utilization in Korea, Korea Institute for Health and Social Affairs, 2009.
- [2] Park, S. H. Analysis of factors delaying on waiting time for medical examination of outpatient on a hospital. *J Korean Soc Qual Assur Health Care*, 8(1), 56-72, 2001.
- [3] Hwang, J. I. Factors influencing consultation time and waiting time of ambulatory patients in a tertiary teaching hospital. *J Korean Soc Qual Assur Health Care*, 12(1), 6-16, 2005.
- [4] Yu-Kyung Ko, The Relationships among Waiting Time, Patient's Satisfaction, and Revisiting Intention of Outpatients in General Hospital, 16(3), 219-228, 2010.
- [5] Seong-Hoon Choi, Practical Guidelines for Successful Application of Simulation Technologies, Society of Korea Industrial and Systems Engineering 27(4), pp.125-132, 2004.
- [6] Il-Su Park, Jin-Soo Kim, Sung-Soo Kim, Eun-Ju Kim, Hyun-Sook Choi, Sung-Hong Kang, A Study on the Efficient Flow of Health Examinees, *Journal of Digital Convergence*, 2014.
- [7] Ahmed, A. and Amagoh, F., Modeling hospital resources with process oriented simulation, *Central Asia Business*, 1(1), 5-20, 2008.
- [8] C. Anderson, Emergency department patient flow simulation at HealthAlliance. Project proposal, Worcester Polytechnic Institute, 2010.
- [9] Zhen Zeng, Xiaoji Ma, Yao Hu, Jingshan Li, PhD, A Simulation study to improve quality of care in the emergency department of a community hospital, pp322-327, 2012.
- [10] Kolker, A. and Story, P.(Eds.), *Management Engineering for Effective Healthcare Delivery: Principles and Applications*, Medical Information Science Reference. 2011.
- [11] Ji-Hye Lim, Sung-Hong Kang, Won-Joong Kim, Patient Management Through Simulation Modeling in the Medical Center, *The Journal of Digital Policy & Management*, 10(4), 287-295, 2012.
- [12] Young-woo Lee, Tae-Sik Lee, A comprehensive study on patient flow improvement solutions and their implementation strategies in an outpatient system, *IE Interfaces*, 23(1), 1-11, 2010.

[13] Hoon Jang, Young-woo Lee, Patient with ophthalmic outpatient waiting time through process improvement plan, Korean Society for Quality in Health Care, 2008.

[14] In 2011, the In-depth analysis of patient surveys, Bogeonbogjibu, Korea Institute for Health and Social Affairs, pp111-210, 2013.

[15] Yeom, J-K. & Kang, C-Y., The Critical Factors on Improvement of Medical institution Competitiveness. Korean Journal of Hospital Management, 12(1), 1-30, 2007.

[16] Andriole, K. P., Luth, D. M., Gould, R. G., Workflow assessment of digital versus computed radiography and screen-film in the outpatient enviroment. Journal of Digital Imaging, 15(1), 124-126, 2002.

[17] Cote, M. J., Patient flow and resourceutilization in an outpatient clinic. Socio-Economic Planning Sciences, 33, 231-245. 1999.

[18] Garica, M. L., Centeno, M. A., Riveram, C., DeCaro, N., Reducing time in an emergency room via a fast-track. In the Proceedings of the Winter Simulation Conference, 1048-1053. 1995.

[19] Kirtland, A., Lockwood, J., Poisker, K., Stamp, L., Wolfem, P., Simulating an emergency department 'Is as much fun as..', In the Proceedings of the Winter Simulation Conference, 1039-1042. 1995.

[20] Siegel, E. & Reiner, B., Work flow redesign : The key to success when using PACS, American Journal of Roentgenology, 178, 563-566. 2002.

[21] Lim, J. H., Kang, S. H., and Kim, W.J., Patient management through simulation modeling in the medical center, The Journal of Digital, 10(4), 287-295, 2012.

[22] Chang-Woo Mo, Seong-Hoon Choi, A Simulation Study for Improving Operations of an Emergency Medical Center, 18(3), 35-45, 2009.

[23] J. A. Fitzgerald & A. Dadich, Using visual analytics to improve hospital scheduling and patient flow. Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, 20-30, 2009.

[24] 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 Transactionson Mathematics, Vol. 9, No. 10, pp. 778-790, 2010.

[25] L .Moreno, R. M., Aguilar, C.A. Martin, J.D. Piñeiro, J.I. Est'avez, J.F. Sigut, J.L. S'anchez, Patient-centered simulation to aid decision-making in hospital management. Simulation, Vol. 74. No. 5, pp. 290-304, 2000.

[26] Hoon Chang · Tae-Seek Lee, A study on generation and evaluating of outpatient appointment rule using simulation based optimization, Korean Institute of Industrial Engineers, pp.1268-1275, 2010.

[27] Trends in health care industry research and analysis of issues, Korea Health Industry Development Institute, 2012.

**최 현 숙(Choi, Hyun Sook)**



- 2002년 2월 : 인제대학교 보건대학원 병원경영학과(보건학석사)
- 2012년 7월 : 인제대학교 일반대학원 보건행정학과(보건학박사)
- 1995년 3월 ~ 현재 : 부산성모병원, 동남권원자력의학원 근무
- 관심분야 : 보건학, 보건정보, 병원 경영

· 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

지 은 희(Ji, Eun Hee)



- 2013년 2월 : 인제대학교 일반대학원 보건행정학과(보건학석사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 인제대학교 일반대학원 보건행정학과(보건학박사 과정)
- 1990년 4월 ~ 현재 : 고신대복음병원, 인제대학교 해운대백병원 QI실 근무

- 관심분야 : 보건학, 병원경영, 고객만족, 지표관리
- E-Mail : jieh@paik.ac.kr