

## 외래환자의 예약제도 개선을 위한 시뮬레이션 모형\*

연세대학교 의과대학 예방의학교실

전 기 홍·채 영 문

=Abstract=

### A Simulation Model of a Outpatient Scheduling System

Ki Hong Chun, M.D. and Young Moon Chae, Ph.D.

*Department of Preventive Medicine and Public Health, Yonsei University  
College of Medicine*

This paper describes a GPSS-based, multi-server queueing model that was developed<sup>1,2</sup> to simulate the patient flow, and to analyze the effectiveness of the patient scheduling system under various conditions. Unpredictable and unacceptably long waits to receive the service at the outpatient department of a general hospital necessitated the study.

Arrival and service time distribution needed for the simulation model were generated from actual arrival and service patterns observed during the peak hours. The simulation results show that a change in patient scheduling system (i.e. time interval between appointments, starting time, and the number of physicians) from a current system would significantly reduce the patient wait time.

This study provides the hospital administrator with an analysis of patient scheduling system under several conditions, and will be used to plan future scheduling system and staffing. Studies such as this can demonstrate the value of simulation in providing information for use in future planning.

### I. 서 론

1977년 우리나라에 의료보험이 처음 실시된 이후 의료수요는 계속 증가하여 왔으며, 전국민의 의료보험도 멀지 않은 장래에 이루어져 의료수요는 더욱 증가될 것으로 전망된다. 또한 각종 지식과 기술의 발달로 의학이 급속하게 발전됨에 따라 최신 시설과 장비 및 고급 인력의 필요성은 증대되고 있다. 이러한 인력과 시설 및 장비의 집합체인 종합병원은 현대 의료의 중심 위치를 차지하게 되었으며 그에 따라 환자의 종합병원 선호도가 뚜렷해 지고 있다<sup>1)</sup>. 더구나 소득 수준의 향상

과 의료진달체계의 미수립으로 환자들의 종합병원 집중화는 심화되고 있다. 그러나 병원의 운영 체계는 이렇게 급격히 늘어나고 있는 의료수요와 대형화된 종합병원의 운영을 감당하기에는 어려움이 있다. 이러한 영향으로 외래환자의 대기시간이 길어지게 되고 대기시간의 지연은 병원경쟁력에 크게 영향을 미치게 되므로 병원에서는 이런 상황에 능동적이고 효율적으로 대처하기 위하여 합리적인 병원운영개선 방안을 필요로 한다. 즉 입원 및 외래환자의 효과적인 관리와 무계획적인 시설, 장비 투자에 의한 자원의 낭비 및 의료비 상승요인의 억제를 위한 효율적인 운영이 필요하다. 특히 원무 절차나 외래 진료시 불필요한 대기시간의 지연으로 인한 불편을 해소하기 위하여 외래 환자의 흐름을 관리하는 것은 중요하다.

\* 이 논문은 1985년도 보건장학회 연구비의 보조로 이루어졌음.

이를 위해서 외래환자의 수요와 분포를 미리 예측하고 그에 따라 외래 환자의 흐름을 원활히 하기 위한 계획을 수립하며, 계획에 맞는 적절한 수준의 시설 및 장비를 위한 개선책 강구가 필요하다. 그러므로 경험과 직관에만 의지하던 종래의 경영 방식에서 벗어나 시스템적인 접근방법과 의사결정 기법에 의한 접근방법을 추구하는 것이 바람직하다. 시스템적인 접근방법에서는 문제를 체계적으로 파악하고 정의한 후 적절한 모델을 설정하고 설정된 모델에 의해 문제를 분석, 평가한다. 이러한 과정에서 여러가지 의사결정 기법을 사용하며 분석 도구로서는 컴퓨터를 사용하여 문제 해결의 과정을 신속 정확하게 한다.<sup>2)</sup>

그중에서 컴퓨터 시뮬레이션(simulation)은 그 기법 자체의 가변성과 효율성 때문에 현대의 복잡한 의사결정 문제에 가장 널리 쓰이고 있다<sup>3)</sup>. Hancock 등(1978)<sup>4)</sup>과 Obrecht 등(1984)<sup>5)</sup>은 최소의 비용으로 병원을 운영하기 위해 요구되는 적정병상수를 구하기 위해 입원예약 스케줄에 따른 병상 점유율의 변화를 시뮬레이션 하였다. Machachek 등(1984)<sup>6)</sup>은 산부인과 외래의 대기행렬 시스템 중 의사수와 간호원 수 및 진료 시간대를 변화시켰을 때 대기시간의 변화를 분석하였으며, Amladi(1984)<sup>7)</sup>는 조식을 집중화하였을 경우와 분산시켰을 경우의 평균 대기시간의 변화를 시뮬레이션 하였다.

그러나 외래의 경우 예약 스케줄에 따른 평균 대기시간의 변화를 분석한 논문은 없었다. 특히 우리나라 경우 종합병원이나 대학병원에서 증가하는 외래환자를 효과적으로 관리하기 위하여 이러한 연구가 필요하다. 그 이유는 의사나 간호원 수를 늘리는 방안은 비용이나 인력을 고려할 때 현실성이 없을 것으로 판단되며 시뮬레이션을 이용한 시간예약 제도의 타당성 검토가 외래환자의 대기시간 단축을 위한 정책수립에 효과적이라 보기 때문이다.

본 연구에서는 외래의 시간예약 시스템을 시뮬레이션하여 평균 대기시간에 미치는 영향을 분석하였고 진료 시작시간에 따른 평균 대기시간의 변화를 분석하였다. 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 병원내 각 과 외래에서 서비스시간과 환자의 대기시간을 측정하고, 대기시간이 가장 길며 대기행렬 상에 문제가 있는 부서를 연구대상으로 선정한다.

둘째, 이 부서에 대해 시뮬레이션 모델을 개발하고, 모델의 적합성을 검증한다.

셋째, 개발된 시뮬레이션 모델을 이용하여 대기시간 단축을 위한 정책 및 대안을 모의 실험한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구대상

본 대기행렬 시스템(queueing system)의 시뮬레이션 연구 대상은 450병상 규모의 종합병원으로 외래 이용률이 일일 평균 병상당 2.0명으로 높은 수준이고 병상점유율(occupancy rate)도 81.9%의 이상적인 운영을 하고 있는 병원이다. 그러나 외래의 경우 내원환자가 증가함에 따라 환자의 진료 대기시간이 길어지고 있는 실정이다. 본 연구에서는 병원 전체의 외래 환자 중 24%를 점유하고 있어 대기시간의 지연이 가장 심각한 내과 외래를 연구대상 시스템으로 설정하여 분석하였다. 이 병원은 외래 시스템운영시 타 병원과 다른 두가지 특성을 갖는다. 첫째는 초진환자를 제외한 재진환자에게 다음 방문시간을 약속하는 시간예약 제도이다. 특히 재진환자가 많은 비중을 차지하는 내과에서는 시간예약 제도가 유용하게 사용되고 있다. 둘째는 거의 모든 환자에게 특진제도가 활용되고 있어 환자마다 특진의사가 지정된다. 그러므로 어떤 특정한 의사에게 환자가 집중되는 경우가 있으며 내과에서도 환자가 물리는 의사가 있어 이런 경우에 환자 대기시간의 분석은 외래환자 관리를 위해 매우 중요하다. 그러므로 내과 외래환자의 대기시간 단축을 위한 정책 및 대안의 검토를 위하여 시뮬레이션을 실시하였다.

### 2. 자료수집 및 분석

다음과 같은 기본적인 자료가 시스템 분석과 시뮬레이션 모델의 모수(parameter)추정에 필요하다.

- 시간에 따른 환자 도착율
- 도착환자의 분포
- 의사당 진료 환자수
- 시간예약 환자수 및 간격
- 서비스 시간의 분포
- 의사당 평균서비스 시간

이러한 자료를 수집하기 위하여 외래환자가 가장 많은 요일인 월, 수, 금요일에서 가장 분주한 시간(peak hour)인 오전 10시부터 12시 그리고 오후 1시 30분부터 3시 30분까지를 선택해 조사표를 이용 633명을 조사하였고 이중 내과 환자는 96명이었다. 이들 환자가 병원에 도착한 시간, 접수 시간, 진료시작 시간과 끝나는 시간등을 기록했다. 조사표는 환자가 간직하고 이동하며 기록은 병원 직원이 하였다. 그러나 이 자료는 일정한 시간대의 환자만을 대상으로 하였기 때문에 대

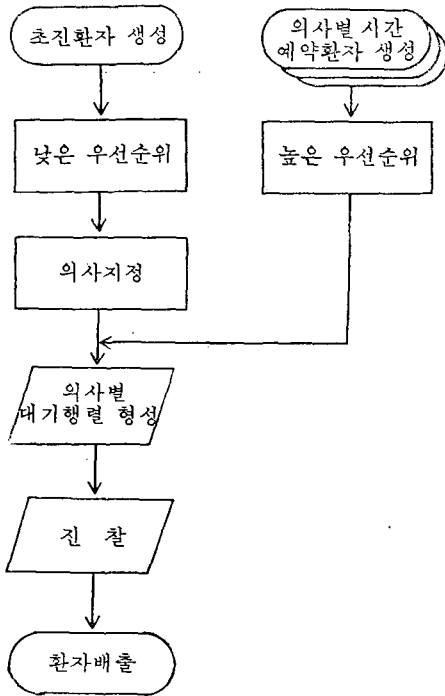


그림 1. 연구 모델의 개략적인 흐름도.

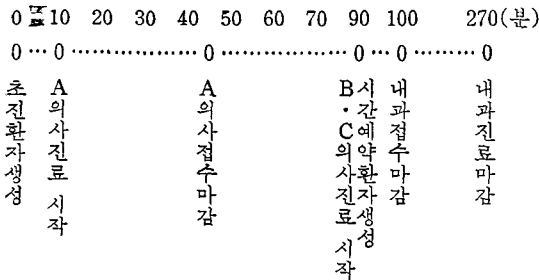


그림 2. 시간의 흐름에 따른 모델과정.

기시간의 분포는 알 수 없었고 서비스 시간의 분포를 결정하는 데에만 이용되었다. 환자도착 시간의 분포를 측정하기 위해서 환자가 많은 요일 중 하루를 택해 오전중에 외래접수 창구에 도착하는 환자 360명 진료에 대한 도착시간을 조사하였다. 그리고 환자유형별 대기 시간 분포를 측정하기 위하여 환자의 접수시간, 진료 시작 시간과 끝나는 시간을 시간예약 환자와 초진환자로 구분하여 관찰 조사하였다.

이렇게 수집된 자료를 분석하여 평균 도착간 시간, 평균 서비스 시간을 구하였고 도착간 시간의 분포와 서비스 시간의 분포를 점정하였으며, 실제 대기시간의 분포를 구하고 시뮬레이션 결과와 비교하여 모델을 점정하였다.

### 3. 모델의 개발

본 연구 대기행렬 모델은 프로그램이 용이하고 출력 분석에 융통성을 부여할 수 있는 장점을 가진 시뮬레이션 언어를 사용하였다<sup>8)</sup>. 특히 시뮬레이션 언어중에서 대기행렬 분석에 주로 쓰이는 GPSS(General Purpose Simulation System)를 사용하여 모델을 구축하였다.

모델을 구축하는데 있어 현실을 묘사하는 모델의 정교도 및 모델 조작의 용이성 등에 의해 모델의 형태가 달라질 수 있다. 만약 모델이 높은 현실성을 가지면 조작하기 힘들고 인과를 확인하기 힘들며 모델이 단순하면 현실성이 낮은 결점이 있게 된다. 본 연구 모델은 대기행렬 시스템이 갖는 복잡성과 다양성으로 인해 현실시스템과 완전히 똑같은 모델을 개발할 수는 없었으나 되도록 현실과 가까운 형태로 모델을 개발하였다. 본 모델의 개략적인 흐름도는 그림 1과 같고 시간흐름에 따른 모델 과정은 그림 2에 요약되어 있다. 내과 외래환자의 대기행렬 운영을 간단히 요약하면 다음과 같다. 8시 30분에 초진환자접수를 시작하고 10시부터 진료를 시작하여 12시 30분 까지 진료한다. 또한 10시부터 5분간격으로 재진환자가 예약되어 있으며 재진환자는 예약된 시간에 우선적으로 진료를 받는다. 재진환자는 물론 초진환자도 특진의사를 지정해야하며 임의로 다른 의사에게 진료를 받을 수는 없다.

또한 진료의사가 매일 바뀌고 의사에 따라 다른 양상의 대기행렬 시스템을 형성하기 때문에 모델을 일반화시킬수는 없었고 가장 환자가 집중하는 의사를 포함하는 날의 대기행렬 시스템을 모델화하였다.

### 4. 모델상의 가정

시뮬레이션은 시스템 자체가 수학적 모형으로는 묘사되나 분석적 기법 자체로는 정확한 분석을 할 수 없는 경우가거나, 시스템 자체가 복잡하여 도저히 수학적 모형으로는 모형화가 불가능한 경우에 유용한 수치적 기법이다. 그러나 시뮬레이션기법은 역시 수치적 기법이기 때문에 실제 상황을 그대로 투영하는 데에는 제한점이 있게 된다.

본 연구 모델의 가정은 다음과 같다.

- 내과 외래환자의 도착간 시간의 분포는 병원 내원 환자의 도착간 시간의 분포와 일치한다.
- 평상시의 특진의사 지정 비율은 조사일의 비율과 같다.
- 평상시의 접수 마감시간은 조사일의 마감시간과

표 1. 도착간 시간 분포의 검정

도착간 시간 (초)	도착 환자수 (명)	누적 비율 F(x)	지수분포에 의한* 누적비율 P(x)	$ F(x)-P(x) ^{**}$
0~10	128	0.355	0.393	0.038
10~20	98	0.6270	0.632	0.005
20~30	55	0.780	0.777	0.003
30~40	28	0.858	0.865	0.007
40~50	18	0.908	0.918	0.01
50~60	11	0.938	0.950	0.012
60~70	8	0.960	0.970	0.01
70~80	2	0.965	0.982	0.017
80~90	8	0.987	0.989	0.002
90 이상	4	1	1	0
	360	-	-	-

\*  $1/u=1/3$ (분),  $u=3$ ,  $P(x)=1-e^{-3t}$   
 \*\*  $D_{max}=0.038$ ,  $D_{0.95}=1.36/\sqrt{360}=0.071$ ,  
 $D_{max}<D_{0.95}$

표 2. 내과 서비스시간 분포의 검정

서비스 시간 (분)	환자수	누적 비율 F(x)	지수분포에 의한* 누적비율 P(x)	$ F(x)-P(x) ^{**}$
0~3	33	0.344	0.417	0.073
3~6	34	0.698	0.664	0.034
6~9	19	0.896	0.804	0.092
9~12	4	0.938	0.887	0.05
12~15	4	0.979	0.934	0.045
15 이상	2	1	1	0

\*  $1/u=5.5$ (분),  $u=0.1818$ ,  $P(x)=1-e^{-0.1818t}$   
 \*\*  $D_{max}=0.092$ ,  $D_{0.95}=1.36/\sqrt{96}=0.139$ ,  
 $D_{max}<D_{0.95}$

표 3. 시뮬레이션 결과와 실제 환자수의 비교

	시뮬레이션 결과			평균환자수 (범위)
	1	2	3	
A의사	83	79	73	84(78~92)
B의사	43	43	44	46(41~51)
C의사	39	45	39	40(31~46)

같다.

- 평상시의 시간예약 환자 수는 조사일의 예약 환자수와 같다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 도착간시간 및 서비스시간의 분포

실제 도착간 시간과 서비스시간의 분포를 분석해 보면, 시간의 간격(interval)중 첫번째 간격에 최빈값이 위치하고 시간이 길어질수록 환자수가 감소하는 것을 볼 수 있다. 이러한 분포와 일치시킬 수 있는 분포 중에 지수분포가 대기행렬에 주로 이용되고 있으므로 본 연구에서도 도착간 시간과 서비스 시간의 분포는 지수 분포(exponential distribution)를 할 것으로 추정하였다<sup>10)</sup>. 지수분포의 확률밀도함수(probability density function)는 다음과 같다.

$$P(t)=ue^{-ut} \quad (t>0)$$

$$0 \quad (t<0)$$

여기서 t는 도착간 시간이고 도착간 시간의 평균을 E(t)라 할 때 E(t)=1/u이다. 또한 도착간 시간의 누적분포(cumulative distribution)는 다음과 같다.

$$F(t)=P(T<t)=1-e^{-ut}$$

추정된 분포에 의해 실제자료가 분포하고 있는지에 대한 적합도 검정을 콜모고로프-스미로프(Kolmogorov-Smirov) 검정법을 사용하여 실시하였다. 앞서 가정한 대로 내과 외래환자의 도착간 시간 분포의 검정은 같은 시간대에 내원한 환자의 도착간 시간 분포에 대한 검정으로 대신하였다. 즉 도착간 시간 분포의 적합도 검정은 오전 9시에서 오전 11시까지 2시간 동안 도착한 환자들의 도착간 시간에 대하여 실시하였다.

도착간 시간의 적합도 검정을 한 결과는 표 1이고 서비스 시간의 적합도 검정을 한 결과는 표 2와 같다. 이 검정 결과에 의하여 도착간 시간과 서비스 시간의 분포는 지수분포를 하는 것으로 판명되었다.

#### 2. 모델의 검정

본 연구 모델에 의한 시뮬레이션 결과를 실제 자료와 비교하였다. 난수를 생성하게 하는 승수를 변화시켜 3번에 걸쳐 실시한 시뮬레이션 결과에서 각 의사가 진료한 환자수는 표 3과 같다. 이것은 최근 한달 동안의 평균 진료환자수와 비슷한 수준이었다.

또한 대기시간의 분포를 각 의사 별로 실제자료와 비교하여 모델의 타당성을 검정하였다. 검정은 콜모고로프-스미노프 검정법을 사용하였고<sup>11)</sup>, 모델의 타당성은 입증되었다. 결과는 표 4, 표 5, 표 6이다.

#### 3. 모델의 틀

GPSS를 이용한 모델의 틀/framework)은 그림 3과

표 4. A의사 시뮬레이션 결과의 타당성 검정

대기시간	시뮬레이션 결과				누적비율 F(x)	실제자료		F(x)-P(x) *
	1	2	3	계		환자수	누적비율 P(x)	
0~10	14	24	21	59	0.251	14	0.209	0.042
10~20	28	13	30	71	0.553	21	0.515	0.038
20~30	3	9	6	18	0.630	4	0.574	0.056
30~40	2	1	2	5	0.651	2	0.603	0.048
40~50	3	6	3	12	0.702	9	0.735	0.033
50~60	3	2	5	10	0.744	1	0.750	0.006
60~70	4	5	1	10	0.786	—	0.750	0.036
70~80	4	3	2	9	0.824	4	8.809	0.015
80~90	3	4	1	8	0.858	2	0.838	0.020
90~100	1	5	—	6	0.884	2	0.868	0.016
100~110	1	6	2	9	0.922	2	0.897	0.025
110~120	4	1	—	5	0.943	4	0.956	0.013
120~130	2	—	—	2	0.953	—	0.956	0.003
130~140	7	—	—	7	0.983	2	0.985	0.002
140~150	3	—	—	3	0.995	1	1	0
150~160	1	—	—	1	1	—	1	0

\*  $D_{max}=0.056$ ,  $D_{0.95}=1.36/\sqrt{68}=0.165$ ,  $D_{max}<D_{0.95}$

표 5. B의사 시뮬레이션 결과의 타당성 검정

대기시간	시뮬레이션 결과				누적비율 F(x)	실제자료		F(x)-P(x) *
	1	2	3	계		환자수	누적비율 P(x)	
0~10	18	13	10	41	0.315	12	0.267	0.048
10~20	10	15	14	39	0.615	16	0.622	0.003
20~30	—	—	3	3	0.638	—	0.622	0.016
30~40	1	—	1	2	0.654	—	0.622	0.032
40~50	—	—	—	—	0.654	—	0.622	0.032
50~60	—	—	—	—	0.654	—	0.622	0.032
60~70	7	—	—	7	0.708	—	0.622	0.086
70~80	1	1	9	11	0.792	1	0.644	0.148
80~90	2	6	4	12	0.885	11	0.889	0.004
90~100	1	3	3	7	0.938	4	0.978	0.04
100~110	1	4	—	5	0.977	1	1	0.023
110~120	2	1	—	3	1	—	1	0

\*  $D_{max}=0.148$ ,  $D_{0.95}=1.36/\sqrt{55}=0.183$ ,  $D_{max}<D_{0.95}$

같다. 모델에서 사용된 입력변수(input variable)는 다음과 같다.

- 시간의 흐름에 따른 평균 도착간 시간
- 의사의 진료시작 시간

- 평균 서비스시간
- 재진환자의 시간예약 간격
- 시간에예약환자 진료 시작시간
- 의사별 시간예약 환자수

표 6. C의사 시뮬레이션 결과의 타당성 검증

대기시간	시뮬레이션 결과				실제자료			F(x)-P(x) *
	1	2	3	계	누적비율 F(x)	환자수	누적비율 P(x)	
0~10	15	4	12	31	0.252	10	0.238	0.014
10~20	11	22	14	47	0.634	16	0.619	0.015
20~30	—	—	—	—	0.634	—	0.619	0.015
30~40	—	—	—	—	0.634	—	0.619	0.015
40~50	—	—	—	—	0.634	—	0.619	0.015
50~60	—	—	—	—	0.634	—	0.619	0.015
60~70	3	—	—	3	0.658	—	0.619	0.039
70~80	—	1	5	6	0.707	6	0.762	0.055
80~90	6	4	2	12	0.805	5	0.881	0.076
90~100	4	3	4	11	0.894	—	0.881	0.013
100~110	—	5	2	7	0.951	1	0.905	0.046
110~120	—	4	—	4	0.984	3	0.976	0.008
120~130	—	2	—	2	1	1	1	0

\*  $D_{max}=0.076$ ,  $D_{0.95}=1.36/\sqrt{42}=0.210$ ,  $D_{max}<D_{0.95}$

모델의 과정은 다음과 같다.

- 정해진 평균 도착간 시간을 갖는 지수분포에 의해 난수를 형성하고 초진환자를 생성한다(환자생성).
- 접수시 특진 의사 지정비율에 의해 의사를 지정한다(의사지정).
- 대기행렬로 들어간 후(대기행렬합류) A의사의 진료는 접수 10분후부터 시작하고 B, C의사의 진료는 1시간 30분후에 시작한다(검정, 통과조건).
- 차체가 오면(진료실 유입) 대기행렬을 벗어나 진료를 받는다(대기행렬이탈).
- 의사별로 정해진 평균 서비스시간을 갖는 지수분포에 의해 난수를 형성하고, 이에 일치하는 진료시간 동안 진료를 받는다(진료).
- 진료가 끝나면 진료실을 나와 종료한다(진료실 유출, 진찰종료).
- 각 의사마다 접수시작 1시간 30분후 부터 5분 간격으로 시간예약 환자를 평균예약 환자수 만큼 생성한다(시간예약 환자생성).
- 시간예약 환자가 초진환자보다 높은 우선 순위를 갖는다.
- 초진환자와 시간 예약환자의 서비스 시간을 다르게 지정한다.

이러한 과정에 의해 개발된 모델을 수행하여 나온 여러 출력변수(output variable) 중 본 연구에서는 현재 종합병원에서 외래환자 관리상 가장 문제가 되고 있는

대기행렬에서 보낸 시간 즉 대기시간에 초점을 맞추었다.

#### 4. 대안의 모의실험

현 시스템에서 환자의 대기시간을 효과적으로 줄일 수 있는 대안을 제시하였고, 특히 시간예약 제도를 평가하기 위해 모수를 변화시켜 이에 따른 결과를 분석하였다.

각 대안마다 승수를 변화시켜 2번의 시뮬레이션을 실시하였고 평균 대기시간을 환자 수를 고려하여 평균하였으며 결과를 그래프로 도시하였다.

1) 시간예약 환자중 10%, 20%, 그리고 30%의 환자가 방문하지 않았을 경우: 시간예약 환자가 병원을 방문하지 않은 경우를 시뮬레이션한 결과 평균 대기시간의 변화는 일정한 증감 양상을 보이지 않고, 변화의 폭도 작았다(그림 4). 이것은 시간예약 환자가 전체 환자의 평균 대기시간에 크게 영향을 미치지 못함을 뜻하는데 그 이유는 시간예약 환자의 대기시간이 짧기 때문에 시간예약 환자수를 변화시켜도 평균 대기시간은 크게 변하지 않았기 때문이다. 또 방문하지 않은 예약 환자의 시간에 초진환자를 진료하게 되어 초진환자의 대기시간을 다소는 단축할 수 있었으나, 이런 시간을 이용하여 진료받은 초진환자가 많지 않았고, 진찰 받은 초진환자라도 접수한 시간부터 방문하지 않은 예약환자의 시간까지의 대기시간이 있으므로 평균 대

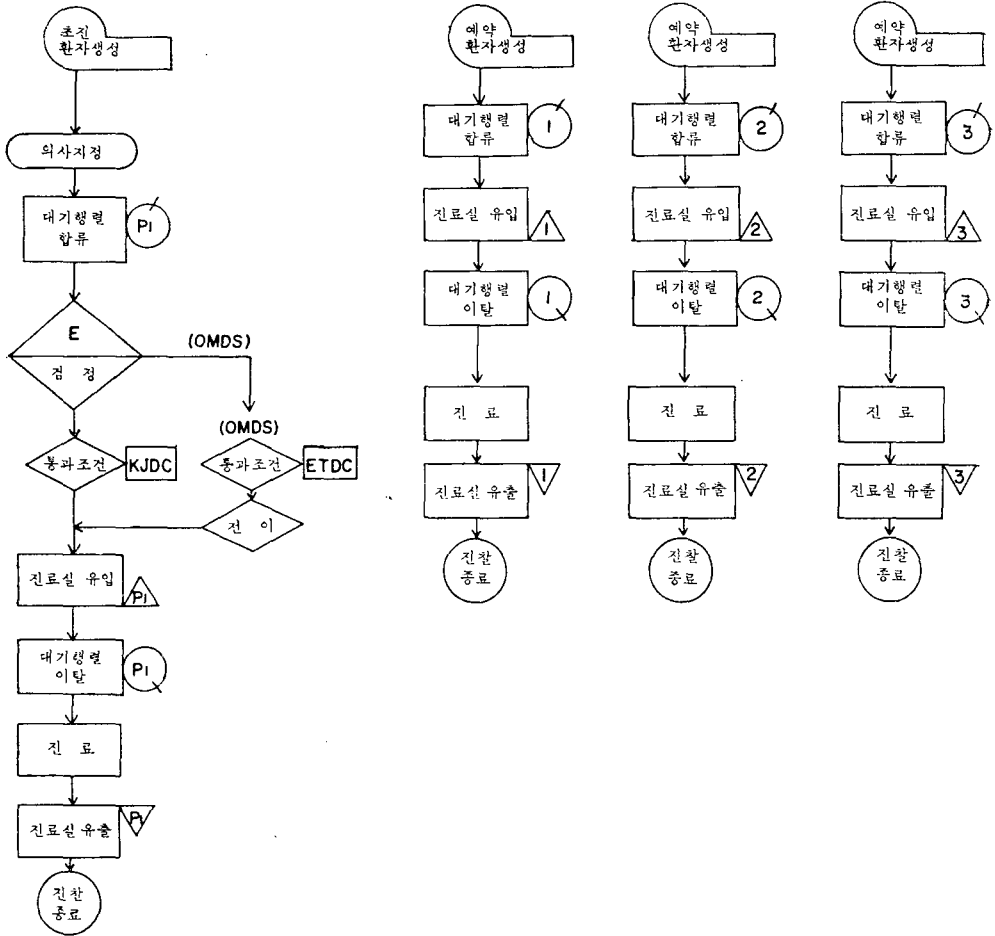


그림 3. 시물레이션 모형의 시스템 흐름도.

기시간을 크게 단축시킬 수는 없었다. 이것으로 초진 환자의 대기시간이 평균 대기시간에 크게 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

2) 현재 5분마다 시간예약이 되어있는 것을 10분으로 늘리고 줄은 환자수 만큼 초진환자를 더 받았을 경우와 시간예약제도를 없앴을 경우 : 시간예약 제도의 평가를 위한 시물레이션 결과에서 시간예약 간격을 10분으로 늘렸을 때와 시간예약 제도를 없앴을 때 평균 대기시간의 변화는 뚜렷하게 두드러진다(그림 5). 이것은 시간예약 간격을 10분으로 늘리고 초진환자를 증가시켰을 때 증가된 초진환자의 대기시간이 길어지므로 평균 대기시간을 증가시키게 되고 시간예약 제도를 없앴을 때는 이런 영향이 더욱 크게 작용하게 되는 것이다. 이와같이 시간예약 제도가 평균 대기시간을 단

축시키는 데 중요한 역할을 하고 있음을 알 수 있다. 시간예약 간격을 현재보다 더 줄이는 대안에 대해서는 서비스시간이 5분을 초과하는 경우나 근사한 경우가 많아 최소한 5분의 여유는 있어야 할 것으로 생각되기도 현재 시간예약 환자수를 고려할 때도 적당치 못한 것으로 판단되어 대안에서 제외하였다.

3) B, C 의사가 10분, 20분, 30분 일찍 진료를 시작하였을 경우 : 초진환자의 대기시간을 줄일 수 있는 현실적인 대안으로 진료를 일찍 시작하는 방안을 실험하였고, 이 경우 A 의사는 현재 8시 40분에 진료를 시작하여 다른 의사보다 1시간 20분 일찍 진료를 시작하고 있으므로 B, C 의사에 대해서만 시물레이션하였다. 시간예약 환자의 진료시간은 현재와 같이 하고 초진환자의 진료시간을 10분, 20분, 30분 앞당겼을 때의 시물

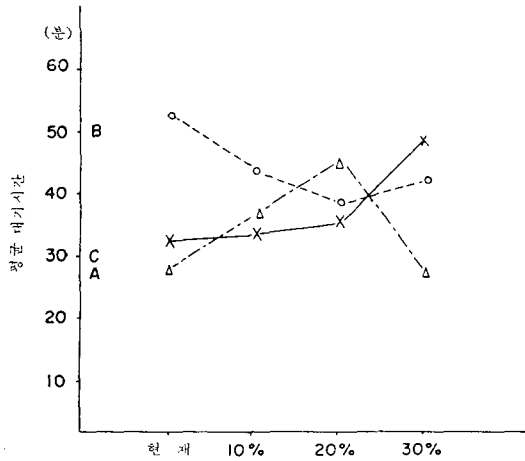


그림 4. 예약 취소율에 의한 대기시간 변화(대안 1).

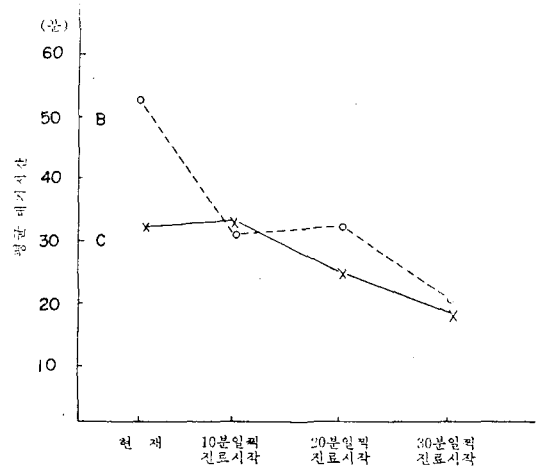


그림 6. 진료시작 시간 단축에 의한 대기시간 변화(대안 3).

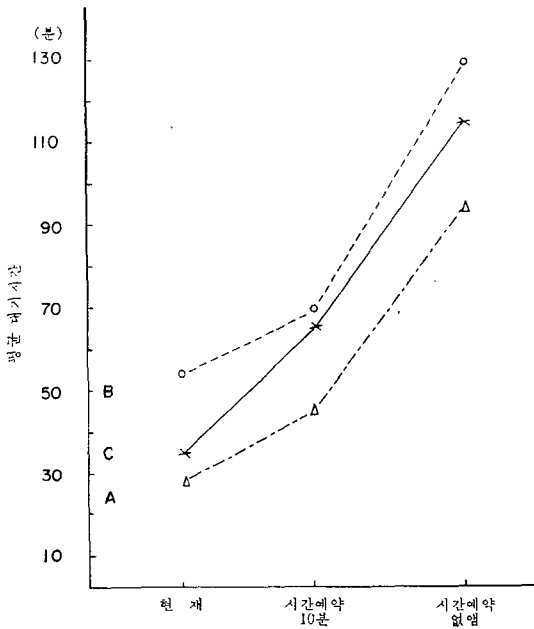


그림 5. 시간 예약 간격연장과 예약제도 폐지에 의한 대기시간 변화(대안 2).

레이션 결과에서 평균 대기시간의 감소를 볼 수 있다. (그림 6). 즉 이 경우 역시 대안 1에서와 마찬가지로 초진환자의 대기시간이 전체 평균 대기시간에 크게 영향을 미치고 있기 때문이다. 그러므로 내과 외래환자의 서비스 개선을 위한 대기시간의 단축을 위해서는 초진환자의 대기시간 관리에 초점을 맞추어야 한다는 것을 알 수 있다.

(4) 진료의사수를 4명으로 늘렸을 경우: 진료의사를 현재 3명에서 4명으로 늘리고 전체 초진환자 수를 고

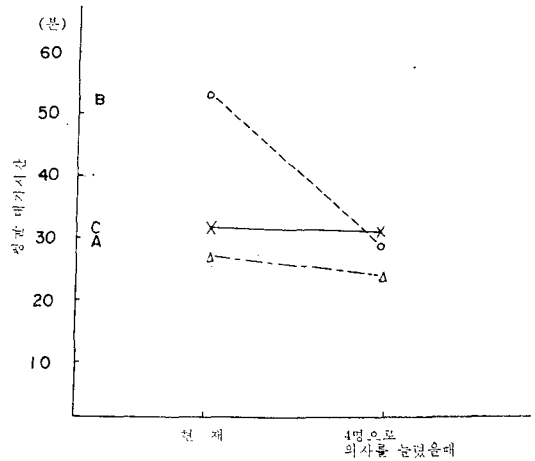


그림 7. 의사 수의 증가로 인한 대기 시간변화(대안 4).

정하였다. 늘린의사의 시간예약 환자수는 B, C 의사 수준으로 한다고 가정하였을 때 시뮬레이션 결과에서 평균 대기시간은 감소양상을 보이나 뚜렷하지 않았다(그림 7) 더구나 의사수를 늘리는 문제는 대기시간 단축 외에도 내원 가능 환자 수등 여러 요인을 고려한 비용편익 분석을 실시하여 결정하는 것이 바람직하다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 한 종합병원 내과 외래환자의 흐름에 대한 시뮬레이션 모델을 개발하였다. 모델은 시뮬레이션 언어인 GPSS를 사용하였고 모델을 이용하여 내과 외래환자의 원활한 흐름을 위한 여러 대안들을 평가하였다. 그 결과는 다음과 같다.



1) 시간예약 환자가 방문하지 않은 경우를 시뮬레이션한 결과 전체 평균대기시간에 큰 영향을 미치지 못하였다. 그 이유는 시간예약 환자의 대기시간이 짧고 방문하지 않은 예약환자의 예약시간에 진료 받은 초진환자도 그 시간까지의 대기시간이 있기 때문이다.

2) 연구 대상 병원의 현 시간예약 제도를 시뮬레이션한 결과에 의하면 시간예약 간격을 5분으로 한 현 예약제도는 시간예약 제도를 없애거나 시간예약 간격을 10분으로 늘렸을 경우에 비해 평균 대기시간이 현저히 짧았다. 다시말해 시간예약제도를 도입하고 시간예약 간격을 짧게하여 예약환자를 많이 수용할 수록 평균 대기시간을 단축시킬 수 있다.

3) 초진환자의 진료시작 시간을 앞당겨 시뮬레이션한 결과 평균 대기시간에 크게 영향을 미치는 초진환자의 대기시간을 단축시켜 전체 평균 대기시간을 감소시킬 수 있었다. 특히 B, C 의사가 30분 일찍 진료를 시작했을 때 평균대기시간을 20분으로 할 수 있다.

4) 의사수를 늘렸을 경우 평균 대기시간의 감소는 있었으나 뚜렷하지 않았다.

본 연구에서는 병원의 일부 시스템만을 모델화하여 분석하였으나, 이를 전체적인 시스템으로 발전시키고 경교화시켜 나간다면 더욱 발전된 대기행렬 모델이 될 수 있으며 병원 경영자가 미래의 예약 시스템과 의료인력을 계획하는데 효과적인 의사결정 수단이 될 것이다.

## 참 고 문 헌

1) 양재모, 유승훈·국민의료총론. 수문사, 1984  
 2) Naylor TO, Balintfy JL, Burdick DS, Chu K.  
*Computer simulation techniques. John Wiley*

*& Sons Inc 1966*

- 3) Emshoff JR, Sisson RL. *Computer simulation methods. Mac-millan publishing Co. NY 1970*  
 4) Hancock WM, Martin JB, Robert H, Storer. *Simulation-based occupancy recommendations for adult medical/surgical units using admissions scheduling system. Inquiry 1978 March; 15:25-32*  
 5) Obrecht BR, Hancock WM. *Implementation of the admissions scheduling and control system at Grace Hospital. Simulation in health care delivery system. A publication of scs 1984, pp.9-17*  
 6) Mahachek AR, Knabe T. *Computer simulation of patient flow in obstetrics/gynecology clinics. Simulation in health care delivery system. A publication of scs, 1984, pp.43-48*  
 7) Amladi PG. *Organizational design of a hospital service department via computer simulation. Simulation in health care delivery system. A publication of scs, 1984, pp.49-56*  
 8) Payne JA. *Introduction to smulation. Mc Graw-Hill Book Company, 1982*  
 9) Schriber TJ. *Simulation using GPSS. John Wiley & Sons Inc, 1974*  
 10) White JA, Schmidt JW, Benett GK. *Analysis of queueing system. Academic press, 1975*  
 11) Schmidt JW, Taylor RE. *Simulation and analysis of industrial system. Richard D Irwin Inc, 1970*