

## 확률적 사망률 예측모형에 의한 국민건강보험 진료비 장기 전망

Stochastic Forecasting Health Expenditure with the Application  
to the Korea's National Health Insurance System

정우진\*  
Chung, Woo Jin

◁ 목 차 ▷

- |              |            |
|--------------|------------|
| I. 문제의 제기    | IV. 연구결과   |
| II. 기존 문헌 고찰 | V. 요약 및 결론 |
| III. 연구방법    |            |

〈요 약〉

급속한 인구고령화와 함께 의료기술 고도화, 양질 의료의 소비 욕구 증대로 국민건강보험 보험진료비는 거의 지수적으로 급증하여 1990년에 약 3조원이던 보험진료비는 2005년에는 약 25조원에 이룸으로써 막대한 국민부담이 되고 있다. 본 논문은 최근 주요국가에서 활용하고 있는 확률적 사망률 예측 모형과 ARIMA모형을 이용하여 2050년까지의 국민건강보험 진료비를 예측하였다. 예측결과에 따르면, 2004년에 약 22조 5060억원이었던 국민건강보험 진료비는 2004년 불변가격 기준으로 2010년에 약 33조원으로 증가하고 2020

\* 연세대학교 보건대학원 교수, Email : wchung@yumc.yonsei.ac.kr

년, 2030년, 2040년에는 각각 약 54조원, 약 81조원 그리고 약 108조원에 이르러 2050년에는 약 129조원으로 증가할 것으로 전망되었다. 그리고 진료비 예측에 보다 예측력이 높은 인구예측자료 및 적용인구 1인당 진료비 예측자료가 사용되어야 함을 알 수 있었다.

핵심용어: 고령사회, 의료비, 건강보험, 사망률, 확률적 예측

## I. 서 론

현재 우리나라가 직면하고 있는 인구고령화 그 자체는 결코 새로운 현상이 아니다. 19세기 초기부터 평균기대여명(life expectancy at birth)은 모든 연령층에서 증가되어 왔고 특히 고연령층에서 그 증가수준이 더 큰 양상을 보여 왔기 때문이다(Vaupel et al., 1998; Oeppen and Vaupel, 2002). 그러나 무엇보다도 중요한 새로운 현상은 인구고령화가 현대 복지국가의 만성적인 재정문제를 야기함으로써 중요한 정치적 쟁점이 되고 있다는 점이다(Guillemard, 1983).

인구고령화에 따른 재정문제에 직면한 주요 외국의 연구자들은 미래 의료보장에 소요되는 지출액을 예측하고자 심혈을 기울여 왔다. 그런데 이를 위해서는 정확한 진료비 예측을 위해서는 사망률을 정확하게 예측하여 인구수준 및 구성을 예측하고, 이에 의료이용률 및 의료기술발전 예측을 접목시킬 필요가 있다. 하지만 주요 선진국에서조차도 확률적(stochastic) 요소를 경시한 채 확정적인(deterministic) 가정에 근거해 진료비를 예측함으로써 고령인구 수명과 건강향상의 영향을 과소추정하는 우를 범하였다(Robine, Mormiche and Sermet, 1998; Tuljapurkar, Li and Boe, 2000; Doblehammer and Kytir, 2001). 따라서 최근에는 예측방법을 보완하여 진료비를 결정하는 각 요소 즉, 사망률예측, 인구예측, 인구범주별 1인당 진료비예측과정에 확률적 변이를 가정한 모형을 구축하여 진료비를 장기 예측하기 시작했다(Miller, 2001; Lee and Miller, 2002; Brockmann and Gampe, 2005).

하지만 우리나라에서는 국민건강보험 진료비 장기예측과정에서, 사망률예측 및 인구예측 과정을 생략하고 통계청이 발표하는 장래인구추계 결과를 배타적으로 사용하고 있다. 또한 인구범주별 1인당 진료비 예측도 단순 조성법 또는 확정적 방법을 이용하고 있는 실정이다. 더욱이 많은 연구가 GDP 대비 비율로 국민건강보험 진료비를 예측하고 있어 진료비의 절대 규모를 파악하기에 어려움이 있다.<sup>1)</sup>

1) 본 논문에서 사용하는 ‘국민건강보험 진료비’의 의미는 국민건강보험공단이 그동안 통계연보에서 정의하여 광범위하게 사용된 바에 따른다. 즉 “요양기관에서 건강보험환자 진료에 소요된 비용으로 공단부담금과 환자본인 부담금을 합한 금액이며, 요양기관에서 청구한 총진료비중 심사결정된 진료비”를 말한다.

이에 본 논문에서는 확률적 예측모형을 이용하여 국민건강보험 진료비를 2050년까지 장기 예측하고자 한다. 먼저 국내초유로 최근 선진국에서 활발하게 사용하고 있는 확률적 사망률 예측모형을 이용하여 성·연령별 사망률을 예측할 것이다. 그리고 이를 이용해 인구수준 및 구성을 예측하고자 한다. 연이어 본 논문에서는 인구범주별 1인당 진료비를 ARIMA 모형을 통해 예측할 것이다. 비교를 위해 통계청 인구추계치와 인구범주별 적용인구 1인당 확정적 진료비 예측치를 이용하여 진료비를 예측할 것이다. 결과를 비교함으로써 통계청 사망률 예측방법과 인구추계방법 그리고 진료비 장기예측방법의 개선 필요성을 논할 것이다.

## II. 기존 문헌 고찰

공적 의료보장제도의 진료비 예측을 다룬 연구는 방법 상 크게 세 가지로 구분될 수 있는데 첫째, 횡단면 자료를 이용한 예측, 둘째, 확정적(deterministic) 시계열 모형을 이용한 예측, 마지막으로, 확률적(stochastic) 시계열 모형을 이용한 예측이 그것이다.

먼저 횡단면 자료를 이용한 예측은, 학계에서 보다는 정부기관에서 주로 간편하게 사용하는 방법으로 총 연간 지출자료를 단순 외삽하여 미래지출규모를 예측한다(Mayhew, 2001). 이 방법에서는 특정 연령범주의 진료비 지출자료를 해당 연령범주 인구 예측치에 가중(weight)하는 것이 일반적이므로 예측치가 인구성장 및 변동 등 인구학적 요소(demographic factor)에 크게 의존하는 특성을 갖는다. 결과적으로 진료비는 고령인구의 증가에 따라 당연히 증가하게 된다. 우리나라에서는 국민건강보험공단의 문성현(2002)이 통계청의 성·연령별 인구추계자료와 1996-1999년 입원 및 외래 진료비 연평균 증가율평균치 자료를 이용하여 2002~2010년까지 국민건강보험 진료비를 예측하였다.

일군 연구자들은 상기 횡단면 자료를 이용한 예측이 고령화속도, 소득과 의료기술발전의 동적 상호관계를 무시하므로 예측결과에 문제가 있음을 지적하였다. 따라서 그들은 진료비의 장기적 추세와 1인당 소득, 고령화율, 시간추세 등 독립변수의 관련성을 회귀방식으로 추정하고 독립변수의 확정적 예측치를 적용하여 진료비를 예측하였다(Getzen, 1992; Newhouse, 1992). 이것이 바로 확정적 시계열 모형을 이용한 예측이다. Getzen(1992)은 1960~1988년간 20개 OECD국가의 진료비자료를 65세 이상 인구비율, 1인당 GDP 그리고 추세변수에 회귀하였다. 그 결과 인구고령화는 기타 변수를 무시한 경우에만 통계적으로 유의하게 의료비와 관련이 있으며, 1인당 GDP와 추세 변수를 포함하는 경우 고령화지수의 유의성은 완전히 사라지는 것으로 분석되었다. 개별국가 대상 연구에서는 인구고령화가 의료비에 유의적이기는 하나 그 크기는 매우 작다는 연구가 있기도 하다. Newhouse(1992)는 의료기술발전이 미국 의료비 상승의 50%이상을 설명하며, 인구고령화, 소득증가, 보장성 강화 등은 이에 비

해 훨씬 미약한 영향을 주고 있음을 지적하였다. 하지만 이러한 방법의 연구는 독립변수에 고려하는 1인당 소득을 최근 몇 년의 단순 증가율로 두거나, 인구규모 및 구조 등의 확률적 변이를 별도로 고려하지 않는 등의 한계점을 내재하고 있다.

한편 최근 주요 선진국에서는 단지 인구학적 요소변화와 경제환경 변화추세만을 고려한 기존 연구결과에 의문점을 제기하고 새로운 통계방법을 통해 진료비를 결정하는 주요 요소의 확률적 변화를 모형에 포함할 것을 제안하고 있다.

그런데 진료비 예측에 확률적 요소를 구비하기 위해 먼저 생각해야 할 것이 인구수준 및 구성의 확률적 예측 나아가서 고령자수의 확률적 예측이다. 그리고 고령자수를 제대로 예측하기 위해서는 사망률의 정확한 예측이 선행되어야 한다. 그러나 정부부문에서는 단순히 장래 출생시 기대여명이 어떻게 될 것이냐에 대한 판단 하에서 사망률을 예측하기도 한다. 우리나라 통계청을 포함한 일부 국가의 통계국에서는 이러한 방법을 택하고 있다.<sup>2)</sup>

이에 대해 미국 등 선진국의 연구에서는 각국 정부의 사망률 예측에 근거한 고령인구수 예측치가 사후에 확인된 결과에 비해 과소예측하고 있는 점을 지적하고 있다(Keilman, 1997; Lee and Carter, 1992). 주요 선진국의 정부 인구예측자료의 문제점을 연구한 Keilman(1997)은 예측시점기준으로 15년 이후 85세 이상 여성인구수에 있어 예측오차가 -15%에 이르고 있음을 지적하였다. 또한 최근 미국의 National Research Council의 보고서에 따르면 U.N.이 1965~1990년 사이에 발표한 15년 이후 유럽과 북미의 고령인구수 예측치 평균오차는 -10%에 이르고 있다(National Research Council, 2000). 이러한 오차가 발생한 이유중 하나는 이민(immigration) 때문이라고는 하지만 주된 이유는 사망률 감소와 평균수명 증가에 확률적 요소를 무시하고 과소 예측한 것에 기인한 것이다(National Research Council, 2000; Keilman, 1998).

따라서 사망률의 정확한 예측 필요성이 크게 부각되기 시작했다. 사망률 예측 이론과 적용은 최근 수십년 동안 상당히 발전되어 왔고 여러 방법이 개발되었다(Land, 1986; Pollard, 1987; Olsansky, 1988; Keyfitz, 1991; Lee, 1998; Tabeau et al., 2001). 보통 단기 예측은 사망률, 평균수명 또는 모형의 매개변수들을 단순 외삽하는 방법으로 수행된다. 그러나 몇 십년동안에 대한 예측에서 선형 외삽은 신뢰성이 낮은 결과가 도출될 수 있는 한계가 있다.

주요 선진국 학계에서는 사망률에 영향을 주는 의학적(medical), 행태적(behavioral), 사회적(social) 요소를 따로 고려하지 않고 사망률 그 자체의 장기추이를 확률적 시계열모형으로 해결하는 방법을 사용한다(Lee and Carter, 1992; Lee and Miller, 2001) 그리고 이를 기초로 기타 진료비에 미치는 요소들의 일부 또는 전부를 확률적 예측모형에 포함하고 있다(Miller, 2001;

2) 우리나라 통계청에서는 향후 평균수명 증가속도를 구하여 평균수명을 예측한 결과에 지난 1~2년도의 성·연령별 사망률 구조를 사용하여 성·연령별 사망률을 예측하고 이를 이용하여 인구수준 및 구성을 예측하고 있다(통계청, 2001). 즉, 사망률의 역사적 변이를 기초로 평균수명을 예측하는 것이 아니고 거꾸로 평균수명을 예측하고 이를 가지고 사망률을 예측하고 있는 실정이다.

Lee and Miller, 2001, 2002; Brockmann and Gampe, 2005). 예로 Miller(2001)는 생애주기별 진료비를 미국 메디케어(Medicare) 지출 예측에 활용하였는데 사망률과 사망까지의 기간의 분포를 도출하기 위하여 확률적 시계열 모형을 사용하였다. 또한 Lee and Miller(2002)는 진료비 예측과정의 불확실성을 수량화하기 위하여 확률적 시계열 모형을 가지고 출산율, 사망률과 1인당 진료비의 시간적 변동을 고려하여 2075년까지 미국 메디케어 진료비를 예측하였다.

선진국의 이러한 연구성과와는 달리 지금까지 우리나라에서 행해진 대부분의 진료비 예측은 정도의 차이는 있으나 확률적 과정을 거치지 않고 대부분 횡단면 자료를 이용한 예측과 확정적 시계열 모형을 이용한 예측에 머물러 왔다. 또한 예측력에 대한 학문적 검증을 거치지 않고 통계청 장래인구추계결과를 그대로 사용해 왔다. 만일 주요 선진국의 학자들이 정부 공식 인구추계자료에 대해 제기한 바와 같이 우리나라 통계청의 장래인구추계자료도 역시 예측력이 너무 떨어진다면 국민건강보험 진료비가 부정확하게 장기 예측될 가능성이 있는 것은 너무나 자명하다.

예로 한국보건사회연구원의 김미숙 등(2003)은 2002년 OECD Health Data에서 1960-2000년까지 41년간 30개국의 1인당 국민의료비를 65세 이상 인구비중, 1인당 GDP, 공공부문 의료비 비중, 여성의 경제활동참가율, 행위별수가제도 채택 여부를 회귀하여 각 변수의 계수를 추정하고 각 독립변수의 추이와 통계청 인구예측자료를 사용하여 우리나라의 장래 GDP 대비 국민의료비 비중을 예측하였다.<sup>3)</sup> 한편, 한국조세연구원의 최준욱·전병목(2004)은 2003년 국민건강보험 성·연령별 급여 지출액을 이용하여 1인당 급여가 ① 1인당 소득과 같은 비율로 증가하는 경우와 ② 실질임금과 같은 비율로 증가하는 경우를 각각 가정하여 GDP 대비 국민의료비 비중을 예측하였는데 인구수준과 구성자료로 통계청의 인구추계자료를 활용하였다.

### III. 연구방법

#### 1. 연구자료

본 연구 연구시점(2006년)에 가용한, 통계청의 1983~2003년까지 5세 연령계급별 성·연령별 사망률 자료를 사망률의 확률적 예측을 위해 사용하였다. 한편, 통계청자료에 의하면, 최고령 인구계급의 변동이 1993년에 있었다. 즉, 최고령 인구계급은 1983~1992년은 80세 이상 인구, 이어서 1993~2003년에는 85세 이상 인구였다. 분석을 위해서는 최고령 인구계급을 80세 이상으로 통일하는 것이 불가피하였다. 그러나 앞으로 다가올 미래에는 평균수

3) 이 연구는 또한 단순 단변량 시계열분석방법을 적용하여 GDP 대비 국민의료비 비중예측을 시도하였다.

명이 증가할 것이므로 최고령 인구계급을 더 고령으로 조정해야 한다. 이 문제를 해결하기 위하여 본 연구에서는 각국에서 널리 사용하는 Coale and Guo(1989)의 방법에 따라 최고령 인구계급을 110세 이상까지 확장하였고 보다 정교한 분석을 위해 인구고령화가 훨씬 진전된 일본 통계청의 사망률 자료를 참고하였다. 인구예측을 위해서 추가로 필요한 연령별 출산율, 성·연령별 순국내 이주율, 출생시 성비자료는 통계청이 2005년 장래인구예측에서 사용한 수치를 이용하였다. 인구범주별 1인당 건강보험 진료비 예측을 위해서 의료보험연합회, 국민건강보험공단과 국민의료보험관리공단 통계연보의 건강보험 진료비 자료를 이용하였다. 건강보험 진료비는 통계청이 발표한 소비자물가지수(consumer price index)를 이용하여 2004년 불변가격으로 변환하였다.

## 2. 진료비 예측을 위한 주요 세부 모형

### 1) 기본 모형

장래 적용 인구 진료를 t년도( $t=1, \dots, T$ )에 소요되는 비용은 s성별(즉, 남성 m 또는 여성 f)과 x연령( $x=1, \dots, K$ )인 인구범주의 진료비 예측치의 총합으로서 다음 식으로 표현된다.

$$H_t = H_t^m + H_t^f$$

$$H_t^s = \sum_x (P_{x,t}^s \cdot H_{x,t}^s)$$

여기서  $P_{x,t}^s$ 는 t년도에 s성별 x연령인 적용 인구수이며  $H_{x,t}^s$ 는 성·연령별 적용인구 1인당 진료비를 나타낸다.

본 연구에서는 성·연령별 적용인구수와 성·연령별 적용인구 1인당 진료비에 대한 각각 두 가지 가정 하에서 네 가지 예측방법을 설정하여 진료비를 예측하고 비교하였다. 그 이유는 우리나라에서 진료비 예측시 주로 통계청 장래인구추계자료를 활용하고 있으며 연령범주별 1인당 건강보험진료비 증가율에도 확률적 변화요소를 포함하고 있지 않기 때문이다. 네 가지 예측방법으로 얻은 결과를 비교함으로써 매우중요한 시사점을 도출할 수 있을 것이다. 네 가지 예측방법을 요약하면 <표 1>과 같다.

성·연령별 인구수의 예측치로는 예측방법 A와 B에서 사망률의 확률적 예측치를 사용하였다. 후술할 사망률 예측 모형에서 구한 성·연령별 사망률 예측치와 2005년 통계청의 장래인구 추계치에서 사용한 연령별 출산율, 성·연령별 순국내이주율, 출생시 성비 예측치를 이용하여 인구수를 예측하였다. 한편 예측방법 C와 D에서는 통계청(2005)의 성·연령별 장래인구추계치를 사용하였다.

〈표 1〉 진료비 예측을 위한 네 가지 예측 방법

예측방법 성·연령별 요소	A	B	C	D
인구수 예측	확률적 (확률적 사망률 예측이용)	확률적 (확률적 사망률 예측이용)	통계청	통계청
적용인구 1인당 진료비 예측	확률적 (ARIMA)	확정적 (1인당 증가율 평균치)	확률적 (ARIMA)	확정적 (1인당 증가율 평균치)

한편 성·연령별 적용인구 1인당 진료비 예측에 있어 예측방법 A와 C에서는 확률적 예측치를 이용하였다. 이는 연령별 보험진료비 변화 양상이 상이함을 감안하여 전체 연령을 0~14세, 15~64세와 65세 이상 연령범주로 삼분한 뒤 각각의 변화추이를 ARIMA모형으로 식별(identification)하여 이에 따른 증가율 예측치를 해당 연령범주내 적용인구 1인당 보험진료비 증가율 예측치로 삼은 것이다.<sup>4)</sup> 그리고 적용인구 1인당 진료비의 확정적 예측치는 보통 국내에서 일반적으로 사용하고 있는 1인당 실질 보험진료비 증가율 평균치를 이용하였는데 다음과 같이 구하였다. 1989년 전국민 건강보험 시행이후 우리나라는 실질 1인당 보험진료비가 크게 변화하였다. 특히 2001년에는 의약분업으로 인한 외래약품 급여와 및 의료수가 인상 등으로 실질 1인당 보험진료비는 2000년도 대비 약 30% 증가하였다. 급격한 정책변동으로 인한 증가율을 제외하고 2002~2004년간 1인당 실질 보험진료비 증가율의 평균치는 3.88%이므로 이를 채택하였다.

4) 적용인구 1인당 진료비 증가율 예측을 위하여 성·연령별 적용인구 1인당 진료비의 시계열 추이를 검토하여 범주화를 시도하였다. 연구결과, 성별의 차이에도 불구하고 세부 연령계급내에서는 비교적 동일한 변화 추이를 보이지만 범주간에는 큰 차이를 보이는 연령범주를 식별할 수 있었다. 즉, 연령을 영유아기인 0-14세, 생산가능연령기인 15-64세, 고령기인 65세이상 인구 즉 세 가지 범주로 나누는 것이 유용함을 알 수 있었다. 적용인구 1인당 보험진료비 연령범주별 변화추이를 보면 65세 이상 고령인구범주는 기타 연령범주와 현격한 차이를 보이며 진료비가 거의 지수적으로(exponentially) 급증하고 있음을 알 수 있었다. 그러나 이와는 반대로 2000~2001년을 기점으로 영유아 연령범주의 1인당 보험진료비가 감소하는 추세를 보였다. 이는 2000년 의약분업정책으로 막대한 건강보험 재정적자를 초래한 후 재정적자를 줄이기 위한 도입된 각종 진료비 억제정책이 다른 연령범주에 비해 상대적으로 영유아범주에 보다 강력하게 시행된 결과로 보인다. 고령화와 상호 작용하는 정치·경제적요소가 1인당 보험진료비에 작용하였음을 시사하는 것으로 영유아 연령범주와 고령자 연령 범주간 1인당 진료비 차이가 지속적으로 증가하고 있음은 매우 중요한 정책적 문제로 보인다.

2) **확률적 사망률 예측모형**

본 연구에서 인구예측에 사용한 확률적 사망률 예측방법은 다음과 같다(Lee and Carter, 1992; Lee and Miller, 2001, 2002).<sup>5)</sup>

대수(logarithm) 형태의 사망률 모형을 전제하고, 각 t년도( $t=1, \dots, T$ )에 x연령( $x=1, \dots, K$ )의 사망률을  $ASDR_{x,t}$ 라 할 때

$$\ln(ASDR_{x,t}) = a_x + b_x \cdot k_t + e_{x,t} \quad (1)$$

로 가정한다.

여기서  $a_x$ 는 연령별 사망률의 일반적 형태를 묘사하는 연령별 상수이고,  $b_x$ 는 사망률 변화의 상대적 속도를 나타내는 연령별 상수이다. 한편,  $k_t$ 는 사망률 수준지수(index of level of mortality)이며,  $e_{x,t}$ 는 평균이 0(zero)인 오차항이다. 이들 변수의 특성과 제약조건은 다음과 같다.

$$a_x = (1/T) \sum_x \ln(ASDR_{x,t})$$

$$\sum_x b_x = 1,$$

$$\sum_t k_t = 0.$$

이 모형에서  $a_x$ ,  $b_x$ ,  $k_t$ 를 추정하기 위해서는 일반최소자승(ordinary least square)모형을 사용할 수 없다. 그 이유는 식(1)의 우항에는 독립변수(regressor)가 없고 단지 추정되어야 할 매

5) 본 연구의 목적상 인구예측과정을 자세히 다루지 않았다. 그러나 독자의 이해를 돕기 위해 이를 간단히 설명하면 다음과 같다. 일반적으로 인구예측은 이전의 출산, 사망 그리고 인구가동자료를 바탕으로 이들이 미래에도 같은 수준으로 유지된다는 가정으로부터 수행된다. 인구예측에는 다양한 방법이 사용되는데 크게 경향·외삽법(trend-extrapolation method), 구조적 방법(structural method), 코호트·조성법(cohort-component method)으로 구분된다. 먼저 경향·외삽법은 연령별 출산, 사망, 인구가동에 대한 고려 없이 기준인구와 과거 인구변화의 경향만으로 장래인구를 예측하기 위하여 수학적인 모형을 사용하는 방법이다. 다음으로 구조적 방법은 경제학적 인구예측방법이라고도 하며 한 인구집단의 인구학적 특성이 사회경제적 특성과 어떤 관련성을 보이느냐를 회귀분석(regression analysis) 등을 이용하여 추정하고 사회경제적 특성의 변화가 인구학적 특성의 변화를 초래하는 정도를 규명하여 장래인구를 예측하는 방법이다. 끝으로 코호트·조성법은 각 성·연령별 인구집단(cohort)에 대해 출산, 사망, 인구가동 등 인구 구성요소(component)가 일정한 또는 확률적 형태로 유지된다는 가정을 전제로 한다. 이 방법은 형태에 대한 가정의 유연성 그리고 성·연령별 인구예측 가능성 때문에 광범위하게 활용되고 있다.



개변수(parameter) 만이 있기 때문이다. 따라서 과거 사망률의 시계열 자료에 특이치 분해(singular value decomposition; SVD) 방법을 적용하여  $a_x$ ,  $b_x$ ,  $k_t$ 를 추정한다. 이때  $a_x$ 와  $b_x$ 가 과거 사망률 자료에서 구해지므로 예측기간중에서도 일정하다고 가정한다. 따라서 주의를 집중하여 보다 명확히 추정할 필요가 있는 것은 바로  $k_t$ 이다.

따라서 SVD방법에서 구해진  $a_x$ ,  $b_x$ ,  $k_t$  추정치를 가지고 사망률  $ASDR_{x,t}$ 를 구하고 이를 생명표분석(life table analysis)으로 평균수명을 추정한 뒤 이 추정치가 과거 평균수명의 사후 발표치와 일치될 때까지 반복수렴법(iterative convergence method)으로  $k_t$ 의 2차 추정치를 구한다. 여기서 추정된  $k_t$ 를 분석하여 ARIMA 시계열 모형을 식별한다. 끝으로 SVD방법으로 구한 추정치  $a_x$ ,  $b_x$ 와 2차로 추정된  $k_t$ 의 ARIMA 시계열모형을 이용해 사망률  $ASDR_{x,t}$  예측치를 구한다.<sup>6)</sup>

이 방법은 비록 국내에서는 아직 사용한 적이 없으나 최근 주요 선진국에서 폭넓게 사용되어 오고 있는 성·연령별 사망률 예측방법이다. 예로서, U.S. Census Bureau는 장기 평균수명 예측에 있어 이 방법을 기준으로 하고 있고(Hollman, Mulder and Kallan, 2000), 미국 사회보장기술지원단(Social Security Technical Advisory Panel)에서도 이 방법을 사용하고 있다(Technical Panel on Assumptions and Methods, 1999). 전문가집단의 충고에 따라 U.N. 인구국(Population Division)에서도 2300년까지 세계 각국의 인구예측에 있어서도 이 방법을 적용하였다(United Nations, 2003).

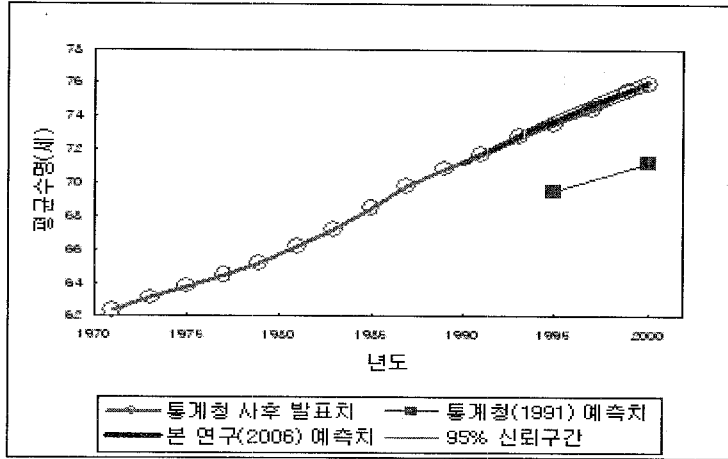
## IV. 연구결과

### 1. 확률적 사망률 예측

사망률 예측에 앞서 앞에서 설명한 사망률의 확률적 시계열모형 예측치의 정확도를 검토하는 것이 필요할 것이다. <그림 1>에는 1990년까지 통계청이 발표한 성·연령별 사망률 자료에 확률적 사망률 예측방법을 적용한 결과로 얻은 예측치와 95% 신뢰구간을 제시하였다. 1991~2000년까지의 사망률을 예측한 이후 생명표분석을 시행하여 평균수명을 예측하고 이를 통계청이 사후적으로 발표한 수치와 비교하였다. 제시된 바와 같이 확률적 시계열모형 예측치가 통계청이 1991년 예측한 결과에 비해 사후 발표치에 훨씬 우수하게 적합됨

6) 이 모형은 몇 가지 장점이 있다. 먼저 단순한 인구학적 모형으로 과거 사망률변화 형태의 주요 추세를 파악할 수 있고, 사망률 예측에 어떤 주관적 판단이 개재됨이 없이 단지 사망률 그 자체의 변화만이 감안되며 확률적 시계열분석방법을 적용함으로써 예측신뢰구간을 얻을 수 있는 점 등이 그것이다(Lee and Miller, 2001; Booth et al., 2002).

〈그림 1〉 확률적 사망률 예측에 근거한 평균수명 예측력 검토:  
 통계청 사후 발표치와 본 연구의 확률적 예측치, 통계청 예측치의 비교



주: 1990년까지의 사망률 자료로 이후 사망률과 평균수명을 예측  
 자료원: 통계청(1991, 1996, 2001)

(fit)을 알 수 있다. 또한 통계청이 1991년 장래인구추계자료에서 밝힌 1995년과 2000년의 평균수명예측치는 통계청의 사후 발표치와 상당한 괴리가 있음을 알 수 있다.

이제 사망률 예측을 위해 SVD방법으로  $a_x$ ,  $b_x$ 와  $k_t$ 를 추정하였으며 사망률수준 지수  $k_t$ 의 1차 추정치에 반복수렴방법을 적용하여 재차 추정하고 이를 Dickey-Fuller 검정과 ARIMA 모형 식별하였다. 남성의 경우  $k_t$  추정치는 임의보행(random walk) 변수였으며 표류(drift)향을 갖는 모형으로 식별되었다.

$$k_t = k_{t-1} - 0.8839 + e_t$$

(t=28.27)

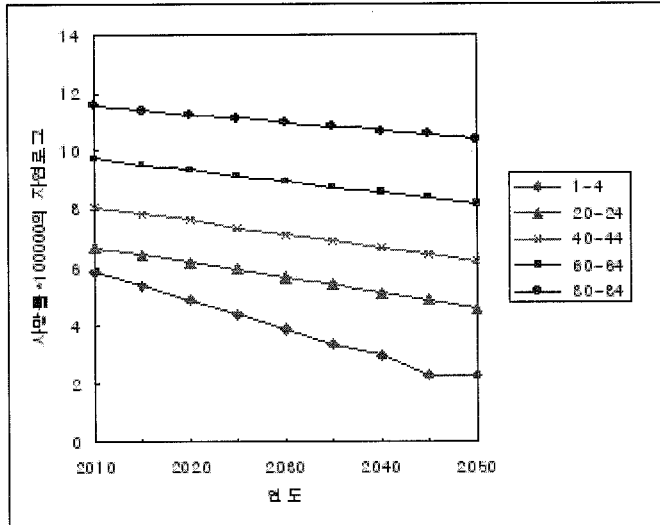
이어 앞에서 추정한  $a_x$ ,  $b_x$ 와 상기  $k_t$ 의 모형을 가지고 2050년까지 남성의 사망률  $ASDR_{x,t}$ 를 예측하였다(그림 2).

여성 사망률에 대한 사망률 지수  $k_t$ 의 2차 추정치도 역시 표류향을 갖는 임의보행 모형이었다.

$$k_t = k_{t-1} - 1.0180 + e_t$$

(t=20.05)

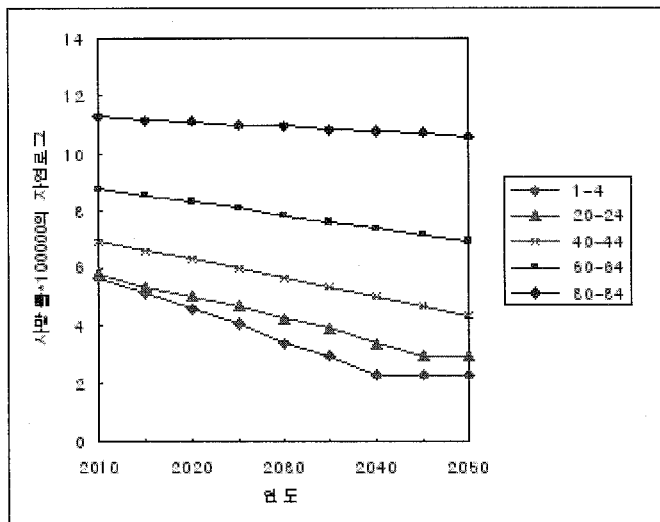
<그림 2> 남성의 연령계급별 사망률 예측치



여성에 대한  $a_x$ ,  $b_x$ 와 추정치  $k_t$ 의 모형을 가지고 구한 2050년까지 여성의 연령별 사망률  $ASDR_{x,t}$ 의 예측치는 <그림 3>에 표시되어 있다.

남성과 여성의 연령별 사망률 예측치에서 유의할 사항은 대부분 연령계급에서 사망률은 장래에 감소추세에 있으나 1-4세 연령에서는 특정 년도 이후 거의 일정한 수준을 유지한다는 점이다. 이는 다른 연령에 비해 아주 낮은 사망률을 보이는 1-4세 연령에 있어 감소추세

<그림 3> 여성의 연령계급별 사망률 예측치

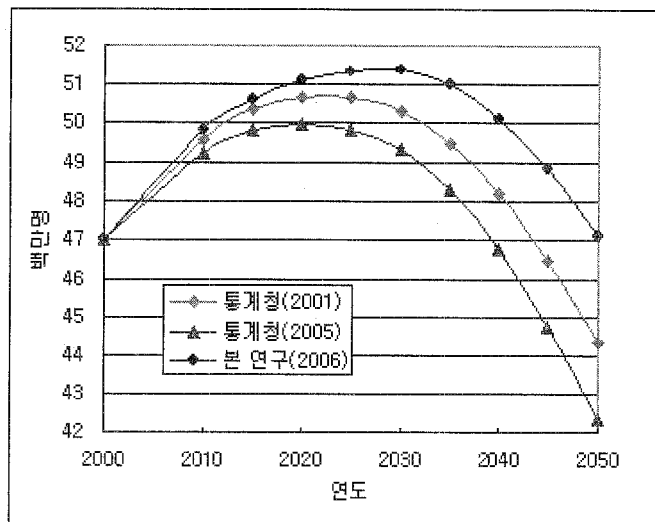


가 지속되다가 이후 사망률이 거의 0(zero)에 이를 것이라는 전망이 예측치에 반영된 결과이다.)

## 2. 장래인구 예측

성·연령별 인구수를 보다 정확히 예측하는 것은 국민건강보험 진료비 중·장기 예측에서 무엇보다도 중요한 과정이다. <그림 4>에는 본 논문의 장래인구예측결과와 2001년과 2005년의 통계청 예측결과를 비교하였다.

〈그림 4〉 장래인구예측치의 비교



통계청이 2001년 발표한 인구예측결과에 따르면 2000년에 약 4천 7백만명인 우리나라 인구는 점차 증가하다가 약 2023년에 정점(頂點)에 도달하여 약 5천 1백만명에 이르고 이후 감소하여 2050년에는 약 4천 4백만명 수준에 이르게 된다. 한편, 2005년 발표한 통계청의 예측치는 2001년 발표치보다 더 빠른 2020년경에 인구최고점에 도달해 약 5천만명에 이르

7) 한편, 0세 연령 인구의 사망률 예측치는 과거 통계청 사망률 자료의 문제로 인해 실제 현실을 반영하지 못할 수도 있음은 연구자에게 있어 매우 애석한 점이 아닐 수 없다. 통계청에서 발표한 1983~2003년의 0세 연령계급 인구의 사망률은 매우 정확하지 못한 수치를 보이고 있다. 즉 통계청에서는 0세 연령 인구의 사망률이 1988년까지는 감소추세를 보이다가 1989년에는 급증하는 양상을 보이고 있어 자료의 신뢰성에 상당한 의문이 제기된다. 그러나 이것은 다른 연령에 비해 0세 연령계급은 출생아 자료와 사망 자료를 획득하기 어려운 상황이므로 자료집계방법의 변화에 따라 큰 변이가 발생하는 한계성 때문이기도 하다.

고 감소국면에 접어들어 2050년에는 약 4천 2백만명을 약간 넘는 수준에 이르게 된다.

그러나 사망률의 확률적 예측방법을 적용한 본 논문의 인구예측결과는 앞의 두 가지 통계청 인구예측결과가 우리나라 인구감소를 다소 과대추정(overestimate)하고 있을 가능성을 시사하는 결과를 얻게 되었다. 즉, 인구감소시점이 통계청 예측에 비해 다소 늦게 도래하고 최고점의 인구규모도 통계청보다는 훨씬 높은 수준에서 이뤄질 것임을 보여주고 있다. 이는 사망률예측에서 논한 바와 같이 사망률 감소와 평균수명 연장 현상을 공식통계자료에서는 과소추정(underestimate)하기 때문으로 해석할 수 있다.

확률적 사망률 예측모형을 이용한 본 연구의 결과에 따르면 총 인구는 2025~2030년에 정점을 이뤄 5천 1백만명을 다소 능가하는 수준이 되고 점차 감소하다가 2050년에는 현재와 같은 수준인 약 4천 7백만명에 이르게 된다. 예측치를 비교해 볼 때 본 연구의 예측결과는 통계청의 2005년 예측치보다는 2001년 예측치에 보다 근접한 결과를 보이고 있다.

### 3. 적용인구 1인당 진료비 예측

세 가지 주요 연령범주 즉, 0-14세, 15-64세, 65세 이상 각 연령범주의 1인당 보험진료비 시계열 자료를 토대로 각 연령범주에 대한 확률변수  $H_{x,t}^s$ 를 분석하였는 바, 각 연령범주의  $H_{x,t}^s$ 는 다음과 같이 표류항을 갖는 임의보행을 하는 것으로 식별할 수 있었다.

0-14세 연령계급:

$$H_{x,t}^s = H_{x,t-1}^s + 15.607 + e_t$$

(t=1.84)

15-64세 연령계급:

$$H_{x,t}^s = H_{x,t-1}^s + 17.221 + e_t$$

(t=3.90)

64세 이상 연령계급:

$$H_{x,t}^s = H_{x,t-1}^s + 70.950 + e_t$$

(t=5.54)

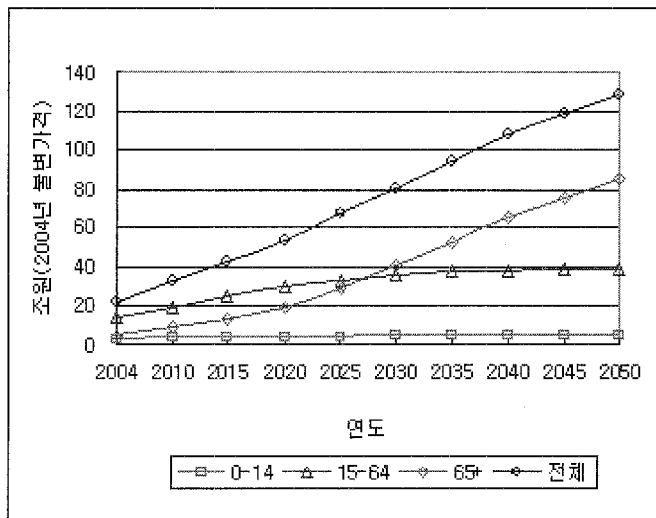
#### 4. 국민건강보험 진료비 예측결과

앞의 연구결과에서 보여준 바와 같이, 통계청 사망률 예측의 적합력이 좋지 않으므로 이를 이용해 통계청이 구한 장래인구추계자료는 인구예측력이 미흡할 것이라는 점을 감안할 때 통계청 장래인구추계자료를 이용하여 진료비를 예측한 예측방법 C와 D의 결과는 예측력이 높을 것으로 기대할 수 없다. 또한 연령범주별 1인당 보험 진료비의 확률적 변화추이를 감안하지 않고 일률적으로 1인당 실질 보험진료비 증가율의 평균치를 이용한 예측방법 B와 D의 진료비 예측치도 정확성을 기대할 수 없을 것이다.

따라서 주요 선진국에서 활용하며 본 연구에서도 보다 높은 사망률 예측력을 보인 확률적 사망률 예측모형을 사용하였고 ARIMA모형을 이용해 연령범주별 1인당 보험진료비 증가율을 예측하여 진료비를 예측한 결과(예측방법 A)를 요약하면 다음과 같다<그림 5>.

영유아시기인 0~14세 인구의 건강보험 진료비는 2004~2050년까지 2004년 불변가격으로 약 4~5조원 수준으로 정체될 것으로 보인다. 해당 인구수 저하세와 해당 연령 1인당 보험 진료비 증가세가 균형을 이뤄 해당 연령범주 보험진료비 변화를 억제하고 있기 때문이다. 생산가능연령인 15~64세 연령범주는 해당 인구수의 증가후 감소기조가 1인당 보험진료비의 지속적 증가기조와 어울려 보험진료비가 증가하다가 2045년경을 기점으로 감소기조에 돌입할 것으로 예상된다. 인구수와 1인당 보험진료비의 급증추세에 직면하고 있는 65세 이상고령인구의 보험진료비 어느 연령범주보다도 급격히 증가하여 2025~2030년 사이에는 생산가능연령 인구의 보험진료비를 능가하게 되고 시간이 지속될수록 그 격차는 더욱 커질

<그림 5> 국민건강보험 진료비 예측



것으로 전망된다.

우리나라 모든 연령계층이 소요할 국민건강보험 진료비 총액은 2010년에 약 33조원으로 증가하여 이후 2020년과 2030년에는 약 54조원과 약 81조원 수준에 다다를 것으로 보인다. 2040년의 약 108조원을 넘어 2050년에는 약 129억원에 육박할 것으로 예상된다.

이제 본 연구에서 수행한 네 가지 예측방법(표 1 참조)의 건강보험 진료비 예측치를 비교하기 위해 연구결과를 요약·정리하면 <표 2>와 <그림 6>과 같다. 예측 결과에 따르면 네 가지 예측방법에 따라 결과가 크게 상이한 점을 알 수 있다. 즉 예측방법간 보험진료비 예측규모의 최대 차이(최대치-최저치)는 2010년에는 약 2조원, 2020년에는 약 5조원이고 그 차이가 계속 증가하여 2030년에는 약 20조원 그리고 2040년과 2050년에는 각각 약 56조원과 약 117조원에 이른다.

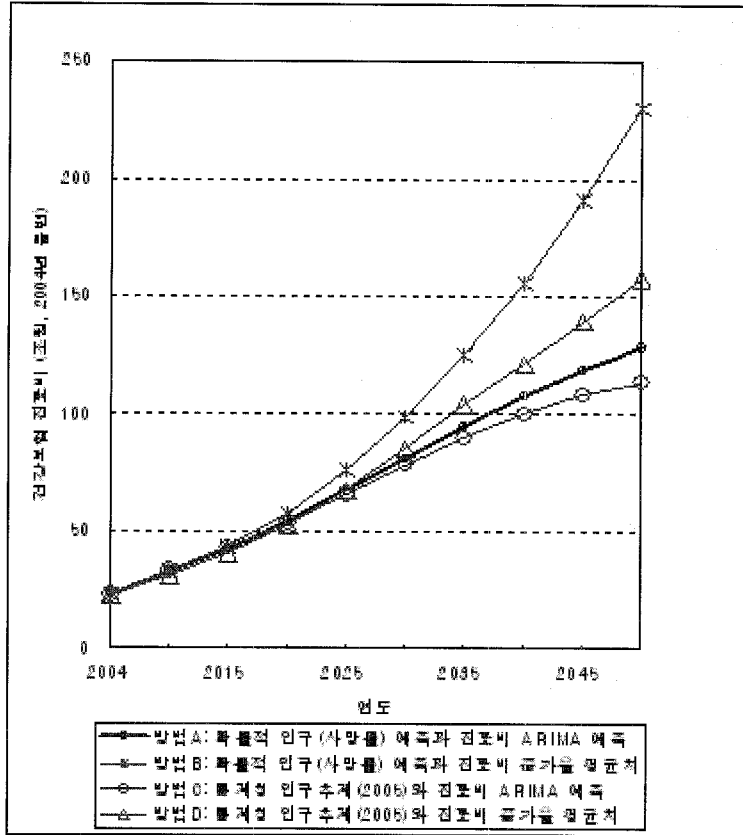
예측방법 A를 중심으로 나머지 예측방법에 따른 결과를 비교·요약하면 다음의 결과를 도출할 수 있다. 먼저 적용인구 1인당 보험진료비에 증가율 평균치를 적용하는 방법은 진료비의 과대예측을 초래할 수 있다. 또한 통계청 인구추계(2005)를 사용한 경우는 건강보험 진료비의 과대예측 또는 과소예측을 초래할 수도 있다. 즉, 1인당 실질 보험진료비에 증가

<표 2> 예측방법별 국민건강보험 진료비 예측치 비교(2010~2050년) (단위: 조원, 2004년 불변가격)

예측방법	A	B	C	D	차이
(인구수 예측)	확률적	확률적	통계청	통계청	(최대치-최소치)
(1인당 진료비예측)	확률적	확정적	확률적	확정적	
2010년	33.08	32.73	32.88	30.90	2.17
2015	42.68	43.34	42.40	40.21	3.13
2020	53.94	57.40	53.21	51.97	5.44
2025	66.90	75.62	65.39	67.11	10.23
2030	80.78	98.20	77.84	84.78	20.35
2035	94.50	124.94	89.46	103.54	35.47
2040	107.50	155.90	99.74	120.99	56.16
2045	119.08	191.24	107.94	139.21	83.30
2050	128.65	230.31	113.57	157.85	116.74

주: 인구수 예측은 본 연구의 확률적 사망률 예측결과를 사용한 ‘확률적’인 경우와 통계청(2005) 추계결과를 이용한 ‘확정적’인 경우로 나뉜다. 1인당 진료비 예측은 본 연구의 ARIMA 모형을 사용한 ‘확률적’인 경우와 1인당 실질 보험진료비 증가율 평균치를 사용한 ‘확정적’인 경우로 나뉜다. 각 예측방법에 대한 자세한 설명은 <표 1> 참조.

〈그림 6〉 예측방법 건강보험진료비 예측결과 비교



을 평균치를 적용하는 때는 과대예측 그리고 확률적 1인당 진료비를 적용한 경우는 과소예측에 이를 수 있다.

### V. 요약 및 결론

최근 미국, 독일 등에서는 확률적 모형을 이용한 예측방법을 활용하여 진료비를 장기 예측하고 있다. 따라서 본 논문에서는 국내초유로 확률적 사망률예측을 거쳐 장래인구를 새로 추계한 후 연령별 1인당 건강보험진료비 예측에 확률적 요소를 감안한 모형을 구축하고 2050년까지의 국민건강보험 진료비를 예측하였다. 또한 통계청의 장래인구추계자료를 사용한 방법 그리고 연령별 1인당 건강보험진료비 평균증가율을 사용한 방법을 사용하여 진료비를 예측하고 예측치를 서로 비교하였다. 이 과정에서 우리나라에서 진료비 예측



시 주로 활용하고 있는 통계청 장래인구자료의 예측력을 검토하였다. 본 연구의 주요 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 확률적 사망률 예측모형으로 평균수명의 예측력을 평가한 결과 본 모형에 비해 통계청의 적합력은 매우 낮은 수준이었다(그림 2). 통계청이 사망률 예측치를 가지고 인구추계를 하여 정부 장래인구추계자료를 발표하는 것을 감안할 때 이를 이용한 장기예측자료는 매우 부정확할 가능성이 있다.

둘째, 인구예측에 필요한 다른 가정치는 동일하게 한 후 본 연구의 확률적 사망률 예측치를 가지고 인구예측을 하여 통계청의 장래인구추계치와 비교한 결과, 통계청이 2001년과 2005년에 발표한 장래인구예측치는 모두 사망률 감소 및 평균수명연장 효과를 과소평가하여 인구감소시점이 일찍 도래하는 것으로 예측하고 있었다. 이는 외국 학계에서 각국 정부의 인구추계자료에서 발견된 문제점과 동일하다(Robine, Mormiche and Sermet, 1998; Tuljapurkar, Li and Boe, 2000; Doblehammer and Kytir, 2001, Miller, 2001; Lee and Miller, 2002).

셋째, 본 연구에서 행한 사망률 및 1인당 보험진료비의 확률적 시계열모형을 사용한 예측결과에 따르면, 2004년에 약 22조 5060억원이었던 국민건강보험 진료비는 2004년 불변가격 기준으로 2010년에 약 33조원으로 증가하고 2020년, 2030년, 2040년에는 각각 약 54조원, 약 81조원 그리고 약 108조원에 이르러 2050년에는 약 129조원으로 증가할 것으로 전망되었다.

넷째, 본 연구에서 사용한 방법을 기준으로 볼 때, 통계청 장래인구추계자료와 1인당 실질 보험진료비 증가율 평균치를 사용한 예측결과가 가장 크게 차이가 있었다.

끝으로, 확률적 1인당 실질 보험진료비 예측치 대신 1인당 실질 보험진료비 증가율 평균치를 확정적으로 적용하는 방법은 진료비의 과대예측을 초래할 수 있으며, 통계청 인구추계를 사용한 경우는 진료비를 과대예측 또는 과소예측을 초래할 수 있다.

본 논문의 연구결과가 향후 사망률 및 인구 그리고 진료비 예측방법의 개선을 촉발하고 정책적으로는 국민건강보험 관련정책의 수립에 도움을 줄 수 있겠으나 다음과 같은 측면에서 본 연구는 한계점을 가지고 있는데 이를 극복하는 것은 바로 미래의 연구과제이기도 하다.

첫째, 미국 메디케어를 통한 진료비 지출을 2075년까지 예측한 Lee and Miller(2002)는 본 연구에서 사용한 Lee and Carter(1991)의 사망률 예측모형에 추가하여 사망시까지의 기간(time to death)에 따른 진료비 지출추이를 고려한 새로운 예측방법을 사용하였는데 이 방법이 보다 예측력이 뛰어난 것을 밝히고 있다. 본 연구에서는 이와 같은 자료를 이용하고자 하였으나 국민건강보험이 통합되어 자료가 전산화된 지가 얼마 안 되어 충분한 자료 즉, 예로 0세부터 100세까지 인구가 사망시까지 지출하는 진료비 자료를 얻을 수가 없었다. 자료가 축적이 되면 보다 예측력이 높은 연구를 수행할 수 있을 것이다.

둘째, Lee and Cater(1992) 모형에서는 특정 연령(age component)이 진료비에 영향을 주는 형태(pattern)가 시간에 걸쳐 일정하다는 가정을 두고 있다. 그러나 최근 연구에서는 이 형태가 시간에 따라 변하므로 연령과 시간의 상호작용(age-time interaction)을 감안한 새로운 모형을 활용해야 한다는 지적이 일기 시작했다(Booth, Maindonald and Smith, 2002). 비록 이것이 산업화된 선진국가에서 적용되는 예외성이 있기는 하지만 향후 연구에서는 이 부분에 대한 검토와 적용이 필요해 보인다.

셋째, 본 연구에서는 확률적 사망률 예측의 중요성을 분리하여 비교하기 위해 인구예측에 있어 연령별 출산율, 성·연령별 순국내이주율, 출생시 성비 예측치를 2005년 통계청 가정치를 사용하였다. 그러나 보다 면밀한 예측을 위해서는 이러한 요소 그리고 요소간 상호관계의 확률적 요소도 감안하여 보다 포괄적인 확률적 모형을 구축할 수도 있을 것이다.

넷째, 국민건강보험 진료비의 장기예측에 있어서 과거 지출추이분석은 매우 중요한 과정이다. 과거자료에는 직장 및 지역가입자수의 변동 추이 등 진료 수요변화요인, 요양기관수의 변화 등 공급변화요인, 보장성 강화 및 수가인상 등 제도변화 요인 등이 모두 농축되어 있다고 볼 수 있다. 비록 어렵기는 하나 장기예측에 있어 이들 요인의 외생적인 구조 변화(exogeneous, structural break)까지도 예측할 수 있다면 보다 정확한 예측이 가능할 수 있을 것이다. 하지만 엄밀한 의미에서 완전한 외생적 요인은 없는 점을 감안할 때 연립방정식체계의 예측방법을 개발하는 것도 필요할지 모른다.

끝으로, 본 연구에서 얻은 국민건강보험 진료비 예측치를 최근 수행된 연구결과와 비교하여 시사점을 도출하고자 관련 자료를 찾았다. 그러나 이들은 정부기관 또는 정부연구과제로 수행된 것으로서 학술논문으로 출간되지 않은 상황이었다. 이들 연구결과는 발주한 정부부처에서 대외비로 분류되어 있기에 전체 연구과정과 결과의 타당성을 검토함이 없이 논문에서 비교·인용할 수 없었다. 이 분야에 보다 많은 학술연구가 수행되고 결과가 학계에 공개되고 평가되어 학문적 발전이 도모될 수 있는 환경을 시급히 조성해야 할 것으로 보인다.

결론적으로, 국민건강보험 및 국민연금 등 사회보장제도 뿐 아니라 경제, 교육, 국방 정책 등의 장기정책수립에 있어 매우 중요한 부분이 소요 비용을 예측하는 것이며 또한 이를 위해 선결되어야 하는 요소가 정확한 인구수준 및 구성의 예측이다. 본 논문에서 국민건강보험진료비 예측과정에서 검토한 결과에 따르면 정부와 학계에서는 통계청에서 발표하는 사망률 및 인구추계결과를 평가하여 이의 예측력을 높일 방법을 강구하는 것이 필요해 보인다. 또한 보다 예측력이 높은 모형을 개발하여 이를 연구에 활용해야 할 것이다. 확률적 모형을 이용하여 국민건강보험 진료비를 예측한 결과, 인구고령화와 함께 진료비는 크게 증가할 것으로 예상되므로 재원조달책 마련과 함께 지출 적정화 방안을 지속적으로 강구할 필요가 있다.

## 참고문헌

- 국민건강보험공단, 『건강보험통계연보』, 해당년도
- 국민의료보험관리공단, 『국민의료보험통계연보』, 해당년도
- 김미숙 외, 2003, “고령화사회의 사회경제적 문제와 정책대응방안: OECD 국가의 경험을 중심으로”, 『연구보고서』 2003-14, 한국보건사회연구원.
- 문성현, 2002, “국민건강보험의 급여비 추이분석: 인구구조변화를 중심으로”. 『연구자료』 2002-12, 국민건강보험공단 건강보험연구센터.
- 의료보험연합회, 『의료보험통계연보』, 해당년도.
- 최준옥·전병목, 2004, “인구구조 고령화와 경제·사회 파급효과와 대응과제: 인구고령화와 재정”, 경제사회연구회 소관 고령화 대비 협동연구시리즈 04-07, 한국조세연구원.
- 통계청, 1991, 『장래인구추계』.
- 통계청, 1996, 『장래인구추계』.
- 통계청, 2001, 『장래인구추계』.
- 통계청, 2005, “장래인구특별추계결과,” [www.nso.go.kr](http://www.nso.go.kr).
- Booth, H., Maindonald, J., and Smith, L., 2002, “Applying Lee-Carter under Conditions of Variable Mortality Decline.” *Population Studies*, 56, pp. 325-336.
- Brockmann, H. and Gampe, J. 2005, “The Cost of Population Aging: Forecasting Future Hospital Expenses in Germany.” Rostock, Germany: Max Planck Institute for Demographic Research.
- Coale, A. and Guo, G., 1989, “Revised Regional Model Life Tables at Very Low Levels of Mortality,” *Population Index*, 55(4), pp. 613-643.
- Doblhammer, G., and Kytir, J., 2001, “Compression or Expansion of Morbidity? Trends in Healthy-life Expectancy in the Elderly Australian Population between 1978 and 1998,” *Social Science and Medicine*, 52(3), pp. 385-391.
- Getzen, T. E., 1992, “Population Aging and the Growth of Health Expenditures.” *Journal of Gerontology - Social Sciences*, 47(3): 98 - 104.
- Guillemard, A.-M., 1983, *Old Age and the Welfare State*, London, Sage Publication, pp. 3-15.
- Hollman, F. W., Mulder, T. J., and Kallan, J.E., 2000. "Methodology and Assumptions for the Population Projections of the United States: 1999 to 2100." Working Paper 38, Population Division, U.S. Bureau of the Census.
- Keilmann, N., 1997, “Ex-post Errors in Official Population Forecasts in Industrialized Countries,” *Journal of Official Statistics (Statistics Sweden)*, 13, pp. 245-277.
- Keilmann, N., 1998, “How Accurate are the United Nations World Population Projections?”

- Population and Development Review*, 24, pp.15-41.
- Keyfitz, N., 1991, "Experiments in the Projection of Mortality." *Canadian Studies in Population*, 18(2), pp.1-17.
- Land, K., 1986, "Methods for National Population Forecasts: A Review," *Journal of the American Statistical Association*, 81, pp.888-901.
- Lee, R., 1998. "Probabilistic Approaches to Population Forecasting," *Population And Development Review*, 24, pp.156-190.
- Lee, R., and Miller, T., 2001, "Evaluating the Performance of the Lee-Carter Method for Forecasting Mortality," *Demography*, 38(4), pp.537-549.
- Lee, R., and Miller, T., 2002, "An Approach to Forecasting Health Expenditures, with Application to the U.S. Medicare System," *Health Services Research*, 37(5), pp.1365-1386.
- Lee, R. D., and Carter, L. R., 1992, "Modeling and Forecasting U.S. Mortality," *Journal of the American Statistical Association*, 87(419), pp.659-671.
- Mayhew, L., 2001, *Japan's Longevity Revolution and the Implications for Health Care Finance and Long-Term Care (Interim Report No. 10)*. Laxenburg, International Institute for Applied Systems Analysis.
- Miller, T., 2001, "Increasing Longevity and Medicare Expenditures." *Demography*, 38(2), pp.215-226.
- National Research Council, 2000, *Beyond Six Million: Forecasting the World's Population*. in J. Bongaarts and R. A. Bulatao, (eds.). Washington, DC: National Academy Press.
- Newhouse, J. P., 1992, "Medical Care Costs: How Much Welfare Loss?" *The Journal of Economic Perspectives*, 6(3), pp.3-21.
- Oeppen, J., and Vaupel, J. W., 2002, "Broken Limits to Life Expectancy," *Science*, 296(5570), pp.1029-1031.
- Olshansky, S. J., 1988, "On Forecasting Mortality," *The Milbank Quarterly*, 66(3), pp. 482-530.
- Pollard, J. H., 1987, "Projection of Age-specific Mortality Rates," *Population Bulletin of The United Nations*. No. 21-22. New York: United Nations, pp.55-69.
- Robine, J.-M., Mormiche, P., and Sermet, C., 1998, "Examination of the Causes in Mechanisms of the Increase in Disability-Free Life Expectancy," *Journal of Aging and Health*, 10(2), pp. 171-191.
- Tableau, E, Van Den Berg Jeths, A, and Heathcote, C., 2001, *Forecasting Mortality in Developed Countries*, Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Technical Panel on Assumptions and Methods, 1999, "Report to the Social Security Advisory Board", [www.ssab.gov/rpt99.pdf](http://www.ssab.gov/rpt99.pdf)

- Tuljapurkar, S., Li, N., and Boe, C., 2000, "A Universal Pattern of Mortality Decline in the G7 Countries," *Nature*, 405, pp.789-792.
- United Nations, 2003, "Long-Range Population Projections: Proceedings of the United Nations Technical Working Group on Long-Range Population Projections," New York: United Nations Population Division, [www.un.org/esa/population/publications/longrange/long-range\\_working-paper\\_final.pdf](http://www.un.org/esa/population/publications/longrange/long-range_working-paper_final.pdf)
- Vaupel, J. W., Carey, J. R. et al., 1998, "Biodemographic Trajectories of Longevity." *Science*, 280, pp.855-860.

## Abstracts

# Stochastic Forecasting Health Expenditure with the Application to the Korea's National Health Insurance System

Chung, Woo Jin

Graduate School of Public Health, Yonsei University

Health expenditures in the Korea's National Health Insurance System(NHI) increased exponentially from 3 trillion won in 1990 to 23 trillion won in 2004. This raises concerns that health expenditures would rise sharply in the future on the backdrop of population aging and rising demand for better quality of health services. This paper investigates the forecast of future health expenditures in the NHI and the government's fiscal burden.

We employed a probabilistic forecast model, comprising a stochastic demographic component that exploits historical mortality trend and a stochastic cost component based on typical health expenditure over the life-course. According to our model, health expenditures in the NHI are forecasted to rise from about 23 trillion won in 2004 to 54 trillion won in 2020 and to 129 trillion won in 2050. It's mainly due to the population aging and the rise in health spending per beneficiary. The government's financial burden in the NHI is also expected to increase from about 3 trillion won in 2004 to 8 trillion won in 2020 and to 20 trillion won in 2050.

*Key words* : Aging society, Health expenditure, Mortality, Health insurance, Stochastic forecasting