중·고령자의 주요 만성질환 유병인구 예측: Future Elderly Model을 적용

백미라¹, 민인식², 정기택¹

¹경희대학교 일반대학원 의료경영학과, ²경희대학교 정경대학 경제학과

Estimating the Middle and Old Aged Population with Major Chronic Diseases: Adapting the Future Elderly Model

Mira Baek¹, Insik Min², Keetaig Jung¹

¹Department of Health Services Management, Graduate School, Kyung Hee University, Seoul; ²Department of Economics, Kyung Hee University, Seoul, Korea

Objectives: Korea is currently facing a super-aged society. Chronic diseases, due to the required long-term treatment, cause the harsh burden not only for the patients but also for the family members who support them. Additionally, the nations with a high rate of chronic diseases often experience the heavy financial burden. Therefore, it is important to estimate the number of patients with chronic conditions in order to formulate national policies for the chronic disease prevention and management. **Methods:** Using the Korea Health Panel data in 2012 and 2013, this study calculates the transition probability and disease-specific mortality rates and micro-simulates the Korean population by 2040 and the number of patients with 8 leading chronic conditions. **Results:** The estimated results are as follows. The population with hypertension increases 2.53 times (5,713,500 in 2014 to 14,468,680 in 2040); the population with diabetes increases 1.95 times (2,616,820 in 2014 to 5,103,020 in 2040); the population with hyperlipidemia increases 1.64 times (2,956,790 in 2014 to 4,842,290 in 2040); the population with polyarthrosis increases 2.3 times (3,888,330 in 2014 to 8,934,990 in 2040); the population with tuberculosis increases 2.26 times (84,520 in 2014 to 190,700 in 2040); the population with ischaemic heart disease increases 2.39 times (888,010 in 2014 to 2,123,440 in 2040); the population with cerebrovascular disease increases 2.35 times (877,490 in 2014 to 2,063,170 in 2040); and the population with cancer increases 1.82 times (988,400 in 2014 to 1,794,790 in 2040). **Conclusions:** In conclusions, it showed an increase in the number of patients of all chronic diseases. This study has a significance as the first study applying the FEM to Korea, the findings of this study data are expected to be utilized as the basis for the data of chronic diseases policy and securing financial resources to prevent and manage future chronic diseases.

Key words: Chronic disease, Middle and old age, Microsimulation, Future elderly model, KHP

서론

고령화 진행, 의료기술 발전, 기대여명 증가, 생활습관 등으로 만성 질환 유병률이 증가하고 있으며, 이에 따르면 개인과 사회의 부담이 급증하고 있다[1,2]. 한국의료패널자료의 만성질환을 살펴보면, 2009년에

는 평균 2.37개, 2011년에는 평균 2.99개를 보유하는 것으로 만성질환자가 증가하고 있는 추세이다[3]. 또한 만성질환으로 인한 사망률은 전체 81%나 차지한다[4]. 사망원인 상위 10개 중에서 암, 뇌혈관 질환, 심장질환, 당뇨병, 만성하기도질환, 간질환, 고혈압성 질환 7개가 만성질환이다. 이러한 만성질환은 장기간 치료를 해야 하기 때문에 유병자 뿐

Corresponding author: Keetaig Jung

26 Kyunghedae-ro, Dongdaemun-gu, Seoul 02447, Korea
Tel: +82-2-961-0489, E-mail: ktjung@khu.ac.kr

Received: March 30, 2016 Revised: May 12, 2016 Accepted: May 26, 2016

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

How to cite this article:

Baek M, Min I, Jung K. Estimating the middle and old aged population with major chronic diseases: adapting the future elderly model. J Health Info Stat 2016;41(2):212-222. Doi: <http://dx.doi.org/10.21032/jhis.2016.41.2.212>

© It is identical to the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permit unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© 2016 Journal of Health Informatics and Statistics

만 아니라 보호자에게도 부양부담을 가중시키며, 국가적으로도 재정적 부담을 초래하고 있다. 2014년 주요 11개 만성질환 진료비는 19조 7,256억 원으로 전체 진료비의 36.2%나 차지한다[5].

더불어 인구고령화도 우리 사회가 직면한 주요 정책과제라 할 수 있다. 현재 2015년 65세 이상 인구는 662만 4천 명으로 전체의 13.1%를 차지하며, 이 수치는 2060년에는 40%에 육박할 것으로 추정되며[6], 노인 의료비도 19조 9,687억 원으로 전체 진료비 36.7%를 차지한다[5]. 따라서 급속하게 증가하는 중고령층의 만성질환 규모를 파악하고, 미래의 만성질환 유병수를 예측하는 것이 개인적 측면뿐만 아니라 국가적 차원에서 만성질환 예방 및 관리를 위한 정책을 마련하는데 필수적인 자료이다. 그러나 현재까지 국내에서 이루어진 만성질환 유병자 수에 관한 연구는 거시적 수준에서 예측한 연구들이 많으며, 개인수준의 자료를 가지고 한 미시적 연구는 미흡한 실정이다.

Goldman et al. [7]이 개발한 Future Elderly Model (FEM)은 보건 정책 모의실험(시뮬레이션)을 위해 USC Roybal Center에서 개발한 경제학-인구학적 미시적 예측모델(microsimulation)이며, 지난 10년 동안 하버드대, 스탠포드대, RAND 연구소, 미시간대, 펜실베이니아대에서 공동으로 협력해서 모델을 개선해 왔다. FEM은 다양한 보건정책 분야에서 사용될 수 있는데, 특히 미국의 메디케어(medicare)¹⁾ 수혜자들의 건강과 의료비용을 예측하기 위해 개발됐다[7]. 뿐만 아니라 미래재정, 발달장애, 건강개선, 세계 의약품정책, 메디케어 개혁, 기술진보와 소비에 따른 사망률 예측, 비만에 따른 의료비 예측, 만성질환의 부담, 기대수명에 따른 의료비용과 같은 다양한 보건정책 문제를 연구 할 수 있다. 이렇게 다양한 보건정책분야의 연구결과들은 노인정책을 수립하는 여러 정부기관과 민간단체에서 실제로 활용하고 있다. FEM을 활용한 모의실험을 하기 위해서는 시간의 흐름에 따른 종단연구(longitudinal study) 자료가 필요하다. 이러한 종단자료는 건강과 은퇴 연구(Health and Retirement Study, HRS), 영국 노화 종단연구(English Longitudinal Survey on Ageing, ELSA), 유럽 건강·노화·은퇴조사연구(Survey of Health, Aging, and Retirement in Europe, SHARE) 등과 같은 자료가 포함된다. 이처럼 실제 응답된 개인수준 자료를 모델링하기 때문에 가상코HORT보다 현실을 반영하는 모델링이 가능하다[8]. FEM은 2가지 질문에 대한 답을 제공할 수 있다[7]. 첫째, 보건정책 과제에 대한 해답을 찾을 수 있다(예: 만일 현재와 같은 건강 및 장애 추세가 계속되면 노인 치료를 위한 메디케어 비용이 어떻게 변화될 것인가?). 둘째, 미래 보건의료 환경과 관련된 다양한 시나리오를 모의실험하고 평가하는데 사용할 수 있다.

FEM은 3가지 핵심요소 초기코HORT모듈(initial cohort module), 전

이모듈(transition module), 정책모듈(policy outcomes module)로 구성되어있다. 초기코HORT모듈은 노인의 새로운 코HORT의 재정 및 건강상태 결과를 예측한다. 이 모듈은 종단자료(HRS, ELSA, SHARE 등)와 다른 자료로부터 계산된 추세를 반영한다. 그러면 노인인구의 결과를 예측하기 위한 모의실험 코HORT가 생성이 된다. 둘째, 전이모듈은 다양한 건강상태를 가지고 전이확률을 계산하는 단계이다. 종단자료를 토대로 연령, 성별과 같은 인구통계학적 요인들과 개인의 흡연, 체중과 같은 위험 요소들을 투입하여 전이확률을 추정한다. 정책모듈은 도출된 개인 수준의 결과와 세금, 의료비, 연금수당과 같은 정책결과를 종합한 내용을 토대로 공공 및 민간 프로그램의 정책을 마련하는데 반영할 수 있다.

FEM을 활용한 선행연구를 살펴보면, 주로 미국 내 다양한 보건정책에 관한 논문들이 많다. Goldman et al. [9]는 FEM을 이용하여 의료개혁에 관한 3개의 가설적 시나리오를 선정하고 건강상태를 예측했다. 이 논문에서는 Medicare Current Beneficiary Survey (MCBS)자료를 사용하여 십만 명의 메디케어 수혜자들을 대상으로 실제 의료 이용과 비용을 추적하였다. Michaud et al. [10]는 MCBS 자료를 이용하여 의료와 제약이 개입하여 비만 인구가 감소하면 사회적 개인적 공공 재정에 미치는 영향을 모의실험을 하였으며, Michaud et al. [8]는 OECD Health Data를 사용하여 미국, 유럽 50세 이상 인구를 대상으로 장수와 공공의료비의 모의실험 값을 비교하였다. 최근에는 미국뿐만 아니라 고령화가 심화되고 있는 일본에 FEM을 활용한 논문도 살펴볼 수 있었다. Chen et al. [11]는 Japan Study of Aging and Retirement (JSTAR) 자료를 사용하여 50세 이상 대상의 19개 만성질환의 유병률 예측 및 노인장기요양 등을 살펴보았다. 따라서 본 연구에서 FEM을 한국에 적용해 보는 것은 큰 의미가 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 FEM을 한국의료패널에 적용하여 2040년까지의 중고령자 인구 및 주요 만성질환(고혈압, 당뇨, 고지혈증, 관절증, 결핵, 허혈성 심장질환, 뇌혈관질환, 암) 유병자 수를 예측하고자 한다. 본 연구를 위해 한국의료패널 2개년도(2012년과 2013년) 자료를 사용하며, 첫째, 개인의 만성질환 전이확률을 예측하고 둘째, 한국의료패널과 통계청 사망통계원인 자료를 이용하여 질환별 사망률을 예측하고자 한다. 셋째, FEM 모수들을 종합하여 모델을 구축하고 2040년까지의 중고령자 인구 및 만성질환(고혈압, 당뇨, 고지혈증, 관절증, 결핵, 허혈성 심장질환, 뇌혈관질환, 암)의 유병자 수를 추계하고자 한다. 본 연구는 FEM을 한국에 적용한 최초 연구로서 의의를 가지며, 이 자료는 향후 만성질환 예방 및 관리에 필요한 보건자원 및 재원확보를 위한 자료와 만성질환 정책 마련의 기초자료로 활용 가능할 것으로 기대된다.

¹⁾ 미국에서 시행되고 있는 노인의료보험제도

본 논문의 구성은 다음과 같다. 연구방법에서는 FEM의 기술적인 연구방법을 설명한다. 이들 모형에 따른 실증분석 결과는 연구결과에서 제시하고, 고찰 및 연구결과에서는 연구결과에 대한 고찰 및 시사점을 제시한다.

연구 방법

용어 정의

65세가 아직 가장 일반적인 노인의 분류 기준이 되어 있지만[12], 인구 고령화 현상이 지속됨에 따라 본 연구는 중고령자를 대상으로 살펴보고자 한다. 중고령자는 전기중년(45-54세), 후기중년(55-64세), 전기노년(65-74세), 후기노년(75세 이상)으로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 중고령자의 다빈도 질병과 진료비 지출이 높은 질환을 고려하여 만성질환 8개를 선정하였다. 선정된 만성질환은 고혈압, 당뇨, 고지혈증, 관절증, 결핵, 허혈성심장질환, 뇌혈관질환, 암이다.²⁾

연구 자료

본 연구는 한국의료패널 2개년도(2012년과 2013년) 모두 응답한 총 7,072명의 데이터(여자 3,802명, 남자 3,270명)를 사용하였으며, 추정에 사용된 표본은 6,968명이다. 한국의료패널은 2008년부터 국민건강보험공단과 한국보건사회연구원이 컨소시엄을 구성하여 공동으로 실시하는 전국단위의 조사이다. 매년 동일한 가구를 방문하여 조사원이 컴퓨터를 이용한 면접조사(Computer Aided Personal Interview, CAPI)³⁾를 하는 방법으로 진행되며, 의료비 등은 가계부 기입 방식을 병행하고 있다. 표본추출방식은 확률비례 2단계 층화집락 추출로서

표본추출은 2005년 인구주택총조사의 90%를 전수자료로 이용하였고, 층화변수로는 16개 시도의 지역, 2개의 동부 및 읍면부를 사용하고 있어[3], 표본의 대표성이 높은 편이다.

연구 방법

본 연구에서는 Goldman et al. [7]가 개발한 FEM을 기반으로 2040년까지의 인구 및 주요 만성질환 유병자 수를 예측하고자 한다. 첫째, 개인의 건강 전이상태를 측정하기 위해 로지스틱 회귀분석을 통해 만성질환별 전이확률을 예측한다. 둘째, 통계청 사망원인통계와 한국의료패널을 사용하여 질환별 사망률을 추정하여 2040년까지의 인구와 주요 만성질환 유병인구를 예측하고자 한다. 본 연구에서 최종 구성된 연구 모형은 Figure 1과 같다.

구체적인 연구방법을 살펴보면, 의료패널 2012년과 2013년 데이터에 근거하여 만성질환 전이확률 계수(coefficient)를 구한다. 다음으로 통계청에 보고된 2014년 45세 이상 인구(21,069,396명)의 10%인 2,106,940명을 복원추출법(with replacement)⁴⁾을 사용하여 추출하고, 로지스틱 회귀분석을 통해 개인의 만성질환 미래 건강전이확률($p(disease1)-p(disease9)$)을 계산한다. 그리고 각 개인들에게 균등분포(uniform distribution)를 이용하여 0-1사이의 난수(random number) ($rand(disease1)-rand(disease9)$)를 부여하고, 예측된 확률($p(disease1)-p(disease9)$)과 ($rand(disease1)-rand(disease9)$)보다 클 경우 1, 작을 경우 0을 값을 갖는 $disease1-disease9$ 변수를 생성한다. 해당 질환에 대해 1을 부여 받은 사람은 질환 유병자, 0을 부여 받은 사람은 비유병자로 간주한다. 또한 흡연여부(smoking)와 비만여부(body mass index, BMI)에 대해서도 같은 방식으로 예측한다. 이러한 과정은 연령, 성별, 건강상태 등으로 인해 변

Figure 1. Conceptual model.

²⁾ 한국표준질병사인분류표에 의한 질병코드에 따라 고혈압(I10-I13), 당뇨(E10-E14), 고지혈증(E78.5), 관절증(M15), 결핵(A15-A19), 허혈성심장질환(I20-I25), 뇌혈관질환(I60-I69), 암(C00-C97), 나머지 모든 질환을 기타질환으로 구분하여 의료패널에서 추출하였다.

³⁾ Computer aided personal interview (CAPI)는 컴퓨터를 이용한 일대일 대면 면접조사이다.

⁴⁾ 복원추출법은 특정수의 피험자가 특정한 처치조건에 배정된 후 다시 대상표본에 포함되어 무작위로 추출되어 다른 처치 조건에 배정되는 방법이다.

하게 되는 전이확률이 높을수록 유병자일 가능성을 높아지게 만든다.

개인의 전체 사망률($mort_i$)을 계산하여 해당연도(t)의 생존자와 사망자를 구분한다. 다음 소절에서 계산한 개인 i 의 질환별 사망률이 균등 분포 난수보다 크면 개인 i 는 특정시점에서 사망하는 것으로 가정한다. 그리고 사망자 이외에 생존자는 다음 연도($t+1$)로 넘어가는데, 다음 연도($t+1$)는 45세 인구가 없기 때문에 통계청에서 추계된 45세 인구 값을 투입해 준다. 이러한 절차를 2040년까지 반복하면, 2040년까지의 인구와 만성질환별 유병인구를 예측할 수 있다. 이 과정에서 사용된 FEM 모수(전이확률과 질환별 사망률)를 구하는 방법은 식 (1) - 식 (7)에서 기술한다.

전이확률 모형

환자들은 한 주기 동안 다른 상태로 이동하게 되는 기회를 가지게 되는데, 이를 전이확률이라 한다[13]. 각 개인들은 건강한 사람, 질병을 가지고 있는 사람, 사망상태로 정의할 수 있는데, 다음 해에 건강상태로 회복할 확률, 다음 해에 질환이 추가될 확률, 다음 해에 사망할 확률로 변화할 수 있다. 개인의 미래 만성질환 전이확률을 예측하기 위해서는 의료패널 2개년도(2012년과 2013년) 자료를 기반으로 로지스틱 회귀분석을 통해 추정된 계수(coefficient)를 이용하여 전이확률을 추정할 수 있다. 로지스틱 회귀분석을 사용하여 전년도에 질병을 가지고 있지 않는 사람이 다음 연도에 질병을 가지고 있을 확률을 예측했다. 독립변수는 연령 및 연령제공, 성별, 과체중(BMI > 23), 흡연여부, 전년도 만성질환(고혈압, 당뇨, 고지혈증, 관절증, 결핵, 허혈성심장질환, 뇌혈관질환, 암, 기타질환) 여부변수를 사용하였으며, 식 (1)은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{logit}(\text{disease1}_{it}) = & \beta_0 + \beta_1(\text{age}_{it-1}) + \beta_2(\text{squared age}_{it-1}) \\ & + \beta_3(\text{smoking}_{it-1}) + \beta_4(\text{BMI}_{it-1}) + \beta_5(\text{gender}_i) + \gamma(\text{co-morbidities}_{it-1}) \end{aligned} \quad (1)$$

질환별 사망률

특정시점에 개인 i 의 전체 사망률은 식 (2)와 같이 정의한다. 즉, 개인의 전체 사망률은 질환별 사망률 곱하기 특정시점의 질환 보유 여부(0, 1)의 합으로 계산된다. 그러나 의료패널 자료에서 질환별 사망률을 알 수 없기 때문에 질환별 사망률($mort1-mort9$)을 구해야 한다.

$$mort_i = mort1 \times \text{disease1}_i + \dots + mort9 \times \text{disease9}_i \quad (2)$$

이때, $mort_i$ 는 개인 i 의 전체 사망률이고, $mort1-mort9$ 는 해당 질환의 사망률이고, disease1_i 는 개인 i 의 질환 1을 가지고 있으면 1이고 있지 않으면 0인 이항변수이다.

FEM은 질환별 사망률 보정이 가능한 모델이라는 장점이 있다[7].

본 연구에서 연구자가 사용하려는 의료패널은 사망에 대한 표본이 충분하지 못하기 때문에 의료패널 자료만으로는 직접적인 사망률 예측이 어렵다. 통계청은 사망원인통계에 질환별 사망률을 보고하고 있다. 그러나 통계청의 질환별 사망률은 직접적인 사망원인만 고려된 자료이기 때문에, 의료패널에 통계청의 질환별 사망률을 쓰는 것은 한계가 있다. 예를 들어 의료패널의 고혈압 유병률이 높지만 통계청의 사망원인통계의 사망원인으로는 거의 나타나지 않고, 의료패널의 암 유병률은 높지 않지만 통계청의 사망원인통계에는 사망원인으로 높게 나타난다. 따라서 의료패널자료의 질환별 유병률과 사망통계의 직접적인 사망원인에 의한 질환별 사망률 차이를 보정하여 본 연구에서 사용하고자 하는 새로운 질환별 사망률($mort1-mort9$)을 생성해 내고자 한다. 먼저 통계청 자료를 이용하여 의료패널의 질환별 사망자 수를 구하는 방법으로는 식 (3)과 같다. 의료패널의 질환별 사망자수를 구하기 위해서 의료패널 전체 인구에서 1인당 질환 1 때문에 사망할 확률을 곱해야 한다. 통계청 사망률은 10,000명당 사망자수로 계산하고 있기 때문에, 10,000으로 나누어 1명당 사망할 확률로 환산해야 한다.

$$nDEAD1 = N \times omort1 \quad (3)$$

이때, $nDEAD1$ 은 통계청 자료에 근거한 의료패널에서의 질환1 사망자 수이며, N 은 의료패널 전체 표본수이며, $omort1$ 은 통계청의 사망통계원인 자료에서 1인당 질환 1 때문에 사망할 확률이다. 위와 같은 식으로 $nDEAD2-nDEAD9$ 의 값도 도출할 수 있다. 그 다음 절차로 의료패널을 이용하여 질환별 사망자 수를 계산해야 하는데 $nDEAD1^*$ (의료패널에서 질환1 사망자 수)을 계산하는 식은 식 (4)와 같다.

$$nDEAD1^* = \sum probDEAD1_i \times mort1 \quad (4)$$

이때, $nDEAD1^*$ 는 의료패널에서 질환 1로 인한 사망자 수이고, $probDEAD1_i$ 는 질환1 때문에 개인이 사망할 확률이고, $mort1$ 은 가중치(weight)로 사용한다. $probDEAD1_i$ 는 조건부 사망확률(conditional mortality rate)을 의미하며, 식 (5)와 같이 표현할 수 있다. 예를 들어 개인 i 가 죽는다고 했을 때 질환 1로 인해 죽을 확률이 얼마인가를 측정하는 것이다.

$$probDEAD1_i = \frac{mort1}{mort_i} \quad (5)$$

식 (5)는 개인 i 의 전체 사망률(total mortality rate)이 정해져 있을 때 질환 1의 사망률의 비율로 해석할 수 있다. $mort1$ 은 모든 개인에게 서로 같다고 가정하고 있다. 식 (5)를 이용하면 $probDEAD2_i-probDEAD9_i$

$D9_i$ 역시 유사하게 정의할 수 있으며, 각 개인에 대해서 $\sum_{j=1}^9 probDEAD_{ji}=1$ 이 된다. 즉 개인의 질환별 조건부 사망률 합은 1이 된다. 일반적으로 질환 1로 인한 사망자 수를 계산하기 위해서는 각 개인의 질환 1로 인해 죽을 확률을 모두 더하면 되는데 식 (4)에서 $\sum_{i=1}^n probDEAD_{1i}$ 는 조건부 사망률의 합이기 때문에 이 값 자체가 사망자 수가 될 수 없다. 따라서 $mort1$ 을 가중치(weight)로 곱해준 후 얻은 값을 통해 질환 1로 인한 전체 사망자 수를 계산할 수 있다.

또한 식 (4)의 $probDEAD_{1i}$ 은 $\frac{mort1}{mort_i}$ 로 바꾸어 쓸 수 있기 때문에 식 (4)는 식 (6)와 같다. 같은 방법을 이용하여 $nDEAD2^*-nDEAD9^*$ 에 대한 식도 구할 수 있다.

$$nDEAD1^* = mort1^2 \sum_i (1/mort_i) \quad (6)$$

따라서 질병별 사망률($mort1-mort9$) 모수를 구하기 위해 식 (2)와 식 (6)을 연립하여 목적함수 식 (7)을 최소화하는 질환별 사망률($mort1-mort9$) 모수를 찾고자 한다.

$$f = (nDEAD1^* - nDEAD1)^2 + \dots + (nDEAD9^* - nDEAD9)^2 \quad (7)$$

질병별 사망률($mort1-mort9$) 모수를 구하기 위해, Stata 통계프로그램의 해찾기 코드를 사용했으며, 각 질환별 사망률($mort1-mort9$)을 얻은 후에 식 (2)에 대입하여 각 개인의 사망률($mort_i$)를 계산한다.

연구 결과

전이확률과 질환별 사망률

의료패널 2개년도(2012년과 2013년) 자료를 이용하여 식 (1)의 로지스틱 회귀분석을 시행한 결과는 Table 1에서 제시한다. 독립변수는 연령 및 연령제곱, 성별, 과체중(BMI>23), 흡연여부, 전년도 만성질환(고혈압, 당뇨, 고지혈증, 관절증, 결핵, 허혈성심장질환, 뇌혈관질환, 암, 기타질환) 여부 변수를 사용하였다.

분석 결과를 살펴보면, 연령이 많을수록 결핵을 제외하고 고혈압, 당뇨, 고지혈증, 관절증, 허혈성심장질환, 뇌혈관질환, 암, 기타질환에 걸릴 확률이 높게 나타났으며, 이는 통계적으로 유의미하다. 연령제곱을 살펴보면, 고혈압을 제외하고 모든 질환에서 음(-)의 값으로 나타나, 연령이 증가할수록 질환에 걸릴 확률이 완만하게 증가할 것으로 나타났다. 여자는 남자보다 고혈압, 당뇨, 결핵, 허혈성 심장질환, 뇌혈관질환, 암에 걸릴 위험이 높으며, 고지혈증, 관절증, 기타질환에서는 남자

보다 걸릴 위험이 낮은 것으로 나타났다. 과체중일수록, 고혈압, 당뇨, 고지혈증, 관절증, 결핵질환에 높은 상관관계를 가진다. 흡연자일수록 허혈성심장질환에 높은 상관관계가 나타났다.

질환별 교차효과(cross effect)를 살펴보면, 2012년에 당뇨, 고지혈증, 뇌혈관질환을 가진 사람들이 2013년에 고혈압 걸릴 확률이 높게 나타났으며, 2012년에 고혈압, 고지혈증, 허혈성심장질환, 뇌혈관질환을 가진 사람들이 2013년 당뇨에 걸릴 위험이 높은 것으로 나타났다. 2013년 고지혈증은 고혈압(2012), 당뇨(2012), 허혈성심장질환(2012), 뇌혈관질환(2012), 기타질환(2012)에 영향을 미치고, 2013년 관절증은 암(2012), 기타질환(2012) 환자들이 위험이 높다. 2013년 허혈성심장질환은 연전년도에 고혈압, 당뇨, 고지혈증을 가질수록 위험이 크게 나타났으며, 2013년 뇌혈관질환은 고혈압, 당뇨, 고지혈증 환자일수록 위험이 높은 것으로 나타났다.

질환별 사망률에 기술된 식에 따라 의료패널의 질환별 유병률과 통계청 사망통계연보의 질환별 사망률을 토대로 연령구간(45-54세, 65-64세, 65-74세, 75세 이상) 질환별 사망률을 계산하였다. 도출된 사망률 결과를 살펴보면, 모든 질환에서 연령구간이 높아질수록 사망률이 높게 나타났다. 또한 암이 남자와 여자 모두 전 연령 구간에서 사망률이 가장 높았으며, 뇌혈관질환, 허혈성 심장질환 순으로 높게 나타났다. 반면에 고혈압, 고지혈증, 관절증 등은 사망률이 낮게 나타났다. 이러한 결과는 통계청 사망률과 전체적으로 비슷하게 예측되었다.

FEM 기반 45세 이상 인구 예측

본 소절에서는 의료패널 2개년도(2012년과 2013년) 데이터를 기반으로 로지스틱 회귀분석을 통해 구한 전이확률과 질환별 사망률을 토대로 45세 이상 인구와 유병자 수를 예측한 결과를 제시한다.⁹⁾ 2014년부터 2040년까지 도출된 인구 예측 결과 총 인구는 2014년 20,976,800명에서 2020년 25,367,020명, 2030년 30,930,940명, 2040년 33,909,210명으로 추계된다. 이 수치는 통계청에서 공식 발표된 인구 추계자료와 비교해 보았을 때 타당한 것으로 나타났다(Figure 2). 그러나 FEM에서 전체적으로 80세 이상 인구들이 다른 연령보다 많이 사망하지 않고 생존 인구로 남아있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 의료패널 자료 특성상 80세 이상 인구가 다른 연령보다 적어 80세 이상 조사대상자는 특히 건강한 사람이 조사되었을 선택편견이 있었을 가능성이 있다.

주요 만성질환 유병인구 예측

앞에서 추계한 1) 전이확률과 2) 질환별 사망률을 종합하여 45세 이상 만성질환(고혈압, 당뇨, 고지혈증, 관절증, 결핵, 허혈성심장질환, 뇌

⁹⁾ FEM에서는 (매우 적은 경우이기는 하지만) 연령이 매우 높은 사람이 여전히 생존하는 경우가 존재한다. 따라서 본 연구에서는 105세 이상 개인이 생존하는 경우에는 사망하는 것으로 가정한다.

Table 1. Health transition matrix

	Hypertension 2013	Diabetes 2013	Hyperlipidemia 2013	Arthrosis	Tuberculosis 2013	Ischemic heart disease 2013	Cerebrovascular disease 2013	Cancer 2013	Other 2013
Age 2012	0.23*** (0.03)	0.25*** (0.04)	0.40*** (0.04)	0.44*** (0.04)	0.03 (0.18)	0.22** (0.07)	0.32*** (0.07)	0.28*** (0.06)	0.17*** (0.02)
Age ² 2012	0.00*** (0.00)	-0.00*** (0.00)	-0.00*** (0.00)	-0.00*** (0.000)	-0.00 (0.00)	-0.00* (0.00)	-0.00*** (0.00)	-0.00*** (0.00)	-0.00*** (0.00)
Gender 2012	0.00 (0.06)	0.18* (0.08)	-0.39*** (0.08)	-1.37*** (0.078)	1.57*** (0.44)	0.27* (0.13)	0.31* (0.12)	0.03 (0.12)	-0.57*** (0.06)
BMI > 23 2012	0.71*** (0.05)	0.41*** (0.07)	0.28*** (0.07)	0.34*** (0.06)	-0.85* (0.39)	0.23 (0.12)	0.11 (0.11)	0.01 (0.11)	-0.06 (0.05)
Smoking 2012	-0.09 (0.08)	0.10 (0.10)	-0.00 (0.11)	-0.34** (0.12)	-0.99 (0.56)	0.35* (0.16)	-0.02 (0.16)	-0.93*** (0.20)	-0.25** (0.07)
Hypertension 2012		0.96*** (0.08)	1.01*** (0.07)	0.09 (0.07)	0.46 (0.41)	0.80*** (0.13)	0.67*** (0.12)	-0.19 (0.12)	0.05 (0.06)
Diabetes 2012	0.95*** (0.08)		0.69*** (0.08)	-0.04 (0.09)	0.64 (0.46)	0.51*** (0.13)	0.42** (0.13)	0.02 (0.15)	0.13 (0.09)
Hyperlipidemia 2012	0.99*** (0.08)	0.69*** (0.08)		0.08 (0.09)	-0.38 (0.63)	0.64*** (0.13)	0.38** (0.13)	-0.19 (0.16)	0.50*** (0.09)
Arthrosis 2012	0.12 (0.07)	-0.00 (0.09)	0.06 (0.08)		0.61 (0.46)	0.16 (0.13)	0.00 (0.13)	-0.39** (0.14)	0.28*** (0.08)
Tuberculosis 2012	0.52 (0.43)	0.64 (0.47)	-0.11 (0.57)	0.61 (0.48)		0.12 (0.76)	0.06 (0.75)	0.99 (0.5)	-0.42 (0.40)
Ischemic heart disease 2012	0.72*** (0.14)	0.49*** (0.13)	0.76*** (0.13)	0.14 (0.13)	-0.64 (1.03)		0.11 (0.20)	0.09 (0.24)	0.10 (0.14)
Cerebrovascular disease 2012	0.76*** (0.13)	0.46*** (0.13)	0.42* (0.13)	-0.03 (0.13)	-0.70 (1.03)	0.18 (0.19)		0.13 (0.23)	0.35* (0.15)
Cancer 2012	-0.14 (0.13)	-0.04 (0.17)	-0.04 (0.16)	-0.39** (0.15)	0.67 (0.62)	-0.12 (0.27)	0.00 (0.25)		0.09 (0.13)
Other 2012	0.03 (0.06)	0.09 (0.08)	0.54*** (0.08)	0.29*** (0.07)	-0.31 (0.39)	0.11 (0.13)	0.16 (0.13)	0.13 (0.12)	
Constant	-11.086*** (0.97)	-11.96*** (1.38)	-15.53*** (1.42)	-18.56*** (1.34)	-7.62 (5.97)	-13.31*** (2.35)	-16.27*** (2.45)	-12.80*** (1.99)	-6.04*** (0.85)
X ²	1,782.74	701.36	780.43	1,740.21	28.43	343.88	293.03	102.13	908.32
Prob > X ²	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
Obsvation	6,968	6,968	6,968	6,968	6,968	6,968	6,968	6,968	6,968

Age², Age × Age; Prob, *p*-value.

BMI, body mass index.

p* < 0.05, *p* < 0.01, ****p* < 0.001.

Figure 2. Comparing the FEM estimated population to Kostat, 2010-2040. FEM, future elderly model.

Table 2. Estimated population of chronic diseases, 2014-2040

	Hypertension	Diabetes	Hyperlipidemia	Arthrosis	Tuberculosis	Ischaemic heart disease	Cerebrovascular disease	Cancer
2014	6,713,600	2,616,820	2,956,790	3,888,330	84,520	888,010	877,490	988,400
2015	7,092,360	2,695,690	3,042,020	4,087,410	89,790	914,930	912,000	1,028,850
2016	7,408,430	2,812,370	3,142,460	4,295,080	96,160	961,840	959,200	1,079,120
2017	7,754,990	2,936,000	3,260,550	4,505,850	99,100	1,014,570	1,010,330	1,114,120
2018	8,104,630	3,055,160	3,372,580	4,712,350	102,930	1,054,260	1,058,510	1,157,690
2019	8,434,170	3,167,650	3,483,650	4,938,620	106,980	1,118,060	1,109,950	1,204,250
2020	8,787,400	3,289,820	3,593,470	5,166,700	115,220	1,159,390	1,157,290	1,240,990
2021	9,127,100	3,415,850	3,695,800	5,375,150	117,540	1,215,690	1,214,300	1,278,420
2022	9,479,280	3,529,520	3,784,320	5,597,550	122,240	1,267,830	1,266,260	1,313,450
2023	9,805,370	3,647,170	3,902,440	5,825,350	126,560	1,331,250	1,316,770	1,359,220
2024	10,152,950	3,763,780	3,999,240	6,052,480	130,490	1,382,950	1,368,340	1,386,580
2025	10,505,080	3,882,760	4,086,170	6,272,240	133,060	1,440,430	1,420,600	1,427,940
2026	10,845,410	3,994,220	4,175,400	6,497,520	138,120	1,493,850	1,472,630	1,458,040
2027	11,181,050	4,105,330	4,272,380	6,710,130	145,790	1,544,160	1,531,210	1,503,570
2028	11,488,480	4,224,400	4,338,380	6,921,350	146,300	1,598,890	1,573,880	1,535,350
2029	11,816,730	4,323,640	4,435,800	7,139,090	154,600	1,650,640	1,626,970	1,565,600
2030	12,126,910	4,419,690	4,505,580	7,331,730	156,630	1,707,630	1,675,440	1,595,300
2031	12,424,500	4,513,110	4,554,160	7,517,260	161,140	1,762,570	1,721,170	1,620,130
2032	12,698,250	4,594,480	4,616,140	7,741,870	164,600	1,816,820	1,782,490	1,650,550
2033	12,975,030	4,680,960	4,669,410	7,915,370	166,520	1,855,940	1,817,360	1,669,650
2034	13,226,950	4,765,140	4,705,900	8,070,190	170,800	1,902,210	1,850,070	1,690,740
2035	13,443,360	4,837,710	4,754,490	8,243,090	174,110	1,952,000	1,901,730	1,711,340
2036	13,695,920	4,897,150	4,776,010	8,392,780	179,660	1,989,620	1,929,420	1,726,960
2037	13,913,990	4,961,050	4,787,530	8,558,960	184,070	2,035,380	1,974,890	1,750,740
2038	14,092,300	5,013,260	4,810,700	8,694,130	185,760	2,069,830	2,005,220	1,766,400
2039	14,267,500	5,067,510	4,824,880	8,794,570	188,950	2,102,850	2,045,730	1,781,440
2040	14,468,680	5,103,020	4,842,290	8,934,990	190,700	2,123,440	2,063,170	1,794,790

혈관질환, 암) 유병인구를 2040년까지 예측하였다(Table 2). 모든 질환의 유병인구가 2040년까지 지속적으로 증가하는 추세로 나타났다.

추계된 결과를 살펴보면, 고혈압은 2014년 5,713,500명에 2040년 14,468,680명으로 2.53배 증가하였으며, 당뇨병은 2014년 2,616,820명에서 2040년 5,103,020명으로 1.95배 증가하였다. 고지혈증은 2014년 2,956,790명에서 2040년 4,842,290명으로 1.64배 증가, 관절증은 2014년 3,888,330명에서 2040년 8,934,990명으로 2.3배 증가하였다. 결핵은 2014년 84,520명에서 2040년 190,700명으로 2.26배 증가하였다. 허혈성 심장질환은 2014년 888,010명에서 2040년 2,123,440명으로 2.39배 증가하였다. 뇌혈관질환은 2014년 877,490명에서 2040년 2,063,170명으로 2.35배 증가하였다. 마지막으로 암은 2014년 988,400명에서 2040년 1,794,790명으로 1.82배 증가하였다. 증가폭이 높은 질환 순으로는 허혈성심장질환, 뇌혈관질환, 관절증, 결핵, 고혈압, 당뇨병, 암, 고지혈증 순으로 나타났다. 또한 추계한 유병자가 많은 질환은 고혈압, 관절증, 당뇨병, 허혈성심장질환, 뇌혈관질환, 암, 결핵 순으로 나타났다.

Figure 3은 2040년까지 주요 만성질환 유병자 수를 성별로 나타낸

결과이다. 8개 만성질환 전체 유병자 수를 비교해 보면, 매년 모든 만성질환 유병자 수가 남성보다 여성이 많은 것으로 나타났다. 만성질환 종류별로 살펴보면, 여성의 경우 고혈압, 고지혈증, 관절증, 결핵, 암이 더 높게 나타났다. 반면에 남성은 허혈성심장질환, 뇌혈관질환이 더 높게 나타났다. 당뇨병 질환은 여성비율이 더 높았으나 2020년부터 남성비율이 여성비율보다 높아진 것으로 나타났다. 또한 허혈성심장질환과 뇌혈관질환은 시간이 지날수록 남성비율과 여성비율의 간격이 커지는 것으로 나타났다.

Figure 4는 45세 이상 인구를 연령 5세 단위로 구분한 연령구간별, 성별로 구분하여 예측한 만성질환별 유병자 수를 2014년과 2040년을 비교한 결과이다. 전체적으로 연령구간이 높아질수록 2014년에 비해 2040년 유병자 수 증가폭이 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 고령화 영향이 반영되었을 것이라고 추정된다. 특히 80세 이상 연령구간일수록 2014년에 비해 2040년 유병자 수가 급증하는 현상을 보이게 된다.

Figure 3. Estimated population of chronic diseases by sex, 2014-2020.

고찰 및 결론

연구방법에 대한 고찰

본 연구는 FEM을 기반으로 한국의료패널 2개년도(2012년과 2013년)자료를 이용하여 인구 및 만성질환(고혈압, 당뇨, 고지혈증, 관절증,

결핵, 허혈성심장질환, 뇌혈관질환, 암) 유병자 수를 예측하고자 했다. 첫째, FEM은 개인의 특성과 행동이 동태적 사건들로 인하여 변화하는 시간 개념을 적용한다. 즉 개인이 일상생활에서 경험할 수 있는 보편적 사건뿐 아니라, 고혈압, 콜레스테롤, 흡연 등 위험요인에 대한 노출, 몸무게의 변화, 임신 및 출산, 암, 당뇨, 심장병과 같은 질환의 발생

Figure 4. Estimated population of chronic diseases by age and sex, 2014 & 2020.

과 같은 특정 사건들에 대한 확률을 고려한다는 것이다. 이와 같은 확률은 개개인의 속성을 반영하여 계산되고, 개인의 생애 변화는 대상자가 사망하는 시점까지 모의실험을 가능하게 한다. 위에 언급한 것과 같은 특정 사건들은 한 사람의 생애에서 발생하기 위해 서로 경쟁하

며, 모델 속에 내장된 임의의 요소들이 위험확률을 가진 모든 이가 위험을 경험하지 않도록 조정하는 등 삶의 우연성도 반영한다. 둘째, FEM은 통계청 사망원인통계와 의료패널의 만성질환 자료를 토대로 사망률 보정이 가능한 모델이라는 장점이 있다. 그러나 연구방법에 있

어 건강상태를 단순한 이분법(질환유무) 변수로 상태를 가정한다는 한계도 존재한다.

FEM을 한국에 처음 적용한 결과로서, 이를 일반화하는데 몇 가지 제한사항이 있다. 첫째, 인구를 예측하는데 있어 80세 이상의 생존인구가 많게 나타나는데 의료패널 자료 특성상 80세 이상 인구가 다른 연령보다 적어 80세 이상 조사대상자는 특히 건강한 사람이 조사되었을 선택편견이 있었을 가능성이 있다. 둘째, 만성질환 전이확률에 포함된 연령, 성별, 흡연, BMI가 다른 변수들로 사용하여 변경될 가능성이 있어 향후 연구에서는 변수를 추가할 필요가 있다. 그러나 본 연구에서는 기본적으로 만성질환에 영향을 주는 요인들을 반영했다는 점에서 의미가 있다. 마지막으로 본 연구에서는 만성질환의 유병인구 추정까지만 하고 재정적인 부분을 포함하지 못한 한계가 있으므로 추후 연구에서 재정적인 부분을 추가할 필요가 있다.

연구결과에 대한 고찰

본 연구의 분석 연구결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 전체적으로 모든 만성질환 유병자 수가 증가하는 것으로 나타났다. 고혈압은 2014년 5,713,500명에서 2040년 14,468,680명으로 2.53배 증가하였으며, 당뇨병은 2014년 2,616,820명에서 2040년 5,103,020명으로 1.95배 증가, 고지혈증은 2014년 2,956,790명에서 2040년 4,842,290명으로 1.64배 증가, 관절증은 2014년 3,888,330명에서 2040년 8,934,990명으로 2.3배 증가하였다. 결핵은 2014년 84,520명에서 2040년 190,700명으로 2.26배 증가, 허혈성 심장질환은 2014년 888,010명에서 2040년 2,123,440명으로 2.39배 증가, 뇌혈관질환은 2014년 877,490명에서 2040년 2,063,170명으로 2.35배 증가, 암은 2014년 988,400명에서 2040년 1,794,790명으로 1.82배 증가할 것으로 예상되었다. 둘째, 만성질환 유병자 수를 성별로 비교해 보면, 만성질환 전체 유병자 수는 매년 여성이 남성보다 많은 것으로 나타났다. 고혈압, 고지혈증, 관절증, 결핵, 암질환은 여성 비율이 더 높게 나타나는 반면 허혈성심장질환, 뇌혈관질환은 남성 비율이 더 높게 나타났다. 이러한 결과는 만성질환 유병자의 예방 및 관리나 정책방안에 유용한 자료를 제공해 줄 수 있다. 셋째, 5세 단위 연령구간별로 유병인구를 살펴보면 연령구간이 높아질수록 2014년에 비해 2040년 유병자 수 증가폭이 크게 도출되었는데, 연령구간별 유병인구는 연령구간별 의료비를 산출할 때 기초자료로 사용가능할 것이다. 이는 의료비 예측 시 연령구간별 차이를 살펴보는 것이 특히나 의미가 있기 때문이다.

이상의 연구결과를 통한 학술적·정책적 시사점은 다음과 같다. 첫째, FEM을 한국 실정에 대입한 연구로서 한국형 FEM 개발은 다양한 방법으로 문헌적으로 기여한다. 둘째, 의료패널의 개인수준 자료를 가지고 미시적 예측방법을 활용하고 있다. 기존의 유병인구 및 의료비 예

측 관련 연구들은 거시적 접근법을 많이 사용하고 있는데 반해 본 연구는 개인수준 자료로 유병인구를 예측했다는 점에서 의미가 있다. 셋째, 도출한 만성질환 유병자 수는 다양한 연구의 기초자료와 향후 미래사회에 대한 사전준비 정보를 제공할 수 있다. 유병인구 자료는 의료비 예측과 연계될 수 있으며, 특정 질환의 지역적 분포에 대해서도 분석할 수 있다. 이와 같이 이 연구는 보건의료의 다양한 정책연구를 진행하기 위해 1차 자료로 활용될 수 있다. Goldman et al. [7]이 개발한 미시적 예측모델인 FEM을 사용하여 만성질환 유병자 수를 예측하는데 의미가 있다. 첫째, FEM을 한국에 적용한 최초 연구로서 다양한 방법으로 문헌적으로 기여한다는 큰 시사점이 있다. 둘째, 급속히 진행되는 고령화시대에서 노인들의 건강 추이를 살펴보는 것은 정책적으로 큰 시사점을 준다. 셋째, FEM은 본 연구에서는 만성질환 인구를 예측하는데 사용하였지만, 다양한 보건의료 시나리오에서 사용할 수 있는 정책 시뮬레이션이라는 점에서 추후 지속적으로 활용 가능성이 높다.

REFERENCES

1. World Health Organization. Noncommunicable diseases-country profiles 2011. Geneva: World Health Organization; 2011.
2. Jung Y, Ko S, Kim E. A study on the effective chronic disease management. Sejong: Korea Institute for Health and Social Affairs; 2013, p. 11 (Korean).
3. Seo N, An S, Hywang Y, Kim J, Kim C, Bae S, et al. A report on the Korea health panel survey, 2014. Sejong: Korea Institute for Health and Social Affairs; 2014, p. 373-374 (Korean).
4. Korea Centers for Disease Control and Prevention. Chronic disease status and issues. Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2015, p. 6 (Korean).
5. National Health Insurance Service, Health Insurance Review and Assessment Service. 2014 Health insurance statistical yearbook. Wonju: National Health Insurance Service, Health Insurance Review and Assessment Service; 2015, p. 61-63 (Korean).
6. Statistics Korea. 2015 Elderly statistics. Daejeon: Statistics Korea; 2015, p. 17 (Korean).
7. Goldman DP, Shekelle PG, Bhattacharya J, Hurd M, Joyce GF, Lakdawalla, et al. Health status and medical treatment of the future elderly-final report. Lanham: Natl Book Network; 2004, p. 40-49.
8. Michaud PC, Goldman DP, Lakdawalla DN, Gailey AH, Zheng Y. Differences in health between Americans and Western Europeans: ef-

- fects on longevity and public Finance. *Sci Med* 2011;73(2):254-263.
9. Goldman DP, Shang B, Bhattacharya J, Garber AM, Hurd M, Joyce GF, et al. Consequences of health trends and medical innovation for the future elderly. *Health Affairs* 2005;24(2):W5R5-17.
10. Michaud PC, Goldman DP, Lakdawalla DN, Zheng Y, Gailey AH. The value of medical and pharmaceutical interventions for reducing obesity. *J Health Econ* 2012;31(4):630-643.
11. Chen BK, Jalal H, Hashimoto H, Suen SC, Eggleston K, Hurley M, et al. Forecasting trends in disability in a super-aging society: adapting the future elderly model to Japan. NBER working paper series, No.21870. Cambridge: National Bureau of Economic Research; 2016, 1-53.
12. Jeong H, Song Y. Contributing factors to the increases in health insurance expenditures for the aged and their forecasts. *Korean J Health Econ Policy* 2013;19(2):21-38 (Korean).
13. Jung Y, Ko S, Lee Y, Park S, Lee J. Lifetime cost of obesity and smoking and long-term effectiveness of health promotion. Sejong: Korea Institute for Health and Social Affairs; 2010, p. 71 (Korean).