

이정만* · 김미이* · 김동현* · 이종일* · 김기만* ·
이영훈*[†] · 김승호** · 박유석**

연세대학교 정보산업공학과* · 연세의료원 응급의학과**

A Simulation Analysis for the Shortening of the Patients' Stay Time in the Emergency Department

Jung Man Lee* · Mi-Yi Kim* · Dong Hyun Kim* · Jong Il Lee* · Ki Man Kim*
Young Hoon Lee*[†] · Seung Ho Kim** · Yu-Suk Park**

*Department of Information and industrial Engineering, Yonsei University

**Department of Emergency, Severance Hospital

The purpose of this research is to find the reasons of overcrowding in the emergency department of an hospital, then to shorten the total stay time of patients. The fact that main causes of the overcrowding exist in the process of the emergency department was discovered by analysis of the data. In order to improve these process, simulation model was developed by ARENA 7.0. Staff's service time, staff's organization, process ratio, and patient's waiting time were estimated in the simulation model in consideration of the decision of the patient's course of action. Several scenarios such as the simplification of the process, the setup of dedicated pathology lab, and mixed method were suggested and evaluated. Total stay time of the patients would be reduced up to 28.45%.

Keywords : Simulation Analysis, Emergency Department Process, Stay Time

1. 서 론¹⁾

사회가 발전함에 따라 인구도 대도시 중심으로 밀집되면서 교통사고, 산업재해 등 각종 사고가 급증할 뿐만 아니라 사회의 고령화 추세가 지속됨에 따라 병원수요가 증가하고 있고 그 중에서도 전문화된 응급의료에 대한 수요가 크게 늘어나고 있다. 특히 소득수준이 높아지고 생활여건이 개선됨에 따라 수준 높은 의료서비스에 대한 욕구가 더해지면서 대학병원이나 대형 종합병원 등의 3차병원 응급실이 과밀화되고 있다. 이러한 과밀화는 대다수 응급진료센터의 본기능 저하와 양질의 의료

서비스를 제공하지 못하게 되는 주요 원인으로 작용하고 있다. 이는 응급실을 내원하는 중환자에 대한 진료뿐만 아니라 경환자에 대한 진료에도 영향을 주어 결과적으로 환자들의 의료서비스에 대한 불만을 가중시키게 된다. 또한 내원환자의 응급실 체류시간을 증가시키는 원인이 되어 병원 경쟁력에도 부정적인 영향을 미치게 된다.

과밀화를 개선하기 위해서는 진료과정에서 불필요한 대기 및 진료지연을 일으키는 병목구간을 찾아내어 이를 개선하는 노력이 필요하다. 지금까지도 병원 응급실에서 환자의 대기, 진료지연 등은 응급실 환경의 특수성

으로 인해 환자나 의료진조차도 환자진료의 일상적인 한 과정이라고 생각하였다. 그러나 지연에 대한 원인을 분석한 Litvak[2]는 그의 최근 연구에서 대기나 진료지연 등이 진료의 한 과정이 아님을 보여주고 있다. 따라서 응급 진료 프로세스 전반을 대상으로 환자 체류시간을 최소화하고 환자흐름을 최적화하는 것은 환자대기나 진료지연을 진료의 단순한 하나의 과정이라기보다는 이를 개선하기 위하여 어떤 프로세스가 가장 큰 영향을 주는가를 평가하고 개선방법을 개발하여 실행하는 과정이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 Y병원 응급실의 프로세스를 분석하여 환자 대기시간 증가원인을 파악하고 이를 개선하여 환자의 응급실 체류시간을 최소화하는 방안을 제시하고자 한다. 개선방안을 연구하는 방법으로는 응급실 과밀화지표 개발과 시뮬레이션을 이용한 프로세스상의 병목지점 식별 등 대기시간 발생 원인을 분석하여 개선하는 방법 등이 있다. 특히, 시뮬레이션 방법은 실제의 시스템을 관찰 및 설계하고 타당성을 검증하는 방법을 적용하는데 있어서 아주 유용한 기법으로 응급진료체계와 관련된 연구에서 종종 사용되어오고 있다. Su and Shih[7]는 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하여 응급 의료서비스 시스템을 개선하기 위해 자원 재할당 방법을 연구하였고, Rosseti 등 [6]은 병원 의사의 최적 스케줄을 결정하기 위해 시뮬레이션 기법을 개발하였으며 그 외에도 Connelly and Bair[1], Macdonald 등 [4]이 시뮬레이션 기법으로 응급실에 대한 연구를 진행하였다. 본 연구에서도 시뮬레이션 기법을 활용한다.

Litvak 등 [3]이 언급하였듯이 응급환자의 불필요한 대기과 지연을 해소하기 위해서는 진료절차상의 병목구간을 찾아보고 이를 개선해야 하는데 이를 위해 본 연구에서는 Y병원의 응급의료센터를 대상으로 응급실 환자 체류시간에 영향을 주는 프로세스를 분석하고 개선하는 것을 중점으로 다루었다. 이를 위해 Y병원 응급실의 전산자료(2007년)와 인터뷰 및 관찰을 통해 획득한 자료를 바탕으로 내원환자들의 응급실 프로세스별 분포, 대기시간, 체류시간과의 상호관계를 분석하고 시뮬레이션 소프트웨어인 ARENA 7.0을 이용하여 응급실 프로세스를 모델링하고 검증하였다. 또한 검증된 모델에 대하여 반복적인 시뮬레이션을 수행하여 병목지점을 확인하고 체류시간을 줄이기 위한 대안 선정 및 검증과 분석을 수행하였다.

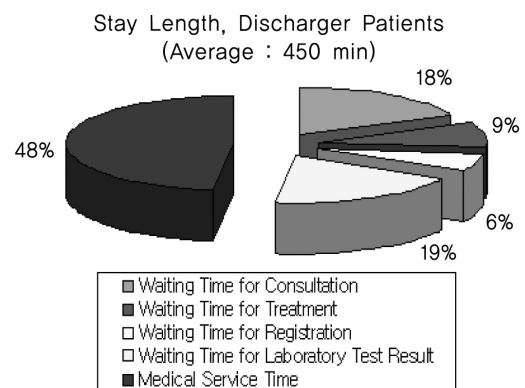
본 논문은 다음과 같이 구성된다. 제 2장에서는 연구 목적, 대상 및 범위를 상술하고, 제 3장에서는 응급 진료체계에 대한 모델링 및 구축한 모델의 타당성을 분석한다. 제 4장에서는 환자 체류시간 감소를 위해 필요한

대안을 제시하고 평가하며 제 5장 결론에서는 연구결과를 요약하고 연구의 시사점 및 향후 연구방향을 제시한다.

2. 연구 목적, 대상 및 범위

본 연구는 응급실의 환자 체류시간에 중대한 영향을 미치는 프로세스상의 병목지점을 파악하고 이를 개선하여 환자의 응급실 체류시간을 감소시키는데 목적이 있고 이를 위해 3차 의료기관에 속하는 Y병원의 응급의료센터를 연구 대상으로 선정하였다. Y병원의 응급의료센터로 내원하는 응급환자는 일일 평균 190명으로 약 7.5분을 주기로 1명씩 발생하고 있다. 응급환자는 자가 차량 또는 구급차를 통해 응급의료센터에 도착하고 진찰실 또는 제독실에서 분류가 이루어진 후 접수 이후에 응급정도 및 나이 등의 환자유형에 따라 중환구역 (A), 성인구역 (B), 소아구역 (P)으로 입실하여 진료가 이루어진다.

본 논문의 연구범위는 응급환자가 응급의료센터를 방문하여 진료 및 검사, 치료를 통해 병동 입원이나 퇴원 등 환자의 거취가 결정되는 과정까지 설정하였다. 이를 위해 Y병원 응급의료센터의 월별 데이터를 분석한 결과, <그림 1>에서와 같이 환자의 응급실 평균 체류시간은 약 450분이고 이중 대기시간이 전체의 52%를 차지하였다. 물론, 환자는 협진이나 검사결과를 기다리는 중에도 의료진으로부터 서비스를 제공받지만 응급실 내원 환자 중 병동으로 입원하지 않고 치료 후 귀가하는 환자의 응급실 체류시간의 단축을 목적으로 하는 본 연구의 목적상 입,퇴원 같은 거취결정이 확인되는 시점까지의 소요시간을 판단하기 위해 <그림 1>과 같이 대기시간을 구분하였다.



<그림 1> Y병원 응급실의 환자 체류시간 분포

3. 시뮬레이션 모델링 및 분석

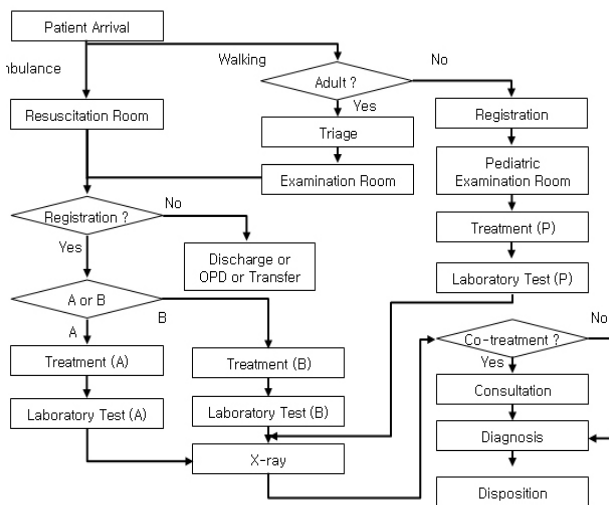
시뮬레이션에 의한 응급실의 프로세스를 개선하여 환자의 체류시간을 감소시키기 위해서는 응급실 진료체계에 대한 정확한 모델링 및 입력 자료에 대한 분석 작업이 필요하다.

3.1 모델링

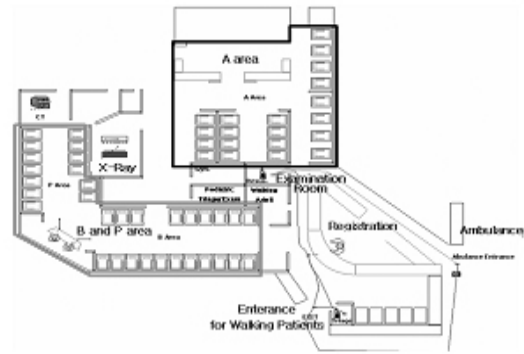
응급실 진료 체계는 <그림 2>에서와 같이 도보(자가차량 포함)와 구급차로 도착하는 환자로 구분하여 프로세스를 진행하되, 도보환자는 도착 후 중증도 분류소와 진찰실을 거쳐 접수를 진행한 후 중환자, 성인, 소아구역으로 각각 이동하고 구급차로 도착하는 환자는 제독실에서 중증도 분류가 이루어진 후 접수와 동시에 각 구역으로 이동하여 진료를 받는다. 응급실에서는 자체 X-ray와 CT촬영이 가능하며 혈액 및 뇨 검사는 간호사에 의해 채취된 후 병원의 중앙병리검사실로 보내져 검사가 이루어진다. 각 구역에서는 필요시 협진이 이루어지고 이러한 검사결과 및 협진을 통해 최종 진단이 나오게 되면 입원이나 퇴원 등 환자의 거취가 결정된다.

앞서 기술한 응급 진료체계를 바탕으로 프로세스별 모듈을 생성하고 시뮬레이션 모델링을 위하여 아래와 같은 가정을 설정하였다.

- 가. 의사 및 간호사간의 능력은 동일
- 나. 이미 진료 중인 환자는 고려하지 않고 새로 도착하는 환자만을 고려
- 다. 협진, X-ray촬영 등 각종 검사대상 인원의 수는 병원 DB에 기초하여 일정 비율을 적용



<그림 2> 응급실 진료 프로세스



<그림 3> Y병원 응급실 배치도

또한, <그림 3>과 같은 응급실의 layout을 바탕으로 구역별 의료진 편성과 배치, 환자 진료절차 및 검사과정을 모델링하였다. 이를 위한 고려사항으로 Y병원의 응급실은 중환구역과 성인 및 아동구역으로 나누어져 있고 중환구역 내에서도 환자의 중증도 차이에 따라 치료하는 위치에 차이가 있으며 소아의 경우에는 성인이 응급실 도착 후 진찰실에서 중증도 분류 및 진료구역이나 귀가, 전원 등 거취를 결정한 후 접수하는 것과는 달리 도착과 동시에 접수를 하고 소아구역으로 이동하여 진료를 받도록 하였다.

3.2 입력자료 분석 및 타당성 평가

입력 자료로는 Y병원 응급실 월별전산자료 (2007)와 인터뷰 및 관찰 결과를 이용하였고 수집된 데이터들은 입력 자료의 분포 추정 및 모수추정, 적합도 검증을 통해 모델에 반영하였다. 응급실 시뮬레이션 모델링에 적용한 데이터는 의료진에 의한 서비스 소요시간, 의료진 편성, 환자분류 및 검사비용, 타부서 연계 처치시간으로

<표 1> 서비스 소요시간 및 의료진 편성

Item	Time(min)	Item	Time(min)
Triage	Triangular (1, 3, 5)	X-ray	Normal(7, 10)
Resuscitation	Triangular (3, 5, 7)	Laboratory Test	Triangular (2, 4, 6)
Registration	Triangular (1, 2, 3)	Diagnosis	Triangular (3, 5, 7)
Treatment	Triangular (6, 8, 10)	Organization (Persons)	Doctor(A, B, P) = (3, 1, 1) Nurse(A,B,P) = (5, 6, 5)
Pediatric Treatment	Triangular (3, 5, 7)		
Reference	A : Adult Area/Critical, P : Pediatric Area B : Adult Area/Stable,		

크게 나눌 수 있는데 서비스 소요시간은 각 진료 프로세스별 소요되는 시간을 의미하는 것으로 전산자료를 통하여 <표 1>과 같은 분포로 가정하였고 의료진 편성은 각 구역에서(성인구역, 소아구역, 중환구역) 시간대별로 운영되고 있는 의료진의 수를 의미한다.

<표 2>의 환자분류 및 검사비율은 시뮬레이션 모델에서 환자를 통계적으로 묘사하기 위한 수치로 응급 및 비응급환자의 비율, 구역별 환자발생비율, 미접수 및 입원 비율, X-ray 등 검사 비율 등을 의미하며 전산자료 및 인터뷰를 통해 획득하였다.

<표 2> 환자분류 및 검사비율

Item	Ratio	Item	Ratio
Patient Arrival	Walking(75%), Ambulance(25%) Adult(70%), Child(30%)	Laboratory Test	95%
Not Registered	20%	X-ray	99%
Admission	36%	Consultation	60%

<표 3>의 타부서 연계 처치시간은 응급실 이외의 병원 부서와의 협조된 진료과정으로 시간이 많이 소요되는 특징이 있는 협진, 병동입원, 병리검사 과정이 포함되고 전산자료를 통해 획득하였다.

<표 3> 타부서 연계 처치시간

Item	Distribution
Consultation(sec)	2+WEIB(3.17e + 003, 0.465)
Admission(sec)	-3,590 + 82,800*Beta(0.649, 5.33)
Laboratory Test(min)	Triangular(60, 84, 110)

시뮬레이션 모델의 신뢰를 보장하기 위해서는 우선 입력 자료의 분포를 정확히 추정하여 사용하여야 한다. 이를 위해 우선 분포의 추정은 도수분포와 누적분포를 통하여 분포형태를 추정하고 이후 모수를 추정한 다음 귀무가설에 대한 적합도 검정을 통해 분포형태를 결정하게 된다.

본 논문에서는 분포의 정확한 추정을 위해 앞에서 기술한 모든 절차가 포함되어 있는 Arena 7.0의 Input Analyzer를 이용하여 입력자료를 추정하였다. <표 3>에서 협진에 소요되는 시간분포의 경우, 응급실 전산자료를 추정할 결과 Square Error가 0.005165인 Weibull 분포로 추정하였고 Chi Square Test를 통해 유의수준이 0.005 미만임을 확인할 수 있었다.

모델의 타당성에 대한 검증절차는 시뮬레이션 모델의 실제현상에 대한 표현정도의 정확성을 확인하는 절차로 모델 실행결과와 실제현상에서의 관찰 결과를 비교 분석함으로써 얻어질 수 있다. 타당성 평가절차에 있어서 모델과 실제현상 사이에 발생하는 차이는 모델을 개선하는데 사용되어질 수 있다. 이러한 개선 절차는 적정수준의 정확도를 달성할 때까지 반복된다. 본 연구에서도 타당성 평가를 통한 모델의 개선을 위하여 Naylor and Finger[5]에 의해서 제시된 Three-step 접근법을 사용하였다.

Three-step 접근법은 우선 인터뷰와 토론에 의한 타당성 검토를 시행한다. 이것은 관계자들과의 면담을 통해 구축된 시뮬레이션 모델이 실제 현상을 잘 반영하는지를 판단하게 된다. 두 번째 단계에서는 관찰 등을 통해 설정한 모델의 가정 사항이 타당한지를 평가한다. 세 번째 단계에서는 주관적인 첫 번째, 두 번째 단계와 다르게 객관적인 분석기준을 사용한다. 즉, 현실에서의 도출된 데이터를 시뮬레이션 결과 데이터와 비교하여 모델이 얼마나 현실을 반영하는지를 판단하게 되는데 본 연구에서는 이를 위해 시뮬레이션 모델을 초기화시킨 상태에서 30일을 시뮬레이션 하여 환자 도착이후에 접수, 진료, 협진까지 대기해야 하는 시간을 도출하였고, Y병원 응급실에서 제공한 전산자료를 토대로 ARENA의 Input Analyzer를 이용하여 도출한 환자의 체류시간과 비교하여 시뮬레이션 모델의 타당성을 검증하였다. <표 4>는 이를 위한 각 구간별 환자의 대기시간 평균과 표준편차를 나타내고 있다. 표에서는 접수와 진료, 그리고 협진을 위한 대기시간에서는 그 차이가 5% 미만으로 그 결과가 매우 유사하므로 응급실 체류시간에 대한 시뮬레이션 모델을 응급실 프로세스 분석용으로 사용 가능함을 알 수 있었다.

<표 4> 각 구간별 환자 대기시간 비교

Item	Hospital Data Avg.(Srd.Dev.)	Simulation Output Avg.(Srd.Dev.)
Registration Wait Time	905.63(783.466) sec	908.21(562.93) sec
Treatment Wait Time	1297.18(818.82) sec	1243.52(795.38) sec
Consultation Wait Time	3757.70(11142.7) sec	3644.61(9827.4) sec

입력자료 및 시뮬레이션 모델의 타당성을 분석함에 따라 시뮬레이션 모델은 응급실 프로세스상의 병목지점을 파악하고 이를 개선하여 환자의 응급실 체류시간을 감소하는데 사용하게 된다. 이를 위해 프로세스를 개선하기 전의 시뮬레이션 결과를 도출하여 앞으로 제시하

게 되는 대안결과와 비교하도록 한다. 개선 전 시뮬레이션 결과에 따른 진료 결과별 환자의 평균 체류시간은 <그림 4>에서와 같이 단순 진료 후 퇴원하는 환자는 4.57시간, 입원환자 중 A(중환)구역 환자는 20.22시간, B(성인)구역 환자는 18.82시간이었으며 P(소아)구역 환자는 17.97시간이었다.

Replication 1 Start Time: 0.00 Stop Time: 720.00 Time Units: Hours

Tally

Interval	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Admission from A	20.2219	3.46046	2.7122	280.95
Admission from B	18.8262	2.20213	1.6597	316.47
Admission from P	17.9744	2.89371	1.7310	351.59
Discharge	4.5726	0.274545764	0.5004	20.8543
Not registered	0.1966	0.010962412	0.05176513	1.0595

<그림 4> 시뮬레이션에 따른 진료결과별 평균 체류시간

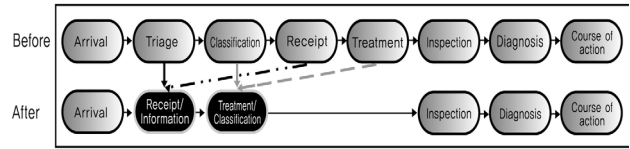
4. 대안제시 및 평가

시뮬레이션 수행 및 의료진 인터뷰 결과 응급실 진료 프로세스에는 두 가지 개선할 점이 있는 것으로 분석되었다. 첫째로, 환자분류 프로세스가 중증도 분류소와 진찰실의 두 곳에서 이루어지고 있고 환자진료도 진찰실과 각 구역에서의 진료로 중복되어 환자의 체류시간을 증가시키고 있었다. 둘째로, 특정 프로세스에서 장시간 대기시간이 발생하고 있는데 특히 병리 검사결과 대기시간이 퇴원환자의 체류시간 중 30.5%를 차지하고 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위한 대안으로 진료절차의 간소화, 응급실 전용 병리검사실 마련, 진료절차를 간소화시킨 상황에서 전용 병리검사실 마련의 3가지를 제시할 수 있었다.

4.1 진료절차의 간소화

<그림 5>와 같이 현재 응급실의 진료 프로세스는 환자도착, 중증도 분류, 진찰실 진료, 접수, 진료구역 내 진료, 검사, 진단/치료, 입원/퇴원의 순서로 이루어지고 있다. 우선, 환자에 대한 접수여부 및 진료장소를 분류하는 절차에서는 환자 도착이후 중증도 분류소와 진찰실에서 두 단계로 이루어지고 있고 의사의 진료는 진찰실에서 1차 시행된 후 다시 A, B구역에서 추가적으로 이루어져 진료절차가 중복되고 있다. 이러한 상황에서 환자의 응급실 체류시간 감소와 과밀화 해소를 위해서는 중복되는 불필요한 절차를 통합할 필요가 있다. 따라서 진료절차의 간소화가 의료서비스 수준에 심각한 영

향을 미치지 않는다면 <그림 5>의 프로세스와 같이 통합시킬 필요가 있다.

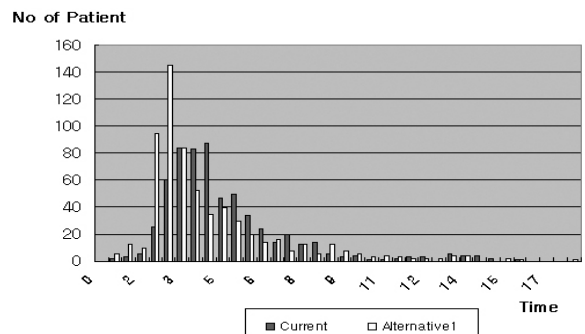


<그림 5> 진료절차 통합으로 인한 간소화

즉, 현재의 응급실 프로세스 중 중증도 분류와 접수를 통합하여 접수데스크에서 환자분류 및 접수가 동시에 이루어지고 각 진료실(구급차 내원환자 : 제독실 / 도보내원 성인 : 진찰실 / 소아 : 소아진찰실)로 보내진 환자들은 진찰을 받되 각 구역(A, B, P)으로의 이동 후에는 추가적인 진찰 없이 치료를 받을 수 있도록 프로세스를 통합하는 대안을 제시한다. 이 대안을 적용하기 위하여 사용된 서비스 시간은 중증도 분류와 접수 통합의 경우 두가지 절차를 진행하는데 소요되는 시간을 더한 수치에서 환자의 기본 정보를 확인하는데 소요되는 중복시간을 제외한 시간(두 절차를 더한 시간의 80%)을 적용하였고 진료와 관련해서는 두 가지 진료 중 진료시간이 긴 구역 내에서의 진료시간을 적용하였다. 이 대안의 경우 30일을 시뮬레이션을 수행한 결과 <표 5>에서와 같이 환자 당 체류시간이 평균 31.8분(4시간 34분 ⇨ 4시간 02분)이 단축되어 11.6%의 시간단축 효과를 얻을 수 있었다.

<표 5> 진료절차 간소화에 따른 체류시간 단축효과

Item	Existing Process	Improved Process	Reduction Time	Reduction Rate
Stay Length (Hour)	4.57	4.04	0.53	11.60%

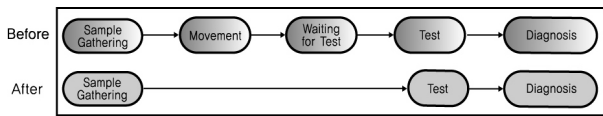


<그림 6> 진료절차 간소화에 따른 체류시간 비교

결과적으로 응급실 프로세스에서 중복되는 프로세스를 통합하는 시뮬레이션을 통해 응급실 체류시간을 감소시킬 수 있었고 환자들의 체류시간 분포도 <그림 6>과 같이 변화시킬 수 있었다.

4.2 응급실 전용 병리검사실 마련

응급실 프로세스 가운데 체류시간에 큰 영향을 주는 요소로서 병리검사결과를 얻기까지 소요되는 시간을 고려할 수 있는데 평균 84분으로 큰 비중을 차지하고 있다. 하지만 병리검사 결과를 얻기까지의 과정을 살펴보면 채혈이후 응급실과 분리되어 있는 임상병리실로 검체가 이동하고 임상병리실에서도 응급실뿐만 아니라 병원 전체로부터 의뢰되는 검체를 검사하기 때문에 일정 시간 이상의 대기시간이 발생하게 된다. 따라서 응급실 내에 CT나 X-ray 촬영실과 같이 자체 병리검사실 마련을 통한 병리검사결과 대기시간의 단축은 환자의 체류시간을 줄이는데 결정적인 역할을 할 것으로 기대된다. <그림 7>은 응급실 자체의 임상병리검사실 마련 시 변화되는 프로세스를 보여준다.



<그림 7> 응급실 전용 병리검사실 마련 시 프로세스 변화

연구자들은 본 연구의 두 번째 대안인 자체 임상병리 검사실을 마련함에 따라 병리검사 결과를 도출하는데 소요되는 시간이 평균 44분으로 약 40분 단축할 수 있었다. 이에 따라 환자의 응급실 체류시간의 변화를 실험하고 그 효과를 분석하였다. 시뮬레이션 결과는 <표 6>과 같이 평균 체류시간이 56분 감소하여 20.39%의 감소 효과를 보였다.

<표 6> 병리검사 개선에 따른 평균 체류시간 변화

Item	Laboratory Test Reduction Time	Reduction in ED Stay Length	Reduction Rate
Stay Length (min)	40	56	20.39%

이러한 결과는 응급실 프로세스 중 병리검사 결과 대기 시간 단축이 체류시간 감소에 큰 영향을 미친다는 것을 보여주고 있다. 병리검사 결과 대기시간 단축을 위해서는 응급실 전용 병리검사실의 설치가 전제 되어야

할 것으로, 비용측면을 고려한다면 기존 검사장비를 활용하여 장비구입비용 없이 교대근무 할 임상 병리사 2명만을 신규로 채용한다고 하면 2명의 인건비로 월 600만원이 지출된다고 가정할 때, 환자 체류시간 감소로 일 평균 30명의 환자를 더 진료할 수 있고 환자 당 진료수익이 5만원이라 한다면 추가수익으로 30명 × 5만원 × 30일 = 4,500만원이 발생하여 전용 병리검사실 설치에 따른 추가수익은 월 3,900만원에 이를 것으로 예측할 수 있다.

연구자들은 두 번째 대안인 전용 병리검사실 설치를 통해 검체이동 및 병리검사실에서의 검사대기시간을 최소화시켜 환자의 체류시간을 감소시킬 수 있었다.

4.3 절차 간소화 상태에서 전용 병리검사실 마련

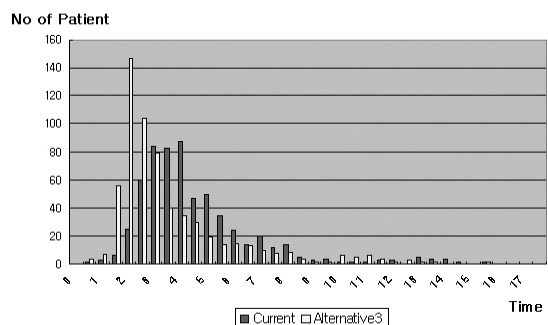
위에서 제시한 대안 1과 2를 통합한 것이 대안 3이다. 즉, 진료프로세스를 통합한 상태에서 응급실 전용 병리검사실을 마련했을 때 환자의 체류시간 변화를 분석하였다.

대안 3에 따라 시뮬레이션을 수행한 결과는 <표 7>에서와 같이 진료절차를 간소화한 상태에서 전용 병리검사실을 설치했을 때 퇴원환자의 평균 체류시간이 병리검사 소요시간을 44분으로 약 40분 감소하였을 때 78분의 체류시간 감소효과를 나타내었다.

결과적으로 연구자들은 시뮬레이션을 통해 대안 3이 대안 1과 대안 2에 비해 체류시간을 효과적으로 감소시키는 것을 확인할 수 있었고, 병원의 기대수익을 증가시키고 환자의 의료서비스에 대한 만족도를 증가시킬 수 있는 좋은 대안임을 확인할 수 있었다.

<표 7> 대안 1과 대안 2 통합에 따른 체류시간 변화

Item	Existing Process	Improved Process	Reduction Time	Reduction Rate
Stay Length (Hour)	4.57	40 min Reduction 3.27	1.30	28.45%



<그림 8> 대안 1과 대안 2 통합에 따른 체류시간 비교

5. 결 론

본 연구의 의의는 실제 병원의 응급실 자료를 가지고 환자의 체류시간 단축을 위한 대안을 시뮬레이션 기법을 적용하여 제시했다는 데 있다. 이번 연구에서 개발한 시뮬레이션 모델은 다단계 프로세스와 환자의 체류시간을 고려한 모델로 환자의 내원으로부터 거취결정 후 입퇴원까지 묘사하였다.

시뮬레이션 결과를 종합해보면 대안 1에서는 응급실 진료프로세스 중 중복 내지 불필요하다고 생각되는 4개의 프로세스(중증도 분류, 진찰실진료/분류, 접수, 진료)를 2개의 프로세스(접수/안내, 진료/분류)로 통합함으로써 체류시간이 11.60% 감소하였다. 즉, 중복되는 프로세스를 통합함으로써 절차간소화와 시간단축으로 환자가 느끼는 서비스 불만을 줄일 수 있고 의료진의 업무능률도 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다. 대안 2에서는 응급실 전용 병리검사실을 설치하여 병리검사 결과를 얻기까지의 시간을 단축시키는 것으로 체류시간을 20.39% 감소시키는 결과를 도출할 수 있었다. 병리검사는 응급실에 내원하는 대부분의 응급환자에게 시행되는 기본검사로서 X-ray와 같이 자체 검사능력을 보유할 수 있다면 검사결과를 기다리는 시간의 감소를 통해 환자의 대기시간 감소를 극대화 할 수 있을 것이다. 또한, 검증하지는 못했지만 간호사의 효율적인 업무수행과 검사실과의 유기적인 협조관계를 구축한다면 현재의 프로세스 하에서도 병리 검사에 소요되는 시간을 줄일 수 있을 것으로 기대된다. 대안 3은 대안 1과 대안 2를 통합한 것으로 개선된 프로세스 하에서 자체 병리검사실을 보유할 경우 28.45%의 체류시간 감소효과를 이끌어 내었다. 이는 각각의 대안적용 보다 통합하여 적용하는 것이 더욱 효과적이라는 것을 말해준다.

이상의 결과들에서 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다. 첫째, 응급실 진료 프로세스 중에서 중복되거나 필요 없다고 생각되는 프로세스는 과감하게 없애거나 통합할 필요가 있다. 본 연구에서 제시하는 프로세스 간 소화 방안은 중증도 분류와 접수를 통합하고 진료실에서 진료료 강화시켜 진료구역으로 이동한 다음의 추가적인 진료료 없애고 통합하는 것이다. 둘째, 응급실 프로세스 중 설비투자가 필요한 부분은 과감하게 투자하여야 한다. 셋째, 응급실 진료 프로세스 개선방안을 통합해야 한다. 대안 1과 대안 2의 통합에서처럼 개선방안의 적절한 조합은 프로세스 개선뿐만 아니라 결과적으로 환자체류시간 감소에 큰 효과가 있었고 병원의 수익성 개선과 서비스수준 향상에 도움이 될 것으로 기

대된다.

하지만 이번 연구결과를 응급진료현장에 바로 적용하거나 일반화하기 위해서는 다음과 같은 제한사항을 고려해야 할 것이다. 첫째, 응급실과 병동과의 관계 설정 및 관찰 제한으로 응급실에 내원한 모든 환자가 아니라 응급실에서 바로 퇴원하는 환자만을 대상으로 하였기 때문에 본 연구에서 제시하는 대안들이 전체 응급환자를 대상으로 한 체류시간 단축에는 어느 정도 효과가 있을지 미지수이고, 둘째, 협진 및 병리검사에 관련한 자료는 의료진의 인터뷰를 통해 획득하였기 때문에 의료진의 주관적인 견해로 인해 정확성이 결여될 수 있으며, 셋째, 환자상태에 따라 진찰실에서 진료구역으로 이동한 후에도 추가적 진찰이 필요한 경우가 있음에도 불구하고 진찰실 이후에는 추가 진찰 없이 치료가 수행되는 것으로 단순화시킨 점, 끝으로, 병원과 응급실 간의 상호연관성을 고려하지 않고 응급실만을 대상으로 연구를 진행한 점을 제한사항으로 고려할 수 있다.

따라서 이러한 한계점을 극복하기 위해서는 퇴원환자뿐 아니라 입원환자까지 포함하는 동시에 병원과의 관계도 고려하여 병원 내 타부서의 환자입원 프로세스에 대한 연구와 응급실을 통한 환자의 병동 입원절차 개선을 위한 연구가 추가적으로 수행되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Connelly, L. G., and Bair, A. E.; "Discrete Event Simulation of Emergency Department Activity: A Platform for System-level Operations," *ACAD EMERG MED*, 11(11) : 1177-1185, 2004.
- [2] Litvak, E.; "Boston hospital sees big impact from smoothing elective schedule," *OR Manager*, 20(12) : 1-5, 2004.
- [3] Litvak, E., Buerhaus, P. I., Davidoff, F., Long, M. C., McManus, M. L., and Berwick, D. M.; "Managing Unnecessary Variability in Patient Demand to Reduce Nursing Stress and Improve Patient Safety," *Journal on Quality and Patient Safety*, 31(6) : 330-338, 2005.
- [4] Macdonald, S. J., Karam, I., Al-Shirrawi, N., Chowdhary, R. K., Escalante, E. M., and Afandi, A.; "Emergency Department Process Improvement," *In Proceedings of the 2005 System and Information Engineering Design Symposium*, 253-262, 2005.
- [5] Naylor, T. H. and Finger, J. M.; "Verification of Computer Simulation Models," *Management Science*, 2 : 92-101, 1967.
- [6] Rossetti, M. D., Trzcinski, G. F., and Syverud, S. A.; "Emergency Department Simulation and Determination of Optimal Attending

Physician Staffing Schedules,” Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference, 1532-1540, 1999.

[7] Su, S. and Shih, C. L.; “Resource reallocation in an emer-

gency medical service system using computer simulation,” *American Journal of Emergency Medicine*, 20(7) : 627-634, 2002.