

연구보고서 2018-03

건강행태의 변화에 따른 질병 예측 및 질병부담 추계 연구



김대중 · 이난희

【책임연구자】

김대중 한국보건사회연구원 연구위원

【주요 저서】

건강보험 보장성 강화에 따른 의료공급자 행태변화 연구 - 암질환 중심으로, 2016

보건산업 육성을 위한 효율적 사업수행 방안 연구, 2016

보건산업 전문인력 현황파악 및 수요전망, 2017

【공동연구진】

이난희 한국보건사회연구원 전문연구원

연구보고서 2018-03

**건강행태의 변화에 따른 질병 예측 및
질병부담 추계 연구**

발행일 2018년 12월

저자 김대중

발행인 조흥식

발행처 한국보건사회연구원

주소 [30147]세종특별자치시 시청대로 370
세종국책연구단지 사회정책동(1~5층)

전화 대표전화: 044)287-8000

홈페이지 <http://www.kihasa.re.kr>

등록 1994년 7월 1일(제8-142호)

인쇄처 고려씨엔피

© 한국보건사회연구원 2018

ISBN 978-89-6827-529-6 93510

목 차

Abstract	1
요 약	3
제1장 서론	5
제1절 연구의 배경	7
제2절 연구의 목적	10
제2장 모델 구축	13
제1절 개요	15
제2절 이행 모델 추정(Transition model estimation)	21
제3절 몬테카를로 의사결정	22
제4절 데이터 및 추정 결과	23
제3장 정책 시뮬레이션	29
제1절 인구고령화에 따른 유병률 전망	31
제2절 흡연율 감소의 질병부담 영향	35
제4장 시뮬레이션 결과 및 결론	37
제1절 시뮬레이션 결과	39
제2절 결론	45
참고문헌	49

표 목차

〈표 2-1〉 고령화패널 기본조사 결과 및 사망률	20
〈표 2-2〉 고령화 패널 기초통계	23
〈표 2-3〉 국민영양조사 기초통계	24
〈표 2-4〉 암, 당뇨, 고혈압 전이모델	26
〈표 2-5〉 심장질환, 뇌졸중 폐질환 전이모델	27
〈표 2-6〉 사망확률 모델, 흡연시작/중단 모델	28
〈표 3-1〉 연령대별, 성별 교육 수준(2010년)	32
〈표 4-1〉 시나리오별 기대여명 연장 효과 비교	41
〈표 4-2〉 한국 성인의 1년 수명 연장 가치당 최대 지불의사금액	42

그림 목차

[그림 2-1] 미국 FEM 모델의 구조	17
[그림 2-2] 우리나라 FEM 모델의 구조	19
[그림 3-1] 인구고령화에 따른 유병률 전망(51세 이상 인구)	34
[그림 4-1] 50세, 51세 남성 흡연자의 과거 흡연량	39
[그림 4-2] 남성 흡연자의 만성질환 유병률: 흡연율 30% 감소 시 유병률 전후 비교	42
[그림 4-3] 남성 흡연자의 만성질환 유병률: 흡연량 하위 30% 흡연자 금연 시 유병률 전후 비교	43
[그림 4-4] 남성 흡연자의 만성질환 유병률: 흡연량 상위 30% 흡연자 금연 시 유병률 전후 비교	44



Abstract <<

Estimation of Disease and Disease Burden by Health Behavior

Project Head: Kim, Daejung

Microsimulation models can be powerful tools for assessing value of health promotion and simulating counterfactual scenarios. We illustrate with a microsimulation model of reduced male smoking in South Korea, which has one of the highest male smoking rates in the world despite a recent decline.

Drawing from the nationally-representative Korean Longitudinal Study on Aging, we developed the South Korean Future Elderly Model, a dynamic micro-simulation model. We simulated three types of interventions that reduce the cumulative number of packs of cigarettes that a man smoked before age 50: a 30% overall reduction, eliminating smoking among light smokers (bottom 30th percentile of smoking intensity), or among heavy smokers (top 70th percentile).

All three interventions led to significant improvements in health, with that targeting the heaviest smokers yielding gains

Co-Researchers: Lee, Nanhee

2 건강행태의 변화에 따른 질병 예측 및 질병부담 추계 연구

of 2.36 life years, 1.4 disability-free life years and 1.63 disease-free life years, as well as significant reductions in prevalence of cancer, diabetes, heart disease, hypertension, lung disease and stroke. An across-the-board 30% reduction in smoking intensity resulted in an increase in life expectancy of 1.16 years, an increase of 0.83 disability-free life years, an increase of 0.28 disease-free life years, and a reduction in cancer prevalence. Eliminating smoking among light smokers yielded few health gains.

For tobacco control to significantly raise life expectancy and reduce the chronic disease burden among the future elderly in South Korea, interventions should target heavy smokers.

요약 <<

마이크로 시뮬레이션 모델은 보건 분야 정책을 수립할 때 마주치게 되는 근본적인 자원 배분의 문제 즉, 어느 분야에 얼마만큼 투자하는 것이 가장 효율적인가를 평가하는 데 유용한 수단으로 활용될 수 있다. 예를 들면, 보건 분야에서의 예방적 건강증진활동(health promotion)과 치료적 보건의료(healthcare) 수단들 간의 대체관계(trade-off)가 있을 수 있는데, 두 수단의 정책적 효과성을 비교하기 위한 방법론으로 구체적인 정책에 대한 모의실험을 수행함으로써 효과적인 정책수단을 선택할 수 있다. 본 연구에서는 건강행태의 변화에 따른 질병 예측 및 질병부담 추계를 위한 미시 모의실험을 수행함으로써 특히 건강행태 중 흡연율이 감소하였을 때 질병 발생과 질병 부담이 어떻게 달라질 것인지 추정하였다. 모의실험에는 미국에서 사용하고 있는 FEM(Future Elderly Model) 방법론을 사용하였다. 모의실험이기 때문에 모형에서 가정을 최대한 단순화하여 수행하였으며, 후속 연구에서 더 많은 가정들을 모형에 도입하여 다양한 정책실험을 수행할 수 있을 것이라 기대한다.

고령화패널(Korean Longitudinal Study on Aging) 자료를 사용하여 수행한 본 연구에서는 먼저 개인 단위의 이행확률과 몬테카를로 시뮬레이션 실험, 그리고 인구통계적 변화를 고려한 동태적 마이크로시뮬레이션을 실시하였다. 본 연구에서는 50세 이전의 누적 흡연량과 만성질환 유병률의 관계를 밝혀내고, 누적 흡연량의 감소 시나리오에 따라 우리나라 전체 인구의 만성질환 유병률이 어떻게 변화할 것인지 계량화하여 제시하였다. 이를 위해 누적 흡연량의 30% 감소, 하위 30% 흡연자의 금연,

4 건강행태의 변화에 따른 질병 예측 및 질병부담 추계 연구

상위 30% 흡연자의 금연 등 세 가지 시나리오로 구분하여 효과를 살펴보았다.

세 가지 시나리오 모두 건강 수준에 유의한 변화가 있었으나 특히 흡연량이 가장 높은 상위 30%의 금연을 유도하였을 때 각각 2.36년의 기대수명, 1.4년의 장애가 없는 건강수명(disability-free life years), 1.6년의 질병이 없는 건강수명(disease-free life years)이 연장되는 효과를 보였을 뿐만 아니라 암, 당뇨, 심장질환, 고혈압, 폐질환, 뇌졸중 등의 유병률이 큰 폭으로 감소하였다. 반면 누적 흡연량이 가장 낮은 하위 30%의 금연을 유도하였을 때에는 기대수명, 장애가 없는 건강수명, 질병이 없는 건강수명이 각각 0.21년, 0.13년, 0.13년 늘어나 상위 30%의 금연을 유도한 결과와 큰 차이를 나타냈다. 특정 군이 아닌 누적 흡연량의 전체적인 30% 감소의 경우, 1.16년의 기대수명 연장, 0.83년의 장애가 없는 건강수명 연장, 0.28년의 질환이 없는 건강수명 연장, 그리고 암질환의 발생률을 감소시키는 것으로 나타났다. 위의 연구 결과를 바탕으로 유추해 볼 때, 금연정책은 흡연량이 많은 흡연자를 대상으로 정책을 마련할 때 더 효과적임을 알 수 있다.

제 1 장

서론

제1절 연구의 배경

제2절 연구의 목적



제1절 연구의 배경

마이크로시뮬레이션 모델의 분석 방법에 대한 사전적인 정의가 있는 것은 아니지만 권혁진(2015) 등의 자료를 참고할 때 “분석 대상의 상태와 행태에 일련의 규칙들(이행확률, transition probabilities)을 적용하여 새로운 상태를 만들어 내는 과정을 계속 진행함으로써 전체적인 집계 차원의 변화와 분포 차원의 변화를 분석하는 방법”이라고 정의할 수 있다.

마이크로시뮬레이션 모델은 Orcutt(1957)가 처음으로 그 필요성과 타당성을 제시한 연구 방법으로, 당시 유행했던 거시모형의 한계를 극복하기 위한 새로운 방법론으로 인정을 받았다. 거시모형은 총합(aggregation)된 거시변수들 간의 관계를 보는 데는 유효하지만 미시적인 경제 주체를 고려하지 않아 어떤 정책이 미치는 효과를 평가할 때 정책 효과가 미치는 분포적인 특성을 분석할 수 없다는 한계가 있다고 Orcutt(1957)는 지적하였다. 마이크로 시뮬레이션은 미시적 의사결정 주체를 분석의 기본 단위로 하여 실질적으로 정책이나 제도의 영향을 받는 개인, 가구, 기업의 관점에서 정책이나 제도를 평가하는 방법이라 할 수 있다. 국내에서의 마이크로 시뮬레이션 개발 사례로는 공적연금 장기 분석을 위해 개발된 MMESP(Microsimulation Model for Economic and Social Policy in Korea)가 있으며, 노후소득의 분포와 구성에 대한 정보를 제공하고 있다.

보건의료 분야에서 마이크로 시뮬레이션 모델이 활발히 논의되고 있지는 않지만, 이를 정의하자면 개인이 평생 살아가는 동안에 발생하는 다양

한 건강위험요인(competing risk)을 모델링하여 건강행태에 대한 중재 요인(intervention)이 있을 경우 그것이 건강위험요인에 미치는 영향과 질병부담 내지는 의료의 수요에 미치는 영향을 추정하는 방법론이라 할 수 있다. 이를 인구구조의 변화와 같은 거시적인 영향까지 고려하면 국가 전체적으로 발생하는 질병부담을 추정할 수 있다는 점에서 매우 유용한 모델이다. 예를 들면, 어떤 개인이 가지고 있는 건강위험요인을 고려하여 그 사람의 건강경로(health trajectory)를 모델링할 수 있다면, 어떤 정책의 개입으로 인해 얻을 수 있는 효과를 계량화할 수 있고, 이를 총합하여 전체 인구집단의 미래 질병부담과 의료 수요를 추정할 수 있다. 특히 미래 중고령자와 현재 중고령자의 차이 즉, 생활 수준 향상, 교육 수준 증가, 저출산 등 사회경제적 변화 요인을 모델에 투입함으로써 미래의 질병 부담과 질환 발생의 변화를 유추해 볼 수 있다.

지난 20년 동안 보건경제학 분야에서 인구구조에 기반한 마이크로시뮬레이션 모델(population based microsimulation model)이 꾸준히 발전해 오고 있으며, 대표적인 연구로 Chen et al.(2015)은 비만인구의 체중 감소가 질병부담에 미치는 영향을 전망하였고, Kopec et al.(2010)은 마이크로 시뮬레이션 모델을 이용하여 골관절염의 질병부담을 추정하였다. Hiligsmann et al.(2009)은 골다공증(osteoporosis) 치료의 비용효과성 분석을 위해 validation 모델을 수립하였고, Burge et al.(2003)은 마이크로 시뮬레이션 모델을 이용하여 골다공증의 현재 및 미래 질병부담을 전망하였다. Kabiri et al.(2018)은 미국에서 노인들의 이동성(mobility) 향상의 건강 가치와 경제적 가치를 추정하는 데 마이크로 시뮬레이션 모델을 사용하였다.

본 연구에서 관심을 가지는 건강행태 중 흡연에 개입하는 정책의 효과를 마이크로 시뮬레이션을 통해 검증한 연구로는 미국(Tam et al.,

2017), 영국(Hunt et al., 2017), 라틴아메리카(Pichon-Riviere et al., 2011, 2013) 등의 국가 연구가 있다.

비전염성질환(NCD: non-communicable diseases)은 전 세계적으로 질병부담의 절반 이상을 차지하며, 특히 심혈관계 질환은 NCD로 인한 사망의 약 절반을 차지한다(Catherine, et al., 2016). 만성질환으로 알려진 NCDs는 고소득 국가(wealthier countries)에서도 이환율과 사망률의 주요 원인이 된다(Rick S., et al., 2016, p. 303.).

비전염성 질환의 주요 위험요소는 흡연, 간접흡연, 불건강한 식이, 신체 활동 부족, 비만, 알코올 등이다. 흡연은 암을 포함한 만성질환(Sasco et al., 2004; Sohee Park, 2014 등), 폐질환(Jindal et al., 2001), 심혈관계 질환(Messner et al., 2014)의 주요한 위험요인으로 알려져 있으며, 사망률(Zheng, 2014)에도 미치는 영향이 크다. 과거 흡연자가 흡연을 중단하게 되면 질병 발생 위험이 즉각적으로 감소하기도 하지만 시간이 오래 지난 후에 그 효과가 나타날 수도 있다. 뇌졸중과 급성심근경색 등의 뇌혈관계 질환과 심혈관계 질환은 흡연 중단 후 비교적 단시간에 질병 발생 위험이 감소하는 것으로 알려져 있다(US DHHS, 1990). Rosenberg et al.(1985)은 흡연을 중단한 지 1년 이내에 관상동맥질환의 발병 위험이 절반으로 줄어든다고 하였다.

흡연 중단 이후 질병 발생 위험의 감소에 대해서는 충분한 연구 결과가 축적되어 있지 않으나, 의료비 절감 규모에 대한 연구를 살펴보면, Lightwooddhk Glantz(1997)는 흡연율이 1% 감소할 경우 급성심근경색과 뇌졸중으로 인한 입원 및 의료비용도 감소하는 것으로 분석하였다.

흡연량 감소, 담뱃값 인상 등의 흡연 정책이 비전염성 질환이나 만성질환에 미치는 영향을 연구한 논문인 백미라, 정기택(2017)에서 흡연율, 비만을 감소 시나리오에 따른 주요 만성질환 의료비 절감 효과를 노인미래

모형(FEM)으로 살펴보았다. 연구 결과, 비만 및 흡연에 대한 정책 개입 및 시나리오가 성공하면 의료비 지출이 감소하고, 만성질환(고혈압, 당뇨병, 암)에 대한 지출도 감소하는 것으로 나타났다.

본 연구는 우리나라 데이터를 이용하여 인구구조의 변화가 유병률 변화에 미치는 영향을 분석하기 위해 마이크로 시뮬레이션 모델을 개발하였다는 데 의미가 있으며, 특히 건강행태의 변화 중 흡연율의 변화가 전체 인구의 유병률에 미치는 영향을 여러 시나리오를 이용하여 전망하였다는 데 의미가 있다.

제2절 연구의 목적

우리나라 질병관리본부 기준에 의하면 19세 이상 남성 흡연율이 2014년 43.5% 수준에서 2015년 40%, 2016년 40.6%, 2017년 39.3%로 감소하였지만, 경제협력개발기구(OECD) 회원국 중에서는 여전히 상위권에 머물러 있다. 정부는 2014년 9월에 2020년 성인 남자 흡연율 29% 달성을 목표로 '범정부 금연종합대책'을 수립한 바 있다. 이후 담뱃값 인상(2015. 1. 1. 2500원 → 4500원), 2015년 6월 담뱃갑 경고 그림 표기 도입(2016. 12. 시행) 등 금연정책을 강화하고 있다. 세계보건기구(WHO)는 2015년 전 세계 흡연율을 30% 줄이겠다는 목표를 세우고 정책을 추진하고 있다(WHO, 2015). 그러나 금연정책(tobacco control)으로 흡연율을 감소시켰을 때 우리나라 질병부담은 어떻게 변화될 것인지 불분명하다. 이에 본 연구에서는 흡연율 감소로 인한 건강 혜택(health benefit)을 계량화하는 것을 목표로 하여 연구를 추진하였다.

흡연이 건강에 미치는 영향에 대한 양적 연구로는 주로 smoking-related mortality(SAM) 방법론(Tachfouti, 2014)이 주로 사용되

었으나, SAM은 건강위험요인(risk factor)이나 건강결정변수(health determinant)에서의 개인 간 이질성(heterogeneity)을 고려하지 못하는 문제점이 있다. 마이크로 시뮬레이션 모형은 사망확률과 유병률이 개인의 특성 및 개별 의사결정 주체의 생애사건에 따라 변화하도록 함으로써 흡연이 건강에 미치는 영향을 전체 인구 분포적 관점에서 관찰할 수 있다. 예를 들면, 금연정책이 건강에 미치는 영향이 전체 소득 구간에서 어떻게 나타나는지 보고 싶을 때, 개인별 특성 중 미래의 소득변수와 건강변수를 추출하여 계산할 수 있다는 장점이 있다.

본 연구는 국내에서 보건의로 분야에 마이크로 시뮬레이션 모델을 이용하여 보건의료정책에 대한 계량적 평가를 시도한 최초의 연구로서, 모델 개발을 위해 미국 USC(University of Southern California)의 The Leonard D. Schaeffer Center for Health Policy & Economics와 협업하여 연구를 수행하였다.

본 연구는 건강행태 중 흡연에 개입하는 정책의 효과를 모의 실험하는 것으로 목적으로 하고 있다. 동시에 이 실험을 통해 앞으로 금연정책을 수립할 때 고려해야 할 시사점을 제시하고자 하였다. 이에 본 연구에서는 누적 흡연량을 기준으로 한 흡연을 감소의 시뮬레이션 결과를 제시하였으며, 향후 정책 대상을 구분하여 정책을 시행할 필요성을 제시하였다. 금연정책으로는 담배가격 인상, 대중매체를 통한 캠페인, 공중시설에서의 금연 확대, 학교교육 프로그램 등이 있으며, 각 정책의 주요 대상(subgroup)을 고려하여 정책을 수립할 필요가 있다.



제 2 장

모델 구축

제1절 개요

제2절 이행 모델 추정

제3절 몬테카를로 의사결정

제4절 데이터 및 추정 결과



2

모델 구축 <<

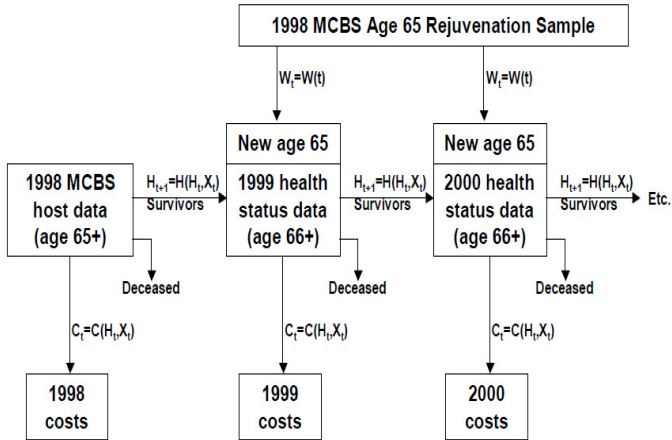
제1절 개요

본 연구에서 구축한 Future Elderly Model(이하 FEM 모델)은 미국의 (FEM모델을 우리나라 환경에 맞게 모델을 개조한 것으로, FEM 모델은 원래 미국에서 65세 이상의 메디케어 대상자들의 건강상태와 의료비를 전망하기 위해 개발되었다. 미국에서 2004년 개발된 FEM 모델은 Centers for Medicare and Medicaid Services에서 펀딩을 받아 개발되었으며, Dana P. Goldman 등이 개발에 참여하여 완성되었다. FEM 모델의 특징은 코호트가 아닌 개인 단위 데이터에 기반한 모델링이라는 점이며, 개인 단위 모델링을 통해 개인의 건강행태 등 개인선택의 이질성 (heterogeneity)을 고려할 수 있다는 점에서 혁신적인 모델이었다.

2004년 개발된 미국 FEM 모델([그림 2-1] 참조)은 미래의 질병 유병률과 의료비를 전망하기 위한 모델이기 때문에 미래의 각 연도별로 해당 유병률과 의료비가 최종적인 결과물로 산출되어야 한다. 간략히 설명하면, 모집단을 대표할 수 있는 개인들의 건강상태를 이행시키고, 이행된 개인들을 총합하여 전체 인구집단의 건강상태를 계산하는 방식으로 이루어져 있다. 개념적으로 미국 FEM 모델은 세 개의 모듈로 구성되어 있다. 각 모듈은 모델을 구성하는 독립되는 구성 요소라고 할 수 있으며, 시물레이션 단계에서 각 모듈에서 산출한 값이 모델에 투입되어 최종값이 계산된다. 2004년 개발된 미국 FEM은 Medicare Current Beneficiary Survey(MCBS) 1998년 자료를 기본자료(host data)로 사용하여 2001년부터 2030년까지 65세의 건강상태를 전망하는 것이었다. 첫 번째 모

들은 건강상태 이행 모듈(health status transition module)이다. 1998년에 있는 개인들은 모두 건강상태 이행 과정을 거치는데, 일부는 사망할 수도 있고, 일부는 새로운 질병에 걸릴 수도 있다. 이를 모델화한 것이 건강상태 이행 모듈이다. 건강상태 이행 모듈은 MCBS 패널 자료(1992~1998년)를 이용하여 구축하였으며, 이행 과정은 확률 기반 몬테카를로 실험을 통해 결정된다. 이와 별도로 매년 새로운 65세 인구(Rejuvenation Sample)가 진입하기 때문에 미래 65세가 되는 노인세대의 건강상태에 대한 전망이 필요하다. 두 번째 모듈은 분석 대상 인구 집단 중 새로 진입하는 인구의 건강상태를 결정하는 모듈로서 별도의 모델 구축이 필요하다. 미국 FEM 모델에서는 이를 위해 National Health Interview Survey(NHIS) 데이터를 사용하여 연령별 유병률을 산출한 후 유병률 profile을 활용하여 연령별 발생률을 추정하였고, 이를 근거로 미래 노인세대의 65세 유병률을 산출하였다. 마지막으로 세 번째 모듈은 정책개입모듈로, 분석하고자 하는 정책에 변화가 있을 때 이를 가정하여 전망하고자 하는 값을 새로이 도출하는 모듈이라 할 수 있다.

[그림 2-1] 미국 FEM 모델의 구조



NOTES: 1. C = costs; C_t = costs in a given calendar year; H = health status; H_t = health status during the year of the interview; W = a relative weight; X_t = demographic controls. 2. Costs are predicted in constant (1998) dollars and assume a level of treatment and technology as it existed in the 1990s.

자료: Goldman DP et al., p. 47.

한국형 FEM은 미국 FEM의 기본 구조를 차용하되, 건강상태 이행 모듈을 새로이 추정하고, 이를 시뮬레이션 할 수 있도록 모델을 개발하였다. 분석 대상도 51세 이상의 인구로 넓혔으며, 흡연을 감소 효과를 고려하기 위해 50세 이전의 흡연량 변수 등 새로운 변수들을 개발하였다. 2012년 인구를 기본 인구로 상정하고, 2012년 이후 51세 이상 인구의 만성질환 등 건강상태를 전망하기 위한 모델을 세 개의 모듈로 나누어 개발하였다.

첫 번째 모듈은 건강상태 이행 모듈(transition module)로서 다양한 질병상태 간의 전이확률(transition probability)을 계산하는 것으로, 설명변수(input risk factor)는 흡연량(50세 이전 pack year), 체중, 연령, 교육 수준, 과거의 질환력(cancer, diabetes, heart disease, hypertension, chronic lung disease, and stroke)을 변수로 사용하였다. 질

병 전이확률은 이산적 시간위험 모델(discrete time hazard model)을 사용하였다. 즉, 개인 i 가 사건(질환)을 j 시점에 경험할 확률

$$h(t_{ij}) = \Pr[T_i = j | T_i \geq j]$$

을 계산하여 산출하였다.

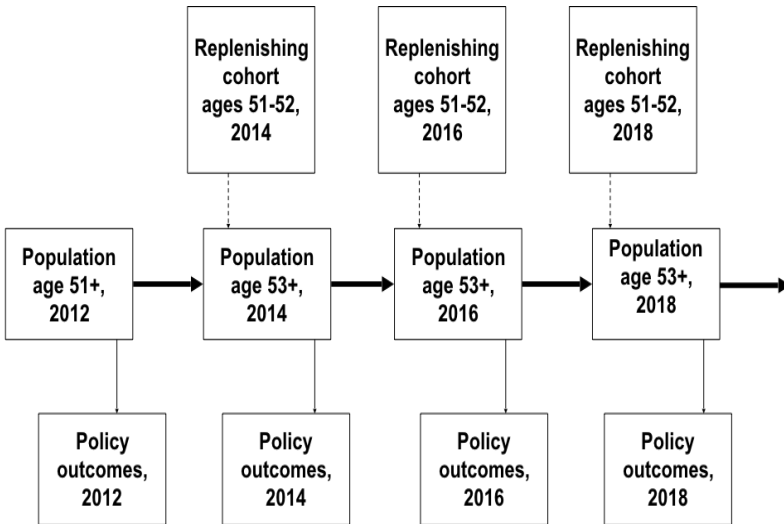
두 번째 모듈은, 2012년 이후 2년마다 새롭게 진입하는 51세, 52세 코호트를 생성하는 모듈(replenishing cohort module)로서 매년 새롭게 생성되는 51세, 52세 코호트의 인구학적 특성을 반영하여 생성해야 한다. 본 연구에서는 1차 연도의 연구과제인 만큼 금년도 연구에서는 교육 수준의 변화만을 고려하여 분석하였다.

기존의 연구에서는 개인의 특성을 묶어 코호트를 구성하는 코호트 연구가 다수였으나, 질환상태는 나이가 들면서 상태가 변화는 다중상태(multistate)를 거쳐서 형성되는 변화이기 때문에 연령, 나이, 결혼여부, 건강상태 등으로 구성된 코호트를 이용하여 상태 변화를 분석할 경우 분석 대상 상태(state)는 기하급수적으로 증가하여 이들로 구성된 이행행렬(transition matrix)를 구성하는 것이 사실상 불가능하다. 따라서 코호트 전체를 전이확률에 따라 각 질환상태에 배분하여 각 상태에 할당된 사람 수를 추정하는 방법보다는 개인 단위에서 몬테카를로 시뮬레이션을 실시하여 상태를 할당하고 이를 생애주기(life course)에 따라 상태를 배분하여 종합(aggregate)하는 것이 효율적이라 할 수 있다.

마지막으로 정책개입 모듈(policy module)은 정책개입에 따른 개인 단위의 결과 변화를 모아 전체 인구집단에서의 결과 변화를 살펴보는 것으로, 본 연구에서는 만성질환의 유병률 변화, 기대수명 변화 등을 정책변수로 설정하여 살펴보았다.

[그림 2-2]는 모델의 구조를 보여 주는 그림으로 미국 FEM 모델과 기본 구조는 같다. 사용한 데이터는 고령화패널 자료로서 향후에 국제 비교가 가능하도록 하기 위해 Harmonized KLoSA 데이터¹⁾를 사용하여 분석하였다. Harmonized KLoSA 데이터는 미국 HRS(Health and Retirement Study)와 데이터명 등을 최대한 일치시켜 데이터를 새롭게 구축한 것이다. 2006년, 2008년, 2010년, 2012년 데이터(4 wave)를 이용한 모델을 구축하였고, 51세 이상 인구를 대상으로 한다.

[그림 2-2] 우리나라 FEM 모델의 구조



----- Replenishing Cohorts Module ➔ Transitions Module → Policy Outcomes Module

자료: 미국 FEM 모델을 이용 독자적 구축.

1) <https://g2aging.org/?section=survey&surveyid=49>

20 건강행태의 변화에 따른 질병 예측 및 질병부담 추계 연구

Harmonized KLoSA 데이터의 원데이터는 고령화 패널로서, 고령화패널의 추출 틀에 대해 간략히 설명하면 다음과 같다. 고령화패널의 표본추출 틀은 2005년 인구주택총조사(census)의 자료를 활용하고 있으며, 표본조사구를 1000개로 구성하였으며 이를 시도별, 인구비례로 할당하여 대표성을 확보하였다. 조사 초기에는 유효 표본을 45세 이상 일반가구 거주자 1만 명으로 하는 것을 목표로 하였으며, 실제 조사에서는 제1차 기본조사에 1만 254명의 패널을 구축하여 조사를 완료하였다. 제2차 기본조사에서는 8688명, 제3차 기본조사에서는 7920명, 제4차 기본조사에서는 7486명, 5차 기본조사에서는 7029명을 조사하였으며, 6차 기본조사에서는 기존 패널 6618명과 신규 패널 920명을 조사하였다.

〈표 2-1〉 고령화패널 기본조사 결과 및 사망률

(단위: 명, %)

구분	조사 대상 (A)	조사 성공 패널 (B+C)	생존자 조사 성공 패널 (B)	사망자 조사 성공 패널 (C)	미조사 사망자 누적치 (D)	사망률(%)	
						조사 대상자 사망률 (C+D)/A	조사 성공자 사망률 C/(B+C)
2006년(1차)	10,254	10,254	10,254	-	-	-	-
2008년(2차)	10,254	8,875	8,688	187	67	2.48	2.11
2010년(3차)	10,067	8,229	7,920	309	101	4.07	3.76
2012년(4차)	9,758	7,813	7,486	327	112	4.50	4.19

자료: 1~6차 고령화패널 기본조사 자료 유저가이드 인용.

제2절 이행 모델 추정(Transition model estimation)

개인 i 의 연령을 j_i 라고 표현할 경우 개인 i 의 건강행태와 질환 등을 관측한 첫해는 j_{i0} 라고 하고, j_{iT_i} 를 마지막 연도라고 할 수 있을 것이다. $j_i = j_{i0}, \dots, j_{iT_i}$ 로 표현하면, 개인 i 의 연령 j 에서 관측된 질환 m 을 $h_{i,j,m} = 1$ 로 표시할 수 있다. 개인 i 가 연령 j 에서 질환 m 이 발생할 확률을 $h^*_{i,j,m}$ 로 표시하고 그 확률은 다음의 식으로 표현할 수 있다.

$$h^*_{i,j,m} = x_i\beta_m + h_{i,j_i-1,-m}\gamma_m + h_{i,j_0,-m}\psi_m + a_{m,j_i} + \epsilon_{i,j_i,m},$$

$$m = 1, \dots, M_0, j_i = j_{i0}, \dots, j_{iT_i}, i = 1, \dots, N$$

즉, 질환 m 이 발생할 확률은 시간에 따라 변하지 않은 건강결정요인 (health determinant)을 x_i 라 하고, 질환 m 이 아닌 이전 연도의 다른 질환 보유 여부 $h_{i,j_i-1,-m}$, 관측 첫해부터 가지고 있었던 다른 질환 $h_{i,j_0,-m}$ 과 연령대(age spiline) a_{m,j_i} , 그리고 노이즈 변수인 $\epsilon_{i,j_i,m}$ 에 의해 결정된다고 가정한다. 본 연구에서 고려한 질환은 대표적인 만성질환인 암, 당뇨, 심질환, 고혈압, 폐질환, 뇌졸중으로 한정하였다.

여기서 중요한 점은 질환 m 이 과거력이 있는 경우 그 질환은 마지막 관찰 연도까지 질환을 보유한 것으로 가정(absorbing state)한 점이다. 질환에서 회복되거나 회복된 후 다시 병력을 갖게 되는 경우를 반영하게 되면 모델이 복잡해지기 때문에 이를 단순화하기 위해 도입한 가정이나 향후 확장 모델에서는 이를 반영할 수 있을 것이다. 이를 수식으로 표현하면 다음을 가정한다고 할 수 있다.

$$h_{i,j_i,m} = \max\{I(h_{i,j_i,m}^* > 0), h_{i,j_i-1,m}\}$$

여기서 파라미터 $\theta_1 = (\{\beta_m, \gamma_m, \psi_m, \varsigma_m\}_{m=1}^M)$ 는 최우추정 방식을 통해 추정될 수 있다. 최우추정은 다음의 likelihood function을 극대화하는 값일 것이다.

$$l_i^{-0}(\theta; h_{i,j_{i0}}) = \left[\prod_{m=1}^{M-1} \prod_{j=j_{i1}}^{j_{T_i}} P_{ij,m}(\theta)^{(1-h_{ij-1,m})(1-h_{ij,M})} \right] \times \left[\prod_{j=j_{i1}}^{j_{T_i}} P_{ij,M}(\theta) \right]$$

제3절 몬테카를로 의사결정

Transition Model을 통해 추정된 확률값은 몬테카를로 결정 방법을 통해 차기의 질환 발생 여부가 결정되도록 하였다. 몬테카를로 시뮬레이션을 위한 확률분포로는 균일분포(uniform distribution)를 사용하였으며, 난수 추출을 통해 추출된 균등확률과 이행확률을 비교하여 이행상태를 결정하였다. 예를 들면, A상태에 있는 개인의 차년도 건강상태(암, 당뇨, 심질환, 고혈압, 폐질환, 뇌졸중, 사망)를 각각 구하고 각 상태로의 이행확률과 균등확률을 비교하여 상태 B로의 이행확률이 균등확률보다 크면 건강상태 B로 이행한 것으로 하였다. 이를 2012년 대상이 되는 모든 개인에게 적용하여 산출하며, 2030년까지 이행값을 각각 계산하였다.

이행확률 추정을 위한 데이터 마이닝은 stata 14를 사용하였으며, 몬테카를로 의사결정 등 시뮬레이션은 C++ 로 수행하였다.

제4절 데이터 및 추정 결과

본 연구의 고령화패널(KLoSA) 자료에서 51세 이상 인구의 2006~2012년 데이터의 기초통계량은 아래의 표와 같다. 전체 데이터 중 남성의 비율이 43.5%를 기록하였다. 현재 흡연자, 즉 현재 흡연율은 17.3%, 과거 흡연율은 30.7% 수준이었다. 이는 남성과 여성을 포함한 통계로 국민건강영양조사에서는 각각 15%, 40%로 차이를 보이고 있다. 질환별 유병률을 보면 심장병 유병률은 7.1%, 고혈압 유병률 36.1%, 뇌졸중 유병률 4.9%, 폐질환은 2.9%, 암유병률 4%, 당뇨병 유병률 15.3% 수준이다.

〈표 2-2〉 고령화 패널 기초통계

Variable	Mean	Std. Dev.	N
Male	0.435	0.496	25417
Current Smoker	0.173	0.378	24094
Ever Smoked	0.307	0.461	24094
Log of BMI	3.133	0.122	25417
Heart Disease	0.071	0.257	24074
Hypertension	0.361	0.48	23947
Stroke	0.049	0.215	24070
Lung Disease	0.029	0.167	24085
Cancer	0.04	0.196	24083
Diabetes	0.153	0.36	24041
No ADLs	0.956	0.205	25417
1 ADL	0.013	0.113	25417
2 ADLs	0.006	0.076	25417
3+ ADLs	0.025	0.156	25417
No IADLs	0.893	0.309	25417
1 IADL	0.052	0.221	25417
2+ IADLs	0.055	0.229	25417
Death	0.032	0.177	25417

자료: Harmonized KLOSA 데이터 분석 결과, 51세 이상 남녀 대상.

24 건강행태의 변화에 따른 질병 예측 및 질병부담 추계 연구

Harmonized KLOSA 데이터의 대표성을 검증하기 위해 국민건강영양 조사의 51세 이상 기초통계량과 비교한 결과 심장병 유병률은 5.2%, 고혈압 유병률 40.9%, 뇌졸중 유병률 4.2%, 폐질환은 0.9%(COPD 유병률 12.7%), 암유병률 6%, 당뇨병 유병률 15.3% 수준이다. 폐질환의 경우 질환을 인식하고 의사의 진단을 받은 경우가 실제 질환 보유 경우보다 현저하게 낮은 것을 확인할 수 있다.

〈표 2-3〉 국민영양조사 기초통계

Variable	Mean	Std. Dev.	N
Male	0.432	0.495	19005
Current Smoker	0.15	0.357	17141
Ever Smoked	0.4	0.49	17141
Log of BMI	3.171	0.131	18195
Heart Disease	0.052	0.222	17011
Hypertension	0.409	0.492	17070
Stroke	0.042	0.2	17016
Lung Disease	0.009	0.095	16448
Cancer	0.06	0.238	17662
Diabetes	0.153	0.36	17061
Exam-Diagnosed COPD	0.127	0.333	19005

자료: 국민건강영양조사 가공, 51세 이상 남녀 대상.

Harmonized KLoSA 자료를 활용하여 건강상태 이행 모듈 식을 추정하였다. 공통변수로는 교육더미변수(Less than high school, More than high school), 연령변수(65세 미만, 65~75세, 75세 이상), BMI 더미(23.5 이상), 50세 이전 흡연량을 사용하였고, 질환별로는 각각 비슷하지만 상이한 건강위험요인들로 독립변수들을 구성하였다. 본 연구에서는, 미국 FEM 모델에서 적용한 제한 방식을 동일하게 적용하여 건강상태 이행 모듈에서 당기의 질환에 영향을 미치는 전기의 질환을 제한하였다.²⁾

암, 당뇨의 경우 전기의 다른 질환 보유 여부에 영향을 받지 않고, 고혈압의 경우 전기의 당뇨 보유에만 영향을 받는다. 심질환의 경우 전기의 당뇨와 고혈압의 영향을 받는다. 뇌졸중은 전기의 심질환, 고혈압, 당뇨, 암의 영향을 받는다. 마지막으로 폐질환은 전기의 다른 질환 보유 여부에 영향을 받지 않는다. 이와 같은 가정하에 추정된 계수값은 아래의 표와 같다. 사망모델(mortality model)은 지금까지 고려한 모든 변수(6개의 질환 포함) 이외에 ADL, IADL의 변수의 영향을 받는 것으로 가정하고 추정하였다. 마지막으로 흡연과 관련한 변수로 흡연시작(smoke start)과 금연(smoke stop)변수를 종속변수로 하는 모델을 추가하였다. 흡연시작 변수는 당기까지 흡연을 하지 않은 사람이 흡연을 시작할 확률을 계산하고, 금연변수는 흡연자가 금연할 확률을 계산하여 몬테카를로 의사결정에 의해 실제 흡연 또는 금연 여부를 결정한다.

전이 확률 모형의 추정 결과를 보면, 50세 이전의 누적 흡연량(pack-years)이 1단위 증가할 경우, 암의 평균한계효과(marginal effect)는 유의 수준 1% 범위 내에서 0.757만큼 증가하는 것으로 나타났다(<표 2-4> 참조). 그러나 통계적으로 유의하게 나타난 변수가 다소 적은 것

2) https://roybalhealthpolicy.usc.edu/files/2015/05/FEM_techdoc.pdf, p. 29

26 건강행태의 변화에 따른 질병 예측 및 질병부담 추계 연구

은 문제점으로 지적될 수 있다. 이는 사용 자료의 한계일 수도 있고, 실제로 이러한 추정이 사실일 수도 있다. 다만 본 연구의 목적은 평균적인 정책 효과를 보고자 한 것이기 때문에 기존 미국 FEM 모델에서 적용한 제한 방식과 동일한 방식으로 변수를 제한하고, 추정값도 유의 수준에 개의치 않고 결과값을 시뮬레이션에 사용하였다.

〈표 2-4〉 암, 당뇨, 고혈압 전이모델

	cancer	cancer marg. effects	diabetes	diabetes marg. effects	hypertension	hypertension marg. effects
Male	0 (.)		0 (.)		0 (.)	
Less than high school	-0.0617 (0.0804)	-0.00182 (0.00236)	-0.0768 (0.0722)	-0.00377 (0.00353)	-0.121* (0.0572)	-0.0133* (0.00626)
More than high school	-0.0958 (0.110)	-0.00265 (0.00285)	0.0634 (0.0864)	0.00326 (0.00462)	-0.0910 (0.0716)	-0.00964 (0.00724)
Lag: age spline less than 65	0.0342** (0.0105)	0.00101*** (0.000295)	0.0284*** (0.00813)	0.00140*** (0.000392)	0.0289*** (0.00615)	0.00320*** (0.000672)
Lag: age spline between 65,75	0.0275* (0.0120)	0.000816* (0.000356)	0.0154 (0.0108)	0.000762 (0.000532)	0.0123 (0.00893)	0.00136 (0.000990)
Lag: age spline more than 75	-0.0166 (0.0148)	-0.000493 (0.000441)	-0.0169 (0.0141)	-0.000832 (0.000693)	0.00343 (0.0109)	0.000380 (0.00121)
Lag: BMI more than 23.5	0.0738 (0.0702)	0.00221 (0.00212)	0.164** (0.0618)	0.00830** (0.00319)	0.273*** (0.0496)	0.0317*** (0.00597)
cum smokpacks 50	0.00757*** (0.00204)	0.000225*** (0.0000596)	0.00235 (0.00198)	0.000116 (0.0000974)	0.00123 (0.00157)	0.000136 (0.000174)
Lag: diabetes					0.134 (0.0768)	0.0162 (0.0101)
Constant	-4.440*** (0.610)		-3.814*** (0.470)		-3.374*** (0.351)	
Observations	9781	9781	8640	8640	7116	7116
Pseudo R2	0.036	0.036	0.020	0.020	0.026	0.026

주: * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

〈표 2-5〉 심장질환, 뇌졸중 폐질환 전이모델

	heart diseases	heart diseases marg. effects	stroke	stroke marg. effects	lung diseases	lung diseases marg. effects
Male	0 (.)		0 (.)		0 (.)	
Less than high school	-0.0970 (0.0816)	-0.00293 (0.00246)	-0.0358 (0.0847)	-0.000956 (0.00226)	-0.106 (0.114)	-0.00128 (0.00137)
More than high school	0.0545 (0.0990)	0.00172 (0.00325)	0.00340 (0.107)	0.0000914 (0.00289)	0.0220 (0.144)	0.000272 (0.00181)
Lag: age spline less than 65	0.0266 ^{**} (0.00974)	0.000809 ^{**} (0.000289)	0.0312 ^{**} (0.0113)	0.000836 ^{**} (0.000289)	0.0431 [*] (0.0176)	0.000522 ^{**} (0.000189)
Lag: age spline between 65,75	0.00372 (0.0123)	0.000113 (0.000373)	0.0156 (0.0126)	0.000419 (0.000338)	0.0309 (0.0163)	0.000374 (0.000205)
Lag: age spline more than 75	-0.0162 (0.0166)	-0.000493 (0.000504)	0.00922 (0.0134)	0.000247 (0.000360)	0.0135 (0.0147)	0.000163 (0.000180)
Lag: hypertension	0.266 ^{***} (0.0748)	0.00935 ^{**} (0.00299)	0.227 ^{**} (0.0770)	0.00690 ^{**} (0.00264)		
Lag: diabetes	0.280 ^{***} (0.0838)	0.0108 ^{**} (0.00399)	0.182 [*] (0.0891)	0.00571 (0.00325)		
Lag: BMI more than 23.5	0.0915 (0.0713)	0.00282 (0.00223)	0.101 (0.0740)	0.00274 (0.00204)	-0.275 ^{**} (0.106)	-0.00327 ^{**} (0.00124)
cum smokpacks 50	0.00202 (0.00216)	0.0000613 (0.0000657)	0.000617 (0.00238)	0.0000165 (0.0000639)	0.00239 (0.00324)	0.0000290 (0.0000392)
Lag: heart disease			0.304 ^{**} (0.115)	0.0112 [*] (0.00562)		
Lag: cancer			0.188 (0.183)	0.00621 (0.00733)		
Constant	-3.967 ^{***} (0.562)		-4.353 ^{***} (0.659)		-5.145 ^{***} (1.039)	
Observations	9481	9481	9562	9562	9751	9751
Pseudo R2	0.041	0.041	0.055	0.055	0.064	0.064

주: Standard errors in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

28 건강행태의 변화에 따른 질병 예측 및 질병부담 추계 연구

〈표 2-6〉 사망확률 모델, 흡연시작/중단 모델

	death	death marg. effects	smoke start	smoke start marg. effects	smoke stop	smoke stop marg. effects
Male	0		1.102 ^{***}	0.0531 ^{***}	-0.171 [*]	-0.0428 [*]
	(.)		(0.0555)	(0.00322)	(0.0767)	(0.0204)
Less than high school	0.0257	0.00108	0.0899	0.00233	-0.179 ^{**}	-0.0419 ^{**}
	(0.0660)	(0.00279)	(0.0559)	(0.00141)	(0.0575)	(0.0136)
More than high school	-0.312 ^{**}	-0.0108 ^{***}	-0.0581	-0.00147	0.0764	0.0183
	(0.103)	(0.00285)	(0.0696)	(0.00167)	(0.0746)	(0.0184)
Lag: age spline less than 65	0.0179	0.000754	-0.0297 ^{***}	-0.000794 ^{***}	0.0191 ^{***}	0.00444 ^{***}
	(0.00961)	(0.000396)	(0.00549)	(0.000150)	(0.00574)	(0.00133)
Lag: age spline between 65.75	0.0427 ^{***}	0.00180 ^{***}	-0.00550	-0.000147	0.0226 [*]	0.00527 [*]
	(0.00982)	(0.000417)	(0.00871)	(0.000233)	(0.00891)	(0.00207)
Lag: age spline more than 75	0.0471 ^{***}	0.00198 ^{***}	0.00545	0.000146	0.0109	0.00254
	(0.00747)	(0.000342)	(0.00960)	(0.000256)	(0.0104)	(0.00242)
Lag: cancer	0.797 ^{***}	0.0728 ^{***}				
	(0.0946)	(0.0149)				
Lag: diabetes	0.192 ^{**}	0.00937 [*]				
	(0.0710)	(0.00398)				
Lag: heart disease	0.237 ^{**}	0.0125 [*]				
	(0.0917)	(0.00593)				
Lag: hypertension	-0.0878	-0.00356				
	(0.0604)	(0.00237)				
Lag: lung disease	0.313 ^{**}	0.0180 [*]				
	(0.109)	(0.00826)				
Lag: stroke	0.0302	0.00131				
	(0.0968)	(0.00432)				
Lag: 1 ADL	0.416 [*]	0.0269				
	(0.166)	(0.0154)				
Lag: 2 ADLs	0.500 [*]	0.0354				
	(0.211)	(0.0225)				
Lag 3 or more ADLs	0.631 ^{***}	0.0499 ^{**}				
	(0.142)	(0.0182)				
Lag: 1 IADL	0.0468	0.00205				
	(0.0905)	(0.00413)				
Lag: 2 or more IADLs	0.503 ^{***}	0.0343 ^{**}				
	(0.117)	(0.0118)				
Lag: BMI more than 23.5	-0.182 ^{**}	-0.00751 ^{**}				
	(0.0594)	(0.00241)				
cum smokpacks 50	0.00167	0.0000704				
	(0.00188)	(0.0000790)				
Constant	-3.368 ^{***}		-0.971 ^{**}		-1.969 ^{***}	
	(0.556)		(0.297)		(0.325)	
Observations	10589	10589	19329	19329	4347	4347
Pseudo R2	0.226	0.226	0.146	0.146	0.017	0.017

주: Standard errors in parentheses

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

제 3 장

정책 시뮬레이션

제1절 인구고령화에 따른 유병률 전망

제2절 흡연율 감소의 질병부담 영향



3

정책 시뮬레이션 <<

제1절 인구고령화에 따른 유병률 전망

본 장에서는 현재의 속도로 인구고령화가 진행될 경우 우리나라 51세 이상 인구의 6개 질환 유병률과 인구수를 계산하였다. 시뮬레이션 방법은 전장에서 제시한 바와 같이 고령화패널(KLoSA)의 2012년 설문대상자의 질병 이행확률을 계산하고 몬테카를로 의사결정을 통해 질환 보유 여부 등을 결정하였으며, 2년마다 새로이 진입하는 51세, 52세 인구의 경우 2012년 인구 특성을 그대로 유지하지만 교육 수준만 변화하도록 하였다. 새로이 진입하는 코호트의 교육 수준은 연령대별 교육 수준 자료가 있는 Barro-Lee Educational Attainment Database³⁾를 사용하여 계산하였다. 즉 10년 후 51세, 52세가 되는 사람의 교육 수준의 분포는 현재 40세인 사람의 교육 수준을 최종적인 교육 수준이라고 가정하고 분포대로 교육 수준을 분배하였다.

3) <http://www.barrolee.com/>

32 건강행태의 변화에 따른 질병 예측 및 질병부담 추계 연구

〈표 3-1〉 연령대별, 성별 교육 수준(2010년)

Age Group	No schooling	Highest level attained						Average years of schooling	Population (1000s)
		Primary		Secondary		Tertiary			
		Total	Completed	Total	Completed	Total	Completed		
		(% of population aged 15 and over)							
Total									
15-19세	0.10	0.10	0.10	75.40	74.80	24.40	0.00	12.46	3,407
20-24세	0.10	0.10	0.10	14.70	14.30	85.00	13.80	13.93	3,211
25-29세	0.10	0.10	0.10	21.30	20.60	78.30	59.90	14.70	3,715
30-34세	0.20	0.20	0.20	29.20	28.30	70.30	62.40	14.57	3,771
35-39세	0.20	0.40	0.40	43.10	41.40	56.10	51.00	14.02	4,208
40-44세	0.30	1.10	1.00	52.20	48.20	46.00	42.00	13.50	4,058
45-49세	0.50	4.50	4.30	58.40	48.10	36.50	33.30	12.75	4,084
50-54세	0.90	11.00	10.40	62.80	44.40	25.30	23.10	11.63	3,876
55-59세	1.90	20.30	19.30	59.40	36.90	18.40	16.70	10.55	2,794
60-64세	4.50	30.10	28.30	50.80	29.00	14.50	12.90	9.49	2,257
65-69세	11.20	38.40	34.90	38.90	20.80	11.50	10.00	8.13	1,914
70-74세	20.60	41.50	36.60	28.60	15.50	9.30	8.90	6.55	1,608
75세 이상	36.60	37.70	33.40	19.20	9.70	6.50	5.50	4.96	1,965
15세 이상	3.40	9.60	8.80	45.30	35.50	41.60	30.00	12.05	40,868
25세 이상	4.10	11.50	10.50	44.60	34.40	39.80	34.80	11.89	34,250
남자									
15-19세	0.10	0.10	0.10	74.80	74.20	25.10	0.00	12.47	1,601
20-24세	0.10	0.10	0.10	14.50	13.90	85.30	25.20	14.16	1,522
25-29세	0.10	0.10	0.10	21.80	21.20	77.80	68.60	14.87	1,807
30-34세	0.10	0.20	0.20	31.10	30.40	68.40	62.30	14.55	1,843
35-39세	0.20	0.40	0.40	47.10	45.50	52.20	47.20	13.87	2,066
40-44세	0.30	1.30	1.30	58.60	53.90	39.50	35.60	13.21	1,998
45-49세	0.50	5.70	5.40	66.10	52.80	27.60	25.00	12.24	2,035
50-54세	1.10	14.30	13.60	67.80	45.10	16.70	14.90	10.94	1,946
55-59세	2.50	26.50	25.20	59.40	33.30	11.70	10.40	9.73	1,409
60-64세	6.70	39.20	36.60	45.70	23.10	8.40	7.40	8.40	1,165
65-69세	16.80	47.20	42.40	30.60	14.40	5.40	4.60	6.72	1,017
70-74세	29.70	47.40	41.00	19.70	9.20	3.20	3.00	5.03	897
75세 이상	47.70	38.30	33.20	12.20	5.70	1.80	1.40	3.58	1,295
15세 이상	5.50	12.50	11.40	45.90	35.30	36.10	28.60	11.45	20,601
25세 이상	6.40	14.80	13.40	45.40	34.40	33.40	30.10	11.15	17,478

Age Group	No schooling	Highest level attained						Average years of schooling	Population (1000s)
		Primary		Secondary		Tertiary			
		Total	Completed	Total	Completed	Total	Completed		
		(% of population aged 15 and over)							
여자									
15-19세	0.10	0.10	0.10	76.00	75.30	23.80	0.00	12.44	1,806
20-24세	0.10	0.10	0.10	15.00	14.50	84.70	3.60	13.72	1,689
25-29세	0.10	0.10	0.10	20.80	20.00	78.80	51.50	14.53	1,908
30-34세	0.20	0.20	0.20	27.30	26.40	72.10	62.40	14.60	1,928
35-39세	0.20	0.40	0.40	39.20	37.50	59.90	54.60	14.15	2,142
40-44세	0.30	0.90	0.80	46.00	42.70	52.40	48.20	13.78	2,060
45-49세	0.50	3.30	3.10	50.80	43.10	45.40	41.70	13.24	2,049
50-54세	0.80	7.60	7.10	57.70	43.30	33.90	31.60	12.32	1,930
55-59세	1.20	14.10	13.30	59.50	40.60	25.20	23.20	11.39	1,385
60~64세	2.20	20.50	19.30	56.30	36.00	21.10	18.70	10.67	1,092
65~69세	4.90	28.30	26.10	48.30	29.20	18.50	16.00	9.76	897
70~74세	9.10	34.00	30.80	39.80	25.40	17.10	16.90	8.52	711
75세 이상	15.10	36.50	33.70	32.60	19.00	15.80	14.60	7.70	670
15세 이상	1.40	7.00	6.50	43.70	36.60	47.70	33.40	12.76	20,267
25세 이상	1.70	8.40	7.80	43.20	34.70	46.60	40.00	12.69	16,772

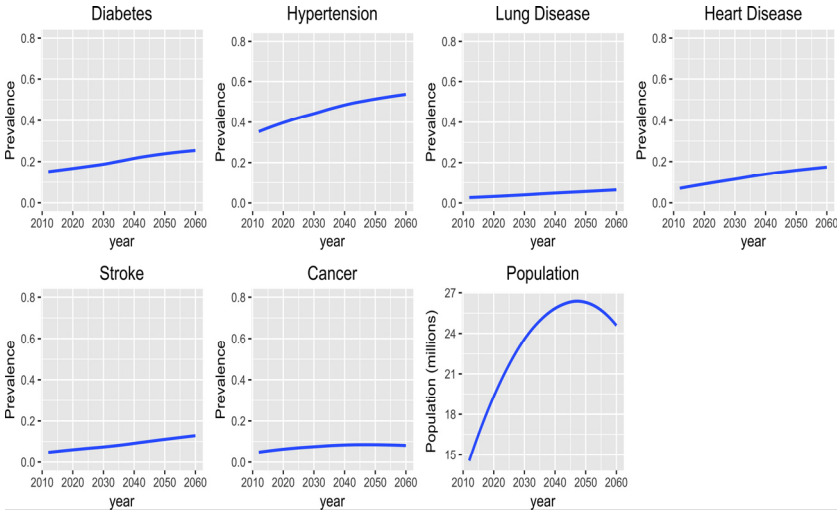
자료: Barro, Robert and Jong-Wha Lee, 2013, "A New Data Set of Educational Attainment in the World, 1950-2010." Journal of Development Economics, vol 104, pp.184-198. This work was supported by the Korea Research Foundation(KRF-2006-342-B00010).

<http://www.barrolee.com/data/dataexp.htm>.(2018. 11. 30. 인출)

34 건강행태의 변화에 따른 질병 예측 및 질병부담 추계 연구

시뮬레이션 결과 51세 이상 인구는 2045년 이후 감소하는 것으로 나타났다. 전체 인구의 유병률은 고혈압의 증가율이 가장 높게 나타났고, 이어서 당뇨병, 심질환의 순으로 나타났다.

[그림 3-1] 인구고령화에 따른 유병률 전망(51세 이상 인구)



이후 연구에서는 흡연을 감소에 따른 질병부담 예측을 위해 인구 전체에 미치는 질병부담보다는 1개 코호트, 예를 들면, 2012년 51세, 52세였던 사람들의 건강경로(health trajectory)를 전망하고, 흡연을 감소시켰을 때와 그렇지 않았을 때의 질병부담을 비교하는 방식으로 연구를 진행하였다. 이는 2012년 기준에서 시작하는 연령대가 다르므로 전체 인구집단에 흡연을 감소를 적용하였을 때 그 효과를 명확하게 드러내는 데 한계가 있기 때문이다. 이를 다음 절에서 살펴보고자 한다.

제2절 흡연을 감소의 질병부담 영향

흡연을 감소 시나리오는 이전 장에서 논의한 바와 같이 KLoSA 데이터를 활용하여 50세 이전에 피웠던 흡연량 변수 pack-year 변수를 생성하여 분석하였다. pack-year 변수는 한 사람이 하루 한 갑씩 10년 동안 흡연을 했을 경우 10 pack-years로 환산할 수 있다. 만약 5년 동안 하루에 3갑, 나머지 5년 동안 하루에 4갑씩 피웠다면 이 사람은 35 pack-years로 환산할 수 있다. Harmonized KLoSA 자료를 이용하여 분석한 결과 흡연자의 경우 중위값은 23.81 pack-years를 기록하였다.

흡연을 감소가 질병부담에 미치는 영향을 보기 위해 다음의 세 가지 시나리오를 구성하여 각각의 질병부담을 실험하였다. 흡연을 감소 시뮬레이션은 51세 이상 남성을 대상으로 수행하였다.

- 시나리오 1: 전체적인 흡연량(pack-years) 30% 감소
- 시나리오 2: 하위 30% 금연 (pack-years 15.5 미만)
- 시나리오 3: 상위 30% 금연 (pack-years 43.7 이상)

시나리오 1은 2012년 50세, 51세인 흡연자의 과거 흡연량을 30% 감소시켰을 때 이후 평생 동안의 유병률 변화를 흡연량 감소 이전과 이후로 비교하는 방식이다. 시나리오 2는 2012년 51세, 52세인 흡연자 중 흡연량이 하위 30%에 해당하는 흡연자의 흡연을 완전히 금연시켰을 때 이후 평생 동안의 유병률 변화를 흡연량 감소 이전과 이후로 비교하는 방식이다. 마지막으로 시나리오 3은 2012년 50세, 51세인 흡연자 중 흡연량 이상위 30%에 해당하는 흡연자의 흡연을 완전히 중단시켰을 때 유병률 변화를 흡연량 감소 이전과 이후로 나누어 비교하였다.



제 4 장

시뮬레이션 결과 및 결론

제1절 시뮬레이션 결과

제2절 결론



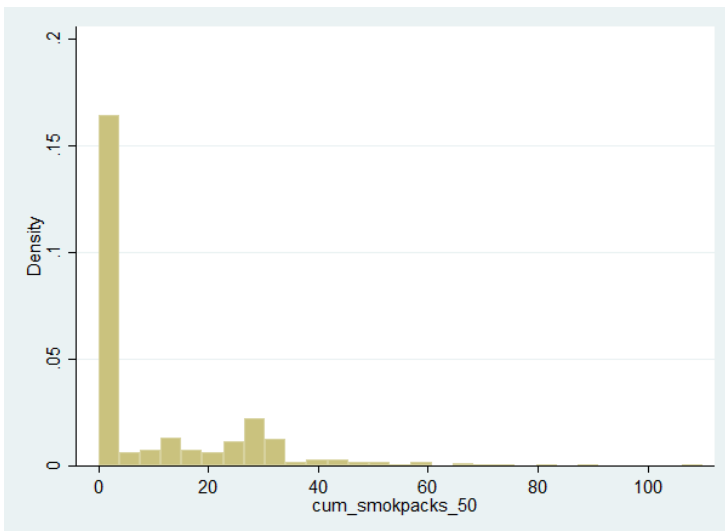
4

시뮬레이션 결과 및 결론 <<

제1절 시뮬레이션 결과

시뮬레이션 결과는 남성 흡연자에 한한 금연 및 절연의 효과로, Harmonized KLoSA에서의 여성 흡연자 흡연율은 2~3% 수준으로 나타나 여성의 금연 및 절연 효과를 객관적으로 파악하기에는 한계가 있다. Pack-years 기준으로 2012년 기준 51세, 52세 남성 흡연자의 과거 흡연량을 보면 중위값은 23.81 Pack-years, 흡연량 하위 30%에 해당하는 흡연자의 과거 흡연량은 15.5 Pack-years, 상위 30%의 과거 흡연량은 43.7 Pack-years이다.

[그림 4-1] 50세, 51세 남성 흡연자의 과거 흡연량



1. 기대여명에 미치는 영향

흡연량 감소는 기대여명 증가에 큰 영향을 주는 것으로 보인다. 우선 기대여명 증가 여부 측정은 흡연자의 흡연량 감소 이전과 이후를 비교하는 처리 방법(treatment-on-the-treated analysis)을 사용하였다. 예를 들면 모든 흡연자의 흡연량이 30% 감소하였을 때, 해당 흡연자들의 흡연량 감소 이전의 기대여명과 흡연량 감소 이후의 기대여명 차이를 계산하였다.

〈표 4-1〉의 첫 번째 두 칼럼은 모든 흡연자의 흡연량을 30% 감소하였을 때의 기대여명으로 흡연량 감소 이전의 기대여명은 33.86세, 흡연량 감소 후의 기대여명은 35.02세로 1.16세 증가함을 볼 수 있다. 마찬가지로 장애가 없는 기대여명은 흡연량 감소 이전이 25.82세, 흡연량 감소 이후가 26.65세로 0.83세 증가하였다. 마지막으로 질병 없는 기대여명은 각각 12.01세, 12.29세로 0.28세 증가하여 흡연량 감소의 효과가 나타남을 볼 수 있다.

흡연량이 하위 30%에 해당하는 흡연자의 흡연량을 0으로 줄였을 때 금연 이전의 기대수명은 35.81세이나 금연 이후에는 36.02세로 증가하였다. 장애가 없는 기대여명은 27.21세에서 27.34세로 증가하였으며, 질병이 없는 기대여명은 12.09세에서 12.22세로 증가하였다.

흡연량 상위 30%에 해당하는 흡연자의 흡연량을 0으로 줄였을 때 기대수명은 금연 이전 32.65세에서 금연 이후 35.01세로 증가하였다. 장애가 없는 기대여명은 25.14세에서 26.54세로 증가하였으며, 질병이 없는 기대여명은 12.17세에서 13.80세로 증가하였다.

〈표 4-1〉 시나리오별 기대여명 연장 효과 비교

Male	“Across-the-board” 30% Reduction (pre-treated)	30% Reduction (post-treated)	“Light smokers” 30th percentile Reduction (pre-treated)	30th percentile Reduction (post-treated)	“Heavy smokers” 70th percentile Reduction (pre-treated)	70th percentile Reduction (post-treated)
Life Expectancy	33.86	35.02	35.81	36.02	32.65	35.01
Disability-Free Life Years	25.82	26.65	27.21	27.34	25.14	26.54
Disease-Free Life Years	12.01	12.29	12.09	12.22	12.17	13.80

이와 같은 기대여명의 증가를 금전으로 환산하면, 1년 기대수명 연장을 1억 원으로 계산할 경우, 전체적인 흡연량 감소는 미화 1억 1600만 원의 질병부담을 감소하는 효과가 있으며, 상위 30%의 흡연자의 흡연량을 0으로 하였을 때는 2억 3600만 원의 질병부담 감소 효과를 볼 수 있다.

안정훈 외(2010)의 연구에서 제시한 우리나라 전체 국민의 1년 수명연장 가치는 최소 440만 원, 최대 약 1억 1700만 원까지였으며 최대 지불의사금액은 평균 2034만 원이었다. 또 안정훈 외(2013)의 연구에서는 우리나라 국민이 1년 수명 연장을 위해 평균 3050만 원을 지불할 용의가 있다고 하였다. 1 QALY당 최대 지불의사금액은 건강상태(중증도)에 따라 다르다.

42 건강행태의 변화에 따른 질병 예측 및 질병부담 추계 연구

〈표 4-2〉 한국 성인의 1년 수명 연장 가치당 최대 지불의사금액

(단위: 천 원)

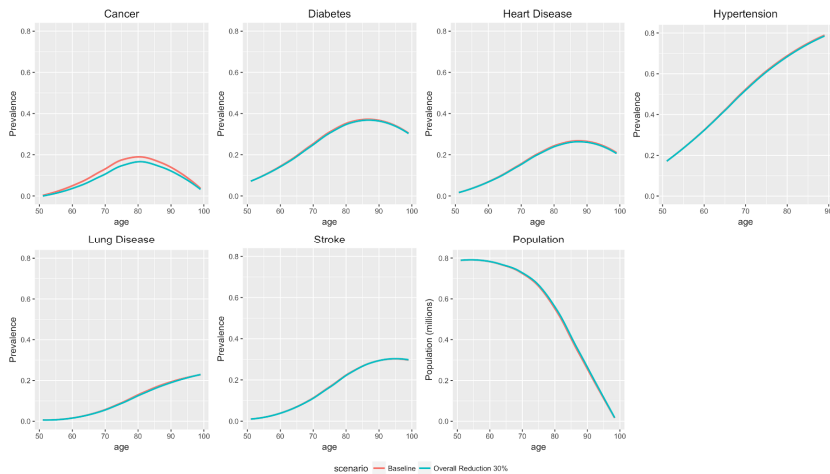
건강상태	평균	중앙값
경증	20,508	7,353
중등증	30,721	13,268
중증	40,284	23,292
말기질환(terminal)	32,348	12,965
즉시 사망(death)	29,736	12,000

자료: 안정훈 외.(2013). 아시아에서의 QALY의 가치 연구, HITAP Public Forum.

2. 만성질환 유병률 감소에 미치는 영향

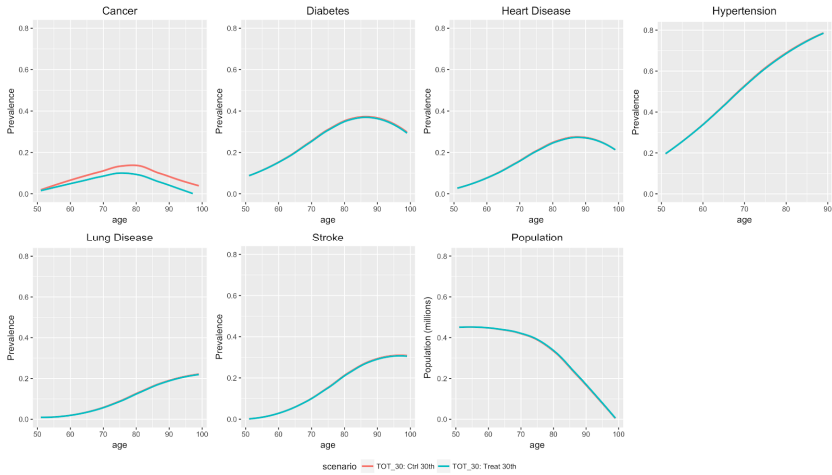
[그림 4-2]는 남성 흡연자의 흡연율을 30% 감소시켰을 때 만성질환 유병률에 미치는 영향을 분석한 결과이다. 2012년 당시 51세, 52세였던 사람들의 생애경로를 추정한 것으로, 그림에서와 같이 100세가 되면 거의 대부분의 사람이 사망하는 것을 볼 수 있다. 전반적인 흡연율 감소는 다른 질환에는 크게 영향을 미치지 못하나 암 유병률을 의미 있는 수준으로 감소시킬 수 있다.

[그림 4-2] 남성 흡연자의 만성질환 유병률: 흡연율 30% 감소 시 유병률 전후 비교



[그림 4-3]은 상대적으로 흡연량이 적었던 하위 30%의 흡연량을 0으로 하였을 때 만성질환 유병률로서 마찬가지로 2012년 50세, 51세였던 인구의 생애경로를 추적하여 유병률을 계산하였다. 암질환의 유병률이 의미 있게 감소하였음을 볼 수 있으며, 다른 질환의 경우 변화량이 유의미하지 않았다.

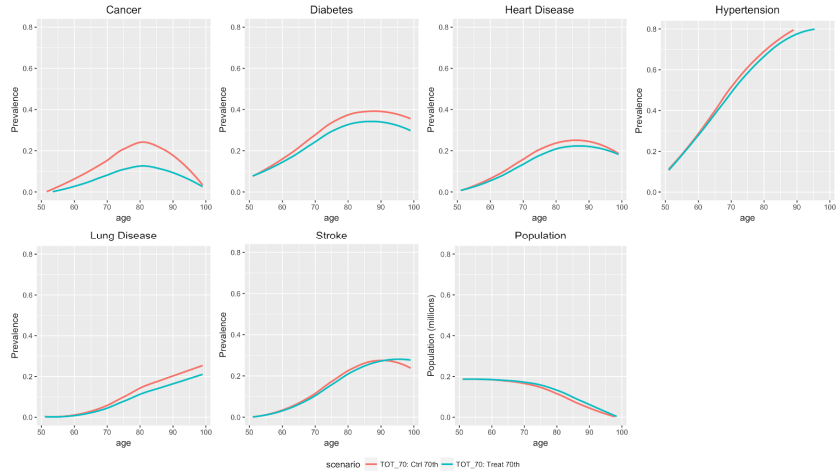
[그림 4-3] 남성 흡연자의 만성질환 유병률: 흡연량 하위 30% 흡연자 금연 시 유병률 전후 비교



마지막으로 상위 30%의 흡연량을 0으로 줄인 결과, 암뿐만 아니라 당뇨, 심질환, 폐질환도 유의미하게 감소시킴을 볼 수 있다. 가장 크게 감소하는 만성질환은 암이며, 이후 심질환, 당뇨, 폐질환 순이었다.

44 건강행태의 변화에 따른 질병 예측 및 질병부담 추계 연구

[그림 4-4] 남성 흡연자의 만성질환 유병률: 흡연량 상위 30% 흡연자 금연 시 유병률 전후 비교



제2절 결론

본 연구는 마이크로 시뮬레이션 모형을 이용하여 향후 인구구조의 변화와 건강행태가 전체 인구집단의 건강상태의 변화에 미치는 영향을 분석할 수 있는 모델을 구축하였다. 미시적 의사결정 주체를 분석의 기본 단위로 한 인구집단을 대표할 수 있는 표본을 기본 데이터세트로 하여 개인의 질환 발생과 같은 건강상태의 생애 이력을 순차 과정을 거쳐 구축하도록 하였다.

본 연구는 특히 마이크로 시뮬레이션 모형을 통해 흡연에 대한 정책적 개입의 효과를 과거 흡연량 변수를 사용하여 예측한 것으로, 흡연량이 많은 사람들을 대상으로 할 경우 가장 효과가 있음을 알 수 있었다. 흡연량이 적은 사람에게 미치는 금연의 효과는 상대적으로 미약하였다. 그러나 위의 절에서 살펴본 바와 같이 흡연량의 감소는 전반적으로 기대수명을 늘릴 뿐만 아니라 장애가 없는 기대여명과 질환이 없는 기대여명까지 유의미한 수준으로 증가시켰으며, 기대수명 연장을 금액으로 환산하면 한 사람의 1년 기대수명 연장을 미화 15만 달러 수준으로 계산할 경우 흡연 남성 한 명당 미화 17만 4000달러 수준의 질병부담 완화 효과가 있었다.

50세 이전의 흡연량이 50세 이후의 건강에 미치는 영향이 상당한 것으로 나타나 50세 이전의 흡연량을 감소시키기 위한 정책, 특히 흡연량이 많은 흡연자를 대상으로 하는 정책이 필요함을 알 수 있다. 우리나라의 금연정책에서는 담뱃세 인상이나 미디어를 통한 금연광고 캠페인 등이 상당한 금연 효과를 보이는 것으로 조사되고 있지만(Levy et al., 2017), 무엇보다 고흡연자를 대상으로 하는 정책이 더욱 효과적일 것으로 보인다.

이 연구를 통하여 동태적으로 상태가 변화하는 마이크로 시뮬레이션 모델을 구축하고 건강 수준과 사망 위험 등을 고려한 생존율을 전망할 수

있었다. 본 연구에서 개발한 모형의 유용성은 향후 흡연뿐만 아니라 운동, 절주 등의 효과를 실험해 볼 수 있으며, 특히 인구구조가 급변하는 과정에서 고령자의 의료비 등을 추정하는 데 유용하게 활용할 수 있을 것이라 기대한다. 이를 위해서 본 연구에서는 시도하지 못한 의료비 모델을 구축하여 추정해 볼 수 있을 것이다. 이뿐만 아니라 미국 등 주요국과의 비교 연구 등에도 활용할 수 있을 것으로 보인다.

본 연구가 가지는 한계점은 고령화패널(KLoSA) 자료의 성격상 시설 등에 거주하는 고령자가 조사에서 빠지기 때문에 결과의 해석 시 주의하여야 한다는 것이다. 또한 모형의 구축 과정에서 질환 발생에 영향을 미칠 수 있는 변수가 제한적이기 때문에 향후 질환 발생에 영향을 미치는 변수들에 대한 심층적인 검토가 필요하며, 흡연과 질환의 상관관계 내지는 인과관계에 대한 기존 문헌 연구를 반영하여 모델링을 개선할 필요가 있다. 이 외에도 모델 수립 과정에서 필연적으로 현실을 단순화하는 가정이 포함될 수 있다는 한계가 있다. 예를 들면, 만성질환 환자가 한 번 질환에 걸리면 시간이 지나면서 치료가 되지 않는다고 가정한 것 등이다. 만성질환은 오랜 기간을 통해 계속 재발하는 질환으로 어느 정도 타당성은 있으나, 향후 이를 보완하여 질환의 치료 및 재발에 대한 모형을 추가로 개발할 필요가 있다.

마지막으로 연구 결과를 기반으로 한 정책 활용과 관련하여서는 다음과 같은 시사점이 있다고 할 수 있다. 금연정책과 관련한 효과에 대한 연구, 예를 들면, 담배가격 인상, 금연구역 지정, 미디어 캠페인, 금연 자료 접근성 향상 등의 효과에 대해서는 기존의 연구 결과가 축적되어 있다(David T. Levy et al., 2004 참고). 그러나 과거 흡연량을 고려하여 정책을 시도한 바는 찾을 수가 없다. 이에 대상(subgroup)별로 필요한 정책을 시행하는 것이 효과적일 것으로 사료된다. 예를 들어, 과거 흡연량이

많았던 고흡연자(heavy smoker)를 대상으로 하는 정책은, 금연치료 프로그램에 대한 접근성 향상을 구체적인 정책으로 시행할 수 있을 것이다. 그리고 고흡연자를 대상으로 하는 프로그램에 예산 투입을 늘린다면 정책 효과는 더 커질 것으로 예상된다.



참고문헌 <<

- 곽진희, 홍나영, 하희승, 이원철.(2016). 한국 남성의 금연과 대사증후군과의 관련성: 2013-2014년 국민건강영양조사 활용, 보건교육건강증진학회지 33(5). pp.59-70.
- 백미라, 정기택.(2017). 흡연율. 비만을 감소 시나리오에 따른 주요 만성질환의료비 절감 효과, 의료경영학 연구, 11(3), pp.17-26.
- 정찬희, 박정식, 이원영, 김선우.(2002). 한국 성인에서 흡연, 음주, 운동, 교육정도 및 가족력이 대사증후군에 미치는 영향, 대한내과학회지, 63(6), pp.649-659.
- 최성은, & Seng Eun Choi. (2016). 흡연자의 의료비 지출과 흡연이 의료비 지출에 미치는 효과. 재정학연구, 9(2), 1-21. Retrieved from http://kiss.kstudy.com/search/detail_page.asp?key=3438217
- Allem J, Ayers JW, Irvin VL, Hofstetter CR, Hovell MF. South Korean Military Service Promotes Smoking: A Quasi-Experimental Design. *Yonsei Medical Journal* 2012;53(2): 433-438.
- Bedard K, Deschenes O. The Long-Term Impact of Military Service on Health: Evidence from World War II and Korean War Veterans. *The American Economic Review* 2006;96(1): 176-194.
- Benziger, Catherine P. | Roth, Gregory A. | Moran, Andrew E. (2016). The global burden of disease study and the preventable burden of NCD. *Global Heart (Formerly CVD Prevention and Control)*, 11(4), 393-397. doi:10.1016/j.gheart.2016.10.024
- Burge RT, King AB, Balda E, Worley D. Methodology for estimating current and future burden of osteoporosis in state populations: application to Florida in 2000 through 2025. *Value Health* 2003;6(5): 574-583.
- Chen F, Iacobucci W, Su W, Dall T. Projecting benefits from Weight

- Loss in Obese Populations: a Microsimulation approach. *Value in Health* 2015;18(3):A297.
- Cho H. . The status and future challenges of tobacco control policy in Korea. *Journal of preventive medicine and public health = Yebang Uihakhoe chi* 2014;47(3):129-135.
- David T. Levy, Frank Chaloupka, and Joseph Gitchell. The Effects of Tobacco Control Policies on Smoking Rates: A Tobacco Control Scorecard. *J Public Health Management Practice*, 2004, 10(4), 338-353
- Ekpu VU, Brown AK. The Economic Impact of Smoking and of Reducing Smoking Prevalence: Review of Evidence. *Tobacco Use Insights* 2014;8: 1-35.
- Factors in Korean: Community Cohort Study. The relationship between death and clinical risk
- Goldman DP, Shekelle PG, Bhattacharya J, Hurd M, Joyce GF. Health Status and Medical Treatment of the Future Elderly. 2004 Aug. Technical Report, Rand Health
- Health behavior, illness behavior and sick-role behavior. (2007a). *Health psychology* (pp. II305). London: SAGE Publications Ltd. doi:10.4135/9781446261910.n32
- Health behavior, illness behavior and sick-role behavior. (2007b). *Health psychology* (pp. II305). London: SAGE Publications Ltd. doi:10.4135/9781446261910.n32
- Health behavior, illness behavior and sick-role behavior. (2007c). *Health psychology* (pp. II305). London: SAGE Publications Ltd. doi:10.4135/9781446261910.n32
- Hiligsmann M, Ethgen O, Bruyere O, Richey F, Gathion HJ, Reginster JY. Development and validation of a Markov microsimulation model

- for the economic evaluation of treatments in osteoporosis. *Value Health* 2009;12(5): 687-696.
- Hunt D, Knuchel-Takano A, Jaccard A, et al. Modelling the implications of reducing smoking prevalence: the public health and economic benefits of achieving a 'tobacco-free' UK. *Tob Control* 2017.
- Jee YH, Cho S. Age-period-cohort analysis of smoking prevalence among young adults in Korea. *Epidemiology and Health* 2016;38: e2016029.
- Jindal SK, Aggarwal AN, Gupta D. A review of population studies from India to estimate national burden of chronic obstructive pulmonary disease and its association with smoking. *The Indian journal of chest diseases & allied sciences* 2001;43(3): 139.
- Kabiri M, Brauer M, Shafrin J, Sullivan J, Gill TM, Goldman DP. Long-Term Health and Economic Value of Improved Mobility among Older Adults in the United States. *Value in Health* 2018;21(7): 792-798.
- Kang E, Lee J, Cho H. Characteristics of hardcore smokers in South Korea from 2007 to 2013. *BMC Public Health* 2017;17(1): 1-7.
- Kim B, Pang D, Park Y, et al. Heavy smoking rate trends and related factors in Korean occupational groups: analysis of KNHANES 2007-2012 data. *BMJ open* 2015;5(11): e008229.
- Kontis V, Mathers CD, Rehm J, et al. Contribution of six risk factors to achieving the 25x25 non-communicable disease mortality reduction target: a modelling study. *The Lancet* 2014;384(9941): 427.
- Kontis, Vasilis, PhD|Bennett, James E, PhD|Mathers, Colin D, PhD|Li, Guangquan, PhD|Foreman, Kyle, PhD|Ezzati, Majid, Prof.

- Future life expectancy in 35 industrialised countries: projections with a Bayesian model ensemble. *Lancet*, The 2017; 389(10076): 1323-1335.
- Kopec JA, Sayre EC, Flanagan WM, et al. Development of a population-based microsimulation model of osteoarthritis in Canada. *Osteoarthritis Cartilage* 2010; 18(3): 303-311.
- Koppel R. . After Tobacco: What Would Happen If Americans Stopped Smoking? After Tobacco: What Would Happen If Americans Stopped Smoking?, edited by Bearman Peter Neckerman Kathryn M. Wright Leslie. New York, NY: Columbia University Press, 2011. 446pp. \$35.00 paper. ISBN: 9780231157773. *Contemporary Sociology: A Journal of Reviews* 2013; 42(2): 211-213.
- Kyung-Hee Jung-Choi, Young-Ho Khang Hong-Jun Cho. Hidden female smokers in Asia: a comparison of self-reported with cotinine-verified smoking prevalence rates in representative national data from an Asian population. *Tobacco Control* 2012; 21(6): 536-542.
- Lee J.. Health Care Reform in South Korea: Success or Failure? *American Journal of Public Health* 2003; 93(1): 48-51.
- Levy DT, Cho S, Kim Y, Park S, Suh MKam S. SimSmoke model evaluation of the effect of tobacco control policies in Korea: the unknown success story. *American journal of public health* 2010; 100(7): 1267-1273.
- Lightwood JM, Glantz SA. Short-term economic and health benefits of smoking cessation: Myocardial infarction and stroke. *Circulation* 1997; 96: 1089-96
- Liu GG, Eggleston KHu T. Emerging Health Economics and Outcomes Research in the Asia-Pacific Region. *Value in Health* 2008; 11: S2.

- Messner B, Bernhard D. Smoking and Cardiovascular Disease: Mechanisms of Endothelial Dysfunction and Early Atherogenesis. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology* 2014; 34(3): 509-515.
- Park MB, Kim C, Nam EWHong KS. Does South Korea have hidden female smokers: discrepancies in smoking rates between self-reports and urinary cotinine level. *BMC women's health* 2014; 14(1): 156.
- Park, E.J. | Koh, H.K. | Kwon, J.W. | Suh, M.K. | Kim, H. | Cho, S.I. . Secular trends in adult male smoking from 1992 to 2006 in South Korea: Age-specific changes with evolving tobacco-control policies. *Public Health* 2009; 123(10): 657-664.
- Pichon Riviere A, Bardach A, Caporale J, et al. Health and Economic Burden of Tobacco Use in Seven Latin American Countries: Results from a Microsimulation Health Economic Model (HEM). *Value in Health* 2013; 16(7): A724.
- Pichon-Riviere A, Augustovski F, Bardach A, Colantonio L. Development and Validation of a Microsimulation Economic Model to Evaluate the Disease Burden Associated with Smoking and the Cost-Effectiveness of Tobacco Control Interventions in Latin America. *Value in Health* 2011; 14(5, Supplement): S59.
- Reitsma MB, Fullman N, Ng M, et al. Smoking prevalence and attributable disease burden in 195 countries and territories, 1990-2015: a systematic analysis from the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet, The* 2017; 389(10082): 1885-1906.
- Rosenberg L, Kaufman DW, Helmrich SP, Shapiro S. The risk of myocardial infarction after quitting smoking in men under 55 years of age. *NEJM* 1985; 313: 1511-4

- Rutter CM, Zaslavsky AM, Feuer EJ. Dynamic microsimulation models for health outcomes: a review. *Med Decis Making* 2011; 31(1): 10-18.
- Sasco AJ, Secretan MB, Straif K. Tobacco smoking and cancer: a brief review of recent epidemiological evidence. *Lung Cancer* 2004; 45: S9.
- Sharif B, Wong H, Anis AH, Kopec JA. A Practical ANOVA Approach for Uncertainty Analysis in Population-Based Disease Microsimulation Models. *Value Health* 2017; 20(4): 710-717.
- Sohee Park, Sun Ha Jee, Hai-Rim Shin, et al. Attributable fraction of tobacco smoking on cancer using population-based nationwide cancer incidence and mortality data in Korea. *BMC Cancer* 2014; 14(1): 406.
- Tachfouti N, Raherison C, Obtel M, Nejari C. Mortality attributable to tobacco: review of different methods. *Archives of public health = Archives belges de sante publique* 2014; 72(1): 22.
- Tam J, Levy DT, Jeon J, et al. Projecting the effects of tobacco control policies in the USA through microsimulation: a study protocol. *BMJ Open* 2017; 8(3): e019169.
- USDHHS. The health benefits of smoking cessation: A report of the Surgeon General, 1990. Washington, DC: Government Printing Office. 1990
- Wacker, R. R. (1990). The health belief model and preventive health behavior: An analysis of alternative models of causal relationships. ProQuest Dissertations Publishing). Retrieved from ProQuest Dissertations & Theses Full Text: The Humanities and Social Sciences Collection database. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/303872076>

- Weiderpass E, Labrèche F. Malignant Tumors of the Female Reproductive System. *Safety and Health at Work* 2012; 3(3): 166-180.
- World Health Organization. WHO global report on trends in prevalence of tobacco smoking 2015. 2015.
- World Population Ageing 2015 Highlights. New York: United Nations, 2016.
- Zheng W, McLerran DF, Rolland BA, et al. Burden of total and cause-specific mortality related to tobacco smoking among adults aged ≥ 45 years in Asia: a pooled analysis of 21 cohorts. *PLoS medicine* 2014; 11(4): e1001631.
- Zimmerman, R. S., DiClemente, R. J., Andrus, J. K., Hosein, E. N., & Society for Public Health Education, (SOPHE). (2016). *Introduction to global health promotion* (1st ed.). US: Jossey-Bass.



간행물회원제 안내

▶ 회원에 대한 특전

- 본 연구원이 발행하는 판매용 보고서는 물론 「보건복지포럼」, 「보건사회연구」도 무료로 받아보실 수 있으며 일반 서점에서 구입할 수 없는 비매용 간행물은 실비로 제공합니다.
- 가입기간 중 회비가 인상되는 경우라도 추가 부담이 없습니다.

▶ 회원종류

- 전체간행물회원 : 120,000원
- 보건분야 간행물회원 : 75,000원
- 사회분야 간행물회원 : 75,000원
- 정기간행물회원 : 35,000원

▶ 가입방법

- 홈페이지(www.kihasa.re.kr) - 발간자료 - 간행물구독안내

▶ 문의처

- (30147) 세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 사회정책동 1~5F
간행물 담당자 (Tel: 044-287-8157)

KIHASA 도서 판매처

- | | |
|---|---|
| ■ 한국경제서적(총판) 737-7498 | ■ 교보문고(광화문점) 1544-1900 |
| ■ 영풍문고(종로점) 399-5600 | ■ 서울문고(종로점) 2198-2307 |
| ■ Yes24 http://www.yes24.com | ■ 알라딘 http://www.aladdin.co.kr |