

# 약품재고관리를 위한 의사결정지원체계 개발에 관한 연구

## A Study on the Development of Decision Support System for Drug Inventory Management

蔡 永 文; Ph. D.\* · 柳 承 欽; M. D., Dr. P. H.,\*\*  
金 光 烈; M. B. A.\*\*\*

《目 次》	
I. 서 론	결정지원체계(DSS)
1. 의사결정지원체계(DSS)의 배경 및 개념	1. 약품재고관리의 중요성
2. 연구의 목적	2. 시스템 개요
II. 약품재고관리를 위한 의사	3. 각 Module 들의 구축
	III. 요약 및 결론

### I. 서 론

#### 1 의사결정지원체계(DSS)의 배경 및 개념

1960 년대에 처음 소개된 경영정보시스템(Management Information System, 약칭 MIS)은 그후 20 여년이 지나는 동안 이론적인 측면은 물론 응용면에서 많은 발전을 해왔다. 초창기의 MIS는 주로 인사관리, 경리업무, 그리고 물품관리 등 단순한 업무처리에 이용되어 수 작업시 발생하는 여러가지 문제점을 해결하고 업무의 능률을 올리는데 많은 공헌을 하다.

\* 연세대학교 의과대학 조교수, 경영정보체계

\*\* 연세대학교 의과대학 부교수, 병원관리

\*\*\* 연세대학교 대학원 경영과졸

이 논문은 아산사회복지사업재단의 1985년도 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

그러나 이러한 시스템들은 상당한 자본투자를 한 경영진들의 의사결정에는 직접적인 도움을 주지 못하여 이들을 위한 시스템이 필요하게 되었다. 이러한 시스템들은 “Management Decision System”(Morton, 1971) 과 “Man-machine Decision System”(Gerrity, 1971) 이라는 명칭으로 소개되었는데 이것이 오늘날 의사결정지원체계(Decision Support System, 약칭 DSS)의 시초라고 할 수 있다.

DSS는 목적 및 구성면은 물론 이를 시행하는데 있어 초기의 MIS와는 다른 점이 많으므로 학자에 따라서는 약간씩 다르게 DSS와 MIS의 관계를 정의하고 있다. 예를들면 Naylor(1982)는 DSS를 새로운 것이 아니라 경영과학의 한부분으로 보고 있으며 Senn(1982)은 문제의 대상이 어느정도 구조적(Structure)인가에 따라 비구조적인 것은 DSS, 구조적인 것은 MIS로 구분하였다. 또한 Neumann 과 Hadass(1980)는 크게 업무처리체계(Transaction Processing System, 약칭 TPS)와 의사결정을 다루는 경영정보체계(MIS)로 구분하고 이 MIS중에서 비구조적인 의사결정을 다루는 시스템을 DSS라 보았다.

본 논문에서는 MIS를 크게 둘로 나누어 의사결정지원체계(DSS)와 업무처리체계(TPS)로 구분하고자 한다. 그러나 이 두 시스템은 독립된 시스템이 아니라 서로 정보를 교환함으로써 밀접한 관계를 갖는 상호보완적인 체제이며, DSS는 TPS의 앞부분(front-end)의 역할로 업무처리상 발생하는 상세한 정보를 요약하여 경영진에게 제공하는 기능을 하는 체제로 본다.

## 2. 연구의 목적

그동안 DSS의 이용분야를 살펴보면 그 대부분이 재무관리에 이용되었고(Naylor, 1979), 재고관리를 위해 개발된 시스템중에 일부는 재고계획 및 예측의 기능을 가진 시스템도 있지만(예로서 IBM의 Copics) 전반적인 성격이 업무처리체계(TPS)의 범주에 속한다고 볼 수 있다.

또한 지금까지 재고계획과 예측 그리고 재고통제에는 DSS라기 보다는 주로 경영과학적(또는 O.R.)모델들이 사용되었다. 이러한 경영과학적 모델을 사용한 현대 재고통제의 효시가 된것은 Arrow(1958)의 재고이론인데, 이후 재고통제시스템의 요소적 특성(예를 들면 수요, lead time 등)을 분석하여 얼마만큼의 양을 언제 주문할 것인가에 대한 많은 연구들이 행해졌다. 이러한 연구의 재고통제 모형은 수요를 어떻게 가정하느냐에 따라 독립적 확률분포로 추론한 것과 시계열로 파악한

것으로 구분할 수 있다. 수요를 확률분포로 보는 모형은 수요가 여러가지 형태의 확률분포(예를들면, 포아송분포, 정규분포, 감마분포 등)를 이룰 때 최적 재주문점이나 재 주문량을 구하였다. 그러나 이러한 재고모형은 수요예측을 위해서 일반적으로 특정한 확률분포를 이용하기 때문에 수요의 시계열적 특성, trend, 그리고 계절성 등을 고려 안한다는 결점이 있다. 여기에 대해 수요를 시계열로 파악한 모형은 수요의 변화를 고려한 수요예측을 할 수 있다는 장점이 있다. 대표적인 예로 Ray(1982)는 수요간에 상호상관관계가 존재할 경우에 Box-Jenkins 기법을 이용하여 수요예측을 실시하고 이에 따라 재 주문점을 구하는 방법을 제시하였다. 이러한 시계열기법은 일별로 예측할 경우 정확도가 떨어지기 때문에 장기간 예측할 수 없고, 이를 극복하고자 자료를 단위별(월별 혹은 주별)로 합해 예측을 하게되면 모든 분석의 단위가 예측단위별로 행해져야 한다는 단점이 있다.

그러나 무엇보다도 이러한 경영과학적 기법을 사용한 재고관리의 여러 모형들은 이용방법이 어려워서 사용자가 그것을 이용해서 의사결정에 반영하기 힘들다는 것이 결점이라 하겠다. 이점을 극복하기 위해 Nahmais(1981)는 여러가지 재고통제모형의 수식들을 사용하기 용이하게 근사화 시켰으나 이 또한 사용하기에는 무리가 있다. 따라서 본 논문의 목적은 수요예측을 하는데 있어 위에서 지적한 확률분포모형과 시계열적 모형의 문제점을 보완하고, 또한 이 모형을 관리자가 실제로 용이하게 사용할 수 있도록 DSS화 하는데 있다. 특히 이 논문에서는 재고관리를 위한 DSS 구축에 어떠한 구성요소가 필요한지 한 종합병원의 약품재고관리를 사례연구를 통하여 분석 제시하고자 하였다.

## II. 약품재고관리를 위한 의사결정지원체계(DSS)

### 1. 약품재고관리의 중요성

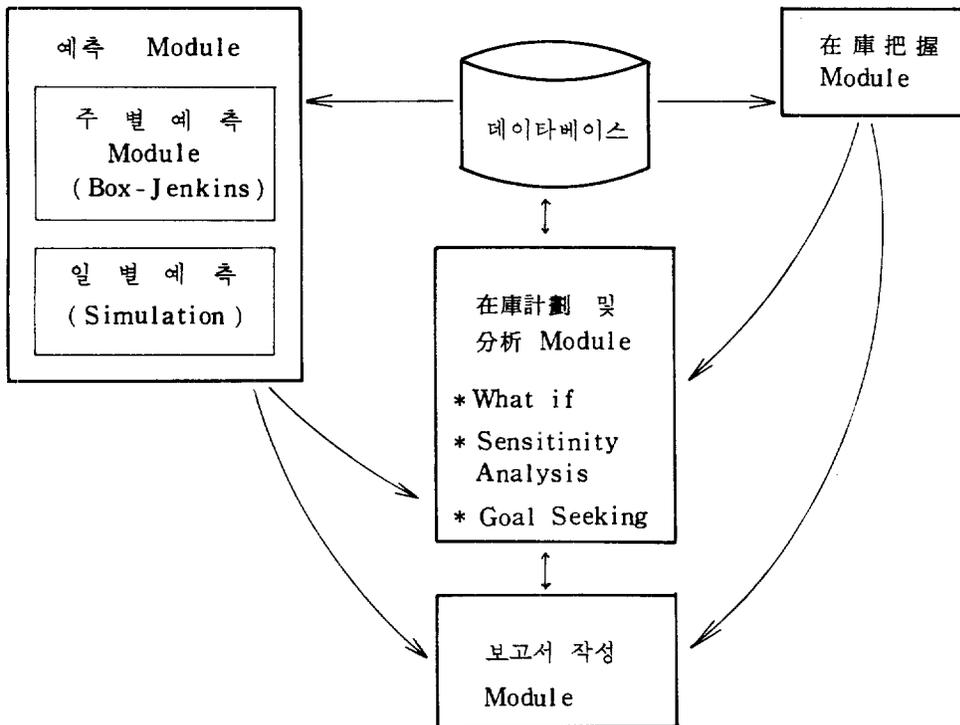
1977년 우리나라에 의료보험이 도입된 이후 보험인구의 지속적인 증가로 인한 병원재정안정이라는 측면에서 경영의 합리화가 절실히 요구되었다. 이러한 관점에서 병원 조직의 하부시스템인 약품창고의 약품재고관리는 어느 분야보다도 효율적인 관리가 필요하다. 특히 병원예산에 있어 의약품에 소요되는 비용이 인건비를 제외한 전체병원 지출비의 30%를 점한다는 것을 고려하면 약품의 효율적인 관리가 병원재정에 직접적인 영향을 미친다고 할 수 있다.

약품은 그 성격상 다른 제품과는 달리 인간의 생명에 직접적으로 관계 한다는 점에서 재고부족이 치명적인 영향을 미칠 수도 있으며 또한 새로운 효능을 가진 신약의 지속적인 개발로 그 수요는 항상 가변적이며 이로인해 사장약품도 많이 생겨난다. 또한 약품에 따라서는 수요가 계절성을 갖고 있는 것도 있기 때문에 이러한 것을 고려하는 약품재고관리는 비용절감에 필수적 요소라고 할 수 있다.

## 2. 시스템의 개요

약품재고관리를 위한 의사결정지원체계(DSS)는 (그림 1)과 같이 예측Module 재고계획 및 분석Module, 재고과약Module, 보고서작성Module로 이루어 진다.

이중 시스템에서 가장 중심을 이루는 부분은 약품의 수요예측을 하는 Module이다. 이 Module에서는 재고정책을 모의실험하고 분석하는데 필요한 월별 수요예측이 산출된다. 지금까지 재고관리를 위한 대부분의 Simulation 모형(예로, Weston, 1980)은 수요를 어떤 특정한 분포로 가정하기 때문에 시계열적 특성을



(그림 1) 약품재고관리를 위한 DSS시스템개요

고려하지 않고 있다. 따라서 시계열적 특성을 나타내는 약품수요를 나타내기에는 부적당 하였다. 시계열적 특성을 고려한 경영과학 모형들 중 분석단위를 일별로 한 모형(Lay 1982)이 있는데 이 모형으로는 장기적으로 예측하여 분석할 수 없다는 단점이 있으며 장기적으로 예측하여 분석하기 위해서는 수요를 주별 혹은 월별로 해야한다는 제한점이 있다. 이 점을 시정하기 위해서 본 논문에서는 Box-Jenkins 기법에 의해 주별예측을 한 다음 이를 다시 Simulation을 통하여 일별수요로 변환시켰다. 즉 이 모형은 시간종속적(time-dependent) Simulation이라 할 수 있으며 Simulation과 Box-Jenkins 기법의 잇점을 다 갖추었다 할 수 있다. 이 모형의 구축에 대해서는 다음장에 다시 설명하기로 한다.

재고계획 및 분석 Module에서는 이 일별 수요예측치에 의해 각종 재고정책들이 모의실험되며 여기서 나온 정보들이 요약되어 재고관리자에게 제공된다. 또한 이 Module에서 적정재고수준, 주문량 등이 정해지며 lead time이나 수요의 변화에 대한 민감도 분석이 행해진다. 특히 이 시스템은 종전의 경영과학 기법들에서 문제가 되었던 사용자의 편의를 도모하기 위해 이용자 중심의 소프트웨어인 IFPS(Interactive Financial Planning System)를 이용 하였다. IFPS는 배우기 쉽다는 장점외에도 간단히 보고서를 산출해 낼 수 있고 “What if?” 또는 “Goal Seeking”과 같은 Option을 이용하여 여러종류의 정책대안을 손쉽게 비교할 수 있다는 장점이 있다.

재고과약 Module은 DSS의 성격상 전체약품의 재고과약을 하기에는 효과적이지 아니므로 고가이거나 대량으로 소모되는 약품(즉 A 품목)만을 중점적으로 다룬다. 이러한 약품들은 비록 종류로는 전체약품의 5%정도지만 액수로는 70% 이상을 차지하므로 이들 약품이 재고관리면에서 차지하는 비중이 크다고 보겠다.

이 시스템의 데이터 베이스는 이러한 A 품목들의 과거자료들을 저장하여 수요예측 Module에 입력자료를 제공하고 또한 매주 새자료를 입력시켜 새로운 모델에 의한 주문량을 결정하게 한다.

보고서 작성 Module은 이들 정보들을 실무자가 원하는 형태로 손쉽게 보고서를 작성한다. 이 Module이 작성하는 보고서들로는 월별수요, 재고수준 등을 제시하는 총괄보고서와 각 약품별 정보를 제공하는 품목별보고서 등이 있다. 이 Module에서는 IFPS의 GENREPORT라는 Command를 이용하였다.

### 3. 각 Module들의 구축

#### 3-1 수요예측 Module

##### 3-1-1 재고분류법

일반적으로 기업에서 재고관리를 위해서 재고를 분류하는 기법은 A,B,C 분류법이다. 더 상세하게는 A,B,C,D,E로 분류하기도 한다.(Love, 1979) 그러나 약품은 효능에 따라 수요형태가 판이하므로 단순히 양과 가격에 의해 분류하는 A,B,C 분류법만으로는 약품전체를 위한 재고정책을 분석하기가 어렵다.

따라서 본 연구에서는 A,B,C 분류법에 의해 먼저 양과 가격면에 있어 중요한 약품들을 일차적으로 선택한 후 이들을 효능별로 분류하였다. 즉 약품의 선택은 일차적으로 약품창고에서 1985년 3월 현재 취급하는 668개의 품목중 A,B,C 재고분류법에 의거하여 총구입액의 72%를 차지하는 34개의 약품을 선택하고 다시 이 약품을 효능별로 분류하여 같은 효능을 가진것 중 액수가 높은 15개의 약품을 대표 약품으로 선정하였다.

##### 3-1-2 주별 수요예측

###### ① Box-Jenkins 기법의 개요

약품재고관리를 위해서 예측을 하는데는 Box-Jenkins 기법을 사용하였다. 이 기법은 약품수요와 같은 Pattern에 잘 맞는 기법으로 이산적 혹은 연속적 시계열을 모형화하고 예측하는데 주로 사용되며 기존의 자기회귀모형(Autoregressive Model, AR)과 이동평균 모형<sup>1)</sup>(Moving Average Model, MA)을 통합한 것으로 ARIMA(p,d,q)(Autoregressive Integrated Moving Average Process of order(p,d,g))로 표현된다.

이러한 Box-Jenkins 기법은 다른 통제적 기법과는 달리 의사결정자가 임의로 모형을 세우지 않고 최초의 가능한 모형으로부터 시작하여 최적 모형에 이르게 된다는 점에서 그 특색이 있다.(Mongomery, 1976) 예측모델로서 Regression 모형과 비교할 경우 ARIMA 모형은 각 시점이 어떠한 형태의 자기상관이 존재할 경우에도 취급할 수 있음에 반하여 Regression 모형에서는 각 시점간에 독립을 가정하지 않으면 사용할 수 없게된다.(Makridakiz, 1982)

1) 여기서 MA라는 것은 평활법 중의 이동평균법이 아니고 단순히 같은 이름을 붙였을 따름이다.

그러나 Box-Jenkins 기법의 가장 큰 단점은 선택영역이 넓기 때문에 분석 차에 따라서 모형이 달리 나올 수 있고, 적절하지 못한 모형을 추정할 수도 있다는 점인데 Hill 과 Woodworth (1981)는 Automatic Box-Jenkins 예측의 개발로 주관의 개입을 극소화 시키는 방안을 제시함으로써 단점을 보완하고자 하였다. 또한 Box-Jenkins 기법의 정확성이나 예측력의 실증적 연구는 Newbold (1979), Maknidakiz 와 Hibon (1979) 등에 의해서 행해졌는데 모두 Box-Jenkins 기법의 우수성을 입증했으며 국내에서도 정규석(1983)에 의해서 Box-Jenkins 기법이 Winter 나 Fourier 보다 우수하다고 입증했다.

## ② ARIMA 모형의 추정

본 연구에서는 각 약품별로 104 주 동안의 주별 소모량을 자료로 하여 ARIMA 모형을 추정하였다. ARIMA 모형 추정을 위해서는 여러가지의 Computer Package 가 있는데 본 연구에서는 BOXJE 를 사용하였다. BOXJE 는 IDEN1, IDEN2, IDEN3, IDEN4 로 나누어지는데 IDEN1 과 IDEN2 는 Univariate Time series 모형을 IDEN3 과 IDEN4 는 Transfer function 모형의 차수를 찾는 데 사용된다. 이중 본 연구에서는 두개의 독립, 종속적인 시계열을 분석하는 것이 아니고 시간에 따른 시계열의 변화만을 분석하고 예측하기 때문에 IDEN1 과 IDEN2 만을 사용하였다. IDEN1 으로서는 시계열의 안정성 유무와 ARIMA 차수를 찾는 데 기초적인 정보를 얻고, IDEN2 로서는 실제 ARIMA 차수를 찾고 매개 변수의 값을 추정했으며 예측을 행하였다. 또 자료의 수집기간중 수요의 변화에 영향을 지대하게 줄 사건(예를들어 병상의 증축으로 인한 수요의 증가 등)이 없었기 때문에 Interrupted Time Series Analysis (ITA) 기법을 쓰지 않았다.

ARIMA 모형을 추정할 때 각 약품별로 가장 간단한 ARIMA 모형에서 부터 시작하여 점진적으로 차수를 높여가는 방법을 취하였는데 모델이 적합한가를 알아보기 위하여 95% 신뢰수준에서 Q 값<sup>2)</sup>을 임계치로 비교하였다. AR 모형과 MA 모형에 모두 통과될 때는 Q 값이 작은것을 선택하였으며 여러개의 잠정모형이 모두 통계적으로 타당할 때는 작은것을 선택하였다. 여러개의 잠정적인 모형 중 최종적으로 선택한 ARIMA 모형 차수와 모수는 (표 1)과 같다.

2) 여기서 Q 값이란  $X_t$  나  $X_t^2$  의 차이 계산된 형태인  $Y_t$  의 AC 로 부터 구해지는 것이므로 모델검증을 위하여 사용된 잔차  $a_t$  로 부터 구해진 Q 와는 그 사용도가 다르다.

〈표 1〉 각 약품별 ARIMA형 모형

약 품 명	Q 값	ARIMA 모 형
1. Plasol	16.68	$(0, 1, 1) (1 - B) Z_t = (1 + 0.59 B) a_t$
2. Solu-Medrol	19.33	$(0, 1, 1) (1 - B) Z_t = (1 + 0.28 B) a_t$
3. Termin	19.44	$(0, 1, 1) (1 - B) Z_t = (1 + 0.74 B) a_t$
4. Kedacillin	20.40	$(0, 1, 1) (1 - B) Z_t = (1 + 0.63 B) a_t$
5. Panimycin	26.58	$(0, 1, 1) (1 - B) Z_t = (1 + 0.59 B) a_t$
6. Clidol	13.93	$(1, 1, 0) (1 - 0.56 B) (1 - B) Z_t = a a$
7. Cetraxate	19.65	$(1, 1, 0) (1 - 0.30 B) (1 - B) Z_t = a_t$
8. Doxolubicin	15.15	$(1, 0, 0) (1 + 0.12 B) Z_t = a_t$
9. Amikin	17.06	$(1, 1, 1) (1 + 0.30 B) (1 - B) Z_t = (1 + 0.84 B) a_t$
10. Cyclokapron	25.15	$(1, 1, 1) (1 + 0.49 B) (1 - B) Z_t = (1 + 0.88 B) a_t$
11. Cleocin	33.06	$(2, 1, 0) (1 - 0.49 B - 0.34 B^2) (1 - B) Z_t = a_t$
12. Mefoxin	15.38	$(1, 1, 1) (1 + 0.36 B) (1 - B) Z_t = (1 + 0.91 B) a_t$
13. Cefoperazone	26.44	$(1, 1, 1) (1 + 0.45 B) (1 - B) Z_t = (1 + 0.87 B) a_t$
14. Human Serum	31.26	$(1, 0, 0) (1 + 0.32 B) Z_t = a_t$
15. Tobramycin	27.64	$(1, 0, 0) (1 + 0.34 B) Z_t = a_t$

## ③ 모형의 검증

(성 과검증 : Performance Test)

일반적으로 재고관리에서 수요예측을 한 재고관리와 수요예측을 하지 않은 재고관리를 비교할 때, 수요예측을 한 재고관리의 성과(Performance)가 훨씬 높다고 보고되고 있다. (Weston, 1980 ; Stratton, 1979) 본 연구에서는 Cetraxate, Tenormin, Clidol의 3 약품을 선택하여 현재 이 병원에서 주문량을 결정할 때 사용하고 있는 2차의 이동평균법과 Box-Jenkins 기법의 성과(Performance)를 지난 60주부터 104주에 이르기까지 주별 예측치를 가지고 과거의 자료와 비교하여 성과검증(Performance Test)을 하였다.

이들의 M.A.P.E.<sup>3)</sup>를 비교하면 이동평균법인 경우는 Cetraxate가 15.1%,

3) M.A.P.E. (Mean Absolute Percentage Error)

$$M.A.P.E. = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right|}{n} \times 100$$

Tenormin이 18.2%, Clidol이 22%였다. 이에 비해 Box-Jenkins 기법은 Cetraxate가 9.5%, Tenormin이 8.2%, Clidol이 7.5%로서 Box-Jenkins 기법의 M.A.P.E.가 이동평균법에 비해 1/2 정도로 적다는 것을 알 수 있다.

〈예측력 검증〉

앞에서 설정된 ARIMA모형이 어느정도의 예측력을 갖는지를 84번째 주부터 예측을 시작해서 기간별로 검증하였다. 시점 84부터 3주까지, 5주까지, 10주까지, 그리고 20주까지의 M.A.P.E.를 구하면 3주까지 평균 10.2%, 5주까지가 11.88%, 10주까지가 14.5%, 20주까지가 19.1%의 값을 가진다. 평균적으로 예측기간이 짧으면 정확하며 기간이 증가하면 할수록 예측력은 떨어진다.

M.A.P.E. 값은 제품에 따라 상당한 차이를 보이는데 평균적으로 과거자료와 비교해서 볼 때 모델이 잘 선택 되었으며 타당성이 있다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 여러 재고정책들을 모의실험하기 위하여 이 모형들을 근거로 하여 20주의 약품수요를 예측하였다.

3-1-3 일별 수요예측

Box-Jenkins 기법에 의하여 예측된 수요는 주단위로 예측된 수요이다. 따라서 재고정책을 Simulation하기 위해서는 주단위의 예측수요를 일단위로 변경시켜야 한다. 이를 위해서 주별 예측치내에서 일별 수요예측치를 발생시켜야 하는데, 일주일동안 요일별 수요량에 큰 변동이 없으므로 이를 Uniform 분포를 나타낸다고 간주하였다.

그리고 주별 예측치 구간에서 Uniform분포를 갖는 7개의 난수를 생성하여(예를 들면, 주별 예측치가 700이면 1과 700 사이에서 7개의 난수를 생성하여) 다시 이들의 총합이 주별 예측치와 일치하도록 조정해 주었다.

즉 주별 예측치를 k라 하고 1과 k 사이에서 생성된 난수를  $W_1, W_2, W_3, W_4, W_5, W_6, W_7$ 이라 하면 i 일째 약품수요는 다음과 같다.

$$n_i = \frac{W_i}{W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6 + W_7} \times k$$

## 3-2 재고계획 및 분석 Module

이 Module에서는 다음과 같은 정보를 제공함으로써 재고관리 책임자가 쉽게 의사결정을 내릴 수 있도록 도움을 준다.

- 현재의 재고정책을 미래 5개월동안 시행할 경우 어떤 결과가 일어나는가?
- 같은 효능을 가진 약품끼리 상호대체 가능하다면 어떻게 되는가?
- 현재의 주문기간을 30일에서 15일로 변경시키면 어떻게 되나?
- 각 대안별로 최적 안전재고 수준은 어느정도인가?
- 재고부족이 생기지 않는다고 할 때 10일 주문정책과 30일 주문정책은 어느 것이 더 효과적인가?
- Lead time이 5,7,9,11로 변하면 어떤 결과가 생기게 되는가?
- 특정 약품의 수요가 일정비율만큼 줄거나 늘면 재고관리에 어떤 영향을 미치게 되나?
- 기말에 Stock-out이 없는 수준에서 재고를 0으로 하려면 주문량은 어떻게 해야하나?

## 3-2-1 재고정책 평가의 기준

약품은 일반 물품과는 달리 인간의 생명에 직접적으로 영향을 미치므로 안정적인 재고를 항상 유지하여야 한다. Murdick(1980)은 약품, 혈액 그리고 전력등의 물품은 원칙적으로 재고부족이 생기지 않게 재고관리를 실시하여야 하며 (No Stock-out Policy) 따라서 안전 재고량을 높여야 한다고 밝혔다. 그러나 이러한 이유로 물품을 무한히 보유할 수는 없다. 약품의 경우에는 병원예산에서 약품구입액이 차지하는 비율이 상당히 높으므로 재고부족이 생기지 않는 수준에서 적정재고량을 유지하는 것이 바람직하다.

본 연구에서는 재고정책을 다음과 같은 기준에서 평가하였다.

- 1) 어느 약품이든 한번이라도 재고부족이 생기는 것은 유의하라고 판정하여 평가 대상에서 제외한다.
- 2) 모든 약품에서 재고 부족이 생기지 않는 정책들은 그 재고수준이 낮은 것이 바람직하다고 평가한다.

## 3-2-2 현 재고정책의 평가

현재 약품창고의 재고정책은 다음과 같은 방침에 의하여 실시되고 있다. 약품

주문은 월 1회로 하며 약품도착일 1주일 전에 실시한다 주문량은 전월 소모량의 1.5 배를 초과할 수 없으며, 다음과 같은 등식에 의해 구해진다.

$$\text{주문량} = \text{전월의 소모량} + 7 \text{ 일간의 안전재고량} - \text{현 시점의 재고수준.}$$

그리고 효능이 같더라도 한 약품에서 재고부족이 생겼을 때 다른 약품으로 대체할 수 없으며, lead time 은 평균 7일로 보고 있고 주문 비용과 운반비용은 제약회사에서 부담한다.

이러한 현 재고정책을 Simulation 한 결과 5개월동안 한번도 재고부족이 일어나지 않은 약품은 15개 품목중 단 5개품목(Kedacillin, Panymycin, Amikin, Cleocin, Human Serum) 이었으며 1회이상 재고 부족이 일어난 약품은 나머지 10개 품목이었다. Simulation 기간중 재고부족이 일어난 품목의 재고 부족 기간과 그기간에서 일어난 재고 부족량은 (표 2)와 같다.

이 표에 나타난 바와같이 현 재고정책은 10개의 품목이 5개월동안 최소 1회이상 재고부족이 생기며 Cetraxate같은 약품은 계속해서 재고부족이 생기고

< 표 2 > 약품별 재고부족의 상황

기간	1	2	3	4	5	6	7
	Plasol	Solu-Medrol	Tenormin	Kedacillin	Panymycin	Clidol	Cetraxate
1	- 26	- 431	- 405	0	0	0	- 10265
2	0	- 396	0	0	0	- 527	- 102666
3	0	0	0	0	0	- 1141	- 14352
4	0	0	- 1165	0	0	0	- 820
5	- 10	0	- 918	0	0	0	- 2909

기간	8	9	10	11	12	13	14	15
	Doxolubicin	Amikin	Cyclokapron	Cleocin	Mefoxin	Cefoperazone	Human Serum	Tobramycin
1	- 3	0	- 74	0	0	- 608	0	0
2	0	0	- 307	0	0	- 1016	0	0
3	- 3	0	0	0	0	- 1277	0	0
4	- 8	0	- 307	0	- 230	0	0	- 204
5	- 6	0	0	0	- 2	0	0	0

있다. 즉 현 재고정책은 구입단가가 많이 차지하는 A품목의 재고를 적게 보유함으로써 화폐의 유동성을 늘리고 사장약품을 없앨 수 있지만 무엇보다도 재고부족이 많이 일어난다는 문제점을 갖고있다.

### 3-2-3 개별 안전재고를 고려한 정책

재고부족이 일어나지 않게 하려면 안전재고의 수준을 높여야 한다. 그리하여 안전재고의 수준을 현 7일에서 5일, 9일, 11일, 13일, 15일, 17일로 변경시켜서 5개월 동안 재고부족 여부를 살펴보면, 모든 약품에 대해 일괄적으로 17일치의 안전재고를 가지면 1회의 재고부족도 생기지 않는다. 그러나 약품별 수요특성이 다 다르므로 안전재고 수준도 제품별로 다 달라져야 할 것이다.

즉 안전재고수준 변경에 따른 결과를 토대로 하여 각 제품별로 비효율적인 안전재고 수준을 제거해 나가면 최적 안전재고 수준을 각 약품별로 결정할 수 있다. 그 결과로 Amikin, Cleocin은 안전재고 수준을 5일, Kedacillin, Panmycin, Human Serum은 7일, Plasol, Clidol, Mefoxin, Nebcin은 9일, Tenormin, Adriamycin, Tobramycin은 11일, Solu-Medrol, Cetraxate, Cefoperazone는 17일로 안전재고 수준을 정하여 주문정책을 실행하면 재고부족이 생기지 않는 범위에서 가장 적은 재고를 보유하는 정책이 된다고 할 수 있다. 즉 재 주문기간이 30일 때는 위의 정책이 가장 효과적이라 할 수 있다.

3-2-4 주문기간을 15일로 변경하면 10회의 주문기간중 재고부족이 생기지 않는 품목은 Panmycin 한 품목뿐이다. 현재의 재고정책에서 단순하게 기간만 변경했을 때는 재고부족이 일어난다는 점에서는 현재의 재고정책과 큰 차이가 없으며 오히려 주문회수가 증가하기 때문에 재고부족이 일어나는 품목이 더 증가하고 있다. 주문기간을 15일로 두고 안전재고 수준을 7일에서 5일, 9일, 13일, 15일로 변경시켜서 5개월간 Stock-out이 일어나는 상황을 살펴보면 다음과 같다.

즉 Panmycin의 7일, Plasol, Clidol, Doxorubicin, Mefoxin, Human Serum은 9일, Solu Medrol, Tenormin, Kedacillin, Amikin, Cleocin은 11일 Cefoperazone, Tobramycin은 13일, Cetraxate, Cyclokapron은 15일의 안전재고 수준을 유지하는 것이 최적의 재고수준 유지정책이 된다.

### 3-2-5 주문기간별 최적 재고정책의 비교

앞에서 재주문 기간이 30일 때와 15일 때의 최적 재고정책을 구하였다. 이 두

< 표 3 > 누적 재고 비교

주문 기간	1	2	3	4	5	6	7
	Plasol	Solu Medrol	Tenormin	Keda- cillin	Pani- mycin	Clidol	Cetra- xate
30	116512	83083	1032346	135505	103988	1857398	3154891
15	53176	43944	639947	322777	60583	998445	2320780
차이	63336	39139	392399	187272	43405	858953	834111

주문 기간	8	9	10	11	12	13	14	15
	Doxo- lubicin	Amikin	Cyclo- kapron	Cleocin	Mefoxin	Cefope- razon	Human Serum	Tobra- mycin
30	10627	61971	346963	63001	232893	341293	34162	326621
15	4005	41326	283430	38259	113302	204941	16190	216801
차이	6622	20645	63533	24742	119591	136352	17972	109820

정책을 비교해 볼 때 기간 변화에 따른 최적 재고정책이 최적 재고수준에서 기간중 재고부족이 한번도 일어나지 않는다는 면에서는 두 정책 모두가 동일한 가치를 얻는다. 그러나 현금으로 사용할 수 있는 유동성의 상실이라는 면과 각 약품당 재고 유지비가 기간에 비례해서 든다고 가정하면 두 정책에 대한 비교가 가능하다. 이런 평가는 일정기간중 누적재고가 얼마인가에 따라서 비교의 기준이 될 수 있을 것이다. 5개월 동안의 누적재고를 각 정책별로 비교하면 (표 3)과 같다.

30일 최적 재고정책과 15일 최적 재고정책을 비교하면 모든 제품에 있어서 15일을 주기로 하는 재고정책이 총누적 재고면에서 적다. 총누적재고가 적다는 것은 약품 1단위당 1일에 드는 비용을 화폐로 환산할 때, 상당한 액수의 비용 절감을 가져오며 유동성 손실에 대한 이자율을 계산할 때는 더 큰 가치를 지닌다고 할 수 있다.

### 3-2-6 같은 효능을 지닌 약품이 상호대체가 가능한 경우

현 재고정책은 같은 효능을 가진 약품이라도 재고부족이 생길 경우 원칙적으로 대체할 수가 없다. 현 재고정책에서 Kedacillin은 재고부족이 한번도 일어나지 않고 이에 비해 효능이 같은 Cefoperazone은 수요의 증가로 재고부족이 일어나며 각각의 최적 안전재고수준은 5일과 15일이다. 만일 재고부족이 생길 때 서

로 대체가능하다고 하고 최적 재고수준을 구하면 Kedacillin과 Cefoperazone은 13일치가 된다. 이는 Cefoperazone의 수요가 697개 만큼 Kedacillin의 수요로 대체되었다는 것을 의미한다. 이는 Cefoperazone의 가격이 9,310원, Kedacillin의 가격이 3,710원이라는 것을 고려하면  $677 \times 5600 = 3,903,206$ 원의 가격 효과가 있다.

### 3-2-7 Lead time의 변화

Gross와 Soriano(1969)은 재고 시스템에서 수요의 변동보다는 lead time의 변동에 보다더 민감하게 반응한다고 보고했고 Vinso(1972)은 재고관리에서 주문조달기간의 변동을 무시하는 경우 더 큰 금전적 손실을 가져준다고 하였다. 따라서 lead time 변화에 대한 영향을 분석하는 것이 중요하다. 앞의 정책들은 lead time이 7일이라고 가정하고 실험하였는데 lead time이 5일, 7일, 9일, 11일은 변함에 따라 각 약품의 재고부족이 어떤 영향을 받느냐 하는것을 각 lead time 별로 Simulation하였는데 결과는 (표 4)와 같다.

이 결과에 의하면 약품이 감소추세에 있는 Panymycin이나 Amikin 등은 lead time이 길어져도 재고부족 발생의 증가상태가 비교적 영향을 적게 받지

< 표 4 > Lead time 별 각 약품의 재고부족 상황

주문 기간	1	2	3	4	5	6	7
	Plasol	Solu Medrol	Tenormin	Keda- cillin	Pani- mycin	Clidol	Cetra- xate
5	0	- 661	- 130	0	0	0	- 24186
7	- 36	- 849	- 2488	0	0	- 1664	- 37112
9	- 192	- 979	- 5271	- 709	0	- 5602	- 47850
11	- 551	- 1197	- 9460	- 344	0	- 12306	- 57548

주문 기간	8	9	10	11	12	13	14	15
	Doxo- lubicin	Amikin	Cyclo- kapron	Cleocin	Mefoxin	Cefope- tazone	Humar Serum	Tobra- mycin
5	0	0	- 45	0	- 53	- 1705	0	- 103
7	- 21	0	- 678	- 25	- 232	- 2301	0	- 204
9	- 46	0	- 1642	- 100	- 490	- 3163	- 101	- 500
11	- 73	- 14	- 2782	- 139	- 666	- 4565	- 200	- 730

만 증가추세에 있는 Cetraxate, Clidol, Tenormin, Tobramycin 등은 lead time이 2일씩 길어질 때마다 2배 정도의 횡수로 재고부족이 생기므로해서 상당히 심각한 영향을 받는다고 할 수 있다. 그러나 lead time이 짧아지면 모든 약품이 비교적 적은 수준으로 재고부족의 횡수가 줄어든다. 즉 lead time이 줄어들 때 재고부족 발생 횡수의 감소에 의한 효과는 안전재고의 수준을 낮게 잡아도 효과적인 재고정책을 행할 수 있다는 것과 동일한 의미를 갖는다.

### 3-2-8 약품수요의 민감도 분석

예측된 수요는 항상 가변성을 가지고 있다. 따라서 수요의 증가 혹은 감소에 따른 영향을 파악하고 그에 따른 여러변수들의 민감도를 분석하는 것이 중요하다. 현 재고정책하에서 Plasol의 수요가 5% 증가할 때와 5% 감소할 때의 재고부족과의 변화를 살펴보면 다음과 같다. 5% 증가할 때 Simulation 기간 동안 총재고부족량은 115%의 증가하였고 누적재고는 11% 감소하였다. 수요가 5%감소 할 때는 Plasol의 경우 재고부족이 완전히 없어졌으며(즉 총재고부족량이 100%감소) 누적재고는 12%증가하였다. 따라서 수요의 변화는 재고부족에 상당한 영향을 준다고 볼 수 있다.

### 3-2-9 기말에 재고를 0으로 두면서 재고부족도 없게하는 주문량

지금까지 주문량은 안전재고 수준의 변화에 따라 결정되어 왔다. 그러나 IFP S의 Goal Seeking Command를 이용하면 재고수준을 0으로 두고 역으로 최적 주문량을 구할 수 있다. 현 재고정책에서 Kedacillin은 Simulation기간동안 재고부족이 생기지 않고 있는데 Goal Seeking을 사용하여 최적 주문량을 구하면 기간별로 170, 159, 327, 145, 202만큼의 재고를 줄일 수 있다.

## III. 요약 및 결론

지금까지 약품재고관리를 위한 의사결정지원체제(DSS)를 사례연구를 통해 구축하고 분석하였다. 특히 본 연구에서는 관리자의 의사결정에 필요한 정보를 효율적으로 제공하기 위한 DSS의 여러 특성과 약품관리의 특성을 살리기 위하여 네 부분의 Module, 즉 수요예측 Module, 재고계획 및 분석 Module, 그리고 보고서 작성 Module로 구성하였는데 이 Module들은 자기 분리되어 있는 것이 아니라 서로 정보를 교환하므로써 밀접한 관계를 유지하도록 하였다.

이중 예측 Module 은 시스템 전체에서 중심역할을 하는데, 중요 약품들의 소모추세를 파악하고 이를 바탕으로 하여 미래 약품소모에 대한 정보를 제공한다. 일별 수요예측을 위해 Simulation 만으로는 시계열적 특성을 나타낼 수 없으므로 먼저 시계열 분석에 효과적인 Box-Jenkins 방법을 사용하여 주별 수요예측을 한 다음, Simulation 을 이용하여 주별 수요량을 일별 수요량으로 변환하였다. 각 모형에 대한 검정결과, 위에 사용된 기법들은 예측력이 높은 것으로 판명되었다.

재고파악 Module 에서는 재고정책상 필요한 A 품목들(즉 고가이며 다량으로 소모되는 약품들)의 재고상태에 관한 정보를 제공한다. 그리고 이 Module 과 예측 Module 을 통하여 약품의 수요예측치가 산출되게 되는데, 이를 기초로하여 재고계획 및 분석 Module 에서는 여러 재고정책을 모의실험을 통해 계획하고 분석한다. 예를 들면, 현재 재고정책을 5개월간 Simulation 을 통해 분석한 결과 15개 품목중 10개 품목에서 재고부족이 나타났다. 또한 주문기간을 현재의 30일에서 15일로 변경할 경우 비용절감의 효과가 있으며, 더우기 같은 효능을 가진 약품들의 상호대체가 가능하다고 한다면 더 많은 비용절감을 얻을 수 있다.

Lead time 역시 재고관리에 많은 영향을 주는 것으로 나타났는데(lead time 을 증가시킬수록 재고부족이 증가하였음), 따라서 lead time 을 줄일 수 있는 제도적인 조치가 필요하다고 판명되었다. 또한 수요의 변화도 재고부족에 민감한 영향을 주는 것으로 나타났으며 Goal Seeking 에 의해 주문량을 결정할 경우 재고를 상당히 줄일 수 있었다.

보고서 작성 Module 은 위의 각 Module 들에서 발생한 정보들을 관리자가 원하는 보고서의 형태대로 작성한다.

#### \* 앞으로의 연구방향

일반적으로 DSS 는 기업경영에서 발생하는 여러가지 복잡한 문제를 다루므로 이를 효과적으로 지원하기 위해서 여러 형태의 모델을 사용한다. 본 연구에서는 Box-Jenkins 방법과 Simulation 을 사용했는데 이외에도 각종 O.R. 기법들과 통계기법들을 필요로 한다. 그러나 아직은 이 기법들이 각각 독립적인 Package 로써 서로 연결이 잘 안되고 있으나, 시스템의 전체적인 효율성을 증진시키고 사용하기 편하게 되기 위해서는 앞으로 각 모델들 뿐 아니라 보고서 작성 Module

까지 각 구성요소들이 서로 유기적으로 연결이 잘 되도록 소프트웨어가 개발되어야 하겠다.

또한 재고관리를 효율적으로 지원하기 위해서는 재고정책이나 분석 등 의사결정에 관한 측면을 다루는 DSS와 매일매일의 재고상태와 구매업무를 다루는 재고업무처리체계(TPS)가 유기적으로 잘 연결되어야 한다. 본 연구에서는 DSS 자체의 구축만을 주로 다루었는데, 이 두 시스템간의 연결 또한 연구되어야 하겠다. 그리고 현재까지는 DSS가 주로 개인을 대상으로 개발되었으나 실제로는 기업경영에 필요한 여러 의사결정이 주로 집단에 의해 이루어지기 때문에 최근 De Sanctis(1985) 등에 의해 논의가 되고있는 집단의사결정지원체계(Group Decision Support System, 약칭하여 GDSS)에 관한 연구도 진행되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

### 국내문헌

- 정규석, "An Empirical Comparison of Box-Jenkins Methods with Other Short term Time series Forecasting Method" 서울, 한국과학기술원, 1979.
- 박성주, 안철우, "Box-Jenkins 시계열 분석" 한국과학기술원 전산개발센터, 1979.

### 외국문헌

- Box, G.E.P. and Jenkins, G.M., *Time Series Analysis, Forecasting and Control*, Holden-Day, Inc., San Francisco, 1970.
- Buffa, E.S., and Miller, J.K., *Production Inventory Systems; Planning and Control*, Richard D, Irwin, Inc. Homewood, 1979.
- Cook, T.D., and Campbell, D.T., *Quasi-Experimentation design & Analysis Issue for Field Settings*, Rand McNally College Publishing Co., Chicago, 1979.
- DeSanctis, G. and Gallupe, B. "Group Decision Support Systems;

- A New Frontier " Database, Vol.16, No.2, Winter 1985.
- Fishman, G.S., *Principles of Discrete Event Simulation*, John Wiley and Sons, New York, 1978.
- Friedman, M.F., "Power-form Demand and Cost Functions in Inventory Lot Size Models" *Comput & Ops Res.*, Vol.8, No.3, 1981, pp.159-161.
- Gerrity, T.P., "Design of Man-machine Decision Systems: An Application to Portfolio Management," *Sloan Management Review*, Winter 1971, p.59.
- Gottman, J.M., *Time-Series Analysis; A Comprehensive Introduction for Social Scientists*, Cambridge University Press, Cambridge, 1981.
- Gross, D. and Soriano, A., "The Effect of Reducing Lead time on Inventory Levels-Simulation Analysis." *Management Science*, Vol.16, No.2, Oct.1969, pp.61-76.
- Hehmen, M.T., "An Integrated Decision Support and Manufacturing Control System," *Interfaces*, 14:5 September-October 1984, pp. 44-52.
- Hill, G.W., and Woodworth, D., "Automatic Box-Jenkins Forecasting," *Journal of Operational Research Society*, Vol.31, 1981, pp.413-422.
- Majewicz, D., and Swanson, L.A., "Inventory Ordering and Quantity Discounts with Time-varying Demand; A Programming Application," *Production and Inventory Management*, First Quarter, 1978.
- Makridakis, S. and Wheelwright, S.C., *The Hand Book of Forecasting; A Manager's Guide*, John Wiley and Sons, 1982.
- Montgomery, D.C., and Johnson, L.A., *Forecasting and Time Series Analysis*, New York, McGraw-Hill, 1976.
- Murdick, R.G., *MIS Concepts and Design*, Prentice-Hall, Inc., 1980.

- Nahimias, S., "Approximation Techniques for Several Stochastic Inventory models" *Comput & Ops Res.*, Vol.8, No.3, 1981, pp.141-158.
- Naylor, T.H. "Decision Support Systems or Whatever Happened to MIS?" *Interfaces*, Vol. 12, No.4. August, 1982.
- Neumann, S. and M. Hadass, "On Decision Support Systems," *California Management Review*, Vol.22, No.3 Spring, 1980.
- Payne, J.A., *Introduction to simulation*, McGraw-Hill, 1982.
- Ray, W.D., "ARIMA Forecasting Models in Inventory Control," *Journal of Ops Res society*, Vol.33, 1982, pp.567-574.
- Salvador, M.S., "Mathematical Modeling Optimization and Simulation Improve Large-scale Finished Goods Inventory Management," *Production and Inventory Management*, 2nd Quarter, 1975.
- Scheela, W.J., "The Role of Inventory in Strategic Planning," *Production and Inventory management*, Third Quarter, 1983.
- Senn, J.A., *Information Systems in Management*, Belmont, Calif, Wadsworth Publishing Company, 1982.
- Stratton, W.B., "How to Design a Viable Forecasting System," *Production and Inventory management*, First Quarter, 1979.
- Tsitsiklis, J.N., "Periodic Review Inventory Systems with Continuous Demand and Discrete Order Sizes", *Management Science*, Vol.30, No.10, October 1984, pp.1250-1254.
- Vinson, G.E., "The Cost of Ignoring Lead-Time Unrealizability in Inventory Theory," *Decision Science*, Vol.3, 1972, pp.87-105.
- Weston, F.C., "A Simulation Approach to Examining Traditional EOP/EOQ and Single Order Exponential Smoothing Efficiency Adopting a Small Business Perspective," *Production and Inventory Management*, Second Quarter, 1980.

