

# 綜合病院 外來의 患者密度 減少를 爲한 시뮬레이션 研究

朴 賢 愛\* · 崔 晶 秀\*\*

증가 일로에 있는 국민의 의료이용으로 특히, 종합병원의 외래에서 나타나고 있는 환자과밀현상은 이곳을 이용하는 환자에게 많은 불편감을 초래하고 있다. 이에 예약제 실시, 원외처방전 발급, 동반 보호자수 제한 등을 통한 외래의 환자밀도 완화방안을 강구한 결과, 적정 수준에서 이들을 동시에 실시할 경우의 효과는 매우 높을 것으로 나타났다.

## I. 연구배경 및 목적

우리나라는 1977년 이후 본격화된 의료보험 및 의료보호사업의 시행으로 국민의 의료이용이 크게 증가하였으며, 특히 일반의 종합병원 선호경향으로 인해 종합병원 외래에 많은 환자가 몰리고 있다. 이에 따라 대형 종합병원을 이용하는 외래환자의 가장 큰 불만으로 진찰대기시간이 너무 길다는 점과 환자가 붐빈다는 점, 그리고 진료시간이 짧다는 점이 지적되고 있다(송, 1990). 즉, 종합병원의 경우 진료대기시간, 검사대기시간, 투약대기시간 등 대기행렬이 길어짐에 따라 정체환자수가 많아지게 되고 여기에 동반한 보호자까지 가세하여 높은 인구밀도로 나타나고 있다. 이러한 상태는 향후 국민의 계속적인 의료이용증대와 더불어 더욱 악화될 것으로 보이며, 이는 결국 3차의료기관의 본래 기능까지도

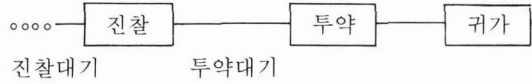
저해시키는 요인으로 작용될 수 있다. 정부에서는 이를 해결하고자 의료전달체계의 실시 및 3차의료기관의 외래방문제한 등으로 병원의 진료환경개선은 물론 질적인 의료서비스의 제공을 도모해 왔으며, 그 결과 미약하나마 소기의 성과를 거둔 바 있다(명, 1991). 그러나 종합병원을 선호하는 일반의 의식은 쉽게 불식될 기미가 없기 때문에, 이의 해결을 위하여는 의료기관 자체의 정부시책에 대한 적극적인 수용과 함께 제도적 개선을 위한 노력이 절실히 요청되고 있다.

본 연구는 이러한 제도적 개선책의 하나로서, 예약제 도입, 원외처방전 발급으로 진찰대기시간과 투약대기시간을 단축함으로써 대기행렬을 줄이고, 외래방문시 동반하는 보호자수를 제한하는 등으로 병원의 환자밀도를 낮추는 방안을 강구하고자 시도되었다.

\* 本院 責任研究員

\*\* 本院 主任研究員

4) 대기행렬 형태는 아래와 같은 단열 다단계 (Single Channel Multi-phase)이다.



## II. 연구방법

사용된 자료는 대진료권내 3차진료기관에 관한 연구(송, 1990)의 외래환자조사(n=1883)중 환자의 진찰대기시간, 투약대기시간, 보호자수에 관한 자료이다. 본 연구수행 과정을 간단히 기술하면 다음과 같다.

- 1) 외래이용환자에 대한 단열 다단계 대기행렬 모형의 설정
- 2) 각종대기시간의 분포양상 파악
- 3) 확률모형설정 및 변수 측정
- 4) 단위시간당 외래 환자밀도(보호자 포함)계산
- 5) 예약제도입, 원외처방, 보호자수 제한에 따른 병원 인구밀도 추계

추계를 위한 확률모형의 설정을 위해 우선, 실제측정된 대기시간 분포자료가 지수분포(exponential distribution)를 하는지 여부를  $\chi^2$ 검정을 이용하여 검정하였다. 또한 병원인구밀도 완화방안을 위한 시뮬레이션을 MS-FTN으로 작성한 프로그램을 이용하여 실시하였는데, 이때 난수의 사용으로 결과치가 달라질 수 있는 점을 감안하여 10회 반복 시행하였다. 시뮬레이션을 하는데 사용된 가정은 다음과 같다.

- 1) 하루진료시간은 오전 9:30~12:00, 오후 1:30~4:00 총 300분이다.
- 2) 환자의 도착률은 일반적으로 포아송 분포이나 본 연구에서는 구체적인 자료가 없으므로 하루종일 일정한 것으로 가정하였다.
- 3) 원외처방전 발급의 경우, 원내처방에 대한 조제속도는 전과 동일하다. 이는 약사의 조제속도가 처방전의 양에 따라 좌우된다고 볼수 없기 때문이다.

## III. 연구결과

### 1. 각종대기시간의 분포양상

도수분포표를 이용하여 살펴본 3차진료기관 외래환자의 진찰대기시간과 투약대기시간의 분포양상은 표 1 및 표 2와 같다.

**Table 1. Distribution of Waiting Time for Physician's Exam.**  
진찰대기시간 분포

time(minute)	frequency(%)
0~ 20	316( 17.0)
21~ 40	346( 18.6)
41~ 60	432( 23.3)
61~ 80	61( 3.3)
81~100	181( 9.8)
101~120	244( 13.1)
121~140	23( 1.2)
141~160	66( 3.6)
161~180	106( 5.7)
181~200	6( 0.3)
201~220	18( 1.0)
221~240	38( 2.0)
240+	20( 1.1)
Total	1,857(100.0)

3차진료기관 외래환자의 평균 진찰대기시간은 77.5분이며, 평균 투약대기시간은 45.2분이다. 따라서 평균진료시간 7.5분을 합하면 외래방문 환자 1인당 약 2시간 10분(130분)을 병원에 머물러 있게 되고, 그중 대부분(94%)의 시간이 대기행렬로 이어져 있게 된다.

**Table 2. Distribution of Waiting Time for Filling Physician's Prescriptions**  
투약대기시간 분포

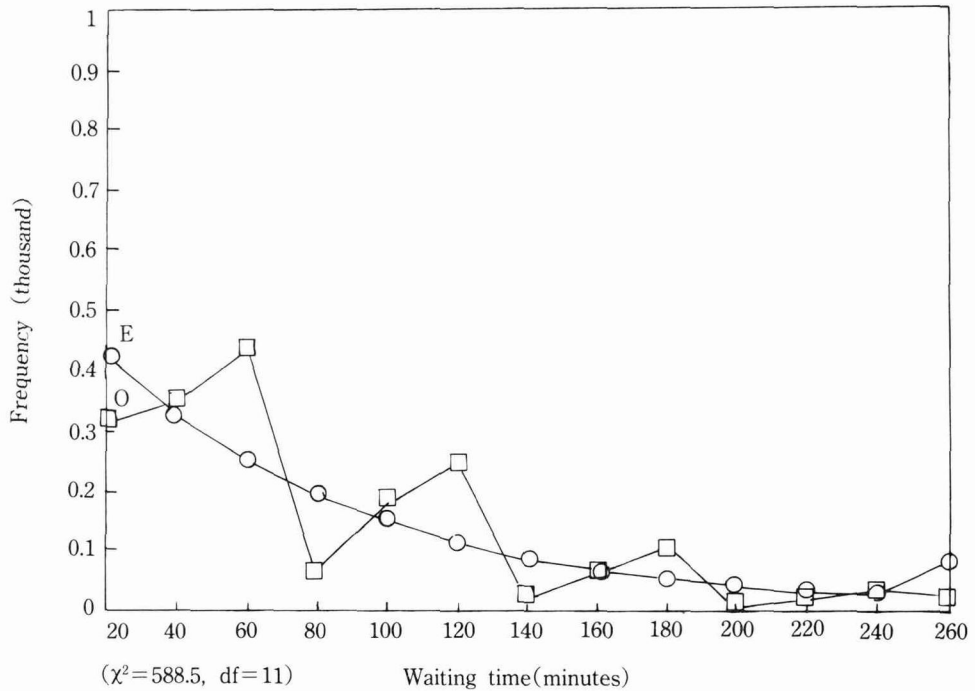
time(minute)	frequency(%)
0~ 10	107( 5.7)
11~ 20	263( 13.9)
21~ 30	544( 28.8)
31~ 40	233( 12.3)
41~ 50	61( 3.2)
51~ 60	447( 23.6)
61~ 70	18( 1.0)
71~ 80	26( 1.4)
81~ 90	99( 5.2)
91~100	7( 0.4)
101~110	2( 0.1)
111~120	60( 3.2)
121~130	24( 1.3)
Total	1,891(100.0)

**Table 3. Distribution of Escorting Persons**  
동반 보호자수 분포

Escorts	Frequency(%)
0	895( 50.3)
1	689( 38.7)
2+	196( 11.0)
Total	1,780(100.0)

표 3은 외래환자를 동반한 보호자수이다. 전체의 약 40%가 1인의 보호자를 동반하고 있고 또 11%는 2인이상의 보호자를 동반하는 것으로 나타나, 대기행렬이 길어짐에 따라 과밀현상은 더욱 심화될 것을 보여주고 있다.

대기시간의 분포는 대체로 지수분포(Exponential Distribution)를 하는 것으로 알려져 있는데, 본 연구 자료의 지수분포여부에 관한 적합도



**Fig. 1. Observed and Expected Frequencies of Waiting Time for Physician's Exam.**  
진찰대기시간의 관측시(O)와 이론치(E) 분포도

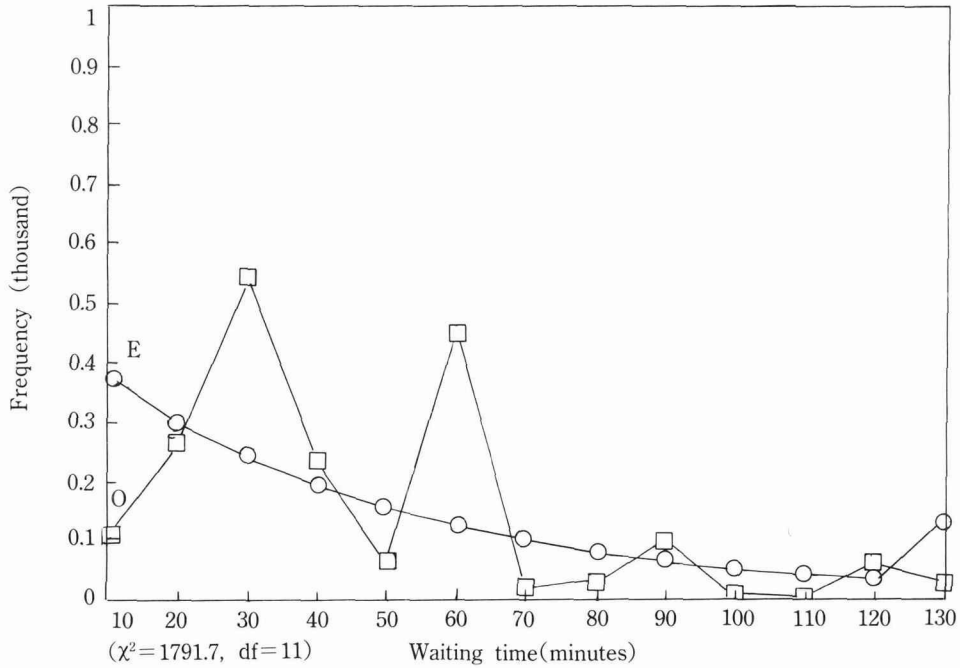


Fig. 2. Observed and Expected Frequencies of Waiting Time for Filling Physician's Prescription.  
투약대기시간의 관측시(O)와 이론치(E) 분포도

(Goodness of fit test)를 검정하고자  $\chi^2$ 검정을 실시한 결과, 진찰대기시간의 경우  $\chi^2$ 값이 588.5, 자유도가 11, 투약대기시간의 경우  $\chi^2$ 이 1791.7, 자유도가 11로써, 진찰대기시간과 투약대기시간은 지수분포를 하지 않는 것으로 나타났다.

## 2. 확률모형설정 및 변수 측정

본 연구에서는 진찰대기시간과 투약대기시간이 지수분포를 하지 않음에 따라 특정 모형의 설정에 의하지 않고 실제자료를 이용한 시뮬레이션을 실시하였다.

병원 외래의 환자밀도 완화 방안을 도입한 후의 진찰대기시간( $Y_{i1}$ ), 투약대기시간( $Y_{i2}$ ), 보호자수( $Y_{i3}$ )를, 대진료권내 3차진료기관에 관한 연구를 위해 수집된 자료의 진찰대기시간( $X_{i1}$ ), 투약대기시간( $X_{i2}$ ), 보호자수( $X_{i3}$ )로부터 추정한 식은 다음과 같다.(단,  $i=1, \dots, n$ )

가. 예약제 도입을 통한 평균진찰대기시간의 추정

$$Y_{i1} = \alpha X_{i1}$$

$$\text{단, } \alpha = \frac{a(\text{예약제 도입후 진료대기시간})}{77.5(\text{예약제 도입전 진료대기시간})}$$

' $\alpha$ '는 예약제 도입전과 후의 평균진료대기시간의 비율로서,  $a$ 는 예약제 도입후에 평균진찰대기시간이다.

나. 원외처방전 발급을 통한 투약대기시간의 추정

$$Y_{i2} = \beta X_{i2} \quad \beta = 0 \quad \text{if } 0 < r < b, \\ \beta = 1 - b \quad \text{if } b < r < 1$$

' $b$ '는 원외처방비율(%)이며,  $r$ 은 0에서 1사이의 균일분포(uniform distribution)에서 얻은 난수(random number)이다.

다. 동반 보호자수 제한을 통한 보호자수 추

정

$$Y_{i3} = \gamma X_{i3} \quad \gamma = 0 \text{ if } 0 < r < c, \\ \gamma = 1 \text{ if } c < r < 1$$

'c'는 보호자수가 0인 비율이며, r은 0에서 1사이의 균일분포에서 얻은 난수이다.

이외에 보호자 2인 이상을 1인으로 제한하는 방안은  $Y_{i3} = 1$  if  $X_{i3} > 2$ 으로 시뮬레이션이 가능하다.

라. 단위시간당 인구밀도

상기 공식을 근거로, 단위시간당 인구밀도는 다음과 같이 계산된다.

현재수준의 단위시간당 인구밀도 :

$$DEN_{\text{before}} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{i1} + X_{i2}) \times (1 + X_{i3})}{300}$$

완화방안 도입후의 인구밀도 :

$$DEN_{\text{after}} = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_{i1} + Y_{i2}) \times (1 + Y_{i3})}{300} \text{이다.}$$

따라서, 완화방안 도입전과 비교한 도입후의 인구밀도 변화율(%)은

$$CHANGE(\%) = \frac{DEN_{\text{after}}}{DEN_{\text{before}}} \times 100 \text{이다.}$$

### 3. 완화방안 도입을 통한 병원의 환자 밀도 변화

현재의 단위시간당 환자밀도(보호자 포함)를 100으로 가정하고, 예약제 도입, 원외처방전 발급, 동반 보호자수 제한 등을 실시한 후의 외래 환자밀도변화를 각각 살펴보았다. 우선, 예약제를 도입하여 평균진찰대기시간을 10분(예약간격 : 20분)에서 60분(예약간격 : 2시간)까지 5분간격으로 변화시키면서 얻은 결과는 도 3과 같다.

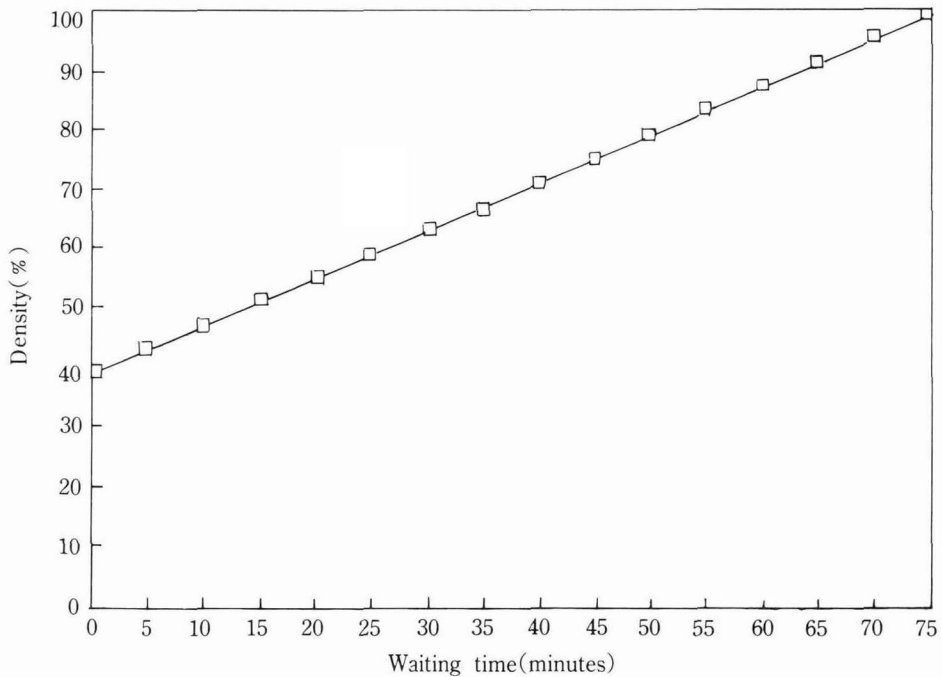


Fig. 3. Simulation Results by Reducing Waiting Time for Physician's Examination.  
진찰대기시간을 변형시키면서 얻은 시뮬레이션 결과

또한, 전체 외래 처방전 발급에서 원외처방전이 차지하는 비율을 0%에서 100%까지 5%간격으로 변화시키면서 얻은 결과는 도 4와 같다.

마지막으로, 외래방문 환자중 보호자를 동반하지 않는 환자의 비율을 0%에서 100%까지 5%간격으로 변화시키면서 얻은 결과는 도 5와 같다.

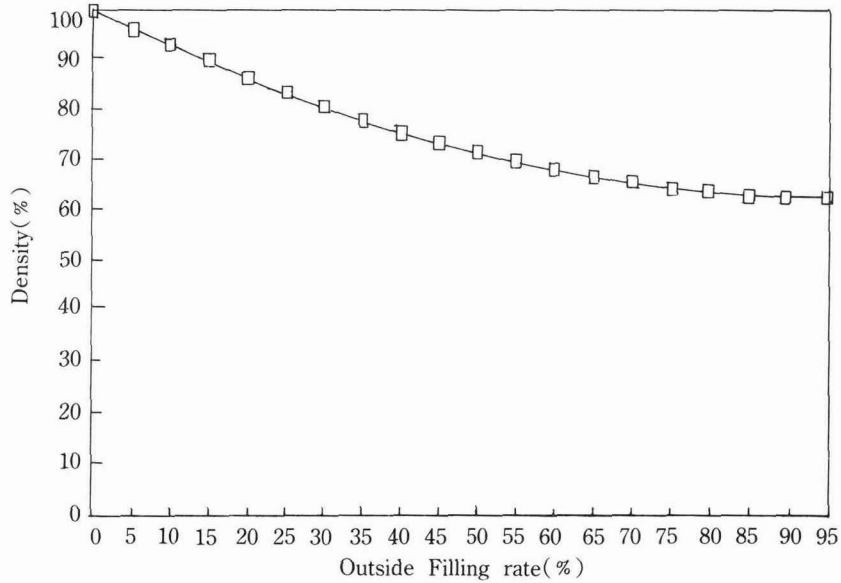


Fig. 4. Simulation Results by Changing the Filling Rate of Physician's Prescription at Hospitals.  
원외처방전 발급비율을 변형시키면서 얻은 시뮬레이션 결과

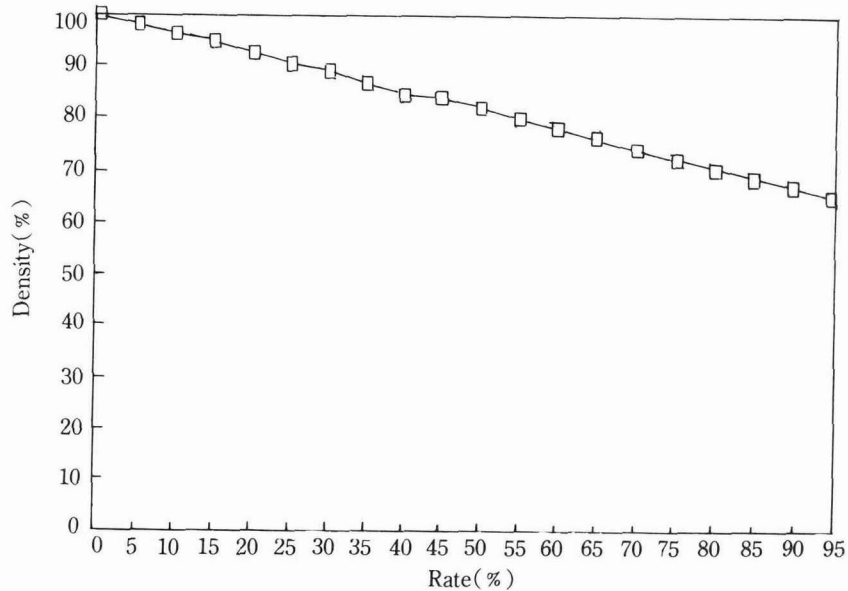


Fig. 5. Simulation Results by Decreasing Number of Patients with no Escorting Persons.  
보호자를 동반하지 않는 환자의 비율을 변형시키면서 얻은 시뮬레이션 결과

완화방안의 도입에 따른 환자밀도 변화를 살펴보면, 보호자를 전혀 동반하지 않을 경우 외래 인구밀도는 현재의 약 70% 수준으로 떨어지며, 원외처방을 100% 실시할 경우에도 현재의 약 70% 수준까지 낮출 수 있게 된다. 또한 예약제를 도입하여 평균 진찰대기시간을 5분으로 줄인다면 외래의 인구밀도는 현재의 약 40% 수준이 될 것이다. 그러나 이와같은 극단적인 상황은 현실적으로 매우 기대하기 어려우므로, 본 연구에서는 위에서 언급한 세가지 방법에 대해 각각의 수준을 변화시키면서 조합하여 시뮬레이션 하여 보았다. 첫째, 진찰대기시간에

있어서 현재의 77.5분은 예약제를 거의 적용하지 않은 것으로서, 완화방안으로 20분, 30분, 40분, 50분, 60분 간격의 예약제를 도입했을 경우의 평균 진찰대기시간을 가정하였다. 둘째, 원외처방전 발급비율을 현재의 0%에서 20%, 40%, 60%, 80%가 되었을 경우를 각기 가정하였다. 셋째, 동반하는 환자보호자의 수를 1인 이하로 제한하여 현재의 2인 이상 동반하는 경우에 대하여만 1인을 동반하는 것으로 가정하였다. 이러한 여러수준의 완화방안을 고려하였을 때 나타난 외래의 환자밀도 변화는 표 4와 같다.

**Table 4. Simulation Results by Implementing Three Combined Measures to Decrease Patient Density**  
완화방안 도입에 따른 병원의 외래 환자밀도 변화

Waiting time (minutes)	No change for escorts					Limiting escorts up to 2				
	Outside filling rate					Outside filling rate				
	0%	20%	40%	60%	80%	0%	20%	40%	60%	80%
10	64.4	32.3	21.7	14.1	9.5	42.3	29.8	20.1	13.0	8.8
15	50.4	36.4	25.6	18.0	13.5	46.0	33.5	23.7	16.7	12.7
20	54.4	40.4	29.6	22.0	17.5	49.8	37.3	27.4	20.5	16.3
25	58.4	44.3	33.6	26.0	21.5	53.5	40.9	31.1	24.2	20.0
30	62.4	48.2	37.6	30.0	25.5	57.2	44.6	34.8	27.9	23.7
No change	100.0	86.3	76.6	68.0	64.5	92.8	80.0	70.2	63.3	59.0

즉, 현재수준의 보호자수에서는(동반하는 보호자수의 제한은 현실적으로 불가함) 예약제를 30분간격(평균진찰대기시간: 15분)으로 실시할 경우 원외처방전 발급이 없이도 50%의 환자밀도 감소가 예상되며, 1시간 간격의 예약제 실시에서는 약 40%가 감소할 것으로 나타났다. 또한 여기에 원외처방전의 발급이 시행되면 발급비율에 따라 효과는 증대되어, 30분 간격의 예약제에 40%의 원외처방전 발급으로 환자밀도는 약 75%가 낮아지게 되고, 1시간 간격의 예약제 하에서는 60%이상의 환자밀도 저하효과를 볼 수 있게 된다.

#### IV. 결론 및 제언

종합병원 외래의 환자과밀 현상은 이곳을 이용하는 환자에게 많은 불편감을 초래하고 있으며, 따라서 이를 완화하기 위한 제도적인 개선책 마련이 요구된다. 이에 최근 3차진료기관 외래 이용 환자를 대상으로 실시된 조사자료를 기초로, 외래 환자밀도를 낮추는 방안을 강구하고자 본 연구를 시도하여 대략 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, 실제측정된 대기시간(진찰, 투약)의 분

포자료는 대기시간의 일반 분포인 지수분포를 하지 않고 있다.

둘째, 병원의 외래 환자밀도는 대기행렬을 줄임으로써 낮출 수 있을 것으로 기대되며, 진찰 대기시간은 예약제의 도입을 통하여, 투약대기 시간은 원외처방전 발급 등으로 이루어 질 수 있는데, 이러한 예약제와 원외처방전 발급을 동시에 실시하여 효과를 높일 수 있다.

세째, 단기에 현실화 하기는 어려우나 이용환자에 대한 홍보 등으로 동반하는 보호자수를 제한하는 방안도 장차 시도되어야 할 것이다.

본 연구에서 제시된 외래의 환자밀도 완화방안은 의료기관에 경제적 손실을 초래하지 않고 제도적인 개선만으로 이루어 질 수 있긴 하나 여기에는 몇가지 제한점이 있다. 즉, 시뮬레이션의 가정에서 언급하였듯이 의사의 현재 진료

시간에 현재의 방문환자수를 기준으로 하였으므로 향후 환자수가 증가할 경우의 환자밀도 변화를 나타내 주지 않은 점, 진료내용별 적정진료시간을 고려하지 않고 현재 수준을 기준한 점 등이다. 또한 예약제의 경우 단위시간에 볼 수 있는 환자수를 고려, 예약자수를 정하기 위한 기초자료가 충분히 마련되어 있어야 하는 점도 예약제 실시에 앞서 검토되어야 할 사항이다.

여하튼 이와같은 시도는 진료를 하는 의사의 입장에서나 진료를 받는 환자의 입장에서 볼 때 바람직한 방향으로 나아가는 계기가 될 것으로 보인다. 따라서 이를 근거로 일정기간의 시험기간을 통해 수정보완한 후, 제도로 정착시켜 나간다면 종합병원 외래의 진료환경 개선에 기여할 것으로 기대된다.

## 참 고 문 헌

명재일 외, 의료진달체계 운영성과의 분석, 한국보건사회연구원, 1991.

송건용 외, 대진료권내 3차진료기관에 관한 연구, 한국보건사회연구원, 1990.

R. E. Shannon, *Systems Simulation the art and*

*sciences*, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliff, NJ, 1975.

W. H. Press et al., *Numerical recipes, the art of scientific computing*, Cambridge University Press, Cambridge, 1986.



## 부 록

1. 난수생성(random number generator) 프로그램
2. 시뮬레이션을 위한 프로그램

### 부록 I

```
function ran1(idum)
dimension r(97)
data iff /0/
m1=259200
ia1=7141
ic1=54773
rm1=1./m1
m2=134456
ia2=8121
ic2=28411
rm2=1./m2
m3=243000
ia3=4561
ic3=51349
if (idum. lt. 0. or. iff. eq. 0) then
    iff=1
    ix1=mod(ic1-idum, m1)
    ix1=mod(ia1*ix1+ic1, m1)
    ix2=mod(ix1, m3)
    ix1=mod(ia1*ix1+ic1, m1)
    ix3=mod(ix1, m3)
    do 11 j=1, 97
        ix1=mod(ia1*ix1+ic1, m1)
        ix2=mod(ia2*ix2+ic2, m2)
        r(j)=(float(ix1)+float(ix2)*
            m2)*rm1
11    continue
    idum=1
endif
```

```
ix1=mod(ia1*ix1+ic1, m1)
ix2=mod(ia2*ix2+ic2, m2)
ix3=mod(ia3*ix3+ic3, m3)
j=1+(97*ix3)/m3
if(j. gt. 97. or. j. lt. 1) pause
ran1=r(j)
r(j)=(float(ix1)+float(ix2)*rm2)*rm1
return
end

function mod(ia, ib)
ic=ia/ib
mod=ia-(ib*ic)
return
end
```

### 부록 II

```
programs sim
c program for simulation
c file 'modhl.dat' is an input data file
c file 'out. dat' is an output file
real o(1918,3), s(1918,3)
open(7,file='modhl.dat')
open(8,file='out.dat', status='new')
idum=-12345
ii=0
id=0
day=300.0
tottime=0.0
simtime=0.0
totdx=0.0
totdrug=0.0
totfam=0.0
do 10 i=1, 1918
    read(7,20) dx, drug, fam
20    format(4x, f3.0, 5x, f3.0, f1.0)
    if(.not.(dx.eq.998.or.dx.eq.999.or.
```

```

1      drug.eq.998.or.drug.eq.999.or.
1      fam.eq.8)) then
          if(fam.eq.9) then
              fam=0
          endif
          ii=ii+1
          o(ii, 1)=dx
          o(ii, 2)=drug
          o(ii, 3)=fam
          totdx=totdx+dx
          totdrug=totdrug+drug
          totfam=totfam+fam
          tottime=tottime+(fam+1)*
              (dx+drug)
          endif
10     continue
       den=tottime/day

       write(*,*) 'input average waiting time
                 to see a doctor'
       read(*,*) atime
       write(*,*) 'input percent of outside
                 prescription'
       read(*,*) presc
       write(*,*) 'input percent of decrease
                 accompanying persons'
       read(*,*) accom
       if (atime.eq.999.or.presc.eq.999.or.accom.
          eq.999) then stop
       endif

       tdx=0
       dx=0
       tdrug=0
       tfam=0
       tden=0
       do 300 kk=1, 10

```

```

id=0
simdx=0
simdrug=0
simfam=0
simtime=0
do 30 i=1, ii
    s(i,1)=(atime/77.4609)-o(i,1)
    if (presc.ne.0) then
        rn=ran1(idum)
        if (rn.lt. presc) then
            s(i,2)=0
        else
            s(i,2)=(1-presc)*o(i,2)
            id=id+1
        endif
    else
        id=id+1
        s(i,2)=o(i,2)
    endif
    if (accom.ne.0) then
        rn=ran1(idum)
        if (rn.lt.accom) then
            s(i,3)=0
        else
            s(i,3)=o(i,3)
        endif
    else
        s(i,3)=o(i,3)
    endif
    simdx=simdx+s(i,1)
    simdrug=simdrug+s(i,2)
    simfam=simfam+s(i,3)
    simtime=simtime+(s(i,3)+1)+
        (s(i,1)+s(i,2))
30  continue
    avedx=simdx/ii

```

```
avedrug=simdrug/id
avefam=simfam/ii
simden=simtime/day
cden=(simden/den)*100
write(8,50)avedx, avedrug, avefam, cden
50 format(3f14.4)
tdx=tdx+avedx
tdrug=tdrug+avedrug
tfam=tfam+avefam
tden=tden+simden
```

```
300 continue
atdx=tdx/(kk-1)
atdrug=tdrug/(kk-1)
atfam=tfam/(kk-1)
atden=tden/(kk-1)
atcden=(atden/den)*100
write(*,*) atdx, atdrug, atfam, atcden
stop
end
```

〈Summary〉

## Simulation Study to Reduce Patient Density at Out-Patient Clinics of Tertiary Hospitals

Hyeoun-Ae Park\*, Jeong-Soo Choi\*\*

This study is an attempt to examine ways of reducing population density at out-patient clinics of tertiary hospitals in the health care delivery system. Three measures and their combinations are modelled in an out-patient flow system as a single channel multi-phase process. The three measures examined in the model are : 1) introducing a patient scheduling system, 2) allowing patients to fill their prescriptions outside of the hospitals, and 3) limiting the number of patients' escorting. The correctness of fit of the exponential models was tested by the  $\chi^2$  test.

FORTTRAN-based programs using MS-FTN were written and run on an IBM AT compatible computer for simulation of these three measures and their combinations. Data from the study of tertiary hospitals within the large catchment area were utilized by method of resubstitution. Pseudo-random numbers from a uniform distribution over(0,1) were obtained to determine whether an individual would have his/her prescription filled at hospital and whether he/she would bring any escorts. This was done by comparing the random numbers with the predeter-

mined rate for filling prescriptions at hospitals and rate of patients with no escorts.

The following are the findings of this study : 1) the exponential model did not fit either the waiting time for physician's examinations or the waiting time for filling a physician's prescription well, so, we used actual data rather than using any exponential functions for the simulation study. 2) By introducing a 30 minute interval patient scheduling system, out-patient population density can be reduced up to 50%. 3) By issuing 50% of physicians' prescription to pharmacies outside of hospitals, out-patient population density can be reduced up to 28%. 4) By limiting the number of escorts to one, the population density is reduced about 7%. 5) When we combined the three measures, the effect was much greater. For instance, if 30 minute interval patient scheduling system was used, 50% of the patients have their prescriptions filled outside the hospitals and all patients bring no more than 1 escort, we can expect an 80% reduction in out-patient population density.

---

\* Senior Researcher, Korea Institute for Health and Social Affairs.

\*\* Researcher, Korea Institute for Health and Social Affairs.