

시계열 개입 분석을 이용한 환자의뢰제도의 개입효과 평가

연세대학교 의과대학 예방의학교실

조우현·이해종·손명세·남정모·유승흠

= Abstract =

An Evaluation of a Patient Referral System using Intervention Analysis

Woo Hyun Cho, Hae Jong Lee, Myongsei Sohn, Chung Mo Nam, Seung Hum Yu

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

The purpose of this study was to introduce the methodology of intervention analysis with time series data and to investigate the influence of the patient referral system on medical care utilization in Kangwha county. The data were obtained at the Kangwha Medical Insurance Society and we analysed the material based on the outpatient care fee.

The results were as follows:

1. The average outpatient care utilization in the hospital decreased by 41.7% due to the patient referral system.
2. The utilization of the health institution increased by 278.8 persons per month due to the patient referral system.
3. The patient referral system did not influence the total outpatient care utilization.

The methodology of intervention analysis, which detected the effect of intervention, will be helpful to the study of public health area.

I. 서 론

강화군은 1982년 7월 1일부터 지역의료보험제도가 실시된 지역으로서 1985년 11월을 기해 보험재정의 건전화화를 꾀하기 위하여 환자의뢰제도를 실시하였다. 환자의뢰제도는 피보험자와 피부양자가 외래진료를 받을 경우 우선적으로 일차의료기관(의원, 보건기관)을 방문하도록 하며 일차의료기관에서의 진료가 필요할 경우에는 일차의료기관 진료의뢰서를 발급되어야 의료보험 진료비를 조합에서 지급해 주는 의료전달체제 확립을 위해 통제

적으로 시행하는 제도이다.

한편 이지역의 의료기관 현황을 살펴보면 일차진료기관은 강화읍에 위치한 K병원 1개소이며 일차진료기관인 의원급 역시 대부분 강화읍에 소재하고 있다. 강화읍 이외지역의 일차진료는 대부분 보건지소등의 공공 보건의료기관에서 담당하고 있다. 이러한 진료기관의 분포에 따라 다음과 같은 가정이 가능하다.

첫째, 환자의뢰제도의 실시에 따라 병원의 총 외래환자가 감소한다.

둘째, 일차진료기관중 보건기관은 환자의뢰제도의 실시에 따라 총외래 환자가 증가한다.

셋째, 주민의 의료이용에 있어서 진료기관별 의료이용량은 변화하나 총외래이용량은 변화하지 않는다.

이상의 가정을 분석함에 있어서 외래이용량은 시간의 경과에 따라서 영향을 받으므로 각 시점에서 얻은 값들은 독립이 아니다. 따라서 이러한 문제점을 해결하는데 적합한 분석방법으로서 변수의 자기 상관함수를 이용한 박스-젠킨스의 시계열 개입분석의 방법론을 소개하여 보건학 분야에 있어서 이러한 방법론을 도입하고자 한다.

II. 개입분석

개입분석(intervention analysis)이란 어떤 정책개입이 관련된 시계열에 어떤 성격과 얼마만한 변화를 주는지를 분석하는 통계적 방법을 말한다. 일반적인 모형은 다음과 같다.

$$Y_t = \sum_{j=1}^k W_j(B) \cdot X_{jt} + N_t$$

여기에서

Y_t = 시점 t 에서의 반응계열(response series)

X_{jt} = j 번째 개입의 t 시점에서의 외생변수(exogenous variable) 값

N_t = 확률적 잡음(stochastic noise)

B = 후향이동 연산자(backshift operator) 즉 $\beta^s X_t = X_{t-s}$

$W_h(B)$, $S_i(B)$ = j 번째 개입의 미지모수

일반적으로 X_t 의 형태는 단계함수(step function)나 충격함수(impulse function) 두가지 형태로 주어진다.

$$X_t - S_t^{(T)} = \begin{cases} 0 & t < T \\ 1 & t \geq T \end{cases} \quad : \text{단계함수}$$

$$X_t - P_t^{(T)} = \begin{cases} 0 & t \neq T \\ 1 & t = T \end{cases} \quad : \text{충격함수}$$

입력상태에 따라 대응되는 출력상태는 여러가지 수학적 모형들을 생각할 수 있으나 이 연구에서 사용된 입력함수와 출력함수는 그림 1과 같다. 총 외래와 병원 외래에서 사용된 그림 1-1의 출력함수는 T 시점에서 개입이 주어졌을 때 개입으로 인해 $T+1$ 시점부터 시계열에 W 만큼의 평균에 변화가 있다는 것을 보여주며 그림 1-2의 출력함수는 개입이 있기 전까지 평균을 중심으로 진행되는 시계열이 개입으로 인해 기울기 W 를 가진 직선을 중심으로 변화하는 것을 보여준다.

III. 분석방법

1. 분석자료

강화의료보험조합에 청구된 의료기관의 진료비 청구건수를 분석자료로 이용하였다. 이 중 의료보험 실시 초기인 1982년 7월부터 1982년 12월까지의 6개월 자료는 변동이 심하므로 제외하고 1983년 1월부터 1986년 12월까지의 48개월을 월별, 진료기관별로 구분하여 분석하였다.

2. 청구건수의 조정

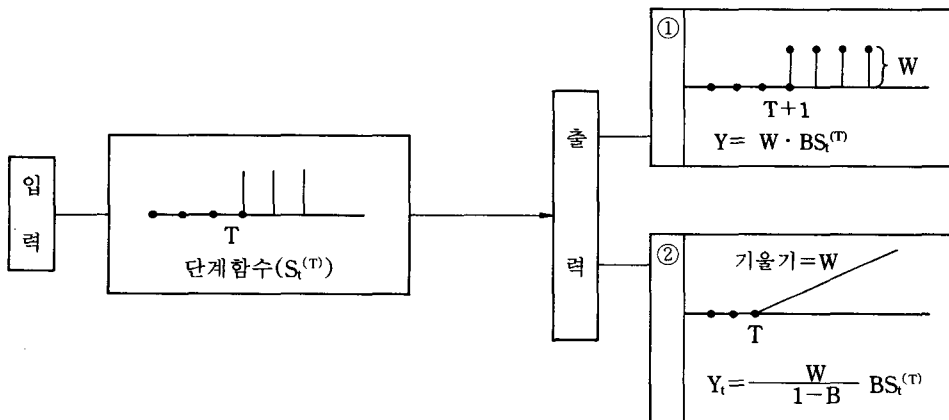


그림 1 사용된 입력함수와 출력함수

진료비 청구건수는 강화군의 인구가 연도별로 감소하고 있기 때문에 이를 조정하여 조정된 청구건수를 분석에 이용하였다. 그림 2는 각 기관별 외래 청구건수의 시도표(time plot)이다.

3. 분석 절차

일반적으로 시계열 개입에 대한 분석절차는 다음과 같다.

1. 개입이 있기 전까지 자료로써 ARIMA(autoregressive integrated moving average) 모형을 확립한다. 즉 자료형태에 대한 사전 지식을 갖고 이 자료가 안정적 시계열(stationary time series)인지 조사한 다음 안정적 시계열이면 자동상관관계(autocorrelation function)와 편자동상관관계(partial autocorrelation function)로 부터 ARIMA 모형의 차수를 구한다.

2. 위의 모형의 모수를 추정한다.

3. 위의 모형이 적합한지를 검토한다. 즉 Q-통계량(Box GEP와 Pierce DA; 1970)으로 모형의 적합성을 검토하고 잔차 자동상관관계(residual autocorrelation function)와 잔차 편자동상관관계(residual partial autocorrelation func-

tion)로 부터 백색잡음계열(white noise)의 독립성을 검토한다.

4. 개입이 주어졌을 때 입력의 형태와 예상되는 출력의 형태를 찾는다.

5. 외생변수를 포함한 모형에서 모수의 추정과 적합성을 검토한다.

이상의 절차를 도시하면 그림 3과 같다.

IV. 결과 및 토의

그림 2를 통하여 다음과 같은 사실을 알 수 있다.

첫째, 총외래이용량은 평균을 중심으로 변화하다가 개입으로 인한 변화가 미세하다.

둘째, 병원외래이용량은 상승하는 추세를 보이고 있다가 개입 이후로부터 평균에 변화(감소)가 있다.

셋째, 보건소이용량은 약간의 감소 추세를 보이다가 개입 이후로부터 직선적인 관계로 증가한다.

Nt , Nt'' , Nt''' 을 총외래, 병원외래, 보건이용에 대한 확률적 잡음이라 하자. 개입이 있기 전까지의 시계열 자료로써 Nt , Nt'' , Nt''' 의 ARIMA 모형을 먼저 찾아야 하는데, 실

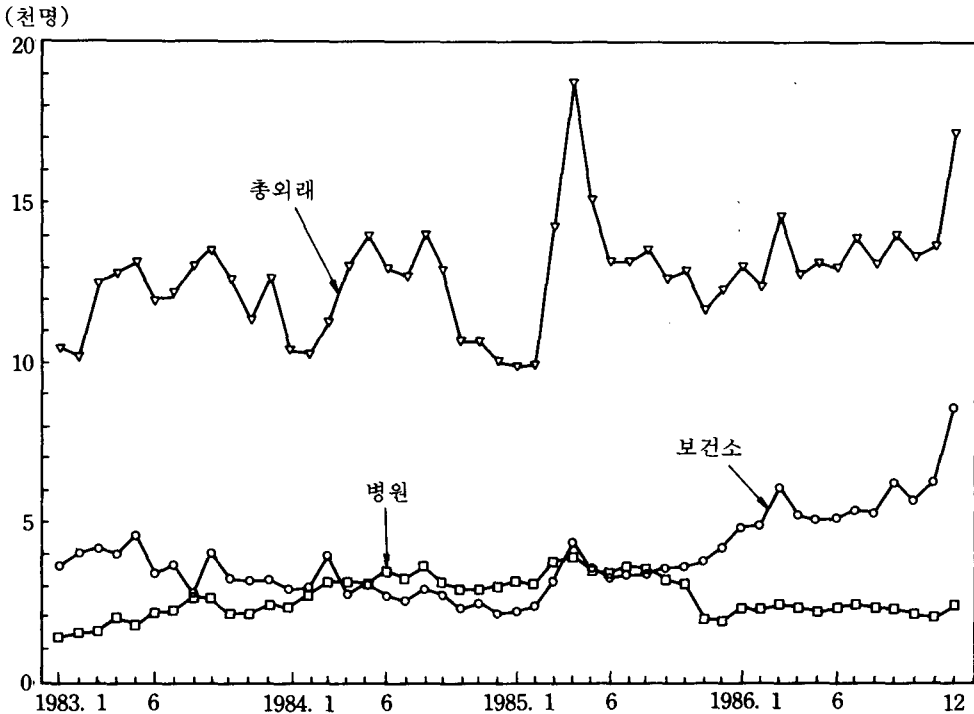


그림 2 기관별 외래이용에 대한 시도표

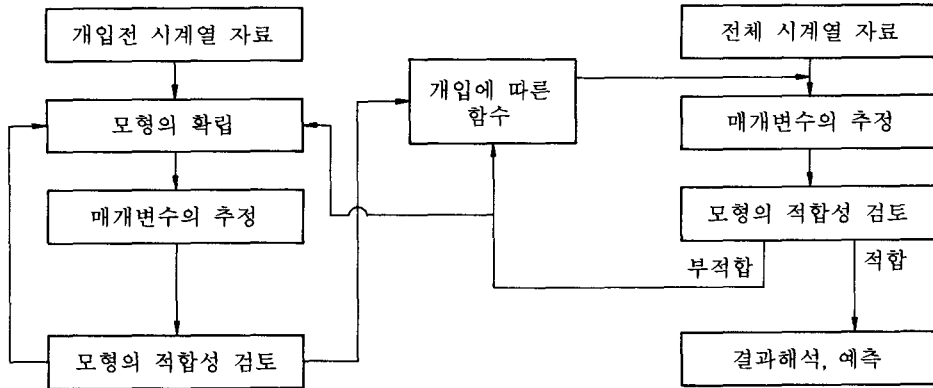


그림 3 모형 정립의 단계

레오 보건소이용량에 대한 모형을 찾아가는 과정을 보자. 시도표에서 보는 바와 같이 감소하는 추세를 가지므로 1차의 규칙적인 차이계산(regular differencing)을 하여야 하는데 그 결과 자동상관관계와 편자동상관관계가 그림 4와 같다. 그림 4에서 ARIMA 모형의 차수를 정확하게 결정하기 어려우나 ARIMA(1, 1, 0), ARIMA(0, 1, 1), ARIMA(1, 1, 1)모형이 예상되며 계절적인 주기성은 보이지 않고 있다. 추정을 통한 결과, 자동회귀모형의 모스는

의미가 없으며 ARIMA(0, 1, 1)모형이 잔차자승합의 측면에서 가장 좋았다. 또한 ARIMA(0, 1, 1)모형의 잔차 자동상관관계와 잔차 편자동상관관계도 그림 5에서와 같이 잔차의 2 표준편차를 나타내는 점선부분내에 다 위치하고 있으므로 백색잡음 계열에 대한 독립성을 보여줄음을 알 수 있다. 같은 방법으로 총외래와 병원의래에 대한 모형을 찾아본 결과 다음과 같은 모형에 의한 적합이 적절하였다.

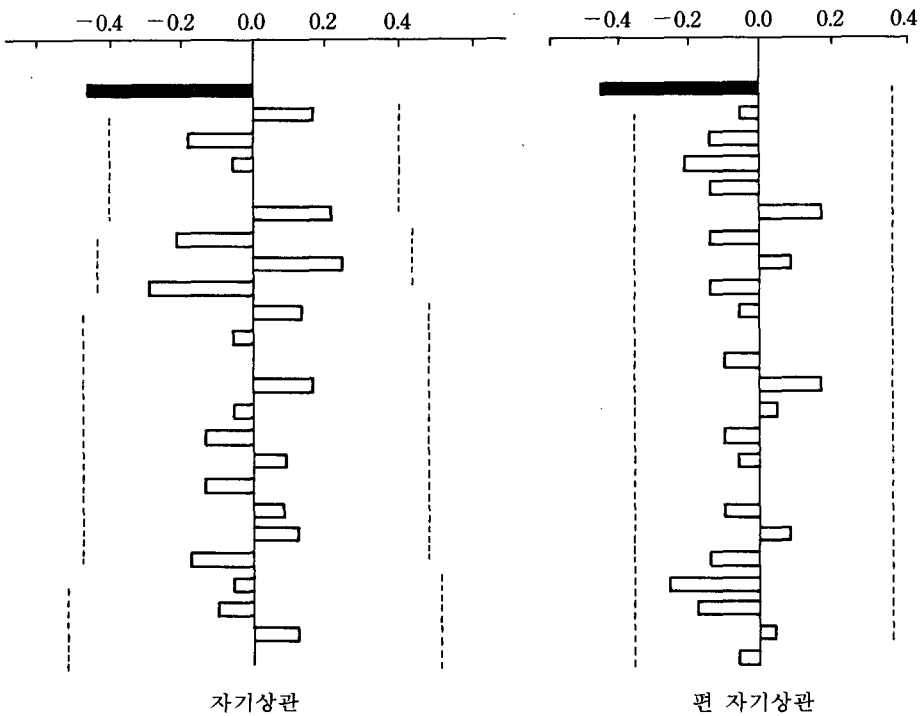


그림 4 보건소 이용량의 자기상관 및 편자기상관 함수

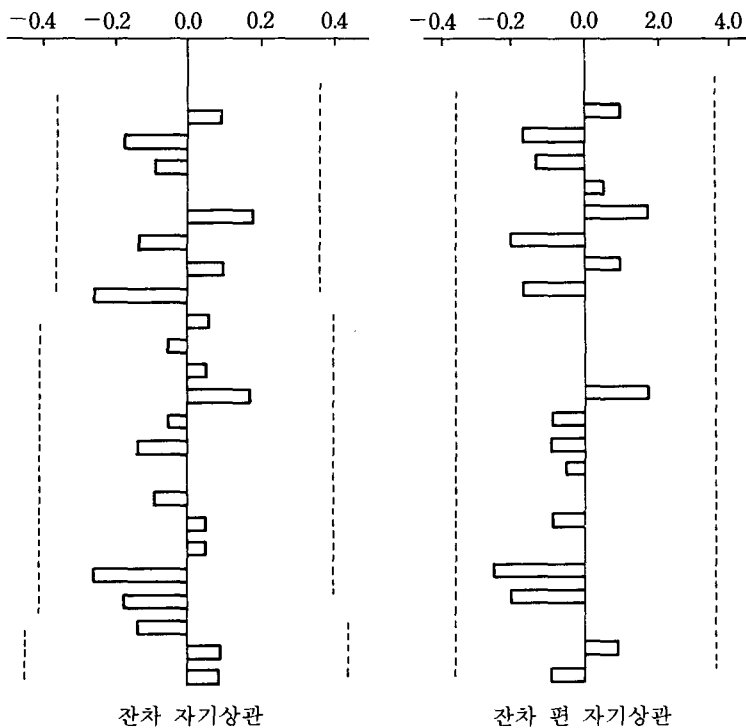


그림 5 보건소 이용량의 잔차 자기상관 및 잔차 편자기상관 함수

$$Nt' = \alpha t' / (1 - \epsilon B) \quad \dots \dots \dots \text{ARIMA (1, 0, 0)}$$

$$Nt'' = \alpha t'' / (1 - B) \quad \dots \dots \dots \text{ARIMA (0, 1, 0)}$$

$$Nt''' = (1 - \theta B) \cdot \alpha t''' / 1 - B \quad \dots \dots \dots \text{ARIMA (0, 1, 1)}$$

여기에서 $\alpha t'$, $\alpha t''$, $\alpha t'''$ 은 각각 백색잡음계열을 나타낸다. 이러한 확률적 잡음의 모형을 토대로 하여 환자의퇴제도가 도입된 이후까지의 전체 시계열모형을 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} (\text{총외래이용량})_t &= W_0 \cdot X_t + Nt' \\ (\text{병원외래이용량})_t &= W_1 \cdot X_t + Nt'' \\ (\text{보건소이용량})_t &= (W_2/1 - B) \cdot X_t + Nt''' \end{aligned}$$

여기에서

$$X_t = \begin{cases} 1 & \text{1985년 11월 - 1986년 12월} \\ 0 & \text{그 밖의 기간} \end{cases}$$

이상의 가정된 모형을 BMDP를 사용하여 추정한 결과는 다음과 같다.

이상에 적합된 모형은 예상되는 다른 모형을 사용한 것보다 잔차자승합이 상대적으로 적었으며 잔차의 자동상관관계나 편자동상관관계의 측면에서도 백색잡음계열

표 1. 가정된 모형의 추정된 결과

구 분	모 수	추정량	표준오차	t-값
총외래	ϕ	0.9958	0.0004	2294.02
	W_0	-1181	1593.28	-0.74
병원외래	W_1	-1103	263.79	-4.18
보건소외래	θ	0.4862	0.1493	3.26
	W_2	278.8	90.9722	3.06

에 대한 독립성을 보장해 준다. 표 1에서 보면 병원외래와 보건소 이용에 있어서는 t-값이 각각 -4.18, 3.06으로 환자의퇴제도로 인한 개입효과가 있었다. 즉 병원외래이용에 있어서는 1983년 1월부터 환자의퇴제도가 적용되기 이전의 평균 이용량에 비하여 41.7% 감소가 있었으며 보건소 이용에서는 매달 278.8명씩 증가하였다. 그런데 보건소 이용량에 대한 모형에서 직선으로 증가하는 출력함수를 사용하였는데 이 출력함수를 사용한 이유는 시도표를 통해 볼 때 보건소 이용량이 환자의퇴제도가 실시되고 부터 직선적으로 증가하는 현상을 보이며 또한 이 출력함수를 사용하였을 경우 모형에 대한 잔차자승합이 다른 출력함수를 사용하였을 경우보다 상대적으로

적었기 때문이다. 그런데 이 출력함수는 시간의 경과에 따라 보건소 이용량이 무한히 많아 질 수 있다는 것을 뜻하는데 개입이후의 충분한 자료가 있다면 이 출력함수는 증가하다가 어떤 선에서 수렴하는 출력함수로 변경하는 것이 좋을 것이라 생각된다.

이상과 같이 보건학의 연구대상자료는 여러가지 형태를 갖고 있으며 그 중에는 시계열 자료도 상당히 많다. 그러나 많은 보건학 연구에서 시계열 자료에 대한 적합한 분석 방법을 적용하지 못하고 있으며 소수의 어떤 시점을 기준으로 전·후간을 비교하는 경향이 있다. 이 연구는 의료이용에 대한 시계열 자료를 시계열 개입분석방법을 통해 효과를 평가함으로써 보건학분야에 있어 이러한 방법론을 도입하고자 하였다.

V. 결 론

1983년 1월부터 1986년 12월까지 48개월간 발생주의 원칙에 따라 강화의료보험조합에 청구된 기관별 외래진료비 청구건수를 자료로 하여 같은 지역의 1985년 11월에 실시된 환자의뢰제도의 개입효과를 박스-젠킨스 법에 의한 시계열 개입분석으로 평가한 결과 다음과 같다.

첫째, 병원외래 이용량은 제도실시 전에 비하여 41.7

%의 감소효과가 있었다.

둘째, 보건기관의 외래이용은 제도실시후 매달 278.8명씩의 증가효과가 있었다.

셋째, 제도실시는 지역사회 외래이용 총량에는 영향을 미치지 않았다.

이상과 같이 어떤 정책의 개입효과를 측정하기 위한 분석방법론으로서의 박스-젠킨스법에 의한 시계열 개입분석은 보건학분야에 있어서도 그 활용성이 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 유승훈, 김한중, 이해중. 지역의료보험의 재정 및 적자요인 분석. *사회보장연구* 1985; 1(1): 151-167
- 유승훈, 이용호, 조우현. 우리나라 의료이용에 관한 연구. *예방의학회지* 1986; 19(1): 137-145
- 유승훈, 조우현. 전국민 의료보험 실시에 따른 의료이용수준과 양사의 변화. *대한병원협회지* 1987; 16(10): 1-5
- Box GEP, Tiao GC. *Intervention Analysis with Applications to Economic and Environmental Applications*. *J. of American Statistical Association* 1975; 70: 70-79
- Box CEP, Jenkins GM. *Time series Analysis, Forecasting and Control*. San Francisco; Holden-Day, Inc., 1970