

2020 연구데이터·AI 분석활동 경진대회

의료인력 동태 분석 및 예측

이슈에 데이터로 답하다. 이대답 (IDD)

이예슬

김운식

배은형

의료인력 동태 분석 및 예측

1. 서론	- 1 -
[의료 4 대 정책과 의료 파업]	- 1 -
[현재의 의료 데이터 현황과 문제점]	- 1 -
['의사 생애 주기 모델'을 통해 현존 의사의 특성을 파악, 미래 의사 인력 예측]	- 2 -
[의사 생애 주기 모델]	- 2 -
[마이크로 시뮬레이션(Micro Simulation) 활용]	- 3 -
2. 본론	- 4 -
[연구목표]	- 4 -
[분석 프로세스]	- 5 -
1951 년 의사수 도출	- 6 -
의사고시 합격자 성별,연령별 분류 모형	- 6 -
의사 사망·은퇴 모델을 이용한 잔존 의사 수 도출	- 10 -
의사 사망·은퇴 모델을 이용한 잔존 의사 수	오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.
3. 결과 및 결론	- 14 -
[결과]	- 14 -
1) 전체 의사 수	- 15 -
2) 신규 의사 수	- 19 -
3) 사망 의사 수	- 22 -
4) 은퇴 의사 수	- 25 -
5) 1000 명당 의사 수	- 28 -
6) 의사 1 명당 연간 진료 수	- 31 -
[결론]	- 33 -
[연구 제한사항 및 개선방안]	- 34 -

1. 서론

[의료 4 대 정책과 의료 파업]

최근 의료 4 대 정책 중 하나인 의과대학 정원 확대 및 공공 의대 설립에 대한의사협회 등 의사들이 반발하며 의료 파업이 발생하였다. 의료파업을 주장하고 실행했던 대한의사협회의 주장도 “현재 인구 감소율과 의사 증가율을 고려하면 의사 수 충분하다”며 데이터를 근거로 삼고 있다. 그리고 정부 또한 OECD 의사 수를 비교하였을 때 국내 의사 수는 부족하다고 데이터를 근거로 주장하고 있다. 이러한 갈등의 원인은 자신의 필요에 맞게 데이터 분석을 한 문제에서 시작되었다. 따라서 의료파업을 근본적으로 해결하는 방법은 의료정책에 대해 체계화된 데이터를 근거로 적절한 증원을 산정하는 것이다.

과거 보건 의료 인력 데이터는 관리하는 기관이 여러 차례 바뀌어 자료를 수집·분류하는 기준이 다르고, 이탈하는 의사 수에 대한 집계가 명확하지 않아 보건 의료 인력의 세부적인 구조를 파악하기 어렵다. 이와 같은 문제로 향후 활동 의사 인력의 증원, 이탈되는 인력의 구체적인 수치를 추정하기 어려워 적절한 보건 의료 인력 수급 정책 마련에 어려움을 겪고 있다.

즉, 의사 인력의 공급정책을 결정하는 것에 있어서 증원하는 의사의 숫자만 중요한 것이 아니라 이탈되는 인력의 수, 우리나라 인구 분포 등의 다방면의 요인을 파악하고 반영하여 매해 적절한 의료 인력 수급에 맞는 정책을 세워야 한다는 것이 의료 인력 문제의 주요 골자이다.

[현재의 의료 데이터 현황과 문제점]

과거의 의료데이터는 다양한 기관에 의해 수집되어 여러 곳에 흩어져 있고, 각 데이터의 수집 기준일, 세부적 기준이 없어 활용하는 것이 용이하지 않았다. 그리고 연구개발 시, 데이터 수집 및 데이터의 공백을 추론하는 과정에서 많은 시간을 소비하기 때문에 물질적 시간적 낭비가 되어 효율적 성과물 창출이 어렵다.

이렇게, 의사와 관련된 데이터 확보에 어려움이 많았고 확보한 데이터도 세부적이지 않거나 오차가 존재하는 데이터였다. 따라서 본 연구에서 설계한 모델에 적용하여 파라미터 수를 줄여 계산량을 줄이거나 더 정확한 결과를 도출할 수 있는 세부 데이터를 확보하고 사용한다면 앞으로 의료인력 분석 연구에 도움이 될 것으로 기대한다.

또한, 흩어져 있고 접근하기 어려운 과거의 의료인력 관련 데이터들을 한곳에서 관리하고 앞으로 발생하는 데이터는 세부적이고 정량적인 데이터로 수집한다면 의료인력 분석 연구를 진행할 시 데이터수집 시간과 추론 시간을 줄여 더 나은 연구 결과를 도출할 수 있을 것으로 기대한다.

[‘의사 생애 주기 모델’을 통해 현존 의사의 특성을 파악, 미래 의사 인력 예측]

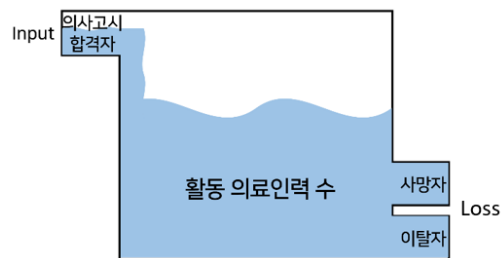
본 연구에서는 현재 의료인력의 성별, 연령별 특성을 파악하고, 현재 의료인력의 실태를 설명하고자 한다. 그리고 의사 수 변동을 연도별로 반영하는 ‘의사 생애주기 모델’을 사용하여 미래 의사 인력 예측을 목표로 연구를 하였다.

‘의사 생애 주기 모델’이란, 의사라는 직업의 시작부터 끝까지 추적하여 현존하는 의사 수를 추정하는 모델이다. 의사고시 합격부터 사망 또는 은퇴에 대한 확률모형을 통하여 매년 현직에 있는 의사 수를 추론하기 위해 사용한다.

‘의사 생애 주기 모델’을 통해 정확한 현존 의사 인원을 파악하고, 증원해야 할 인원을 제시하고자 하였다. 각각의 단계에서 의료 인력의 변화를 보기 위해 매해 활동 의료 인력 수에 유입되고 유출되는 숫자를 가능하면 상세하게 추론했다.

따라서, 본 연구에서는 앞에서 제시한 문제를 해결하고, 정부의 적절한 보건 의료 인력 수급 정책 마련에 도움이 되고자 ‘국내 의사 인력 추정을 위한 상세 모형 개발’을 주제로 선정하였다.

[의사 생애 주기 모델]



(그림 1) 활동 의료 인력 수 구조도

큰 물통에 현재 활동 의료 인력수가 담긴다고 가정하면, 의사 면허를 새로 취득한 의사가 입력값이 되고, 사망하고 은퇴하는 의사 수가 빠져나가 현재 의료 인력이 남게 된다. 즉, 다음 그림과 같이 활동 의료 인력수에 직접적인 영향을 미치는 요인은 세 가지이다.

의사고시 합격자 수

의사고시 합격자 수 데이터를 연령별·성별·출신별로 나눠서 의료 인력 특성을 구체화하는 필터를 적용하였다. 이를 통해 연령은 1세 단위로, 성별은 남자와 여자, 출신은 의과대학, 의학전문대학원 등 출신을 파악할 수 있도록 표현하였다.

의사 사망자 수

의사 사망자 수를 구하기 위해 통계청에서 제공하는 연도별 완전 생명표의 남, 여 사망 확률 데이터를 각 1세 단위의 인구 사망률을 가중치로 의사 수에 적용하여 의사 사망률을 구하였다.

의사 은퇴자 수

의사 은퇴자 수를 추정하기 위해 연령별 은퇴 확률을 추정하는 로지스틱 회귀 모델을 사용하였다. 이를 통해 기존 의사 수에 의사고시 합격자 수를 더하고 의사 사망자 수와 의사 은퇴자 수를 제거하고, 현존하는 의사 수를 구체적으로 추정할 수 있는 데이터를 도출하였다.

[마이크로 시뮬레이션(Micro Simulation) 활용]

장래인구추계를 위해서 ABMS(Agent Based Modeling Simulation) 혹은 MS(Micro Simulation) 사용한다. 본 연구를 제안할 당시에는 ABM 을 활용한 시뮬레이션을 진행하고자 하였으나 데이터를 수집하고 분석하는 과정에서 ABM 을 활용하기 위한 의사 개개인의 데이터를 확보하거나 추론하기에 어려움이 있었다. 따라서 본 연구를 진행하는 연구자들이 수집할 수 있는 데이터를 활용 시 본 연구에서 계획한 목표 도달에 가장 적합하다 판단되는 마이크로 시뮬레이션을 본 연구에 활용하였다.

마이크로 시뮬레이션은 사람이나 차량과 같은 개별 객체의 상호작용을 관찰할 때 다른 유형의 컴퓨터 모델링과 구별될 수 있다. 각 객체는 자율 실체로 취급되며, 확률적 파라미터에 따라 객체의 상호작용이 허용된다. 본 연구에서는 연령별 의사 수를 하나의 객체 그룹으로 가정하고 신규의사 그룹을 연령별로 분류하는 분포모델, 은퇴 의사의 연령별 은퇴율을 결정하는 은퇴모델을 만들며 각 모델의 형태를 결정하는 값을 파라미터로 지정한다.

본 연구에서 사용되는 마이크로 시뮬레이션은 지정된 파라미터 값에 따라서 향후 의사 수나 의사들의 성별, 연령별 구조가 달라진다. 사용되는 파라미터 값의 경우의 수는 Running rate 와 모델의 개수에 따라서 천문학적인 수가 나오기 때문에 현실적으로 모든 경우의 수를 계산할 수 없다. 본 연구에서는 물질적, 시간상으로 허용되는 한도 내에서 최적의 파라미터 값을 찾아 해당 파라미터 값을 마이크로 시뮬레이션에 사용하였다.

본연구에서는 마이크로 시뮬레이션을 통해 입학정원, 연령분포, 성비, 은퇴율과 같은 과거와 미래에 영향을 주는 파라미터들을 변화시키며 현재의 변화 또는 미래의 변화를 설명할 수 있다.

2. 본론

[연구목표]

향후 의사 수를 예측하기 위해선 현재 국내 의사 수의 구조를 구체적으로 파악해야 한다. 하지만 현재 공개된 의사 수 데이터는 연도별/성별 의사 수만 존재하여 향후 의사 수를 예측하기에 어려움이 있다.

[사용 데이터]를 이용하여 연도별/성별/연령별 의사 수 데이터를 추론할 수 있는 모델을 설계하고 적용하여 과거, 현재 그리고 미래의 의사 인력 구조를 추론하고 분석하고자 한다.

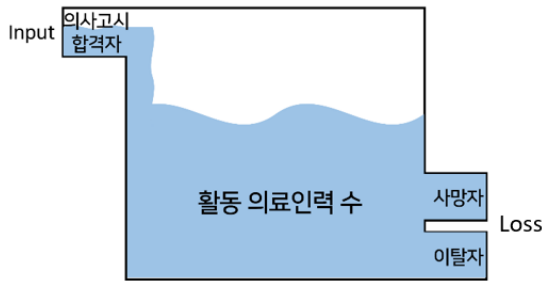
연도	성별	연령	활동 의사 수	신규 의사 수	사망 의사 수	이탈 의사 수
1952~2047	남/여/계	0세~99세				

(표 1) 도출하고자 하는 데이터 형태

o	데이터 명	데이터 항목	출처	비고
01	연도별 의사 국가시험 응시현황	기준연도, 응시자수, 합격자수	한국보건의료인 국가시험원	1952년~2020년
02	연도별 정기 면허신고 의사 수	연도별, 성별 의사 수	보건복지부 통계연감	1955년~2019년
03	연도별 건강보험공단 신고 요양기관 활동 의사 수	연도별 의사 수	건강보험공단 심사평가원	2003년~2020년
04	연도별 의학대학, 의학전문대학원 현황	입학자수, 졸업자수, 재학생수	교육부 통계연감	1977년~2019년
05	연도별 사망률 추계1	연도별, 성별, 연령별(1세) 사망률	통계청	1970년~2047년
06	연도별 사망률 추계2	연도별, 성별, 연령별(5세) 사망률	United Nations	1950년~1970년
07	연도별 총 인구추계	연도별 총 인구수	통계청	1950년~2047년
08	연도별 군의관 임명정보	연도별 군의관 임관 수	병무청 통계연감	1998년~2019년
09	활동의사 연령분포표	연도별, 성별, 연령별(10세) 의사 수	보건복지부 보건의료인력 실태조사	2011년~2016년

(표 2) 사용 데이터

[분석 프로세스]



● $Total(n) = Total(n-1) + Input(n) - Loss(n)$

Total(n) : (n)년도 국내 활용 의료인력 수

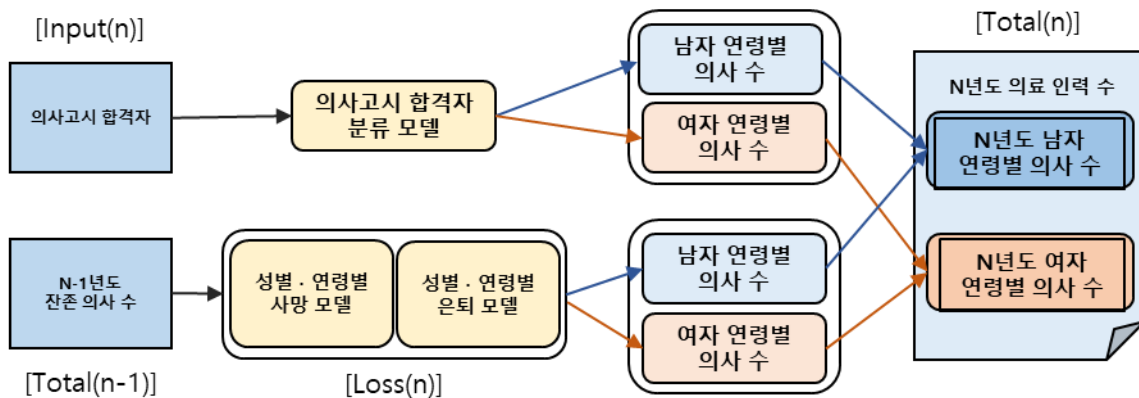
Total(n-1) : (n-1)년도 국내 잔존 의사 수

Input(n) : (n)년도 공급 의사 수

Loss(n) : (n)년도 손실 의사 수

(그림 2) 분석 프로세스 기본 개념

N 년도 활동 의사 수($Total(n)$)는 N 년도 신규 면허 발급 의사 수($Input(n)$)와 N-1 년도 활동 의사의 연령을 1 세 증가시킨 값($Total(n-1)$)을 더하고, N 년도 사망/은퇴 의사 수($Loss(n)$)를 뺀 값이다. 이 수치를 성별/연령별로 구체화하여 매년 성별/연령별 활동 의사 수를 추론하였다.



(그림 3) N 년도 의사 인력 도출 프로세스

Total(n)은 연도별/성별로 구분된 의사 수 데이터를 포함한다. Input(n)을 Total(n)에 합산하기 위해서는 기존의 연도별/성별 합격자 수를 분류 모델을 사용하여 연도별/성별/연령별 합격자 수로 분류해야 한다.

Loss(n) 값은 Total(n-1)을 성별/연령별 사망 모델과 성별/연령별 은퇴 모델을 사용하여 도출할 수 있다. 이 과정에서 N 년도 사망 의사 수와 이탈 의사 수를 도출할 수 있다.

하지만 위와 같은 프로세스를 진행하기 위해서는 초기값이 필요하기 때문에 기록되어 있지 않은 1951 년 의사수를 추론하는 방법을 고안해야 한다.

1951 년 의사수 도출

□ 의사 국가고시 합격자 수

$TP_{0(n)}$ = n년도 의사 국가고시 합격자 수

□ 의사수

$DN_{0(n)}$ = n년도 전체 의사수

$DN_{1(n,s)}$ = n년도 s성별 의사수

$DN_{2(n,s,a)}$ = n년도 s성별, a연령별 의사수

□ 인구수

$PN_{0(n)}$ = n년도 전체 인구수

$PN_{1(n,s)}$ = n년도 s성별 인구수

$PN_{2(n,s,ag)}$ = n년도 s성별, ag연령별 인구수

□ $DN_{2(n,s,a)}$ 도출 수식

1951년 의사수의 s성별 비율

$$\gamma_{(s)} = \frac{DN_{1(1955,s)}}{DN_{0(1955)}}$$

1951년 s성별 의사수

$$\alpha_{(s)} = DN_{0(1955)} - \sum_{n=1952}^{1955} TP_{0(n)} \times \gamma_{(s)}$$

1951년 25세~54세 s성별 인구 대비 ag연령별, s성별 인구비율

$$\beta_{(s,ag)} = \frac{PN_{2(n,s,ag)}}{\sum_{ag=0}^5 PN_{2(n,s,ag)}}$$

If) $a \in ag$

$$DN_{2(n,s,a)} = \alpha_{(s)} \times \beta_{(s,ag)}$$

□ 가정 사항

$$\frac{DN_{2(1951,s,a)}}{DN_{0(1951)}} = \beta_{(s,ag)}$$

s = 0, 남성

s = 1, 여성

g = 0, n년도 의학대학졸업자

g = 1, n년도 의학전문대학원 졸업자

g = 2, n-1년도 의사 국가고시 불합격자

ag = 0, 25세~29세

ag = 1, 30세~34세

ag = 2, 35세~39세

ag = 3, 40세~44세

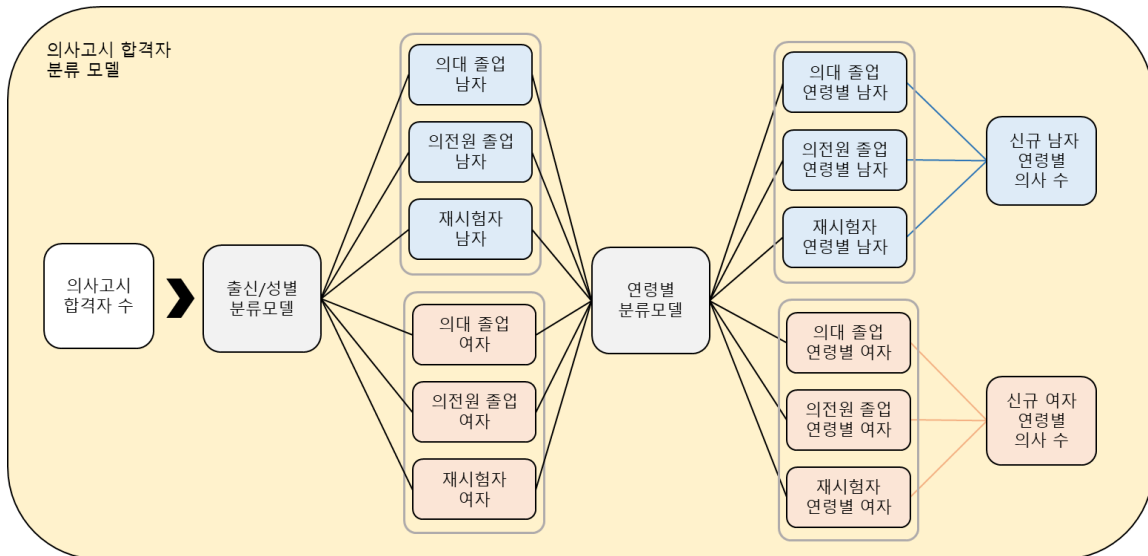
ag = 4, 45세~49세

ag = 5, 50세~54세

(수식 1) 1951년 성별, 연령별 의사수를 도출하는 수식

본 연구의 프로세스를 진행하기 위해서는 초기값이 필요하다. 프로세스에 필요한 초기값은 1951년의 연령별 의사의 수이다. 연령별 의사수를 도출하기 위해서는 (수식 1) 1951년 성별, 연령별 의사수를 도출하는 수식을 사용하여 $DN_{2(n,s,a)}$ (n년도 s성별, ag연령별 인구수)을 도출한다. 단 1951년 s성별, a연령별 의사수의 비율은 $\beta_{(s,ag)}$ (s성별 인구 대비 ag연령별, s성별 인구비율) 와 같다고 가정한다.

의사고시 합격자 성별,연령별 분류 모형



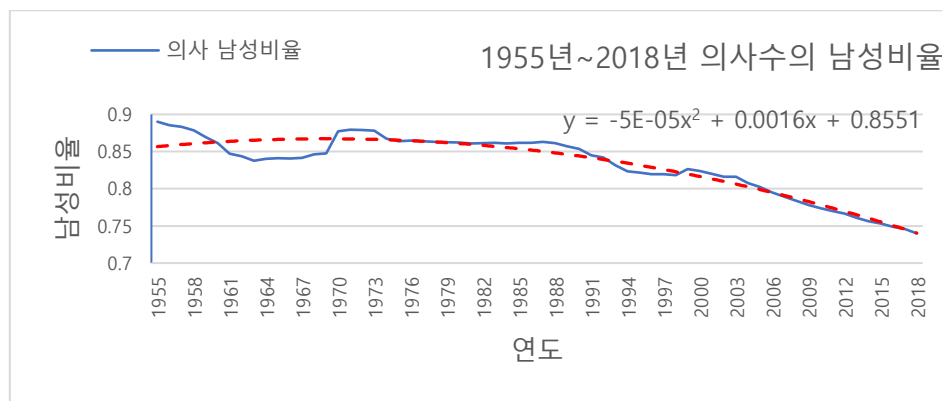
(그림 4) 의사고시 합격자 분류 모형 도식화

본 연구에서는 연도별 의사고시 합격자 수를 연령별로 분류하기 위해 (그림 4) 의사고시 합격자 분류 모형 도식화와 같은 프로세스를 적용하였다. 연도별 의사고시 합격자 수를 연도별/성별/출신별 데이터로 분류한 뒤 각 그룹별로 서로 다른 연령분포 모델을 적용하여 연도별/성별/출신별/연령별 의사고시 합격자 수로 도출하였다.

(1) 의사고시 합격자 수 연도별/출신별/성별 분류

연도별 의사고시 합격자 수를 연도별/성별/출신별로 분류하기 위해서는 사용하는 데이터의 기준연도와 데이터의 형식별로 연도의 범위를 나누어 수식을 정의해야 한다. 본 연구에서는 아래와 같이 (1)1952 년~1976 년, (2)1977 년~2020 년, (3)2021 년~2047 년으로 범위를 나누어 수식을 정의했다.

① 1952 년 ~ 1976 년



(그래프 1) 1952 년~1976 년 의사고시 합격자수를 출신별/성별로 분류하는 수식

□ 의사 국가고시 합격자 수 TP

$TP_{0(n)} = n$ 년도 의사 국가고시 합격자 수

$TP_{1(n,s,g)} = n$ 년도 의사 국가고시 s 성별, g 출신 합격자수

□ 1955년~2020년 의사수 남성비율 추세선

$$TL(n) = \frac{5(n-1955)^2}{(10)^5} + \frac{16(n-1955)}{(10)^4} + 0.8551$$

$s = 0$, 남성

$s = 1$, 여성

$g = 0$, n 년도 의학대학졸업자

$g = 1$, n 년도 의학전문대학원 졸업자

□ TP_1 도출 수식

$$TP_{1(n,0,0)} = TP_{0(n)} \times TL(n)$$

$$TP_{1(n,1,0)} = TP_{0(n)} \times (1 - TL(n))$$

$g = 2$, $n-1$ 년도 의사 국가고시 불합격자

(수식 2) 1952 년~1976 년 의사고시 합격자수를 출신별/성별로 분류하는 수식

1952 년~1976 년 의사고시 합격자 수를 출신별/성별/연령별로 분류하기 위해 가장 먼저 **(수식 1) 1952 년~1976 년 의사고시 합격자수를 출신별/성별로 분류하는 수식**을 이용해 $TP_{0(n)}$ (의사고시 합격자 수)를 출신별/성별로 분류해 $TP_{1(n,s,g)}$ 도출하여야 한다. 단 n 년도 의사고시 합격자 출신은 의학대학졸업자만 존재하고 n 년도 의사고시 합격자의 남성비율은 1955 년~2018 년 의사수의 남성비율 추세선 $TL(n)$ 과 같다고 가정하였다.

② 1977 년 ~ 2020 년

<p>□ 의사 국가고시 합격자 수 TP</p> $TP_{0(n)} = n\text{년도 의사 국가고시 합격자 수}$ $TP_{1(n,s,g)} = n\text{년도 의사 국가고시 } s\text{성별, } g\text{출신 합격자수}$ <p>□ 의사 국가고시 불합격자 수 TF</p> $TF_{0(n)} = n\text{년도 의사 국가고시 불합격자 수}$ $TF_{1(n,s)} = n\text{년도 의사 국가고시 } s\text{성별 불합격자 수}$ <p>□ 의사 국가고시 응시자격자 수 TN</p> $TN_{0(n)} = n\text{년도 의사 국가고시 응시자격자 수}$ $TN_{1(n,s,g)} = n\text{년도 의사 국가고시 } s\text{성별, } g\text{출신 응시자격자 수}$ $TN_{2(n,s)} = n\text{년도 의사 국가고시 } s\text{성별 응시자격자 수}$	<p>□ TP₁ 도출 수식</p> $TF_{1(n,s)} = TF_{0(n-1)} \times \frac{TN_{2(n-1,s)}}{TN_{0(n-1)}}$ $TN_{1(n,s,0)} = n\text{년도 의학대학 } s\text{성별 졸업자}$ $TN_{1(n,s,1)} = n\text{년도 의학전문대학원 } s\text{성별 졸업자}$ $TN_{1(n,s,2)} = TF_{0(n-1)} \times \frac{TN_{2(n,s)}}{TN_{0(n)}}$ $TN_{2(n,s)} = \sum_{g=0}^2 TN_{1(n,s,g)}$ $TP_{1(n,s,g)} = TP_{0(n)} \times \frac{TN_{1(n,s,g)}}{TN_{0(n)}}$ <p>□ 가정 사항</p> $\frac{TP_{1(n,s,g)}}{TP_{0(n)}} = \frac{TN_{1(n,s,g)}}{TN_{0(n)}}$
$s = 0$, 남성 $s = 1$, 여성	$g = 0$, n년도 의학대학졸업자 $g = 1$, n년도 의학전문대학원 졸업자 $g = 2$, n-1년도 의사 국가고시 불합격자

(수식 3) 1977 년~2020 년의사고시 합격자수를 출신별/성별로 분류하는 수식

의사고시 합격자 수를 출신별/성별/연령별로 분류하기 위해 가장 먼저 **(수식 3) 1977 년~2020 년 의사고시 합격자수를 출신별/성별로 분류하는 수식**을 이용해 $TP_{0(n)}$ (의사고시 합격자 수)를 출신별/성별로 분류해 $TP_{1(n,s,g)}$ 도출하여야 한다. 단 n 년도 의사고시 합격자의 그룹별 비율은 n 년도 의사 국가고시 응시자격자의 그룹별 비율과 같다고 가정하였다.

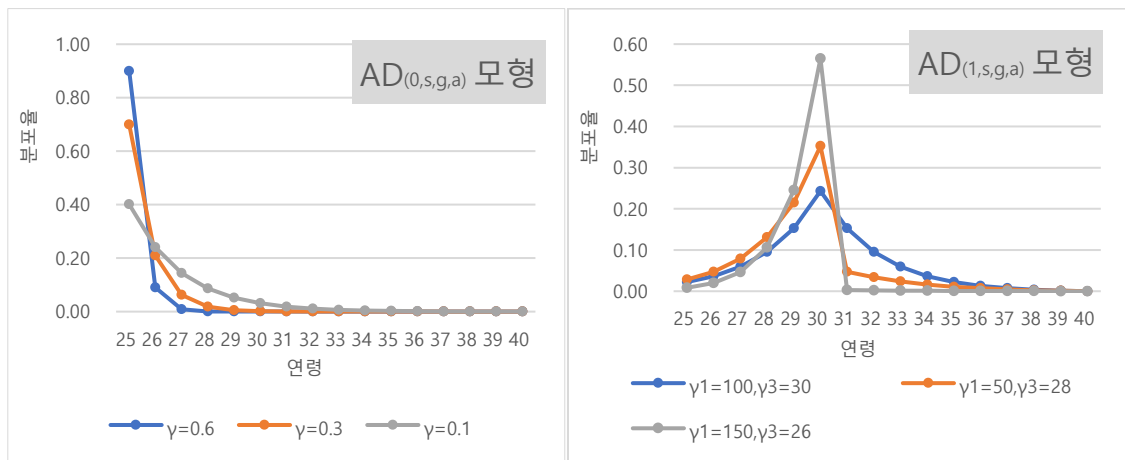
③ 2021 년 ~ 2047 년

<p>□ 의사 국가고시 합격자 수 TP</p> $TP_{0(n)} = n\text{년도 의사 국가고시 합격자 수}$ $TP_{1(n,s,g)} = n\text{년도 의사 국가고시 } s\text{성별, } g\text{출신 합격자수}$ <p>□ 의사 국가고시 불합격자 수 TF</p> $TF_{0(n)} = n\text{년도 의사 국가고시 불합격자 수}$ $TF_{1(n,s)} = n\text{년도 의사 국가고시 } s\text{성별, 불합격자 수}$ <p>□ 의사 국가고시 응시자격자 수 TN</p> $TN_{0(n)} = n\text{년도 의사 국가고시 응시자격자 수}$ $TN_{1(n,s,g)} = n\text{년도 의사 국가고시 } s\text{성별, } g\text{출신 응시자격자 수}$ $TN_{2(n,s)} = n\text{년도 의사 국가고시 } s\text{성별 응시자격자 수}$ <p>□ 의사 국가고시 응시자 수 TM</p> $TM_{0(n)} = n\text{년도 의사 국가고시 응시자 수}$ <p>□ 2011년~2020년 응시자격자의 평균 시험 응시율 TJR</p> $TJR(2011,2020) = \frac{1}{10} \times \sum_{n=2011}^{2020} \frac{TM_{0(n)}}{TN_{0(n)}} \approx 0.95$ <p>□ 2011년~2020년 응시자의 평균 시험 합격률 TPR</p> $TPR(2011,2020) = \frac{1}{10} \times \sum_{n=2011}^{2020} \frac{TP_{0(n)}}{TM_{0(n)}} \approx 0.94$	<p>□ TP₁ 도출 수식</p> $TF_{1(n,s)} = TF_{0(n-1)} \times \frac{TN_{2(n-1,s)}}{TN_{0(n-1)}}$ $TN_{1(n,s,0)} = n-6\text{년도 의학대학 } s\text{성별 입학자}$ $TN_{1(n,s,1)} = n-4\text{년도 의학전문대학원 } s\text{성별 입학자}$ $TN_{1(n,s,2)} = TF_{0(n-1)} \times \frac{TN_{2(n,s)}}{TN_{0(n)}}$ $TN_{2(n,s)} = \sum_{g=0}^2 TN_{1(n,s,g)}$ $TP_{1(n,s,g)} = TP_{0(n)} \times \frac{TN_{1(n,s,g)}}{TN_{0(n)}}$ <p>□ 가정 사항</p> $\frac{TP_{1(n,s,g)}}{TP_{0(n)}} = \frac{TN_{1(n,s,g)}}{TN_{0(n)}}$ $TP_{0(n)} = TN_{0(n)} \times TJR(2011,2020) \times TPR(2011,2020)$
$s = 0$, 남성 $s = 1$, 여성	$g = 0$, n년도 의학대학졸업자 $g = 1$, n년도 의학전문대학원 졸업자 $g = 2$, n-1년도 의사 국가고시 불합격자

(수식 4) 2021 년~2047 년의사고시 합격자수를 출신별/성별로 분류하는 수식

의사고시 합격자 수를 출신별/성별/연령별로 분류하기 위해 가장 먼저 (수식 4) 2021 년~2047 년 의사고시 합격자수를 출신별/성별로 분류하는 수식)을 이용해 $TP_{0(n)}$ (의사고시 합격자 수)를 출신별/성별로 분류해 $TP_{1(n,s,g)}$ 도출하여야 한다. 단 n 년도 의사고시 합격자의 그룹별 비율은 n 년도 의사 국가고시 응시자격자의 그룹별 비율과 같으며 $TP_{0(n)}$ (의사고시 합격자 수)은 $TN_{0(n)}$ (의사고시 응시자격자 수)에 TJR (응시자격자의 평균 시험 응시율)과 TPR (응시자의 평균 합격률)을 곱한 값과 같다고 가정하였다.

(2) 의사고시 합격자 수 연도별/출신별/성별/연령별 분류



(그래프 2) 연도별/출신별/성별 의사수를 연도별/출신별/성별/연령별 의사수로 분류하는 모형 AD0, AD1

□ 의사 국가고시 합격자 수 TP

$TP_{0(n)}$ = n년도 의사 국가고시 합격자 수

$TP_{1(n,s,g)}$ = n년도 의사 국가고시 s성별, g출신 합격자 수

$TP_{2(n,s,g,a)}$ = n년도 의사 국가고시 s성별, g출신, a연령 합격자 수

$TP_{3(n,s,a)}$ = n년도 의사 국가고시 s성별, a연령 합격자 수

□ 의사 국가고시 응시자격자 수 TN

$TN_{0(n)}$ = n년도 의사 국가고시 응시자격자 수

$TN_{1(n,s,g)}$ = n년도 의사 국가고시 s성별, g출신 응시자격자 수

□ p모형 기반 g그룹 a연령 분포 비율

$AD_{(p,g,a)}$ = p모형 기반 g그룹 a연령 분포 비율

□ 연령분포모형 $AD_{(p,g,s,a)}$ 수식

$\gamma_{(s,g,i)}$ = s성별, g그룹에서 사용되는 i 파라미터

$$AD_{(0,s,g,a)} = \frac{\gamma_{(s,g)}^{a-end-1}}{\sum_{a=start}^{end} (\gamma_{(s,g,1)}^{a-end-1})}$$

$AD_{(1,s,g,a)} =$

$$\begin{cases} \frac{1}{((\gamma_{(s,g,1)}^{-(end-\gamma_{(s,g,3)})})^{a-end} - 1) / \sum_{a=start}^{end} ((\gamma_{(s,g,1)}^{-(end-\gamma_{(s,g,3)})})^{a-end} - 1)} & , a > head \\ \frac{1}{((\gamma_{(s,g,1)}^{\gamma_{(s,g,3)}-\gamma_{(s,g,2)}})^{a-\gamma_{(s,g,2)}} - 1) / \sum_{a=start}^{end} ((\gamma_{(s,g,1)}^{\gamma_{(s,g,3)}-\gamma_{(s,g,2)}})^{a-\gamma_{(s,g,2)}} - 1)} & , a \leq head \end{cases}$$

□ $TP_{3(n,s,g,a)}$ 도출 수식

$$TP_{2(n,s,g,a)} = TP_{1(n,s,g)} \times \frac{TN_{1(n,s,g)}}{TN_{0(n)}} \times AD_{(p,g,s,a)}$$

$$TP_{3(n,s,a)} = \sum_{g=0}^2 TP_{2(n,s,g,a)}$$

□ 가정 사항

$$\frac{TP_{1(n,s,g)}}{TP_{0(n)}} = \frac{TN_{1(n,s,g)}}{TN_{0(n)}}$$

$s = 0$, 남성

$g = 0$, n년도 의학대학졸업자

$g = 2$, n-1년도 의사 국가고시 불합격자

$s = 1$, 여성

$g = 1$, n년도 의학전문대학원 졸업자

$P = 0$, $AD_{(0,s,g,a)}$ 수식을 갖는 모형

$P = 1$, $AD_{(1,s,g,a)}$ 수식을 갖는 모형

(수식 5) 연도별/출신별/성별 의사수를 연도별/출신별/성별/연령별 의사수로 분류하는 수식

연도별/성별/출신별 합격자 수의 그룹은 (1)의대 졸업 남성, (2)의전원 졸업 남성, (3) 재시험 남성, (4)의대졸업 여성, (5)의전원 졸업 여성, (6)재시험 여성 총 6 가지로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 각각의 그룹에 다양한 확률분포 모형을 적용하며 실제와 유사한 형태의 확률분포 모형을 도출하고자 하였다.

본 보고서에 작성된 연령분포 모형은 $AD_{(0,s,g,a)}$ (이하 AD0) 과 $AD_{(1,s,g,a)}$ (이하 AD1) 이다. 각각의 모형은 연구자가 원하는 모형을 만들기 위해 이항분포 모형과 푸아송 모형과 유사하며 최소한의 파라미터를 사용하는 모형을 만들어 사용하였다. 본 연구에서 사용한 확률분포 모형은 (그래프 2) 연도별/출신별/성별 의사수를 연도별/출신별/성별/연령별 의사수로 분류하는 모형 AD0, AD1 와 같다. 그래프 2 에서 $AD_{(0,s,g,a)}$ 는 start=25, end=40 의 고정 값을 갖고, $AD_{(1,s,g,a)}$ 는 start=25, end=40, $\gamma_{(s,g,2)} = 20$ 의 고정 값을 갖는다. 연구과정에서 계산량을 줄이기 위해 이와 같은 고정 값을 사용하였다.

연도별/성별/출신별 의사고시 합격자수를 연도별/성별/출신별/연령별로 분류하기 위해 (수식 5) 연도별/출신별/성별 의사수를 연도별/출신별/성별/연령별 의사수로 분류하는 수식을 사용하여 $TP_{2(n,s,g,a)}$ 를 도출하고 $TP_{2(n,s,g,a)}$ 를 성별 s 를 기준으로 합산한 $TP_{3(n,s,a)}$ 를 도출한다. 단 n 년도 의사고시 합격자의 그룹별 비율은 n 년도 의사 국가고시 응시자격자의 그룹별 비율과 같다고 가정하였다.

의사 사망·은퇴 모델을 이용한 잔존 의사 수 도출

□ 잔존 의사수

$D_{0(n)} = n$ 년도 잔존 의사수

$D_{1(n,s)} = n$ 년도 s 성별 잔존 의사수

$D_{2(n,s,a)} = n$ 년도 s 성별, a 연령 잔존 의사수

□ 은퇴 의사수

$DR_{0(n)} = n$ 년도 은퇴 의사수

$DR_{1(n,s)} = n$ 년도 s 성별 은퇴 의사수

□ 사망률

$R_{d(n,s,a)} = n$ 년도 s 성별, a 연령 사망률

□ 사망 의사수

$DD_{0(n)} = n$ 년도 사망 의사수

$DD_{1(n,s)} = n$ 년도 s 성별 사망 의사수

$DD_{2(n,s,a)} = n$ 년도 s 성별, a 연령 사망 의사수

$DR_{2(n,s,a)} = n$ 년도 s성별, a연령 은퇴 의사수

□ p모형 기반 a연령 은퇴율

$R_{r(p,a)}$ = p모형 기반 s성별, a연령 은퇴율

□ 은퇴율 모형 $R_{r(p,s,a)}$ 수식

$\gamma_i = R_{r(p,s,a)}$ 에 사용되는 i 파라미터

$$R_{r(0,s,a)} = (\gamma_1^{a-start} - 1) \frac{\gamma_2}{(\gamma_1^{100-start} - 1)}$$

if) $R_{r(p,s,a)} > 1$, $R_{r(p,s,a)} = 1$

□ $DR_{0(n)}$ 도출 수식

$$DR_{2(n,s,a)} = (D_{2(n-1,s,a)} - DD_{2(n,s,a)}) \times R_{r(p,a)}$$

$$DR_{1(n,s)} = \sum_{a=0}^{99} DR_{2(n,s,a)}$$

$$DR_{0(n)} = \sum_{s=0}^1 DR_{1(n,s)}$$

□ $DD_{0(n)}$ 도출 수식

$$DD_{2(n,s,a)} = D_{2(n-1,s,a)} \times R_{d(n,s,a)}$$

$$DD_{1(n,s)} = \sum_{a=0}^{99} DD_{2(n,s,a)}$$

$$DD_{0(n)} = \sum_{s=0}^1 DD_{1(n,s)}$$

□ $D_{0(n)}$ 도출 수식

$$D_{2(n,s,a+1)} = D_{2(n-1,s,a)} - (DD_{2(n,s,a)} + DR_{2(n,s,a)})$$

$$D_{1(n,s)} = \sum_{a=0}^{99} D_{2(n,s,a)}$$

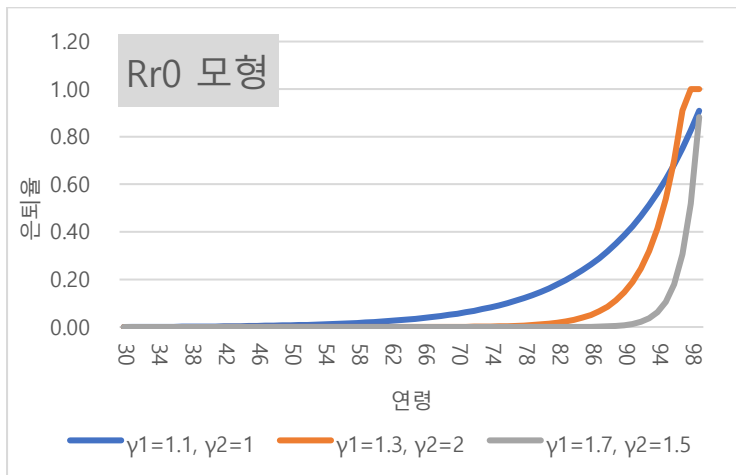
$$D_{0(n)} = \sum_{s=0}^1 D_{1(n,s)}$$

s = 0, 남성

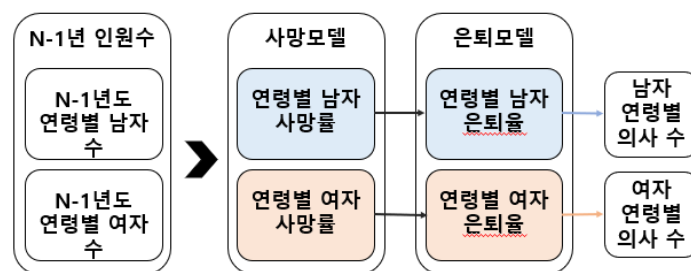
s = 1, 여성

P = 0, $R_{r(0,a)}$ 수식을 갖는 모형

(수식 6) 연도별/성별/연령별 잔존 의사수를 도출하는 수식



(그래프 3) 성별/연령별 은퇴율을 결정하는 $R_{r(0)}$ 모형



(그림 7) 사망·은퇴 모델 도식화

N 년도 활동 의사 수에 N-1 년 활동 의사 수를 반영하기 위해서는 사망모델과 은퇴모델을 적용하여 N 년도 손실 의사수를 반영해야 한다. 사망률 $R_{d(p,s,a)}$ 은 통계청에서 제공하는 생명주기표의 연도별/성별/연령별 사망률을 사용하였다. N-1 년 인원수는 성별에 따라서 두 그룹으로 나뉜다. 사망모델은 각 성별에 맞는 모델을 사용하였다.

N-1 년 활동 의사 수에서 사망모델을 적용한 뒤 은퇴모델을 적용하면 N 년도 잔존 의사 수를 도출할 수 있다. 은퇴모델은 (그림 3) **성별/연령별 은퇴율을 결정하는 $R_{r(0,s,a)}$ 모형**을 이용한다. 본 연구에서는 $R_{r(0,s,a)}$ 의 파라미터 start=30 으로 고정하고 γ_1, γ_2 를 변화시키며 가장 높은 정확도를 보이는 값을 최적 값으로 사용하였다.

(수식 6) 연도별/성별/연령별 잔존 의사수를 도출하는 수식을 통해 $DD_{2(n,s,a)}$, $DR_{2(n,s,a)}$, $D_{2(n,s,a)}$ 를 도출할 수 있으며 이를 통해 $DD_{0(n)}$, 은퇴 의사수 $DR_{0(n)}$, $D_{0(n)}$ 를 도출할 수 있다.

각 모형의 최적 파라미터 도출

연도	성별	합계	20대	30대	40대	50대	60대이상	총합비율	20대/비율	30대/비율	40대/비율	50대/비율	60대이상/비율
2011	남	64371	561	14723	22244	16881	9962	0.7785088	0.00678479	0.17806132	0.26902098	0.20416037	0.120481345
2011	여	18314	278	8765	5582	2585	1104	0.2214912	0.00336216	0.10600472	0.06750922	0.03126323	0.013351878
2012	남	65989	1356	15836	22270	16796	9731	0.775675	0.01593925	0.18614602	0.26177518	0.19743044	0.114384117
2012	여	19084	607	9264	5550	2585	1078	0.224325	0.00713505	0.10889471	0.06523809	0.03038567	0.01267147
2013	남	68330	2297	17412	22366	16775	9480	0.7682276	0.02582495	0.19576143	0.25145877	0.1885997	0.10658272
2013	여	20615	1162	10270	5567	2582	1034	0.2317724	0.01306425	0.11546461	0.06258924	0.02902918	0.011625162
2014	남	69677	3258	18114	22374	16695	9236	0.7640273	0.03572486	0.19862495	0.24533702	0.18306523	0.101275261
2014	여	21520	1820	10624	5518	2563	995	0.2359727	0.0199568	0.11649506	0.06050638	0.02810399	0.010910447
2015	남	71066	4328	18808	22359	16656	8915	0.7601943	0.04629669	0.20118951	0.23917462	0.17816953	0.095363913
2015	여	22418	2627	10720	5569	2547	955	0.2398057	0.02810107	0.11467203	0.05957169	0.0272453	0.010215652
2016	남	72818	5272	19852	22420	16642	8632	0.7571013	0.05481389	0.20640466	0.2331046	0.17302974	0.089748388
2016	여	23362	3523	10877	5518	2512	932	0.2428987	0.03662924	0.11309004	0.05737159	0.0261177	0.009690164

(그림 9) 활동의사 연도별, 성별, 연령별 분포표

(그림 9) **활동 의사 연도별/성별/연령별 분포표**는 본 연구를 진행하면서 사용할 수 있는 가장 구체적인 의사 인력 구조를 나타낸다. 본 연구에서는 (그림 3) **N 년도 의사 인력 도출 프로세스**를 사용하여 의사 국가고시가 처음으로 시행되는 1952 년부터 2047 년까지 마이크로 시뮬레이션을 진행한다. 시뮬레이션은 시뮬레이션 결과값을 (그림 9) **활동의사 연도별, 성별, 연령별 분포표**와 같은 형태로 만들고 각 값을 비교하여 전체적으로 가장 낮은 오차를 갖는 파라미터를 최적 파라미터라 가정하고 해당 값을 갖는 파라미터를 사용하였다.

본 연구에서는 연령분포에 6 개의 모형을 사용하고 은퇴율 결정에 2 개의 모형을 사용한다. 서로 다른 모형 8 개에서 생성되는 2011 년부터 2016 년까지의 연도별/성별/연령별 의사 수의 경우의 수는 천문학적 수치에 가깝기 때문에 시간적으로나 금전적으로나 현실적으로 모든 경우의 수를 분석하는 것은 불가능하다.

위와 같은 문제로 제한된 시간동안 running rate 와 파라미터의 범위를 적절히 조절하고 파이썬 기반 멀티프로세싱 라이브러리를 이용한 분산처리를 통해 도출한 약 1000 만개의 파라미터 세트 값 중 가장 낮은 코스트 세트 값을 갖는 파라미터 세트 값을 본 연구결과에 적용하였다.

	합계	20대	30대	40대	50대	60대이상	총합비율	20대/비율	30대/비율	40대/비율	50대/비율	60대이상/비율
성별												
남	5961.0	2063.5	4037.166667	367.0	1554.000000	1380.333333	0.022161	0.021221	0.023097	0.030424	0.020794	0.016344
여	4703.5	1429.0	1768.166667	653.5	777.333333	831.500000	0.022161	0.014790	0.005578	0.004656	0.006680	0.006992

연령분포 모형 AD0 의 오차

	합계	20대	30대	40대	50대	60대이상	총합비율	20대/비율	30대/비율	40대/비율	50대/비율	60대이상/비율
성별												
남	4305.0	2074.0	3254.333333	439.833333	1431.000000	1371.166667	0.022009	0.021786	0.021196	0.026167	0.020576	0.017661
여	4116.0	839.0	494.500000	1290.666667	1257.833333	898.333333	0.022009	0.008845	0.007302	0.008315	0.010112	0.008079

연령분포 모형 AD1 의 오차

(그림 10) 연령분포 모형 AD0 와 AD1 의 2011 년~2016 년 평균 오차 값 비교

본 연구에서 진행한 시뮬레이션에서는 연령분포 모형 AD1 을 사용했을 경우 합계치와 총합비율에서 비교적 더 좋은 결과값을 보였다.

	남여	남	여		남여	남	여
count	64.000000	64.000000	64.000000	count	64.000000	64.000000	64.000000
mean	0.078317	0.087640	0.084129	mean	0.091336	0.100756	0.096296
std	0.039424	0.043320	0.061107	std	0.047244	0.050534	0.062356
min	0.001351	0.004657	0.005527	min	0.006384	0.000834	0.007659
25%	0.041666	0.051054	0.046219	25%	0.050406	0.055612	0.049777
50%	0.092025	0.096824	0.049471	50%	0.106078	0.110030	0.073407
75%	0.106915	0.118650	0.112591	75%	0.127782	0.140961	0.136204
max	0.143013	0.162370	0.292705	max	0.163611	0.178563	0.298701

(그림 11) 연령분포 모형 AD0 와 AD1 의 1955 년~2018 년 평균 오차율 비교

1955 년부터 2018 년까지의 성별 면허신고 의사수를 테스트셋으로 정의하고 연령분포 모형 AD1 과 AD2 의 오차율을 비교하면 (그림 11) 연령분포 모형 AD0 와 AD1 의 1955 년~2018 년 평균 오차율 비교와 같다. 연령분포 모형 AD0 을 사용하였을 경우 더 좋은 결과값을 보였다.

3. 결과 및 결론

[결과]

의료 파업에 관한 이슈에서 시작되어 의료인력의 변화를 확인하기 위해 매해 의료인력의 수요와 공급을 가능하면 상세하게 파악하였고, 이를 통해 실질적인 의대 증원에 대한 해답을 제공하기 위해 연구를 진행하였다. '의사 생애 주기 모델'을 통해 현존 의사의 특성을 파악하고 미래 의사 인력 예측을 시각화하였다. 이러한 연구내용을 바탕으로 사용자들이 직접 값을 입력하여 시뮬레이션을 통해 의대 인원의 변화를 시각적으로 확인할 수 있는 웹페이지를 개발하였다.

이번 분석 서비스에서 핵심이 되는 기능은 신규 의사 수를 사용자가 입력한 값으로 미래 의사 인력을 시뮬레이션해 시각화된다는 점이다. 입력값의 종류는 의사고시 합격자 중 의대, 의학전문대학원 졸업인원을 지정하고, 성별 비율을 지정할 수 있다.

2020년 이후 입학정원 조절

6000	50	0.6	0.6	변경
------	----	-----	-----	----

의대입학정원 / 의전원입학정원 / 의대입학남성비 / 의전원입학남성비 /
* 2020년 이후 입학정원 조절을 통해 2025년 이후부터 발생하는 신규 의사수 조절이 가능합니다.

(그림 11) 분석의 파라미터 입력 창

상단에 있는 텍스트 박스에 값을 입력하고 변경 버튼을 누르면 입력한 값을 계산하여 새로운 시각화 그래프가 그려진다. 이를 통해 사용자는 **미래**의 공급될 의료인력을 계산해 볼 수 있다.

이번 의사 인력분석 서비스는 전체 의사 수, 신규 의사 수, 사망 의사 수, 은퇴 의사 수, 1,000 명당 의사 수에 대한 현재와 미래의 그래프를 제공한다.

전체 의사 수는 두 개의 그래프를 제공하는데, 첫 번째 그래프는 연도별 성별 의사의 연령분포를 볼 수 있는 그래프이다. 두 번째 그래프는 1951 년에서 2047 년 동안 전체, 성별 의사 수를 선 그래프로 나타낸 것이다. 이 그래프에서는 인구와 의사 수의 증감을 오른쪽에 새로운 축을 두어 표현하였다.

신규 의사 수는 두 개의 그래프를 제공하는데, 첫 번째 그래프는 매년 의사고시 합격자를 연령별, 성별로 구분하여 특성을 파악할 수 있도록 시각화 했다. 그리고 두 번째 그래프는 1952 에서 2047 년까지 각 연도별 신규 의사 수의 합을 구하여, 의사 공급의 증감을 비교하였다.

사망 의사 수는 두 개의 그래프를 제공하는데, 첫 번째 그래프는 매년 의사 사망자의 연령별, 성별로 구분하여 특성을 파악할 수 있도록 시각화했다. 그리고 두 번째 그래프는 1952 년에서 2047 년까지 연간 사망 의사 수의 증감을 비교할 수 있도록 시각화했다.

은퇴 의사 수는 두 개의 그래프를 제공하는데, 첫 번째 그래프는 매년 의사 은퇴자의 연령별, 성별로 구분하여 특성을 파악할 수 있도록 시각화했다. 그리고 두 번째 그래프는 1952 년에서 2047 년까지 연간 은퇴 의사 수의 증감을 비교할 수 있도록 시각화했다.

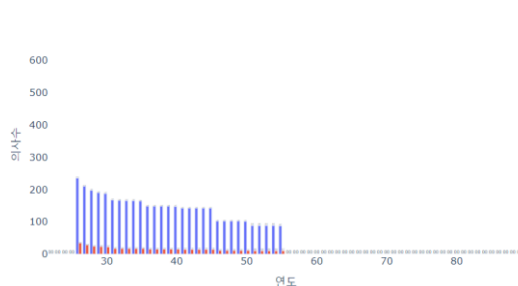
1,000 명당 의사 수는 1952 년에서 2047 년동안 한국의 1,000 명당 의사 수를 선으로 표현한 그래프에 OECD 회원국의 1,000 명당 의사 수를 추가하여 우리나라와 OECD 회원국의 상대적 의사 수를 비교하였다.

의사 1 명당 연간 외래진료 수 그래프를 통해 2010 년에서 2047 년까지 OECD 와 우리나라의 의사 1 명당 연간 외래진료 수를 통해 의사 수요를 비교하였다.

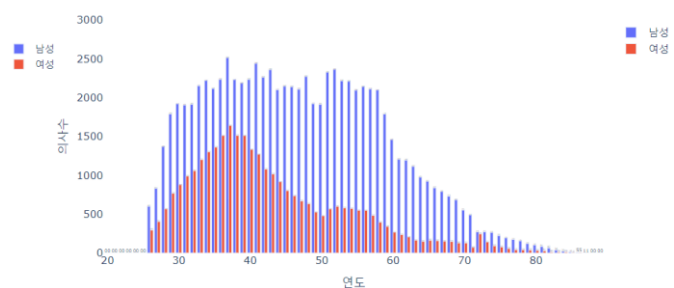
1) 전체 의사 수

(1) 과거 & 현재 (1952 년 ~ 2019 년)

1952년 연령별 의사수

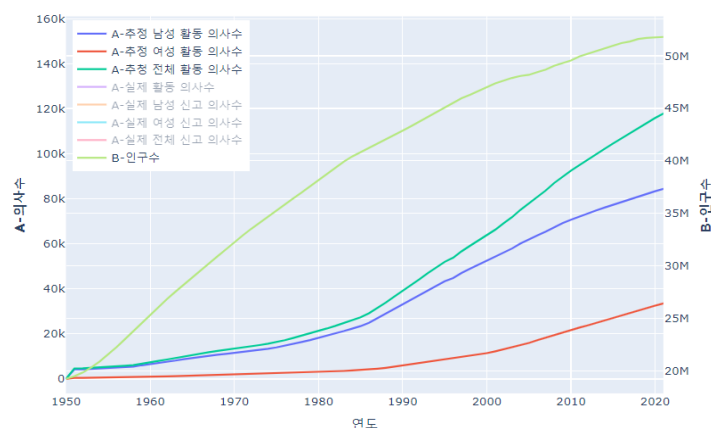


2019년 연령별 의사수



1952 년, 의사의 연령은 20대에서 50대 중반에 많은 의사가 집중된 것을 볼 수 있다. 또한, 성별은 남성의 의사 인력이 여성보다 월등히 높은 비율로 분포되어 있다.

2019년에는 의사의 연령은 20대에서 80대까지 넓게 분포된 것을 알 수 있다. 그리고 가장 많은 인원을 가지고 있는 나이는 37살로 남자의 인원은 2,513명이고, 여성의 인원은 1,641명이다. 또한, 성별은 1952년과 비교하였을 때 많은 여성 의사가 배출됨을 알 수 있다.



1952년부터 전체 의사 수의 합을 계산해 보았더니 위와 같은 그래프가 그려졌다. 1952년에서 2019년까지 4,650명에서 113,913명으로 의사의 수는 꾸준히 증가하고 있다. 그리고 여성의 인원은 1950년대에서 2000년대까지는 남성 의사 수보다 많이 적은 분포를 띄고 있지만, 2000년 이후 2020년까지 여성 의사의 수가 많이 증가하여 남성 의사 인원의 절반까지 올라왔음을 볼 수 있다.

(2) 미래 (2020년 ~2047년)

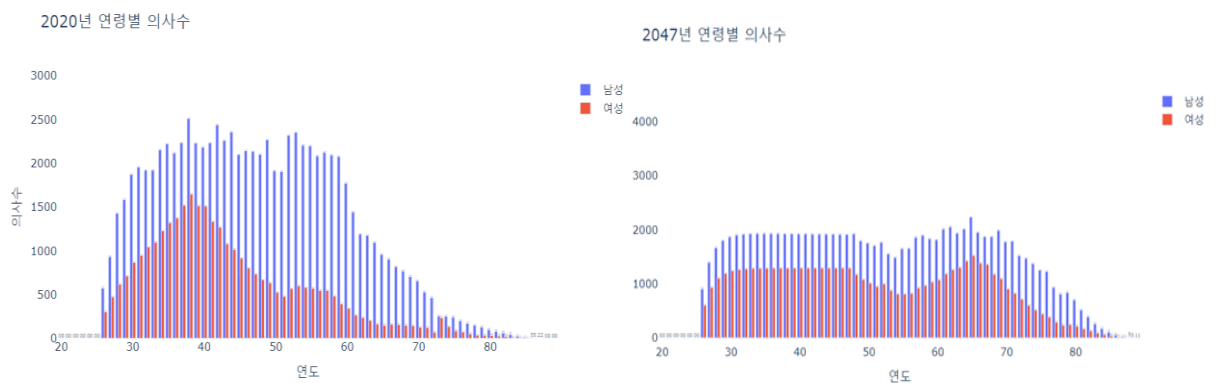
미래 의사 인력에는 값 조절 파라미터에 입력된 값을 연산된 값을 시각화하여 그려준다. 2020년을 기준으로 새로 입학하는 정원과 비율을 파라미터로 입력하면, 2026년부터 증원된 인원 중 합격한 의사가 합산되어 시각화되어 그려진다. 2020년에 의과 대학에 입학한 사람이 의사가 되기 위해서는 6년의 교육과정을 수료해야 자격이 주어지기 때문에 2026년부터 의사 수에 추가되게 그래프를 그렸다.

① 의학대학입학 정원을 3,000명으로 가정

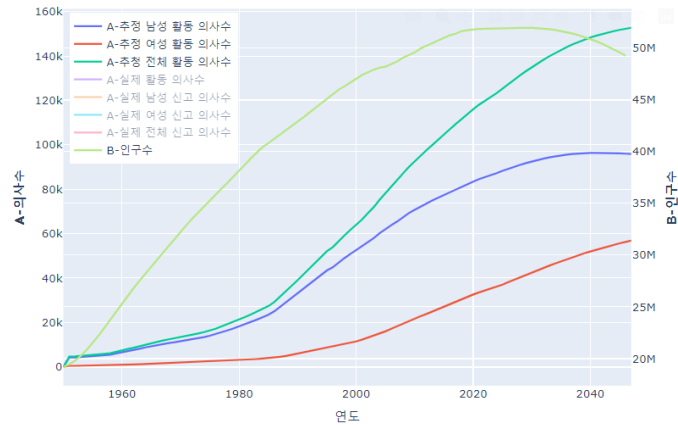
3000	50	0.6	0.6	변경
------	----	-----	-----	----

의대입학정원 / 의전원입학정원 / 의대입학남성비 / 의전원입학남성비 /

* 2020년 이후 입학정원 조절을 통해 2025년 이후부터 발생되는 신규 의사수 조절이 가능합니다.



2020년에서 2047년간 매년 3,000명의 의사만 증원이 된다고 시뮬레이션을 해보면, 2020년에는 26세에서 87세까지 넓은 나이 분포를 가지고 있음을 알 수 있고, 38세가 최다 인원의 나이임을 알 수 있다. 2047년에는 26세에서 89세까지 넓은 나이 분포를 가지고 있음을 알 수 있다. 그리고 32세에서 47세까지 거의 비슷한 인원의 수가 분포되어있다.

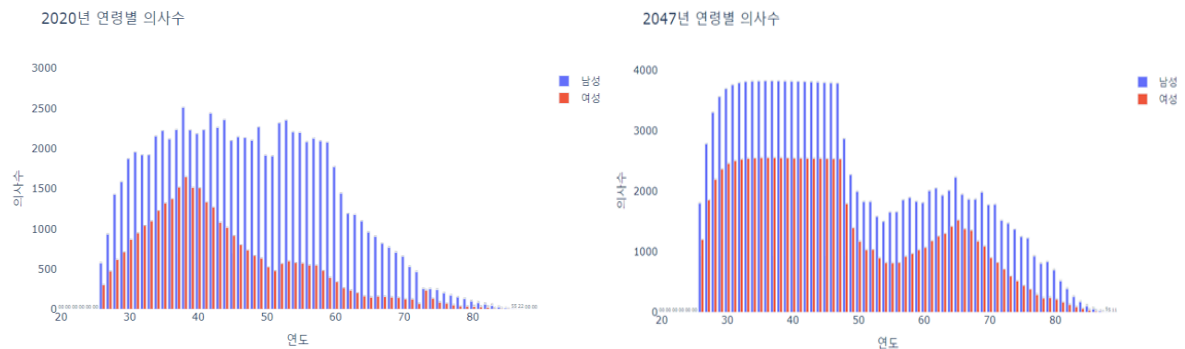


1952년부터 전체 의사 수의 합을 계산해 보았더니 위와 같은 그래프가 그려졌다. 현재와 같은 수준으로 의대입학 정원을 유지한다면 회귀 분석을 통해 2020년에서 2047년까지 의사 수는 116,044명에서 152,758명으로 증가함을 알 수 있다.

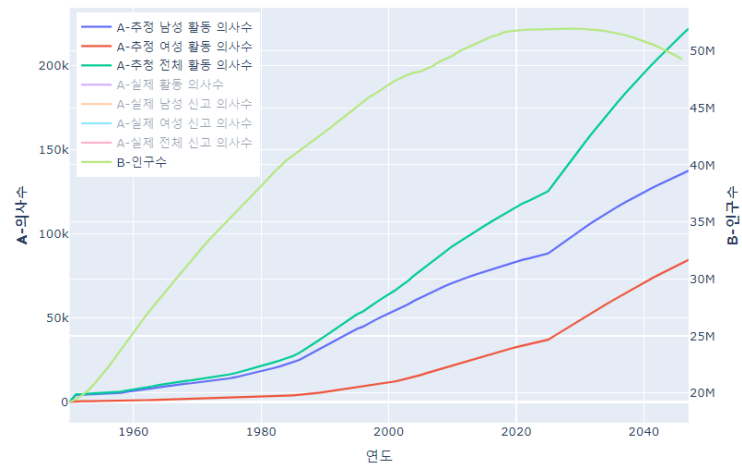
② 의학대학입학 정원을 6,000명으로 가정

6000	50	0.6	0.6	변경
------	----	-----	-----	----

의대입학정원 / 의전원입학정원 / 의대입학남성비 / 의전원입학남성비 /
 * 2020년 이후 입학정원 조절을 통해 2025년 이후부터 발생되는 신규 의사수 조절이 가능합니다.



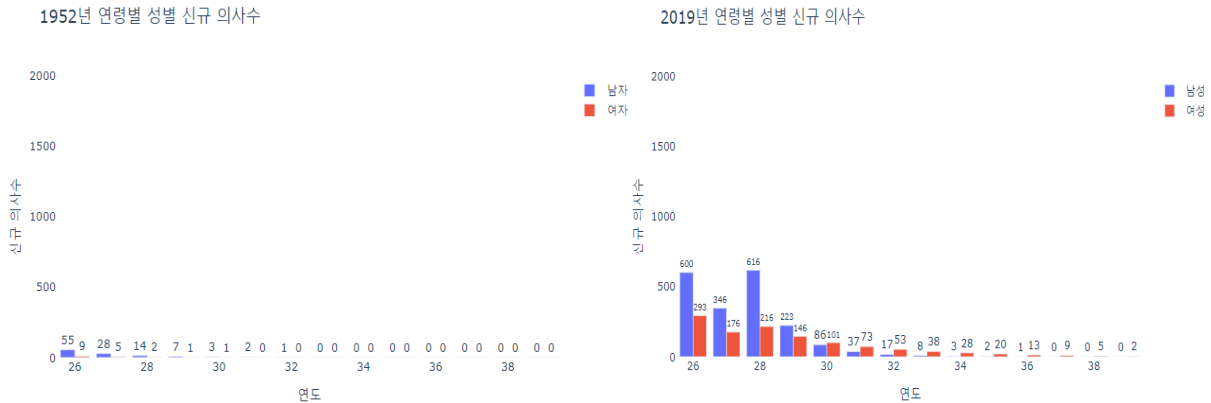
2020년부터 의대 정원을 6,000명으로 증원한다면, 2020년에서 2047년까지 연령별, 성별 분포를 시뮬레이션을 통해 위와 같은 그래프를 그려볼 수 있다. 위와 같이 2020년부터 의대 정원을 2배로 늘리면 2047년에 젊은 의사가 많아지고, 의사 인원도 늘어나는 것을 볼 수 있다. 그리고 2047년에는 20대부터 47세의 인원이 매우 높아진 것을 볼 수 있다.



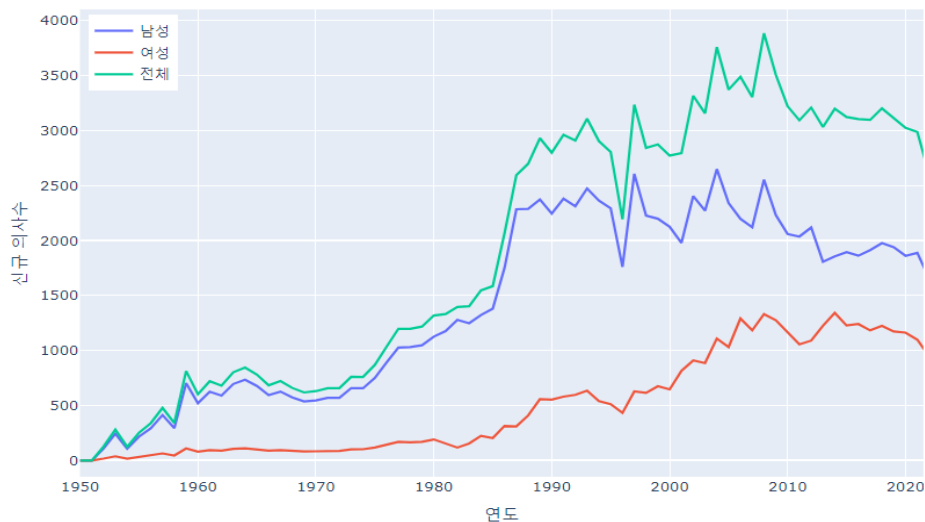
각 연도별 전체 의사 수의 합을 계산해 보았더니 위와 같은 그래프가 그려졌다. 회귀 분석을 통해 2020 년에서 2047 년까지 의사 수는 116,044 명에서 222,021 명으로 증가한다. 이 그래프의 특징은 의대 정원의 증가로 인해, 2026 년 이후 의사급증하여 기울기가 가파르게 올라간다는 것이다.

2) 신규 의사 수

(1) 과거 & 현재 (1950 년 ~ 2019 년)



1952 년 신규 의사 수는 26 살에서 32 살까지 총 128 명이고, 2019 년 신규 의사 수는 26 살에서 39 살까지 총 3112 명으로 26 살과 28 살에 가장 많은 분포를 가지고 있다. 시간이 지날수록 신규의사 수도 증가하고, 나이의 분포도 넓어지는 것을 볼 수 있다.



신규 의사 수는 1952 년 128 명에서 2019 년 3,112 명으로 꾸준히 증가한 것을 알 수 있다. 주목해야 할 연도는 1985 년과 2009 년이다. 신규의료인력은 1985 년을 기점으로 가파르게 배출되었고, 2009 년 최고의 신규의사 수를 달성하였기 때문이다. 그리고 2009 년의 가장 많은 신규의사 수가 배출된 이유는 2005 년에 의학전문대학원을 시작했기 때문이다. 의학전문대학원은 4 년의 교육과정으로 이루어져, 2005 년에 입학하고 2009 년에 졸업한 의학전문대학원의 학생들에 의해 의사시험의 응시자가 늘었고, 합격된 의사도 늘게 된 것으로 해석할 수 있다.

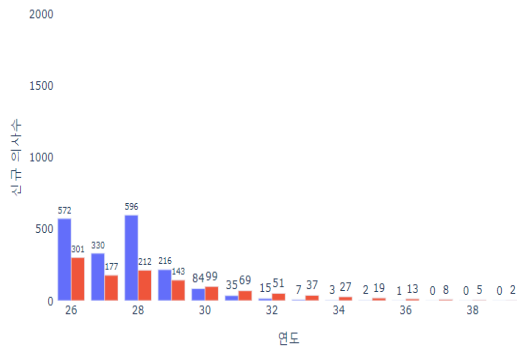
(2) 미래 (2020 년 ~2047 년)

① 의학대학입학 정원을 3,000 명으로 가정

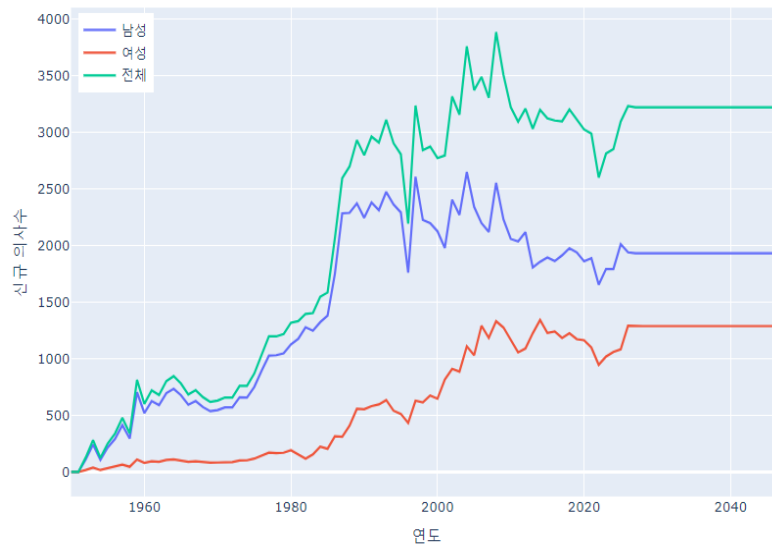
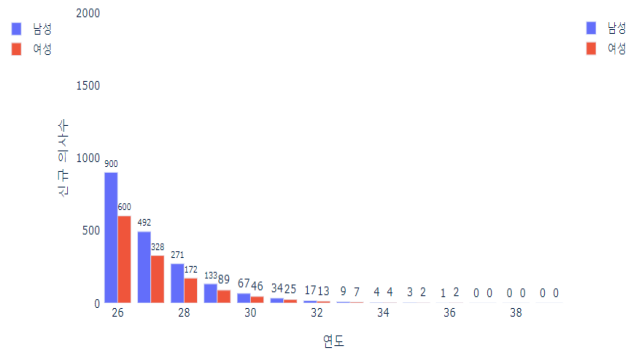
3000	50	0.6	0.6	변경
------	----	-----	-----	----

의대입학정원 / 의전원입학정원 / 의대입학남성비 / 의전원입학남성비 /
 * 2020년 이후 입학정원 조절을 통해 2025년 이후부터 발생되는 신규 의사수 조절이 가능합니다.

2020년 연령별 성별 신규 의사수



2047년 연령별 성별 신규 의사수



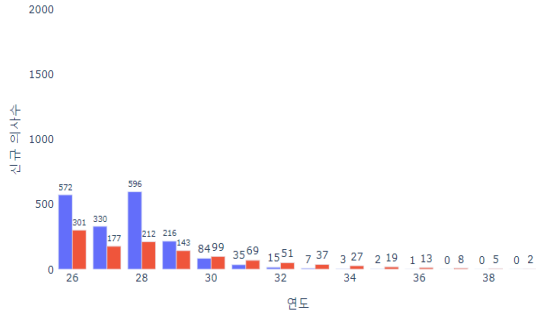
현재 의대 입학생과 유사한 3,000 명을 의대입학 정원 값으로 시뮬레이션을 해보면, 2020년에는 3024 명이었던 신규의사 수가 2047년에는 3219 명이 배출되며, 2026 년 이후의 값은 동일한 가중치(입학정원 3,000 명)를 적용했기 때문에 직선의 모양을 하고 있다.

② 의학대학입학 정원을 6,000 명으로 가정

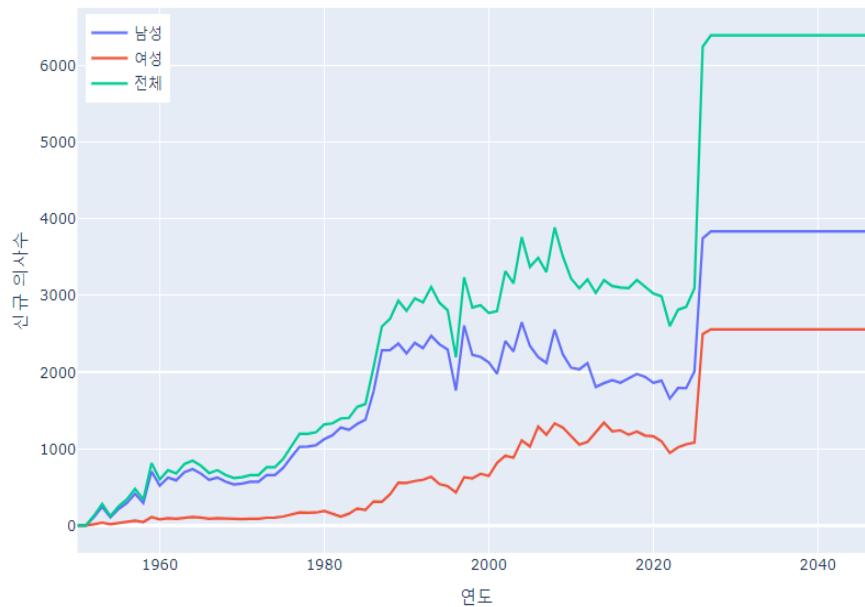
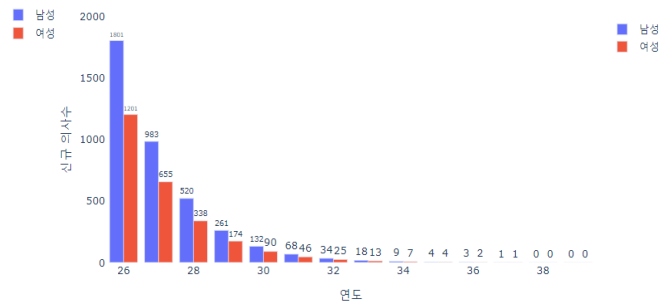
6000	50	0.6	0.6	변경
------	----	-----	-----	----

의대입학정원 / 의전원입학정원 / 의대입학남성비 / 의전원입학남성비 /
 * 2020년 이후 입학정원 조절을 통해 2025년 이후부터 발생되는 신규 의사수 조절이 가능합니다.

2020년 연령별 성별 신규 의사수



2047년 연령별 성별 신규 의사수

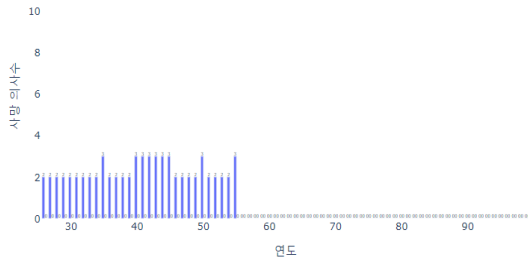


2020년의 신규 의사 수는 3024 명으로 의대 정원을 3,000 명으로 했을 때와 동일하지만, 2047년의 신규 의사 수는 6,390 명으로 2 배가 증가되어 유지되는 것을 알 수 있다. 2026년 이후의 값은 동일한 가중치(입학정원 6,000 명)를 적용했기 때문에 직선의 모양을 하고 있다.

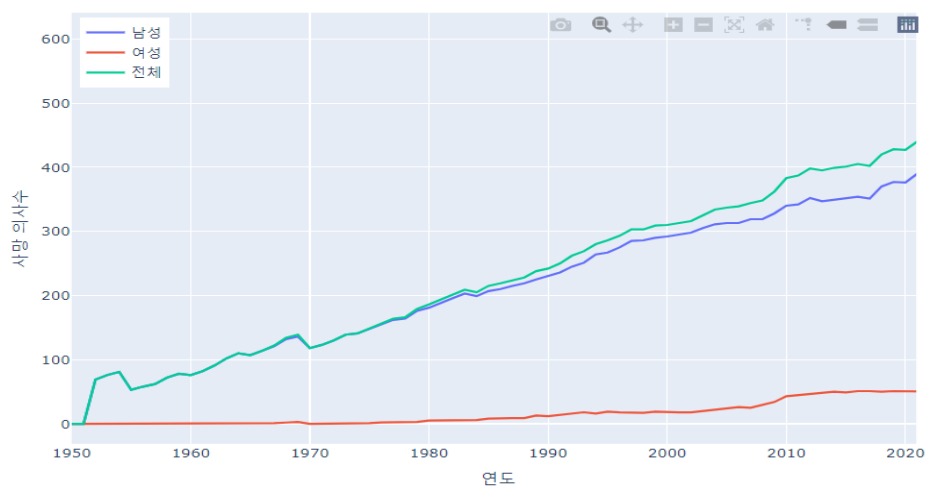
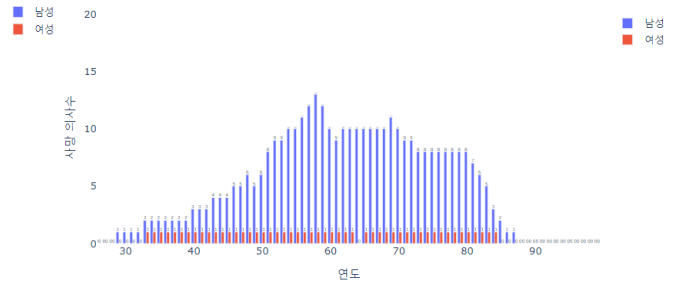
3) 사망 의사 수

(1) 과거 & 현재 (1950 년 ~ 2019 년)

1952년 연령별 성별 사망 의사수



2019년 연령별 성별 사망 의사수



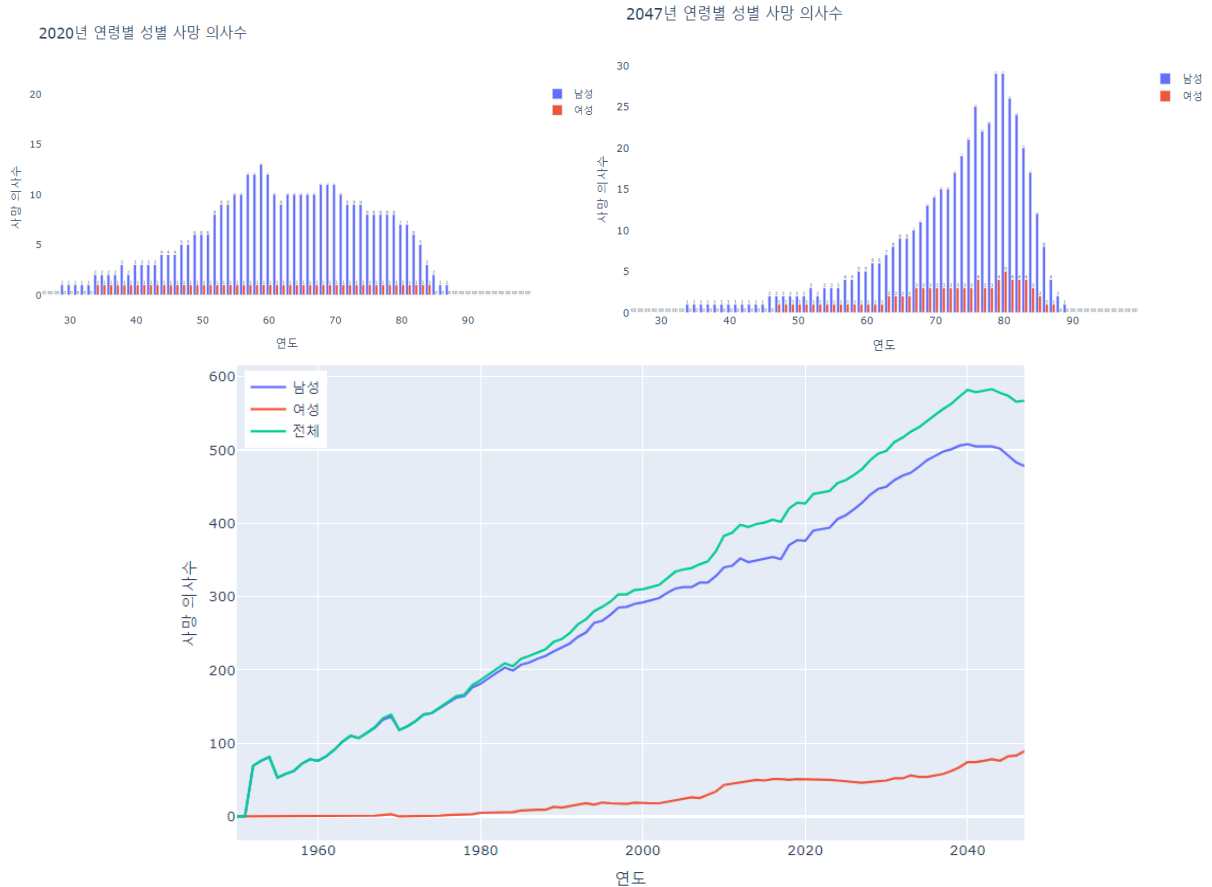
사망률은 연도별 나이별 사망률을 적용하여 계산하였고, 1952 년도에는 의사의 수가 적었기 때문에 사망자의 수도 적은 것을 알 수 있다. 그리고 2019 년은 1952 년도보다 평균연령도 높아지고 나이별 사망률도 낮아지는 추세였지만, 의사의 수가 많아서 1950 년보다 사망자의 수가 많은 것을 볼 수 있다. 이의 연장선으로 연간 사망 의사수도 꾸준히 증가하는 그래프가 그려지는 것을 알 수 있다.

(2) 미래 (2020 년 ~2047 년)

① 의학대학입학 정원을 3,000 명으로 가정

3000	50	0.6	0.6	변경
------	----	-----	-----	----

의대입학정원 / 의전원입학정원 / 의대입학남성비 / 의전원입학남성비 /
 * 2020년 이후 입학정원 조절을 통해 2025년 이후부터 발생되는 신규 의사수 조절이 가능합니다.



의대 입학 정원을 3,000 명으로 시뮬레이션을 해본 결과를 시각화 하면, 위의 그래프와 같이 사망하는 연령이 점점 늦어지는 것을 알 수 있다. 사람의 평균수명이 증가하면서, 2020 년에는 50대에서 80대까지 고르게 사망자가 분포되어 있었지만, 2047년에는 70대에서 80대 후반까지 사망자가 집중되어 있는 것을 볼 수 있다. 그리고 연간 사망 의사 수는 해가 지날수록 꾸준히 증가하는 그래프를 띄고 있다. 이런 현상은 의사인력이 꾸준히 증가하고 있어, 사망자도 꾸준히 증가하고 있음을 추론해볼 수 있다.

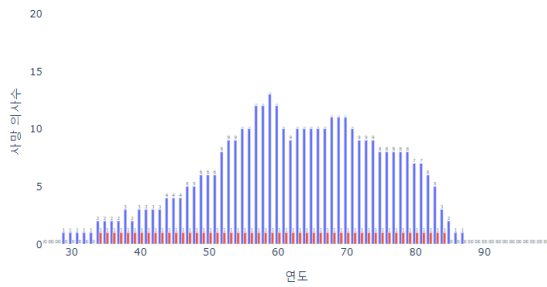
② 의학대학입학 정원을 6,000 명으로 가정

6000	50	0.6	0.6	변경
------	----	-----	-----	----

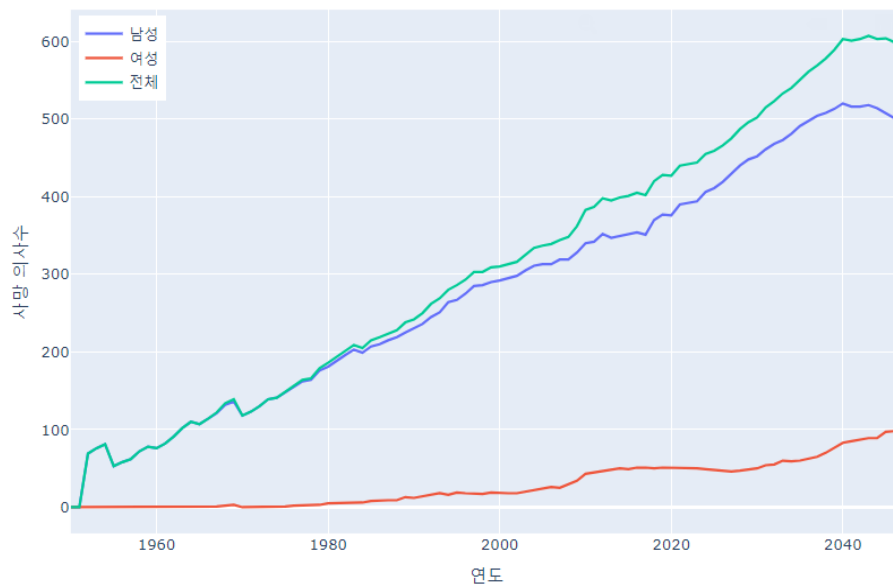
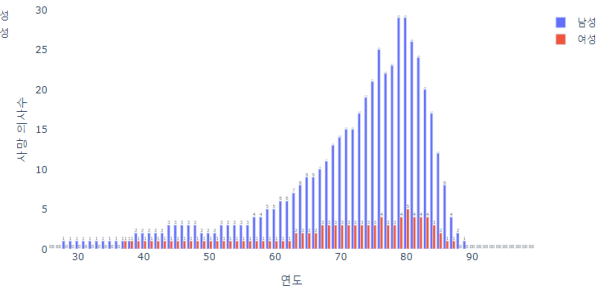
의대입학정원 / 의전원입학정원 / 의대입학남성비 / 의전원입학남성비 /

* 2020년 이후 입학정원 조절을 통해 2025년 이후부터 발생하는 신규 의사수 조절이 가능합니다.

2020년 연령별 성별 사망 의사수



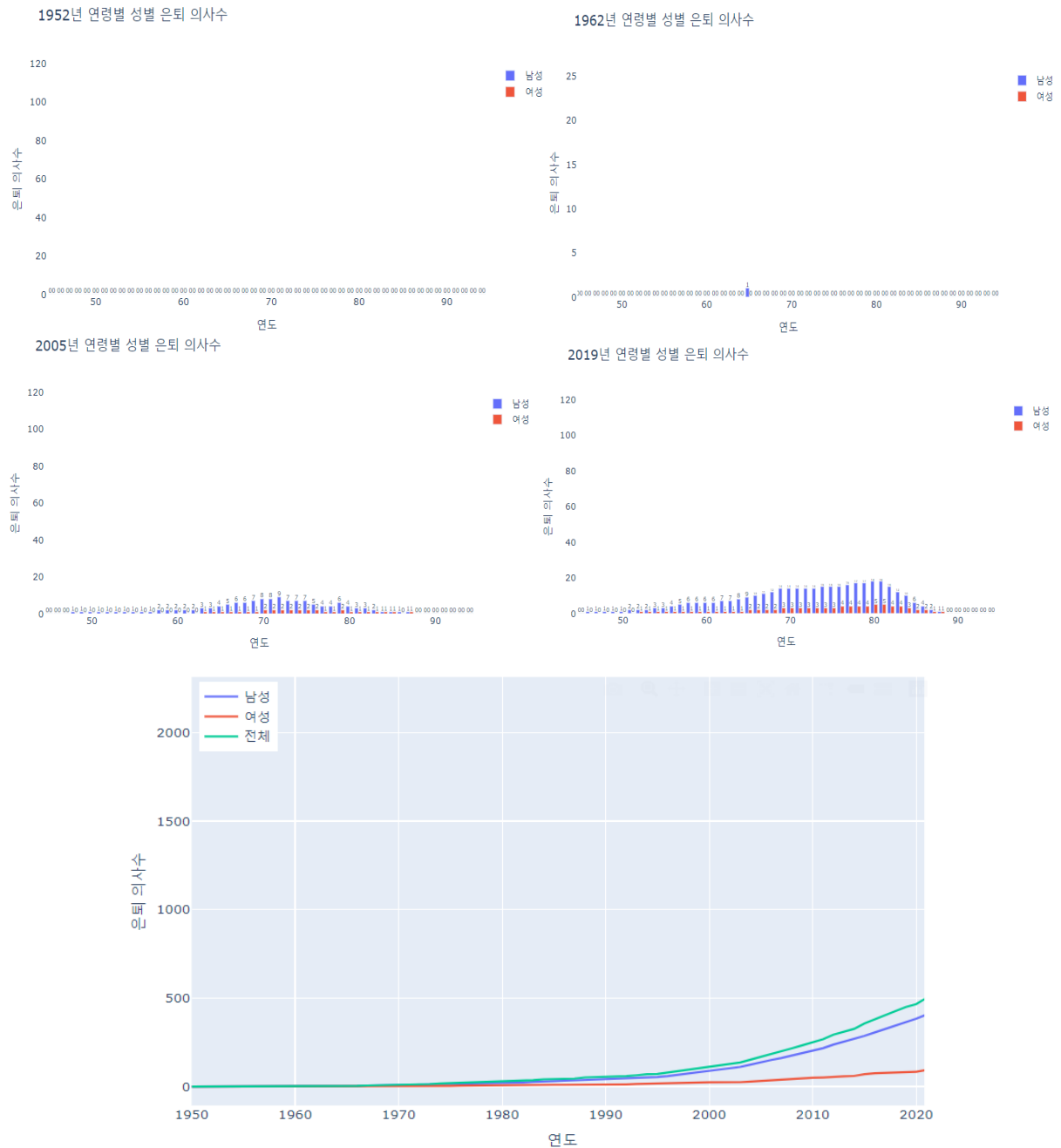
2047년 연령별 성별 사망 의사수



의대 입학 정원을 6,000 명으로 시뮬레이션을 해본 결과를 시각화 하면, 3,000 명으로 시뮬레이션 했을 때와 동일하게 사망 연령이 점점 늦어지는 것을 볼 수 있다. 그리고 3,000 명으로 시뮬레이션 했을 때와 다르게 20 대 후반에서 30 대 중반의 의사 사망자가 생긴다는 점이다. 동일한 사망률을 적용해도 의사 수가 많아져 20 대에서 30 대의 사망자가 생기게 된다.

4) 은퇴 의사 수

(1) 과거 & 현재 (1950 년 ~ 2019 년)



1952 년의 의사 은퇴는 0 명이다. 처음으로 은퇴가 발생되는 해는 1962 년으로, 65 세의 1 명이 발생된다. 이후 2005 년에서 2019 년을 보면 50 대부터 88 세까지 고르게 의사 은퇴자 수가 분포되어 있는 것을 볼 수 있다. 이는 의사 사망수와 마찬가지로 전체 의사 수의 증가로 인해

의사 은퇴수도 증가한 것을 알 수 있다. 연간 은퇴의사 수도 시간이 흐르면서 꾸준히 증가하는 것을 알 수 있다.

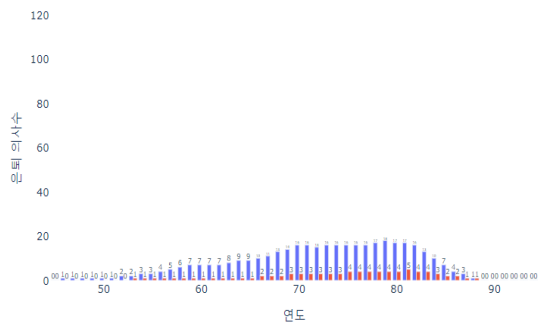
(2) 미래 (2020 년 ~2047 년)

① 의학대학 입학정원을 3,000 명으로 가정

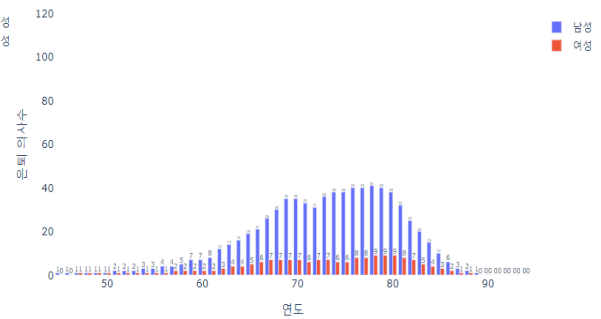
3000	50	0.6	0.6	변경
------	----	-----	-----	----

의대입학정원 / 의전원입학정원 / 의대입학남성비 / 의전원입학남성비 /
 * 2020년 이후 입학정원 조절을 통해 2025년 이후부터 발생하는 신규 의사수 조절이 가능합니다.

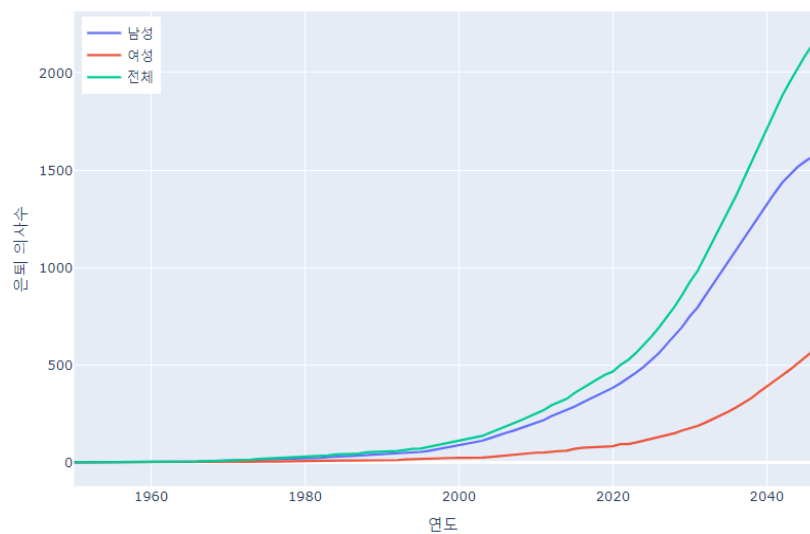
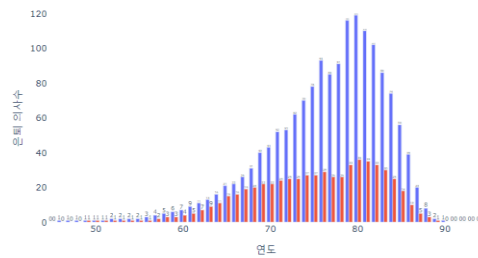
2020년 연령별 성별 은퇴 의사수



2030년 연령별 성별 은퇴 의사수

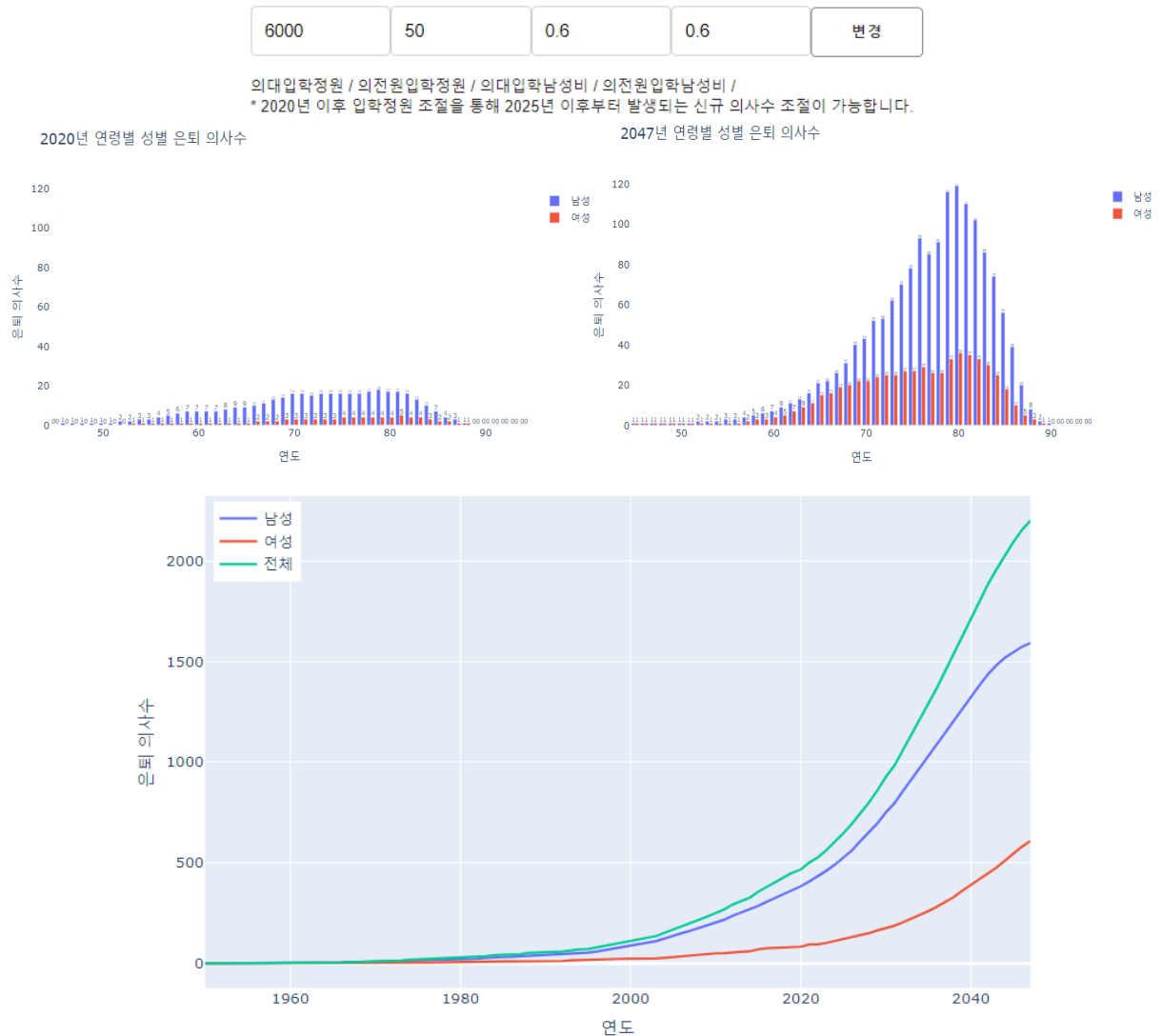


2047년 연령별 성별 은퇴 의사수



2020년에는 50대에서 88세까지 고르게 은퇴 의사가 분포되어 있고, 시간이 흐르면서 은퇴하는 의사의 수도 늘어나고, 푸아송 분포의 모양으로 수렴되는 것을 볼 수 있다. 그리고 연간 은퇴자 수도 2047년까지 꾸준히 늘어나는 것을 볼 수 있다. 이는 위에서 말한 것과 동일하게 의사의 수가 많아져 은퇴 의사 수도 늘어나는 것으로 추측할 수 있다.

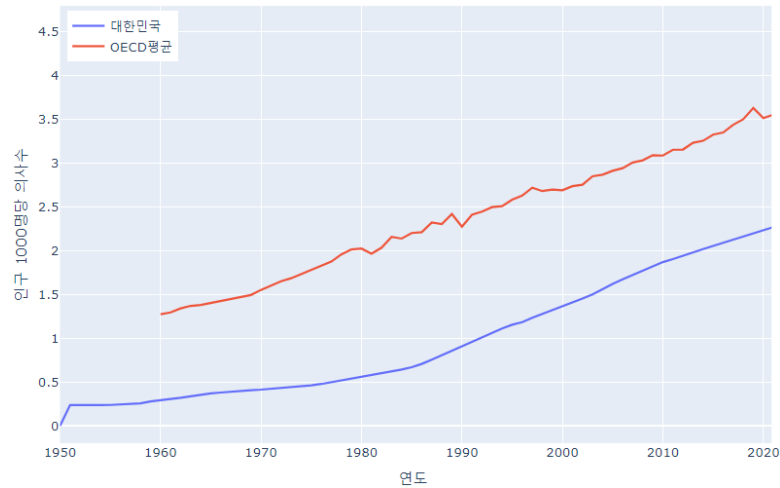
② 의학대학 입학정원을 6,000명으로 가정



2020년에는 50대에서 88세까지 고르게 은퇴 의사가 분포되어 있고, 시간이 흐르면서 은퇴하는 의사의 수도 늘어나고, 푸아송 분포의 모양으로 수렴되는 것을 볼 수 있다. 그리고 연간 은퇴자 수도 2047년까지 꾸준히 늘어나는 것을 볼 수 있다. 이는 위에서 말한 것과 동일하게 의사의 수가 많아져 은퇴 의사 수도 늘어나는 것으로 추측할 수 있다.

5) 1000 명당 의사 수

(1) 과거 & 현재 (1950 년 ~ 2019 년)

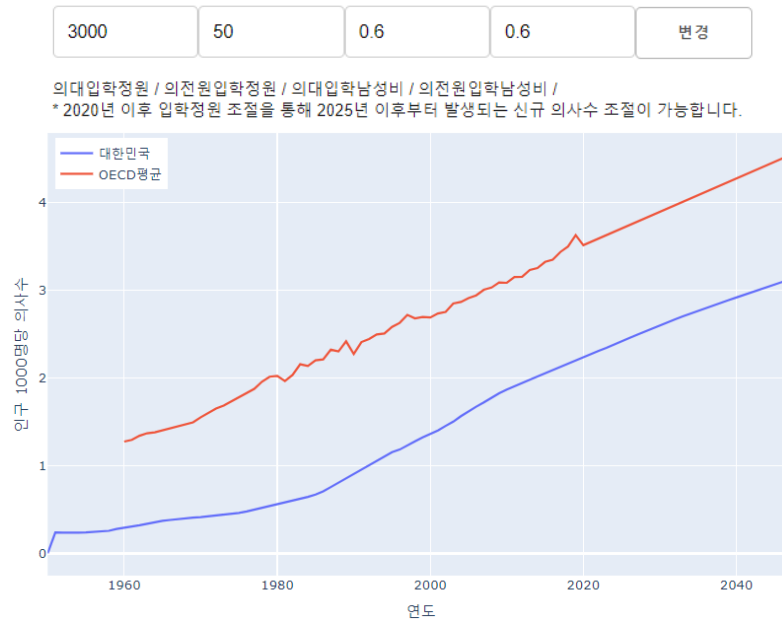


과거에서 현재까지 우리나라의 1,000 명당 의사 수는 1951년에는 인구 1,000 명당 0.24 명이었던 의사 수가 2019 년에 인구 1,000 명당 2.2 명의 의사로 68 년동안 약 9.16 배가 증가했다. 그리고 OECD 의 1,000 명당 의사 수는 1960 년에 인구 1,000 명당 1.27 명에서 2019 년 인구 1,000 명당 3.63 명의 의사로 59 년동안 2.85 배 증가했다.

정부의 정책의 근거로 주장하였던, OECD 의 1,000 명당 의사 수에 비해 우리나라의 1,000 명당 의사 수는 2019 년을 기준으로 우리나라의 의사 수는 OECD 보다 적다.

미래 (1960~2047 년)

① 의학대학 입학정원을 3,000 명으로 가정



선형 회귀 분석을 통해 2020 년에서 2047 년까지 매년 3,000 명의 의대정원을 유지했을 때, 국내외 1,000 명당 의사 수 증가율을 비교해보았다. 우리나라의 1,000 명당 의사 수는 2020 년 2.24 명에서 2047 년 3.12 명으로 27 년동안 1.03 명이 증가된다. OECD 의 1,000 명당 의사 수는 2020 년 3.51 명에서 2047 년 4.54 명으로 27 년동안 1.03 명이 증가된다.

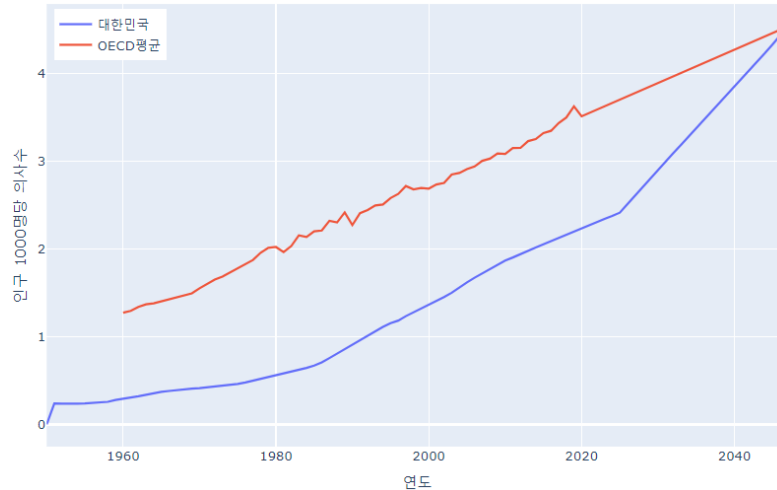
즉, 매년 3,000 명의 의사 정원인 현 상태를 유지한다면 2046 년에도 2019 년의 OECD 의사 수를 따라잡지 못할 것으로 예측된다.

② 의학대학 입학정원을 6,000 명으로 가정

6000	50	0.6	0.6	변경
------	----	-----	-----	----

의대입학정원 / 의전원입학정원 / 의대입학남성비 / 의전원입학남성비 /

* 2020년 이후 입학정원 조절을 통해 2025년 이후부터 발생되는 신규 의사수 조절이 가능합니다.

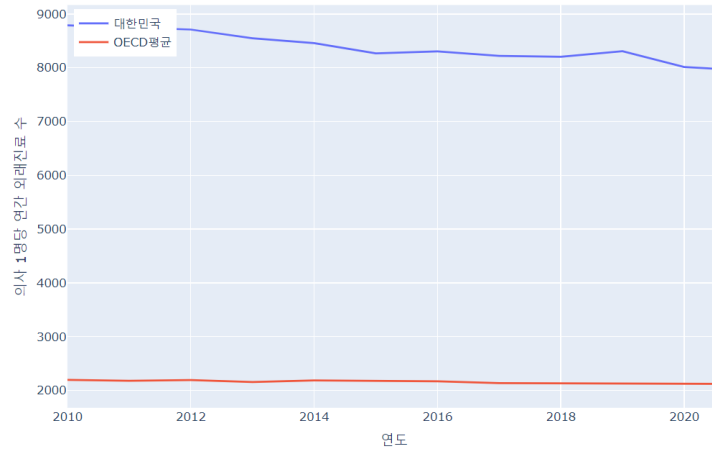


선형 회귀 분석을 통해 2020 년에서 2047 년까지 매년 6,000 명의 의대정원을 유지했을 때, 국내외 1,000 명당 의사 수 증가율을 비교했다. 우리나라의 1,000 명당 의사 수는 2020 년 2.24 명에서 2047 년 4.54 명으로 증가한다. OECD 의 1,000 명당 의사 수는 2020 년 3.51 명에서 2047 년 4.54 명으로 증가한다.

현재 의대 정원의 2 배인 매년 6,000 명의 의사 정원을 늘리면, 2038 년에 2019 년의 OECD 의사 수를 따라잡을 수 있을 것으로 예측된다. 그리고 2047 년에 비로소 OECD 의사 수를 따라잡을 것으로 예측된다.

6) 의사 1 명당 연간 진료 수

(1) 과거 & 현재 (1950 년 ~ 2019 년)



우리나라의 의사 1 명당 연간 진료 수는 2010 년에 8,791 명이고, 2019 년에 8,309 명으로 9 년동안 482 명이 감소하였다. OECD 의 의사 1 명당 연간 진료 수는 2010 년에 2,195 명에서 2019 년 2,125 명으로 9 년동안 70 명이 감소하였다. 2019 년을 기준으로 우리나라의 의사 1 명당 외래진료 수는 OECD 의 의사 1 명당 외래진료수가 3.9 배에 이르도록 많다는 것을 알 수 있다.

(2) 미래 (2020 년 ~ 2047 년)

① 의학대학 입학정원을 3,000 명으로 가정

3000

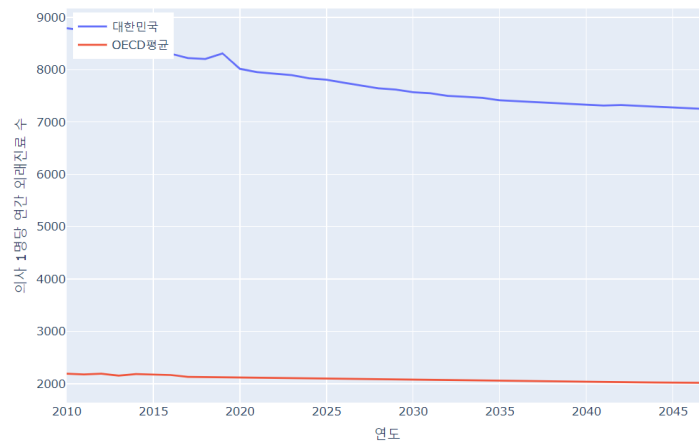
50

0.6

0.6

변경

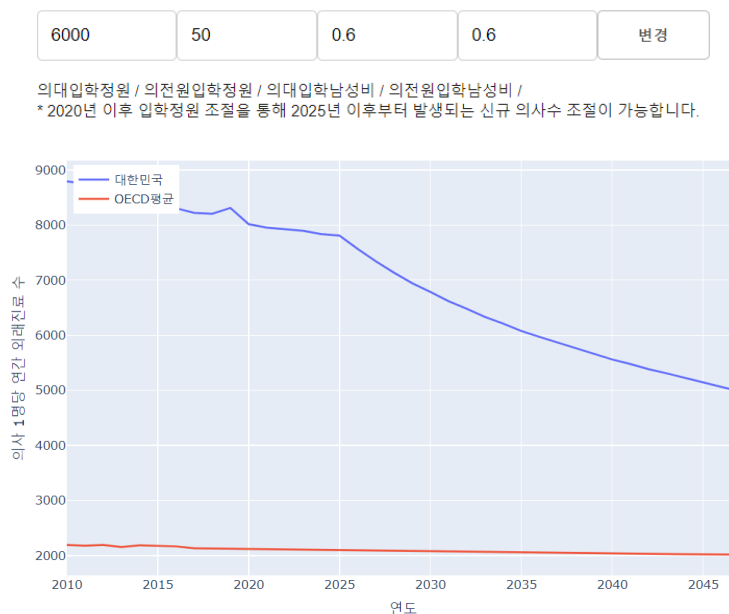
의대입학정원 / 의전원입학정원 / 의대입학남성비 / 의전원입학남성비 /
 * 2020년 이후 입학정원 조절을 통해 2025년 이후부터 발생되는 신규 의사수 조절이 가능합니다.



선형 회귀 분석을 통해 2020 년에서 2047 년까지 매년 3,000 명의 의대정원을 유지했을 때, 국내외 의사 1 명당 연간 진료 수 감소율을 비교해보았다. 우리나라의 의사 1 명당 연간 진료 수는 2020 년 8,016 명에서 2047 년 7,247 명으로 27 년동안 769 명이 감소된다. OECD 의 의사 1 명당 연간 진료 수는 2020 년 2,120 명에서 2047 년 2,018 명으로 27 년동안 102 명이 감소된다.

2047 년을 기준으로 우리나라 의사 1 명당 진료 수는 OECD 의 의사 1 명당 진료 수의 3.6 배로, 2019 년에는 3.9 배였던 수치를 조금 낮춘다.

② 의학대학 입학정원을 6,000 명으로 가정



선형 회귀 분석을 통해 2020 년에서 2047 년까지 매년 6,000 명의 의대정원을 유지했을 때, 국내외 의사 1 명당 연간 진료 수 감소율을 비교해보았다. 우리나라의 의사 1 명당 연간 진료 수는 2020 년 8016 명에서 2047 년 4980 명으로 27 년동안 3,036 명이 감소된다. OECD 의 의사 1 명당 연간 진료 수는 2020 년 2120 명에서 2047 년 2018 명으로 27 년동안 102 명이 감소된다.

2047 년을 기준으로 우리나라 의사 1 명당 진료 수는 OECD 의 의사 1 명당 진료 수의 약 2.5 배로, 2019 년에는 3.9 배였던 수치를 비교적 많이 낮춘다.

[결론]

상황의 변화(의료정책에 변화가 생겼을 때, 의사의 은퇴 연령이 낮아졌을 때 등)에 따라 현재와 미래의 의료인력의 변화를 설명하기 위해 마이크로 시뮬레이션을 선택하여 연구했다. 각 연도별 의사의 성별, 나이 등의 특성을 통해 의사의 공급을 파악하는 연구와 국민 1 명당 1 년간 내원 횟수 데이터를 이용하여 의사 수요를 파악하는 연구를 진행하였다. 그리고 각 연도별 의사의 특성과 수요와 공급을 파악한 연구의 결과물로 시뮬레이션 웹페이지를 만들었다.

첫 번째로 전체 의사 수, 즉 의료 공급을 분석하고 시각화한 결과를 보면

1. 현재까지 집계된 데이터인 1952 년에서 2019 년까지 4,650 명에서 113,913 명으로 의사의 수는 꾸준히 증가하고 있다.
2. 회귀 분석을 통해 2020 년에서 2047 년까지 의사 수는 매년 3,000 명의 의대정원을 유지한다면, 116,044 명에서 152,758 명으로 증가함을 알 수 있다.
3. 현재 의대 정원의 2 배인 6,000 명으로 증원한다면 116,044 명에서 222,021 명으로 증가한다는 것을 시뮬레이션을 통해 알 수 있다.

두 번째로 1,000 명당 의사 수와 의사 1 명당 연간 진료 수, 의료 수요를 분석하고 시각화한 결과를 보면

1. 과거에서 현재까지의 국내외 1,000 명당 의사 수의 증가율을 비교하면, 우리나라의 인구대비 의사 수의 증가가 OECD 보다 가파르다는 것을 알 수 있다.
2. 2020 년 이후 의대 증원을 3,000 명으로 유지한다면, 한국의 1,000 명당 의사 수는 OECD 의사 수를 따라잡기 어렵다. 하지만, 2020 년 이후 의대 증원을 6,000 명으로 유지한다면, 한국의 1,000 명당 의사 수는 OECD 의사 수를 2047 년에 따라잡을 것으로 예측된다.
3. 과거에서 현재까지의 의사 1 명당 연간 진료 수의 감소율을 비교하면, 우리나라의 감소율이 OECD 의 감소율보다 10 배 이상 가파르게 감소한다.
4. 2020 년 이후 의대 증원을 3,000 명으로 유지한다면, 한국의 의사 1 명당 연간 진료 수는 OECD 의사 1 명당 연간 진료 수를 따라잡기 어렵다. 하지만, 2020 년 이후 의대 증원을 6,000 명으로 유지한다면, 한국의 의사 1 명당 연간 진료 수를 2047 년에 따라잡을 것으로 예측된다.

이러한 결과를 통해 적정 의학대학 정원의 수는 6,000 에 가까운 값이라는 것을 알 수 있다. 하지만, 이 수치는 2029 년부터 감소하는 우리나라의 인구 수의 특성을 반영하여 2020 년부터 일시적으로 의대 인원을 6,000 명으로 증가시켜 공급될 의사 인원을 증가시켜 해결해야한다.

우리나라의 의료수요(환자의 외래진료 횟수 기준)는 2018 년 기준으로 OECD 평균보다 4 배 높은데도 불구하고, 공급(신규의사 및 1,000 명당 의사 수)은 OECD 평균의 60% 정도로 낮은 것을 볼 수 있다. 이는 의사의 수요와 공급의 균형이 맞지 않다고 볼 수 있으며, 의료서비스의 질을 감소 키시고 장기적으로는 기대수명 증가에 악영향을 줄 수 있다.

한국개발연구원에서 발간한 <인구 대비 의사 수 증가의 경제적 편익, 이철희 외 2 명>에 따르면 인구 대비 의사 수와 기대수명 간에는 양의 상관관계가 존재하며 실제로 1990 년부터 2010 년까지의 의사 수 변화율이 높을수록 기대수명의 증가율이 높았다고 한다. 또한 인구 1,000 명당 의사 수 1 명의 증가는 기대수명을 0.72 년 연장하고 인구 10 만명당 잠재수명 손실연수를 300 년 줄여 얻을 수 있는 경제적 편익은 약 48 조원으로 추정할 수 있다고 한다.

이러한 결과를 바탕으로, 정부는 현재 우리 사회에 이슈가 되고 있는 공공의대와 의대정원 확대의 효과를 본 연구의 결과를 근거로 제시할 수 있다. 즉, 기존보다 구체적인 자료를 근거로 한 의료인력 시뮬레이션을 통해 의사 공급 정책 개선에 활용할 수 있다. 의사 1 명이 의학 대학에 입학하여 의사면허를 따는 기간은 기본 6 년으로, 의료 공급정책은 단기간에 조정하기 어렵다는 특성을 가지고 있다. 그렇기에 정부는 의사수를 증원하였을 때 잠재수명 증가로 발생하는 경제적 편익 비용 기대치와 의사 1 명 증원 당 발생하는 투자비용의 적절한 손익을 계산하고 이를 통해 도출될 수 있는 데이터를 근거로 보다 세부적이고 적절한 의료인력 증원 정책을 마련할 필요가 있다.

[연구 제한사항 및 개선방안]

다양한 시나리오를 추가하여 의료정책이 변화될 때의 경우의 수를 추가한다면, 의료인력의 공급을 더 세부적으로 파악할 수 있고, 국내 인구 추세를 반영하여 앞으로의 의료인력 정책을 장기적으로 계획하고 추정하는 것에 도움이 될 것이다.

그리고 의료 파업에는 의사의 공급과 수요 문제이외에도 지방간 의료격차, 의료수가 등의 다양한 갈등의 요인이 복합적으로 존재하여 실타래를 풀기 어려운 상황이다. 이러한 상황에서 다양한 환경의 변화도 모델을 만들어 예측하면 정확도가 올라갈 것이다.

본 연구에서 사용된 모델의 형태는 무엇이 정답이라고 말할 수 없다. 하지만 본 연구에서 사용한 모델 설계 및 테스트 방식으로는 최적의 모델을 도출하는 데 한계가 있다. 따라서 다양한 형태의 모델을 생성하고 적용하여 의료인력을 예측하는 강화학습 기반의 알고리즘 개발이 필요하다.

[참고문헌]

오영호. 주요 보건의료인력 중장기 수급전망과 정책방향 : 2020~2030. 2020 KIPA 규제동향 가을호

이철희, 황수경, 이지혜. 인구 대비 의사 수 증가의 경제적 편익. KDI

조흥식. 2020 년 보건복지정책의 전망과 과제

배재용 외. 보건의료인력의 효율적인 관리와 수급 추계를 위한 의료 수요 예측 모형 개발.
한국보건사회연구원

한국보건의료인국가시험원. (2012), 보건의료인 국가시험제도 변천

안창원, 최민석, 배유석, 백의현, 최은정, 김기호. (2014), 인구동태 마이크로 시뮬레이션 기술동향.

전자통신동향분석

KMA 대한의사협회의료정책연구소. (2013), 2012 전국회원실태 조사보고서

KMA 대한의사협회의료정책연구소. (2014), 2013 전국회원실태 조사보고서

KMA 대한의사협회의료정책연구소. (2015), 2014 전국회원실태조사보고서

KMA 대한의사협회의료정책연구소. (2017), 2016 전국 의사조사 연구보고서

신영석, 윤강재, 김소운, 이나경, 임재우, 이진형, 김진호. (2018), 보건의료인력 실태조사.
보건복지부