연구보고서

직업적 신장질환 고위험 인구집단 탐색

전교연 · 강모열 · 강충원 · 이종인 · 이유민
정지윤 · 안준호 · 박민영 · 송지훈

산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원

요 약 문

연구기간 2020년 4월 ~ 2020년 12월

핵심단어 직업성 만성신장질환

연구과제명 직업적 신장질환 고위험 인구집단 탐색

1. 연구배경

최근 업무상 과로, 야간교대 근무, 유해화학물질 노출 등으로 인한 만성신장질환의 악화를 주장하는 산업재해 보상 신청이 증가하고 있는 반면, 이에 대한 근거가 부족하여 적절한 보상과 예방적 관리가 체계적으로 이루어지지 못하고 있다. 이러한 근거를 마련하기 위해 본 연구는 전년도에 수행했던 연구의 연장선으로 기존의 코호트, 신장내과 클리닉 등을 바탕으로 환자-대조군 연구를 설계하고, 이에 대한 타당성을 검토해보고자 한다. 또한 연구원의 근로자코호트를 분석하여 고 위험 업종을 탐색해 보고자 한다.

2. 연구 내용 및 방법

1) 만성신장질환 직업적 위험요인 환자-대조군 연구 설계

■ 기존의 코호트(KNOW-CKD, KoGES 등)를 활용한 연구 설계

- 기존의 잘 설계된 코호트 자료를 분석하여 직업적 위험요인에 따른 만성신장질환 발생의 위험도를 확인하고자 한다. 각 코호트마다 활용할 수 있는 자료의 종류가 다르기에, 각 코호트별 특징을 파

악한 후 후향적으로 활용할 수 있는 지점을 살펴본다.

■ 신장내과 클리닉 기반 연구 설계

- 2019년 교대근무, 장시간노동, 직무스트레스요인 등과 만성신장질환 발생의 연관성을 연구한 국내외 문헌을 대상으로 탐색적 문헌고찰을 하였다. 이후 사전 문헌고찰 결과들을 종합하여 특정 직종이나 특정 인자에 노출되는 것이 만성신장질환의 발생 및 악화 위험을 높이는지를 파악하기 위한 국내 신장내과 클리닉 기반 환자-대조군 연구를 설계하였다.
- 구성된 환자-대조군 연구설계는 연구진 및 외부자문을 통해 타당성 검토를 수행하였다. 타당성 검토는 연구진 회의 및 신장내과 자문교수진 양측의 검토를 통해 반복적으로 개선해 나가는 형태로 진행하였다.

2) 환자-대조군의 직업력 조사를 위한 설문지 개발 및 분석계획

■ 산업재해보상보험 신청사례분석

- 현재 산업재해보상보험상 업무상 질병으로 인정되는 신장질환의 종류를 살펴보고, 2015년부터 2019년까지의 최근 5개년도의 신장질환 관련 산재신청자료(재해조사서 및 업무상질병판정서 등)를 요청하여 분석하였다.
- 이를 통해 현재 업무상 질병으로 신장질환 인정 현황에 대해 살펴보고, 핵심 쟁점 및 추후 고려해야 할 부분에 대해 고찰하였다.

■ 환자-대조군 연구 설문지 개발

- 전년도 연구보고서에 언급된 내용을 포함하여, 기존에 조사 되던 업종별 위험요인을 확인하여 설문지 초안을 개발하였다. 이후 연구진 내부 검토와 외부 자문위원의 검토를 거쳐 환자-대조군의 직업력 조사를 위한 설문지 안을 제시하였다.

■ 환자-대조군 연구 설문지 시범적용

- 개발된 설문지를 바탕으로 원내에서 직장인 건강검진을 받은 사람들을 대상으로 환자군 시범조사를 진행하였다. 이후 신장내과 자문을 통하여 설문지 및 결과의 타당성을 확인하였다.

3) 코호트 자료에서 고위험 직업군 선정

■ 진폐정밀진단 수검자 자료 활용방안

- 실리카 노출이 만성신장질환, 말기신부전(end stage renal disease, ESRD)의 위험 증가와 관련이 있음을 보여주는 충분한 역학적 증거들이 있으며 신독성에 대한 증거가 여러 연구에서 제시되었다. 진폐증은 실리카 노출로 인해 발생하는 대표적인 질환으로 국내에서 진폐를 예방하고 진폐근로자를 보호하기 위해 진폐근로자 건강진단을 실시하고 있다.
- 본 연구에서는 실리카 복합노출이 확실히 밝혀진 집단인 진폐정밀진단 수검자 정보를 통해 건강보험공단 자료와 통합하여 만성신장질환의 발생률을 확인하는 한편, 일반인구와 비교하여 고위험 직업군을 탐색할 수 있는 가능성을 확인하였다.

■ 국민건강보험공단의 자료분석

- 국민건강보험공단의 '국민건강정보 데이터'는 2002년부터 건강보험 및 의료급여권자 전체에 대한 진료명세서와 진료내역, 상병내역, 처방전내역 등을 포함하고 있다. 이 데이터는 자격 데이터, 진료 데이터 및 검진 데이터 등으로 구성되어 있으며, 국민건강보험 가입자 전체를 대상으로 자료가 구축되었다.
- 현재 공단에서 국민건강정보 DB 중 일부를 표본 추출하여 표본연구DB를 제공하고 있으며, 표본코호트DB 2.0, 건강검진코호트DB, 노인코호트DB, 직장여성코호트DB, 영유아검진코호트DB 가 구축되어 있다.

상기 DB를 통해 기온에 따른 신장질환의 위험성 분석방안에 대해 고찰하였다.

4) 서울성모병원 원내 데이터베이스 분석

- 가톨릭대학교는 가톨릭중앙의료원 산하 서울성모병원 등 8개 부속 병원의 의료 데이터를 활용할 수 있도록 하는 연구용 임상데이터웨어하우스(Clinical Data Warehouse, CDW)를 2019년 11월 15일부터 운영하고 있다. 본 연구에서는 서울성모병원에 내원한 환자들의 임상데이터를 기상청에서 공개하는 기온데이터 자료와 연계하여 기온과 신기능의 연관성을 탐색하는 분석에 이용하였다.

5) 근로자 코호트 분석을 통한 고위험 인구집단 탐색

■ 근로자코호트 분석 계획

- 근로자코호트는 산업안전보건연구원에서 구축 및 운영 중인 코호트로 고용보험 DB, 특수건강검진 DB, 국민건강보험 DB 등이 연계되어 있어 근로자의 고용 정보와 건강보험의 질환 정보를 활용하는 것이 가능하다. 코호트 중 2003-2005년 고용보험 가입자 8,487,557명을 연구 대상으로 선정하고 2017년 12월까지 추적하여 만성신장질환(CKD)과 말기신부전(ESRD)의 연령표준화 발생률과 유병률, 악화기간, 발생위험비를 분석하였다.
- 고용보험과 건강보험 각각의 업종 정보를 표준산업분류에 따라 대분류로 분류하여 2가지 업종에 대해 각각 발생률과 유병률을 산출하여 비교하였다. 발생률은 2008-2017년 최근 10년간의 평균 및 누적 발생률을 산출하였으며, 유병률은 2012년과 2017년에 각각 근로자인 사람들을 대상으로 업종별 유병률을 비교하였다.
- 기저질환의 영향을 고려하기 위해 2008-2017년 10년간 2형 당뇨(DM)와

고혈압(HTN)의 연령표준화 유병률을 산출하여 업종별로 비교하였다.

- 추적기간 동안 말기신부전이 발생한 환자 중 19,151명을 대상으로 신장질환 발생의 시작점을 추정하여 악화기간을 산출하였다. 성별, 연령대, 기저질환(당뇨), 업종으로 층화하여 악화기간을 비교하였다.
- 기술분석 결과 고위험 집단으로 탐색된 운수업과, 문헌고찰을 통해 추정된 위험요인들 - 교대근무 및 클린룸작업(화학물질 복합 노출), 탈의가 어려운 작업복으로 인한 만성적 수분섭취부족 - 에 복합적으로 노출될 것으로 예상되는 반도체근로자를 대상으로 각각 신장질환 발생 및 악화 위험을 분석하였다.
- 기술분석 및 문헌고찰에서 위험요인으로 추정된 연령, 기저질환, 흡연, 음주, 운동, 소득을 고려하여 업종대분류 및 운수업세분류별 CKD와 ESRD의 발생위험비를 산출하였다.

3. 연구 결과

1) 만성신장질환 직업적 위험요인 환자-대조군 연구 설계

■ 한국형 성인 만성신장질환 코호트 (KNOW-CKD) 활용 가능성 검토

- KNOW-CKD는 관찰시작기준점에서 인구통계학적 정보에 대한 설문이 수집되었다. 키, 체중, 허리-엉덩이 비율, 휴식혈압이 측정되었고 실험실측정항목(laboratory test), 심장평가, 영상평가를 수행하였다. 위의 자료를 통해 2020년 3월 현재까지 KNOW-CKD 코호트를 바탕으로 게재된 논문은 약 40여편 정도로 확인된다.
- 다만 상기 코호트엔 본 연구의 주요 관심변수인 근로시간이나 직종 정보를 비롯한 직업관련 변수는 측정된 바 없어 KNOW-CKD에 구축된 다른 생체측정 정보 및 관련 수치를 이용하기 위해서는 직업력 및 노출력을 질문하는 추가 설문구성이 필요하다. 이는 1년에 한 번씩 이루어지는 기본 추적 관찰 시점에 과거 직업적 노출력을 추가 평가하여 다른 생체지표의 변화와 함께 추적 관찰할 수 있다.

■ 한국인유전체역학조사(KoGES) 활용

- 기반조사 및 8차 추적조사에 걸친 자료에 대한 분석에 앞서 2009년 ~ 2010년에 걸쳐 진행된 4차 추적조사를 기반조사로 둔 시범분석을 시행하였다. KoGES 4차 추적조사를 기반으로 하여, 4차~7차까지 총 4회의 혈청 크레아티닌 농도에 따라 집단중심 추세모형을 활용해 3개의 집단을 구분한 결과 집단 간 의미 있는 차이는 발견되지 않았다.
- 성향점수 매칭 분석 결과, 교대근무와 특기할만한 결과가 도출되었으나 통계적으로 유의하진 않았다. 다만, 여성만을 대상으로 한 분석에서 점추정치가 상당히 증가되었고 Kaplan-Meier 곡선에서도 교대근무군에서 신장기능 악화가 두드러져 악화의 위험과 관련이 있음을 시사하였다.

■ 신장내과 클리닉 기반 연구 설계

- 검색한 선행 문헌을 바탕으로 여러 연구디자인을 설계하여 연구진 내부 논의 및 자문단과 회의를 진행하였다. 여러 차례 신장내과 전문의가 포함된 자문단과 회의 끝에 검진기관 기반 환자-대조군 연구가 가장 가능성이 높아 보여 이에 대한 샘플수를 산출하였다.
- 4회 반복 측정된 자료가 있다 가정하여 G-power 3.1로 산출한 샘플수는 환자군과 대조군 각각 554명 이상이 필요한 것으로 추정되었다.

2) 환자-대조군의 직업력 조사를 위한 설문지 개발 및 분석계획

■ 산업재해보상보험 신청사례분석

- 2015년부터 2019년까지 5개년 분석결과 총 77건으로 만성 36건, 급성 35건, 기타 6건으로 구성되어 있다. 여기서 만성신장질환의 업무상질병 인정률은 일부인정을 포함하여 전체 36건 중 3건(8.3%)으로 매우 낮았다. 다만 대부분 재해조사 분류에 따른 조

사방식의 한계로 노출과 신기능의 업무관련성을 평가하는데 한계가 있었다. 신장질환에 대한 사회적 부담이 증가하고 있는 현재 상황에서, 신장질환의 예방을 위해서 야간근무와 관련하여 신장질환에 대한 검사와 관리, 조기발견과 예방적 개입, 건강상태에 따른 업무적합성 평가와 배치 등에 대한 고민이 함께 필요할 것으로 사료된다.

■ 환자-대조군 연구 설문지 개발

- 전년도 연구보고서 '직업 관련성 만성신장질환 역학적 연구 설계 및 타당성 조사'(2019-연구원-1500) 및 산업위생분야 전문서적, 체계적 문헌고찰, 2차 자료 시범 분석 결과 등을 통하여 신장질환의 발병 및 악화를 야기할 수 있는 유해요인을 선정하여 설문지를 개발하였다.
- 기존의 알려진 유해물질, 유해업종 뿐만 아니라 교대근무, 장시간 근로, 고온 노출과 같이 잠재적인 유해인자의 영향도 살펴볼 수 있도록 개발하였다.

■ 시범조사 결과

- 환자군을 서울성모병원 평생건강증진센터의 직장인 건강검진을 수검받은 1,516명 중 IDMS-traceable MDRD 공식으로 추정된 사구체여과율이 입사 후엔 정상군(90mL/min/1.73㎡ 이상)이었으나 2020년 시행한 검사상 만성신장질환 2기에 해당하는 90mL/min/1.73㎡ 미만인 자 171명(11.28%)으로 선정하여 노출평가를 진행하였다. 금번 시범조사는 환자군만 대상으로 설문 조사하였으므로, 직업적 노출에 의한 위험도 산출은 불가능하였으나 검진 대상자를 대상으로 환자-대조군 연구의 수행가능성을 확인할 수 있었다.

3) 코호트 자료에서 고위험 직업군 선정

■ 진폐정밀진단 수검자 자료 활용방안 검토

- 과거 국내 진폐근로자의 위암 발생위험을 살펴본 연구에서 총 47,498명을 대상자로 추출하여 연구를 진행한 바 있다. 진폐정밀진단 수검자료는 실리카 복합노출에 대해 비교적 잘 정리된 정보를 제공하며, 이를 건강보험공단 자료와 통합하여 만성신장질환 연령 표준화 발생비를 계산, 일반인구 대비 진폐 근로자의 만성신장질환 발병 위험도를 제시할 수 있을 것으로 기대한다.

■ 국민건강보험공단의 자료 활용 방안 검토

- 국민건강보험공단 자료는 개인별 전체 수진 자료를 확보할 수 있는 큰 장점이 있으나, 기존 연구에 신장질환의 표준화된 상병 정의가 없으며, 질병의 악화를 판단하는 정의가 어렵고, 직업적 노출 정보 부족의 한계점이 있다. 다만 신장내과 전문의의 자문을 통해 간접적으로 상병 정의 및 처치 코드 활용 방안을 확인할 수 있었다. 신장내과 자문을 통해 급성신부전의 경우 일반적으로 사용하는 N17.0-N17.9의 정의에 더불어 신기능 대체요법 처치 코드를 활용하여 정의하였다. 만성신장 질환의 경우 자문을 통해 만성신장질환 상병 N18 이외에도 N19, Z48, Z49.0, Z99.2를 조합하여 정의하였고, 말기신부전과 관련된 투석 처치코드를 활용하여 정의하였다.

4) 서울성모병원 원내 데이터베이스 분석결과

- 분석결과 선형회귀분석에서 기온상승과 추정사구체 여과율 감소의 연관성이 확인되었으나, GAM 분석을 통한 비선형적 관계에서는 고온구간에 대한 기온과 신기능의 일관된 연관성을 확인할 수 없었다. 하지만, 저온구간에서 기온의 하강과 신기능 감소가 연관성이 있는 것으로 나타났다. 이는 겨울철에 심혈관계 질환 악화 및 발생이 증가하고 심장-신장 간 혈역학적 관계가 밀접함을 고려할 때, 본 연구를 통해 확인된 저온 노출과 신기능감소의 연관성에 대한 인과관계 탐색이 필요할 것으로 보인다.

5) 근로자 코호트 분석을 통한 고위험 인구집단 탐색

■ 근로자코호트 분석 결과

- 업종별 CKD와 ESRD의 연령표준화 발생률과 유병률을 고용보험 업종과 건강보험 업종 각각에 대해 산출한 결과, 5개 업종에서는 산출한 지표들이 일관적으로 높고, 6개 업종에서는 일관적으로 낮은 경향이 나타났다.
- 높은 업종은 운수업, 공공행정, 국방 및 사회보장 행정, 보건업 및 사회복지서비스업, 사업시설관리 및 사업지원 서비스업, 전문, 과학 및 기술서비스업이었고, 이 중 전문, 과학 및 기술서비스업을 제외한 4개 업종에서는 고혈압, 2형 당뇨 보정 후에도 CKD 및 ESRD 발생위험비가 유의하게 높았다. 여성은 일부 연령대에서만 위험비가 높아진 반면, 남성은 더 넓은 연령대에서 뚜렷하게 위험이 높은 경향을 보였다.
- 낮은 업종은 농업, 임업 및 어업 남성, 하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업 남성, 도매 및 소매업 남성, 숙박 및 음식점업 여성, 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업 남녀, 금융 및 보험업 여성이었다.
- 19,151 명의 말기신부전 환자의 평균 악화기간은 5.1년(중위수 5.2년)이었으며 여성이 조금 더 빨리 악화되었다. 연령대에 따라서는 젊은 층의 악화기간이 뚜렷하게 짧았으며, 이는 당뇨, 고혈압을 기저질환으로 하는 고연령에 비해 사구체질환에서 비롯된 말기신부전 환자가 많은데서 기인한 차이로 생각된다. 당뇨 유무에 따라서는 비 당뇨 환자의 악화기간이 오히려 짧았는데, 이는 당뇨 환자의 경우 신장질환과 별개로 병원에 자주 내원하고 검진을 받아, 질환이 발견된 시점이 빠르기 때문인 것으로 추정된다.
- 비당뇨 말기신부전 환자의 경우 운수업과 전문, 과학 및 기술서비스업 종사 남성의 악화기간이 길었고, 숙박 및 음식점업이나 금융 및 보

험업에 종사하는 30-50대, 보건업 및 사회복지서비스업의 20대와 50대 남성에서는 빠른 악화를 보였다. 이 차이는 검진 기회와 의료 접근성의 차이로 인한 CKD 발견 시점의 차이에서 기인하는지, 아니면 업종별로 다른 직업적 환경에 영향을 받아 빠르거나 늦게 악화된 것인지 추가 분석할 필요가 있다.

- 고 위험집단 중 남성 운수업 세분류에 따른 분석결과, 기저질환 보정 후에도 철도여객, 도시철도, 시내버스, 시외버스, 택시, 전세버스 운송업의 CKD 발생위험비가 통계적으로 유의하게 높았으며, 항공여객운송업과 기타항공 운송지원 서비스업은 50세 미만 근로자에서 CKD 발생위험비가 크게 높았다. 운전자의 위험요인으로는 주 52시간 이하에 제한 받지 않는 장시간 근로, 장시간 앉아서 일하는 자세, 제한된 수분섭취로 인한 탈수, 야간 교대근로가, 승무원의 위험요인으로는 좁은 공간에서 유니폼을 입고 장시간 서서 일하는 환경, 고객응대 스트레스, 야간 교대근로가 의심된다.
- 반도체 근로자는 전체근로자 및 제조업 근로자에 비해 신장질환 발생률 및 2형 당뇨와 고혈압 유병률이 모두 낮게 나타났다. 다만, 반도체 코호트 내부적으로는 남녀 장비엔지니어의 CKD 발생률이 높았고, 남녀 매니저의 CKD 발생률과 고혈압, 2형 당뇨 유병 수준이 모두 높았다. 반도체 사무직 남성의 ESRD 발생률은 전체근로자나 제조업 근로자에 비해 두 배 수준이었다.

6) 직업성 신장질환 위험요인 관리를 위한 방안 제언

- 연구결과 및 신장내과 자문 내용을 종합하여 신장질환 관리를 위한 방안과 업무적합성평가 지침을 도출하였다. 크게 생활습관 관리, 의학적 관리, 작업관리로 나눌 수 있으며 만성신장질환 3단계 이상이면 직업환경의학 전문의에 의한 업무적합성 평가가 권고된다.

4. 연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 직업건강연구실 역학조사부 전교연
  - Tel: 032) 5100. 755
  - E-mail: reinj@kosha.or.kr

차 례

표 차 례

그림 차례

Ⅰ. 서론

1. 연구 배경 및 필요성

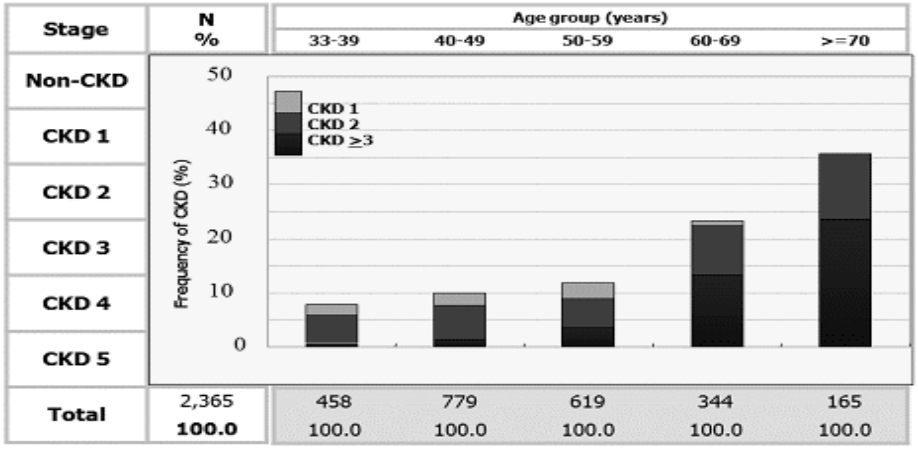
1) 만성신장질환

만성신장질환은 단백뇨 혹은 혈뇨 등의 신장 손상의 증거가 있거나, 혹은 신기능을 나타내는 사구체여과율(GFR)이 60ml/min/1.73㎡ 미만으로 감소된 상태가 3개월 이상 만성적으로 지속되는 상태를 의미한다<표 1>.

<표 1> 만성신장질환의 정의(National Kidney Foundation. 2003)

단계	정의	사구체여과율 (ml/min/1.73㎡)
1	혈뇨, 단백뇨 등 신장 손상은 존재하나, 사구체여과율은 정상 또는 증가	≥90
2	신장장해가 존재하고, 사구체여과율이 경도 저하	60~89
3	사구체여과율 중등도 저하	30~59
4	사구체여과율 고도 저하	15-29
5	말기신부전	<15

국내 만성신장질환의 유병률에 관한 정확한 정보는 많지 않으나 대한신장학회에서 실시한 대도시 거주 시민 2,356명을 무작위 추출한 표본조사 연구에서 만성신장질환 유병률은 13.7%이었다[그림 1]. 즉, 우리나라 국민 7명중 1명은 만성신장질환이 있는 셈이다. 특히 사구체여과율이 60ml/min/1.73㎡ 이하인 경우는 전체 대상수의 5%에 해당한다(대한신장학회, 2008 전국적 표본 조사).

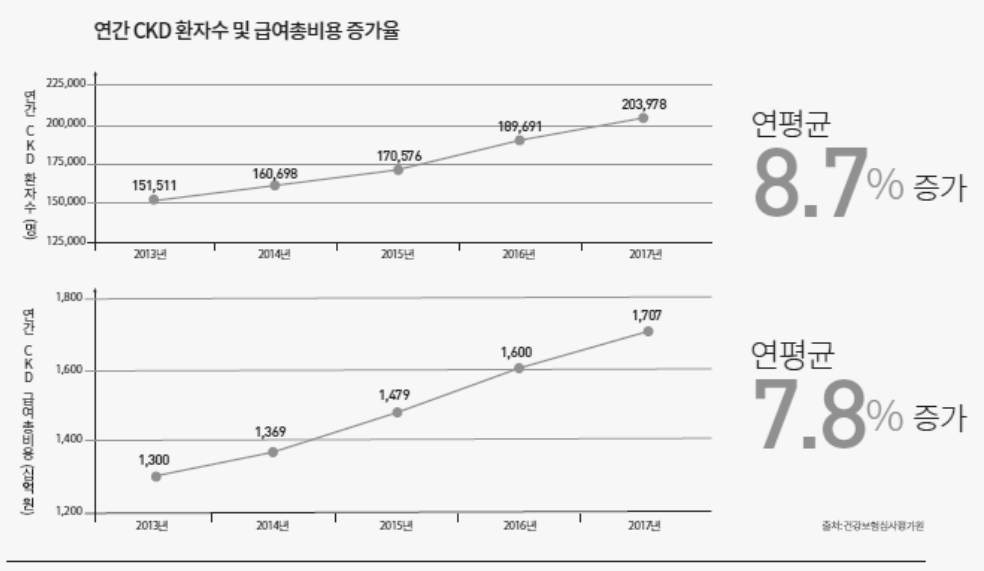


[그림 1] 우리나라 만성신장질환 유병률

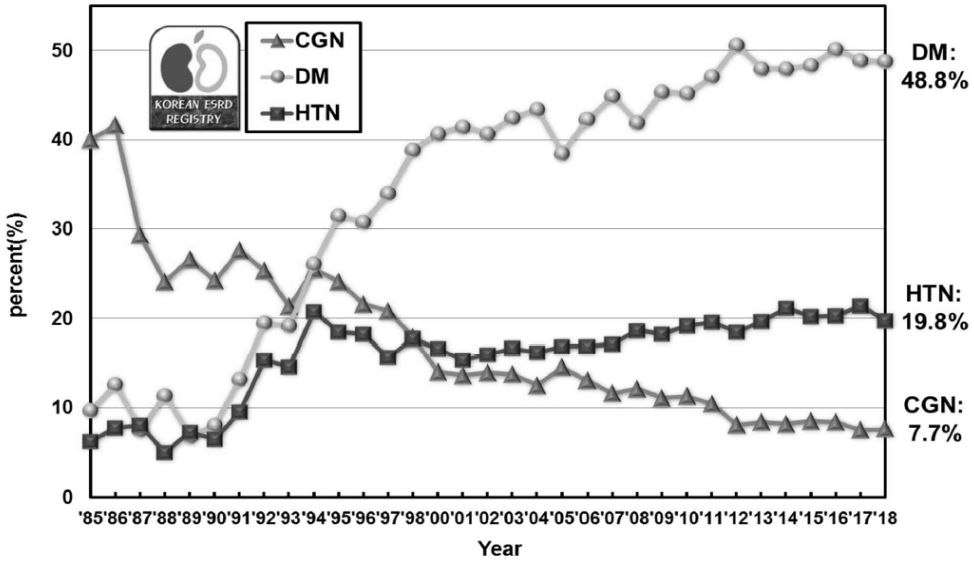
이러한 만성신장질환은 환자 1인당 진료비가 가장 높은 질환인데, 환자수가 연 평균 8.7%정도로 지속적으로 증가하고 있고, 건강보험에서의 급여의 비중도 연평균 7.8%로 증가 중이어서[그림 2], 2017년 기준으로 요양급여 총비용이 1조 7천 70억 원에 달해 사회적 부담 또한 매우 크다(대한신장학회. 2019). 환자 개인적으로도 삶의 질이 매우 저하되어, 정상인 대비 75% 수준의 삶의 질을 보인다고 환자들은 인식하고 있다.

이러한 측면에서 만성신장질환의 원인 파악과 예방의 중요성이 강조되고 있다. 미국, 호주와 뉴질랜드, 국제신장학회 등 공신력을 지닌 만성신장질환의 국외 가이드라인 및 연구보고서에서는 만성신장질환을 가진 환자들의 많은 수가 일차적인 신장질환이 아닌 당뇨, 혈관 질환, 고혈압 등 다른 질환에 의하여 발생된 신장 손상으로 질환을 겪고 있다고 보고 있다. 그러나 대부분의 환자에서 정확한 원인을 규명하기 쉽지 않고, 신장 기능의 감소 진행경과에 대한 기작 역시 정확히 밝혀진 것이 많지 않아 앞으로도 원인에 대한 지속적인 조사 및 연구가 필요함을 언급하였다. 만성신장질환 전체의 원인 질환에 관한 국내 자료는 없으나, 만성신장질환 가운데 연간 말기신부전 환자가 17,621명이 발생하고, 그 가운데 원인 질환별로는 당뇨병이 48.8%, 고혈압이 19.8%, 만성사구체질

환이 7.7%를 차지한다[그림 3, 대한신장학회 2019].



[그림 2] 연간 만성신장질환 환자수 및 급여총비용 증가율



[그림 3] 말기신부전의 원인질환

만성신장질환에 대한 직업적 요인의 기여 위험도를 제시한 연구는 전무한 상황으로, 보수적인 추정에 따라 1-3% 가량으로 보고되었다. 만성신장질환을 유발할 수 있는 물질로는 납, 카드뮴, 수은, 베릴륨, 규산, 이황화탄소 등이 잘 알려져 있고, 유기용제를 포함한 다양한 화학물질, 장시간 근로, 교대 근무 등도 개연성이 의심되고 있다. 하지만 이들은 만성신장질환과 연관성에 대해 잘 연구되어 있지 않다. 또한 만성신장질환을 가진 근로자에서 어떠한 요인이 질환의 악화를 가중시킬 수 있는지에 대한 연구 또한 부족한 실정이다.

2) 직업적 요인 및 유해물질로 인한 근로자의 만성신장질환 문제

최근 업무상 과로, 야간교대 근무, 유해화학물질 노출 등으로 인한 만성신장질환의 악화를 주장하는 산업재해 보상 신청이 증가하고 있다. 그러나 이에 대한 근거가 부족하여 적절한 보상과 예방적 관리가 체계적으로 이루어지지 못하고 있다. 따라서 만성신장질환의 직업 관련 유해 요인에 대해 현재까지의 과학적 증거를 체계적으로 고찰, 종합하여 직업관련 유해인자 규명을 위한 역학적 연구를 수행할 필요가 있다.

2019년 산업안전보건연구원에서 수행한 근로자 코호트 빅데이터 분석 결과 특정 성별 및 연령대에서 광업, 하수, 폐기물 처리업, 건설업, 운수업 종사자 등에서 최근 7년간 만성신장질환 발생률이 높았으며, 질환 발생 이후 의료이용이나 원직유지 경향에 업종 간 차이가 있었다. 또한 체계적 문헌고찰과 2차 데이터 분석을 통해 야간 교대 근무와 고열에 노출되는 직업군에서 만성신장질환의 위험비가 높음을 파악하였다.

이에 따라 선행연구에서 발굴된 만성신장질환의 위험요인을 중심으로 고위험 인구집단을 탐색하고 직업적 위험요인을 파악하여 사전예방의 과학적 근거를 마련할 필요가 있다. 또한, 국내 만성신장질환 환자를 대상으로 한 직업관련 연구는 대부분 2차 데이터를 활용한 연구로 환자군에서 직접 직업력을 조사한 경우는 매우 드물어, 직업적 위험요인에 초점을 맞춘 1차 데이터를 수집할 필요가 있다.

2. 연구 목표 및 기대효과

본 연구의 목적은 기존의 코호트 자료를 분석하여 만성신장질환의 고 위험 근로자 집단을 탐색하고, 발생 및 악화와 관련된 직업적 원인요인 또는 악화요인의 관련성을 분석하기 위하여 국내에서 환자-대조군연구를 기획하는데 있어 우선 고려되어야 할 사항들을 검토하는 것이다. 이를 위한 세부 목표는 아래와 같다.

첫째, 만성신장질환의 직업적 위험요인을 파악하기 위한 환자-대조군 연구를 설계하고 환자군의 직업력을 조사한다.

둘째, 조사한 1차 데이터를 분석하여 국내 만성신장질환 환자의 직업력 정보를 제공하고 환자-대조군 연구의 타당성을 검증한다.

셋째, 활용 가능한 2차 자료를 검토하고 분석하여 신장질환의 고 위험 근로자 집단을 탐색한다.

이러한 연구 성과물을 기반으로 향후 수행될 환자-대조군 연구를 기획하여 수행하고, 그러한 과학적 근거마련에 기여하여 직업적 만성신장질환에 대한 보상과 관리의 당위성과 이론적 근거를 제시하고자 한다. 나아가 만성신장질환 위험요인 관리를 위한 체계를 논의하고 관련 법규 개정 및 입법 자료로 활용 가능할 것으로 기대한다. 또한, 향후 체계적인 후속연구를 수행하는데 근거자료로 활용할 수 있을 것이다.

II. 연구방법

1. 만성신장질환 직업적 위험요인 환자-대조군 연구 설계

1) 한국형 성인 만성신장질환 코호트 (KNOW-CKD) 활용 가능성 검토

만성신장질환은 적절히 관리하고 치료할 경우 질병악화를 지연시키고 합병증을 예방하는 등 예후를 현저히 개선시킬 수 있는 질환으로, 조기진단 및 치료의 중요성이 부각되고 있다. 근거중심의 표준화된 임상진료를 위해 해외연구자들은 만성신장질환 코호트를 구축하고 임상진료지침 마련에 매진하고 있다. 미국의 경우 2001년 만성신부전 코호트(CRIC, Chronic Renal Insufficiency Cohort)를 확립하였으며, 일본은 2008년 만성신질환-일본 코호트(CKD-JAC, Chronic Kidney disease-Japan Cohort)를 확립하였다.

국내에서는 2011년 3월, 질병관리본부 용역과제로 만성 신장코호트(KNOW-KIDNEY, 연구책임자 서울대학교병원 안규리교수)가 출범하였으며 2019년부터는 서울대학교병원 오국환 교수가 책임을 이어 맡고 있다. 해당 연구는 성인 만성신장질환(KNOW-CKD), 소아만성신장질환(KNOW-Ped CKD), 그리고 이식 후 만성신장질환(KNOW-KT)의 세 개 파트로 구성되어있으며, 2016년까지 약 4,000명의 만성신장질환 환자를 등록하여 장기간에 걸친 추적을 해오고 있다. 또, 성인 만성신장질환(KNOW-CKD), 소아만성신장질환(KNOW-Ped CKD)은 2019년부터 3년간 제 2기 코호트 등록을 시작하였다. 본 연구는 다른 나라의 만성신장질환 코호트에 비해 초기단계의 만성신장질환 환자(stage CKD 1, 2)의 비율이 높다(약 30%). 따라서 성인 만성신장질환(KNOW-CKD)은 신장질환의 장기적인 진행경과를 관찰하여 악화인자를 규명하기 유리한 장점을 가지고 있다.

본 연구에서는 성인 만성신장 코호트의 구성을 확인하고, 직업관련 만성신장질환 위험인자를 탐색하기 위한 활용자료로서의 가능성을 살펴보고자 하였다.

2) 한국인유전체역학조사(KoGES) 활용

(1) 한국인유전체역학조사 (Korean Genome and Epidemiology Study, KoGES)

본 단원에서는 만성신장질환의 직업적 위험요인에 대한 탐색과 환자-대조군 연구 설계를 위해 한국인유전체역학조사(KoGES) 코호트 자료를 활용하였다. 한국인유전체역학조사는 한국인에게 흔한 만성 질환의 위험요인을 규명하여 맞춤·예방의학 구현의 과학적 근거를 마련하고자 질병관리본부 국립보건연구원에서 구축한 코호트로, 건강 및 생활습관 관련 설문조사 및 검진을 수행하여 혈액, 소변, DNA 등의 인체유래물을 수집하였고 새로운 질병발생 및 생활습관의 변화에 대한 추적조사를 진행하고 있다. 한국인유전체역학조사는 총 6가지의 코호트로 구축되어 있으며, 크게 40세 이상의 일반인구 집단을 대상으로 구축한 '일반인 기반 코호트'와 만성질환의 유전-환경 상호작용 위험요인 규명을 위한 '유전-환경 모델 코호트' 두 분류로 나뉜다. 본 연구에서는 일반인 기반 코호트 가운데 안산과 안성 지역 거주자를 대상으로 구축된 지역사회 기반 코호트 자료를 이용하였다.

(2) 지역사회 기반 코호트 자료

지역사회 기반 코호트는 경기도 안산과 안성에 거주하는 40세 이상 69세 미만 남녀 총 10,030명을 대상으로 구축되었다. 자료조사는 2001년 5월부터 기반조사를 시작하여 조사기간 2년을 주기로 2016 ~ 2018년에 수행된 8차 추적조사까지 진행되었다. 본 연구는 질병관리본부 국립보건연구원으로부터 자료 신청을 승인받은 2020년 6월 18일 기준으로 공개된 7차 추적조사 자료까지 이용할 예정이다. 7차 추적조사의 조사 참여자 수는 총 6,318명으로 약 63%의 추적률

을 보였다.

신기능은 검진조사로 시행된 혈액검사의 크레아티닌 (mg/dL) 정보를 이용하고, 2011년에 검사 장비의 변경에 따라 5차 추적조사 이후 결과에 대해서는 다음의 전환식을 적용하여 오차를 줄였다.

$$Adjusted\,Creatinine(mg/dL) = -0.086 + (1.124 \times unadjusted\,Creatinine)$$

한국인유전체역학조사는 수검자의 직업을 청취하여 조사자에 의해 재분류를 시행한다. 직업 변수는 제7차 표준직업분류 대분류에 기반하여 구성되었고, 광업 구분을 포함하여 총 10 개의 직업분류를 나타낸다. 자료에서 직업분류는 전문직, 관리직, 사무직, 판매직, 서비스 종사자, 농수산업 종사자, 기능공 및 기계조작 종사자, 군인, 광업 종사자, 단순노무종사자로 구분된다.

직업 특성 관련 변수는 화학약품을 다루는 직장 근무 경험, 먼지가 많은 직장 근무 경험, 교대근무 여부, 수면장애 여부 등이 조사되었다. 화학약품을 다룬 것으로 확인된 대상자는 페인트, 산, 플라스틱, 중금속, 기타 화학약품 사용자로 분류된다. 먼지가 많은 직장에서 근무한 경험이 있는 대상자는 직장 종류를 광산, 채석장, 철강공장, 유리공장, 도자기공장, 면화공장, 기타로 구분하였다. 직업 관련 변수들의 조사 여부는 조사 차수와 대상 지역(안산 및 안성)에 따라 차이가 있으며, 자료 유무에 대한 내용은 다음과 같다<표 2>. 데이터 기수는 기반조사를 1기로, 1차 추적조사를 2기로 표기하였다.

과거 질병력은 고혈압, 당뇨병, 위염/위궤양, 알레르기질환, 심근경색, 갑상선질환, 울혈성 심부전, 만성 폐질환, 천식, 말초혈관질환, 신장질환, 뇌혈관질환, 두부 외상, 요로감염, 관절염, 통풍에 대한 설문을 통해 조사된 자료를 이용이 가능하다.

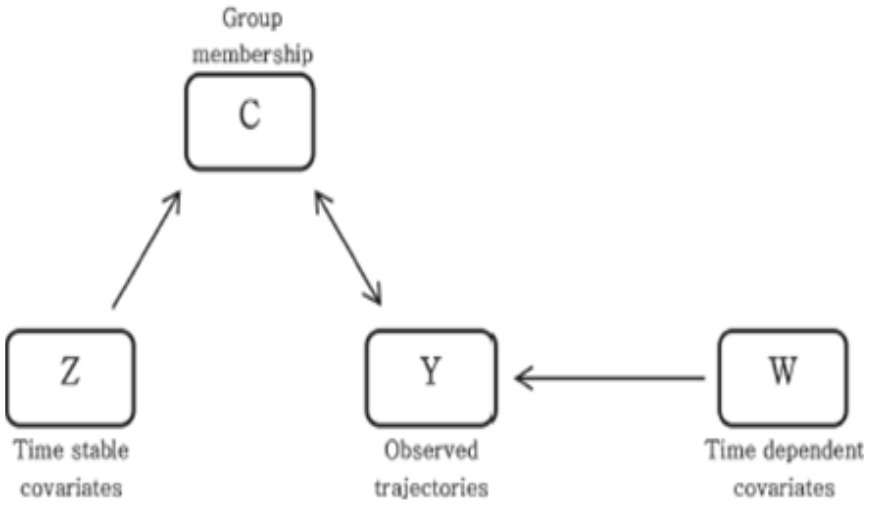
<표 2> 직업관련 변수 항목

변수설명	데이터 현황(기수)		설문
	안성	안산	
현재직업종류	1,3-7	전체	귀하는 어떤 직종에 종사하고 계십니까?
화학약품 다루는 직장 근무 경험 유무	1	1,5,6	화학약품을 다루는 직장에서의 근무경험이 있습니까? □ 아니오 □ 예
먼지가 많은 직장 근무 경험 유무	1	1,5,6	먼지가 많은 직장에 근무하신 적이 있습니까? □ 아니오 □ 예
교대근무 여부	6(2012),7	2,3,4,5,6,7	당신은 교대근무를 하십니까? □ 아니오 □ 예
수면장애 여부	1,2,6,7	1,2,3,4,5,6,7	* 수면관련 설문 항목 다양하며 항목별로 조사된 지역에 차이 있음. - 불면증/잠들기 어려움/자다 깬 뒤 잠들기 어려움/일찍 깸 등

(3) 집단중심추세모형 방법론 (Group based trajectory modeling methods)

집단중심추세모형 방법론은 연구대상자들 각각의 개인적 특성을 규명하고, 특정 변수에 대해 시간 또는 연령과 같은 시간적 변수에 따른 유사한 진행 패턴을 파악해 적합하게 분류해주는 방법이다(전주은, 2016). 집단중심추세모형 방법론의 중요한 가정으로는 시간에 독립적인 공변량은 각 그룹에 속한 개인을 통해서만 관찰되는 추세와 연관되고 시간에 의존적인 공변량은 관찰되는 추세와 직접적으로 연관된다는 사실이다[그림 4]. 이러한 가정에 의해 시간에 따라 변화하는 변수와 그 외 변수들의 효과 크기를 고려하여 각 개인별 그룹에 속할

확률값을 계산하게 된다(Jones, 2001). 분석 도구로는 SAS 소프트웨어의 “proc traj”이 주로 사용되고, 데이터 형식에 따라 이분형 자료에서는 로짓 기반 모형을, 심리측정식 계층 구조형 자료(psychometric scale data) 혹은 연속형 변수에 대해서는 중도절단모형(censored normal model)을 적용한다. 또한 R 프로그램 패키지 중 “traj” 패키지에서도 추세모형 방법론에 대한 분석 도구를 제공하고 있다.



[그림 4] 집단중심추세모형 방법론의 기본 가정

집단중심추세모형 방법론(group based trajectory modeling methods, GBTM)을 활용하여 추적 기간 동안 혈청 크레아티닌의 시간에 따른 특유 변화 양상을 파악하고 각기 다른 양상을 초래하는데 영향을 주는 위험요인을 후향적으로 탐색하였다.

(4) 한국인유전체역학조사 집단중심추세모형 분석

직업분류 및 직업관련 특성과 신장질환의 연관성을 탐색하기 위해 연구 대상자의 기반조사에 대한 기본 인구학적 정보를 확인하였다. 집단중심추세모형

방법론을 통해 추적 차수에 따른 혈청 크레아티닌의 변화 양상에 따라 유지 및 증가 여부로 2개 혹은 3개의 군으로 분류하였다. 그룹 개수에 대한 모형 적합도 비교는 베이지안 정보 척도(Bayesian information criterion)를 통해 평가할 수 있다. 그룹 별로 직업분류, 화학물질 혹은 먼지 관련 근무, 교대근무, 수면장애와 같은 직업관련 변수에 대한 정보를 확인하고 카이제곱검정을 시행하여 추적 기간 동안 시간에 따른 크레아티닌 특유 변화 양상을 유발한 위험 요인에 대해 후향적으로 탐색하였다.

(5) 성향점수 매칭과 생존 분석

직업에서 존재하는 유해요인 유무에 따른 만성신장질환의 발생을 결과변수로 삼아 생존분석을 시행하였다. 앞서 언급한 화학약품 취급 직장 경험 유무, 먼지가 많은 직장 근무 경험 유무, 교대근무 유무가 KoGES에서 파악할 수 있는 업무상 유해요인이었다. 이들을 독립변수로, 신장기능이 eGFR-EPI 기준 60 미만인 경우 만성신장질환이 발병하였다고 정의하였다. 1차년도부터 8차년도까지 약 14년간 추적된 대상자들을 대상으로 업무상 유해요인 유무에 따라 만성신장질환 발병 위험에 대한 위험비(Hazard ratio)와 신뢰구간을 콕스 비례위험모형을 사용하여 계산하였다.

상기 방법을 이용하여 KoGES내 업무상 유해요인 유무에 대한 코호트가 구축되었으나, 이 코호트 내에 있는 다른 변수들은 통제되지 않은 상태이다. 또한 집단 자체가 직업에 기반하지 않고 지역사회에 기반한 조사이기 때문에, 업무상 유해요인이 확인된 대상자의 비율이 그렇지 않은 대상에 비해 훨씬 적다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 성향점수 매칭 (Propensity score matching: PSM) 방법을 적용하였다. PSM은 선택편향을 최소화하기 위해 활용될 수 있는 방법으로, 무작위 배정의 적용이 어려운 후향적 연구 등 준실험 (quasi-experiment)에 해당되는 연구방법에서 사용될 수 있다.

3) 삼성검진코호트 활용가능성 검토

(1) 강북삼성코호트의 개요

강북삼성병원이 2009년부터 구축을 시작한 코호트로, 한국인의 질병을 예측하고 원인관계를 밝히는 것을 목표로 하였다. 2009년 12월 12일 강북삼성병원과 미국의 존스홉킨스 보건대학원은 향후 임상연구를 공동 수행하기로 하는 양해각서를 교환하였고, 강북삼성병원 건강검진센터에서 얻어지는 자료를 기본으로 향후 20년간 '강북삼성코호트(KSC)'를 구축하고 이 코호트 자료를 이용해 양 기관 연구자들이 공동연구를 수행하기로 하였다.

연구대상자는 주로 강북삼성병원 건강검진센터 내원객을 바탕으로 하는데, 질관리를 위해 건강진단센터에서 이루어지는 건강진단의 모든 과정 즉, 신체계측, 문진 및 진찰, 진단의학 검사, 영상의학검사, 내시경 검사, 기타 특수장치 검사 등 모든 검사방법에 대한 표준화 작업을 이루었다.

2012년 4월 전향적 연구의 시작 시점부터 자발적 연구 참여자를 모집하며 2018년 7년 만에 30만명을 달성하였다. 단일 기관에서 운영하는 코호트로는 국내 최대규모로, 이를 바탕으로 현재까지 약 300여 편의 과학기술논문 인용색인(SCI) 논문이 발표되었다.

(2) 데이터조사항목

전체적인 코호트 자료의 구성은 다음 [그림 5]와 같다.

자료소개	기간	자료구성
후향적 자료(KSHS)	2002.1~2012.3	1. Health Questionnaires 2. Examination Components 3. Laboratory Components 4. Data Dictionary
전향적 자료(KSCS)	2012.4~	1. Extended Health Questionnaires 2. Examination Components 3. Laboratory Components 4. Data Dictionary

[그림 5] 강북삼성코호트 자료의 구성

가) 문진 항목

건강 설문 조사, 즉, 질병력, 흡연, 음주, 영양섭취, 신체 활동, 인구학적 특징, 정신건강 등을 모니터링 하여 수진자의 건강 수준, 건강 관련 정보의 종합적인 파악이 가능하다. 문진 방법에 대해 국제적인 표준화 작업을 거쳐, 웹 기반 컴퓨터 보조 자기 면접 설문조사(Web-CASI, Computer Assisted Self Interviewing)를 통해 문진 데이터베이스의 정확도를 향상시켜 신뢰성 있는 통계를 산출하고자 하였다.

나) 검사 항목

코호트 자료의 기본이 되는 모든 검사실 검사를 비롯한 영상의학 검사, 내시경 검사, 기타 특수장치 검사 등 건강진단과정에서 이루어지는 100여 가지의 검사들과 판독 결과에 대한 국제적인 표준화 작업을 수행하였다. 이런 표준화 과정에 의해 건강진단을 통해서 수집되는 자료의 정확도와 신뢰도가 향상되었다. 다음 <표 3>은 코호트에서 수집 중인 검사 항목들이다.

<표 3> 강북삼성 코호트에서 수집 중인 검사 항목

Lab examination

Hematology determinations
Blood chemistry tests (40+tests)
Urine chemistry tests

Medical examination

Anthropometry
Blood pressure
Body composition (impedance)
ECG
Chest X-ray
Spirometry
Abdominal ultrasonography
Upper gastrointestinal tract endoscopy or radiology
Fundus photographs
Mammography (women)
PAP smear (women)

Supplementary tests

Coronary artery calcium scoring
Echocardiography
24-h Holter monitoring,
24-h ambulatory blood pressure monitoring,
Exercise stress testing
Pulse-wave velocity, ankle-brachial blood pressure index
Low dose lung CT
Chest contrast CT
Bone mineral densitometry,
MRI, MRA, and non-contrast brain CT and PET/CT
Colonoscopy Breast ultrasonography (women)
Pelvic ultrasonography (women)
HPV test (women)
Transrectal prostate ultrasonograpy (men)

(3) 강북삼성코호트의 활용방안

강북삼성코호트는 주로 삼성그룹계열사 직원과 강북삼성병원 인근 회사의 검진자들을 대상으로 구성되어 있다. 이들을 대상으로 근무시간, 교대근무여부, 직무스트레스, 우울, 수면 등에 대해 구조화되고 표준화된 조사를 하고 있어, 본 연구에서 조사하고자 하는 항목과 많은 면에서 일치한다. 또한, 건강검진에서 기본적으로 조사되고 있는 신장 기능뿐만 아니라, 영상의학적 소견까지 함께 조사되고 있으므로, 이에 대한 활용도가 매우 높을 것으로 예상된다. 단일 병원 자료에 기반 한다는 측면에서 일반화에 한계점으로 작용할 수는 있으나, 소득수준 등에 의한 효과를 통제할 수 있다는 점에서 유리하게 작용할 수도 있다. 또한, 자료분석 시 후향적 방식뿐만 아니라, 전향적 접근방식도 가능하므로, 환자-대조군 연구설계에서 제기되는 많은 한계를 극복할 수 있다. 다만, 강북삼성코호트는 자료 접근이 원내 연구진으로 제한되므로, 이를 활용한 분석은 후속연구에서 연구진을 재구성 하여 진행되어야 할 것으로 보인다.

4) 신장내과 클리닉 기반 연구설계

환자-대조군 연구 설계(Case-control design)는 특정한 결과변수(질병 또는 상태)를 가진 환자집단과 대조집단 간에 위험 요인 또는 잠재적 노출 등을 비교하는 연구 설계이다. 질병의 원인 혹은 위험요인을 규명함에 있어 결과를 먼저 관찰한 후 이런 결과를 야기 시켰던 가능한 원인 혹은 요인을 탐구하는 방법으로, 연구의 전개방식이 이미 발생한 결과들에서 원인을 추론하는 방향으로 이루어지는 후향적 연구 설계이다.

환자-대조군 연구 설계에서는 환자군 선정의 원칙, 대조군 선정의 원칙 등의 학술적 기반 하에 연구 설계가 이루어져야 하며, 연구 설계 과정에서 과거 기억에 의한 비뚤림(recall bias) 등 연구의 오차를 최소화할 수 있는 연구 설계에 대한 고찰이 필요하다. 예를 들어, 환자군 선정 시 새로이 발생된 환자를 선정하는 것이 원칙인데, 이는 이미 진단을 받은 후 시간이 지난 환자의 경우 과거

의 기억에 대한 비뚤림이 발생하여 잘못된 위험요인 또는 결정요인을 도출하는 연구 오류를 초래할 수 있기 때문이다.

본 연구에서는 만성신장질환의 직업환경적 위험요인에 대해 탐구한 환자-대조군 연구 문헌을 탐색하였다. 핵심 질문(Key question)을 정하고 수행하는 체계적 고찰(Systematic review)과는 달리, 방법론(Methology)을 검색하기 위한 방법으로 MeSH term을 기준으로 다음 키워드를 등을 조합하여 관련 환자-대조군 연구를 탐색하였다(Case-control studies, Kidney disease, Risk factors, Environmental exposure, Occupational exposure 등). 웹 기반 전자데이터베이스(Electronic Database)를 활용하여 문헌 검색을 하였으며, 국내 데이터베이스는 한국 의학학술논문 데이터베이스(KoreaMed)와 한국 학술연구정보서비스(RISS)를, 국외 데이터베이스는 “Embase”, “PsycINFO”, “PubMed”, “Scopus”, “Web of Science”를 이용하였다.

환자-대조군 연구 설계에 대한 문헌들을 이용하여 국내 신장내과 클리닉 기반 환자-대조군 연구를 설계하였다. 문헌조사 자료에 따라 구체적인 환자-대조군 연구 설계를 다음과 같은 항목을 포함하여 안을 구성하여 논의를 진행하였다.

① 연구대상의 선정 방법
② 선정 기준 및 배제 기준
③ 연구대상자 수 산출
④ 참여 연구기관의 수
⑤ 연구대상자 접촉 방법
⑥ 관심 변수의 측정 방법
⑦ 탐색하고자 하는 연구 가설
⑧ 증례기록지
⑨ 통계분석 계획

환자-대조군 연구 설계는 연구진 및 외부자문을 통해 타당성 검토를 수행하였다. 타당성 검토는 연구진 회의, 신장내과 외부 연구진 검토의 반복적인 피드백을 반영하여 실현가능한 연구설계 형태를 구성하였다.

- 병원기반 환자-대조군 연구 설계의 적정성 검토
- 분석 결과에 대한 방법론적 검토
- 노출 평가 도구의 타당도 및 신뢰성 확인
- 연구의 필요성 및 추진방향, 실행 가능성 등을 평가하여 보완할 사항, 추가 반영되어야 할 사항

2. 환자-대조군의 직업력 조사를 위한 설문지 개발 및 분석계획

1) 산업재해보상보험 신청사례 분석

(1) 산업재해보상보험의 신장질환 인정기준

우리나라 산업재해보상보험법 제37조 업무상 재해의 인정기준에 따르면 업무상 질병에 대한 인정기준은 다음과 같다.

① 근로자가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사유로 부상·질병 또는 장해가 발생하거나 사망하면 업무상의 재해로 본다. 다만, 업무와 재해 사이에 상당인과관계(相當因果關係)가 없는 경우에는 그러하지 아니하다. <개정 2010. 1. 27., 2017. 10. 24., 2019. 1. 15.>

…

(중략)

…

2. 업무상 질병

가. 업무수행 과정에서 물리적 인자(因子), 화학물질, 분진, 병원체, 신체에

부담을 주는 업무 등 근로자의 건강에 장해를 일으킬 수 있는 요인을 취급하거나 그에 노출되어 발생한 질병
나. 업무상 부상이 원인이 되어 발생한 질병
다. 「근로기준법」 제76조의2에 따른 직장 내 괴롭힘, 고객의 폭언 등으로 인한 업무상 정신적 스트레스가 원인이 되어 발생한 질병
라. 그 밖에 업무와 관련하여 발생한 질병

…

(중략)

…

업무상 질병의 인정기준은 동법 시행령 제 34조(업무상 질병의 인정기준) 에서 다음과 같이 정하고 있다.

① 근로자가 「근로기준법 시행령」제44조제1항 및 같은 법 시행령 별표 5의 업무상 질병의 범위에 속하는 질병에 걸린 경우(임신 중인 근로자가 유산·사산 또는 조산한 경우를 포함한다. 이하 이 조에서 같다) 다음 각 호의 요건 모두에 해당하면 법 제37조제1항제2호가목에 따른 업무상 질병으로 본다. <개정 2018. 12. 11.>
1. 근로자가 업무수행 과정에서 유해·위험요인을 취급하거나 유해·위험요인에 노출된 경력이 있을 것
2. 유해·위험요인을 취급하거나 유해·위험요인에 노출되는 업무시간, 그 업무에 종사한 기간 및 업무 환경 등에 비추어 볼 때 근로자의 질병을 유발할 수 있다고 인정될 것
3. 근로자가 유해·위험요인에 노출되거나 유해·위험요인을 취급한 것이 원인이 되어 그 질병이 발생하였다고 의학적으로 인정될 것
② 업무상 부상을 입은 근로자에게 발생한 질병이 다음 각 호의 요건 모두

에 해당하면 법 제37조제1항제2호나목에 따른 업무상 질병으로 본다.

1. 업무상 부상과 질병 사이의 인과관계가 의학적으로 인정될 것
2. 기초질환 또는 기존 질병이 자연발생적으로 나타난 증상이 아닐 것

③ 제1항 및 제2항에 따른 업무상 질병(진폐증은 제외한다)에 대한 구체적인 인정 기준은 별표 3과 같다.

④ 공단은 근로자의 업무상 질병 또는 업무상 질병에 따른 사망의 인정 여부를 판정할 때에는 그 근로자의 성별, 연령, 건강 정도 및 체질 등을 고려하여야 한다.

신장질환에 대한 현재 우리나라 업무상 질병의 인정기준은 근로기준법에서는 감염성 질환의 신증후군 출혈열을 언급하고 있고, 보다 구체적인 산업재해보상보험법의 인정기준에서 신장질환과 관련된 항목은 아래 <표 4>와 같다.

<표 4> 업무상질병의 인정기준 (신장질환)

산재보상보험법 시행령 별표3의 업무상 질병에 대한 구체적인 인정 기준 (제34조제3항 관련)
9. 감염성 질병 다. 옥외작업으로 발생한 쯔쯔가무시증 또는 **신증후군 출혈열** 10. 직업성 암 버. 엑스(X)선 또는 감마(Y)선 등의 전리방사선에 노출되어 발생한 침샘암, 식도암, 위암, 대장암, 폐암, 뼈암, 피부의 기저세포암, 유방암, **신장암**, 방광암, 뇌 및 중추신경계암, 갑상선암, 급성 림프구성 백혈병 및 급성·만성 골수성 백혈병 11. 급성 중독 등 화학적 요인에 의한 질병 가. 급성 중독 3) 일시적으로 다량의 수은 또는 그 화합물(유기수은은 제외한다)에 노출되어 발생한 한기, 고열, 치조농루, 설사, **단백뇨** 등 급성 중독 증상 또는 소견

산재보상보험법 시행령 별표3의 업무상 질병에 대한 구체적인 인정 기준
(제34조제3항 관련)

4) 일시적으로 다량의 크롬 또는 그 화합물에 노출되어 발생한 **세뇨관 기능 손상, 급성 세뇨관 괴사, 급성 신부전** 등 급성 중독 증상 또는 소견

다. 납 또는 그 화합물(유기납은 제외한다)에 노출되어 발생한 **만성 신부전** 또는 혈중 납 농도 혈액 100밀리리터(㎖) 중 40마이크로그램(㎍) 이상 검출되면서 나타나는 납중독의 증상 또는 소견. 다만, 혈중 납 농도 40마이크로그램 미만으로 나타나는 경우에는 이와 관련된 검사(소변 중 납 농도, ZPP, δ-ALA 등을 말한다) 결과를 참고한다.

라. 수은 또는 그 화합물(유기수은은 제외한다)에 노출되어 발생한 궤양성 구내염, 과다한 타액분비, 잇몸염, 잇몸고름집 등 구강 질병이나 **사구체신장염 등 신장 손상** 또는 수정체 전낭(前囊)의 적회색 침착

바. 카드뮴 또는 그 화합물에 2년 이상 노출되어 발생한 **세뇨관성 신장 질병** 또는 뼈연화증

사. 톨루엔·크실렌·스티렌·시클로헥산·노말헥산·트리클로로에틸렌 등 유기용제에 노출되어 발생한 **급성 세뇨관괴사, 만성 신부전** 또는 전신경화증(systemic sclerosis, 트리클로로에틸렌을 제외한 유기용제에 노출된 경우에 해당한다). **다만, 고혈압, 당뇨병 등 다른 원인으로 발생한 질병은 제외한다.**

아. 이황화탄소에 노출되어 발생한 다음 어느 하나에 해당하는 증상 또는 소견

1) 10피피엠 내외의 이황화탄소에 노출되는 업무에 2년 이상 종사한 경우

가) 망막의 미세혈관류, 다발성 뇌경색증, 신장 조직검사상 모세관 사이에 발생한 **사구체경화증** 중 어느 하나가 있는 경우. **다만, 당뇨병, 고혈압, 혈관장해 등 다른 원인으로 인한 질병은 제외한다.**

13. 제1호부터 제12호까지에서 규정된 발병요건을 충족하지 못하였거나, 제1호부터 제12호까지에서 규정된 질병이 아니더라도 근로자의 질병과 업무와의 상당인과관계(相當因果關係)가 인정되는 경우에는 해당 질병을 업무상 질병으로 본다.

현재 우리나라 업무상 질병 인정기준에서는 근골격계 질환, 뇌심혈관계 질환, 간질환 등 장기별로 구분해서 정하고 있으나, 신장질환과 관련해서는 별도로 구분하여 정하고 있지 않고 있다. 현재 기준상으로 신장질환의 경우 신증후군

출혈열 등과 같은 감염성질환 혹은 수은, 크롬 등에 의한 급성중독이 발생한 경우 업무상 질병으로 인정될 수 있으며, 만성적으로는 수은, 카드뮴, 납, 톨루엔 등의 유기용제, 이황화탄소 등 화학적인 요인에 노출되는 경우 혹은 방사능에 의해 직업성 암이 발생한 경우 인정될 수 있다. 여기서 고혈압, 당뇨 등의 원인으로 발생한 경우는 제외하고 있다.

(2) 신장질환에 대한 산재보상보험 신청사례 조사방법

우리나라에서는 하나의 독립된 계통 또는 장기의 질환으로 신장질환에 대한 별도의 인정기준이 없기 때문에 1차 분석은 공공데이터를 통해 2017년 근로복지공단의 산재처리현황자료를 활용하여 신장질환과 관련된 항목을 선별하고자 하였다.

2017년 1개년 동안 산재처리현황자료에서 업무상 질병에 대한 분석결과, 악성신생물을 제외하고 신장질환과 관련된 상병명은 14건이었다. 신장질환의 상병명으로는 만성신장병, 고혈압성 신장병, 신우신염, 간질신장염 등으로 신청되었으며, 업무상질병분류로는 뇌심혈관계질환과 사인미상이 10건, 이상기압으로 인한 질병 3건, 독성감염이 1건이었다.

제한된 정보로 인해 현재 공개된 자료로는 신장질환의 상병명과 업종명, 직종명, 성별과 나이, 승인여부 외에는 과거 직업력, 기초질병력, 노출력 등 구체적인 정보 확보가 어려웠으며, 기존에 알려진 유해인자인 유기용제 노출 외에 고열이나 야간근무 등의 위험요인에 대한 정보 또한 부재하였다.

또한 재해조사나 보상을 위한 정보는 수집되어 있으나, 그 외에 직업력이나 세부 상병명에 대한 별도의 데이터는 근로복지공단에서도 구축하고 있지 않아, 별도의 데이터를 가공하여 분석하기 위해, 2015년부터 2019년까지 최근 5개년 신장질환(KCD code: N00-N29) 관련 산재 신청 건에 대한 재해조사서 및 업무상 질병 판정서를 요청하여 데이터를 정리하였다[그림 6].

1차 분석에서는 급성, 만성 신장질환의 신청사례에 대한 일반적인 특성을 확

인하였으며, 각 사례들의 업무상질병인정과 관련된 쟁점이 되는 사항들을 구분하여 추가로 심층분석을 진행하였다.

	성별	업종코드	업종명	직종코드	직종명	상병코드	상병명	직업병명	승인구분
1	남	40004	기타건설공사	875	건설 및 채굴 기계운전원	I139	상세불명의 고혈압성 심장 및 신장병	심장질환	승인
2	여	90101	건물 등의 종합관리사업	153	환경·청소 및 경비 관련 관리자	N110	비폐색성 역류-연관 만성 신우신염	뇌혈관질환	불승인
3	남	22708	자동차부분품제조업	899	기타 제조관련 기계조작원	C640	신우를 제외한 신장의 악성 신생물, 오른쪽	악성신생물(직업성 암 포함)	승인
4	남	21822	철강 또는 비철금속주물제조업	930	제조관련 단순 종사원	N185	만성 신장병(5기)	사인미상	승인
5	남	91001	도.소매 및 소비자용품수리업	159	기타 판매 및 고객 서비스 관리자	I139	상세불명의 고혈압성 심장 및 신장병	심장질환	불승인
6	남	23201	표백 및 염색가공업	930	제조관련 단순 종사원	C649	신우를 제외한 신장의 악성 신생물, 상세불명 쪽	악성신생물(직업성 암 포함)	불승인
7	남	50103	택시 및 경차량운수업	873	자동차 운전원	I129	신부전이 없는 고혈압성 신장병	뇌혈관질환	불승인
8	남	23204	기타 섬유제품제조업	930	제조관련 단순 종사원	I139	상세불명의 고혈압성 심장 및 신장병	심장질환	승인
9	남	91301	국가 및 지방자치단체의 사업	311	행정 사무원	N185	만성 신장병(5기)	이상기압으로 인한 질병(압착증, 감압병 등)	불승인
10	여	90801	보건 및 사회복지사업	247	사회복지관련 종사자	N10	급성 세뇨관-간질신장염	뇌혈관질환	불승인
11	여	90502	사업서비스업	799	기타 기능관련 종사자	N185	만성 신장병(5기)	심장질환	불승인
12	남	22501	전자관 또는 반도체소자제조업	899	기타 제조관련 기계조작원	N185	만성 신장병(5기)	독성감염	불승인
13	남	91001	도.소매 및 소비자용품수리업	151	판매 및 운송 관리자	N185	만성 신장병(5기)	사인미상	불승인
14	남	90502	사업서비스업	762	전기공	I139	상세불명의 고혈압성 심장 및 신장병	심장질환	불승인
15	남	22303	특수산업용 기계제조업	235	전기·전자 및 기계 공학 기술자 및 시험원	N189	상세불명의 만성 신장병	이상기압으로 인한 질병(압착증, 감압병 등)	승인
16	남	20001	육제품 또는 유제품제조업	510	영업종사자	N185	만성 신장병(5기)	이상기압으로 인한 질병(압착증, 감압병 등)	불승인

[그림 6] 신장질환에 대한 산재처리현황자료(2017년)

2) 환자-대조군 연구 설문지 개발

전년도 연구보고서에 언급된 다음 사항을 포함하여, 기존에 조사 되던 업종별 위험요인 및 산재신청 사례를 검토하여 설문문항 초안을 선정하였다. 이후 연구진 내부 검토와 외부 자문위원의 검토를 거쳐 환자-대조군의 직업력 조사를 위한 설문지 초안을 개발하였다.

- 배터리(축전지) 제조 : 납, 카드뮴, 수은
- 페인트 제조 : 납, 카드뮴, 트리클로로에틸렌, 에피클로로하이드린, 테트라하이드로푸란

- 폴리염화비닐(PVC) 제조 : 납, 카드뮴, 테트라하이드로푸란
- 살균제 및 살충제 : 카드뮴, 비소, 에틸렌 클로로하이드린, 에피클로로하이드린, 트리클로로에틸렌
- 의료분야 : 납(방사선 차폐재), 아말감(카드뮴, 수은), 의약품(에틸렌 클로로하이드린), 마취제 및 진통제(트리클로로에틸렌)
- 조선업, 제철업 : 유해금속, 고열
- 기타 : 합금, 도금, 용접, 주조, 철강, 에폭시 수지, 접착제

3) 환자군 시범조사 수행

문헌고찰 및 전문가 의견을 통해 최종 작성된 설문지의 타당성을 확인해보기 위하여 시범조사를 수행하였다. 설문은 일개 대학병원의 일반·특수건강검진 수진자 중 혈청 크레아티닌 검사를 수행한 수진자를 대상으로 하며 사구체여과율(estimated glomerular filtration rate, eGFR)은 Isotope Dilution Mass Spectrometry (IDMS)-traceable MDRD 공식을 이용하여 추정하였다<표 5>. 해당 공식에 의해 추정된 eGFR (mL/min/1.73m2) 값이 입사 후 2020년 이전 검사에선 정상군(90mL/min/1.73m2 이상)이었으나 2020년에 시행한 검사상 만성신장질환에 해당하는 90mL/min/1.73m2 미만인 군을 환자군으로 설정한다. 조사는 COVID-19의 문제로 비대면 인터넷 설문지(Google docs)를 이용하여 노출력에 대해 조사하며, 본 건은 Pilot study 이기에 대조군 설정 및 비교분석은 시행하지 않고 기술통계만 시행하였다.

<표 5> IDMS-traceable MDRD 공식

eGFR(mL/min/1.73m2) = 175 × (혈청 크레아티닌)$^{-1.154}$ × (연령)$^{-0.203}$ ※ 여성일 경우 해당 도출값에 0.742를 곱함.

3. 코호트 자료에서 고위험 직업군 선정

1) 진폐정밀검진 수검자 자료 활용방안

(1) 실리카 노출과 만성신장질환

실리카 노출이 만성신장질환, 말기신부전(end stage renal disease, ESRD)의 위험 증가와 관련이 있음을 보여주는 충분한 역학적 증거들이 있으며 신독성에 대한 증거가 여러 연구에서 제시되었다. 초기의 연구들은 대개 고용량의 실리카에 노출된 근로자에 대한 사례들을 제시하는 것으로 제한되었으나, 최근의 대규모 역학 연구는 실리카에 만성적으로 노출되는 것과 ESRD의 발달 사이의 연관성을 입증하였다. 매우 미묘한 비뇨기계의 변화에서 단백뇨 및 만성신장질환에 이르는 광범위한 임상증상이 실리카 노출로 인해 발생할 수 있음이 설명되었다.

(2) 진폐정밀진단 수검자 자료

진폐증은 분진 노출에 의해 발생하는 대표적 직업성 호흡기 질환이다. 진폐증은 1971년 제 5회 국제 진폐 회의에서 '분진흡입에 동반한 폐 분진 축적과 그에 의한 폐의 조직반응'으로 정의되었으며, 분진 노출 작업으로 인해 폐포 또는 세기관지에 무기성, 유기성 분진이 침착되면, 폐실질의 조직반응의 결과로서 진폐증이 발생한다.

진폐근로자 건강진단은 광업에 종사하는 근로자에 대하여 정기・이직자・정밀건강진단을 실시하여 근로자의 건강관리와 위로금 지급을 통한 생활안정을 도모하기 위한 목적으로 고용노동부에서 수행하고 있다. 8대 광업(석탄, 철, 텅스텐, 금·은, 연·아연, 규석, 흑연, 활석) 또는 진폐로 인하여 「산업재해보상보험법」에 따른 유족급여 또는 장해급여가 지급된 광업에 1년 이상 종사하였거나 재직 중인 근로자를 대상으로 한다. 1차 건강진단 후 진폐 소견이 있거나 진폐가 의심되는 경우, 진폐병형에 변화가 있는 경우, 또는 진폐합병증이 의심되는

경우 2차 건강진단인 진폐정밀진단을 수행하게 된다. 즉, 진폐정밀진단 수검자의 경우 8대 광업에 1년 이상 종사한 직업력이 있으면서 진폐소견(의증 포함)이 확인된 경우를 뜻한다.

(3) 진폐정밀진단 수검자 자료를 통한 만성신장질환 위험 탐색

본 연구에서는 실리카 복합노출이 확실히 밝혀진 집단인 진폐정밀진단 수검자 정보를 통해 건강보험공단 자료와 통합하여 만성신장질환의 발생률을 확인하는 한편, 일반인구와 비교하여 고위험 직업군을 탐색에 활용할 수 있는 가능성을 확인하였다.

2) 국민건강보험공단의 자료 활용방안 제안

국민건강보험공단의 '국민건강정보 데이터'는 2002년부터 건강보험 및 의료급여권자 전체에 대한 진료명세서와 진료내역, 상병내역, 처방 전내역 등을 포함하고 있다. 이 데이터는 자격 데이터, 진료 데이터 및 검진 데이터 등으로 구성되어 있으며, 국민건강보험 가입자 전체를 대상으로 자료가 구축되었다.

국민건강정보 데이터는 크게 자격 데이터, 진료 데이터, 검진 데이터, 의료급여 데이터, 노인장기요양 데이터로 구성되어 있다. 자격 데이터는 나이, 거주지 및 국민건강보험 관련 자격, 보험료 분위, 가족관계 등에 관한 자료로, 2002년 기준 47,851,928명 (남성 23,993,697명, 여성 23,858,231명)으로 구축되어 매년 업데이트 되고 있다.

국민건강정보 DB 중 일부를 표본 추출하여 표본연구DB를 제공하고 있으며, 표본코호트DB 2.0, 건강검진코호트DB, 노인코호트DB, 직장여성코호트DB, 영유아검진코호트DB 가 구축되어 있고 각 특징은 다음과 같다<표 6>.

건강보험 빅데이터는 후향적 코호트, 주기적 추적관찰 기간, 행정자료 특성에 기인한 정확성, DB 내 연계를 통한 활용성 극대화, 모집단에 대한 대표성을 장점으로 가지고 있다. 반면, 상병코드의 업코딩 등 부정확성, 비급여 정보의

부재, 검사 여부가 아닌 결과 정보의 부재 등은 한계점으로 여겨지고 있다.

그럼에도 불구하고 빅데이터의 특성 중 건강보험 빅데이터의 가장 큰 장점인 큰 표본 크기를 활용하여 세부적 집단에서의 분석 결과 도출, 인구집단 대표 자료로의 활용 등이 시도될 수 있다. 또한, 검진 자료처럼 하나의 DB만 활용 하는 것이 아니라 자격, 진료내역, 요양기관DB 등 다양한 정보를 포함하면, 사회적으로 의미 있고 활용 가능한 결과를 도출할 수 있다. 본 연구에서는 국민건강보험공단 데이터를 활용하여 기온 및 직업 관련성 만성신장질환 분석의 가능성을 확인하고자 하였다.

<표 6> 표본 연구DB 종류 및 특징

코호트 종류	특징
표본코호트DB 2.0	표본코호트DB 2.0은 2006년 1년 간 건강보험 및 의료급여 수급권자 자격을 유지한 전 국민의 2%로 100만 명이 해당
건강검진코호트DB	건강검진 코호트DB는 2002년 자격유지자 중 2002~2003년 40~79세 일반건강검진 수검자로서 약 51만 명이 해당
노인코호트DB	2002년 자격유지자 중 만 60세 이상 대상자 약 55만 명이 해당
직장여성코호트DB	2007년 자격유지자 중 15~64세 직장 여성 약 18만 명을 대상으로 함
영유아검진코호트DB	영유아검진 1~2차를 1회 이상 받은 전체 수검자 중 2008~2012년 출생자를 추출하여 각 출생연도별 5% 표본 추출한 자료로 구성

4. 서울성모병원 원내 데이터베이스 분석

가톨릭대학교는 가톨릭중앙의료원 산하 서울성모병원 등 8개 부속병원을 보유하고 있으며, 이를 기반으로 적법한 절차 내에 개인정보를 안전하게 가공하여 의료 데이터를 활용할 수 있도록 하는 연구용 임상데이터웨어하우스(Clinical Data Warehouse, CDW)를 2019년 11월 15일부터 운영하고 있다. 본 연구에서는 서울성모병원에 내원한 환자들의 임상데이터를 기상청에서 공개하는 기온데이터 자료와 연계하여 기온과 신기능의 연관성을 탐색하는 분석에 이용하고자 하였다.

1) 데이터 구성 및 조사 항목

(1) 서울성모병원 임상데이터

가톨릭중앙의료원의 임상데이터웨어하우스는 의료원 산하 각 병원의 EMR에 기초한 익명화 데이터 플랫폼으로 의료원 내 심의 및 내규를 기준으로 심의를 통과하여 데이터 활용을 승인 받은 연구자에 한해 임상 정보를 공개하고 활용할 수 있도록 제공하고 있다. 현재 활용 가능한 데이터에는 내원환자에 대한 성별, 나이 등의 기초자료와 수진일, 진단명, 진단검사(Lab), 투약정보, 검사결과, 수술처방, 수술기록 등의 임상자료 등이 있다<표 7>

<표 7> 가톨릭중앙의료원 임상데이터웨어하우스 활용 가능 데이터 항목

CMC 통합 CDW	**대상**	가톨릭중앙의료원 산하 7개병원 (서울성모, 여의도성모, 의정부성모, 부천성모, 은평성모, 인천성모, 성빈센트)
	기초자료	성별, 나이, 주소지 등
	임상자료	수진일, 진단, 진단검사, 투약, 검사, 수술처방, 수술기록 등

가) 대상자 선정 기준

본 연구는 활용 가능한 최대한 많은 규모의 환자를 포함하여 신장 기능 진단검사 정보를 이용하고자 하였다. 의료원 산하 각 병원의 데이터 활용 승인을 위해서는 해당 병원에 소속된 최소 1인의 의료진이 연구에 포함되어야하기 때문에 CDW 데이터 원본의 생성 기관은 서울성모병원 단일 기관으로 선정하여 추출하였다.

데이터의 누락을 최소화하기 위해 EMR을 통한 임상자료의 입력이 완전하게 이루어진 2010년 이후 자료만을 추출하였고, 대상자의 수진 기간을 기준으로 2010년 1월 1일부터 2019년 12월 31일까지 총 10년간의 데이터를 선정하였다.

신기능 검사를 반복적으로 시행한 대상자 선정을 위해 신장질환의 위험이 있어 주기적으로 신기능 검사를 추적 관찰하는 당뇨병, 고혈압, 사구체 질환자를 대상자로, 해당 질병을 가진 대상자들이 주로 내원하는 순환기내과, 신장내과, 내분비내과를 대상과로 선정하였다. 또한 신기능에 대한 추정 공식이 상이한 소아·청소년을 제외한 19세 이상 성인을 대상으로 하였고, 평균치에서 크게 벗어나 다른 대상자들의 사구체여과율추정 값과 확연히 구분된 높은 수치를 보이는 혈청 크레아티닌 0.3mg/dL 미만 대상자는 제외하였다.

나) 데이터 수집 항목

환자 주소지에 따른 기온정보를 연계하기 위해 환자 주소지를 포함한 성별, 나이 등의 기초 임상정보를 수집하였다. 임상자료는 수진정보, 과거력 등이 포함된 진단정보, 혈액검사 등의 진단검사정보를 모두 수집하였다. 환자 주소지 정보는 초기 데이터 수집계획단계에서는 미개발되어 항목에 누락되어 있으나 본 연구에서의 활용을 위해 2020년 6월 CDW에 새롭게 개발되었다[그림 7].

가톨릭중앙의료원은 신기능에 관한 진단검사 정보로 혈청 크레아티닌 농도(mg/dL)를 적용하여 추정사구체여과율(estimated glomerular filtrateion rate, eGFR)을 제공하고 있다. 특히 IDMS-traceble MDRD 공식을 고전적으로 이

용하여 신기능 보고에 활용해왔고, 2019년부터 CKD-EPI 공식을 활용한 eGFR을 함께 보고하고 있다. 사구체 여과율이 많이 감소한 대상자의 경우 MDRD 공식과 CKD-EPI 공식이 서로 비슷한 결과를 보이나, 사구체 여과율이 정상이거나 60 이상으로 정상에 가까울 경우 CKD-EPI 공식이 사구체 여과율 추정에 적절한 것으로 보고되고 있다(이창화, 2012). 따라서 본 연구에서는 CKD-EPI 공식을 이용한 사구체여과율 추정을 진행하였고, CKD-EPI eGFR이 보고되지 않았던 2019년 이전 기간 신기능 정보와의 통합을 위해 전체 수진기간에 대한 연령, 성별, 혈청 크레아티닌(mg/dL) 값을 활용하여 직접 아래의 CKD-EPI eGFR을 공식으로 추산하였다<표 8>.

[그림 7] 초기 수집된 서울성모병원 CDW 임상데이터 항목

<표 8> CKD-EPI eGFR 공식

공식			
$CKD-EPI\,eGFR(mL/\min per 1.73m^2) = A \times (Serum\ Creatinine/B)^C \times 0.993^{age}$			
여성		남성	
Scr≤0.7	A=144 B=0.7 C=-0.329	Scr≤0.9	A=141 B=0.9 C=-0.411
Scr>0.7	A=144 B=0.7 C=-1.209	Scr>0.9	A=141 B=0.9 C=-1.209

(2) 기상청 공개 자료

기상청 국가기후데이터센터에서는 '기상기후데이터 카탈로그(2018)'를 발간하여 다양한 연구에서 기상자료를 활용할 수 있도록 공개하고 있다. 기상자료는 기상자료개방포털(http://data.kma.go.kr)에서 자유롭게 수집 가능하다.

가) 종관기상관측

본 연구에서는 여러 기상데이터 중 종관기상관측 데이터를 수집하여 분석에 이용하였다. 종관기상관측이란 정해진 시각의 대기 상태를 파악하기 위해 모든 관측소에서 같은 시각에 실시하는 지상관측을 의미하며, 시정, 구름, 증발량 등 일부 요소를 제외하고 종관기상관측장비(Automated synoptic observing system, ASOS)를 이용해 자동으로 관측한다. 2020년 4월 기준 전국에 총 95개의 관측지점이 분포되어 있고, 지점별로 기상 정보 보유기간은 상이하다. 기온, 강수, 바람, 기압, 습도 등의 요소를 분, 시간, 일, 월 년 생산주기 단위로 제공하고 있다.

본 연구에서는 2010년 1월 1일부터 2019년 12월 31일까지의 전국 모든 종관기상관측 지점 기상요소를 일 단위로 수집하여 분석에 활용하였다.

2) 데이터 분석

(1) 임상데이터와 기상데이터 연계

CDW 임상데이터 기초임상정보에서 수집된 대상자 주소지는 시/군/구 단위까지 제공되고 있다. 종관기상관측 지점은 2020년 4월 기준 총 95개소가 운영중이며 각 지점마다 관측 시작일이 상이하고 관측을 종료한 폐쇄 지점도 존재한다. 따라서 기상관측지점 가운데 연구대상 기간인 2010년 1월 1일부터 2019년 12월 31일까지 모두 운영된 지점 86개소를 선별하였고, 대상자 주소지에 관측지점이 없는 시/군/구의 경우 행정구역 상 가장 넓게 접하고 있는 주변 관측소 혹은 가장 물리적 거리가 인접한 관측소로 대체하였다.

코딩된 주소지와 진단검사 시행날짜를 기준으로 대상자의 CDW 임상데이터 정보와 기상청의 기상데이터를 연계하여 통합된 데이터를 구축하였다.

(2) 데이터 분석

본 분석에서는 대상자의 주소지에서 노출된 기온과 신기능의 연관성을 탐색하고자 하였다. 연구 대상자의 기본 인구학적 정보를 확인하고 월별 대상자의 eGFR 변화를 시각화하여 계절별 eGFR 평균 특성을 개괄적으로 확인하고자 했다. 기온과 eGFR에 대한 선형회귀분석을 시행하였고, 일반화가법모형(Generalized additive model, GAM) 분석을 통해 비선형적 관계를 확인하였다. 모든 통계분석은 SAS 9.4 (Cary, NC) 및 R program version 4.0.3을 이용하여 수행하였다.

5. 근로자 코호트 분석을 통한 고위험 인구집단 탐색

1) 근로자코호트 분석의 필요성

(1) 직업적 위험과 만성신장질환 관련 선행 연구

전 년도 연구보고서에서 수행한 체계적 문헌고찰 결과, 만성신장질환의 직업적 위험에 관한 선행연구는 대부분 화학적 인자들에 관한 것으로, 납, 카드뮴, 수은, 크롬과 같은 중금속이나 유기용제, 용접흄, 실리콘 포함 화합물 등 신독성 물질 노출로 인한 급성 및 만성신부전에 관한 연구들이 다수였다. 또한 중남미 지역의 사탕수수 농장 등에서 고열 노출로 인한 만성신부전 대규모 유행이 발생함에 따라 고열노출에 관한 연구들이 비교적 최근에 수행되었다. 교대근무 및 장시간 근로 등 신독성 물질과 관련이 적은 직업 환경 요인에 대해서는 일부 단면연구만이 수행되었다(전교연, 2019). 그 외 스리랑카 농촌지역에서 제초제 사용이나 오염된 식수로 인한 농부들의 신손상을 보고한 것을 비롯하여(Jayasumana et al., 2015), 미국과 인도의 주로 남성 농부에게 발생한 CKD와 제초제 사용의 연관성을 리뷰한 문헌이 있었다(Valcke et al., 2017). 미국의

2004-2008년 국민건강영양조사를 이용하여 91,340명을 대상으로 분석한 연구에서는 보건, 운수, 청소 및 관리, 컴퓨터와 수학 관련 직업, 음식점업, 법률 관련 직업에서 생명, 자연, 사회과학자에 비해 CKD 발생 위험의 보정 후 OR이 4.3~6.1 정도로 높았다(Rubinstein et al., 2013).

(2) 국내의 만성신장질환 규모 관련 역학 연구 동향

국내의 만성신장질환 질병 규모 및 역학적 특성에 대해 보고한 연구로는 2009년에 국내 7개 도시에서 35세 이상 인구 2,356명의 표본을 조사하여 전체 인구에서 13.7%의 유병률을 보고한 것이 대표적인데(Kim et al., 2009), 해외 연구와 비교하였을 때 미국의 경우 99-04년 CKD 유병률이 13.1%, 오스트레일리아는 16%, 일본은 19.1%, 베이징은 13.0%로 한국의 유병률이 특별히 높은 수준은 아니었으나 동일한 기준으로 측정한 것이 아니므로 일괄적으로 비교하기는 어려웠다. 42개의 CKD 문헌 메타분석 결과 세계 평균 CKD 유병률은 13.4%로 보고되었다(Hill et al., 2016).

이 후 국민건강영양조사 2011-2013년 자료를 이용하여 CKD 유병률을 보고한 연구에서는 albumin-to-creatinine ratio≥30mg/g 또는 CKD-EPI 방식으로 측정한 eGFR<60 mL/min/1.73 m2인 경우를 CKD 로 정의했는데, 이 기준으로 20세 이상 성인에서 CKD의 유병률은 8.2%였고, CKD Stage 별로 나누었을 때 1기는 3.0%, 2기는 2.7%, 3a는 1.9%, 3b는 0.4%, 4-5기는 0.2%였다(Park et al., 2016).

(3) 산업재해 보상을 위한 근거 측면에서 선행연구의 한계점

산업재해 예방 및 보상의 근거로 삼기 위해 만성신장질환의 직업적 위험요인 관련 연구 결과가 필요한 상황에서 선행연구들의 한계점은 다음과 같다. 첫째, 국내, 외를 통틀어 신독성 물질이나 고열과 관련이 없는 직업관련 연구는 매우 드물다. 교대근무, 장시간근로, 직무 스트레스, 과로, 업종이나 직종에 따른 직

업적 위험요인에 관한 연구는 없거나 소수의 단면 연구만이 수행되었기 때문에, 보편적인 직업환경에서 만성신장질환의 위험 요인에 대해 거의 파악이 되지 않고 있다. 때문에 만성신장질환으로 산재보상 신청 시 연구가 충분히 누적된 일부 화학적 인자 외에는 신장질환의 위험 요인으로 인정할 수 없어 업무상 질병으로 인정된 사례가 거의 없다. 연구결과 2.-1) 산업재해보상보험 신청사례 분석(p112)에서 기술된 바와 같이 만성신장질환으로 산재보상을 신청한 사례는 최근 5년간 37건으로 매우 적으며, 업무상 질병 인정률도 8.3%(3건)로 매우 낮고, 인정된 사례 또한 이상기압, 결정형 유리규산 등 기존에 알려져 있는 위험요인에 노출된 경우이다. 과로나 스트레스 등으로 업무상 질병이 인정된 사례는 전혀 없었다.

둘째, 일반 인구 대상으로는 표본 조사나 단면연구를 통해서나마 질병의 규모와 역학적 특성을 연구한 문헌들이 일부 있지만, 국내 근로자 집단을 대상으로 수행된 역학 연구는 매우 부족하다. 근로자 집단에서 발생 및 악화의 역학적 특성이 거의 보고되고 있지 않기 때문에 국내의 어느 근로자 집단에서 신장질환이 많이 발생했는지, 유병자가 많은지, 일반적으로 악화에는 어느 정도 기간이 소요되는지 조차 논할 수 없는 상황이다.

셋째, 국내, 외 연구에서 질환 정의에 사용된 기준이 모두 달라 국외 연구를 국내 근로자에 바로 적용해서 판단하기 어렵다. <표 1>에 만성신장질환의 정의가 있지만, 역학연구에서는 수집된 정보의 한계로 대부분 대체 지표를 질환의 식별에 사용한다. 대표적으로 eGFR<60 mL/min/1.73 m2 경우 환자로 식별하는데, eGFR을 계산하는 방법은 다양하며(과거에는 MDRD, 최근에는 CKD-EPI 방정식이 주로 사용됨) 이 기준으로는 3기 이상의 환자만을 포함하게 된다. 그 외에도 albumin-to-creatinine ratio≥30mg/g 이상인 경우 환자로 판단하거나, 단백뇨나 혈뇨의 증상이 있는 경우를 환자로 보는 방법, 의사진단을 통해 환자를 stage 별로 나누어 반영하는 방법 등 결과변수를 다양하게 사용하고 있어 연구간 비교가 쉽지 않고, 가장 정확할 것으로 생각되는 의사진단으로 환자

를 판단하는 경우 충분한 표본수를 확보하기 어려워 연구결과를 일반화시켜 질환의 규모를 논하기는 어렵다.

(4) 국내 근로자 대상 만성신장질환 역학 연구의 필요성

이러한 이유로 국내 근로자인구를 대상으로 역학적 특성을 보고하는 연구가 필요하다. 국내 근로자인구 중 만성신장질환 및 관련 질환의 발생률과 유병률의 규모를 분석하여 고 위험 집단을 파악하고, 이러한 집단에서 노출 가능한 위험요인을 추정하여 위험요인과 신장질환의 연관성을 분석해 볼 필요가 있다. 이를 통해 신독성 물질과는 관계가 적은 직업적 위험요인들을 새롭게 발굴하고 예방 및 보상의 근거로 삼을 수 있다.

또한 전체근로자에서 인구사회학적 특성에 따른 신장질환 악화의 특성을 파악하고 업종이나 직종에 따라 악화 경향이 다른지도 분석할 필요가 있다. 이 분석결과를 활용하여 산재 보상 신청 시 피재자의 질환 악화 속도가 다른 근로자들에 비해 빠른지 아닌지 판단할 수 있는 기준으로 삼을 수 있다.

(5) 근로자코호트 분석의 필요성

산업안전보건연구원에서 구축 및 운영 중인 근로자코호트에는 2003-2005년 고용보험 가입자의 1995-2017년 사이 모든 고용보험 가입 정보가 포함되어있다. 또한 국민건강보험공단의 DB가 연계되어 있어 만성신장질환 및 관련 질환을 식별하여 결과 변수로 사용할 수 있다. 이를 이용하여 고용보험 가입자의 업종 및 직종 정보에 따른 만성신장질환 규모를 분석할 수 있고, 말기신부전까지의 악화기간도 파악할 수 있다.

2) 근로자코호트의 구조 및 활용계획

(1) 근로자코호트 소개와 활용범위

근로자코호트는 산업안전보건연구원에서 ‘빅데이터를 활용한 직업성 질환 코

호트 운영'(이상길 등, 2019) 역학조사를 통하여 구축한 코호트로 2003-2005년 고용보험 가입자 및 2002-2017년 특수건강검진 수진내역이 있는 사람을 대상으로 고용정보 DB와 특수건강검진 DB, 국민건강보험 DB 등을 연계시킨 코호트이다. 이 연구에서는 만성신장질환 및 말기신부전 고 위험 근로자 집단을 파악하기 위해 2003-2005년 사이에 고용보험 가입이력이 있는 사람 8,487,557명을 연구대상으로 선정하고 국민건강보험 DB의 2006-2017년 진료 DB 및 검진 DB를 활용하여 신장질환의 발생을 추적하였다.

(2) 연구 목적

- 국내 근로자를 대상으로 업종별 만성신장질환(이하 CKD) 및 말기신부전(이하 ESRD)의 연령표준화 발생률과 유병률을 비교하여 고 위험 업종을 탐색한다.
- 업종별로 CKD 발생부터 ESRD로 이환까지의 평균 기간을 비교하여, 악화의 특성을 파악한다.
- 고 위험 업종으로 탐색된 운수업 종사자와 반도체 종사자를 대상으로 업종 세분류 및 직무에 따른 신장질환 발생 위험을 분석한다.
- 업종별 신장질환 발생위험비를 산출한다.

3) 업종별 연령표준화 발생률 비교

(1) 연구대상

국내 근로자인구에서 업종별로 만성신장질환의 발생률을 비교하기 위해, 2003-2005년 사이 고용보험 가입이력이 있는 사람 8,487,557명 중 2006-2007년 사이에 CKD나 ESRD로 진료내역이나 검진내역이 있는 사람(질환자의 판단은 아래의 CKD, ESRD 질병 변수의 조작적 정의 기준에 따름) 198,396명을 wash out 하고, 2007년 이전 사망자 45,747명과 코호트 입적일자가 오류인 2명을 제외하고 남은 8,243,412명을 대상으로 2008-2017년 10년간의 연령표준화 발생률

을 계산하였다.

(2) 추적기간

2003-2005년 중 가장 빠른 고용보험 가입일자를 코호트 입적일로 하고(단, 2003년 이전 가입자가 2003.1.1 이후까지 가입 중이면 코호트 입적일은 2003.1.1로 함), 2017.12.31까지 질환의 발생을 추적하였다. CKD가 발생한 사람은 발생일까지, 사망자는 사망일까지 추적기간을 계산하였다.

(3) 노출변수

통계청 표준산업분류의 업종대분류에 따른 발생률을 분석하고자 고용보험의 업종분류코드와 건강보험의 업종분류코드를 각각 이용하여 표준산업분류 업종대분류로 재분류하였다. 업종은 코호트 입적시점의 업종이 추적기간 내내 유지된다는 가정 하에 입적시점의 업종을 일괄적으로 적용하였다. 업종대분류는 총 21가지로 다음과 같다. 1. 농업, 임업 및 어업, 2. 광업, 3. 제조업, 4. 전기, 가스, 증기 및 수도사업, 5. 하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업, 6. 건설업, 7. 도매 및 소매업, 8. 운수업, 9. 숙박 및 음식점업, 10. 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업, 11. 금융 및 보험업, 12. 부동산업 및 임대업, 13. 전문, 과학 및 기술 서비스업, 14. 사업시설관리 및 사업지원 서비스업, 15. 공공행정, 국방 및 사회보장 행정, 16. 교육 서비스업, 17. 보건업 및 사회복지 서비스업, 18. 예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업, 19. 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업, 20. 가구 내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산, 21. 국제 및 외국기관

(4) 질병변수의 조작적 정의

국민건강보험DB를 활용하여 만성신장질환과 말기신부전 환자를 구분해 내기 위해 질병분류코드와 산정특례코드, 검진데이터 등을 이용하여 질병을 조작

적으로 정의하였다.

결과가 1회 이상인 사람 또한 만성신장질환으로 구분하였다. 단, 말기신부전은 만성신장질환과는 별도의 결과변수로 취급하기 위해 말기신부전 기준은 만성신장질환 기준에서 제외하였다.

<표 9> 말기신부전 환자 식별 기준

질환 구분	질병분류코드
만성신장병 5기	N18.5 (2011년 이후) N18.0 (2008-2010)*
말기신장병을 동반한 당뇨병	E10.22, E11.22, E12.22, E13.22, E14.22
신장이식 또는 투석 관련	T86.1 (신장이식 실패 및 거부) Y84.1 (신장투석) Z94.0 (신장이식상태) Z99.2 (신장투석기에 의존) Z49 (투석을 포함한 치료) 및 하위코드 Z49.0, Z49.1, Z49.2
산정특례코드 중 신장이식 또는 투석관련 코드	V001, V003, V005, V084

KCD-5, 6, 7에서 모두 동일하게 사용되는 질병분류코드는 검은색으로 표시함
* KCD-5(2008-2010)에 해당/ KCD-6이나 7에 아예 없는 것은 BOLD

말기신부전 환자는 투석이나 신이식의 이력이 있는 환자로, 산정특례를 받기 위해 반드시 등록되어야 하는 코드가 있으므로 비교적 정확하게 환자를 식별하는 것이 가능하다. 여기에서는 선행 연구에서 사용한 기준을 종합하여(Kim et al., 2017; Kim et al., 2019) <표 9>의 질병기준을 정의하였다. 한 번이라도 <표 9>의 질병분류코드가 주상병 또는 부상병 4개 범위에 등록된 적이 있거나, 산정특례코드가 입력된 적이 있는 환자를 말기신부전 환자로 판단하였다.

만성신장질환 환자는 원칙적으로는 N18 및 하위코드(N18.1, N18.2, N18.3, N18.4, N18.9)로 질환의 STAGE (1~4기)에 맞게 진료내역이 등록되어야 한다.

그러나 임상에서 실제 환자의 정보가 입력될 때는 신장과 관련된 다른 여러 질환명으로 입력되는 경우가 많아 건강보험공단의 진료 내역에서 만성신장질환 환자를 구분하기 위해서는 조작적 정의가 필요하다. 이에 만성신장질환의 가능성이 높은 질병분류코드를 모두 선정하여<표 10> 한 번이라도 이 코드들로 등록된 환자는 만성신장질환으로 구분하였고, 검진 DB에서 10년간 요단백이 2회 이상 양성인 사람이나 CKD-EPI 방식으로 계산한 eGFR 값이 60mL/min/1.73㎡ 미만인

<표 10> 만성신장질환 환자 식별을 위한 질병분류코드

질환 구분	질병분류코드
만성신장병 1기~4기 또는 상세불명의 만성신장병	N18 및 하위코드 (N18.1, N18.2, N18.3, N18.4, N18.9) N18 만성 콩팥(신장) 기능상실* N18.8 기타 만성 콩팥(신장)기능상실* N18.9 상세불명의 만성 콩팥(신장)기능상실*
신장합병증 동반한 1형 당뇨	E10.2 및 하위코드 (E10.20, E10.21, E10.28) E10.2 콩팥(신장) 합병증을 동반한 인슐린-의존 당뇨병*
신장합병증 동반한 2형 당뇨	E11.2 및 하위코드 (E11.20, E11.21, E11.28) E11.2 콩팥(신장) 합병증을 동반한 인슐린-비의존 당뇨병*
신장합병증 동반한 영양실조 관련 당뇨	E12.2 및 하위코드 (E12.20, E12.21, E12.28) E12.2 콩팥(신장) 합병증을 동반한 영양실조와 관련된 당뇨병*
신장합병증 동반한 기타 명시된 당뇨	E13.2 및 하위코드 (E13.20, E13.21, E13.28) E13.2 콩팥(신장) 합병증을 동반한 기타 명시된 당뇨병*
신장합병증 동반한 상세불명의 당뇨	E14.2 및 하위코드 (E14.20, E14.21, E14.28) E14.2 콩팥(신장) 합병증을 동반한 상세불명의 당뇨병*
고혈압성 신장병	I12, I12.0, I12.9
고혈압성 심장 및 신장병	I13, I13.0, I13.1, I13.2, I13.9
신장혈관성 고혈압	I15.0
기타 신장장애에 따른 이차성 고혈압	I15.1

질환 구분	질병분류코드
신장동맥, 신장정맥 관련	I70.1, I70.10, I70.11, I72.2, I82.3
신장기능장애로 인한 통풍	M10.3, M10.30, M10.31, M10.32, M10.33, M10.34, M10.35, M10.36, M10.37, M10.38, M10.39
세뇨관-간질신장염	N11, N11.8, N11.9, N12 N11.0, N11.1
역류신장병증을 동반한 방광요관역류 관련	N13.2, N13.71, N13.72
약물 및 중금속 유발 신장병증	N14 및 하위코드 (N14.0, N14.1, N14.2, N14.3, N14.4)
기타 신장병증	N15 및 하위코드 N15.0 (발칸신장병증) N15.1 (신장 및 신장주위 농양) N15.8 (기타 명시된 신세뇨관-간질질환) N15.9 (상세불명의 신세뇨관-간질질환)
신장 및 요관의 결석	N20, N20.0, N20.2, N20.9
세뇨관 기능 손상 장애 상세불명의 신장위축	N25, 26 및 하위코드
신장 기능검사의 이상결과	R94.4
사구체 질환	N01, N03-N05, N07-N08 및 하위코드
상세불명의 신부전	N19 및 하위코드
내과에서 진단한 혈뇨	내과 진단 + N02 및 하위코드 R31 및 하위코드
내과에서 진단한 단백뇨	내과 진단 + N06, R80 및 하위코드 N39.1, N39.2 D51.1
내과에서 진단한 낭성관련 신장질환	내과 진단 + N28 및 하위코드 Q61.3, Q61.4, Q61.5, Q61.8, Q61.9

KCD-5, 6, 7에서 모두 동일하게 사용되는 질병분류코드는 검은색으로 표시함
* : KCD-5(2008-2010)에 해당/ KCD-6이나 7에 아예 없는 것은 BOLD

국민건강보험 DB에서 기저질환 중 2형 당뇨 및 고혈압 환자를 구분해 내기 위해 선행연구를 고찰한 결과, 비교적 일관적으로 사용되는 기준이 있어(Kim et al., 2017, Kim et al., 2020) 이를 종합하여 조작적 정의를 하였다<표 11>.

<표 11> 2형 당뇨 및 고혈압 환자 식별 기준

질환 구분	질병분류코드
2형 당뇨	질병분류코드 E11, E12, E13, E14 및 하위코드가 주상병 및 부상병 4개에 한 번이라도 등록되었거나 한번이라도 검진DB의 공복혈당이 126mg/dL 이상
고혈압	질병분류코드 I10~I15 및 하위코드가 주상병 및 부상병 4개에 한 번이라도 등록되었거나 한 번이라도 검진DB의 수축기혈압 140mmHg 이상 또는 이완기혈압 90mmHg 이상

상기 4가지 질병의 조작적 정의는 신장내과 전문의의 자문을 거쳐 최종 확정되었다.

(5) 통계방법

발생률 산출 대상 8,243,412명을 표준인구로 각 업종별 10년(2008-2017년) 연령표준화 발생률을 산출하였다. 코호트 입적시점부터 추적 종료시점까지의 기간을 계산한 Person-year를 분모로 10년 평균 발생률을 산출하였고, 코호트 입적 시 인구수를 분모로 10년 누적 발생률을 산출하여 업종별로 비교하였다. 2006-2007년에 만성신장질환 또는 말기신부전 환자인 사람은 Wash-out 하여 2008년 이후 신환자만을 포함하였다. 코호트 입적 시 연령을 기준으로 연령대를 15-19세, 20-29세, 30-39세, 40-49세, 50-59세, 60세 이상 6단계로 층화하여 분석하였다.

4) 업종별 연령표준화 유병률 비교

(1) 연구대상

2003-2005년 사이 고용보험 가입이력이 있는 사람 8,487,557명 중 2012년과 2017년에 각각 근로자로 일하고 있는 인구의 업종별 유병률을 산출하였다. 당해 근로자여부는 2가지 기준으로 판단하였는데, 첫 번째 기준은 당해에 고용보험에 가입 중인 사람을 근로자로 보았고, 두 번째 기준은 당해에 국민건강보험 가입 자격이 직장가입자인 사람을 근로자로 판단하였다. 고용보험 기준으로 근로자를 선별했을 때는 2012년과 2017년에 각각 5,307,299명(전체코호트의 62.5%), 4,287,721명(50.5%)이었으며, 건강보험 가입 자격을 기준으로 선별했을 때는 2012년과 2017년에 각각 4,897,828명(전체코호트의 57.7%), 4,767,769명(56.2%)이었다.

(2) 노출변수

연령표준화 발생률과 동일하게 고용보험, 건강보험 2가지 업종 정보를 각각 이용하여 통계청 표준산업분류의 업종대분류에 따라 연령표준화 유병률을 산출하였다.

(3) 질환의 조작적 정의

연령표준화 발생률에서 사용한 질병기준과 동일한 기준을 사용하여 해당연도에 진료 및 검진 이력이 있는 사람을 유병자로 정의하되, 검진 데이터상 단백뇨의 발생이 10년 동안 2회 이상일 경우 발생자로 인정한 기준과는 달리, 해당 연도 검진에서 단백뇨가 양성인 사람은 유병자로 정의하였다.

(4) 통계방법

2012년과 2017년 각 해의 업종별 연령표준화 유병률을 산출하였다. 해당연도의 근로자 인구를 분모로 계산하였고, 전체근로자 인구를 표준인구로 하였다.

또한 해당연도 비근로자의 유병률도 함께 산출하여 근로자 인구의 유병률과 비교하였다.

5) 근로자 인구에서 말기신부전까지 악화기간 분석

(1) 연구대상 및 악화기간 파악을 위한 CKD 기준 확장

코호트의 연령표준화 발생률 분석대상 8,243,412명 중 2008-2017년 사이에 ESRD가 발생한 환자 21,101명을 대상으로 첫 CKD 발생 시점부터 ESRD 발생 시점까지의 기간을 계산하여 이를 악화기간으로 보고 업종별로 비교하였다.

임상에서는 CKD 환자를 계속 고혈압이나 당뇨 등 다른 기저질환의 질병분류코드로 입력하다가 투석 단계에 이르러서야 ESRD 관련 코드를 기입하는 경우가 있다. 이 연구에서도, 발생률 및 유병률 산출을 위해 사용한 CKD와 ESRD 기준을 그대로 적용했을 때에는, ESRD 환자 21,101명 중 4,441명(21%)이 CKD 이력이 없었다. 이에 이미 ESRD까지 발생한 환자들의 CKD 발생 시점을 더 정확히 판단하기 위해서 확장된 CKD 질병 기준을 적용할 필요가 있었다. 기존의 발생자를 판단한 CKD 기준<표 10>에 고혈압, 당뇨, 상염색체우성다낭성신종(Q61.2)을 추가하여 확장된 CKD 기준으로 만들고 확장된 기준의 CKD 발생 시점부터 ESRD 발생시점까지의 기간을 계산하였다. 임상에서는 신손상의 증거 없이도 고혈압, 당뇨를 만성신장질환 1기로 판단하며, 상염색체우성다낭성신종은 ESRD의 원인질환 중 4위에 해당하기 때문에 이미 ESRD가 발생한 환자를 대상으로 CKD 시작점을 정확히 판단하기 위해 이런 기준을 포함하는 것은 타당하다.

10년간 ESRD 누적 발생자 21,101명 중 CKD 이력이 있는 사람은 20,400명이었으며, 701명은 확장된 CKD 기준을 적용해도 여전히 CKD 발생이력 없이 바로 ESRD 발생기록만 있었다. 이 중 악화기간(ESRD 발생일 - CKD 발생일)이 1일 이상인 대상자는 19,151명으로 이 사람들을 대상으로 성별, 연령대, 업종, 기저질환(2형 당뇨)으로 층화하여 악화기간을 비교하였다.

(2) 노출변수

전체 근로자에서 CKD발생부터 ESRD 발생까지의 악화기간이 보고된 선행 연구가 전혀 없기 때문에, 근로자 인구에서 인구사회학적 특성에 따른 악화기간을 보고하는 것이 중요하다고 판단하였다. 이에 성별, 연령대, 기저질환(당뇨 유무)으로 층화하여 악화기간을 산출하였으며, 남성 ESRD 환자(14,846명)에 대해서는 연령대 및 업종별로 나누어 악화기간을 비교하였다. 여성 ESRD 환자(4,305명)는 연령대 및 업종별로 나누면 제조업 등 몇 개 업종을 제외하고는 환자 수가 너무 적어 업종별로는 분석하지 않았다.

(3) 통계방법

전체 ESRD 발생자를 대상으로 히스토그램을 그려 악화기간의 분포를 먼저 파악하고, 층화된 변수에 따라 카플란 마이어 생존곡선을 그려서 각 조건에 따른 평균 악화기간을 비교하였다. 통계적 유의성은 Log-rank test로 검증하였다.

6) 운수업 종사자의 신장질환 발생 위험 분석

(1) 연구대상

발생률 및 유병률 분석 결과 고 위험 집단으로 선정된 여러 업종 중 운수업을 선정하여 세 분류에 따라 발생 위험을 분석하였다. 코호트 중 운수업 종사자는 424,466명으로, 남성이 367,905명, 여성이 56,561명이다. 운수업 종사자는 1차 세 분류로 육상, 수상, 항공, 기타로 나뉘며 업종코드 5자리까지 반영한 2차 세 분류로 47개 업종으로 나뉜다. 육상 세 분류 15개, 수상 세 분류 8개, 항공 세 분류 2개이며, 그 외는 창고업이나 운송관련 서비스업인 기타에 속한다.

여성 운수업 종사자 중 약 40%는 기타에 속하며 세 분류로 나누었을 때 종사자 수가 매우 적어 남성 운수업 종사자에 대해서만 신장질환 발생위험을 분석하였다. 남성 종사자 중 258,144명(70.2%)은 육상 운송업에, 12,651명(3.4%)은 수상 운송업, 6,749명(1.8%)은 항공 운송업, 90,361명(24.6%)은 기타 운송업에

종사하였다.

(2) 노출변수

운수업 세 분류는 고용보험 업종코드만을 이용하여 분류하였다.

육상 세 분류는 다음의 15개 업종으로 나뉜다. 철도여객 운송업, 도시철도 운송업, 시내버스 운송업, 기타도시정기육상여객 운송업, 시외버스 운송업, 택시 운송업, 전세버스 운송업, 특수여객자동차 운송업, 기타부정기여객육상 운송업, 일반 화물자동차 운송업, 용달 화물자동차 운송업, 개별 화물자동차 운송업, 기타 도로화물 운송업, 택배업, 늘찬 배달업.

수상 세 분류는 다음의 8개 업종으로 나뉜다. 외항여객 운송업, 외항화물 운송업, 내항여객 운송업, 내항화물 운송업, 기타 해상 운송업, 내륙수상여객 및 화물운송업, 항만 내 여객운송업, 기타내륙 수상운송업.

항공 세 분류는 항공여객 운송업과 항공화물 운송업 2개 업종으로 나뉘며 이중 98%가 항공여객 운송업에 종사한다.

(3) 통계방법

운수업 세 분류에 따른 CKD, ESRD의 2008-2017년 10년 연령표준화 발생률을 산출하고, 같은 기간 DM과 HTN의 10년 연령표준화 유병률을 산출하여 비교하였다.

7) 반도체 종사자의 신장질환 발생 위험 분석

(1) 반도체코호트 소개

반도체 코호트는 산업안전보건연구원에서 ‘반도체 제조공정 근로자에 대한 건강실태 역학적 연구’(김은아 등, 2019) 역학조사를 통하여 구축한 코호트로 입수할 수 있는 가장 과거의 자료인 1995년부터의 고용보험 등록 자료와 1998

년부터의 인사자료를 이용하여 구축하였다.

수집된 인사자료는 발령일 기준으로 정리되어 있었으며, 한 사람이 여러 사업체에 근무한 경우도 있어, 주민등록번호를 기준으로 하나의 자료로 통합하였다. 입사일은 가장 최초의 입사일로, 퇴사일은 가장 마지막 퇴사일로 하였으며, 회사명은 최장 근무 회사를 기준으로 하였다. 공정과 직무 분류는 각 회사에서 제출한 근무력을 기준으로 구분하였다.

대조군으로 앞서 분석한 근로자코호트의 정보를 사용하였기 때문에 반도체 코호트도 근로자코호트와 동일한 기간의 대상자를 선별하여 분석하였다. 2005.12.31. 이전에 입사한 반도체 근로자 137,400명을 대상(전체 반도체 코호트의 68.3%)으로 근로자코호트와 마찬가지로 2008-2017년 10년간 신장질환의 신규 발생자를 추적하였고, 이 기간 동안 2형 당뇨와 고혈압 유병자의 연령표준화 유병률을 산출하여 전체 근로자 및 제조업 근로자와 비교하였다.

2019년 반도체 역학조사에서 구축한 코호트는 원래 1998-2016년까지 입사자를 대상으로(98년 이전 입사자는 98년 기준으로 코호트에 입적) 퇴사 이후에도 질병 및 사망의 추적을 지속한 dynamic 코호트이다. 그러나 90년대 이전, 90년대, 2000년대, 2010년 이후 등 시기별로 반도체 공장의 유해물질 노출 수준은 크게 차이가 나기 때문에 근로자의 입사시기에 따라 층화하여 분석할 필요가 있었고, 2005년을 기준으로 대상자를 구분하면 다음의 세 가지 장점이 있었기 때문에 2005.12.31. 이전 입사자만을 분석 대상으로 하였다. 첫째, 위험이 적을 것으로 추정되는 최근 입사자를 제외하고 상대적으로 위험요인 노출 수준이 높은 2005년 이전 입사자의 노출에 대해 평가할 수 있고, 둘째, 만성신장질환 및 말기신부전 발생을 위한 충분한 추적기간을 확보할 수 있으며, 셋째, 대조군으로 사용한 근로자코호트의 전제근로자 및 제조업근로자와 동일한 기간을 추적함으로써 비교성을 높일 수 있었다.

(2) 연구대상

2005.12.31. 이전 입사한 반도체 근로자 137,400명 중 건강보험공단의 ID가 결측인 374명과 2007년 이전 사망자 403명을 제외하고, 2006-2007년 사이에 CKD나 ESRD로 진료내역이나 검진내역이 있는 사람 1,943명을 wash out 하고, 남은 134,680명을 대상으로 2008-2017년 10년간의 신장질환 신규 발생을 추적하였다. 그러나 분석결과, 남성은 약 98%가 코호트 입적시점에 20-49세에 분포하였고, 여성은 99.4%가 15-39세에 분포하는 연령 구조를 가지고 있어, 근로자코호트 전체인구를 표준인구로 비교 시 고연령 층에서 통계값의 안정성이 떨어졌다. 때문에 남성은 50세 미만, 여성은 40세 미만 근로자로 분석 대상을 제한하여, 같은 연령대의 근로자코호트 전체 근로자를 표준인구로 연령표준화 발생률을 계산하였다. 최종 분석 대상은 133,297명(남성 56,816명, 여성 76,481명)이었다.

(3) 추적기간

2003.1.1. 이전 입사자는 2003.1.1.을 코호트 입적일로 하고, 2003.1.1.-2005.12.31. 사이 입사자는 입사일을 코호트 입적일로 하여 2017.12.31까지 질환의 발생을 추적하였다. CKD가 발생한 사람은 발생일까지, 사망자는 사망일까지 추적기간을 계산하였다.

(4) 연구 목적

- 반도체 근로자를 대상으로 직무별 만성신장질환(이하 CKD) 및 말기신부전(이하 ESRD)의 연령표준화 발생률을 산출하여 전체근로자 및 제조업에 비해 질환의 위험이 높은지 파악한다. 같은 기간 2형 당뇨와 고혈압의 연령표준화 유병률을 파악한다.
- 반도체 근로자의 CKD 발생부터 ESRD로 이환까지의 평균 기간을 성별 및 연령대에 따라 비교하여, 악화의 특성을 파악한다.

(5) 노출변수

2019년 반도체 역학조사에서 구분한 것과 동일하게 연구 대상의 직무를 구분하여 노출변수로 사용하였다. 직무구분은 5단계로 실시하였는데, 1단계는 반도체와 비반도체 직군을 구분하였다. 2단계로는 반도체 직군에 대하여 사무실에 주로 근무하는 사무직, 비사무직으로 구분하고, 3단계로 비사무직은 생산직, 연구직, 기타로 구분하였다. 4단계로 생산직의 경우 FAB과 ASSEMBLY를 구분하였으며 5단계로 생산직의 경우 1. 오퍼레이터, 2. 장비(설비)엔지니어, 3. 공정엔지니어, 4. 관리직, 5. 유틸리티, 6. 기타 등으로 구분하였다.

직무구분 1단계 비반도체의 경우 각 사마다 다소 차이가 있었으나 대체로 다음과 같았다. 입사 후 1개월 이내 사내 교육을 받는 입직교육생 신분에서 퇴사한 자, 소속부서 혹은 팀명에서 반도체와 관련 없는 단어가 검색된 경우, LCD, 통신, 가전 등의 공정명이 검색되거나 해외파견자, 경영지원 파트를 비반도체로 분류하였다. 그 외, 공장명과 해외근무 부서, 영업, 기획, 조달, 총무, 품질보증 등이 검색되면 비반도체로 분류하였다.

직무분류는 2008년 역학조사와 동일하게, 근무한 경험이 있는 경우로 분류하였다. 이는 근무기간 전체에 대한 직무자료가 없어 최근 직무가 주로 반영되어 있으므로, 최장, 최근, 첫 근무 직무로 분류할 경우 결측치가 너무 많아 분류오류 가능성이 크다고 생각했기 때문이다.

각 단계별로 여러 카테고리에 중복되어 해당하는 경우에는 다음과 같은 우선순위를 적용하여 구분하였다. 1단계에서 반도체와 비반도체 모두에서 근무한 경우에는 반도체 근로자로, 2단계에서 비사무직과 사무직 모두에서 근무한 경우에는 비사무직 근로자로, 3단계에서 생산직에 근무한 사람이 연구직이나 기타에서도 근무한 경우에는 생산직 근로자로 구분하였다. 4단계에서 FAB과 ASSEMBLY 모두에서 근무한 경우에는 FAB 우선으로 구분하였다. 5단계에서 오퍼레이터, 장비엔지니어, 공정엔지니어 중 두 직무 이상 근무한 경우 앞의 직무를 우선으로 구분하였다. 중복된 직무를 갖는 경우, 직무의 특성이 희석될 가

능성으로 인해 위험의 과소/과대평가의 가능성이 있는데, 반도체 코호트에서 이러한 중복 직무분류는 1% 내외로 낮은 비율이었다.

한편, FAB과 ASSEMBLY를 구분 할 수 없는 경우도 있었고, 공정엔지니어 중 일부는 생산직이 아닌 것으로 분류하는 사업장도 있었다.

인사자료는 주민등록번호가 없거나 오류인 경우, 입사일이 없는 경우, 퇴직자이지만 퇴사일이나 다른 발령일이 없는 경우는 대상에서 제외하였다(그림 8).

분류 단계	직무	정의
1	반도체	- 반도체 사업장 전현직 근로자 중 아래의 비반도체에 정의에 해당하지 않는 코호트 구성원 - 반도체와 비반도체 모두에서 근로한 경우 반도체로 분류
	비반도체	- 입사 후 1개월 이내 사내 교육을 받는 입직교육생 신분에서 퇴사한 경우 - 소속부서 혹은 팀명에서 반도체와 관련 없는 단어(LCD, 통신, 가전 등)가 검색된 경우 - 공장에 근무하지 않는 본사직원, 해외파견자, 경영지원 파트
2	비사무직	- 반도체 근로자 중 아래의 사무직 정의에 해당하지 않는 근로자 - 비사무직과 사무직 모두에서 근로한 경우 비사무직으로 분류
	사무직	- 기획, 총무, 홍보, 법무, 영업, 교육 등 생산설비에 출입하지 않는 경우
3	생산직	- 비사무직 중 제품 생산 업무 직군
	연구직	- 연구소 소속 인원 또는 공정 및 제품기술 등의 연구직
	기타	- 생산직과 연구직을 제외한 소방 등 지원 부서
4	FAB	- 생산직 근로자 중 FAB에서 근로한 경우 - FAB과 ASSEMBLY 모두에서 근로한 경우 FAB으로 분류
	ASSEMBLY	- 생산직 근로자 중 ASSEMBLY에서 근로한 경우
5	오퍼레이터	- 생산직 중 오퍼레이터로 근로한 경우 - 오퍼레이터 근로자는 장비엔지니어나 공정엔지니어로 근로한 이력이 있어도 오퍼레이터로 분류
	장비엔지니어	- 생산직 중 장비엔지니어로 근로한 경우 - 장비엔지니어 근로자는 공정엔지니어로 근로한 이력이 있어도 장비엔지니어로 분류
	공정엔지니어	- 생산직 중 공정엔지니어로 근로한 경우
	관리자	- 임원, 리더, 팀장 등의 관리자
	유틸리티	- 전기, 배관, 시설 등의 업무를 수행한 경우
	기타와 분류불가	- 의사, 간호사, 예비군 업무 수행, 물류 등 상기 직무 분류에 해당하지 않는 경우

[그림 8] 반도체 근로자의 직무 구분

(6) 통계방법

가) 연령표준화 발생률 산출

근로자코호트의 전체근로자 중 코호트 입적시점 연령이 남성은 50세 미만, 여성은 40세 미만인 사람을 표준인구로 반도체 각 직종별 10년(2008-2017년)간 CKD와 ESRD의 연령표준화 발생률을 산출하였다. 코호트 입적시점부터 추적 종료시점까지의 기간을 계산한 Person-year를 분모로 10년 평균 발생률을 산출하였고, 코호트 입적시 인구 수를 분모로 10년 누적 발생률을 산출하여 업종별로 비교하였다. 2006-2007년에 만성신장질환 또는 말기신부전 환자인 사람은 Wash-out 하여 2008년 이후 신환자만을 포함하였다. 코호트 입적시 연령을 기준으로 연령대를 15-29세, 30-39세, 40-49세(남성만)로 층화하여 분석하였다.

CKD와 ESRD 발생을 추적하는 기간 동안 기저질환 유병자의 규모를 파악하기 위해 DM과 HTN의 연령표준화 유병률을 직종별로 산출하여 비교하였다.

나) 반도체 근로자에서 말기신부전까지 악화기간 분석

모든 연령대가 포함된 반도체 분석 대상자 134,680명 중 2008-2017년 사이에 ESRD가 발생한 환자 145명을 대상으로 첫 CKD 발생 시점부터 ESRD 발생시점까지의 기간을 계산하여 이를 악화기간으로 보고 남녀 및 연령대로 층화하여 비교하였다. 직무별로 층화했을 때는 각 층에 들어가는 환자 수가 너무 적어 값을 제시하지 않았다.

반도체 ESRD 환자 중 확장된 기준으로도 CKD 발생이력이 없는 사람은 15명이었고, 악화기간(ESRD 발생일 - CKD 발생일)이 1일 이상인 대상자는 110명으로 이 사람들을 대상으로 성별, 연령대로 층화하여 악화기간을 비교하였다.

전체 ESRD 발생자를 대상으로 히스토그램을 그려 악화기간의 분포를 먼저 파악하고, 층화된 변수에 따라 카플란 마이어 생존곡선을 그려서 각 조건에 따른 평균 악화기간을 비교하였다. 통계적 유의성은 Log-rank test로 검증하였다.

8) 신장질환 발생위험비 분석

(1) 노출변수 및 통계방법

기술 분석 및 문헌고찰 결과 비직업적 요인 중 신장질환의 위험요인으로 보고된 성별, 연령, 기저질환, 흡연, 음주, 운동, 소득과 직업적 요인 중 업종대분류, 운수업 세 분류에 따라 단변량 분석으로 먼저 CKD와 ESRD의 발생위험비(RR, Relative Risk)를 구하고 일부 구분에 대해 2형 당뇨와 고혈압 유병여부를 보정하여 보정된 발생위험비(adjusted RR)를 산출하였다.

연령대는 6개 구간 (15-19세, 20대, 30대, 40대, 50대, 60세 이상)으로 나누어 발생위험비를 분석했을 때 30세 미만의 두 군/ 30, 40대/ 50세 이상의 위험비 경향이 비슷하여 최종적으로 15-29세, 30-49세, 50세 이상으로 층화하여 분석하였다.

기저질환은 CKD 발생위험비 분석 시에는 2008-2017년 10년간 고혈압 또는 2형 당뇨 유병 기록이 있는 사람을 각각 고혈압, 당뇨 유병자로 구분하여 비유병자 대비 CKD 발생위험을 단변량으로 분석하여 명확한 차이가 있음을 확인하고, 추후 업종에 따른 CKD 발생위험비 산출시 보정하는 변수로 사용하였다. ESRD 발생위험비 분석 시에는 기저질환을 'CKD 발생보다 먼저 해당 질환 발생 기록이 있는 경우' 기저질환 OOO로 분류하고, 기저질환 고혈압, 기저질환 2형 당뇨, 기저질환 사구체신염에 따른 ESRD 발생위험비를 산출하였다.

흡연은 2008-2017년 10년간 검진기록 중 한 번이라도 흡연을 보고한 경우(현재흡연, 과거흡연 모두 포함) 흡연자로 구분하였고, 음주는 10년 검진기록 중 한 번이라도 주 1회 이상 음주 응답이 있는 경우 음주자로 구분하였다. 운동은 10년 검진기록 중 한 번 이상 '주 2회 이상 고강도 운동 수행'시 고강도 운동자로 구분하고, 고강도 운동자가 아닌 사람 중 한 번 이상 '주 2회 이상 중등도 운동 수행'시 중등도 운동자로 구분하고, 그 외에는 비운동자로 구분하였다.

소득은 업종에 따라 건강보험 가입 이력이 들쑥날쑥 할 수 있고, 이직이 잦은 업종의 경우 연도별로 제공되는 건강보험료 상 소득분위 정보가 불안정할

수 있음을 고려하여 평균값 대신 코호트 입적시점부터 5년간 소득 중 가장 높은 값을 기준으로 분류하였다. 가장 높은 값이 20분위 중 0-5분위에 속하는 경우 저소득으로 분류하고, 16-20분위에 속하는 경우 고소득으로 분류하였다. 건강보험공단 자료를 이용하여 질환 분석 시, 일반적으로 소득 중간 분위에서 질병의 발생 또는 의료이용률이 가장 낮고, 저소득과 고소득에서 높게 나타나는 쌍봉구조를 보이는 질환이 많기 때문에 11-15분위에 속하는 중상그룹을 Reference 그룹으로 선택하여 저소득과 고소득에서 신장질환의 발생위험비를 비교하였다.

업종대분류는 연령표준화 발생률 및 유병률을 계산한 19개 업종을 그대로 적용하여 연령대별로 층화하여 업종에 따른 CKD, ESRD 각각의 발생위험비를 계산하되, 여성근로자는 업종대분류와 연령대에 따라 층화 시 한 층에 들어가는 ESRD 발생자 수가 너무 적어 업종별 ESRD 발생위험비는 제시하지 않았다.

운수업은 남성근로자만을 대상으로 기술 분석에서 고위험군으로 식별된 세분류 업종 중 12개를 선정하여 2형 당뇨과 고혈압 유병자를 보정한 CKD 발생위험비를 산출하였으며, ESRD 발생위험비는 분석시 대부분의 운수업 세 분류에서 한 층에 들어가는 발생자 수가 너무 적어 결과 값을 제시하지 않았다.

6. 검토 및 활용한 자료 요약

이 연구에서 검토하고 활용한 자료를 <표 12>와 <표 13>에 요약하였다. <표 12>는 이 연구에서 해당 자료를 분석하여 분석 결과를 제시한 자료원의 목록이며, <표 13>은 활용 가능성을 검토하여 후속 연구 수행 시 활용 방안을 제시한 자료원의 목록이다.

<표 12> 이 연구에서 분석한 자료 목록

번호	자료원 명	자료출처 (보유기관)	직업적 노출정보 (유해인자/직종/업종)	환자군(질병) 정의 방법	연구방법	분석결과	후속 연구 활용가능성
1	근로자코호트	산업안전보건 연구원	고용보험 업종 건강보험 업종	국민건강보험 공단의 진료 DB와 검진 DB 이용하여 만성신장질환과 말기신부전 정의	발생률, 유병률, 악화기간, 발생위험비 산출	5개 업종에서 위험비 지표가 높게 나타났음 만성신장질환 시작부터 말기신부전까지 평균 악화기간은 5.1년으로 저 연령에서 더 빨리 악화됨 운수업 세분류 중 육상 운수업 다수에서 신장질환 위험이 높았음	악화 변수 (주요 심혈관계질환, 사망 등)를 확장하여 만성질환 발생 및 악화 모형을 만들고 근로자 집단에서 만성질환 위험 검증
2	반도체코호트	산업안전보건 연구원	반도체 사업장 인사자료를 이용한 직무구분	상동	발생률, 악화기간 산출	반도체 근로자에서 신장질환 및 기저질환의 발생 위험은 증가하지 않음 사무직 및 매니저 직군에서 일부 위험비 상승	
3	한국인유전체 역학조사 (KoGES)	질병관리청 국립보건 연구원	10개 직업분류 화학약품(페인트, 산, 플라스틱, 중금속, 기타), 먼지(광산, 채석장, 철강공장, 유리공장, 도자기공장, 면화공장, 기타), 교대근무 노출여부 수면장애 여부 과거 질병력(고혈압, 당뇨, 알레르기 질환 등 16개 질환 조사)	CKD-EPI로 추정한 eGFR이 60mL/min/1.73㎡ 미만인 경우 만성 신장질환으로 정의	집단중심 추세모형 방법론 적용 성향점수 매칭(PSM)과 생존분석 (콕스 비례 위험모형을 사용하여 HR 산출)	집단중심 추세모형에서는 적절한 군 분류가 어려워 위험요인에 대한 분석이 어려웠음 생존모형 분석에서는 통계적으로 유의하지는 않았지만 1:4 매칭 후 교대근무의 만성신장질환 위험비가 1.29 (95%CI 0.79-2.11)로 높았음. 특히 여성만을 대상으로 했을 때는 점추정치가 2.31	

<표 12> 이 연구에서 분석한 자료 목록(계속)

번호	자료원 명	자료출처 (보유기관)	직업적 노출정보 (유해인자/직종/업종)	환자군(질병) 정의 방법	연구방법	분석결과	후속 연구 활용가능성
4	서울성모병원 원내 데이터베이스 (CDW)	가톨릭대학교 (가톨릭중앙 의료원)	고온/저온 노출 (기상청 기온자료와 CDW 연계)	CKD-EPI로 추정한 eGFR이 60mL/min/1.73㎡ 미만인 경우 만성 신장질환으로 정의	기온과 eGFR의 선형회귀분석 일반화가법 모형(GAM) 분석	선형회귀분석 결과 기온상승과 eGFR 감소의 연관성이 확인되었으나 GAM 분석을 통한 비선형적 관계에서는 고온 구간에 대한 기온과 신기능의 일관된 연관성을 확인할 수 없었음. 저온구간에서는 기온의 하강과 신기능 감소가 연관성이 있었음	기온의 지연영향 효과를 고려한 분석과 환자 개인 내 상관관계를 개별적으로 고려한 mixed effect model 분석을 통한 연관성 확인
5	산업재해 보상보험 신청사례	근로복지공단		2015-2019년 사이 주상병이 질병분류 코드 N00-N99로 신청된 산재보상 신청사례 (전체 77건)	만성과 급성으로 나누어 업무상 질병 인정률 등 지표 분석	만성신장질환의 업무상 질병 인정률은 전체 36건 중 3건(8.3%)으로 매우 낮았음 급성신장질환은 기존에 알려진 고열, 비소중독, 탈수와 관련되어 인정된 사례가 많았으며 업무상질병 인정률도 58.3%로 높음	

<표 13> 이 연구에서 활용가능성을 검토한 자료 목록

번호	자료원 명	자료출처 (보유기관)	직업적 노출정보 (유해인자/직종/업종)	환자군(질병) 정의 방법	활용 방안	후속 연구 활용가능성 (자료획득 가능성)
1	한국인 성인 만성신장질환 코호트 (KNOW-CKD)	질병관리청 (연구책임: 서울대학교 병원)	근로유무 표준화 되지 않은 직업분류 (경영, 사무직/생산, 제조, 기술/서비스, 유통, 금융 등 14개 분류)	성인만성신장질환(KNOW-CKD): stage 1,2의 비율이 30%로 외국 코호트에 비해 초기 환자의 비율이 높음 소아만성신장질환 (KNOW-Ped CKD), 이식 후 만성신장질환 (KNOW-KT)	1년에 한 번씩 이루어지는 기본 추적 관찰 시점에 과거 직업적 노출력 및 현재 노동 조건을 추가 수집하여 다른 생체지표의 변화와 함께 추적 관찰 할 수 있음	기존의 설문 문항이 방대하여 직업력 추가 설문 실시가 어려워 직업건강연구에서는 활용 가능성이 떨어짐
2	진폐정밀진단 수검자 자료	근로복지공단	사업장명 입사일/퇴직일/기간 직종/분진명	'N18 만성신장병'이 외래 및 입원 상병으로 두 번 이상 등록된 사례를 활용하여 정의	직업력 및 신장질환 관련 위험인자 노출에 대한 데이터 구축이 미진한 국내 실정에서 진폐정밀진단 수검자료는 실리카 복합노출에 대한 비교적 정돈된 정보를 제공함 분진노출 근로자의 노출력에 대한 정보를 활용하고 건강보험공단의 자료와 연계하면 일반인구, 또는 다른 근로집단 대비 진폐 근로자의 분진 노출 및 실리카 노출에 따른 만성신장 질환 발생위험도 산출 가능	진폐수검자 자료와 국민건강보험공단 자료 연계 시 분석 가능

<표 13> 이 연구에서 활용가능성을 검토한 자료 목록(계속)

번호	자료원 명	자료출처 (보유기관)	직업적 노출정보 (유해인자/직종/업종)	환자군(질병) 정의 방법	활용 방안	후속 연구 활용가능성 (자료획득 가능성)
3	국민건강보험 공단 자료	국민건강보험 공단	표본DB 기준 근무구분코드, 주업종코드, 주업종 근무기간, 주업종 사업장규모, 주업종 사업장 수, 부업종 코드, 부업종 근무 기간, 부업종 사업장규모, 부업종 사업자 수	진료 DB 및 검진 DB를 활용하여 급성 및 만성신장질환, 말기신부전 등 정의 가능	기상청 기온자료 매칭 시 기온에 따른 만성신장 및 말기신부전 발생 위험 확인 가능 기존 연구에서 국민건강보험 DB를 이용한 표준화된 상병 정의가 없고, 악화 판단이 어려우며, 직업적 노출 정보에는 한계가 있음.	국민건강보험DB 내의 사업장 정보를 활용하여 제한적인 연구는 가능, 기상청 기온자료 및 그 외 노출력을 가진 코호트와 연계하면 노출력에 따른 신장질환의 위험 추적 가능
4	삼성검진 코호트	강북삼성병원	근무시간, 교대근무여부, 직무스트레스, 우울, 수면에 대해 구조화되고 표준화된 정보 수집	건강검진에서 기본적으로 조사되는 신장기능 및 영상의학적 소견	주로 삼성그룹계열사 직원과 강북삼성병원 인근 회사의 검진자들을 대상으로 구성되어 분석 후 일반화에 한계점으로 작용할 수 있으나, 소득 등 사회경제적 수준을 통제할 수 있다는 점은 장점으로 작용 가능	원내 연구진이 참여 시 코호트 활용이 가능함

7. 직업성 신장질환 위험요인 관리를 위한 방안

관련 논문 및 국내외 공공기관 보고서에 대한 문헌고찰을 수행하고, 만성신장질환 유병 근로자의 직업성 신장질환 위험 요인 관리의 중요성과 취지 및 기대효과에 대한 이론적 근거를 확보하였다. 이를 바탕으로, 이론적 기반 및 과학적 근거에 기반한 만성신장질환자 유병 근로자의 관리 방안을 제시하고 현장 적용시의 부작용 및 현행 제도와의 마찰점 및 해결 방안 등에 대하여 모색하였다. 또한, 신장내과 전문의 자문을 통하여, 의학적인 근거와 사회적 안전망으로서의 역할을 동시에 수행할 수 있도록 의견을 수렴하였다.

III. 연구결과

1. 만성신장질환 직업적 위험요인 환자-대조군 연구 설계

1) 한국형 성인 만성신장질환 코호트 (KNOW-CKD) 활용방안 검토결과

(1)KNOW-CKD 데이터 조사항목

KNOW-CKD는 관찰시작기준점에서 인구통계학적 정보, 흡연, 음주, 약물력 및 상세한 개인병력, 가족병력이 수집되었고 삶의 질, 경제적 상태, 교육수준, 신체활동, 건강행동, 건강관리 시설 활용에 관한 설문이 수집되었다(기준점, 관찰 5년째 재작성). 키, 체중, 허리-엉덩이 비율, 휴식혈압이 측정되었으며, 연구등록 후 프로토콜에 따라 실험실측정항목(laboratory test), 심장평가, 영상평가를 수행하였다. DNA, 혈청 및 소변샘플은 관찰시작 기준점에서 측정한 후 표준화된 프로토콜에 따라 정기적으로 수집되었다. KNOW-CKD의 추적스케줄은 다음 [그림 9]과 같다.

Table 1. Sequence and schedule of KNOW-CKD Study clinic visits and procedures

Parameters	Screen	Baseline	6 mon	1 yr	2 yr	3 yr	4 yr	5 yr	6 yr	7 yr	8 yr	9 yr	10 yr
Informed consent	●												
Demographic information	●												
Medical history	●												
Eligibility confirmation	●												
Recent events			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Medications		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Health related questionnaire		●						●					
HRQOL questionnaire		●						●					
BP		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Anthropometric measures		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
CBC, chemistry		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
IDMS-traceable Cr, eGFR		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Cystatin C		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
HbA1c (diabetic subjects)		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Lipid panel, CRP, iron panel		●		●		●		●		●		●	
Intact PTH, 25(OH)D, 1,25(OH)D, troponin T		●		●		●		●		●		●	●
UA with microscopy		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
24HU – Ca/P/Cr/Urea/Uric acid/protein		●				●		●		●		●	
ECG, chest X-ray		●			●		●		●		●		●
Spot urine e', albumin, protein, osmolality, Cr		●		●		●		●		●		●	
EchoCG, PWV, ABI, Coronary CT, LS spine lateral X-ray, DEXA BMD		●					●				●		
Biosamples for DNA		●											
Plasma/urine biosample		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Fundus exam (DNsubgroup)		●											
Abdomen CT (PKD subgroup)		●			●		●		●		●		●
Family screen (PKD subgroup)		●											

[그림 9] KNOW CKD의 데이터 조사 스케줄

가) 설문조사 항목

한글판 신장병 삶의 질 단축 (KDQOL-SF) 도구를 통해 삶의 질을 평가하였고, 사회 경제적 상태, 학력, 신체 활동, 건강 행동 및 건강관리 시설활용정도를 묻는 설문지를 제작하였다.

인구통계학적 데이터, 실험실 테스트 및 임상 결과를 포함한 모든 데이터는 서울 대학교 데이터 관리 부서에서 개발한 전자 사례보고양식(eCRF, http://www.phactax.org)으로 기록되었다.

나) 생체시료 분석

생체시료는 모두 바이오 뱅크에 등록되며, 중앙실험실에서 분석이 이루어진다. 혈액시료로부터는 DNA, 혈청 크레아티닌, cystatin C, intact parathyroid hormone (iPTH), 25-hydroxyvitamine D3 (25D), 1,25-dihydroxyvitamin D3 (1,25D), 그리고 troponin T가 측정된다. 소변시료로부터는 미세알부민, 단백질, 칼슘 (Ca), 인 (P), 우레아, 요산, 전해질 및 삼투압(osmolality)이 측정된다.

다) 신장관련 사건

신장관련 사건은 eGFR이 기준점으로부터 50% 초과 감소하거나, 혈청 크레아티닌이 두 배가 되거나, 투석 혹은 이식이 필요한 ESRD로 정의된다. eGFR은 MDRD공식을 기반으로 추정되었으나 Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration (CKD-EPI) 크레아티닌 방정식이나 CKD-EPI creatinine-cystatin C 방정식도 eGFR계산에 사용되었다.

라) 심혈관계지표

방문 시 대상 환자는 심근경색, 관상동맥 혈관 재관류, 뇌졸중 및 울혈성 심부전의 발생 및 악화를 포함해 심혈관계 증상에 대해 질문을 받고 평가받게 된다. 발목상완지수(ankle brachial pressure index, ABI), 맥파 속도(pulse wave

velocity, PWV) 및 심초음파 검사를 통해 심혈관계 지수가 평가된다. 각 센터에서는 관상동맥 칼슘 점수(coronary calcium score, CCS)를 평가 하였다. 이 점수는 electron-beam CT스캐너 혹은 다중 CT를 통해 관찰된 관상 동맥 석회화 정도에 기초하여 Agatston score를 통해 계산된다.

마) 기타 조사

고혈압은 측정혈압이 140/90mmHg 이상이거나 항고혈압제를 복용하는 것으로 정의되었다. 사망 원인은 심장원인, 비심장원인, 그리고 미상으로 분류된다. 모든 주요 결과는 독립된 평가위원회에 의해 판단된다. 추적이 소실된 대상자에 대해서는 국민건강보험 시스템과 통계청의 도움을 받아 이러한 유형의 정보를 추적한다. 모든 원인으로 인한 입원, 수술 및 골절과 같은 다른 사건도 추적 기간 동안 함께 수집된다.

(2) 출판 결과물

가) 연례보고서

만성 신장코호트(KNOW-KIDNEY)의 결과물로서 매년 1회 연례보고서가 출판되고 있으며, 2019년 3월 9차 연례보고서 출판되었다. 2019년 기준 관찰시작 시점 이래 374명이 탈락, 107명이 사망하였다. 현재 1,757명의 관찰을 지속 중이며, 이 중 신장관련사건 혹은 심혈관계 사건 발생자 수는 1,170명이었다.

나) 학술논문

2014년부터 2020년 3월 현재까지 KNOW-CKD 코호트를 바탕으로 게재된 논문은 약 40여편이며 발행연도와 제목은 다음 <표 14>과 같다.

<표 14> KNOW-CKD 관련 논문 발간연도 및 제목

발간 연도	KNOW-CKD 발간 논문제목
2014	KNOW-CKD (KoreaN cohort study for Outcome in patients With Chronic Kidney Disease): design and methods
2015	Albuminuria as a Risk Factor for Anemia in Chronic Kidney Disease: Result from the KoreaN Cohort Study for Outcomes in Patients With Chronic Kidney Disease (KNOW-CKD)
2016	Association between Urine Creatinine Excretion and Arterial Stiffness in Chronic Kidney Disease: Data from the KNOW-CKD Study
2016	Association of Serum Osteoprotegerin Levels with Bone Loss in Chronic Kidney Disease: Insights from the KNOW-CKD Study
2016	Hypoadiponectinemia and the presence of metabolic syndrome in patients with chronic kidney disease: results from the KNOW-CKD study
2017	Nutritional Status in Adults with Predialysis Chronic Kidney Disease: KNOW-CKD Study
2017	Serum adiponectin and protein-energy wasting in predialysis chronic kidney disease
2017	Baseline General Characteristics of the Korean Chronic Kidney Disease: Report from the KoreaN Cohort Study for Outcomes in Patients With Chronic Kidney Disease (KNOW-CKD)
2017	Chronic Kidney Disease-Mineral Bone Disorder in Korean Patients: a Report from the KoreaN Cohort Study for Outcomes in Patients With Chronic Kidney Disease (KNOW-CKD)
2017	Association of serum adiponectin concentration with aortic arterial stiffness in chronic kidney disease: from the KNOW-CKD study
2017	Baseline Cardiovascular Characteristics of Adult Patients with Chronic Kidney Disease from the KoreaN Cohort Study for Outcomes in Patients With Chronic Kidney Disease (KNOW-CKD)
2017	Serum Hepcidin and Iron Indices Affect Anemia Status Differently According to the Kidney Function of Non-Dialysis Chronic Kidney Disease Patients: Korean Cohort Study For Outcome in Patients with Chronic Kidney Disease (KNOW-CKD)
2017	Association between vitamin D deficiency and health-related quality of life in patients with chronic kidney disease from the KNOW-CKD study
2017	The Prevalence and Management of Anemia in Chronic Kidney Disease Patients: Result from the KoreaN Cohort Study for Outcomes in Patients With Chronic Kidney Disease (KNOW-CKD)
2018	The Correlation of Serum Osteoprotegerin with Non-Traditional Cardiovascular Risk Factors and Arterial Stiffness in Patients with Pre-Dialysis Chronic Kidney Disease: Results from the KNOW-CKD Study
2018	Correction to: The association between socioeconomic disparities and left ventricular hypertrophy in chronic kidney disease: results from the KoreaN Cohort Study for Outcomes in Patients With Chronic Kidney Disease (KNOW-CKD)
2018	The association between socioeconomic disparities and left ventricular hypertrophy in chronic kidney disease: results from the KoreaN Cohort Study for Outcomes in Patients With Chronic Kidney Disease (KNOW-CKD)
2018	High serum adiponectin is associated with anemia development in chronic kidney disease: The results from the KNOW-CKD study

<표 14> KNOW-CKD 관련 논문 발간연도 및 제목(계속)

발간 연도	KNOW-CKD 발간 논문제목
2018	The association between soluble klotho and cardiovascular parameters in chronic kidney disease: results from the KNOW-CKD study
2018	The ratio of urinary sodium and potassium and chronic kidney disease progression: Results from the KoreaN Cohort Study for Outcomes in Patients with Chronic Kidney Disease (KNOW-CKD)
2018	Sleep Duration and Health-Related Quality of Life in Predialysis CKD
2018	Obesity, Metabolic Abnormality, and Progression of CKD
2019	Arterial Stiffness as a Risk Factor for Subclinical Coronary Artery Calcification in Predialysis Chronic Kidney Disease: From the KNOW-CKD Study
2019	eGFR and coronary artery calcification in chronic kidney disease
2019	High fibroblast growth factor 23 is associated with coronary calcification in patients with high adiponectin: analysis from the KoreaN cohort study for Outcome in patients With Chronic Kidney Disease (KNOW-CKD) study
2019	Body Mass Index, waist circumference, and health-related quality of life in adults with chronic kidney disease
2019	Genome-wide association study identifies new susceptible loci of IgA nephropathy in Koreans
2019	Genome-wide association study identifies new susceptibility loci for diabetic nephropathy in Korean patients with type 2 diabetes mellitus
2019	Association Between High-Sensitivity Cardiac Troponin T and Echocardiographic Parameters in Chronic Kidney Disease: Results From the KNOW-CKD Cohort Study
2019	Urinary angiotensinogen level is associated with potassium homeostasis and clinical outcome in patients with polycystic kidney disease: a prospective cohort study
2019	Metabolic acidosis is associated with pulse wave velocity in chronic kidney disease: Results from the KNOW-CKD Study
2019	Serum klotho is inversely associated with metabolic syndrome in chronic kidney disease: results from the KNOW-CKD study
2019	Urinary Potassium Excretion and Progression of CKD
2019	Urine Osmolality and Renal Outcome in Patients with Chronic Kidney Disease: Results from the KNOW-CKD
2019	Dietary Protein Intake, Protein Energy Wasting, and the Progression of Chronic Kidney Disease: Analysis from the KNOW-CKD Study
2019	Association Between Serum High-Density Lipoprotein Cholesterol Levels and Progression of Chronic Kidney Disease: Results From the KNOW-CKD
2019	Hyperuricemia has increased the risk of progression of chronic kidney disease: propensity score matching analysis from the KNOW-CKD study
2020	The KNOW-CKD study: evidence for a link between proteinuria and alterations of mineral metabolism
2020	Alcohol Consumption and Progression of Chronic Kidney Disease: Results From the Korean Cohort Study for Outcome in Patients with Chronic Kidney Disease
2020	Relationship between Cardiac Geometry and Serum Hepcidin in Chronic Kidney Disease: Analysis from the KNOW-CKD Study

40편의 논문 중 생활습관 및 노출과 관련된 연구는 총 세 편으로, 수면 시간에 따른 건강 관련 삶의 질, 단백질 섭취 및 체내 단백질 에너지 감소상태(protein-energy wasting, PEW)에 따른 만성신장질환의 진행, 그리고 음주와 만성신장질환의 진행에 대하여 다루었다.

(3) KNOW-CKD 코호트 활용 방안

현재 구축된 코호트에서 인구통계학적 특성정보는 연령, 성별, 결혼유무, 흡연유무, 음주량, 학력과 월급이며 관찰 시작점에서 1회 수집되었다. 그 외 한글판 신장병 삶의 질 단축설문(KDQOL-SF), 신체 활동, 건강 행동 및 건강관리 시설활용정도 설문은 관찰 시작점에서 한번, 그리고 관찰 5년째 한 번 총 두 번 수집되었다.

직업정보에 대해서는 근로유무(Employed, unemployed), 표준화되지 않은 직업분류(경영, 사무직/생산, 제조, 기술/서비스, 유통, 금융/마케팅, 광고, 출판, 신문/인터넷, IT, 정보통신/전문, 특수/CG, 편집, 패션디자인/무역, 유통, 물류, 운수/이벤트, 여행, 외식, 시설관리/영업, 판매, 상담 / 건설, 건축, 토목, 환경/교육, 교사, 강사/연출, 촬영, 기자, 작가, 연예/기타)를 수집하였다.

그 외 본 연구의 주요 관심변수인 근로시간이나 근로환경 등을 비롯한 직업 관련 변수는 측정된 바 없어 KNOW-CKD에 구축된 다른 생체측정 정보 및 관련 수치를 이용하기 위해서는 직업력 및 노출력을 질문하는 설문구성이 필요하다. 1년에 한 번씩 이루어지는 기본 추적 관찰 시점에 과거 직업적 노출력을 추가 평가하여 다른 생체지표의 변화와 함께 추적 관찰할 수 있다. 과거 직업력 전체에 대한 수집 및 현재 노동 조건에 대한 수집을 바탕으로 KNOW-CKD에서 구축한 다양한 신장관련 건강변수의 변화와 직업적 노출변수의 연관성을 탐색해볼 수 있는 기회가 될 것으로 기대한다. 그러나 기존의 설문 문항이 방대하여 추가설문 실시에 대해 KNOW-CKD 연구진들이 난색을 표하고 있어 현재로서는 공동연구 추진에 어려움이 있다.

(4) 소결

현재 구축된 국내외 만성신장질환 코호트에서 직업적 노출에 대하여 주목하는 스터디는 매우 제한적이다. 사회경제적 상태를 분류하기 위해 조사 초기 단계에 학력과 소득수준에 더해 현재 직업을 카테고리화하여 함께 조사하거나, 과거의 직업력을 질문하는 것에 그치고 있는 수준이다<표 15>. 이렇게 조사된 직업분류는 만성신장질환의 발생, 악화에 기여하는 변수로 주목받기보다는 기초정보 수준으로 조사되고 있다. 한편 인도에서 2017년 구축된 The Indian Chronic Kidney Disease (ICKD)의 경우, 직업적 노출 중 위험이 예상되는 항목에 대하여 별도로 조사를 수행하고 있다.

<표 15> 국외 만성신장질환 관련 코호트 및 조사 직업관련변수

국가	코호트명	등록환자수	직업관련변수 표기
미국	CRIC	5,439	직업 카테고리 Professional, business owners, executive-occupation,/Manager, technical occupations/Clerical, sales, administrative support occupations, technicians/Skilled labor/ Semi-skilled/ Home maker.
프랑스	CKD-REIN	3,040	현재, 과거 직업력
호주	CKD-QLD	6,700	현재, 과거 직업력
인도	ICKD	2,919	직업, 직업적 노출 (to sand, dust, working barefoot in field, animals, chemicals, etc.)

국내 구축된 KNOW-CKD에서도 표준화되지 않은 직종정보 외 직업적 노출에 대한 변수는 측정된 바 없어 다른 생체측정 정보 및 관련 수치를 이용하기 위해서는 직업력을 비롯한 위험인자 노출력을 질문하는 설문구성이 필요한 실정이다. 그러나 기존의 설문 문항이 방대하여 추가설문 실시에 대한 부담이 있어 현재로서는 추가연구 진행에 한계가 있다. 이에 따라 추후 코호트 설계시 위험인자 노출력 조사를 포함하는 연구를 설계하거나 기존에 구축된 코호트에서 직업력을 비롯한 위험인자 노출력을 추가로 조사하는 서브그룹을 조직하는 방안을 고려할 수 있다.

2) 한국인유전체역학조사(KoGES) 활용

(1) 4차 추적조사에 대한 분석

기반조사 및 8차 추적조사에 걸친 자료에 대한 분석에 앞서 2009년~2010년에 걸쳐 진행된 4차 추적조사를 기반조사로 둔 시범분석을 시행하였다. 이는 주요 독립변수인 교대근무 여부가 KoGES 1~8차 중 4차 추적에서만 조사되었기 때문이다.

가) 연구대상자의 일반적인 특성

4차 추적조사에 참여한 연구대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다<표 16>. 안성 및 안산에 거주하는 40세 이상 인구 총 6,665명이 확인되며, 남성이 3,134명(47.10%), 여성이 3,531명(52.90%)이었다. 2001년 기반조사 당시 연령 40세 이상 인구를 대상으로 구축한 코호트이므로 연령대별로 봤을 때 40~49세가 656명(9.80%), 50~59세가 2,937명(44.10%), 60~69세가 1,803명(27.10%), 70~77세가 1,269명(19.00%)이었다. 직업군에 따라서는 전문직이 153명(2.30%), 관리직이 628명(9.44%), 사무직이 247명(3.71%), 판매직이 259명(3.89%), 서비스 종사자 314명(4.72%), 농수산업이 2,079명(31.25%), 기능공 및 기계조작이 496명(7.46%), 광업이 2명(0.03%), 단순노무 종사자가 310명(4.66%)으로 나타났다.

<표 16> 4차 추적조사 연구대상자의 일반적인 특성

구 분		빈도(n)	백분율(%)
성별	남성	3,134	47.10
	여성	3,531	52.90
연령	40대	656	9.80
	50대	2,937	44.10
	60대	1,803	27.10
	70대	1,269	19.00
현재 직업	전문직	153	2.30
	관리직	628	9.44
	사무직	247	3.71
	판매직	259	3.89
	서비스직	314	4.72
	농수산업	2,079	31.25
	기능공 및 기계조작	496	7.46
	군인	0	0
	광업	2	0.03
	단순노무	310	4.66
	비경제활동/주부/무직/기타	2,164	32.53

나) 연구대상자의 직업 관련 특성

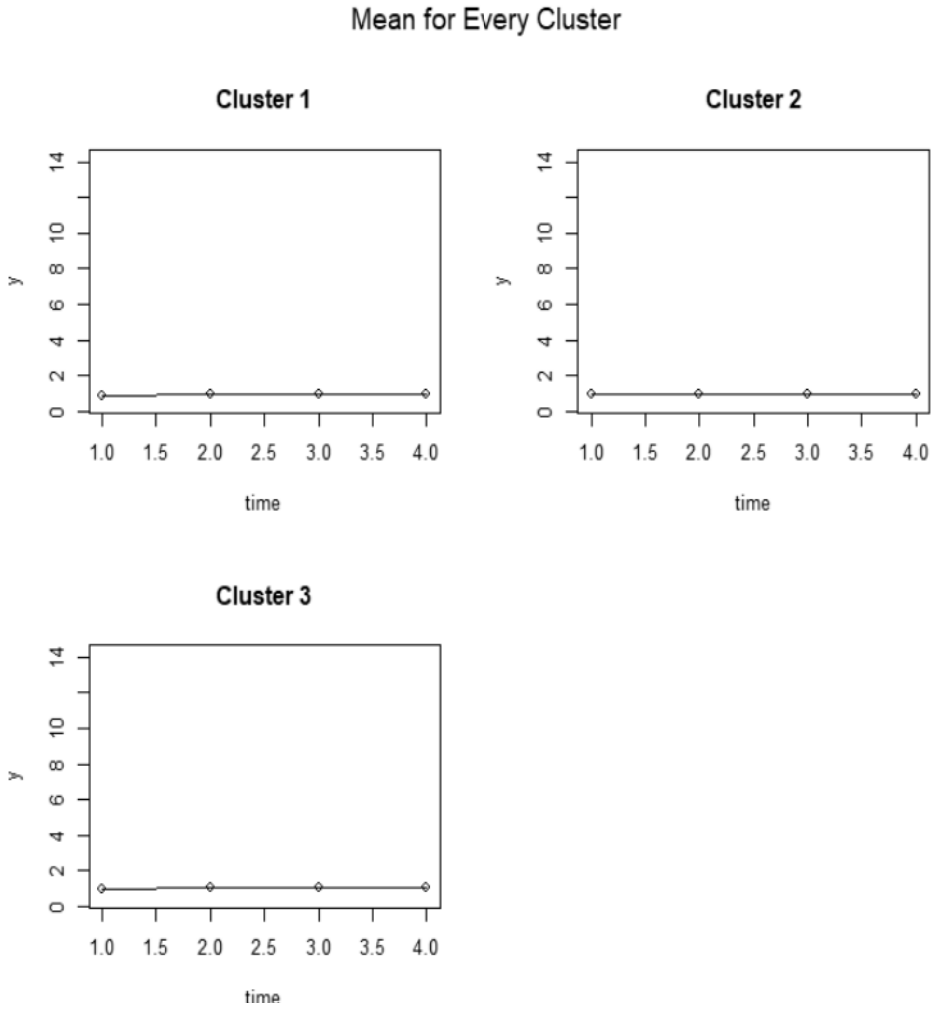
4차 추적조사에 참여한 연구대상자의 직업 관련 특성은 다음과 같다<표 17>. 4차 추적조사에서는 안성 거주 대상자의 직업 관련 특성 조사가 이루어지지 않았기 때문에 안산 거주 대상자인 총 3,262명에 대한 결과를 확인하였다. 화학약품을 다룬 근무 경험이 있는 사람은 164명(5.0%), 먼지가 많은 직장에서 근무한 경험이 있는 사람은 333명(10.2%), 교대근무를 하는 사람은 172명(5.3%)이었다. 수면장애와 관련된 설문 항목인 최근 한 달간 수면의 질에 대한 조사에서 매우 좋음으로 답변한 사람은 584명(18.0%), 대체로 좋음은 2,121명(65.1%), 대체로 나쁨은 470명(14.4%), 매우 나쁨은 81명(2.5%)으로 확인되었다.

<표 17> 4차 추적조사 연구대상자의 직업 관련 특성

구 분		빈도(n)	백분율(%)
화학약품 다룬 근무경험	예	164	5.0
	아니오	3,096	95.0
먼지 많은 직장 근무경험	예	333	10.2
	아니오	2,926	89.8
교대근무 여부	예	172	5.3
	아니오	3,088	94.7
최근 한달 간 수면의 질	매우 좋음	584	18.0
	대체로 좋음	2,121	65.1
	대체로 나쁨	470	14.4
	매우 나쁨	81	2.5

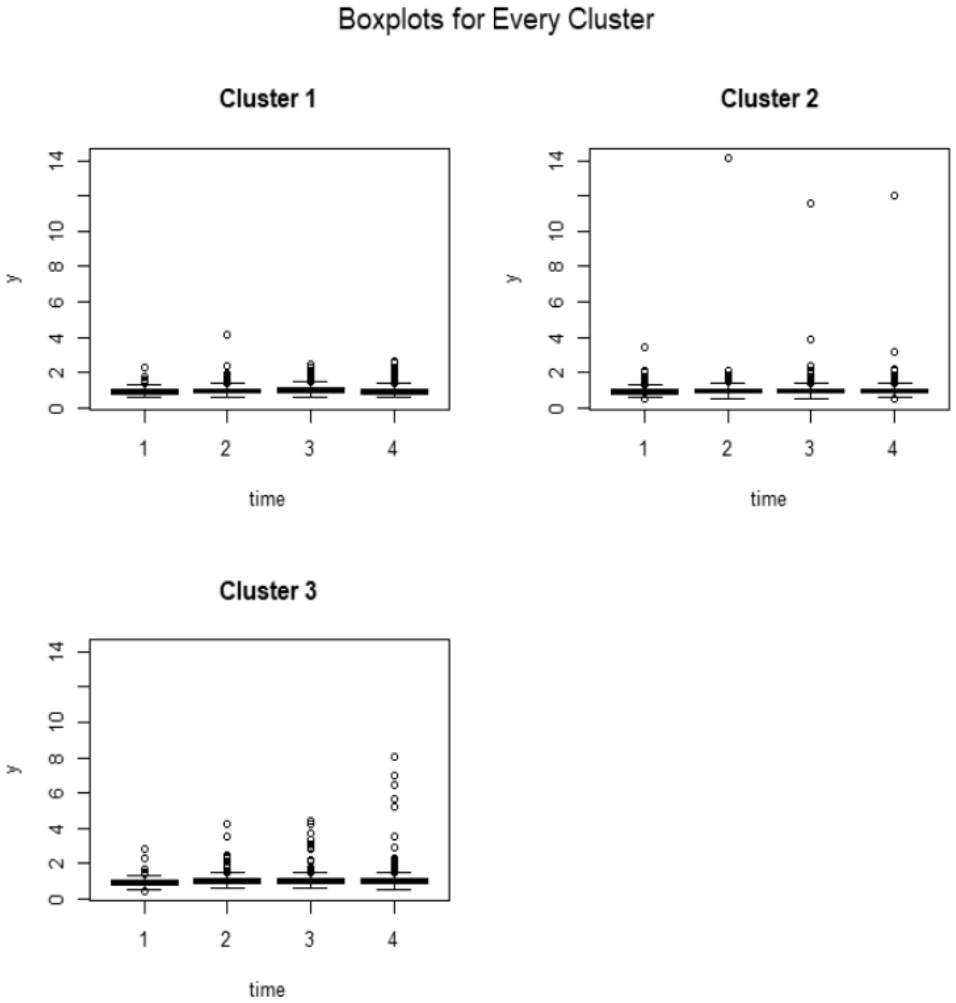
다) 집단중심 추세모형에 따른 대상자 분류

KoGES 4차 추적조사를 기반으로 하여, 4차~7차까지 총 4회의 혈청 크레아티닌 농도에 따라 3개의 집단을 구분한 결과는 아래 [그림 10]과 같다. Cluster 1부터 3까지 각각 집단의 크기는 1,614, 1,045, 2,160명이다.



[그림 10] 한국인유전체역학조사사업 제4차 기반 4회 혈청 크레아티닌 농도 변화에 따른 추세모형 집단분류: 평균값

대부분의 연구대상자들이 정상 크레아티닌 범위를 보이고 있었고, 이들은 정상 범위 내에서 일정 정도의 변이를 보이고 있었기에 3개 집단 간의 구분은 수학적 이론으로는 가능하였지만 이들에 대해 차이가 있다는 의미를 찾아낼 수는 없었다. 평균값의 선형 비교가 아닌 Box plot을 이용한 시각화를 시행한 결과는 다음 [그림 11]과 같다.



[그림 11] 한국인유전체역학조사사업 제4차 기반 4회 혈청 크레아티닌 농도 변화에 따른 추세모형 집단분류: Boxplot

Boxplot으로 파악한 경향으로 Cluster 1은 4번의 추적조사에서 모두 안정적이었던 군, Cluster 2는 추적조사마다 일정 수준 이상의 변이를 보이는 군, Cluster 3은 점차 혈청 크레아티닌 수치가 상승한 군으로 추정이 가능하지만 이는 평균값에 의한 추세선이 아니기에 이러한 분류에 의한 분석은 큰 의미를 가지기 어려울 것으로 판단하였다. 따라서 연구 설계에서의 기대와 달리 집단 중심 추세모형에 따른 신기능 변화의 분류는 뚜렷한 구분을 보이지 않는 것으로 확인되었다.

라) 성향점수 매칭과 생존분석

성향점수 매칭에 따른 분석 결과, 앞서 제시하였던 세 가지 업무상 유해요인 중 교대근무와 관련하여 특기할만한 결과가 도출되어 이에 대한 결과를 주로 기술하였다. 화학약품 관련 직업 종사 경험과 먼지가 많이 날리는 직업 종사 경험은 eGFR의 감소와 유의한 관련성을 보이지 않았다. 이는 해당 독립변수에 대한 노출 평가가 정확하지 않고, 작업에 대한 기준이 명확하지 않기 때문으로 보인다. 예를 들어 실내 건물 환경 미화에 종사하는 경우 해당 직업에 종사하는 당사자는 먼지가 많이 날리는 작업이라고 응답하겠지만, 노출 평가에서 해당 직종이 분진 작업으로 파악되는 경우는 극히 드물다.

반면 교대근무의 경우에는 그 정의가 일반인들에게도 비교적 확실하고, 특히 야간 교대근무를 하는 경우에는 반드시 응답하였을 것이기에 노출군 정의가 앞서 두 질문에 비해서는 정확하였을 것으로 기대된다.

성향점수 매칭을 위해 R program의 MatchIt 패키지를 이용하였다. 해당 패키지는 독립변수와 결과변수 뿐 아니라 매칭에 사용하는 공변량 중 하나라도 결측치가 존재하면 계산이 불가능하기 때문에 보정 변수에 결측값이 있는 경우는 분석에서 제외하였다. 분석에 참여한 코호트 집단의 특성은 다음 <표 18>과 같다.

<표 18> 교대근무 여부에 따른 신장기능저하 발생을 추적하기 위한 KoGES 내 코호트 집단의 특성

교대근무	아니오 (N=1927)	예 (N=92)	p value
성별			<0.0001
남자	943 (48.9%)	78 (84.8%)	
여자	984 (51.1%)	14 (15.2%)	
나이	48.0 ± 6.8	47.5 ± 6.2	0.463
결혼상태			
미혼	14 (0.7%)	1 (1.1%)	
기혼	1817 (94.3%)	90 (97.8%)	
이혼	58 (3.0%)	0 (0.0%)	
기타	15 (0.8%)	1 (1.1%)	
소득수준			0.019
1수준	75 (3.9%)	2 (2.2%)	
2수준	115 (6.0%)	4 (4.3%)	
3수준	233 (12.1%)	15 (16.3%)	
4수준	347 (18.0%)	13 (14.1%)	
5수준	552 (28.6%)	40 (43.5%)	
6수준	328 (17.0%)	14 (15.2%)	
7수준	213 (11.1%)	2 (2.2%)	
8수준	64 (3.3%)	2 (2.2%)	
교육수준			0.186
초등학교	202 (10.5%)	5 (5.4%)	
중학교	371 (19.3%)	20 (21.7%)	
고등학교	901 (46.8%)	52 (56.5%)	
대학교	110 (5.7%)	4 (4.3%)	
대학원	294 (15.3%)	11 (12.0%)	

<표 18> 교대근무 여부에 따른 신장기능저하 발생을 추적하기 위한 KoGES 내 코호트 집단의 특성(계속)

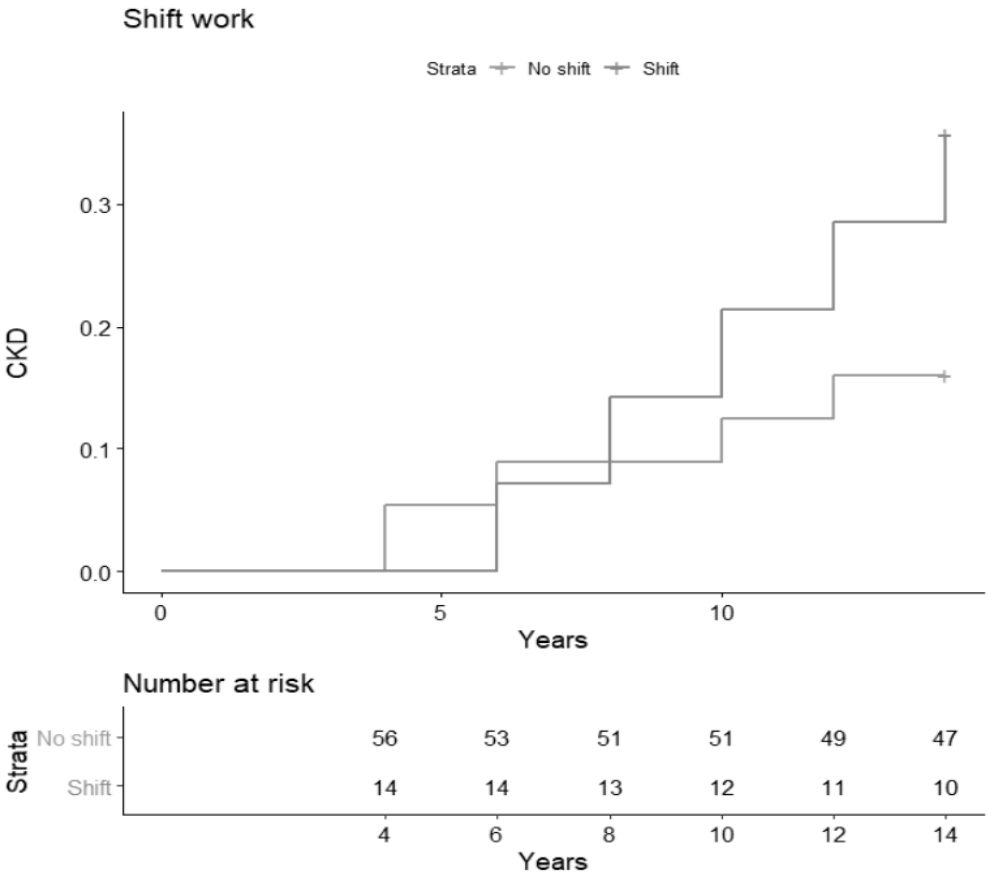
교대근무	아니오 (N=1927)	예 (N=92)	p value
직업분류			<0.0001
주부	650 (33.7%)	7 (7.6%)	
사무직	156 (8.1%)	11 (12.0%)	
농업	9 (0.5%)	0 (0.0%)	
자영업	453 (23.5%)	18 (19.6%)	
판매직	44 (2.3%)	0 (0.0%)	
공장 생산직	110 (5.7%)	19 (20.7%)	
전문직	120 (6.2%)	4 (4.3%)	
기타	385 (20.0%)	33 (35.9%)	
고혈압 유병여부			0.271
아니오	1721 (89.3%)	86 (93.5%)	
예	206 (10.7%)	6 (6.5%)	
당뇨 유병여부			0.756
아니오	1840 (95.5%)	89 (96.7%)	
예	87 (4.5%)	3 (3.3%)	
신장질환 유병여부			0.48
아니오	1871 (97.1%)	91 (98.9%)	
예	56 (2.9%)	1 (1.1%)	

전체 2,019명이 분석 가능 대상자로 파악되었으며, 그 중 92명이 교대근무를 한다고 응답하였다. 교대근무 군에서는 남성, 고등학교 졸업의 학력, 공장 생산직 및 기타 군의 비율이 높았다. 고혈압과 당뇨, 신장질환 등 신기능의 악화와 관련된 만성질환의 유병 유무는 교대근무 유무와 관련성을 보이지 않았다.

이중 신장질환 유병력이 있는 대상자 57명은 제외하고 추가 분석을 시행하였다. Brookhart 등이 제안한 성향점수 매칭의 원칙은 다음과 같다. 먼저 노출과는 관련이 없으나, 결과와는 관련된 변수는 반드시 선택되어야 한다. 그리고 반대로 노출과는 관련이 있으나 결과와는 관련되지 않은 변수는 매칭을 위한 공변량으로 선택되어서는 안 된다. 이 원칙에 따라 성별, 나이, 결혼여부, 소득수준, 교육수준, 고혈압 유병여부, 당뇨 유병여부를 성향점수 매칭을 위한 공변량으로 선택하였다.

매칭은 노출군 (교대근무군) 1과 비노출군 4의 비율로 시행하였다. 따라서 총 460명이 분석을 위해 선택되었으며 이 중 교대근무군의 탈락은 발생하지 않아 분석 모집단과 같은 92명이 포함되었다. 해당 군에서 콕스 비례회귀모형을 이용한 생존분석 결과, 위험비가 1.292로 높게 나타났지만 95% 신뢰구간이 0.79 - 2.113, p 값은 0.307로 통계적으로 유의하지는 않았다. 성향점수 매칭 방법은 점수에 따라 무작위로 모집단에서 분석 대상을 추출해내기 때문에 각각의 매칭에 따라서 결과가 일부 달라질 수 있다. 여러 번 매칭을 시행해 보았을 때 최적의 매칭 결과를 보인 값을 선택하게 되는데, 여러 번 매칭을 시도하여 보아도 결과값은 상기 값과 크게 다르지 않았다.

교대근무 92명 중 여성의 비율은 14명이었다. 여성만을 대상으로 같은 방법으로 분석을 시행해 보았을 때 위험비는 2.311, 95% 신뢰구간이 0.774 - 6.900이었고 p 값은 0.133으로 통계적으로 유의하지는 않았다. 하지만 1:4 매칭에서 14명의 노출군과 56명의 비노출군만이 포함되어 전체 합이 70명에 불과하였음에도 불구하고 상당히 높은 위험비와 낮은 p 값을 나타내어 여성에게서는 교대근무로 인한 신장기능 저하의 위험이 두드러질 수 있을 개연성을 시사하였다. 이에 대한 Kaplan-Meier plot 은 다음 [그림 12]와 같다.



[그림 12] 여성에서 교대근무에 따른 신장기능 저하의 위험성: Kaplan-Meier plot

마) 소결 및 제언

KoGES 자료를 이용하여 업무상 유해요인과 관련한 독립변수가 신장기능의 저하와 갖는 상관관계 또는 인과관계를 파악하고자 하였으나, 집단중심 추세모형에서는 적절한 군 분류가 어려워 위험요인에 대한 분석이 어려웠다.

하지만 생존모형 분석에서는 통계적으로 유의하지 않았지만 교대근무에 따른 신장기능 악화의 점추정치가 약 1.3 정도로 일관된 결과를 보이고 있었으며, 특히 여성만을 대상으로 한 분석에서는 점추정치가 2.31로 상당히 높았다. Kaplan-Meier 곡선에서도 교대근무를 하는 군에서 신장기능의 악화가 두드러

지게 나타나는 모습을 확인할 수 있었다.

KoGES 자료는 구축 목적이 업무상 유해요인에 대한 파악이 아니기 때문에 노출 평가에 심각한 제약이 존재하였다. 따라서 먼지나 화학약품 취급과 관련한 요인에 대한 평가는 상당히 부정확하며, 일관된 결과를 얻지 못한 것으로 보인다. 또한 KoGES에는 근로시간과 관련한 변수는 존재하지 않아 이 또한 약점으로 작용한다. 교대근무의 경우에는 통계적으로 유의미하지는 않았지만 일관된 방향으로 신기능 악화의 위험과 관련이 있음을 시사하고 있다.

이러한 결과로 미루어 보았을 때, 교대근무와 같이 근무형태나 근무시간과 관련한 직업적 유해요인이 신장질환의 악화를 야기할 수 있는 개연성이 있으며 이에 대해서는 보다 잘 설계된 형태의 연구가 필요하므로 만성신장질환의 직업적 유해요인을 발굴하려는 노력은 타당하다.

3) 삼성검진코호트 활용

강북삼성코호트는 자료 접근이 원내 연구진으로 제한되므로, 이를 활용한 분석은 후속연구에서 연구진을 재구성하여 후속연구로 진행할 수 있다.

4) 신장내과 클리닉 기반 연구설계

(1) 1차 연구디자인 설계

가) 연구목적

○ 직무스트레스요인은 만성신장질환 발생의 위험인자로 작용할 것이라는 가설을 검정하고자 하였다.

- 가설 1. 만성신장질환 환자군과 대조군 사이에 과거 장시간 근로 여부에 차이가 있을 것이다.
- 가설 2. 만성신장질환 환자군과 대조군 사이에 과거 교대근무 여부에 차이가 있을 것이다.

- 가설 3. 만성신장질환 환자군과 대조군 사이에 과거 직무 스트레스 정도에 차이가 있을 것이다.

나) 참고문헌

Uhm, Jun Young, et al. "The association between shift work and chronic kidney disease in manual labor workers using data from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES 2011-2014)." Annals of occupational and environmental medicine 30.1 (2018): 69.

다) 연구 대상자의 선정 기준, 제외 기준, 목표한 대상자 수 및 산출 근거

① 연구대상자 선정 기준 및 제외기준

- 목표 인구집단 : 경제활동 인구집단 (working population)
- 환자군 선정
  · 새롭게 진단된 만성신장질환 환자
  · 만 20세 이상 60세 이하 (고용상 연령차별 금지 및 고령자 고용 촉진에 관한 법률 상 법정 정년)
  · 최근 5년 내 2년 이상 고정된 직업을 가지고 일한 자
  · GFR < 60 ml/min/1.73m2 또는 신증후군 (nephrotic syndrome 범주의 질환에 대한 임상적 증거가 있는 경우
  · 기존 신장질환자, 전신질환 또는 신장 관련 가족력, 외인적 요인에 의한 신장 질환은 제외
- 대조군 선정
  · 나이(± 5세), 성별, 소득수준을 짝지은 대조군 모집 (다음 중 택 1)
  · 최근 5년 내 2년 이상 고정된 직업을 가지고 일한 자

· 만 20세 이상 60세 이하 (고용상 연령차별 금지 및 고령자 고용 촉진에 관한 법률 상 법정 정년)
· 해당기간 클리닉에 방문한 만성신장질환 외 질환자 (신장결석, 방광염, 급성 신사구체염 등)
· 해당기간 건강검진센터에 방문하여 건강검진을 수검한 자

② 연구 대상자 수 산출

a) Expected OR between exposed and non-exposed groups: 2.34
나이, 체질량지수, 수축기혈압, 총콜레스테롤, 공복 혈당, 당뇨 진단 여부, 고혈압 진단 여부, 1주 평균 근로시간, 가계 총소득, 교육 수준, 흡연, 음주 등 요인을 보정한 뒤 교대 근무군과 비교대근무군 사이 만성신장질환에 대한 오즈비는 남성에서 1.06배 (95% 신뢰구간 : 0.65-1.73), 여성에서 2.34배(95% 신뢰구간 : 1.35-4.07)이었다.

b) The probability of exposure in cases: 0.20
20세 이상의 manual workers 3,504명을 대상으로 연구를 수행하였으나, a)에서 사용된 오즈비가 산출된 집단에서 정의된 환자군(여성 136명)에서 교대근무를 하는 연구대상자의 비율은 20%였으므로 이 값을 사용하였다.

c) The probability of exposure in controls: 0.12
20세 이상의 manual workers 3,504명을 대상으로 연구를 수행하였으나, a)에서 오즈비가 산출된 집단에서 정의된 대조군(여성 1158명)에서 교대근무를 하는 연구대상자의 비율은 12%였으므로 이 값을 사용하였다.

d) Statistical power: 0.9

e) Alpha: 0.05

f) Number of controls per subject in the cases group: 1:1, 1:2, 1:3, 1:4

- 연구대상자 수 산출 결과[그림 13]
  - 1:1 매칭을 기준으로 할 때, 환자군 153명, 짝지은 대조군 153명의 완결된 데이터가 필요하다.
  - 1:2 매칭을 기준으로 할 때, 환자군 115명, 짝지은 대조군 230명의 완결된 데이터가 필요하다.
  - 1:3 매칭을 기준으로 할 때, 환자군 102명, 짝지은 대조군 306명의 완결된 데이터가 필요하다.
  - 1:4 매칭을 기준으로 할 때, 환자군 96명, 짝지은 대조군 384명의 완결된 데이터가 필요하다.

Tests for the Odds Ratio in a Matched Case-Control Design with a Binary X

Numeric Results
Hypothesis Type: Two-Sided

Power	Number of Matched Sets N	Cases per Set M_D	Controls per Set M_H	Odds Ratio OR	Probability of Risk Exposure P_E	Regression of Exposure on other Covariates R^2	Alpha
0.9000	153	1	1	2.3400	0.1600	0.0000	0.150
0.9000	115	1	2	2.3400	0.1600	0.0000	0.150
0.9000	102	1	3	2.3400	0.1600	0.0000	0.150
0.9000	96	1	4	2.3400	0.1600	0.0000	0.150

Report Definitions
Power is the probability of rejecting a false null hypothesis.
Number of Matched Sets, N, is the number of sets (strata) in the study. Each set consists in a fixed number of cases and controls.
Cases per Set, M_D, is the number cases in each matched set.
Controls per Set, M_H, is the number of controls in each matched set.
Odds Ratio, OR, is the odds ratio of developing a disease associated with exposure to a certain risk factor.
Probability of Risk Exposure, P_E, is the probability of exposure to the risk factor in the overall population.
Regression of Exposure on other Covariates, R^2, is the R^2 that occurs when the exposure variable is regressed on any other covariates. This adjustment assumes that covariates that have a large correlation with the outcome are used in the matching process and are not included here.
Alpha is the probability of rejecting a true null hypothesis of no association between disease and the exposure variable.

[그림 13] 연구대상자 수 산출 결과

- 연구대상자 수 산정
  · Sponholtz et al. 등의 연구에서 응답율은 78% 정도였다.
  · 1:1 매칭을 기준으로 할 때, 환자군 153명, 짝지은 대조군 153명의 완결된 데이터가 필요하다.
    20%의 응답 실패 등 미완결 데이터를 고려, 환자군 192명, 짝지은 대조군 192명이 필요하다.
  · 1:2 매칭을 기준으로 할 때, 환자군 115명, 짝지은 대조군 230명의 완결된 데이터가 필요하다.
    20%의 응답 실패 등 미완결 데이터를 고려, 환자군 143명, 짝지은 대조군 288명이 필요하다.
  · 1:3 매칭을 기준으로 할 때, 환자군 102명, 짝지은 대조군 306명의 완결된 데이터가 필요하다.
    20%의 응답 실패 등 미완결 데이터를 고려, 환자군 128명, 짝지은 대조군 383명이 필요하다.
  · 1:4 매칭을 기준으로 할 때, 환자군 120명, 짝지은 대조군 479명의 완결된 데이터가 필요하다.
  · 현실적인 환자군 모집의 어려움과 대조군 모집의 용이성, 연구기간을 고려할 때, 1:2 매칭을 기준으로 하여 환자군 115명, 짝지은 대조군 230명을 최종 연구대상자로 산정하였다.

(2) 2차 연구디자인 설계

가) 연구목적

1차 환자대조군 연구 설계 시 참고한 논문은 한국인을 대상으로 하였고, 교대근무와 만성신장질환의 관계를 살펴본 논문으로써 장점이 있으나 생산직 여성 노동자에 한정적으로 유의미한 결과로 참고 논문으로 사용하기에 전체 남녀를 모두 포함한 일반 근로자 집단에서 추정이 어려울 가능성이 있다고 판단되

었다. 또한 만성신장질환은 심혈관계 질환과 유사한 양상을 보이는 것으로 알려져 있어 심혈관계 질환을 결과변수로 하는 논문을 선정하였다.

○ 직무스트레스요인은 심혈관계 질환 발생의 위험인자로 작용할 것이다.
- 가설 1. 심혈관계질환 환자군과 대조군 사이에 과거 장시간근로 여부에 차이가 있을 것이다.
- 가설 2. 심혈관계질환 환자군과 대조군 사이에 과거 교대근무 여부에 차이가 있을 것이다.
- 가설 3. 심혈관계질환 환자군과 대조군 사이에 과거 직무스트레스 정도에 차이가 있을 것이다.

나) 선정 논문

○ Shift work and the risk of cardiovascular disease. A systematic review and meta-analysis including dose‐response relationship.

이 논문은 2018년에 출판된 meta 논문으로 21개 논문을 리뷰하여 교대근무와 뇌심혈관 질환의 오즈비를 1.17로 제시하였다. 다만 메타 논문을 통해서는 구체적 샘플사이즈 추정이 어려워 이 논문에서 인용된 논문 중 남녀를 모두 포함하고 대상자 수가 많은 논문을 샘플 사이즈 추정 참고 논문으로 사용하고자 한다[그림 14].

남녀를 모두 포함하고 가장 샘플수가 많은 논문(Hublin et al, 2010)에서는 유의미하지 않은 결과가 나왔기에 그 다음으로 샘플수가 많은 논문(Ervasti et al, 2016)을 선정하였다.

Table 1. Characteristics of the included studies. [CS=cohort study; CC_case-control study; CHD=coronary heart disease; CVD=cardiovascular disease; IHD=ischaemic heart disease; MI=myocardial infarction; MONICA=multinational monitoring of trends and determinants in cardiovascular disease].

Study	Study design	Follow-up	Exposure definition	Outcome	Sample size	Age [a] (SD/range)	Sex	Study population
Hublin et al, 2010 (26)	CS	1982–2003	Mainly shift-work	CHD mortality & disability	20 142	40.2 (24–60)	M&F	Twin study, Finland [c]
Natti et al, 2012 (38)	CS	1975–ongoing	Worked during the night (23:00-06:00), weekly	CVD mortality, all-cause	3095	37.0 (11.1)	M&F	National survey, Finland*
Gu et al, 2015 (16)	CS	1976–ongoing	≥3 nights/month + day/evening shifts	CVD mortality	74 862	64.6 (7.1)	F	Nurses health study, US
Ervasti et al, 2016 (27)	CC	2005–2011	Shift work without/with night shifts, and other type of shift work	CVD, mortality & disability	14 514	50.8 (7.7); 52.1 (7.4)	M&F	Municipal workers, Finland
Tüchsen et al, 2006 (33)	CS	1991–2012	2- and 3-shifts, irregular work, rotational/permanent night & evening	Circulatory disease risk	5517	36 (11)–38 (11)	M&F	Population study, Denmark*
Hermansson et al, 2015 (29)	CC	1971–1995	Shift work and variable work-hours	MI mortality after MI	1961	57.11 (5.77)	M&F	Stockholm heart study, Sweden*
Cheng et al, 2014 (41)	CC	2007–2011	Other than fixed day-shift	MI and CHD risk	966	51.5 (7.1)	M&F	Hospital cases and National survey, Taiwan [c]
Yadegarfar & McNamee, 2008 (20)	CC	1950–1998	2- and 3-shifts, any direction/system	IHD risk	1270	48.5 (13.2); 47.8 (13.4)	M	Nuclear fuel workers, UK
Yong et al, 2014 (19)	CS	1995–2009	12h-shifts (fast-forward-rotating)	IHD & circulatory disease mortality	31 143	41.2 (11.1)	M	Chemical workers, Germany,
Wang et al, 2016 (34)	CS	1984–2011	Evening/night/rotating shifts, ≥5 days/week	IHD risk/mortality	1891	51.5 (5.1), 53.5 (3.9)	M	Kuopio IHD study, Finland [c]
Fujino et al, 2006 (37)	CS	1988–2003	Fixed night or rotational shift	IHD & circulatory disease mortality	17 649	48.5 (5.9)	M	Population study, Japan
Allesøe et al, 2010 (36)	CS	1993–2008	Evening, night, rotational	IHD risk	12 116	51 (45–64)	F	Danish nurse cohort study, Denmark
Brown et al, 2009 (17)	CS	1988–2004	≥3 nights/month + day/evening shifts	Ischemic stroke	80 108	56.3 (6.9)	F	Nurses health study, US
Hermansson et al, 2007 (35)	CC	1985–2004	Shift work including variable hours	Ischemic stroke risk	834	54.7 (30–74)	M&F	Population survey MONICA, Sweden [c]
Kim et al, 2013 (28)	CC	2002–2004	Day/night shift of work time on a regular basis	Haemorrhagic stroke	2820	54.1 (11.4), 53.6 (11.6)	M&F	Population study, Taiwan [c]
Vetter et al, 2016 (18)	CS	1988–2013	≥3 nights/month + day/evening shifts	CHD risk & CHD/MI mortality	73 623	54.3 (7.1)	F	Nurses health study, US
Virkkunen et al, 2006 (30)	CS	1987–1999	2- and 3-shift work, irregular work, night shift	CHD risk	1804	45–62	M	Paper and pulp/oil workers, Finland
Virkkunen et al, 2007 (31)	CS	1988–1995/99	2- and 3-shift work, irregular work, night shift	CHD risk, pre-existing risk	1288	51.8 (45–60)	M	Paper and pulp/oil workers, Finland
Biggi et al, 2008 (40)	CS	1976–2007	Night shift, 6 days/week	CHD risk	488	44.6 (22–67)	M	Municipal cleaners, Italy
Ellingsen et al, 2007 (32)	CS [b]	1972–2003	Rotating shifts, 2 mornings-2 afternoon-2 night system	CHD risk	2562	46.1 (7.0); 49.3 (6.7)	M	Fertilizer plant workers, Middle East
Wang et al, 2015 (39)	CS	1987–2001	Evening/night/rotating shifts, ≥5 days/week	CVD markers: Arteriosclerosis	854	50.7	M	Kuopio IHD study, Finland [c]

[a] Average age at baseline or the highest mean when the study presented the population in stratified groups.
[b] Retrospective cohort study.
[c] These studies did not specify type of industry/workers.

[그림 14] Review 논문에 사용된 논문 목록과 특징

○ Health-and work-related predictors of work disability among employees with a cardiometabolic disease: A cohort study.

이 논문은 Cardiometabolic disease로 고혈압, 당뇨, 뇌심혈관계 질환을 각각 따로 분석하여 제시하였다.

여러 항목 중 야간교대근무는 Cardiometabolic disease가 없는 대상자를 기준으로 하였을 때, 각각 고혈압, 당뇨, 뇌심혈관계 질환의 오즈비를 1.51(1.32 - 1.72) 1.85(1.53 - 2.24) 2.89(2.52 - 3.33) (odds ratio, 95% CI)로 보고하였다.

각 고혈압, 당뇨, 뇌심혈관계 질환을 대상 질병으로 하였을 때,

- 고혈압
  · 1:1 매칭을 기준, 환자군 4449명, 짝지은 대조군 4449명의 완결된 데이터가 필요하다.
  · 1:2 매칭을 기준, 환자군 3337명, 짝지은 대조군 6674명의 완결된 데이터가 필요하다.
- 당뇨
  · 1:1 매칭을 기준, 환자군 1997명, 짝지은 대조군 1997명의 완결된 데이터가 필요하다.
  · 1:2 매칭을 기준, 환자군 1498명, 짝지은 대조군 2996명의 완결된 데이터가 필요하다.
- 뇌심혈관계 질환
  · 1:1 매칭을 기준, 환자군 671명, 짝지은 대조군 671명의 완결된 데이터가 필요하다.
  · 1:2 매칭을 기준, 환자군 504명, 짝지은 대조군 1008명의 완결된 데이터가 필요하다.
- 20%의 응답 실패 등 미완결 데이터를 고려하였을 때(Sponholtz et al.

등의 연구), 뇌심혈관계 질환의 경우

· 1:1 매칭을 기준, 환자군 839명, 짝지은 대조군 839명의 데이터가 필요하다.

· 1:2 매칭을 기준, 환자군 630명, 짝지은 대조군 1260명의 데이터가 필요하다.

- 추가적으로, 1차 환자대조군 연구설계 시 참고한 논문(Uhm, Jun Young, et al. 2018)을 사용하되 오즈비만 임의로 1.5로 변경하여 계산하면 다음과 같다.

· 1:1 매칭을 기준, 환자군 671명, 짝지은 대조군 671명의 완결된 데이터가 필요하다.

· 1:2 매칭을 기준, 환자군 503명, 짝지은 대조군 1006명의 완결된 데이터가 필요하다.

(3) 3차 연구디자인 설계

신장내과 전문의가 포함된 자문단과의 회의를 통하여 연구 대상자의 선정기준, 제외기준의 조정 및 추가적인 다른 연구 디자인으로의 연구 확장(다기관 환자-대조군 연구 및 추적관찰, Case-crossover 연구, 검진기관 기반 코호트 연구)에 대한 논의를 진행하였다.

<표 19>와 같이 연구디자인을 추가적으로 고안하여 신장내과 자문 및 연구진 내부 검토를 거쳐 연구디자인을 고려하여 환자-대조군 설계를 고안하기로 하였다.

<표 19> 연구디자인 설계

	환자 정의 변경 환자-대조군 연구	다기관 환자-대조군 연구 및 추적관찰 연구	Case-crossover 연구	검진기관 기반 환자-대조군 연구
연구 가설	장시간근로, 교대근무 등 직업적 위험요인이 eGFR로 측정한 신기능의 저하와 관련이 있을 것이다.	1. 장시간근로, 교대근무 등 직업적 위험요인이 만성신장질환과 관련이 있을 것이다. 2. 직업적 위험요인이 만성신장질환의 악화에 영향을 미칠 것이다.	직업적 위험요인이 만성신장질환의 악화에 영향을 미칠 것이다.	장시간근로, 교대근무 등 직업적 위험요인이 eGFR로 측정한 신기능의 저하와 관련이 있을 것이다.
환자군 정의	새롭게 발견된 신기능의 저하 (eGFR < 90 mL/min/1.73m2) 현재 임금근로자인 자 20세 이상 60세 미만인 자	새롭게 진단된 만성신장질환 (eGFR < 60 mL/min/1.73m2) 현재 임금근로자인 자 20세 이상 60세 미만인 자	기존 진단된 만성신장질환환자 (eGFR < 60 mL/min/1.73m2) 현재 임금근로자인 자 20세 이상 60세 미만인 자	반복적인 건강진단 수검자 중 갑작스런 신장기능 저하를 보이는 근로자 e.g.) CrX1.5배로 변화 or eGFR이 90 이하로 감소
환자군 모집	연구기간 중 서울성모병원 신장내과 진료를 수진한 환자 중 동의	연구기간 중 참여기관의 진료를 수진한 환자 중 동의	연구기간 중 참여기관의 진료를 수진한 환자 중 동의	사전 설문 작성 시 추가 설문 수행 검진 기관과 환자에 보상 지급
대조군 정의	eGFR ≥ 90 mL/min/1.73m2 나이, 성별, 소득수준을 짝지음	eGFR ≥ 90 mL/min/1.73m2 나이, 성별, 소득수준을 짝지음	악화 1개월, 6개월, 12개월 전의 본인 기록	건강진단 수검자 중 환자군에 해당하지 않는 직장인에서 나이 /성별을 짝지은 대조군 선정 (특검 대상 유무까지 matching 고려)
대조군 모집	건강검진센터에 방문하여 건강 검진을 수검한 자 중 동의	진료기관에 만성신장질환, 신사구체염, 신장결석 외 다른 상병으로 내원한 환자 (방광염 등) 중 동의	환자군과 동일 – 연구에 동의를 한 만성신장질환환자는 매 방문시 동일한 설문지를 작성하도록 함	검진기관 기반하여 모집
노출 평가	설문지	설문지, 혈액, 소변 등	설문지	설문지

<표 19> 연구디자인 설계(계속)

	환자 정의 변경 환자-대조군 연구	다기관 환자-대조군 연구 및 추적관찰 연구	Case-crossover 연구	검진기관 기반 환자-대조군 연구
연구 대상자 수	(1안) 환자군 115명/대조군 230명 (2안) 환자군 671명/대조군 671명	KNOW-CKD의 경우 2,238명	(1안) 환자군 671명 (대조 1회) (2안) 환자군 503명 (대조 2회)	환자군 554명/대조군 554명
고려 사항	신장내과에서 위 정의에 해당하는 신환이 어느 정도 있을 것인지? (타 진료과 고려) 환자에 대한 조작적 정의(일반적인 CKD 기준이 아님)가 받아들여질 수 있을 것인지? 만약 90 미만이 아닌, 80 미만으로 eGFR 감소를 정의 했을 때 acceptable한 기준인지? 연구대상자 수를 고려할 때 연구기간 내 수행이 가능할 것인지?	국민건강영양조사로 개략적 분석 해보았을 때, eGFR<60인 만성신장질환 환자 중 직업을 가지고 있는 경우는 26.9%로 파악 어느 정도의 기간, 어느 정도 기관이 참여해야 환자군을 모집할 수 있을지? KNOW-CKD와 중복성 여부 환자군만을 모집하여 추적관찰을 하는 것도 함께 고려해야 함으로 연구 규모가 커짐. 감당가능한 정도의 예산일지?	어느 정도의 환자 수까지 모을 수 있을 것인지? 해당 형태의 연구를 진행 시 진료에 부담이 되는 정도인지? 아니면 환자분들 참여가 어렵지 않은 정도인지?	mild한 eGFR 감소라 하더라도 위험 요인을 찾는 것이 의미가 있는 것인지? 강북삼성코호트와의 차별점 고려 연구대상자 수 산출에 따른 적정 연구비 산출

가) 환자 정의 변경 환자-대조군 연구

○ 내·외부 연구진의 회의 결과, 환자군의 정의를 AKI Stage I으로 바꾸거나 eGFR 조작적 정의가 가능하여 타당한 연구를 수행할 수는 있으나, 환자 수 모집 및 비용 면에서 실현가능성이 낮은 것으로 판단하였다.

나) 다기관 환자-대조군 연구 및 추적관찰 연구

○ 국민건강영양 자료를 살펴보면 eGFR < 60 & 직업력 있는 경우는 26.9%에 달하는 것을 알 수 있고, 관련 문헌들을 참조해 보았을 때 연구 수행에 있어 타당성은 충분한 것으로 판단하였다.

○ 내·외부 연구진의 회의 결과 10개 기관 이상이 참여하는 다기관 연구를 수행하여야 할 것으로 예상되지만 비용적 측면에서 실현가능성이 낮은 것으로 판단하였다.

○ 다기관 환자-대조군 연구라는 측면에서 기존 수행되었던 만성신장질환 코호트 연구와 중복성이 있다는 측면이 있다고 판단하였다.

다) Case-crossover 연구

○ 내·외부 연구진의 회의 결과 환자군은 기존에 만성신질환으로 진단되어 신장내과에서 추적 관찰하는 환자로 정의하고, 신장기능 악화된 순간, 전후 시점에 직업적인 요소(장시간 근로 등)의 차이를 규명할 수 있을 것으로 판단하였다.

○ Case-crossover 디자인으로 연구 수행 시에는 환자군 만 필요하므로, 2차 연구설계에서 산출된 환자군 671명만으로도 분석을 할 수 있다. 다만, 환자군이 스스로가 자신의 대조군이 되는 디자인이므로 2회 이상의 반복조사가 필요하고, 만성신장질환의 정의상 3개월 이상의 신기능 저하가 있어야 하므로, 최소 3개월 간격이 필요하다. 만약 대조기간을 2배로 산정할 경우에는 503명의 환자군이 필요하고, 기간은 3개월 이상의 간격으로 최소 2회(총 6개월 이상)의 조사가 필요하다.

○ 내·외부 연구진의 회의 결과 만성신장질환 환자 중 직업력 있는 사람을 지속적으로 추적관찰 하기 위하여 신장내과의 협조가 필요하다고 판단하였다. 이 연구설계의 한계점은 장시간 노동 등의 대한 노출평가가 어려우며, 보통 임상과에서는 전담간호사를 통해서야 실현할 수 있기 때문에 비용적 측면에서 부담이 될 수 있다.

라) 검진기관 기반 환자-대조군 연구

○ 환자군은 신장 기능의 악화에 해당하는 크레아티닌 수치나 사구체여과율의 변화가 관찰되는 경우로 정의하는 연구 설계를 고려하였다.

○ 내·외부 연구진의 회의 결과 결과변수가 반드시 만성신장질환 진단이 아닌 작위적 변수일 수 있으나, 그 근거에 대하여 타당성 있는 근거들이 제시되어야 함이 선결조건이다.

○ 내·외부 연구진의 회의 결과 기존 수행되었던 연구 설계와 차별점을 두는 것이 중요하며, 참여 의지가 큰 건강진단기관이 참여해야 한다고 판단하였다.

○ 내·외부 연구진의 회의 결과 현재 가장 가능성이 높아 보이는 형태의 연구설계로, 검진센터와 연계해서 해당 케이스 군에 전화 설문하는 방안을 고려할 수 있음을 제안하였다. 예상되는 문제점으로는 참여율 문제, 전화 설문의 한계 등이 있었다.

(1) 최종 환자-대조군 연구설계(안)

가) 연구 가설

○ 직업적 위험요인은 신기능 저하와 연관성이 있을 것이다.

나) 연구 대상

○ 건강진단을 수행하는 기관에서 2회 이상 건강진단을 수진한 근로자

다) 환자군 선정

○ 만 20세 이상 60세 이하 (고용상 연령차별 금지 및 고령자 고용 촉진에 관한 법률 상 법정 정년)

○ 최근 2년 이상 고정된 직업을 가지고 일한 자

○ eGFR이 전년도에는 정상이었으나 60 ml/min/1.73m2 미만인 자 혹은 90 ml/min/1.73m2 미만인 자 (단, 기존 신장질환자, 전신질환 또는 신장 관련 가족력, 외인적 요인에 의한 신장 질환은 제외)

라) 대조군 선정

○ 나이(± 5세), 성별, 소득수준을 짝지은 대조군 모집

○ 최근 2년 이상 고정된 직업을 가지고 일한 자

○ 2회 이상의 건강진단에서 모두 eGFR이 60 ml/min/1.73㎡ 이상인 자 혹은 90 ml/min/1.73㎡ 이상인 자 (단, 기존 신장질환자, 전신질환 또는 신장 관련 가족력, 외인적 요인에 의한 신장 질환은 제외)

마) 연구대상자 모집

○ 건강진단을 수행하는 기관에서 건강진단을 수진한 근로자를 대상으로, 연구참여동의서를 획득하고 직업력에 관련된 설문을 추가적으로 수행

바) 연구대상자 수 산출

○ 반복측정자료의 분석의 방법을 이용할 예정으로 RMANOVA의 연구대상자 수를 G*power 3.1을 통하여 산출하였다[그림 15].

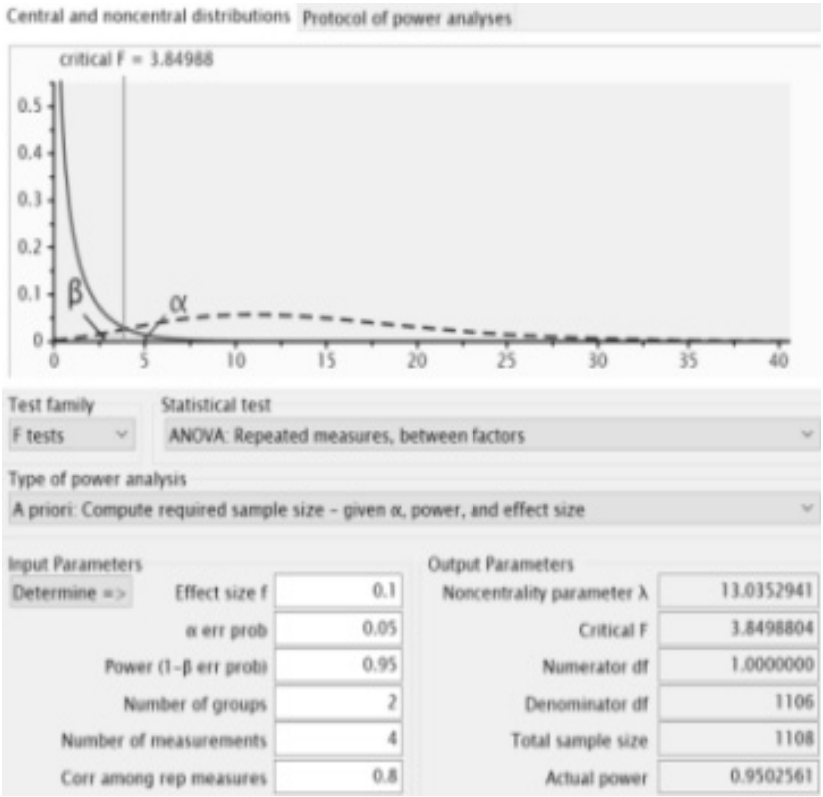
○ Shih-Hsiang Lo 등이 보고한 관련 연구에서 보고된 오즈비가 1.4 정도임을 고려, 본 연구에서도 Small size의 효과가 기대되므로 effect size f는 0.1을 사용하였다.

○ 당뇨를 가지지 않은 정상군에서 eGFR의 개체 내 상관도는 0.8로 보고

된 바 있어 correlation among repeated measures 값은 0.8을 사용하였다.

○ 건강검진 자료를 보유한 경우 4회 반복측정된 데이터가 있다 가정하고, 관심이 되는 변수를 두 군으로 나누어서 본다고 가정하였다.

○ 산출 결과 환자군 554명, 대조군 554명 이상의 연구대상자 수가 필요한 것으로 추정되었다.



[그림 15] 연구대상자 수 산출 결과

사) 연구 참여를 위한 동의서

「직무스트레스 요인과 만성신장질환 사이 연관성에 대한 건강진단기관 기반 환자-대조군 연구」

「직무스트레스 요인과 만성신장질환 사이 연관성에 대한 건강진단기관 기반 환자-대조군 연구」 참여 동의서

1. 연구의 목적

(건강진단 기관명)은 가톨릭대학교 서울성모병원 직업환경의학과(예시)와 함께 근로자들을 대상으로, 장시간 근로 및 교대근무를 포함한 직업적 위험요인이 신장기능의 저하와 관련이 있는지 연구하고자 합니다. 본 연구를 통해 근로자건강진단 및 국민건강보험공단검진 결과 중 신장기능 지표와 직업적 위험요인을 반복적으로 수집하고, 직업적 위험요인에 따른 신장기능의 저하 정도가 차이가 있는지 파악하여 근로자 건강증진 및 산재보상을 위한 정책적, 제도적 근거를 마련하고자 합니다.

2. 연구 참여 대상

연구동의서 작성 시점에서 임금근로자이며 당해 근로자건강진단 또는 국민건강보험공단검진을 수진하였거나 수진 예정인 자

3. 개인정보 활용 범위

① 본 연구 참여에 동의하시면, 귀하가 본 기관에서 최근 5년간 수진한 근로자건강진단의 정보 및 건강진단기관에서 검사한 결과, 그리고 추가적으로 작성하여 주실 직업적 위험요인 설문지가 연구 목적으로 사용됩니다.

4. 개인정보의 처리

본 연구와 관련하여 수집된 귀하의 개인정보는 「개인정보보호법」 등에 의거하여 관리되며 개인 식별이 불가능하도록 연구 목적으로 이용되는 코드를 별도로 생성하여 보관할 것이며, (건강진단 기관명)은 가톨릭대학교 서울성모병원 직업환경의학과(예시) 연구진 외에는 생성된 정보에 접근할 수 없도록 할 것입니다.

5. 연구 참여 동의 철회 및 자료 이용 제한

귀하께서 본 동의서에 동의하신 이후라도 언제든지 연구 참여 동의 철회를 요청하실 수 있으며, 연구자는 그 요청을 전적으로 받아들여 귀하의 자료를 활용하지 않을 것입니다. 또한, 동의 철회로 인하여 귀하에게 어떠한 불이익도 발생하지 않을 것입니다.

6. 기타

본 연구 및 자료 관리에 문의 사항이 있으시면, 연구 담당자에게 문의하실 수 있으며, 보관을 위해 동의서의 사본 1부를 전달드립니다.

연구담당자 : (소속) (이름) (연락처)

본인은 '정보제공 및 동의서 작성자'에게 연구 참여 설명과 본 동의서의 내용에 대한 자세한 설명을 듣고 그 내용을 잘 이해하였으며, 스스로의 뜻으로 본 연구에 참여하는 것에 동의합니다.

□ 동의함 □ 동의하지 않음

작성일 _____ 년 _____월 _____일

참여자 성명 _____ 서명 _____

정보제공 및 동의서 작성자 성명 _____ 서명 _____

[그림 16] 연구 참여 동의서(예시)

「직무스트레스 요인과 만성신장질환 사이 연관성에 대한 건강진단기관 기반 환자-대조군 연구」

개인정보 수집·이용 및 제 3자 제공 동의서

(건강진단 기관명)은 가톨릭대학교 서울성모병원 직업환경의학과(예시) 귀중

본인은 연구진이 본인 및 기타 적합한 경로를 통해 수집한 본인의 개인정보를 이용하는데 동의합니다.

1. 개인정보 수집 및 이용 동의

[수집하는 개인정보의 항목]
- 개인 식별 항목 : 이름, 나이, 성별
- 근무 요인 항목 : 종사 사업장, 종사 기간, 직업적 위험요인

[개인정보 수집 이용 목적]
- 직업적 위험요인과 신장기능의 저하 사이 관련성 연구 목적

[개인정보 보유기간]
- 보유·이용 기간 : 개인정보 수집·이용 목적 달성 시까지

※ 개인정보는 수집 이용 목적의 달성을 위해 (건강진단 기관명)은 가톨릭대학교 서울성모병원 직업환경의학과(예시)만 이용 가능하며 그 외 목적으로 이용되지 않습니다.

※ 귀하께서는 귀하의 개인정보 수집·이용에 대한 동의를 거부할 권리가 있습니다.

개인정보의 수집 및 이용에 동의하십니까? ☐ 동의함 ☐ 동의하지 않음

2. 민감정보의 수집 및 이용 동의

[수집하는 민감정보의 항목]
- (기관명)이 보유하고 있는 근로자건강진단 및 국민건강보험공단검진 결과 (문진표, 신체계측, 시력·청력검사, 혈압, 흉부방사선검사, 혈액검사[혈색소, ALT/AST, γ-GTP, 크레아티닌, 공복혈당, 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 트리글리세라이드], 소변검사[요단백], 구강검진 등

[민감정보 수집 이용 목적]
- 직업적 위험요인과 신장기능의 저하 사이 관련성 연구 목적

[민감정보 보유기간]
- 보유·이용 기간 : 개인정보 수집·이용 목적 달성 시까지

※ 개인정보는 수집 이용 목적의 달성을 위해 (건강진단 기관명)은 가톨릭대학교 서울성모병원 직업환경의학과(예시)만 이용 가능하며 그 외 목적으로 이용되지 않습니다.

※ 귀하께서는 귀하의 개인정보 수집·이용에 대한 동의를 거부할 권리가 있습니다.

민감정보의 수집 및 이용에 동의하십니까? ☐ 동의함 ☐ 동의하지 않음

위의 각 사항에 동의하였음을 확인합니다.

작성일 _____ 년 _____월 _____일

참여자 성명 _____ 서명 _____

정보제공 및 동의서 작성자 성명 _____ 서명 _____

[그림 17] 개인정보 수집 · 이용 및 제 3자 제공 동의서(예시)

아) 설문항목 및 관찰항목, 임상검사항목

○ 직업력 조사는 설문지를 통해서 실시하고, 그 외 임상검사항목 등에 대해서는 건강검진 시 조사되는 항목을 활용하는 것으로 한다.

<표 20> 환자-대조군 연구 설계에서 사용되는 주요 변수

번호	코드	내용	형식	길이	비고
1	ID	가명화부여번호	문자	8	
2	EXMD_BZ_YYYY	검진년도	문자	8	
3	HME_YYYYMM	검진연월	문자	16	
4	Q_PHX_DX_STK	(본인)뇌졸중과거병력유무	숫자	8	0: 미해당 1:해당
5	Q_PHX_DX_HTDZ	(본인)심장병과거병력유무	숫자	8	0: 미해당 1:해당
6	Q_PHX_DX_HTN	(본인)고혈압과거병력유무	숫자	8	0: 미해당 1:해당
7	Q_PHX_DX_DM	(본인)당뇨병과거병력유무	숫자	8	0: 미해당 1:해당
8	Q_PHX_DX_DLD	(본인)고지혈증(이상지질혈증) 과거병력유무	숫자	8	0: 미해당 1:해당
9	Q_PHX_DX_PTB	(본인)폐결핵과거병력유무	숫자	8	0: 미해당 1:해당
10	Q_PHX_DX_ETC	(본인)기타(암포함)질환과거병력유무	숫자	8	0: 미해당 1:해당
11	Q_PHX_TX_STK	(본인)뇌졸중(중풍)약물치료 과거병력유무	숫자	8	0: 미해당 1:해당
12	Q_PHX_TX_HTDZ	(본인)심장병(심근경색/협심증) 약물치료여부	숫자	8	0: 미해당 1:해당
13	Q_PHX_TX_HTN	(본인)고혈압약물치료여부	숫자	8	0: 미해당 1:해당
14	Q_PHX_TX_DM	(본인)당뇨병약물치료여부	숫자	8	0: 미해당 1:해당
15	Q_PHX_TX_DLD	(본인)고지혈증약물치료여부	숫자	8	0: 미해당 1:해당
16	Q_PHX_TX_PTB	(본인)폐결핵약물치료여부	숫자	8	0: 미해당 1:해당
17	Q_PHX_TX_ETC	(본인)기타(암포함)약물치료여부	숫자	8	0: 미해당 1:해당
18	Q_FHX_STK	(가족력)뇌졸중(중풍)여부	숫자	8	0: 미해당 1:해당
19	Q_FHX_HTDZ	(가족력)심장병 (심근경색/협심증)여부	숫자	8	0: 미해당 1:해당

<표 20> 환자-대조군 연구 설계에서 사용되는 주요 변수(계속)

번호	코드	내용	형식	길이	비고
20	Q_FHX_HTN	(가족력)고혈압여부	숫자	8	0: 미해당 1:해당
21	Q_FHX_DM	(가족력)당뇨병여부	숫자	8	0: 미해당 1:해당
22	Q_FHX_ETC	(가족력)기타(암포함)여부	숫자	8	0: 미해당 1:해당
23	Q_HGV_AG	B형간염항원보유자	숫자	8	1: 예 2 :아니오 3:모름
24	Q_SMK_YN	흡연상태	숫자	8	1: 피우지 않는다 2: 과거에 피웠으나 지금은 끊었다 3: 현재도 피운다
25	Q_SMK_PRE_DRT	(과거)흡연기간	숫자	8	년
26	Q_SMK_PRE_AMT_V09N	(과거)하루흡연량	숫자	8	개피
27	Q_SMK_NOW_DRT	(현재)흡연기간	숫자	8	년
28	Q_SMK_NOW_AMT_V09N	(현재)하루흡연량	숫자	8	개피
29	Q_DRK_FRQ_V09N	주간음주일수	숫자	8	일
30	Q_DRK_AMT_V09N	1회 음주량	숫자	8	잔
31	Q_PA_VD	1주_20분 이상 격렬한 운동	숫자	8	일
32	Q_PA_MD	1주_30분 이상 중간정도 운동	숫자	8	일
33	Q_PA_WALK	1주_총30분 이상 걷기 운동	숫자	8	일
34	G1E_HGHT	신장	숫자	8	cm
35	G1E_WGHT	체중	숫자	8	kg
36	G1E_WSTC	허리둘레	숫자	8	cm
37	G1E_BMI	체질량지수	숫자	8	kg/m^2
38	G1E_VA_LT	시력(좌)	숫자	8	0.1~2.0, 9.9: 실명
39	G1E_VA_RT	시력(우)	숫자	8	0.1~2.0, 9.9: 실명
40	G1E_HA_LT	청력(좌)	숫자	8	1:정상 2:비정상
41	G1E_HA_RT	청력(우)	숫자	8	1:정상 2:비정상
42	G1E_BP_SYS	수축기혈압	숫자	8	mmHg
43	G1E_BP_DIA	이완기혈압	숫자	8	mmHg

<표 20> 환자-대조군 연구 설계에서 사용되는 주요 변수(계속)

번호	코드	내용	형식	길이	비고
44	G1E_URN _PROT	요단백	숫자	8	1: 음성(-) 2: 약약성(±) 3: 양성(+1) 4: 양성(+2) 5: 양성(+3) 6: 양성(+4)
45	G1E_HGB	혈색소	숫자	8	g/Dl
46	G1E_FBS	식전혈당(공복혈당)	숫자	8	mg/dL
47	G1E_TOT _CHOL	총콜레스테롤	숫자	8	mg/dL
48	G1E_TG	트리글리세라이드	숫자	8	mg/dL
49	G1E_HDL	HDL콜레스테롤	숫자	8	mg/dL
50	G1E_LDL	LDL콜레스테롤	숫자	8	mg/dL
51	G1E_CRTN	혈청크레아티닌	숫자	8	mg/dL
52	G1E_SGOT	(혈청지오티)AST	숫자	8	U/L
53	G1E_SGPT	(혈청지피티)ALT	숫자	8	U/L
54	G1E_GGT	감마지티피	숫자	8	
55	G1E_GFR	신사구체여과율(GFR)	숫자	8	
56	G1E_GFR_MTHD	신사구체여과율(GFR)측정 방법	숫자	8	
57	G1E_CHST _XRAY_RST	흉부방사선검사 결과	숫자	8	
58	HX1_NAME	직업력1_사업장명	문자	64	
59	HX1_DUR_S	직업력1_근무기간(시작년도)	숫자	4	
60	HX1_DUR_E	직업력1_근무기간(종료년도)	숫자	4	
61	HX1_DESC	직업력1_공정 또는 업무내용	문자	256	
62	HX2_NAME	직업력2_사업장명	문자	64	
63	HX2_DUR_S	직업력2_근무기간(시작년도)	숫자	4	
64	HX2_DUR_E	직업력2_근무기간(종료년도)	숫자	4	
65	HX2_DESC	직업력2_공정 또는 업무내용	문자	256	
66	HX3_NAME	직업력3_사업장명	문자	64	
67	HX3_DUR_S	직업력3_근무기간(시작년도)	숫자	4	
68	HX3_DUR_E	직업력3_근무기간(종료년도)	숫자	4	
69	HX3_DESC	직업력3_공정 또는 업무내용	문자	256	
70	HX4_NAME	직업력4_사업장명	문자	64	
71	HX4_DUR_S	직업력4_근무기간(시작년도)	숫자	4	
72	HX4_DUR_E	직업력4_근무기간(종료년도)	숫자	4	

<표 20> 환자-대조군 연구 설계에서 사용되는 주요 변수(계속)

번호	코드	내용	형식	길이	비고
73	HX4_DESC	직업력4_공정 또는 업무내용	문자	256	
74	HX5_NAME	직업력5_사업장명	문자	64	
75	HX5_DUR_S	직업력5_근무기간(시작년도)	숫자	4	
76	HX5_DUR_E	직업력5_근무기간(종료년도)	숫자	4	
77	HX5_DESC	직업력5_공정 또는 업무내용	문자	256	
78	HX6_NAME	직업력6_사업장명	문자	64	
79	HX6_DUR_S	직업력6_근무기간(시작년도)	숫자	4	
80	HX6_DUR_E	직업력6_근무기간(종료년도)	숫자	4	
81	HX6_DESC	직업력6_공정 또는 업무내용	문자	256	
82	HX7_NAME	직업력7_사업장명	문자	64	
83	HX7_DUR_S	직업력7_근무기간(시작년도)	숫자	4	
84	HX7_DUR_E	직업력7_근무기간(종료년도)	숫자	4	
85	HX7_DESC	직업력7_공정 또는 업무내용	문자	256	
86	HX8_NAME	직업력8_사업장명	문자	64	
87	HX8_DUR_S	직업력8_근무기간(시작년도)	숫자	4	
88	HX8_DUR_E	직업력8_근무기간(종료년도)	숫자	4	
89	HX8_DESC	직업력8_공정 또는 업무내용	문자	256	
90	HX9_DESC	직업력9_기타	문자	256	
91	Q2_1	비타민 생산 공정	숫자	1	0: 미해당 1:해당
92	Q2_2	인쇄업	숫자	1	0: 미해당 1:해당
93	Q2_3	드라이클리닝 등 세탁업	숫자	1	0: 미해당 1:해당
94	Q2_4	염색업	숫자	1	0: 미해당 1:해당
95	Q2_5	금속 탈지 및 세척	숫자	1	0: 미해당 1:해당
96	Q2_6	살충제 제조	숫자	1	0: 미해당 1:해당
97	Q2_7	페인트 제조업	숫자	1	0: 미해당 1:해당
98	Q2_8	고무제품제조업(타이어 등)	숫자	1	0: 미해당 1:해당
99	Q2_9	왁스, 수지, 타르 제조업	숫자	1	0: 미해당 1:해당
100	Q2_10	마취제, 진통제 취급	숫자	1	0: 미해당 1:해당
101	Q2_11	생물학적 제제 취급	숫자	1	0: 미해당 1:해당
102	Q2_12	(바이러스, 세균) 취급	숫자	1	0: 미해당 1:해당
103	Q2_13	PVC 가공	숫자	1	0: 미해당 1:해당
104	Q2_14	직물 가공	숫자	1	0: 미해당 1:해당

<표 20> 환자-대조군 연구 설계에서 사용되는 주요 변수(계속)

번호	코드	내용	형식	길이	비고
105	Q2_15	가죽 제조	숫자	1	0: 미해당 1:해당
106	Q2_16	철강 또는 주물 제조업	숫자	1	0: 미해당 1:해당
107	Q2_17	용접 작업	숫자	1	0: 미해당 1:해당
108	Q2_1_HX	비타민 생산 공정	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"으로 구분
109	Q2_2_HX	인쇄업	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"으로 구분
110	Q2_3_HX	드라이클리닝 등 세탁업	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"으로 구분
111	Q2_4_HX	염색업	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"으로 구분
112	Q2_5_HX	금속 탈지 및 세척	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"으로 구분
113	Q2_6_HX	살충제 제조	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"으로 구분
114	Q2_7_HX	페인트 제조업	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"으로 구분
115	Q2_8_HX	고무제품제조업(타이어 등)	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"으로 구분
116	Q2_9_HX	왁스, 수지, 타르 제조업	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"으로 구분
117	Q2_10_HX	마취제, 진통제 취급	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"으로 구분
118	Q2_11_HX	생물학적 제제 취급	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
119	Q2_12_HX	(바이러스, 세균) 취급	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
120	Q2_13_HX	PVC 가공	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
121	Q2_14_HX	직물 가공	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
122	Q2_15_HX	가죽 제조	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분

<표 20> 환자-대조군 연구 설계에서 사용되는 주요 변수(계속)

번호	코드	내용	형식	길이	비고
123	Q2_16_HX	철강 또는 주물 제조업	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
124	Q2_17_HX	용접 작업	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
125	Q3_1	납	숫자	1	0: 미해당 1:해당
126	Q3_2	카드뮴	숫자	1	0: 미해당 1:해당
127	Q3_3	수은	숫자	1	0: 미해당 1:해당
128	Q3_4	크롬	숫자	1	0: 미해당 1:해당
129	Q3_5	베릴륨	숫자	1	0: 미해당 1:해당
130	Q3_6	우라늄	숫자	1	0: 미해당 1:해당
131	Q3_7	주석	숫자	1	0: 미해당 1:해당
132	Q3_8	비소	숫자	1	0: 미해당 1:해당
133	Q3_9	구리	숫자	1	0: 미해당 1:해당
134	Q3_10	유기용제	숫자	1	0: 미해당 1:해당
135	Q3_11	포름알데히드	숫자	1	0: 미해당 1:해당
136	Q3_12	알코올	숫자	1	0: 미해당 1:해당
137	Q3_13	이황화탄소	숫자	1	0: 미해당 1:해당
138	Q3_14	결정형유리규산 (실리카)	숫자	1	0: 미해당 1:해당
139	Q3_15	삼염화에틸렌 (TCE)	숫자	1	0: 미해당 1:해당
140	Q3_16	브롬산칼륨	숫자	1	0: 미해당 1:해당
141	Q3_17	초경-코발트 합금	숫자	1	0: 미해당 1:해당
142	Q3_18	테트로하이드로푸란	숫자	1	0: 미해당 1:해당
143	Q3_1_HX	납	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
144	Q3_2_HX	카드뮴	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
145	Q3_3_HX	수은	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
146	Q3_4_HX	크롬	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
147	Q3_5_HX	베릴륨	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분

<표 20> 환자-대조군 연구 설계에서 사용되는 주요 변수(계속)

번호	코드	내용	형식	길이	비고
148	Q3_6_HX	우라늄	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
149	Q3_7_HX	주석	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
150	Q3_8_HX	비소	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
151	Q3_9_HX	구리	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
152	Q3_10_HX	유기용제	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
153	Q3_11_HX	포름알데히드	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
154	Q3_12_HX	알코올	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
155	Q3_13_HX	이황화탄소	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
156	Q3_14_HX	결정형유리규산 (실리카)	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
157	Q3_15_HX	삼염화에틸렌 (TCE)	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
158	Q3_16_HX	브롬산칼륨	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
159	Q3_17_HX	초경-코발트 합금	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
160	Q3_18_HX	테트로하이드로푸란	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
161	Q4_1	일하지 않을 때조차 땀을 흘릴 정도로 높은 온도	숫자	1	0: 미해당 1:해당
162	Q4_2	실내/실외에 관계없이 낮은 온도	숫자	1	0: 미해당 1:해당
163	Q4_3	다른 사람에게 말할 때 목청을 높여야 할 정도의 심한 소음	숫자	1	0: 미해당 1:해당
164	Q4_4	고압 또는 저압에 노출	숫자	1	0: 미해당 1:해당
165	Q4_1_HX	일하지 않을 때조차 땀을 흘릴 정도로 높은 온도	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분

<표 20> 환자-대조군 연구 설계에서 사용되는 주요 변수(계속)

번호	코드	내용	형식	길이	비고
166	Q4_2_HX	실내/실외에 관계없이 낮은 온도	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
167	Q4_3_HX	다른 사람에게 말할 때 목청을 높여야 할 정도의 심한 소음	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
168	Q4_4_HX	고압 또는 저압에 노출	문자	20	해당되는 직업 기입, 2개 이상 시 ";"구분
169	Q4_1_IN	일하지 않을 때조차 땀을 흘릴 정도로 높은 온도	숫자	1	1: 근무시간 내내 2: 거의 모든 근무시간 3: 근무시간 3/4 4: 근무시간절반 5: 근무시간 1/4 6: 거의 노출 안 됨
170	Q4_2_IN	실내/실외에 관계없이 낮은 온도	숫자	1	1: 근무시간 내내 2: 거의 모든 근무시간 3: 근무시간 3/4 4: 근무시간절반 5: 근무시간 1/4 6: 거의 노출 안 됨
171	Q4_3_IN	다른 사람에게 말할 때 목청을 높여야 할 정도의 심한 소음	숫자	1	1: 근무시간 내내 2: 거의 모든 근무시간 3: 근무시간 3/4 4: 근무시간절반 5: 근무시간 1/4 6: 거의 노출 안 됨
172	Q4_4_IN	고압 또는 저압에 노출	숫자	1	1: 근무시간 내내 2: 거의 모든 근무시간 3: 근무시간 3/4 4: 근무시간절반 5: 근무시간 1/4 6: 거의 노출 안 됨
173	Q5_1	지난 1주 – 주당 평균 시간 근무	숫자	3	시간
174	Q5_2	지난 4주 - 주당 평균 시간 근무	숫자	3	시간
175	Q5_3	지난 12주 – 주당 평균 시간 근무	숫자	3	시간

<표 20> 환자-대조군 연구 설계에서 사용되는 주요 변수(계속)

번호	코드	내용	형식	길이	비고
176	Q6	현재 직장(일)에서 주로 주간(오전 6시~저녁 6시 사이)에 일하십니까? 혹은 다른 시간대에 일하십니까?	숫자	1	1: 주로 주간에 일한다 2: 저녁 근무 (오후 2시~자정 사이) 3: 밤 근무 (저녁 9시~다음날 오전 8시 사이) 4: 주야간 규칙적 교대근무 5: 24시간 교대 근무 6: 분할 근무 (하루 일하는 시간대 2개 이상) 7: 불규칙 교대 근무 8: 기타( )
177	Q6_DESC	기타 응답 시 내용	문자	256	
178	Q7	귀하의 신장문제가 업무로 인해 발생 또는 악화되었다고 생각합니까?	숫자	1	0: 아니오 1:예
179	Q7_DESC	'예'라 응답한 경우, 어떤 유해인자 또는 요인 때문이라 생각합니까?	문자	512	
180	Q8_1	1. 나는 일이 많아 항상 시간에 쫓기며 일한다.	숫자	1	1: 전혀 그렇지 않다 2: 그렇지 않다 3: 그렇다 4: 매우 그렇다
181	Q8_2	2. 업무량이 현저하게 증가하였다.	숫자	1	1: 전혀 그렇지 않다 2: 그렇지 않다 3: 그렇다 4: 매우 그렇다
182	Q8_3	3. 업무 수행 중에 충분한 휴식(짬)이 주어진다.	숫자	1	(역코딩) 4: 전혀 그렇지 않다 3: 그렇지 않다 2: 그렇다 1: 매우 그렇다
183	Q8_4	4. 여러 가지일을 동시에 해야 한다.	숫자	1	1: 전혀 그렇지 않다 2: 그렇지 않다 3: 그렇다 4: 매우 그렇다
184	Q8_5	5. 내 업무는 창의력을 필요로 한다.	숫자	1	(역코딩) 4: 전혀 그렇지 않다 3: 그렇지 않다 2: 그렇다 1: 매우 그렇다

<표 20> 환자-대조군 연구 설계에서 사용되는 주요 변수(계속)

번호	코드	내용	형식	길이	비고
185	Q8_6	6. 내 업무를 수행하기 위해서는 높은 수준의 기술이나 지식이 필요하다.	숫자	1	(역코딩) 4: 전혀 그렇지 않다 3: 그렇지 않다 2: 그렇다 1: 매우 그렇다
186	Q8_7	7. 작업시간, 업무수행과정에서 나에게 결정할 권한이 주어지며 영향력을 행사 할 수 있다.	숫자	1	(역코딩) 4: 전혀 그렇지 않다 3: 그렇지 않다 2: 그렇다 1: 매우 그렇다
187	Q8_8	8. 나의 업무량과 작업스케줄을 스스로 조절할 수 있다.	숫자	1	(역코딩) 4: 전혀 그렇지 않다 3: 그렇지 않다 2: 그렇다 1: 매우 그렇다
188	Q8_9	9. 나의 상사는 업무를 완료하는데 도움을 준다.	숫자	1	(역코딩) 4: 전혀 그렇지 않다 3: 그렇지 않다 2: 그렇다 1: 매우 그렇다
189	Q8_10	10. 나의 동료는 업무를 완료하는데 도움을 준다.	숫자	1	(역코딩) 4: 전혀 그렇지 않다 3: 그렇지 않다 2: 그렇다 1: 매우 그렇다
190	Q8_11	11. 직장에서 내가 힘들 때 내가 힘들다는 것을 알아주고 이해해 주는 사람이 있다.	숫자	1	(역코딩) 4: 전혀 그렇지 않다 3: 그렇지 않다 2: 그렇다 1: 매우 그렇다
191	Q8_12	12. 직장사정이 불안하여 미래가 불확실하다.	숫자	1	1: 전혀 그렇지 않다 2: 그렇지 않다 3: 그렇다 4: 매우 그렇다
192	Q8_13	13. 나의 근무조건이나 상황에 바람직하지 못한 변화(예, 구조조정)가 있었거나 있을 것으로 예상된다.	숫자	1	1: 전혀 그렇지 않다 2: 그렇지 않다 3: 그렇다 4: 매우 그렇다
193	Q8_14	14. 우리 직장은 근무평가, 인사제도(승진, 부서배치 등)가 공정하고 합리적이다.	숫자	1	(역코딩) 4: 전혀 그렇지 않다 3: 그렇지 않다 2: 그렇다 1: 매우 그렇다

<표 20> 환자-대조군 연구 설계에서 사용되는 주요 변수(계속)

번호	코드	내용	형식	길이	비고
194	Q8_15	15. 업무수행에 필요한 인원, 공간, 시설, 장비, 훈련 등의 지원이 잘 이루어지고 있다.	숫자	1	(역코딩) 4: 전혀 그렇지 않다 3: 그렇지 않다 2: 그렇다 1: 매우 그렇다
195	Q8_16	16. 우리 부서와 타 부서 간에는 마찰이 없고 업무협조가 잘 이루어진다.	숫자	1	(역코딩) 4: 전혀 그렇지 않다 3: 그렇지 않다 2: 그렇다 1: 매우 그렇다
196	Q8_17	17. 일에 대한 나의 생각을 반영할 수 있는 기회와 통로가 있다.	숫자	1	(역코딩) 4: 전혀 그렇지 않다 3: 그렇지 않다 2: 그렇다 1: 매우 그렇다
197	Q8_18	18. 나의 모든 노력과 업적을 고려할 때, 나는 직장에서 제대로 존중과 신임을 받고 있다.	숫자	1	(역코딩) 4: 전혀 그렇지 않다 3: 그렇지 않다 2: 그렇다 1: 매우 그렇다
198	Q8_19	19. 내 사정이 앞으로 더 좋아질 것을 생각하면 힘든 줄 모르고 일하게 된다.	숫자	1	(역코딩) 4: 전혀 그렇지 않다 3: 그렇지 않다 2: 그렇다 1: 매우 그렇다
199	Q8_20	20. 나의 능력을 개발하고 발휘할 수 있는 기회가 주어진다.	숫자	1	(역코딩) 4: 전혀 그렇지 않다 3: 그렇지 않다 2: 그렇다 1: 매우 그렇다
200	Q8_21	21. 회식자리가 불편하다.	숫자	1	1: 전혀 그렇지 않다 2: 그렇지 않다 3: 그렇다 4: 매우 그렇다
201	Q8_22	22. 나는 기준이나 일관성이 없는 상태로 업무 지시를 받는다.	숫자	1	1: 전혀 그렇지 않다 2: 그렇지 않다 3: 그렇다 4: 매우 그렇다
202	Q8_23	23. 직장의 분위기가 권위적이고 수직적이다.	숫자	1	1: 전혀 그렇지 않다 2: 그렇지 않다 3: 그렇다 4: 매우 그렇다
203	Q8_24	24. 남성, 여성이라는 성적인 차이 때문에 불이익을 받는다.	숫자	1	1: 전혀 그렇지 않다 2: 그렇지 않다 3: 그렇다 4: 매우 그렇다

<표 20> 환자-대조군 연구 설계에서 사용되는 주요 변수(계속)

번호	코드	내용	형식	길이	비고
204	Q8_25	25. 근무장소가 깨끗하고 쾌적하다.			(역코딩) 4: 전혀 그렇지 않다 3: 그렇지 않다 2: 그렇다 1: 매우 그렇다
205	Q8_26	26. 내 일은 위험하며 사고를 당할 가능성이 있다.			1: 전혀 그렇지 않다 2: 그렇지 않다 3: 그렇다 4: 매우 그렇다
206	Q8_27	27. 내 업무는 불편한 자세로 오랫동안 일을 해야 한다.			1: 전혀 그렇지 않다 2: 그렇지 않다 3: 그렇다 4: 매우 그렇다

자) 효과 평가기준, 평가방법 및 해석방법 (통계분석 방법)

○ 환자군과 대조군의 인구학적 정보, 직무스트레스 관련 정보의 분포를 제시하고, 그 요인이 두 집단 간에 차이가 있는지 chi-square test를 수행

○ Conditional logistic regression를 수행하여 장시간근로 여부, 교대근무 여부에 따른 만성신장질환의 오즈비를 산출

○ 잠재적 교란요인(선정 필요)들을 보정한 conditional logistic regression을 수행하여 보정된 오즈비를 산출

○ 자료 분석을 위해 SAS 9.4와 microsoft excel을 사용하며, 양측 검정으로 유의수준은 p-value 0.05 이하로 한다.

(2) 소결

환자-대조군 연구는 상대적으로 발생이 드문 질환의 위험 요인을 파악하기 위하여 수행하는 연구 설계로, 잘 수행된 환자-대조군 연구는 전향적 코호트 연구에 비하여 비용적인 측면에서 장점이 있다. 하지만 환자-대조군 연구 설계

라는 큰 틀이 같은 연구라 하더라도 환자 사례의 정의, 환자군 및 대조군 선정의 방법, 기존 데이터와 연계 여부 등에 따라서 연구에 필요한 비용은 크게 달라질 수 있다.

본 연구에서는 만성신장질환 환자-대조군 연구 설계를 수행하였다. 내·외부 연구진 회의를 통해 피드백을 받아 연구 설계의 타당성 및 실현가능성이 있는 만성신장질환 환자-대조군 연구를 설계하였다. 기존 일반건강진단 및 전국민 건강검진에서 수행되고 있는 항목과 연계하여 만성신장질환의 환례를 정의할 수 있도록 하여 연구에 소모되는 비용이 실현가능한 정도로 이루어 질 수 있도록 연구 설계를 제시하였다. 직무와 관련된 요인들은 문헌 검토를 통하여 만들어진 설문지를 이용하여 환자-대조군 연구에서 통상적으로 이루어지는 방법인 후향적인 정보 수집을 수행하도록 제시하였다.

본 연구에서는 실제 연구수행에 있어서는 연구수행기관 및 건강진단을 수행하는 프로토콜과 함께 연구 설계의 내용을 반영을 하여야 하기 때문에, 아주 세부적인 수행 가이드라인까지 제시할 수는 없었다. 하지만 만성신장질환의 직무 관련 요인을 탐색하는 연구로 참조할만한 사전 연구가 극도로 부족하다. 향후 만성신장질환 환자-대조군 연구 설계를 본격적으로 수행할 때 연구 수행을 위한 큰 틀과 검토하여야 할 사항들에 대하여 미리 정리하여 제시한 본 결과를 기틀삼아 수행할 수 있을 것으로 기대한다.

2. 환자-대조군의 직업력 조사를 위한 설문지 개발 및 분석계획

1) 산업재해보상보험 신청사례 분석

(1) 신장질환 산재보상보험 신청사례분석 결과

2015년부터 2019년까지 주상병명이 신장질환인 산재신청건수는 모두 5년간 80건으로 이중 만성질환 37건, 급성질환 35건, 기타 8건이었다. 기타 중 2건은 자살, 심근경색으로 제외하였으며, 만성질환 중 1건을 재해조사서 부존재로 제외

하였다. 분석 대상은 5년간 77건, 만성 36건, 급성 35건, 기타 6건이다<표 21>.

전체 77건 중 남성이 61건(79%)으로 여성에 비해 신장질환으로 산재신청건수가 많았으며, 상병발생나이는 40대와 50대가 각 22건(29%)으로 가장 많은 신청을 하였다. 특히 만성신장질환 신청건수는 36건 중에 31건(86%)으로 남성이 대부분을 차지하였다.

<표 21> 신장질환 산재보상 신청사례분석(2015~2019년)

항목	세부항목	급성	만성	기타	계
성별	남	26	31	4	61
	녀	9	5	2	16
	합계	35	36	6	77
상병발생나이	30대 미만	3	2	1	6
	30~39	5	5	1	11
	40~49	7	12	3	22
	50~59	11	11	0	22
	60~69	6	4	1	11
	70대 이상	3	2	0	5
재해조사분류	1,2 뇌심혈관	14	14	2	30
	05 이상기압	0	3	1	4
	09 일사병	13	0	0	13
	11 독성감염(화학물질)	3	4	1	8
	17 사인미상	3	11	2	16
	기타	2	4	0	6
승인여부	불승인	16	33	6	55
	승인	17	2	0	19
	일부승인	2	1	0	3

신장질환의 특성상 별도의 재해조사 분류를 하고 있지 않기 때문에, 재해조사 분류를 기준으로 뇌혈관질환과 심혈관질환으로 분류되어 조사된 경우가 30건, 사인미상으로 분류된 건수가 16건으로 신장질환은 약 60%가 뇌심, 과로 기준과 동일하게 재해조사표가 작성되었다. 급성신장질환은 탈수나 고열조건과 관련하여 발생할 수 있기에 급성신장질환에서는 13건이 일사병, 열사병과 같은 재해조사로 분류되어 조사되었다. 화학물질로 인한 독성 및 감염의 경우는 전체 77건 중 8건(10%)이 분류되었으며, 이상기압으로 분류된 경우가 4건이었다.

산재 신청된 신장질환의 60%가 뇌혈관질환, 심혈관질환, 사인미상 등으로 분류되어 재해조사가 이루어졌지만, 과로나 스트레스 등으로 인한 만성신장질환이 인정된 사례는 없었다.

만성신장질환의 업무상질병 인정률은 일부인정을 포함하여 전체 36건 중 3건(8.3%)으로 매우 낮았다. 인정된 사례를 살펴보면 이상기압, 결정형유리규산 등 기존에 알려져 있는 신장질환의 위험요인에 노출되었던 경우였다<표 22>.

급성 신장질환은 기존에 알려져 있는 고열, 비소중독, 탈수 등과 관련되어 인정된 사례가 많았으며, 업무상질병 인정률도 58.3%로 만성신장질환에 비해 매우 높았다.

<표 22> 급성/만성 신장질환의 업무상질병 인정률

질병 분류	인정률	구체적 사례
만성신장질환	3/36 (8.3%)	이상기압(고산병관련) 1건, 결정형유리규산, 중금속, 고온, 유기화합물 등 관련 2건.
급성신장질환	19/35 (58.3%)	일사병, 열사병 등 고온관련 17건, 비소중독관련 용혈 2건(집단발병)
기타	0/6 (0%)	요로결석, 신증후군, 사구체경화증, IgA 신병증 등.

만성신장질환으로 인한 산재신청상병은 대부분이 투석 상태, 말기신부전 등 신장질환이 심각한 상태에서 신청한 경우가 대부분이었으며, 비교적 초기 단계인 3기에 신청한 사례는 1건이었다. 이 사례는 다이아몬드 휠성형과 소결업무에 종사하던 근로자에서 만성신장질환 발생했던 건으로, IgA 신병증의 발병과 상기 업무와 관련성은 낮을 것으로 추정되나 소결 업무 특성상 유기용제와 중금속에 노출되었을 가능성을 배제할 수 없어 역학조사를 시행하였다. 당시 역학조사보고서상 유기용제 및 중금속에 고농도로 노출되었다 보기 어려워(대부분 노출기준 미만, 한번만 노출기준 50% 정도수준) 불승인되었다. 이외의 만성신장질환으로 신청한 경우의 대부분은 만성신장질환의 3대 원인으로 알려진 당뇨, 고혈압, 사구체신염과 같은 기저질환이 있는 상태에서 신기능이 악화된 경우가 대다수였는데, 대부분 개인질병이 악화된 것이라는 사유로 불승인되었다. 이는 신장질환의 경우 뇌심혈관계 질환 판정 시 참조하는 과로에 대한 기준 등 자연경과 이상 악화되었다 볼 수 있는 기준이 없기 때문이라고 할 수 있다. 또한 산업재해보상법의 구체적인 인정기준에서도 기존의 고혈압, 당뇨 등의 다른 질환으로 인한 신장질환 발생은 제외한다고 언급되어 있기 때문이다.

(2) 심층 분석 결과

5년간 신장질환으로 인한 신청사례가 매우 제한적이고, 각 사례에 대해서 기술할 경우 개인이 특정될 수 있는 우려가 있어, 개별 사례에 대해서는 보고서에 추가로 기술하지 않지는 않았다. 다만, 현재까지 분석된 내용을 바탕으로 각 신청사례별 쟁점을 정리하고, 만성신장질환 또는 급성신장질환과 관련하여 신청인의 주장과 이에 대한 업무상질병판정위원회 판단의 근거를 확인하여, 잠정적인 만성신장질환의 업무상질병 인정관련 의견들을 정리하였다<표 23>.

1차 분석결과 신장질환과 관련하여 업무상질병 판단에서 중요한 의미가 있었던 신청 상병과 원인에 대해서 사례를 재분류하여 분석한 결과, 과로와 관련하여 업무와 관련성을 판단한 경우는 급성과 만성 신부전을 모두 포함하여 43

건이었다. 과로와 유해인자 노출 등의 복합적인 유형은 업무상질병판정위원회에서 관련성 판단시 중점적으로 고려한 내용을 우선으로 분류하였다. 일부승인의 경우에는 고혈압 등의 개인소인의 상병을 함께 신청한 경우에 불승인된 경우이므로 승인으로 구분하였다.

<표 23> 만성 신질환과 급성 신질환의 신청상병 및 원인별 인정사례 (인정건수/신청건수)

		만성 신부전	급성 신부전	사구체신염 (IgA 신병증)	신우신염
계		**3/35**	**19/27**	**0/8**	**1/7**
과로	기존질환 (당뇨/고혈압/사구체신염)	1/19	0/5	0/3	0/1
	기존신장질환 (이전진단/신이식 상태 등)	0/10			
	기존질환(-)		0/1	0/2	0/2
화학물질 (실리카, 비소, 유기용제 등) 살충제 등		1/5	2/3	0/3	
폭염/고열			17/18		1/4
기타		1/1			

사구체신염은 기존의 뇌심혈관계 질환의 기초질환에는 해당하지 않아서 당뇨, 고혈압과 달리 신장질환 자체에 대한 판단이 중요했기 때문이다. 사구체신염은 IgA 신병증이 조직학적으로 확인되거나, 과거 검진 등에서 단백뇨 소견이 있는 경우 사구체신염이 진행 중인 것으로 판단하는 경향이 있었으며, 루푸스 등 자가면역질환이 있는 경우도 사구체신염이 있는 것으로 구분하였다.

일부 사망 진단 시에 신부전이 신청상병명으로 함께 신청된 경우도 있었으

나, 대부분 주된 원인은 급성 심장사 또는 뇌혈관질환으로 판단하였다.

심층 분석 결과에 대한 표에서 확인할 수 있듯이, 대체로 만성과로에 대해서는 불승인되고, 폭염이나 고열 등으로 인한 급성신부전은 거의 업무상질병으로 승인되는 일관된 판정경향을 보였다. 재해조사과정에서 신장질환을 별도로 조하거나 구체적인 판정지침은 없지만, 어느 정도 표준화된 판정경향이 있는 것으로 보인다.

가) 만성신장질환의 업무상 질병판정경향

과로여부: 만성 신질환의 3대원인(당뇨/고혈압/사구체신염)으로 인한 신장질환의 발병, 진행, 급성악화(급성신부전)의 경우 만성 과로와 관련하여 불승인이 대부분이었다. 재해 조사시 과로로 판단하지 않은 경우는 불승인이었으며, 과로가 인정된 경우의 판단경향을 확인하기는 어려웠다. 만성과로로 인정된 사례가 1건이 있었는데, 이 사례는 기존질환이 있는 상태에서 실리카 노출과 고열 작업환경, 탈수, 장시간 근무(주당 90시간)가 복합적으로 노출된 것이 인정되어 승인되었다. 장시간 근무와 과로만으로 신장질환의 자연경과이상의 악화를 판단한 경우는 확인할 수 없었다.

단백뇨에 대한 판단: 일부 사구체신염 진단 전에 건강검진 등에서 단백뇨가 있었던 경우가 있었다. 이에 대해서는 고혈압과 사구체신염의 선후관계 및 인과관계는 불분명하여 판단이 어려웠다. 사구체신염에 의해 고혈압이 발생한 것인지, 고혈압이 진행되어 합병증으로 신장질환이 발병한 것인지 확인지 구별이 불가능하였으나, 단백뇨가 있었던 경우는 개인적인 소인으로 판단하는 경향이 있었다.

개인질환의 관리부분: 재해 경위상 검진 미수검, 검진 후 관리부족(진료미흡, 치료미흡, 생활습관관리미흡 등), 근무와 관련하여 자율적인 조건하에서 증상발병 후 계속 업무 등에 대한 의견이 있었다. 그러나, 과로가 인정되지 않은 경우가 대부분이기 때문에 개인질환 관리만으로 산재인정여부를 판단하는 것은 뇌

심혈관계 기준과 비교하여 결정해야할 사항으로 보인다.

신장질환의 악화와 관련하여 음주와 흡연에 대해서도 과로가 인정된 경우가 많지 않아 따로 판단하지는 않았으나, 급성 신질환은 음주 등으로 개인적 취약성이 있는 경우는 “당해근로자“ 기준에 따라 오히려 관련성이 증가되는 것으로 판단하였다.

만성 신질환의 원인질환 고혈압/당뇨/사구체신염는 대부분 개인질환으로 불승인되었다.

과로 이외에 신장독성이 있는 물질에 노출되는 경우, 역학조사에서는 유기용제와 탄화수소가 충분한 근거, 결정형 유리규산은 제한적 근거가 있는 것으로 판단하고 있다. 특히 결정형 유리규산은 신장독성의 중요한 기전이 자가면역반응으로 노출량이 충분하지 않아도 관련성을 배제하기 어렵다고 판단하며, 그 외에 납, 카드뮴, 크롬 등의 금속노출을 고려하고 있다.

나) 급성신장질환의 업무상 질병판정경향

급성신부전은 기존질환의 급격한 악화에 의한 급성신부전과 고온, 일사병과 같이 특수한 환경에 의해서 탈수 등으로 급격하게 발생한 신부전으로 크게 나눌 수 있다. 기존질환의 급격한 악화로서 급성신부전이 신청된 경우는 만성신부전과 동일하게 불승인되었다. 그러나 폭염, 고온 작업시 탈수에 의한 급성신부전은 거의 인정되었다. 또한 전날 음주나 기저질환 등은 오히려 급성신부전을 악화시키는 유발요인으로 인정되는 경향을 보였다. 요양보호사가 냉방기가 없는 실내에서 재가요양업무를 하던 중 발병한 사례는, 고온작업환경이 단시간이었고, 개인적인 다른 요인에 의한 발병으로 판단하여 불승인된 사례가 있었다.

또한 금속 등 업무상질병 인정기준에 나열된 급성중독에 의한 급성신부전은 현재의 인정기준대로 인정되는 경향을 보였다.

다) 일관되지 않은 판정경향이 있는 경우

일부 과로 및 역학 조사시 유해물질의 노출수준판단이 역학조사결과와 질병판정위원회의 의견이 달랐던 사례가 있었으며, 신우신염은 감염성 질환으로 대부분 인정이 되지 않는데, 폭염으로 인한 탈수가 동반된 경우 신우신염이 인정된 사례가 있었다.

라) 만성 신장질환 업무상 질병 인정기준과 관련된 제안

만성신장질환도 뇌심혈관계질환과 마찬가지로 당뇨, 고혈압, 사구체신염을 비롯한 다양한 원인의 신장질환이 과로 등으로 인해 자연경과 이상으로 악화되는 혈관손상의 기전을 가지고 있다. 생물학적인 질병의 악화과정이 크게 다르지 않기 때문에 신장질환도 뇌심혈관계 질환과 마찬가지로 업무상질병인정기준을 제안할 수 있을 것이다.

그러나 현재 재해조사는 뇌심혈관계 질환의 급·만성 과로와 관련하여 발병전 12주 기간 동안의 근무시간과 교대·휴일근무, 한랭·온도변화·소음에 노출되는 유해 작업환경 근무, 육체강도가 높은 업무, 외국 출장, 정신적 긴장을 수반하는 업무 등의 가중요인을 조사하여 관련성을 판단하고 있다. 신장질환은 뇌심혈관계 질환처럼 뇌출혈, 뇌경색, 심근경색과 같은 급성발병과 증상발현의 형태가 아니라 서서히 진행되고, 요독 증상이 악화되는 경우 투석 등의 치료를 장기적으로 받게 되는 경과를 거친다.

35건의 만성신부전 사례를 통해서 판단하면, 1)신장질환 악화시기와 과로의 시간차로 인한 악화를 확인할 방법이 없음(과거의 과로기록조사 어려움) 2)급성발병 중심의 뇌심인정기준을 그대로 적용하기에는 어려움. 3)아직까지 장시간, 야간 근무 등으로 인한 신장질환의 악화에 대한 연구가 부족함의 한계가 있다.

현재 만성신장질환은 뇌심혈관계 질환처럼 알려져 있지 않아 산재신청 자체가 매우 적고, 만성신장질환이 있는 경우 쉽게 피로하고 체력적인 한계가 있기 때문에 무리한 부담이 있거나 장시간 근무 자체가 어려워 일반적인 근무시간 기준으로 판단하기 어려운 부분이 존재한다.

또한, 뇌심혈관계 질환의 경우 합병증 치료 후 업무복귀가 가능하고 기초질환 관리가 중요한 반면, 신장질환은 한번 악화된 신장질환은 질병이 호전된다기보다는 계속해서 악화되고, 현재의 진폐와 같은 장해의 개념이 더 합당한 질환에 가깝다고 판단된다.

현재 산재보험에서도 현재까지 만성신장질환이 인정된 경우는 흔하지 않아, 만성신장질환과 관련된 별도의 내부지침은 없으나, 건강보험의 급여항목은 그대로 적용이 가능하기 때문에 투석이 필요한 경우는 요양급여가 가능하다. 다만, 이식이 필요한 상태가 있을 경우에는 별도로 확인이 필요한 사항으로 판단된다.

산재보험의 중요한 역할 중 하나가 질병이 악화되기 전에 조기에 개입하여 치료와 보상이 이뤄지는 것도 중요하다. 현재 만성신부전의 경우 대부분, 4기에서 5기, 말기에 가까운 상태에서 산재신청이 이뤄지고 있었다. 이미 신장질환의 악화를 예방하거나, 관리할 수 없을 때 치료와 보상이 진행되기 때문에, 질병의 악화방지를 위한 기준도 함께 제시되어야 할 것이다.

예를 들면, 급성신부전이 없이 진행성으로 악화되는 만성신장질환 3기, 4기, 5기 중 어느 시점에서 산재신청 기준을 할 것인지, 기존에 신장질병을 가지고 일하는 사람들이 과로로 인해서 악화된다면, 어떻게 업무에 복귀할 것인지에 대한 논의가 필요하다.

현재 다양한 연구 설계를 통해서 만성과로와 신장질환의 악화에 대한 연구 설계를 구상하고 있는데, 현재 신장질환에 대한 별도의 재해조사과정은 없다. 신장질환에 대한 재해조사가 별도로 이뤄지기 어렵다면, 뇌심질환 재해조사의 만성과로에 대한 조사 시에 고혈압, 당뇨 뿐 아니라 신장질환에 대한 과거력과, 건강검진이나 진료 시에 신장질환 관련 소변검사, Cr, eGFR등이나 가족력 등이 충분히 조사할 필요성이 있다. 현재 재해조사는 업무시간과 관련하여 발병 전 12주까지 진행되나, 신장질환이 동반된 경우에는 과거 직업력과 과거 과로에 대한 확인, 결정형 유리규산, 유기용제나 화학적 인자에 대한 조사도 함께 진행되어야 할 것이다.

(3) 소결 및 제언

2015년부터 2019년까지 신장질환과 관련된 산재 신청 자료를 분석한 결과, 기존에 알려진 고열, 비소중독, 이상기압, 결정형유리규산, 중금속, 유기화합물 등에 대한 노출로 인해 업무상질병으로 인정되는 사례를 확인하였다. 하지만, 대부분 재해조사 분류에 따른 조사방식의 한계로 인해, 직업을 비롯하여 신장질환과 관련된 위험요인, 사구체여과율, 혈청 크레아티닌과 같은 신장 기능에 대한 객관적인 평가가 제대로 조사되지 못하였기 때문에 노출과 신기능의 업무관련성을 평가하는데 한계가 있었다. 또한 만성신장질환의 경우 업무상질병판정위원회에서 개인적인 요인(만성 질환의 악화, IgA 신병증 등)으로 불승인 되는 경우가 많았는데, 신장질환의 특성상 초기에 발견되는 경우보단 악화되거나 만성화된 이후, 말기 또는 5기에 진단되는 경우가 많기 때문에 신장질환이 관리되지 않은 채 근무한 경우 신장질환이 악화되는 시점이나 악화 속도를 평가하는 것이 추후 업무관련성 판단에서 중요해질 것으로 예상된다.

현재 일부 의무기록이나 재해 인정사실을 추가 분석하면, 비록 소수이나 Cr 수치를 중심으로 질병의 경과를 일부는 확인이 가능하다. 이와 더불어 뇌심혈관계 과로 기준을 참고하여 과로나 업무로 인한 신기능저하에 대한 연구 등을 종합하게 된다면 자연경과와 업무로 인한 악화를 추가 분석할 수 있을 것이다. 이 부분에 대해서는 앞서 언급한 것처럼 신장질환에 대해 별도로 재해조사가 어렵다면, 뇌심질환 재해조사 과정에서 신장질환도 함께 고려하여 조사하는 작업을 통해 사전예방적인 인정기준 연구가 가능할 것으로 판단된다.

현재 우리나라에서는 고혈압, 당뇨와 같은 기저질환 자체에 대해서는 업무상질병을 인정하지 않지만, 이러한 기저질환이 있더라도 업무로 인해 뇌심혈관질환이 자연경과 이상으로 악화되는 경우는 인정이 되고 있다. 뇌심혈관질환과 마찬가지로 신장질환도 업무로 인해 혈관손상이 자연경과 이상으로 악화되는 경과를 거칠 수 있기 때문에, 후속 연구를 통해서 뇌, 심, 신 혈관질환에 대한 종합적인 이해를 바탕으로 업무상질병의 인정기준이 변경될 필요성이 있다.

우리나라에서 30세 이상에서 중등도 이상의 만성신장질환 유병률이 5%에 이르는데도 산재신청건수가 5년간 100건이 되지 못할 정도로 낮은 것은, 아직까지 업무상 신장질환에 대한 이해와 인식이 부족하고, 산재보상보험에서 적극적으로 구체적 인정기준에 대한 근거를 만들지 않고 있기 때문인 것으로 보인다.

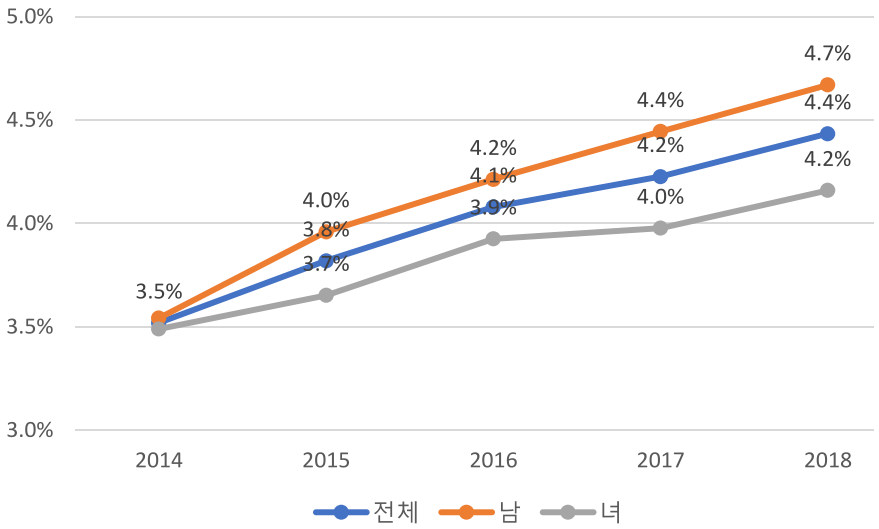
산재신청사례에서도 건강진단에서 단백뇨 등의 소견으로 질병의 시작을 판단한 경우도 많았는데, 우리나라 일반건강검진에서 신장질환의심소견이 있는 경우는 2018년에 668,486건으로 전체 1차 검진 수검자 15,076,899 중 4.4%로 나타났다. 2014년부터 건강진단에서 신장질환의심소견은 아래 <표 24>와 같다.

<표 24> 2014~2018 건강검진 신장질환의심 판정현황

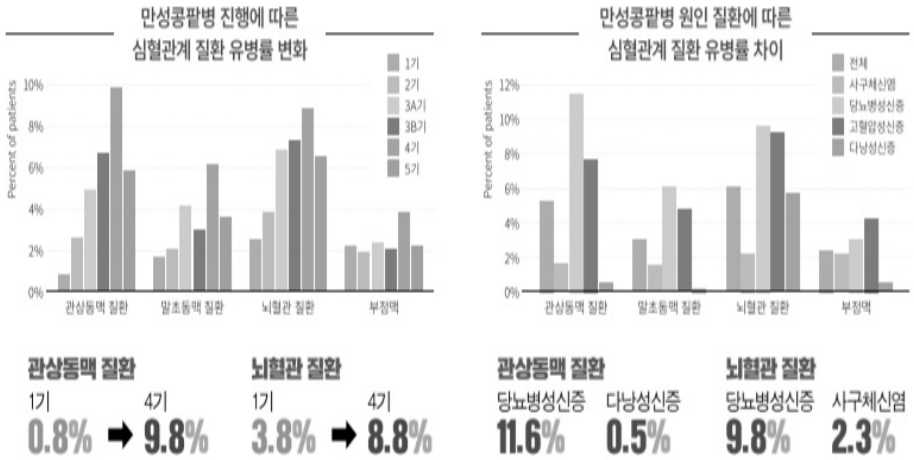
항목	2014	2015	2016	2017	2018
수검인원(명)	12,301,581	13,213,329	13,709,413	13,987,129	15,076,899
남	6,716,277	7,152,110	7,360,929	7,470,196	8,106,914
녀	5,585,304	6,061,219	6,348,484	6,516,933	6,969,985
신장질환의심	432,780	504,572	559,301	591,183	668,486
남	237,895	283,189	310,118	332,020	378,593
녀	194,885	221,383	249,183	259,163	289,893

1차 건강검진에서 신장질환의심 판정비율(남/녀)이 그림과 같이 2014년 3.5%에서 2018년 4.4%로 점점 신장질환의심 판정비율이 높아지고 있으며, 여성보다 남성에서 더 가파르게 증가하고 있음을 확인할 수 있다[그림 18].

또한, 신장질환이 뇌심혈관질환과 비슷한 혈관손상기전으로 인해 악화되기 때문에 뇌심혈관질환이 동반된 신장질환, 신장질환이 동반된 뇌심혈관계질환의 관련성에 대한 연구들도 계속해서 진행이 될 것으로 전망된다[그림 19].



[그림 18] 1차 건강검진에서 신장질환의심 판정비율(남/녀)



[그림 19] 신장질환과 뇌심혈관계질환의 상관관계

이에 따라, 앞으로 만성신장질환에 대한 업무상 질병인정기준을 만드는 것 뿐 아니라, 신청사례들에 대한 구체적인 재해조사와 업무지침이 필요하며, 뇌심혈관계 질환의 과로기준이 만들어진 과정처럼 만성신장질환의 인정기준에 대해

서 고민을 시작해야할 시점이 되었다. 또한 신장질환에 대한 더 많은 산재신청과 재해조사가 이뤄진다면 추후 신장질환을 조기에 발견하고 적절한 업무적합성평가에 따라서 신장질환이 있거나, 만성신장질환으로 이행될 우려가 있는 근로자가 건강상 위험한 업무에서 보호되고, 신장질환의 악화를 막을 수 있는 근거가 될 수 있다. 중요한 시사점이 있는 연구들을 보다 더 확대 적용될 수 있도록 산재신청과정에서 신장질환에 대한 재해조사서를 따로 만들고 비교적 초기인 3기, 4기 단계의 신장질환에서도 만성신장질환으로 산재를 신청할 수 있는 기반이 조성될 수 있도록 근로복지공단의 노력도 필요할 것이다.

또한 현재 과로와 관련된 특수건강진단은 없으나, 야간근무에 대한 특수건강진단항목이 뇌심혈관계 질환, 수면장애, 위장관질환, 유방암(여성)에 대해서 이뤄지고 있다. 현재와 같이 신장질환에 대한 사회적 부담이 증가하고 있으며, 앞으로 신장질환에 대한 산재신청 등이 늘어난 것으로 전망된다. 현재 상황에서, 신장질환의 예방을 위해서 야간근무와 관련하여 신장질환에 대한 검사와 관리, 조기발견과 예방적 개입, 건강상태에 따른 업무적합성 평가와 배치 등에 대한 고민이 함께 필요할 것으로 보인다. 또한 기존의 뇌심혈관계질환의 업무적합성 평가에서 표적장기인 신장질환 손상에 대한 지표를 특수건강진단만으로 확인하기 어려웠던 점 등도 야간특수건강진단에서 신장질환(비뇨기계)을 검진항목에 포함시키는 것도 신중하게 검토되어야 할 것이다.

2) 환자-대조군 연구 설문지 개발

(1) 만성신장질환의 직업성 위험인자 리뷰

○ ‘직업 관련성 만성신장질환 역학적 연구 설계 및 타당성 조사’(2019-연구원-1500)에서 정리된 바 있으며, 직업환경의학 분야 전문서적에서 조사된 위험인자들은 다음과 같다.

- 납, 카드뮴 : 고농도·단기간 노출에 의한 영향 뿐 아니라, 여러 역학연구들을 통해 저농도·장기간 노출과 만성신장질환과 연관성이 있음

- 수은 : 전극, 농약, 안료, 건전지, 촉매제, 염료 등을 생산하는 공정에서 노출될 수 있는 염화수은의 영향과 환경적으로 노출되어 영향을 미칠 수 있는 유기수은에 대하여 고려할 필요 있음
- 크롬 : 용접 및 도금 공정 등에서 노출될 수 있으며 단백뇨, 근위세뇨관 손상 등을 유발할 수 있음
- 유기용제 : 장기간 노출 시 신장질환과 연관성이 있다고 보고 있으며 면역반응이 이 과정에 관여하고 있을 것으로 고려됨
- 이황화탄소 : 죽상동맥경화증을 유발하여 신장에 영향을 미칠 수 있음
- 규소 : 호흡기계 건강영향과 함께 신장에 신사구체염, 루푸스양 신증후군 등을 함께 유발할 수 있음.
- 베릴륨, 비스무스, 은, 황산구리, 우라늄, 구리, 브롬산칼륨, 초경-코발트 합금, 비타민 A, E 생산공정 등 : 신장질환의 악화를 가속할 수 있는 요인으로 보이지만 현재까지 역학적인 근거가 충분하지는 않음

○ 산업위생분야 전문서적에서 조사된 위험인자들은 다음과 같다.
- 배터리(축전지) 제조 업종의 중금속 노출(납, 카드뮴, 수은 등)
- 페인트 제조 및 취급(도장) 업종의 중금속(납, 카드뮴) 및 유기용제(트리클로로에틸렌, 에피클로로하이드린, 테트라하이드로푸란) 노출
- PVC 제조 업종의 중금속(납, 카드뮴) 및 유기용제(테트라하이드로푸란) 노출
- 살균제 및 살충제 제조 업종의 중금속(카드뮴, 비소) 및 유기용제(에틸렌 클로로하이드린, 에피클로로하이드린, 트리클로로에틸렌) 노출
- 방사선 차폐재 제조(납)
- 아말감 제조(카드뮴, 수은)
- 의약품 제조(에틸렌 클로로하이드린)
- 마취제 및 진통제 취급(트리클로로에틸렌)

- 합금, 도금, 용접, 주조, 철강 업종 : 고농도, 장기간의 중금속 노출 가능
- 에폭시 수지, 접착제 제조 업종 : 유기용제에 고농도로 노출 가능

(2) 만성신장질환 비화학적 직업성 위험인자 : 체계적 문헌고찰

○ ‘직업 관련성 만성신장질환 역학적 연구 설계 및 타당성 조사’(2019-연구원-1500)에서 체계적 문헌 고찰을 수행하였고, 그 결과 다음과 같은 만성신장질환의 잠재적 유해인자들을 도출하였다.

- 야간교대근무 : 노동자들을 대상으로 한 야간교대근무와 만성신장질환의 연관성에 대한 연구는 1994년에 네덜란드에서 수행된 연구가 1편 보고된 이래 2010년대 중반부터 관련연구가 발표되기 시작하여 미국, 일본, 한국에서의 결과가 존재한다. 대부분은 요중 알부민수치나 사구체여과율을 결과변수로 삼아 연구한 것으로 파악된다.
- 고온 노출 : 중앙아메리카에서 농업 종사자를 중심으로 업무상 고열 노출 및 반복적인 탈수가 신장 기능저하에 기여함을 주목한 연구들이 보고된 바 있고, 그 외 동남아시아, 아프리카 등에서 고열노출 노동자를 대상으로 한 역학연구가 이루어진 바 있다.

(3) 2차 자료 시범 분석 결과

○ 국민건강보험공단 DB의 업종 세 분류 변수를 이용하여 통계청의 표준산업분류 대분류에 따라 업종을 나누어 만성신장질환의 유병률을 파악하였을 때, 농업, 임업 및 어업, 광업, 운수업, 부동산업 및 임대업 종사자에서 유병률이 높게 나타났다. 또한 제조업을 중분류로 나누어서 보았을 때 섬유제품 제조업, 가죽, 가방 및 신발 제조업 종사자 등에서 높게 나타났다.

(4) 설문지 개발 결과

○ 환자-대조군의 직업력 조사를 위한 설문지 개발을 위하여, 파악된 위험인자들을 포괄할 수 있도록 작성하였고, 내·외부 연구진의 검토를 거쳐 설문지를 작성하였다[그림 20, 21, 22].

「직무스트레스 요인과 만성신장질환 사이 연관성에 대한 건강진단기관 기반 환자-대조군 연구」 설문지

참여자 성명		서명	

1. 일생동안의 직업력(경력)에 대하여 다음 표에 기입하여 주십시오.

연번	분류	사업장명	근무기간 (시작년도~종료년도)	공정 또는 업무내용
	예시	기아자동차 소하리공장	2005 ~ 현재	조립부서에서 후드 내장재 부품 조립
①	현직장		~	
②	과거경력		~	
③	과거경력		~	
④	과거경력		~	
⑤	과거경력		~	
⑥	과거경력		~	
⑦	과거경력		~	
⑧	과거경력		~	
⑨	기타			

2. 일생동안 3개월 이상 다음 중 해당하는 일에 종사하신 적이 있습니까? 해당 시 체크하고, 해당하는 직업의 연번을 기입하여 주십시오.

해당 여부	직종	해당 직업 (①~⑨ 중)	해당 여부	직종	해당 직업 (①~⑩ 중)
□	비타민 생산 공정		□	왁스, 수지, 타르 제조업	
□	인쇄업		□	마취제, 진통제 취급	
□	드라이클리닝 등 세탁업		□	생물학적 제제 취급 (바이러스, 세균) 취급	
□	염색업		□	PVC 가공	
□	금속 탈지 및 세척		□	직물 가공	
□	살충제 제조		□	가죽 제조	
□	페인트 제조업		□	철강 또는 주물 제조업	
□	고무제품제조업(타이어 등)		□	용접 작업	

3. 일생동안 직장생활을 하시면서 다음 물질에 노출된 적이 있습니까? 해당 시 체크하고, 해당하는 직업의 연번을 기입하여 주십시오.

해당 여부	물질	해당 직업 (①~⑩ 중)	해당 여부	물질	해당 직업 (①~⑩ 중)	해당 여부	물질	해당 직업 (①~⑩ 중)
□	납		□	주석		□	이황화탄소	
□	카드뮴		□	비소		□	결정형유리규산 (실리카)	
□	수은		□	구리		□	삼염화에틸렌 (TCE)	
□	크롬		□	유기용제		□	브롬산칼륨	
□	베릴륨		□	포름알데히드		□	초경-코발트 합금	
□	우라늄		□	알코올		□	테트로하이드로푸란	

[그림 20] 환자-대조군 연구 설문지 (1)

4. 일생동안 직장생활을 하시면서 다음과 같은 환경에 노출된 적이 있습니까? 해당 시 체크하고, 해당하는 직업의 연번과 노출정도를 기입하여 주십시오.

해당 여부	환경	해당 직업※ (①~⑨중)	노출정도※					
			근무 시간 내내	거의 모든 시간	근무 시간 3/4	근무 시간 절반	근무 시간 1/4	거의 노출 안함
☐	일하지 않을 때조차 땀을 흘릴 정도로 높은 온도		☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	실내/실외에 관계없이 낮은 온도		☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	다른 사람에게 말할 때 목청을 높여야 할 정도의 심한 소음		☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐	고압 또는 저압에 노출		☐	☐	☐	☐	☐	☐

※ 해당하는 직업이 두 개 이상인 경우 모두 기입해 주시고, 노출 정도는 전체적인 평균에 해당하는 정도를 기입하여 주십시오.

5. 근로시간에 대한 질문입니다. 현재 직장(일)에서 지난 1주, 지난 4주 및 지난 12주간 주당 평균 몇 시간을 일하셨습니까? 주당 평균 근로시간은 잔업·야근을 포함하며, 식사시간은 제외됩니다.

5-1. 지난 1주 – 주당 평균	시간 근무
5-2. 지난 4주 - 주당 평균	시간 근무
5-3. 지난 12주 – 주당 평균	시간 근무

6. 현재 직장(일)에서 주로 주간(오전 6시~저녁 6시 사이)에 일하십니까? 혹은 다른 시간대에 일하십니까?

1 주로 주간에 일한다
2 저녁 근무 (오후 2시~자정 사이)
3 밤 근무 (저녁 9시~다음날 오전 8시 사이)
4 주야간 규칙적 교대 근무
5 24시간 교대 근무
6 분할 근무 (하루 일하는 시간대 2개 이상)
7 불규칙 교대 근무
8 기타( )

7. 귀하의 신장문제가 업무로 인해 발생 또는 악화되었다고 생각합니까?

☐ 예 ——> '예'라 응답한 경우, 어떤 유해인자 또는 요인 때문이라 생각합니까?

☐ 아니오

[그림 21] 환자-대조군 연구 설문지 (2)

8. 다음은 직무스트레스에 대한 질문입니다. 현재 일하면서 귀하의 생각이나 느낌에 가장 가까운 곳에 체크해 주시기 바랍니다.

구분	내 용	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	그렇다	매우 그렇다
직무요구	1. 나는 일이 많아 항상 시간에 쫓기며 일한다.	□	□	□	□
	2. 업무량이 현저하게 증가하였다.	□	□	□	□
	3. 업무 수행 중에 충분한 휴식(짬)이 주어진다.	□	□	□	□
	4. 여러 가지일을 동시에 해야 한다.	□	□	□	□
직무자율	5. 내 업무는 창의력을 필요로 한다.	□	□	□	□
	6. 내 업무를 수행하기 위해서는 높은 수준의 기술이나 지식이 필요하다.	□	□	□	□
	7. 작업시간, 업무수행과정에서 나에게 결정할 권한이 주어지며 영향력을 행사 할 수 있다.	□	□	□	□
	8. 나의 업무량과 작업스케줄을 스스로 조절할 수 있다.	□	□	□	□
관계갈등	9. 나의 상사는 업무를 완료하는데 도움을 준다.	□	□	□	□
	10. 나의 동료는 업무를 완료하는데 도움을 준다.	□	□	□	□
	11. 직장에서 내가 힘들 때 내가 힘들다는 것을 알아주고 이해해 주는 사람이 있다.	□	□	□	□
직무불안정	12. 직장사정이 불안하여 미래가 불확실하다.	□	□	□	□
	13. 나의 근무조건이나 상황에 바람직하지 못한 변화(예, 구조조정)가 있었거나 있을 것으로 예상된다.	□	□	□	□
조직체계	14. 우리 직장은 근무평가, 인사제도(승진, 부서배치 등)가 공정하고 합리적이다.	□	□	□	□
	15. 업무수행에 필요한 인원, 공간, 시설, 장비, 훈련 등의 지원이 잘 이루어지고 있다.	□	□	□	□
	16. 우리 부서와 타 부서간에는 마찰이 없고 업무협조가 잘 이루어진다.	□	□	□	□
	17. 일에 대한 나의 생각을 반영할 수 있는 기회와 통로가 있다.	□	□	□	□
보상부적절	18. 나의 모든 노력과 업적을 고려할 때, 나는 직장에서 제대로 존중과 신임을 받고 있다.	□	□	□	□
	19. 내 사정이 앞으로 더 좋아질 것을 생각하면 힘든 줄 모르고 일하게 된다.	□	□	□	□
	20. 나의 능력을 개발하고 발휘할 수 있는 기회가 주어진다.	□	□	□	□
직장문화	21. 회식자리가 불편하다.	□	□	□	□
	22. 나는 기준이나 일관성이 없는 상태로 업무 지시를 받는다.	□	□	□	□
	23. 직장의 분위기가 권위적이고 수직적이다.	□	□	□	□
	24. 남성, 여성이라는 성적인 차이 때문에 불이익을 받는다.	□	□	□	□
물리환경	25. 근무장소가 깨끗하고 쾌적하다.	□	□	□	□
	26. 내 일은 위험하며 사고를 당할 가능성이 있다.	□	□	□	□
	27. 내 업무는 불편한 자세로 오랫동안 일을 해야 한다.	□	□	□	□

[그림 22] 환자-대조군 연구 설문지 (3)

(5) 소결

본 연구에서는 만성신장질환 환자-대조군 연구 설계와, 연구에 사용될 설문지 개발을 수행하였다. 사전 연구 결과들을 정리하고 내·외부 연구진 회의를 통해 피드백을 받아 설문지 개발을 수행하였다. 실제 현장에서 연구가 수행될 때에는 시간적, 비용적 제한으로 본 설문지에 포함된 내용들이 모두 조사되지 않을 수도 있음을 고려하였다. 하지만 만성신장질환의 직무 관련 요인을 탐색하는 연구가 참조할만한 사전 연구가 극도로 부족한 현실을 감안하여 우선적으로 고려해야 할 직업적 요인에 대한 설문 문항을 최대한 축약하되 짧은 시간 안에 응답하기 쉬운 형태로 담을 수 있도록 노력하였다. 향후 만성신장질환 환자-대조군 연구 설계를 본격적으로 수행할 때 연구 수행을 설문 문항들이 본 연구를 통해 미리 정리하여 제시가 되었기 때문에, 본 연구결과에 제시된 연구 설문지에 필요에 따라 가감하여 쉽게 이용할 수 있을 것으로 기대한다.

3) 환자군 시범조사 결과

시범조사 대상인 일개 대학병원에서 2020년 상반기에 직장인 건강검진을 수검받은 1516명 중 IDMS-traceable MDRD 공식으로 추정된 eGFR (mL/min/1.73㎡) 값이 입사 후엔 정상군(90mL/min/1.73㎡ 이상)이었으나 2020년 시행한 검사상 만성신장질환 2기에 해당하는 90mL/min/1.73㎡ 미만인 군은 총 171명(11.28%)인 것으로 나타났다. 해당 근로자에게 비대면 인터넷 설문지를 문자를 통해 안내하였으며 최종 응답자는 총 104명, 응답률은 60.82%을 기록하였다.

(1) 설문응답자의 인구사회학적 특징

설문 응답자들의 인구사회학적 특징은 아래의 <표 25>와 같다. 여기서 직종은 ‘그 외 공학 관련 기술자 및 시험원’, ‘그 외 환경공학 기술자 및 연구원’, ‘송배전설비 기술자 및 그 연구원’으로 분류되어 있는 경우 기술직으로 간주하였으며, ‘치과기공사’, ‘약사’, ‘그 외 서비스 관련 단순 종사원’의 경우 기타로

분류하였다.

<표 25> 설문 응답자의 인구사회학적 특징

항목	N	%
성별		
남성	29	27.88
여성	75	72.12
연령대		
20-29	19	18.27
30-39	41	39.42
40-49	28	26.92
50대 이상	16	15.38
근무년수 (년)		
< 10	43	41.35
10-20	33	31.73
20 >	28	26.92
교대근무 여부		
주간근무	46	44.23
교대근무	58	55.77
검진일 기준 1주 평균 근무시간		
< 40	8	7.69
40-47	80	76.92
48-52	12	11.54
> 52	4	3.85
검진일 기준 4주 평균 근무시간		
< 40	8	7.69
40-47	78	75.00
48-52	14	13.46
> 52	4	3.85
검진일 기준 12주 평균 근무시간		
< 40	6	5.77
40-47	78	75.00
48-52	16	15.38
> 52	4	3.85

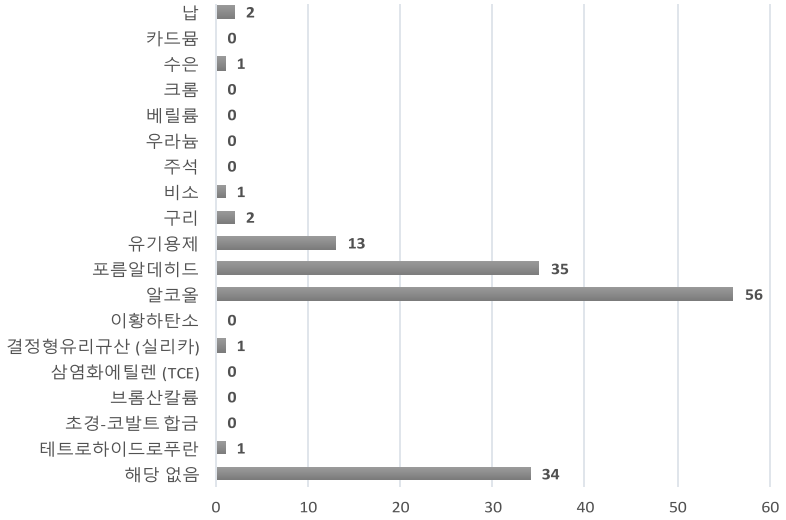
설문 응답자의 대다수는 여성(75명, 72.12%)이었고 30, 40대(69명, 66.34%)가 주를 이루었다. 근무년수는 10년 이하(43명, 41.35%)가 가장 많았다. 교대근무를 하는 경우(56명, 53.85%)가 가장 많았고 평균 근무시간은 40-47시간이 가장 많은 것을 알 수 있었다.

(2) 설문응답 내용 분석

설문 응답자들의 결과를 질문별로 정리하면 아래와 같다. 단, 본 시범조사는 병원 내 근로자를 대상으로 진행했기에 유해 직종에 대한 설문은 제외하였다.

① 지난 1년 동안 직장생활을 하시면서 다음 물질에 노출된 적이 있습니까? 해당 시 체크 부탁드립니다. 해당 내역이 없다면, 제일 밑에 '해당 없음'에 체크하여 주십시오.

근로자들이 가장 많이 노출된다고 언급한 물질은 알코올(56명, 53.85%), 포름알데히드(35명, 33.65%), 유기용제(13명, 12.50%) 순이었다[그림 23].

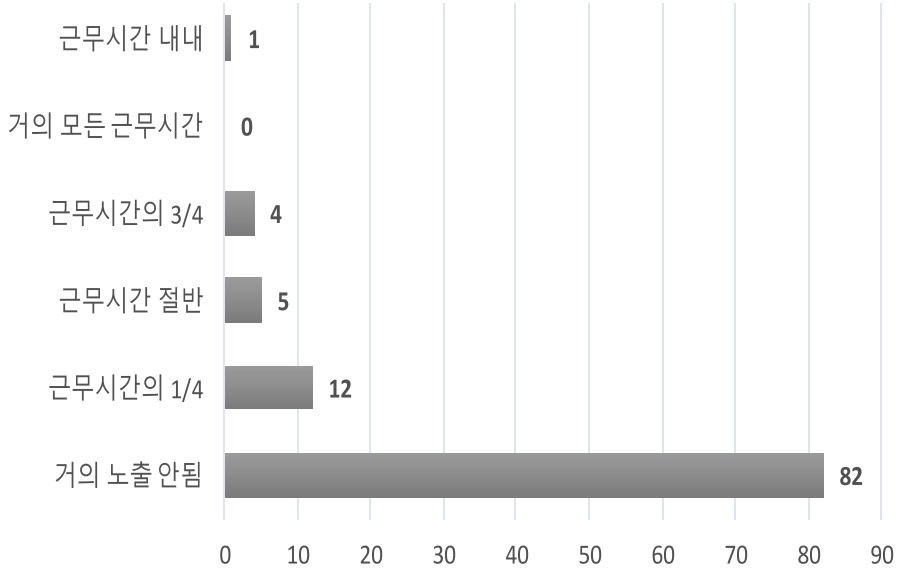


[그림 23] 근무 중 유해물질 취급 여부

② 지난 1년 동안 직장생활을 하시면서 다음과 같은 환경에 노출된 적이 있습니까? 해당 시 체크하고, 해당하는 직업의 연번과 노출정도를 기입하여 주십시오.

가)일하지 않을 때조차 땀을 흘릴 정도로 높은 온도

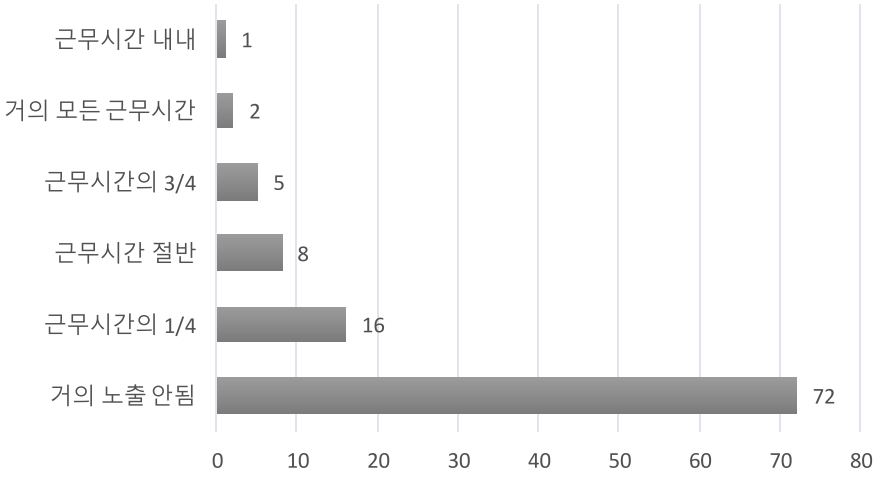
근무 중 고열에 조금이라도 노출된다고 응답한 사람은 22명(21.15%)였고, 거의 노출이 안 된다고 응답한 사람은 82명(78.85%)였다[그림 24]. 대다수의 경우 거의 노출이 되지 않는 것을 확인할 수 있었다.



[그림 24] 근무 중 고열 노출 여부

나) 실내/실외에 관계없이 낮은 온도

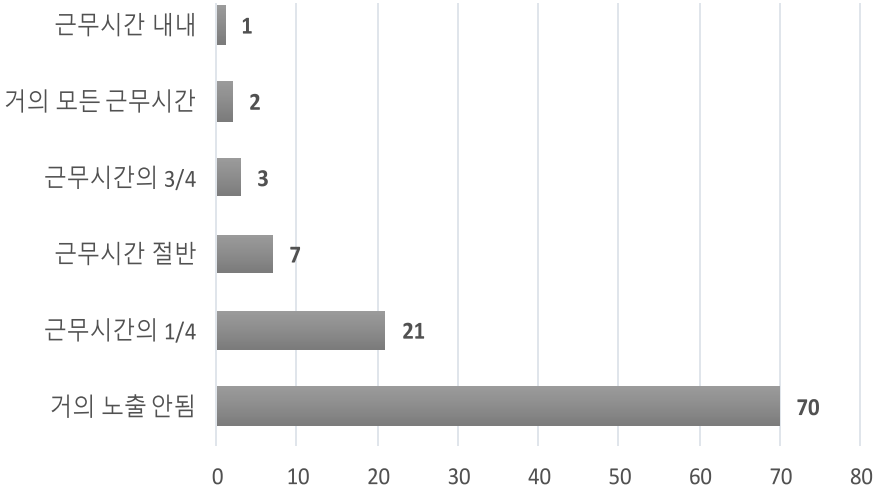
근무 중 추위에 조금이라도 노출된다고 응답한 사람의 수는 32명(30.77%)였고, 거의 노출이 안 된다고 응답한 사람은 72명(69.23%)였다[그림 25]. 대다수의 경우 거의 노출이 되지 않는 것을 확인할 수 있었다.



[그림 25] 근무 중 추위 노출 여부

다) 다른 사람에게 말할 때 목청을 높여야 할 정도의 심한 소음

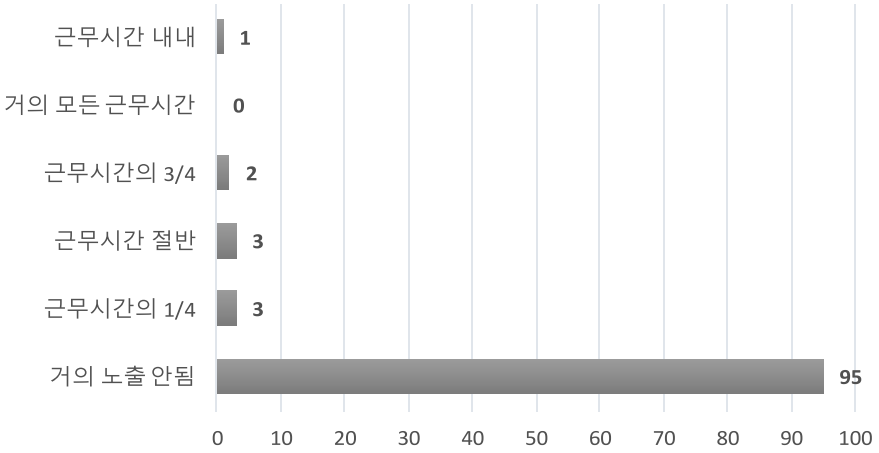
근무 중 소음에 조금이라도 노출된다고 응답한 사람의 수는 34명(32.69%)였고, 거의 노출이 안 된다고 응답한 사람은 70명(67.31%)였다[그림 26]. 대다수의 경우 거의 노출이 되지 않는 것을 확인할 수 있었다.



[그림 26] 근무 중 소음 노출 여부

라) 고압 또는 저압에 노출

근무 중 고압 또는 저압에 조금이라도 노출된다고 응답한 사람의 수는 9명(8.65%)였고, 거의 노출이 안 된다고 응답한 사람은 95명(91.35%)이었다[그림 27]. 대다수의 경우 거의 노출이 되지 않는 것을 확인할 수 있었다.



[그림 27] 근무 중 저압/고압 노출 여부

상기 결과를 안전보건공단에 시행한 제 5차 근로환경조사 결과와 비교해봤을 때의 결과는 아래 <표 26>과 같다. 근무 시간의 1/4 이상 노출되었을 경우를 노출군으로 설정하였을 때, 본 설문조사에서는 제 5차 근로환경조사 결과와 비교하였을 때 추위(저온) 및 소음에 노출된다고 응답한 사람의 비율이 더 높았고, 고온에 노출된다는 사람의 비율은 더 적었음을 확인할 수 있다.

<표 26> 고온, 추위, 소음 노출군의 비율 비교

항목	고온 노출	추위(저온) 노출	소음 노출
제 5차 근로환경조사	23.6%	19.1%	20.6%
본 설문조사	21.2%	30.8%	32.7%

③ 근로시간에 대한 질문입니다. 현재 직장(일)에서 금년(2020년) 검진일 기준으로 1주, 4주 및 12주간 주당 평균 몇 시간을 일하셨습니까? 주당 평균 근로시간은 잔업 · 야근을 포함하며, 식사시간은 제외됩니다.

근로시간은 ILO의 장시간 근로 기준인 48시간 이상과 현재 뇌심혈관계 과로 기준으로 설정되어 있는 52시간 초과를 모두 반영하기 위하여 40시간 미만 근무군, 40시간 이상 48시간 미만 근무군, 48시간 이상 52시간 이하 근무군, 52시간 초과 근무군으로 분류하였다<표 27>. 설문상 주당 근무시간을 기입하라고 안내하였으나 10시간 미만으로 입력한 경우엔 일 근무시간으로 간주하였고, 이 경우에 주 5일 근무라 가정하고 5를 곱하여 주당 근무시간을 산출하였다.

<표 27> 업무상질병의 인정기준 (뇌심혈관계질환)

고용노동부고시 제 2017-117호
1. 뇌혈관 질병 또는 심장 질병 … (중략) … 나. 영 별표 3 제1호 가목 2)에서 "업무의 양·시간·강도·책임 및 업무 환경의 변화 등으로 발병 전 **단기간 동안 업무상 부담이 증가**하여 뇌혈관 또는 심장혈관의 정상적인 기능에 뚜렷한 영향을 줄 수 있는 육체적·정신적인 과로를 유발한 경우"란 발병 전 1주일 이내의 업무의 양이나 시간이 이전 12주(발병 전 1주일 제외)간에 1주 평균보다 30퍼센트 이상 증가되거나 업무 강도·책임 및 업무 환경 등이 적응하기 어려운 정도로 바뀐 경우를 말한다. 해당 근로자의 업무가 "단기간 동안 업무상 부담"에 해당하는지 여부는 업무의 양·시간·강도·책임, 휴일·휴가 등 휴무시간, 근무형태·업무환경의 변화 및 적응기간, 그 밖에 그 근로자의 연령, 성별 등을 종합하여 판단한다. 다. 영 별표 3 제1호 가목 3)에서 "업무의 양·시간·강도·책임 및 업무 환경의 변화 등에 따른 **만성적인 과중한 업무**로 뇌혈관 또는 심장혈관의 정상적인 기능에 뚜렷한 영향을 줄 수

고용노동부고시 제 2017-117호

있는 육체적·정신적인 부담을 유발한 경우"란 발병 전 3개월 이상 연속적으로 과중한 육체적·정신적 부담을 발생시켰다고 인정되는 업무적 요인이 객관적으로 확인되는 상태를 말한다. 이 경우 해당 근로자의 업무가 "만성적인 과중한 업무"에 해당하는지 여부는 업무의 양·시간·강도·책임, 휴일·휴가 등 휴무시간, 교대제 및 야간근로 등 근무형태, 정신적 긴장의 정도, 수면시간, 작업 환경, 그 밖에 그 근로자의 연령, 성별 등을 종합하여 판단하되, 업무시간과 작업 조건에 따른 업무와 질병과의 관련성을 판단할 때에는 다음 사항을 고려한다.

1) **발병 전 12주 동안 업무시간이 1주 평균 60시간**(발병 전 4주 동안 1주 평균 64시간)을 초과하는 경우에는 업무와 질병과의 관련성이 강하다고 평가한다.

2) **발병 전 12주 동안 1주 평균 업무시간이 52시간을 초과**하는 경우에는 업무시간이 길어질수록 업무와 질병과의 관련성이 증가하는 것으로 평가한다. 특히, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 업무를 수행하는 경우(업무부담 가중요인)에는 업무와 질병과의 관련성이 강하다고 평가한다.

① 근무일정 예측이 어려운 업무

② 교대제 업무

③ 휴일이 부족한 업무

④ 유해한 작업환경 (한랭, 온도변화, 소음)에 노출되는 업무

⑤ 육체적 강도가 높은 업무

⑥ 시차가 큰 출장이 잦은 업무

⑦ 정신적 긴장이 큰 업무

3) 발병 전 12주 동안 업무시간이 1주 평균 52시간을 초과하지 않는 경우라도 2항의 업무부담 가중요인에 복합적으로 노출되는 업무의 경우에는 업무와 질병과의 관련성이 증가한다.

라. 오후 10시부터 익일 6시 사이의 야간근무의 경우에는 주간근무의 30%를 가산(휴게시간은 제외)하여 업무시간을 산출한다. 다만, 「근로기준법」제63조제3호에 따라 감시 또는 단속적으로 근로에 종사하는 자로서 사용자가 고용노동부장관의 승인을 받은 경우와 이와 유사한 업무에 해당하는 경우는 제외한다.

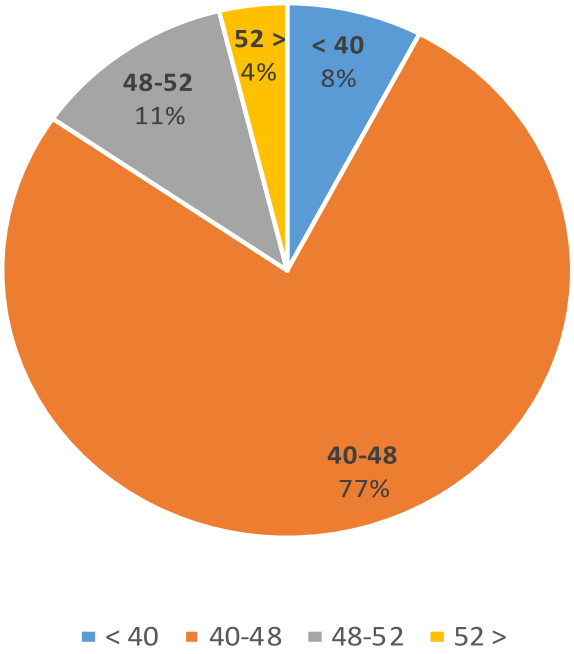
...

(중략)

...

가) 검진일 기준 1주 전 - 한 주당 평균 근무 시간

검진일 기준 1주 전을 기준으로 봤을 때 주당 평균 근로시간이 40시간 미만이라고 응답한 사람의 수는 8명(8%)였고, 40시간 이상 48시간 미만 근무한다고 응답한 사람은 80명(77%)으로 대다수를 차지하였다. 48시간 이상 52시간 이하로 근무한다고 응답한 사람의 수는 12명(11%)이었고 52시간 초과로 근무한다고 응답한 사람은 4명(4%)이었다[그림 28].

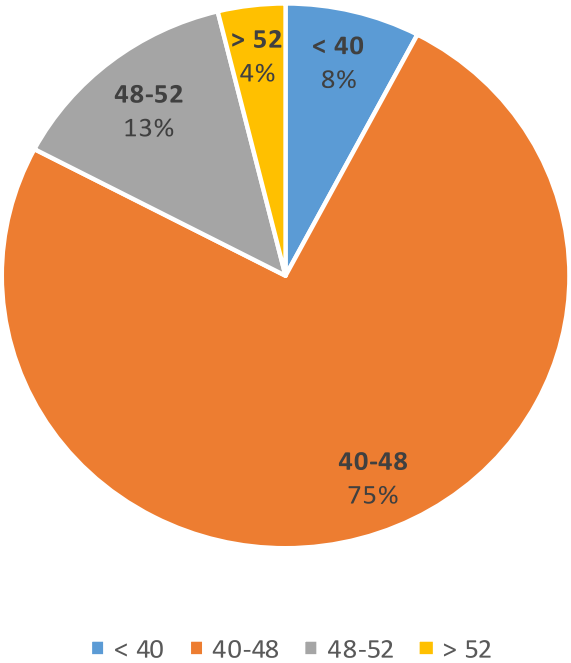


[그림 28] 검진 1주전 주당 평균 근로시간

나) 검진일 기준 4주 전 - 한 주당 평균 근무 시간

검진일 기준 4주 전을 기준으로 봤을 때 주당 평균 근로시간이 40시간 미만이라고 응답한 사람의 수는 8명(8%)였고, 40시간 이상 48시간 미만 근무한다고 응답한 사람은 78명(75%)으로 대다수를 차지하였다. 48시간 이상 52시간 이하로 근무한다고 응답한 사람의 수는 12명(11%)이었고 52시간 초과로 근무한다고

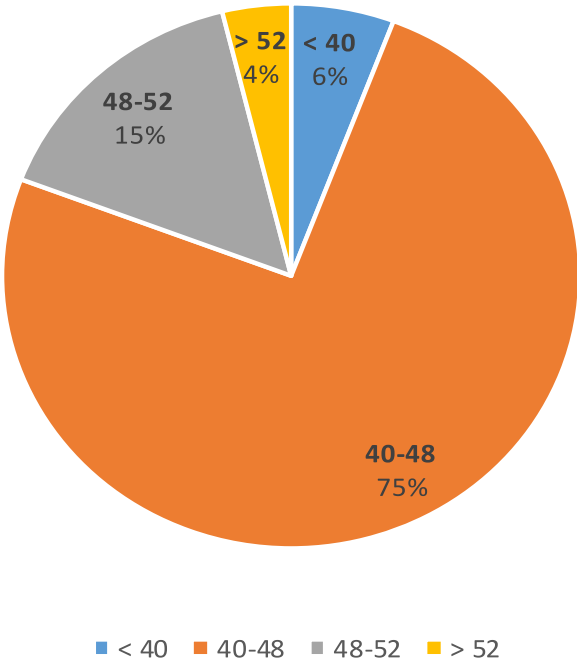
응답한 사람은 4명(4%)이었다[그림 29]. 전체적으로 검진 1주전 평균 근로시간과 큰 차이는 관찰되지 않았다.



[그림 29] 검진 4주전 주당 평균 근로시간

다) 검진일 기준 12주 전 - 한 주당 평균 근무 시간

검진일 기준 12주 전을 기준으로 봤을 때 주당 평균 근로시간이 40시간 미만이라고 응답한 사람의 수는 6명(6%)였고, 40시간 이상 48시간 미만 근무한다고 응답한 사람은 78명(75%)으로 대다수를 차지하였다. 48시간 이상 52시간 이하로 근무한다고 응답한 사람의 수는 16명(15%)이었고 52시간 초과로 근무한다고 응답한 사람은 4명(4%)이었다[그림 30]. 전체적으로 검진 1주전 및 4주전 평균 근로시간과 큰 차이는 관찰되지 않았다.



[그림 30] 검진 12주전 주당 평균 근로시간

해당 결과를 종합해봤을 때, 주당 근무시간이 40시간 이상이며 48시간 미만인 군이 제일 많은 것을 확인할 수 있었다. 현재 국내의 뇌심혈관계 만성과로 기준에 해당하는 52시간 초과 근무군은 총 4명으로 많지 않았으며, 이는 업무 특성상 교대근무를 하는 인원이 58명(55.77%)으로 과반수 이상을 차지하기 때문에 장시간 근로를 하는 경우가 많지 않은 것으로 추정된다. 또한 오후 10시부터 익일 6시 사이의 야간근무의 경우에는 주간근무의 30%를 가산(휴게시간은 제외)하여 업무시간을 산출해야 하나 이에 대한 고려를 하지 못한 한계가 있다.

다음은 설문응답자를 대상으로 국내 뇌심혈관계질환 업무상 질병 인정기준 중 단기 · 만성과로 기준에 부합하는 경우가 있는지 여부를 확인하였다. 단기간 동안 업무상 부담이 증가했다는 의미는 발병 전 1주일 이내의 업무의 양이나 시간이 이전 12주(발병 전 1주일 제외)간에 1주 평균보다 30퍼센트 이상 증가되거나 업무 강도 · 책임 및 업무 환경 등이 적응하기 어려운 정도로 바뀐 경우를

의미한다. 설문응답자의 검진 1주전과 12주전 주당 근로시간을 비교해봤을 때, 이와 같은 업무량의 증가는 확인되지 않았다.

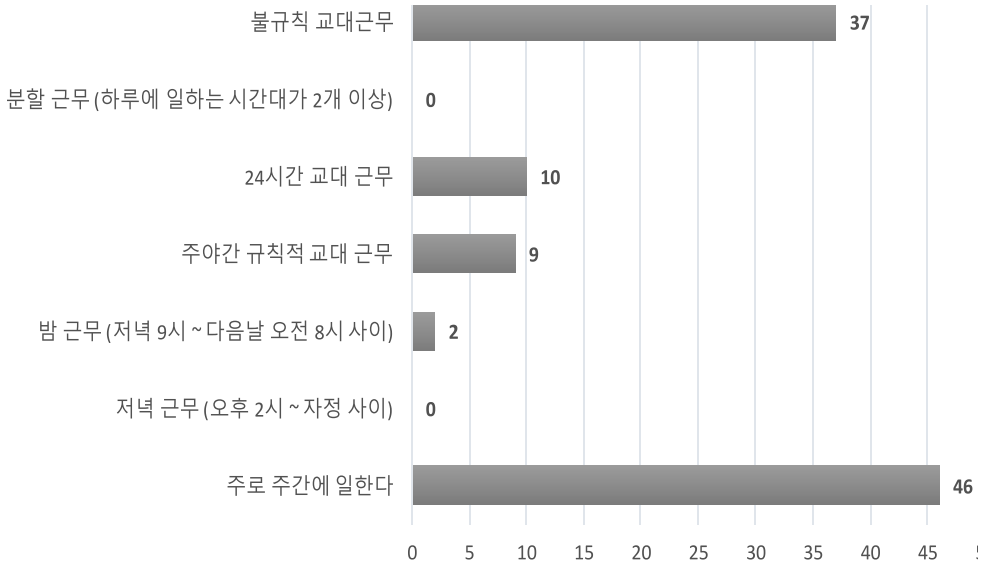
만성적인 과중한 업무요인은 발병전 3개월 이상 연속적으로 과중한 육체적 정신적 부담을 발생시켰다고 인정되는 경우로 발병 전 4주 동안 업무시간이 1주 평균 64시간을 초과하거나 발병 전 12주 동안 업무시간이 1주 평균 60시간을 초과하는 경우 혹은 발병 전 12주 동안 업무 시간이 1주 평균 52시간을 초과하면서 ① 근무일정 예측이 어려운 업무, ② 교대제 업무, ③ 휴일이 부족한 업무, ④ 유해한 작업환경 (한랭, 온도변화, 소음)에 노출되는 업무, ⑤ 육체적 강도가 높은 업무, ⑥ 시차가 큰 출장이 잦은 업무, ⑦ 정신적 긴장이 큰 업무가 있는 경우에 업무와 발병의 관련성이 강하다고 평가한다. 주당 근무시간이 52시간을 초과하는 인원은 총 4명이었으며, 모두 의사였다. 해당 인원 4명 중 3명은 발병 전 4주 동안 업무시간이 1주 평균 64시간을 초과하며, 발병 전 12주 동안 업무시간이 1주 평균 60시간을 초과하기 때문에 만성과로 기준을 충족한다. 나머지 1명은 발병 전 12주 동안 업무 시간이 1주 평균 52시간을 초과하나, 본 설문지로는 가중요인에 대해 확인할 수 없어 명확히 확인이 평가가 불가능하다. 다만, 의사라는 직종 특성상 당직근무를 진행하며 생명을 다루기 때문에 정신적 긴장이 큰 업무일 것이라 추정할 수 있으며 만성적인 업무 부담이 있었을 가능성이 높았을 것으로 사료된다<표 28>.

<표 28> 52시간 초과 근로자들의 만성적인 업무부담 여부

대상	주당 근로시간(시간)			가중요인	만성적인 업무부담
	검진일 1주전	검진일 4주전	검진일 12주전		
A	58	58	58	확인 불가	△
B	80	80	80		O
C	70	70	75		O
D	75	75	70		O

④ 현재 직장(일)에서 주로 주간(오전 6시~저녁 6시 사이)에 일하십니까? 혹은 다른 시간대에 일하십니까?

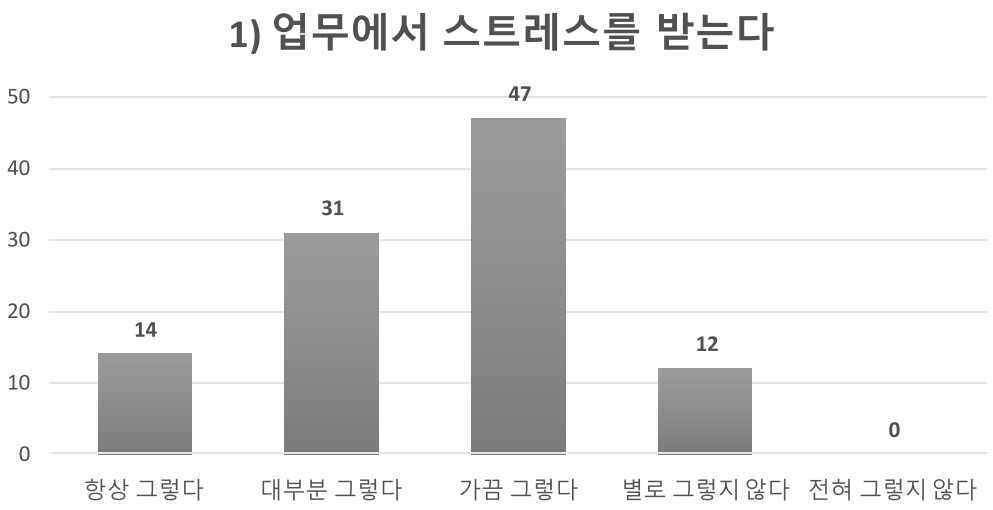
근무 형태에 대한 결과는 다음 [그림 31]과 같다. 주로 주간에 일한다고 응답한 사람은 46명(44.23%)으로 가장 많았고 불규칙 교대근무를 한다고 응답한 사람은 37명(35.58%)으로 그 뒤를 이었다. 24시간 교대근무를 한다고 응답한 사람은 10명(9.62%)였고 주야간 규칙적 교대근무를 한다고 응답한 경우는 9명(8.65%)이었다. 밤근무만 전담한다고 응답한 사람은 2명(1.92%)였다. 종합해보면, 주간 근무만 하는 경우는 46명(44.23%), 야간근무 · 불규칙 · 규칙적 교대근무를 하는 경우는 58명(55.77%)로 교대근무를 한다고 응답한 사람의 비율이 가장 높았다.



[그림 31] 설문 응답자의 근무 형태

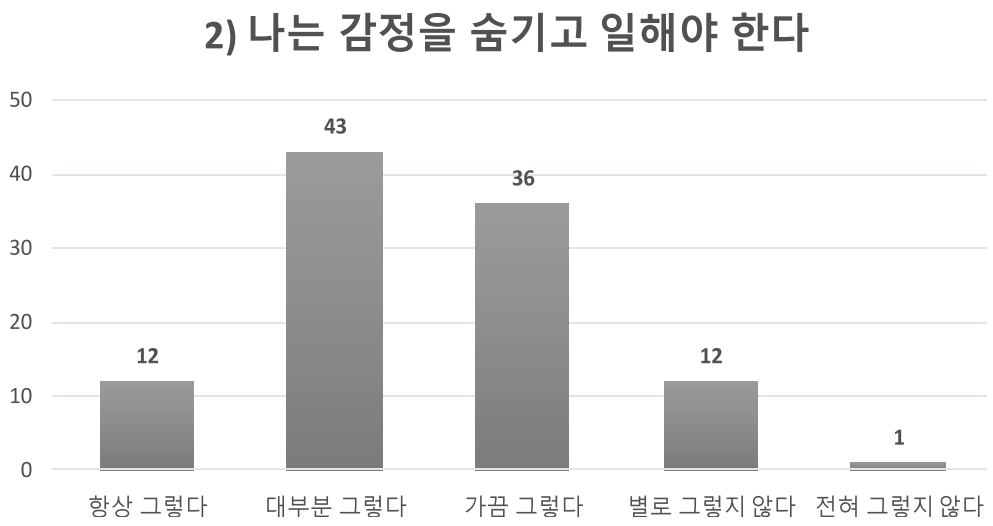
⑤ 다음은 직무스트레스에 대한 질문입니다. 현재 일하면서 귀하의 생각이나 느낌에 가장 가까운 곳에 체크해 주시기 바랍니다.

가) 업무에서 스트레스를 받는다.



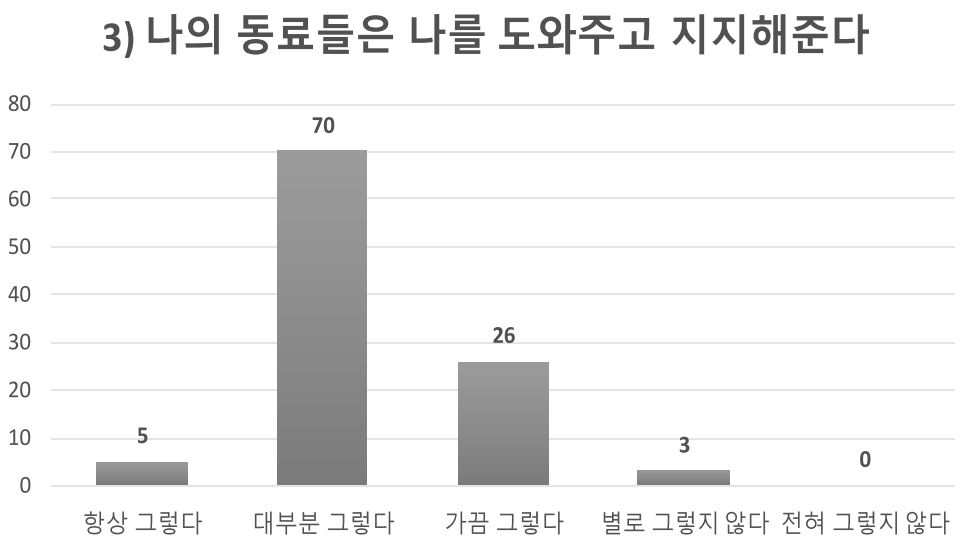
[그림 32] 설문 응답자의 직무 스트레스

나) 나는 감정을 숨기고 일해야 한다.



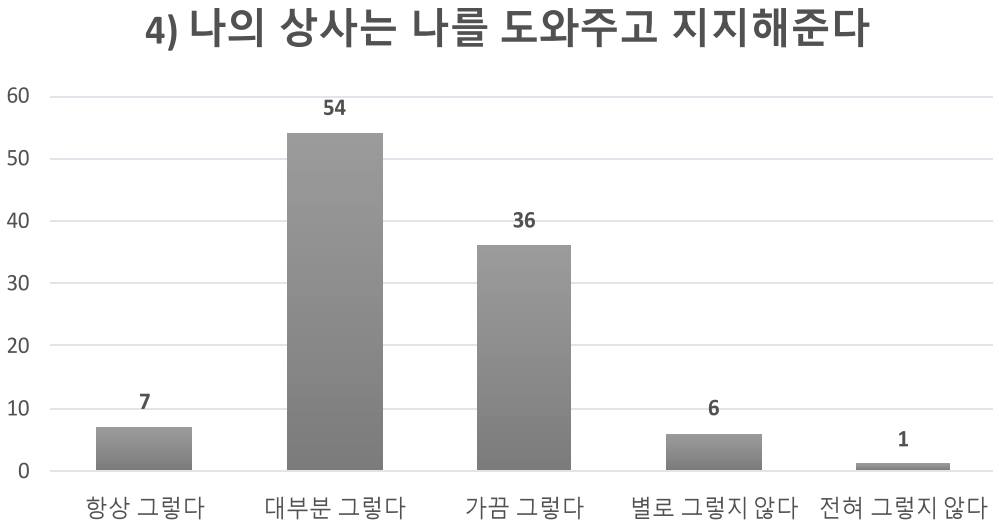
[그림 33] 설문 응답자의 감정 노동

다) 나의 동료들은 나를 도와주고 지지해준다.



[그림 34] 설문 응답자의 사회적 지지(동료)

라) 나의 상사는 나를 도와주고 지지해준다.



[그림 35] 설문 응답자의 사회적 지지(상사)

위와 같이 설문 응답자의 상당수는 직무스트레스 및 감정노동을 겪고 있다고 응답하였고 동료 및 직장 상사의 사회적 지지 정도는 높은 것으로 파악된다[그림 33, 34, 35, 36].

1) 소결

일개 대학병원에서 2020년도 상반기에 직장인 건강검진을 수검 받은 1516명 중 IDMS-traceable MDRD 공식으로 추정된 eGFR 값에 따라 근무 이후 만성신장질환 2기에 해당하는 사람을 선정한 결과, 총 171명이 도출되었고 이 중 설문응답자는 104명이었다.

설문 응답자의 대다수는 30-40대 여성근로자였다. 근무 중 취급하는 유해물질은 알코올, 포름알데히드, 유기용제 순으로 많았다. 근무 중 고열, 추위, 소음, 저압/고압에 노출된다고 응답한 경우는 거의 없었으며 주당 근로시간은 40-47시간 군이 가장 많았다. 이는 교대근무의 비율이 높기 때문에 장시간 근로를 하는 경우가 적은 것으로 추산된다. 국내 뇌심혈관계질환 업무상질병 인정기준에서 단기과로의 조건을 충족시키는 인원은 없었으나 만성과로 인정기준을 충족하는 근로자는 3명이었다. 응답자의 대다수가 직무스트레스 및 감정노동을 한다고 응답하였고 동료 및 상사로부터의 사회적 지지 정도는 높은 것으로 파악되었다.

3. 코호트 자료에서 고위험 직업군 선정

1) 진폐정밀검진 수검자 자료 활용방안

(1) 진폐정밀검진 수검자료

과거 국내 진폐근로자의 위암 발생위험을 살펴본 연구에서는 2002.01.01.~2017.12.31. 기간 진폐정밀진단 수진자 전수, 2002.01.01. 이전 진폐요양자 및 급

수대상자 중 2002.01.01. 이후 진폐 정밀진단 미수진 대상자의 데이터를 추출한 바 있다. 총 151,536건의 원부 번호 대상자 중 중복 정밀진단 수진 대상자를 제외하여 총 47,498명이 대상자로 추출되었다.

한편 근로복지공단 진폐정밀진단 수검자료에서 요청가능한 항목들은 직업력, 분진명 및 직종, 그리고 심의결과를 포함하여 다음 <표 29>와 같이 요약된다.

<표 29> 근로복지공단 진폐정밀진단 데이터베이스 요청 가능자료

자료추출 요청자료	상세내용
2.1.1.10 직업력 통합조회 [AA0414]	1) 사업장명 2) 입사일자 3) 퇴직일자 4) 기간 5) 직종
3.1.1.1 정밀진단신청서등록처리 [HA0201]	1) 분진명 2) 직종
3.1.1.4 정밀진단심의결과등록처리(본부) [HA0403]	1) 정밀진단 실시기간 2) 정밀진단 의료기관 3) 병형 4) 합병증 5) 기타합병증 6) 음영크기 7) 심폐기능 8) 판정결과

(2) 만성신장질환 상병 및 관련 상병

만성신장질환에 대해서는 상병내역인 T40 데이터 셋을 이용하며, 한국표준질병 및 사인분류 상 ‘N18 만성신장병’이 외래 및 입원 상병으로 두 번 이상 등록된 사례를 활용하여 정의한다<표 30>.

한편 만성신장질환의 잘 알려진 위험인자인 고혈압, 당뇨병 상병에 대해서도

함께 탐색이 필요하다. 또한 진폐증 및 규폐증에 이환된 근로자에서 카플란 증후군(Caplan's syndrome)이라 일컫는 류마티스 관절염, 피부각화, 신장 단백뇨, 고혈압 등이 다발적으로 발생하는 면역반응의 변화 역시 만성신장질환의 위험인자로 작동이 가능하다. 따라서 분진작업자의 직업적 노출과 만성신장질환의 상관관계를 확인하기 위해서는 해당 질환 발병유무에 따라 층화하여 하위분석을 수행할 필요가 있다.

<표 30> 한국 표준 질병/사인 분류의 만성신장병

N00-N99 XIV.비뇨생식계통의 질환
└N17-N19 신부전
└N18 만성신장병
└ N18.1 만성신장병(1기)
└ N18.2 만성신장병(2기)
└ N18.3 만성신장병(3기)
└ N18.4 만성신장병(4기)
└ N18.5 만성신장병(5기)
└ N18.9 상세불명의 만성신장병

(3) 진폐정밀진단 수검자료를 활용한 만성신장질환 발생 위험 확인

가) 2000년부터 2017년까지 진폐정밀진단 수검자 자료를 활용하여 분진노출 근로자 중 진폐증으로 승인된 근로자를 확인, 우리나라 진폐근로자의 규모와 현황 및 추세를 확인한다. 진폐정밀진단 수검자 자료에서는 노출분진종류, 사업장 근속년수, 연령 및 성별, 최종 진폐병형 결과를 확인 가능하다.

나) 진폐건강진단 수검자료와 건강보험공단 청구 자료의 통합을 통해 진폐근로자의 만성신장질환 발생률을 확인한다. 만성신장질환에 대해서는 건강보험공단 청구자료 중 상병내역인 T40 세트(상병 데이터 세트)를 이용하며, 한국표준질병 및 사인분류

상 ‘N18 만성신장질환’이 외래 및 입원 상병으로 두 번 이상 등록된 사례를 활용하여 정의한다.

다) 입사 이전 만성신장질환으로 진단되었던 근로자는 연구대상에서 제외하며, 만성신장질환이 이미 발생한 근로자는 다음연도 모수에서 제외한다.

라) 건강보험공단의 청구 자료를 활용하여, 일반 인구를 표준인구로 선정한다. 표준인구를 활용하여 간접법을 활용한 진폐근로자의 만성신장질환 연령 표준화 발생비(age-standardized incidence ratio, SIR)를 계산할 수 있다. 일반인구 대비 진폐 근로자의 만성신장질환 발병 위험도를 계산하여 제시하고 통계적 유의성을 확인한다.

마) 직종별, 근속년수를 구분하여 실리카 노출 강도, 노출 기간에 따른 만성신장질환 발생 위험도 차이를 확인한다.

바) 당뇨, 고혈압, 류마티스질환 등 만성신장질환의 알려진 위험인자의 유병상태를 함께 파악, 층화하여 해당질환 유무에 따라서도 만성신장질환의 연령 표준화 발생률을 확인할 수 있다.

(4) 소결

직업력 및 신장질환 관련 위험인자 노출에 대한 데이터 구축이 미진한 국내 실정에서 진폐정밀진단 수검자료는 실리카 복합노출에 대한 비교적 정돈된 정보를 제공한다. 이에 본 연구에서는 진폐정밀진단 수검자 정보를 통해 고위험 직업군 탐색에 활용할 수 있는 가능성을 확인하였다.

진폐정밀진단 수검자료는 분진노출 근로자의 노출력에 대한 정보(노출분진종류, 직종, 사업장 근속년수)를 제공한다. 진폐정밀진단 수검자 자료를 건강보험공단 자료와 통합하여 만성신장질환 연령 표준화 발생비를 계산, 일반인구 대비 진폐 근로자의 만성신장질환 발병 위험도를 제시할 수 있을 것으로 기대한다. 또한

직종 및 근속년수, 노출분진 종류 등을 고려하여 실리카노출 정도에 따른 만성신장질환 발병 위험도를 차이를 확인할 수 있다. 덧붙여 당뇨, 고혈압, 류마티스질환 등 만성신장질환의 알려진 위험인자의 유병상태를 함께 파악, 층화하여 해당질환 유무에 따른 만성신장질환의 연령 표준화 발생률 역시 확인하는 자료로도 활용이 가능하다.

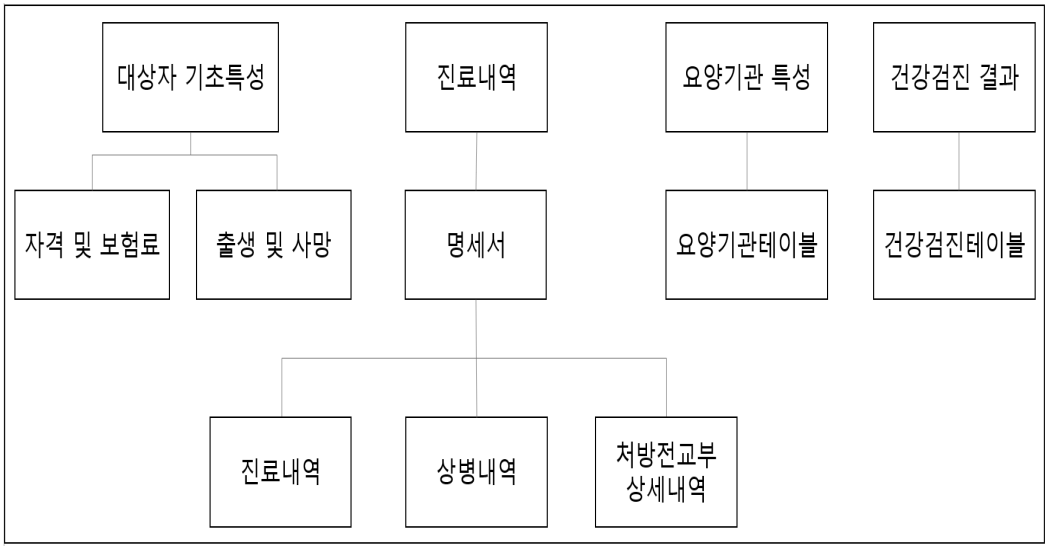
한편 진폐정밀진단 수검자료의 경우 직종 및 사업장 근속년수에 대한 정보가 있음에도 불구, 수검의 목적이 진폐증 및 그 합병증 발생의 추적관찰에만 목적을 두고 있어 직종에 대한 분류가 다소 작위적이며 근속년수 또한 생략된 정보일 가능성을 배제할 수 없다. 이미 구축되어있는 데이터의 한계를 인지하고 추후 만성신장질환 고위험군 직종을 탐색하는 목적의 코호트를 구축하기 위해서는 보다 엄밀한 노출력의 축적이 필요할 것으로 보인다.

2) 국민건강보험공단의 자료 활용방안 제안

(1) 국민건강보험공단 데이터

국민건강보험공단 데이터를 구성하는 주요 테이블은 아래 [그림 36]과 같이 요약된다. 자격 테이블에서는 “근무구분코드”, “주업종코드”, “주업종 근무기간”, “주업종 사업장 규모”, “주업종 사업장수”, “부업종코드”, “부업종 근무기간”, “부업종 사업장 규모”, “부업종 사업자수”와 같은 직업 정보가 포함되어 있다. 이러한 정보를 통해 직업변수에 따른 만성신장질환 및 말기신장질환의 발생 위험을 확인 할 수 있다. 또한 명세서 테이블에서는 상병 및 처치에 대한 일자를 확인할 수 있어 기상청 기온 자료를 매칭할 수 있고, 기온에 따른 만성신장 및 말기신장질환의 발생 위험을 확인할 수 있다.

명세서 테이블에서 상병에 대한 정보를 확인하여, 한국표준질병 및 사인 분류 상 만성신장질환에 대해 확인하여 정의할 수 있다. 각 신장 질환 상병에 대한 기존 연구에서 상병 정의를 정리하였고, 이에 대해 서울성모병원 신장내과의 자문을 받았다.



[그림 36] 국민건강보험공단 데이터 주요 테이블 요약

(2) 만성신장질환 상병 및 관련 상병

연구에서 확인되는 급성신장질환에 대한 상병 정의는 아래 <표 31>과 같다. 서울성모병원 신장 내과 자문에서는 기존 연구들에서 사용한 방법인 상병 N17.0-N17.9의 정의와 추가로 신기능대체요법(RRT; renal replacement therapy) 처치 코드 고려하였다. 신기능 대치 요법에는 지속적 신대체요법(continuous renal replacement therapy, KNHI procedure codes O7031-O7035, and O7051-O7055), 간헐적 혈액투석요법 (intermittent hemodialysis: procedure codes O7020-O7021, O2011-O2012, O2081-O2083, and O9991), 복막 투석(peritoneal dialysis: procedure codes O7061-O7062, O7071-O7075, and E6581-E6593)이 있다. 다만, 한계점은 명확한 급성신장질환 발생 후 처치 일자에 대한 기준이 없어 시점 차이(lag time)을 고려한 연구 설계에 어려움이 있다. 또한 기존에서 신장 질환 및 당뇨 등으로 외래 내원 중인 병원의 응급실에 내원하는 경우, 의료진은 기존에 신장 질환 및 당뇨 상병을 그대로 사용하며 급성신부전 상병이 누락되어 과소 추정될 가능성이 제기되었다.

<표 31> 연구별 급성신장질환 상병

선정 근거	ICD-10 code
Ko S 등 연구	N00, N10, N17.0-N17.9
Gandhi S 등 연구	N17.0-N17.9
Girish N 등 연구	N17.0-N17.9
Tomlinson, L.A 등 연구	N17.0-N17.9
Simon Sawhney 등 연구	N17.0-N17.9

기존 연구에서 확인되는 만성신장질환에 대한 상병 정의는 아래 <표 32>과 같다. 서울성모병원 신장 내과 자문에서는 기존 연구들에서 사용한 방법인 만성신장질환 상병(N18-N19, Z48, Z94.0, Z99.2)에 추가로 말기신부전(ESRD: end-stage renal failure)과 관련된 투석처치코드(HD/PD treatment code O7010, O7020, O7070 , Kidney transplantation R3280, Z49, Z94.0, Z99.2)를 조합하여 정의하는 것을 제안하였다. 연구들에서 사용된 당뇨병성 콩팥병(E1022), 고혈압성 콩팥병(I120) 상병 코드도 존재하나 임상적으로 상병 코드 기입 시 인과관계를 고려하는 경우는 매우 드물어 활용은 어렵다.

<표 32> 연구별 만성신장질환 상병

선정 근거	ICD-10 code
Gandhi S 등 연구	E102, E112, E132, E142, I12, I13, N08, N18, N19
Jo MW 등 연구	N18, N19, I12, I13, E102, E112, E132, E142, N183, N184, N185

만성신장질환 병기별 상병을 사용하는 경우로 이는 처음에는 보통 고려하여 상병을 선택하지만, 추후 병기가 변하는 경우 이를 업데이트하여 반영하진 않는 한계점이 있다<표 33>.

<표 33> 만성신장질환 병기별 상병

진단코드	영문명	한글명
N181.000	Chronic kindey disease, stage1	만성신잘질환(1기)
N182.000	Chronic kindey disease, stage2	만성신잘질환(2기)
N183.000	Chronic kindey disease, stage3	만성신잘질환(3기)
N184.000	Chronic kindey disease, stage4	만성신잘질환(4기)
N185.000	Chronic kindey disease, stage5	만성신잘질환(5기)

(3) 국민건강보험공단 자료를 활용한 만성신장질환 위험 확인

표본연구DB 중 대표적인 100만 명이 해당하는 표본코호트DB 2.0를 이용하면, 직업적 정보는 없지만 대상자 주소지 기상청 기온데이터를 활용하여 코호트 연구 방법으로 기온상승에 따른 신장질환 위험의 관련성을 확인할 수 있다. 대상자 중 명세서 테이블의 급성 및 만성신장질환 발생자와 기존 만성신장질환의 악화가 확인되는 대상자의 상병기호를 한국표준질병분류 코드에 따라 정의하여 분류하여 진행할 수 있다. 단, 이러한 정의는 당뇨와 같이 국내 학회에서 공인된 상병정의가 신장질환에는 존재하지 않고, 표준화되지 않아 오분류의 가능성이 있으며, 특히 악화가 상병 코드로는 반영이 거의 안 되므로 정밀한 정의가 어렵다. 이에 가능하다면 상병 코드 활용의 부정확성 문제를 극복하기 위해 건강검진 데이터를 이용하여 상병이 아닌 건강검진 시의 신기능 검사결과를 활용하여 기온과 신기능 사이에 연관성을 추가 분석해 볼 수 있다.

(4) 소결

국민건강보험공단 자료를 활용한 만성신장질환의 위험에 대한 활용 방안을 확인하였다. 국민건강보험공단 자료는 개인별 전체 수진 자료를 확보할 수 있는 큰 장점이 있으나, 신장질환에 대해 기존 연구에서 표준화된 상병 정의가

없으며, 질병의 악화를 판단하는 정의가 어렵고, 직업적 노출 정보 부족의 한계점이 있다. 이에 신장내과 전문의의 자문을 통해 간접적으로 상병 정의 및 처치 코드 활용 방안을 확인할 수 있었다. 급성 신부전 경우 일반적으로 사용하는 N17.0-N17.9의 정의에 더불어 신기능 대체요법 처치 코드를 활용하여 정의하였다. 만성신장 질환의 경우 자문을 통해 만성신장질환 상병 N18 이외에도 N19, Z48, Z49.0, Z99.2를 조합하여 정의하였고, 말기신부전과 관련된 투석 처치 코드(HD/PD treatment code O7010, O7020, O7070 , Kidney transplantation R3280, Z49, Z94.0, Z99.2)를 활용하여 정의하였다. 하지만 이러한 자문에도 불구하고, 상병 및 처치 코드를 통해서는 신기능 악화를 정의하기 어려우며, 기존에서 신장 질환 및 당뇨 등으로 외래 내원 중인 병원의 응급실에 내원하는 경우, 의료진은 기존에 신장 질환 및 당뇨 상병을 그대로 사용하며 급성신부전 상병이 누락되어 과소 추정될 가능성이 있으므로 해석에 유의해야 한다. 상병 정의의 한계점을 극복하는 방안으로 신기능 정보를 가진 건강검진 자료 활용을 고려할 수 있다.

4. 서울성모병원 원내 데이터베이스 분석결과

1) 연구대상자의 일반적 특성

CDW 임상데이터에서 2010년 1월 1일부터 2019년 12월 31일까지 서울성모병원 순환기내과, 신장내과, 내분비내과에 내원한 고혈압, 당뇨병, 신장질환 기저질환자 수는 총 70,023명으로 추출되었다. 거주 주소지 정보가 누락된 2,927명과 추출기간 내 혈청 크레아티닌 검사 결과가 없는 대상자 336명은 제외되었다. 또한 19세 미만 소아·청소년 124명과 혈청 크레아티닌 0.3mg/dL 미만 결과를 보인 6명이 제외되어 총 66,630명이 대상자로 선정되었다.

연구대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다<표 34>. 서울성모병원의 연구대상자는 남성이 34,586명(51.91%), 여성이 32,044명(48.09%)이었다. 최초로 시행

한 진단검사 시점을 기준으로 확인한 연령은 60대가 19,039명(28.57%)로 가장 많았고 50대(16,635명, 24.97%), 70대(12,859명, 19.30%)가 그 다음을 차지했다. 고혈압과 당뇨병의 기저질환자 수는 각각 45,931명(68.93%), 43,288명(64.97%)으로 나타났다.

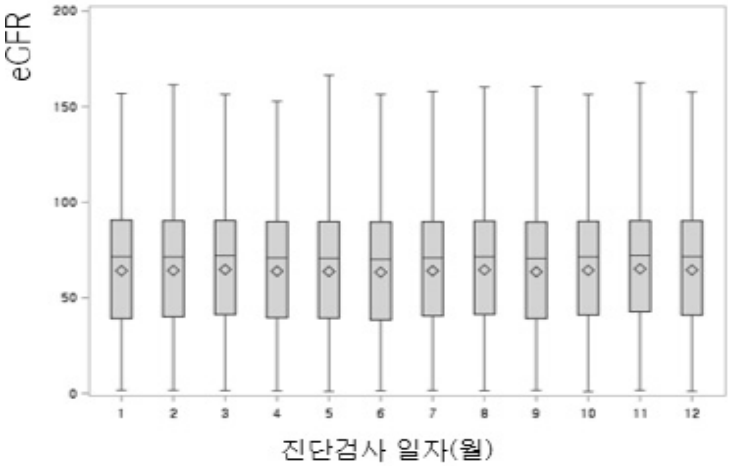
<표 34> CDW 임상데이터 연구대상자의 일반적인 특성

구분		빈도(n)	백분율(%)
성별	남성	34,586	51.91
	여성	32,044	48.09
연령	19세 및 20대	1,745	2.62
	30대	3,874	5.81
	40대	8,597	12.90
	50대	16,635	24.97
	60대	19,039	28.57
	70대	12,859	19.30
	80대	3,612	5.42
	90대	266	0.40
	100세 이상	3	0
고혈압 진단여부	예	45,931	68.93
	아니오	20,699	31.07
당뇨병 진단여부	예	43,288	64.97
	아니오	23,342	35.03

2) 통계적 분석

(1) 월별 추정사구체여과율

계절 및 기온에 따른 신기능 수치의 수준을 개괄적으로 확인하기 위해 진단검사를 시행한 날짜를 기준으로 월별 추정사구체여과율 값을 박스 플롯(box plot)을 이용하여 시각화하였고 그 결과는 다음 [그림 37]과 같다.



[그림 37] 월별 추정사구체여과율 박스 플롯

월별 추정사구체여과율의 중앙값과 평균값에서 시각적으로 유의한 차이를 확인할 수 없었고, 성별로 층화하여 동일한 분석을 시행한 결과에서도 마찬가지로 월별 차이는 없었다. 월별 정보는 계절이나 기온에 대한 간접적인 정보에 해당하며 대상자가 직접 노출된 기온정보를 반영하지 못하기 때문에 거주지 기온을 반영한 추가 분석의 필요성이 제기되었다.

(2) 기온과 추정사구체여과율의 선형회귀분석

가) 전체 기온구간에 대한 분석

종관기상관측 자료에서 하루 단위로 추출 가능한 기온데이터에는 최고기온,

평균기온, 최저기온이 있다. 대상자 거주지의 기온 데이터들과 추정사구체여과율에 대해 선형회귀분석을 시행한 결과는 다음과 같다<표 35>.

<표 35> 기온과 eGFR의 선형회귀분석 결과

		β	p-value
최고기온	전체	-0.02533	<.0001
	남	-0.01847	0.0001
	여	-0.03350	<.0001
평균기온	전체	-0.02371	<.0001
	남	-0.01468	0.0024
	여	-0.03455	<.0001
최저기온	전체	-0.02155	<.0001
	남	-0.01189	0.0117
	여	-0.03316	<.0001

분석 결과 기온과 eGFR은 음의 상관성을 보였고 통계적으로 유의하였다. 남녀 성별에 따른 층화분석에서도 동일한 패턴의 결과를 보였고, 여성에서 β 절대값이 남성보다 큰 것으로 나타났다.

나) 기온구간별 분석

고온에서의 신기능에 대한 기온 영향을 추정하기 위해 10℃ 혹은 15℃ 이상 고온 기온구간에 대해 최고기온 및 평균기온과 eGFR의 선형회귀분석을 시행한 결과는 다음 <표 36>, <표 37>과 같다. 저온에서의 신기능에 대한 영향 추정을 위해 0℃ 이하 저온 기온구간에 대해 최저기온 및 평균기온과 eGFR 선

형회귀분석을 시행한 결과는 다음 <표 38>과 같다.

성별 전체를 대상으로 시행한 분석에서 고온구간의 최고기온과 eGFR은 음의 상관성을 보였고, 저온구간의 최저기온과 eGFR은 양의 상관성을 보이는 것으로 나타났다. 따라서 고온 및 저온 구간별로 기온의 신기능 영향에 대한 추가 분석의 필요성이 제기되었다.

<표 36> 10℃ 이상 기온구간에서 기온과 eGFR의 선형회귀분석 결과

		β	p-value
최고기온	전체	-0.03209	<.0001
	남	-0.01992	0.0254
	여	-0.00755	0.3979
평균기온	전체	-0.00755	0.3979
	남	0.00442	0.7151
	여	-0.02004	0.1291

<표 37> 15℃ 이상 기온구간에서 기온과 eGFR의 선형회귀분석 결과

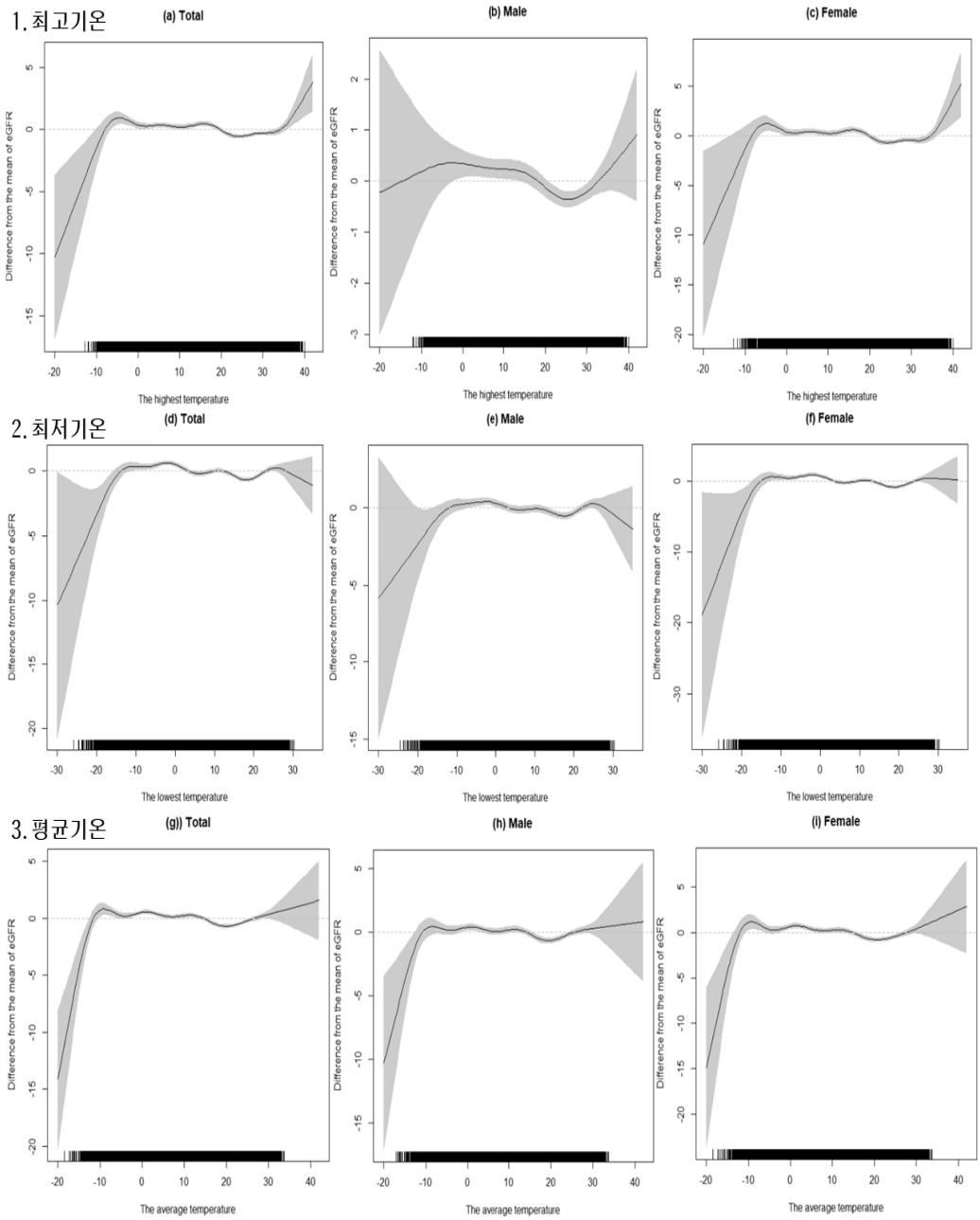
		β	p-value
최고기온	전체	-0.01928	0.0344
	남	-0.00603	0.6251
	여	-0.03263	0.0155
평균기온	전체	0.05176	0.0002
	남	0.05877	0.0016
	여	0.04606	0.0229

<표 38> 0℃ 이하 기온구간에서 기온과 eGFR의 선형회귀분석 결과

		β	p-value
최저기온	전체	0.06707	0.0004
	남	0.06563	0.0105
	여	0.06706	0.0172
평균기온	전체	0.02829	0.3879
	남	0.03844	0.3855
	여	0.01387	0.7751

다) 일반화가법모형(Generalized additive model, GAM) 분석

저온과 고온 구간의 eGFR과 연관성에 대한 이해를 위해 일반화가법모형(GAM) 분석을 통한 비선형 관계 확인을 시행하였다. 고온구간에서 eGFR 수치는 최저기온과의 분석에서, 특히 남성에서 감소되는 추세를 확인했지만, 최고기온 및 평균기온으로 분석했을 때 기온이 높을수록 eGFR도 상승되는 비일관된 결과가 나타났다. 반면 저온구간에서는 모든 기온데이터와의 분석에서 기온이 낮을수록 eGFR이 감소되는 연관성이 일관적으로 확인되었다[그림 38].



[그림 38] 기온과 eGFR의 일반화가법모형 분석 결과

3) 소결

본 연구에서는 선형회귀분석에서 기온상승과 추정사구체여과율 감소의 연관성이 확인되었으나, GAM 분석을 통한 비선형적 관계에서는 고온구간에 대한 기온과 신기능의 일관된 연관성을 확인할 수 없었다. 하지만, 저온구간에서 기온의 하강과 신기능 감소가 연관성이 있는 것으로 나타났다.

기존 선행연구들에서 고열 노출은 사망률 증가나 입원 및 응급실 방문 증가와 더불어 각종 심혈관 질환, 호흡기질환, 정신 건강 악화와 관련성이 있는 것으로 나타났다. 고열과 신장질환 영향은 열 노출에 의해 발생한 탈수현상이 급성 및 만성신장질환을 유발할 수 있는 것으로 메커니즘이 이해되고 있다. 본 예비분석에서는 만성신장질환 악화 요인으로써 고온 가능성을 확인하지 못하였으나, 기온의 지연영향 효과(lag effect)를 고려한 분석과 환자 개인내 상관관계를 개별적으로 고려한 혼합효과모형(mixed effect model) 분석 등의 추가 연구를 통해 연관성을 살펴볼 필요가 있다.

저온 노출에 의한 신장질환 발생 및 악화에 관한 역학연구는 거의 존재하지 않으나, 저온 노출에 의해 저체온증과 저산소증이 발생하고 혈역학적 반응 지연(delayed normal hemodynamic response)을 유발하여 심혈관계에 영향을 미쳐 신장 저관류 (renal hypoperfusion)를 초래할 수 있는 것으로 메커니즘이 제기되고 있다. 또한 겨울철에 심혈관계 질환 악화 및 발생이 증가하고 심장-신장 간 혈역학적 관계가 밀접함을 고려할 때, 본 연구를 통해 확인된 저온 노출과 신기능감소의 연관성에 대한 인과관계 탐색이 필요할 것으로 보인다.

본 연구는 반복측정 연구 자료를 분석한 결과로 시간적 선후관계가 명확하지 않아 기온과 신기능간의 인과관계를 밝힐 수 없는 한계가 있다. 기온의 지연영향 효과를 고려하고 환자 개별적 특성을 고려한 모형의 추가 분석과 함께 기온 뿐 아니라 열지수와의 연관성도 살펴보는 연구가 필요하다.

5. 근로자 코호트 분석을 통한 고위험 인구집단 탐색

1) 연구대상의 분포

(1) 성별 및 연령대에 따른 코호트 인구의 분포

<표 39>에 코호트 인구 중 10년 발생률 산출을 위한 8,243,412명의 성별 및 연령대에 따른 인구 분포를 제시하였다. 전체 코호트 중 남성이 61.6%, 여성이 38.4%였다. 이 표의 연령대는 코호트 입적시점의 연령으로 나눈 것으로, 남성은 연령대에 따라서는 20대(37.0%)와 30대(30.9%)에 코호트에 입적한 사람이 68%였으며, 10대(1.9%)와 60세 이상(2.6%)시점에 코호트에 입적한 비율은 매우 적었다. 여성도 20대(41.2%)와 30대(27.8%)의 비율이 69%였고, 10대(2.6%)와 60세 이상(2.1%)의 비율은 매우 낮았는데, 여성의 연령이 남성보다 다소 낮아, 입적시점기준 40세 이상 비율이 남성은 30.2%, 여성은 25.4%였다.

<표 39> 성별 및 연령대에 따른 코호트 인구분포

(단위: 명)

	남자	여자	전체
15-19세	97,645 (1.9%)	115,002 (3.6%)	212,647 (2.6%)
20-29세	1,878,444 (37.0%)	1,517,224 (47.9%)	3,395,668 (41.2%)
30-39세	1,568,577 (30.9%)	726,681 (23.0%)	2,295,258 (27.8%)
40-49세	950,730 (18.7%)	538,931 (17.0%)	1,489,661 (18.1%)
50-59세	453,363 (8.9%)	221,280 (7.0%)	674,643 (8.2%)
60세 이상	129,906 (2.6%)	45,629 (1.4%)	175,535 (2.1%)
전체	5,078,665 (100%)	3,164,747 (100%)	8,243,412 (100%)

<표 40>에는 성별 및 연령대에 따른 Person-year를 기술하였다. 코호트 8,243,412명을 평균 13.4년 추적하여 110,148,411 인년을 관찰하였으며, 추적기간은 남녀에 따른 차이는 없었다. 연령대에 따라서는 20대(13.6년)와 30대(13.7년)의 평균 추적기간이 길었고, 연령이 상승할수록 추적기간은 짧아져 60세 이상의 평균 추적기간은 11.4년 이었다.

<표 40> 성별 및 연령대에 따른 코호트 인구분포

(단위: Person-year)

	남자	평균 추적기간 (년)	여자	평균 추적기간 (년)	전체	평균 추적기간 (년)
15-19세	1,287,889	13.2	1,501,213	13.1	2,789,103	13.1
20-29세	25,418,902	13.5	20,899,831	13.8	46,318,733	13.6
30-39세	21,587,923	13.8	9,811,132	13.5	31,399,055	13.7
40-49세	12,494,468	13.1	6,906,672	12.8	19,401,139	13.0
50-59세	5,553,588	12.2	2,685,434	12.1	8,239,023	12.2
60세 이상	1,487,320	11.4	514,039	11.3	2,001,359	11.4
전체	67,830,091	13.4	42,318,320	13.4	110,148,411	13.4

(2) 업종에 따른 코호트 인구의 분포

코호트의 남성근로자 중 고용보험 업종에 따른 인구 분포를 <표 41>에, 건강보험에 따른 분포를 <표 42>에 제시하였다. 전체 8,243,412명 중 남성근로자는 5,078,665명이며, 이중 코호트 입적시점에 고용보험 업종이 있는 사람은 5,078,013명(99.9%), 건강보험 업종이 있는 사람은 3,982,395명(78.4%) 이다. 이중, 건강보험 업종은 코호트 입적년도의 자격 DB에서 정보를 가져왔으며, 해당

년에 업종 정보가 없는 경우 최대 2년 후까지 자격 DB를 검색하여 업종 정보를 가져왔다. 고용보험 가입을 기준으로 연구 대상자를 선발하였기 때문에, 고용보험 가입자임에도 코호트 입적시점 및 최대 2년 후까지 건강보험 자격 DB에는 근로자로 등록되지 않은 인구가 21.6%에 달하였다.

고용보험 기준으로 제조업(37.9%) 종사자의 수가 가장 많았고, 그 다음이 건설업(10.7%)과 도매 및 소매업(10.4%), 사업시설관리 및 사업지원 서비스업(7.7%), 운수업(7.2%), 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업(5.4%), 전문, 과학 및 기술 서비스업(4.1%), 부동산업 및 임대업(3.2%) 순서로 종사자가 많았다. 그 외의 업종은 전체 근로자 대비 3% 미만의 종사자가 있었다<표 41>.

건강보험 기준으로 보았을 때 고용보험 종사자와 차이가 나는 부분은, 제조업의 비율이 더 많았고(42.3%), 건설업은 조금 적었다(9.7%). 또한 사업시설관리 및 사업지원 서비스업(5.3%)과 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업(3.2%), 전문, 과학 및 기술 서비스업(2.0%)의 비율이 현저히 줄어들었다. 부동산업 및 임대업(5.7%)과 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인서비스업(3.5%)은 비율이 크게 늘었다<표 42>.

코호트의 여성근로자 중 고용보험 업종에 따른 인구 분포를 <표 43>에, 건강보험에 따른 분포를 <표 44>에 제시하였다. 전체 8,243,412명 중 여성근로자는 3,164,747명이며, 이중 코호트 입적시점에 고용보험 업종이 있는 사람은 3,164,332명(99.9%), 건강보험 업종이 있는 사람은 2,274,216명(71.8%) 이다. 남성(78.4%)에 비해 현저히 적은 여성근로자가 코호트 입적시점에 건강보험 업종을 가지고 있었다.

<표 41> 고용보험 업종에 따른 코호트 인구 분포(남성, 단위: 명)

No	업종대분류	15-19세	20-29세	30-39세	40-49세	50-50세	60세 이상	전체 (%)
1	농업, 임업 및 어업	134	3,976	7,210	9,069	6,091	2,018	28,498 (0.6%)
2	광업	13	1,229	3,380	5,096	2,728	425	12,871 (0.3%)
3	제조업	43,764	740,881	616,790	379,145	127,664	16,316	1,924,560 (37.9%)
4	전기, 가스, 증기 및 수도사업	97	5,589	11,876	7,529	2,663	216	27,970 (0.6%)
5	하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업	123	5,016	9,092	9,385	5,494	1,313	30,423 (0.6%)
6	건설업	6,254	151,544	183,467	133,251	58,283	8,908	541,707 (10.7%)
7	도매 및 소매업	14,340	248,199	173,004	67,672	22,615	4,344	530,174 (10.4%)
8	운수업	2,703	65,151	118,870	117,907	54,081	9,193	367,905 (7.2%)
9	숙박 및 음식점업	7,157	63,119	29,756	11,623	4,113	798	116,566 (2.3%)
10	출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	2,626	131,380	95,632	32,333	9,189	1,262	272,422 (5.4%)
11	금융 및 보험업	512	33,391	29,441	14,707	5,592	390	84,033 (1.7%)
12	부동산업 및 임대업	1,728	26,273	33,240	27,034	41,438	31,143	160,856 (3.2%)
13	전문, 과학 및 기술 서비스업	1,794	86,679	73,138	31,088	13,781	3,674	210,154 (4.1%)
14	사업시설관리 및 사업지원 서비스업	12,038	176,278	58,641	42,378	60,489	39,718	389,542 (7.7%)
15	공공행정, 국방 및 사회보장 행정	1,069	19,697	16,712	17,739	17,342	3,876	76,435 (1.5%)
16	교육 서비스업	540	25,335	25,888	10,753	5,719	1,955	70,190 (1.4%)
17	보건업 및 사회복지 서비스업	294	30,508	31,387	11,781	5,226	1,467	80,663 (1.6%)
18	예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	859	17,710	9,378	4,167	2,709	798	35,621 (0.7%)
19	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	1,586	45,716	40,924	17,626	7,913	1,994	115,759 (2.3%)
20	가구내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산	6	128	58	68	18	10	288 (0.0%)
21	국제 및 외국기관	1	466	495	226	108	80	1,376 (0.0%)
	전체	97,638	1,878,265	1,568,379	950,577	453,256	129,898	5,078,013 (100.0%)

<표 42> 건강보험 업종에 따른 코호트 인구 분포(남성, 단위: 명)

No	업종대분류	15-19세	20-29세	30-39세	40-49세	50-50세	60세 이상	전체 (%)
1	농업, 임업 및 어업	96	4,057	6,193	6,071	2,812	653	19,882 (0.5%)
2	광업	31	1,705	3,426	4,740	2,418	350	12,670 (0.3%)
3	제조업	25,098	635,739	564,900	334,528	110,678	14,433	1,685,376 (42.3%)
4	전기, 가스, 증기 및 수도사업	194	10,720	17,915	12,048	4,035	311	45,223 (1.1%)
5	하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업	51	2,107	2,975	2,447	1,260	317	9,157 (0.2%)
6	건설업	3,658	120,081	138,910	85,027	31,552	6,712	385,940 (9.7%)
7	도매 및 소매업	5,484	186,178	139,169	53,142	19,272	4,531	407,776 (10.2%)
8	운수업	721	42,199	95,449	99,246	46,662	7,155	291,432 (7.3%)
9	숙박 및 음식점업	1,187	24,709	13,763	5,729	2,324	484	48,196 (1.2%)
10	출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	543	65,484	44,885	13,031	3,481	356	127,780 (3.2%)
11	금융 및 보험업	159	25,518	22,723	12,049	4,716	346	65,511 (1.6%)
12	부동산업 및 임대업	1,776	66,459	55,140	35,324	41,641	27,320	227,660 (5.7%)
13	전문, 과학 및 기술 서비스업	446	32,546	29,262	11,382	4,793	1,492	79,921 (2.0%)
14	사업시설관리 및 사업지원 서비스업	3,425	88,406	45,287	28,050	28,670	16,999	210,837 (5.3%)
15	공공행정, 국방 및 사회보장 행정	177	6,344	3,838	3,128	3,627	1,534	18,648 (0.5%)
16	교육 서비스업	210	11,519	11,697	5,149	3,085	1,144	32,804 (0.8%)
17	보건업 및 사회복지 서비스업	172	24,963	26,634	9,965	4,410	1,411	67,555 (1.7%)
18	예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	1,502	30,440	19,444	9,270	8,596	5,884	75,136 (1.9%)
19	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	1,594	51,427	39,093	21,630	16,554	7,620	137,918 (3.5%)
20	가구 내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산	68	4,017	4,025	3,622	7,546	5,490	24,768 (0.6%)
21	국제 및 외국기관	4	559	805	443	174	172	2,157 (0.1%)
	전체	46,628	1,437,672	1,287,735	756,896	348,645	104,819	3,982,395 (100.0%)

업종별 종사자 비율은 남성과 차이가 있었다. 고용보험 기준으로는 제조업(26.9%) 종사자의 수가 가장 많았고, 그 다음이 도매 및 소매업(12.7%), 보건업 및 사회복지서비스업(12.0%), 사업시설관리 및 사업지원 서비스업(11.5%)의 비율이 높아 이 네 가지 업종에 종사하는 근로자의 비율이 60% 이상이었다. 그 외 업종 중에는 교육서비스업(5.8%), 숙박 및 음식점업(5.0%), 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업(4.7%), 전문, 과학 및 기술 서비스업(4.5%), 건설업(3.5%) 순으로 종사자가 많았고, 그 외 업종은 전체근로자 대비 3% 미만의 종사자가 있었다<표 43>.

건강보험 기준으로 보았을 때 고용보험 종사자와 차이가 나는 부분은, 남성과 마찬가지로 제조업의 비율이 더 많았으며(32.3%), 사업시설관리 및 사업지원 서비스업(7.4%)과 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업(2.6%), 전문, 과학 및 기술 서비스업(3.2%)의 비율이 현저히 줄어들었다. 또한 부동산업 및 임대업(5.0%)과 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인서비스업(4.6%)의 비율이 고용보험에 비해 크게 늘었다. 또한 숙박 및 음식점업이 고용보험에서는 종사자 비율이 5.0%였지만, 건강보험에서는 2.8%로 낮았고, 예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업 비율이 고용보험에서는 1.0%지만, 건강보험에서는 2.5%로 높았다<표 44>.

남녀의 주요 종사 업종이 다름에도, 고용보험과 건강보험 업종에 따른 종사자 비율의 경향은 남녀에서 일치하였다.

<표 43> 고용보험 업종에 따른 코호트 인구 분포(여성, 단위: 명)

No	업종대분류	15-19세	20-29세	30-39세	40-49세	50-50세	60세 이상	전체 (%)
1	농업, 임업 및 어업	73	1,555	1,754	2,599	2,164	556	8,701 (0.3%)
2	광업	14	360	284	357	256	45	1,316 (0.0%)
3	제조업	52,577	296,231	217,673	217,166	60,993	6,373	851,013 (26.9%)
4	전기, 가스, 증기 및 수도사업	88	2,218	1,277	701	130	14	4,428 (0.1%)
5	하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업	128	2,514	1,933	1,829	1,429	501	8,334 (0.3%)
6	건설업	2,228	62,142	24,277	12,346	7,842	1,076	109,911 (3.5%)
7	도매 및 소매업	14,122	220,371	103,848	50,471	10,179	1,334	400,325 (12.7%)
8	운수업	2,032	28,554	13,158	9,579	2,842	396	56,561 (1.8%)
9	숙박 및 음식점업	6,547	53,612	32,105	46,525	18,728	1,889	159,406 (5.0%)
10	출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	3,361	98,644	29,704	12,270	2,844	381	147,204 (4.7%)
11	금융 및 보험업	2,558	58,471	18,930	6,311	1,045	118	87,433 (2.8%)
12	부동산업 및 임대업	1,631	20,796	15,576	12,223	11,604	4,758	66,588 (2.1%)
13	전문, 과학 및 기술 서비스업	3,723	94,077	29,718	10,643	4,559	958	143,678 (4.5%)
14	사업시설관리 및 사업지원 서비스업	10,758	160,227	55,422	61,243	56,413	19,379	363,442 (11.5%)
15	공공행정, 국방 및 사회보장 행정	1,845	31,479	20,294	17,539	14,125	3,386	88,668 (2.8%)
16	교육 서비스업	1,749	90,601	56,032	26,920	6,204	775	182,281 (5.8%)
17	보건업 및 사회복지 서비스업	8,822	241,460	82,580	33,835	11,945	2,054	380,696 (12.0%)
18	예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	1,271	18,972	4,961	3,849	1,965	515	31,533 (1.0%)
19	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	1,452	34,162	16,523	12,014	5,732	1,076	70,959 (2.2%)
20	가구 내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산	5	202	320	376	227	32	1,162 (0.0%)
21	국제 및 외국기관	11	332	231	87	22	10	693 (0.0%)
	전체	114,995	1,516,980	726,600	538,883	221,248	45,626	3,164,332 (100.0%)

<표 44> 건강보험 업종에 따른 코호트 인구 분포(여성, 단위: 명)

No	업종대분류	15-19세	20-29세	30-39세	40-49세	50-50세	60세 이상	전체 (%)
1	농업, 임업 및 어업	124	2,258	2,114	2,240	721	103	7,560 (0.3%)
2	광업	40	686	345	463	276	44	1,854 (0.1%)
3	제조업	44,899	288,425	173,321	173,027	48,933	4,931	733,536 (32.3%)
4	전기, 가스, 증기 및 수도사업	124	3,501	1,556	904	183	15	6,283 (0.3%)
5	하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업	38	773	673	559	312	85	2,440 (0.1%)
6	건설업	1,750	53,821	19,554	8,581	4,089	836	88,631 (3.9%)
7	도매 및 소매업	8,084	151,422	65,542	35,710	9,236	1,689	271,683 (11.9%)
8	운수업	1,133	21,818	8,437	5,591	2,011	287	39,277 (1.7%)
9	숙박 및 음식점업	1,939	25,487	12,152	16,529	6,692	684	63,483 (2.8%)
10	출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	994	45,187	9,705	2,666	546	117	59,215 (2.6%)
11	금융 및 보험업	1,870	46,970	11,962	4,062	711	85	65,660 (2.9%)
12	부동산업 및 임대업	2,407	52,182	18,363	16,088	18,208	6,661	113,909 (5.0%)
13	전문, 과학 및 기술 서비스업	1,680	50,762	14,314	4,716	1,236	252	72,960 (3.2%)
14	사업시설관리 및 사업지원 서비스업	5,053	84,144	28,402	26,506	18,290	5,836	168,231 (7.4%)
15	공공행정, 국방 및 사회보장 행정	211	5,006	2,938	3,494	2,477	760	14,886 (0.7%)
16	교육 서비스업	1,175	62,388	39,771	20,010	3,774	450	127,568 (5.6%)
17	보건업 및 사회복지 서비스업	7,104	172,694	49,959	20,954	8,026	1,506	260,243 (11.4%)
18	예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	1,290	29,928	10,500	8,981	5,124	1,786	57,609 (2.5%)
19	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	2,700	51,249	21,496	16,294	9,819	2,903	104,461 (4.6%)
20	가구 내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산	107	4,158	2,130	1,446	1,485	677	10,003 (0.4%)
21	국제 및 외국기관	9	477	249	123	69	15	942 (0.0%)
	전체	82,787	1,155,655	494,319	369,367	142,350	29,738	2,274,216 (100.0%)

(3) 코호트 인구 중 CKD와 ESRD의 10년(2008-2017년) 누적 발생률

코호트 인구 8,243,412명 중 CKD와 ESRD의 10년 누적 발생률을 <표 45>에 제시하였다. 10년간 전체 코호트 중 19.6%에서 CKD가 발생했으며, 0.26%에서 ESRD가 발생하였다. CKD 발생률은 남녀 간의 차이가 적었으나(남성 20.4%, 여성 18.2%), ESRD는 남성이 여성의 두 배였다(남성 0.32%, 여성 0.16%).

CKD는 남녀 모두 연령대에 따라 발생률이 상승하였고, 30대까지는 남성의 발생률이 더 높았으나 40대 부터는 여성의 발생률이 더 높아졌다.

ESRD는 남녀 모두 연령대에 따라 발생률이 상승하였고, 모든 연령대에서 남성의 발생률이 더 높았으며, 30대부터는 성별에 따른 차이가 커졌다<표 46>.

<표 45> 코호트 인구 중 CKD와 ESRD의 10년(2008-2017년) 누적 발생률

(분모: 명, 단위: %)

	CKD			ESRD		
	남자	여자	전체	남자	여자	전체
15-19세	11.2%	14.7%	13.1%	0.06%	0.05%	0.06%
20-29세	14.7%	12.2%	13.6%	0.11%	0.08%	0.10%
30-39세	18.1%	16.8%	17.7%	0.22%	0.13%	0.19%
40-49세	26.0%	26.9%	26.3%	0.46%	0.23%	0.38%
50-59세	36.3%	38.8%	37.1%	0.91%	0.52%	0.78%
60세 이상	42.9%	45.5%	43.5%	1.47%	0.78%	1.29%
전체	20.4%	18.2%	19.6%	0.32%	0.16%	0.26%

<표 46> 코호트 인구 중 CKD의 10년(2008-2017년) 평균 발생률

(분모: Person-year, 단위: /1000인년)

	CKD		
	남자	여자	전체
15-19세	8.5	11.3	10.0
20-29세	10.9	8.8	10.0
30-39세	13.2	12.5	12.9
40-49세	19.8	21.0	20.2
50-59세	29.6	32.0	30.4
60세 이상	37.4	40.4	38.2
전체	15.3	13.6	14.7

(4) 코호트 인구 중 2형 당뇨와 고혈압의 10년(2008-2017년) 유병률

코호트 인구 중 10년간 2형 당뇨 및 고혈압 유병자를 파악하였다. CKD나 ESRD와는 달리 10년간 신환자를 산출한 것이 아니라, 기저질환으로서 기간 내 질병의 규모를 파악하기 위함이기 때문에 2006-2007년의 환자를 wash-out 하지 않고, 10년간 한 번이라도 당뇨 및 고혈압으로 진료나 검진에서 환자로 잡힌 유병률을 제시하였다.

당뇨는 10년 유병률이 남성에서 27.5%, 여성에서 18.8%로 성별에 따른 차이를 보였으며, 저 연령대에서는 차이가 크다가 50대에는 격차가 다소 줄어들고(남성 53.6%, 여성 49.6%) 60세 이상에서는 거의 동일하였다(남성 58.8%, 여성 59.2%).

고혈압은 10년 유병률이 남성에서 43.0%, 여성에서 23.5%로 성별에 따른 차이가 크게 나타났고, 10대와 20대에서는 남성이 3배 정도 높은 유병률을 보이다가 40대부터는 격차가 다소 줄어들고(남성 57.3%, 여성 45.9%) 50대와 60대에서는 비슷한 유병률을 보였다<표 47>.

<표 47> 코호트 인구 중 DM과 HTN의 10년(2008-2017년) 유병률

(분모: 명, 단위: %)

	DM			HTN		
	남자	여자	전체	남자	여자	전체
15-19세	9.4%	8.6%	9.0%	18.7%	6.6%	12.1%
20-29세	15.1%	10.0%	12.8%	28.7%	8.3%	19.6%
30-39세	25.4%	17.1%	22.8%	40.8%	23.5%	35.4%
40-49세	40.4%	32.2%	37.4%	57.3%	45.9%	53.2%
50-59세	53.6%	49.6%	52.3%	73.5%	70.0%	72.4%
60세 이상	58.8%	59.2%	58.9%	81.1%	83.1%	81.6%
전체	27.5%	18.8%	24.2%	43.0%	23.5%	35.5%

2) 연령표준화 발생률

(1) 업종별 CKD의 연령표준화 발생률

2003-2005년에 코호트에 입적한 사람 중 2006-2007년에 CKD로 진료 또는 검진 받은 환자는 wash-out하고, 2008년 이전의 사망자를 제외한 8,243,412명을 대상으로 2008-2017년의 10년간의 CKD 신환자를 추출하였다. 10년 신환자에 대해 두 가지 분모를 적용하여 연령표준화 발생률을 산출하였는데, 첫 번째는 추적기간을 반영한 person-year를 분모로 하여 10년간 평균 발생률을 산출하였고, 두 번째는 코호트 입적인구를 분모로 하여 10년간 누적 발생률을 산출하였다. 표준인구는 전체 근로자의 인구 분포와 발생률을 적용하였다.

업종분류는 통계청 표준산업분류의 업종대분류에 따라 분류하되, 고용보험 업종과 건강보험 업종 각각을 이용하여 발생률을 산출하였다. 따라서 최종적으

로 한 집단에 대해(ex) 제조업 종사 남성) 4가지 발생률(고용보험 평균발생률, 건강보험 평균발생률, 고용보험 누적발생률, 건강보험 누적발생률)을 산출하여 다른 업종에 비해 연령표준화 발생률이 높은 경향이 있는지, 반대로 낮은 경향이 있는지 비교하였다. 이는 빅데이터의 특성 상 입력된 업종 정보에 부정확한 데이터가 포함되어 있을 가능성을 고려하여 서로 다른 방법으로 수집된 두 가지 출처의 업종을 동일한 기준으로 비교함으로써 데이터의 한계점을 보완하기 위해서이다. 4가지 지표가 일관되게 다른 업종에 비해 높으면 발생률이 높은 업종이라고 판단하였다. <표 48>에 각 지표를 전체 업종 중에 높은 업종은 빨간색으로, 낮은 업종은 파란색으로 표시하여 용이하게 비교할 수 있게 하였으며, 4가지 지표가 일관되게 빨간색으로 표시된 업종은 높은 업종, 파란색으로 표시된 업종은 낮은 업종이다.

남녀로 층화하여 분석한 결과는 다음과 같다. 남성 전체근로자에서 10년간 CKD 평균 발생률은 고용보험 업종분류로는(이하 고용)1000인년 당 15.3명, 건강보험 업종분류로는(이하 건보) 1000인년 당 15.8명이었다. 10년간 CKD 누적 발생률은 고용은 20.4%, 건보는 21.1%였다. 남성에서 전체 업종 중 4가지 지표가 일관적으로 높게 나온 업종은 운수업과 공공행정, 국방 및 사회보장 행정업, 보건업 및 사회복지서비스업이었다. 이 외에도 광업과 제조업은 건보만 평균 및 누적 발생률이 높았고, 전기, 가스, 증기 및 수도사업은 누적 발생률만 높았다. 반대로 4가지 지표가 일관적으로 낮게 나온 업종은 하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업, 도매 및 소매업, 숙박 및 음식점업, 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업이 있다. 예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업은 건보만 평균 및 누적 발생률이 낮았다.

여성 전체근로자에서 10년간 CKD 평균 발생률은 1000인년 당 고용 13.6명, 건보 13.4명이었고, 10년간 CKD 누적 발생률은 고용 18.2%, 건보 17.9%로 연

령표준화 후에도 남성보다 다소 낮은 발생률을 보였다. 여성에서 전체 업종 중 4가지 지표가 일관적으로 높게 나온 업종은 제조업, 보건업 및 사회복지서비스업이었다. 농업, 임업 및 어업은 고용으로만 평균 및 누적 발생률이 높았다. 반대로 4가지 지표가 일관적으로 낮은 업종은 전기, 가스, 증기 및 수도사업, 도매 및 소매업, 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업, 금융 및 보험업이었다. 숙박 및 음식점업은 누적 발생률만, 전문, 과학 및 기술 서비스업은 고용 발생률만 낮았다.

<표 48> 업종별 만성신장질환(CKD) 연령표준화 발생률(2008-2017년)

		남자				여자				전체			
	분모	인년 (/1000py)		명 (%)		인년 (/1000py)		명 (%)		인년 (/1000py)		명 (%)	
	업종출처	고용	건보	고용	건보	고용	건보	고용	건보	고용	건보	고용	건보
1	농업, 임업 및 어업	14.4	15.6	18.6	20.4	14.5	13.4	18.9	17.9	14.3	14.8	18.5	19.6
2	광업	15.6	16.5	20.9	22.1	13.5	12.6	18.2	17.1	14.9	15.4	20.2	20.7
3	제조업	15.8	16.2	21.1	21.7	14.0	13.7	18.9	18.5	15.3	15.5	20.5	20.7
4	전기, 가스, 증기 및 수도사업	15.9	16.0	21.6	21.5	12.9	12.3	17.4	16.7	15.2	15.1	20.6	20.5
5	하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업	14.5	14.4	19.3	19.3	13.6	13.7	18.1	18.1	14.1	14.1	18.9	18.8
6	건설업	14.5	15.3	19.6	20.5	13.0	12.7	17.5	17.0	14.0	14.4	18.9	19.5
7	도매 및 소매업	13.8	14.3	18.6	19.2	12.6	12.4	16.9	16.7	13.3	13.6	17.9	18.3
8	운수업	16.6	17.2	22.0	22.6	13.8	13.5	18.4	18.0	15.7	16.1	20.9	21.3
9	숙박 및 음식점업	13.9	14.7	18.6	19.6	13.1	12.7	17.3	16.7	13.9	14.0	18.3	18.5
10	출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	14.2	14.6	19.3	19.9	12.4	12.3	16.7	16.5	13.5	13.8	18.3	18.7
11	금융 및 보험업	16.3	14.8	21.8	20.1	12.5	12.3	16.9	16.7	14.5	13.6	19.5	18.5
12	부동산업 및 임대업	15.0	15.4	20.1	20.7	13.3	13.1	17.9	17.6	14.3	14.6	19.2	19.6
13	전문, 과학 및 기술 서비스업	15.3	15.7	20.4	20.9	12.9	13.8	17.1	18.3	14.3	14.8	19.1	19.8
14	사업시설관리 및 사업지원 서비스업	14.8	15.5	19.6	20.6	13.9	13.3	18.5	17.7	14.6	14.7	19.3	19.5

<표 48> 업종별 만성신장질환(CKD) 연령표준화 발생률(2008-2017년)(계속)

		남자				여자				전체			
	분모	인년 (/1000py)		명 (%)		인년 (/1000py)		명 (%)		인년 (/1000py)		명 (%)	
15	공공행정, 국방 및 사회보장 행정	16.3	17.4	20.4	22.3	14.0	13.8	17.9	17.9	15.2	16.0	19.3	20.6
16	교육 서비스업	15.5	15.6	20.4	20.7	13.0	13.2	17.4	17.4	14.1	14.5	18.7	19.0
17	보건업 및 사회복지 서비스업	16.6	16.2	21.9	21.5	14.6	14.1	19.3	18.8	15.4	15.1	20.3	20.1
18	예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	14.6	14.7	19.5	19.7	13.2	13.0	17.5	17.5	14.1	14.1	18.8	19.0
19	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	14.4	15.4	19.4	20.5	13.3	13.2	17.7	17.6	14.1	14.6	18.8	19.4
20	가구 내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산												
21	국제 및 외국기관												
	전체	15.3	15.8	20.4	21.1	13.6	13.4	18.2	17.9	14.7	14.9	19.6	20.0

* 20.가구 내 고용활동과 21.국제 및 외국기관은 다른 업종에 비해 종사인구와 발생자가 현저히 적어 값을 제시하지 않음

** 연령표준화 발생률이 높은 업종은 빨간색, 낮은 업종은 파란색으로 표시함

(2) 업종별 ESRD의 연령표준화 발생률

CKD와 동일한 방법으로 ESRD의 연령표준화 발생률을 산출하였다.

남녀로 층화하여 분석한 결과는 다음과 같다. 남성 전체근로자에서 10년간 ESRD 평균 발생률은 10만 인년 당 고용은 23.7명, 건보는 22.3명이었다. 10년간 ESRD 누적 발생률은 고용은 0.32%, 건보는 0.30%였다. 남성에서 전체 업종 중 4가지 지표가 일관적으로 높게 나온 업종은 운수업과 숙박 및 음식점업, 사업시설관리 및 사업지원 서비스업, 공공행정, 국방 및 사회보장 행정업, 보건업 및 사회복지서비스업이었다. 이 외에도 전문, 과학 및 기술 서비스업은 건보 발생률만 높았다. 반대로 4가지 지표가 일관적으로 낮게 나온 업종은 광업, 제조업, 전기, 가스, 증기 및 수도사업이었고, 하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업은 고용에서만 발생률이 낮았다.

여성 전체근로자에서 10년간 ESRD 평균 발생률은 10만 인년 당 고용 11.9명, 건보 10.1명이었고, 10년간 ESRD 누적 발생률은 고용 0.16%, 건보 0.14%로 고용에서 건보보다 다소 높은 발생률을 보였고, 남성에 비해 절반 수준이었다.

여성에서 전체 업종 중 4가지 지표가 일관적으로 높게 나온 업종은 하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업과 전문, 과학 및 기술 서비스업이었다. 운수업은 평균발생률만 높았으며, 공공행정, 국방 및 사회보장 행정업과 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업은 고용으로만 발생률이 높았다.

반대로 4가지 지표가 일관적으로 낮은 업종은 제조업과 금융 및 보험업, 그리고 예술, 스포츠 및 여가관련서비스업이었다<표 49>.

<표 49> 업종별 말기신부전(ESRD) 연령표준화 발생률(2008-2017년)

		남자				여자				전체			
	분모	인년(/10^5 PY)		명 (%)		인년(/10^5 PY)		명 (%)		인년(/10^5 PY)		명 (%)	
	업종출처	고용	건보	고용	건보	고용	건보	고용	건보	고용	건보	고용	건보
1	농업, 임업 및 어업	28.2	22.9	0.36	0.30	12.3	9.6	0.16	0.13	23.4	18.6	0.30	0.24
2	광업	19.4	21.2	0.26	0.29					16.5	18.8	0.22	0.25
3	제조업	18.0	17.8	0.24	0.24	10.7	9.7	0.14	0.13	15.2	14.8	0.21	0.20
4	전기, 가스, 증기 및 수도사업	16.8	19.1	0.23	0.26					14.4	16.8	0.20	0.23
5	하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업	20.9	25.4	0.28	0.34	15.8	11.3	0.21	0.15	19.2	21.7	0.26	0.29
6	건설업	25.0	25.4	0.34	0.34	11.8	10.6	0.16	0.14	22.3	22.1	0.30	0.30
7	도매 및 소매업	26.0	23.5	0.35	0.32	11.8	10.6	0.16	0.14	20.3	18.4	0.27	0.25
8	운수업	28.8	26.5	0.38	0.35	13.0	11.3	0.17	0.15	25.5	23.3	0.34	0.31
9	숙박 및 음식점업	27.1	26.2	0.36	0.35	11.3	10.1	0.15	0.13	16.2	16.4	0.21	0.22
10	출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	25.4	23.2	0.35	0.32	11.1	10.4	0.15	0.14	20.8	20.5	0.28	0.28
11	금융 및 보험업	24.9	22.6	0.34	0.31	9.5	8.1	0.13	0.11	19.4	17.7	0.26	0.24
12	부동산업 및 임대업	27.7	23.9	0.37	0.32	12.2	10.6	0.16	0.14	22.5	19.2	0.30	0.26

<표 49> 업종별 말기신부전(ESRD) 연령표준화 발생률(2008-2017년)(계속)

		남자				여자				전체			
	분모	인년(/10^5 PY)		명 (%)		인년(/10^5 PY)		명 (%)		인년(/10^5 PY)		명 (%)	
13	전문, 과학 및 기술 서비스업	25.3	28.4	0.34	0.38	14.8	12.6	0.19	0.17	21.7	22.9	0.29	0.31
14	사업시설관리 및 사업지원 서비스업	29.0	26.1	0.38	0.35	12.8	11.0	0.17	0.15	20.6	19.3	0.27	0.26
15	공공행정, 국방 및 사회보장 행정	30.2	31.8	0.38	0.41	19.6	10.9	0.25	0.14	25.0	21.8	0.31	0.28
16	교육 서비스업	27.4	22.5	0.36	0.30	11.9	9.9	0.16	0.13	17.7	14.6	0.23	0.19
17	보건업 및 사회복지 서비스업	30.5	29.5	0.40	0.39	12.0	10.4	0.16	0.14	17.4	17.0	0.23	0.22
18	예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	25.1	25.3	0.33	0.34	7.1	9.1	0.09	0.12	16.8	18.2	0.22	0.24
19	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	25.3	23.5	0.34	0.31	14.6	10.7	0.19	0.14	20.9	18.1	0.28	0.24
20	가구내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산												
21	국제 및 외국기관												
	전체	23.7	22.3	0.32	0.30	11.9	10.1	0.16	0.14	19.2	17.9	0.26	0.24

* ESRD 발생자 5명 이하 업종은 발생률을 산출하지 않음

** 연령표준화 발생률이 높은 업종은 빨간색, 낮은 업종은 파란색으로 표시함

3) 연령표준화 유병률

(1) 기저질환의 유병률

만성신장질환은 기저질환의 유무에 따라 발생 및 예후에 크게 영향을 받는다. 그러므로 <표 48>과 <표 49>에서 제시한 업종별 경향이 기저질환의 영향을 받았는지 파악하기 위해 먼저 업종별 당뇨와 고혈압의 10년 유병률을 분석하였다. CKD와 ESRD의 발생률을 분석한 기간과 동일한 기간 동안 당뇨 및 고혈압을 앓고 있는 사람을 파악하기 위해 2008-2017년 사이 한 번이라도 당뇨 및 고혈압으로 진료 및 검진에서 잡힌 사람들을 유병자로 파악하였으며, 신환자를 구한 CKD나 ESRD와는 달리 2006-2007년의 당뇨, 고혈압 환자를 wash-out 하지 않았다. 그래서 <표 50>과 <표 51>의 숫자는 2008-2017년 사이 당뇨, 고혈압의 연령표준화 유병률이다.

가) 2형 당뇨(DM)의 10년간 연령표준화 유병률

남녀로 층화하여 분석한 결과는 다음과 같다. 남성 전체근로자에서 10년간 2형 당뇨의 유병률은 분모를 person-year로 하였을 때는 1000 인년 당 고용은 20.6명, 건보는 20.8명이었다. 분모를 코호트 인구로 하였을 때는 연령표준화 유병률이 고용 27.5%, 건보 27.8%였다. 남성에서 전체 업종 중 2형 당뇨가 일관적으로 높은 업종은 농업, 임업 및 어업과 광업, 그리고 하수, 폐기물처리, 원료재생 및 환경복원업과 운수업, 보건업 및 사회복지서비스업, 국제 및 외국기관이었다. 반대로 2형 당뇨가 일관적으로 낮은 업종은 전기, 가스, 증기 및 수도사업, 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업, 금융 및 보험업이었다.

여성 전체근로자에서 10년간 2형 당뇨의 유병률은 분모를 person-year로 하였을 때는 1000 인년 당 고용은 14.1명, 건보는 13.3명이었다. 분모를 코호트 인구로 하였을 때는 연령표준화 유병률이 고용 18.8%, 건보 17.9%였다. 여성에서 전체 업종 중 2형 당뇨가 일관적으로 높은 업종은 농업, 임업 및 어업과 광업, 그리고 하수, 폐기물처리, 원료재생 및 환경복원업이었고, 이 세 업종은 남성근

로자에서도 2형 당뇨의 유병률이 높았다. 반대로 2형 당뇨가 일관적으로 낮은 업종은 남성과 동일하게 전기, 가스, 증기 및 수도사업, 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업, 금융 및 보험업이 있었고, 여성에서만 유병률이 낮은 업종으로 도매 및 소매업, 교육서비스업이 있었다<표 50>.

나) 고혈압(HTN)의 10년간 연령표준화 유병률

남녀로 층화하여 분석한 결과는 다음과 같다. 남성 전체근로자에서 10년간 고혈압의 유병률은 분모를 person-year로 하였을 때는 1000 인년 당 고용은 32.2명, 건보는 33.0명이었다. 분모를 코호트 인구로 하였을 때는 연령표준화 유병률이 고용 43.0%, 건보 44.0%였다. 남성에서 전체 업종 중 고혈압이 일관적으로 높은 업종은 농업, 임업 및 어업과 광업, 그리고 하수, 폐기물처리, 원료재생 및 환경복원업과 보건업 및 사회복지서비스업, 국제 및 외국기관이 있었고, 이 업종들은 남성에서 2형 당뇨의 유병률도 높았다. 운수업은 2형 당뇨 유병률은 높았으나 고혈압의 유병률이 높지는 않았다. 또한 공공행정, 국방 및 사회보장 행정의 고혈압 유병률도 높았다. 반대로 고혈압의 유병률이 일관적으로 낮은 업종은 전기, 가스, 증기 및 수도사업, 숙박 및 음식점업, 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업, 금융 및 보험업이었고, 이 업종들은 2형 당뇨의 유병률도 낮았다.

여성 전체근로자에서 10년간 고혈압의 유병률은 분모를 person-year로 하였을 때는 1000 인년 당 고용은 17.6명, 건보는 16.8명이었다. 분모를 코호트 인구로 하였을 때는 연령표준화 유병률이 고용 23.5%, 건보 22.5%였다. 여성에서 전체 업종 중 고혈압이 일관적으로 높은 업종은 농업, 임업 및 어업과 광업, 그리고 하수, 폐기물처리, 원료재생 및 환경복원업이었고, 이 세 업종은 남성근로자에서도 고혈압의 유병률이 높았다. 또한 여성근로자는 제조업에서도 고혈압의 유병률이 높았다. 반대로 고혈압이 일관적으로 낮은 업종은 전기, 가스, 증기 및 수도사업, 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업, 금융 및 보험업이 있었고, 이는 남성에서도 유병률이 낮은 업종이었다. 여성에서만 유병률이 낮은 업종으로는 전문, 과학 및 기술 서비스업과 교육서비스업이 있었다<표 51>.

<표 50> 업종별 2형 당뇨(DM) 연령표준화 유병률(2008-2017년)

		남자				여자			
	분모	인년 (/1000py)		명 (%)		인년 (/1000py)		명 (%)	
	업종출처	고용	건보	고용	건보	고용	건보	고용	건보
1	농업, 임업 및 어업	23.6	24.6	30.5	32.2	16.2	14.3	21.2	19.2
2	광업	25.2	24.6	33.9	33.0	15.7	14.9	21.3	20.2
3	제조업	20.2	20.3	27.0	27.1	14.5	13.6	19.6	18.4
4	전기, 가스, 증기 및 수도사업	18.3	19.4	24.8	26.2	12.5	12.0	16.9	16.3
5	하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업	22.7	22.5	30.4	30.1	15.4	15.0	20.5	19.9
6	건설업	21.4	21.9	28.9	29.4	13.8	12.9	18.6	17.2
7	도매 및 소매업	19.6	20.1	26.4	27.0	12.8	12.5	17.2	16.7
8	운수업	23.2	23.5	30.8	30.8	14.2	13.7	19.0	18.1
9	숙박 및 음식점업	19.5	20.0	26.0	26.7	14.0	12.9	18.5	17.1
10	출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	18.1	17.7	24.6	24.2	12.3	11.4	16.5	15.2
11	금융 및 보험업	18.8	18.8	25.3	25.6	12.1	11.5	16.4	15.5
12	부동산업 및 임대업	21.0	21.0	28.1	28.2	13.9	13.2	18.6	17.8
13	전문, 과학 및 기술 서비스업	19.4	19.7	26.1	26.3	13.3	12.8	17.6	16.9
14	사업시설관리 및 사업지원 서비스업	20.6	21.3	27.4	28.3	14.6	13.5	19.3	18.0
15	공공행정, 국방 및 사회보장 행정	21.2	21.5	26.5	27.6	15.4	14.0	19.7	18.2
16	교육 서비스업	19.5	20.0	25.8	26.4	12.9	12.9	17.2	17.0
17	보건업 및 사회복지 서비스업	22.2	22.3	29.4	29.7	14.7	14.1	19.5	18.8
18	예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	19.9	20.1	26.6	27.0	13.2	12.8	17.6	17.3
19	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	20.8	20.7	28.0	27.6	14.3	13.2	19.0	17.5
20	가구 내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산	17.4	21.0	22.5	28.1	16.8	13.1	21.8	17.5
21	국제 및 외국기관	22.2	21.9	29.6	29.7	14.7	14.1	19.6	19.2
	전체	20.6	20.8	27.5	27.8	14.1	13.3	18.8	17.9

* 연령표준화 유병률이 높은 업종은 빨간색, 낮은 업종은 파란색으로 표시함

<표 51> 업종별 고혈압(HTN) 연령표준화 유병률(2008-2017년)

		남자				여자			
	분모	인년 (/1000py)		명 (%)		인년 (/1000py)		명 (%)	
	업종출처	고용	건보	고용	건보	고용	건보	고용	건보
1	농업, 임업 및 어업	33.5	35.2	43.4	46.1	21.3	18.9	27.8	25.3
2	광업	36.6	36.0	49.3	48.3	18.8	18.3	25.5	24.8
3	제조업	31.9	32.5	42.7	43.4	18.6	17.5	25.1	23.6
4	전기, 가스, 증기 및 수도사업	30.6	31.8	41.4	42.9	15.7	15.3	21.3	20.8
5	하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업	34.5	34.9	46.2	46.7	18.8	18.2	24.9	24.0
6	건설업	33.3	34.1	45.0	45.8	16.7	15.7	22.4	21.0
7	도매 및 소매업	31.0	32.2	41.8	43.3	16.0	15.7	21.4	21.0
8	운수업	33.5	34.4	44.5	45.3	17.5	16.3	23.3	21.6
9	숙박 및 음식점업	29.0	30.6	38.7	40.9	17.6	16.3	23.3	21.6
10	출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	30.1	30.0	40.9	40.8	15.4	14.1	20.7	18.8
11	금융 및 보험업	30.6	30.8	41.0	41.8	15.3	14.6	20.7	19.9
12	부동산업 및 임대업	33.0	33.5	44.2	44.9	17.4	16.8	23.3	22.4
13	전문, 과학 및 기술 서비스업	31.9	32.3	42.8	43.1	16.3	15.4	21.4	20.4
14	사업시설관리 및 사업지원 서비스업	32.7	33.5	43.4	44.6	18.4	17.2	24.5	22.9
15	공공행정, 국방 및 사회보장 행정	34.2	35.0	42.8	44.9	18.8	17.9	24.1	23.2
16	교육 서비스업	31.1	32.6	41.0	43.1	15.8	16.1	21.1	21.2
17	보건업 및 사회복지 서비스업	34.2	34.2	45.2	45.4	17.4	16.6	23.0	22.0
18	예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	31.8	32.5	42.4	43.6	16.4	16.7	21.9	22.4
19	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	31.3	33.0	42.1	44.0	17.0	16.7	22.6	22.1
20	가구 내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산	29.6	33.7	38.5	45.0	18.2	16.4	23.5	21.8
21	국제 및 외국기관	36.0	37.7	48.1	51.1	16.9	17.0	22.6	23.3
	전체	32.2	33.0	43.0	44.0	17.6	16.8	23.5	22.5

* 연령표준화 유병률이 높은 업종은 빨간색, 낮은 업종은 파란색으로 표시함

(2) 만성신장질환(CKD)의 유병률

가) 연령별, 성별 유병률

<표 52>와 <표 53>에 각각 2012년과 2017년의 남성근로자의 연령대별 CKD 유병률을 제시하였다. 이 표에서 사용한 연령대는 코호트 입적시점이 아닌 해당 연도의 연령으로 구분하였다. 근로자인구에 대해서만 연령대별 유병률을 계산하였으며, 비근로자 및 전체코호트(근로자+비근로자)의 유병률은 근로자 인구를 표준인구로 연령표준화 값을 제시하였다.

2012년의 남성 근로자인구는 고용보험에서 3,549,478명, 건강보험에서 3,356,049명으로 고용보험 상 남성근로자가 약 20만 명 더 많았다. 반면 2017년의 남성 근로자인구는 고용보험에서 2,935,005명, 건강보험에서 3,268,121명으로 건강보험 상 남성근로자가 약 33만 명 더 많았다.

각 연도에 근로자로 분류된 인구는 고용보험과 건강보험에 따라 차이가 있지만, 각각으로 계산한 CKD 유병률은 거의 동일하다. 전체 남성근로자의 CKD 유병률은 2012년에 고용, 건보 모두 4.4%이며, 2017년에는 고용 6.2%, 건보 6.1%이다. 이는 선행연구와 비교하였을 때 3기 이상의 만성신장질환 환자 유병률과 비슷한 수준으로, 이 연구에서 사용한 질병의 조작적으로 정의를 고려할 때 타당한 수준이다. 이 정의에 따라서는 1기나 2기 환자의 포함비율은 매우 낮을 것으로 추정된다. 해당연도 비근로자의 연령표준화 유병률은 2012년에 3.4%, 2017년에 5.0%로 근로자에 비해 약 1% 정도 낮은 수준이다. 근로자의 일반검진 수검률이 훨씬 높고, 자각증상이 있을 때 비 근로자에 비해 의료이용률이 높기 때문에 나타난 결과로 유추할 수 있다.

남성근로자의 연령대별 유병률을 보면, 2017년 기준으로 30대는 3.6%, 40대는 5.0%, 50대는 7.3%, 60세 이상은 13.3%로 연령대에 따라 증가하지만 그 중에서도 60세 이상에서 유병률이 매우 높음을 알 수 있다.

<표 54>과 <표 55>에는 각각 2012년과 2017년의 여성근로자의 연령대별 CKD 유병률을 제시하였으며 산출한 방식은 남성근로자와 동일하다.

2012년의 여성 근로자인구는 고용보험에서 1,757,821명, 건강보험에서 1,541,779명으로 고용보험 상 여성근로자가 약 21만 명 더 많았다. 반면 2017년의 여성 근로자인구는 고용보험에서 1,352,716명, 건강보험에서 1,499,648명으로 건강보험 상 여성근로자가 약 15만 명 더 많았다.

여성에서도 고용과 건보에 따른 CKD 유병률의 차이는 거의 없다. 전체 여성근로자의 CKD 유병률은 2012년에 고용, 건보 모두 3.6%이며, 2017년에는 고용 4.6%, 건보 4.5%이다. 해당연도 비근로자의 연령표준화 유병률은 2012년에 3.0%, 2017년에 4.1%로 근로자에 비해 낮은 수준이지만, 남성에 비해 여성은 근로자와 비근로자의 유병률 차이가 작다.

여성근로자의 연령대별 유병률을 보면, 2017년 기준으로 30대는 2.8%, 40대는 3.8%, 50대는 6.1%, 60세 이상은 10.3%로 연령대에 따라 증가하며, 전체적으로 남성근로자에 비해 유병률이 낮다.

나) 업종별 유병률

<표 56>에 전체근로자를 남녀로 층화하여 2012년과 2017년의 CKD 연령표준화 유병률을 업종별로 제시하였다.

남성에서 일관적으로 CKD 유병률이 높은 업종은 광업, 운수업, 공공행정, 국방 및 사회보장 행정업이 있었고, 전기, 가스, 증기 및 수도사업은 2012년에 유병률이 높았고 전문, 과학 및 기술 서비스업과 사업시설관리 및 사업지원 서비스업은 2017년에 유병률이 높았다. 반대로 남성에서 유병률이 일관적으로 낮은 업종은 제조업, 도매 및 소매업, 숙박 및 음식점업 이었다.

여성에서 일관적으로 CKD 유병률이 높은 업종은 운수업, 사업시설관리 및 사업지원 서비스업이었다. 일관적으로 낮은 업종은 숙박 및 음식점업이었다.

<표 52> 남성 근로자 2012년 CKD 유병률

	고용보험			건강보험		
	분모	CKD 유병자	CKD 유병률	분모	CKD 유병자	CKD 유병률
20대	161,467	3,118	1.9%	131,737	2,671	2.0%
30대	1,459,593	39,749	2.7%	1,388,044	38,990	2.8%
40대	1,031,375	41,895	4.1%	1,011,537	41,704	4.1%
50대	620,581	39,730	6.4%	587,423	38,125	6.5%
60세 이상	276,462	30,547	11.0%	237,308	26,818	11.3%
전체근로자	3,549,478	155,039	4.4%	3,356,049	148,308	4.4% (4.4%)
비근로자	1,597,009	66,177	4.1%	1,789,852	72,865	4.1% (3.4%)
전체코호트	5,146,487	221,216	4.3%	5,145,901	221,173	4.3% (4.1%)

<표 53> 남성 근로자 2017년 CKD 유병률

	고용보험			건강보험		
	분모	CKD 유병자	CKD 유병률	분모	CKD 유병자	CKD 유병률
20대	818	18	2.2%	822	18	2.2%
30대	737,191	26,938	3.7%	817,474	29,796	3.6%
40대	1,171,705	58,099	5.0%	1,331,594	66,191	5.0%
50대	681,172	49,769	7.3%	754,956	54,949	7.3%
60세 이상	344,119	45,947	13.4%	363,275	48,444	13.3%
전체근로자	2,935,005	180,771	6.2%	3,268,121	199,398	6.1% (6.1%)
비근로자	2,120,013	132,070	6.2%	1,787,280	113,483	6.3% (5.0%)
전체코호트	5,055,018	312,841	6.2%	5,055,401	312,881	6.2% (5.7%)

<표 54> 여성 근로자 2012년 CKD 유병률

	고용보험			건강보험		
	분모	CKD 유병자	CKD 유병률	분모	CKD 유병자	CKD 유병률
20대	217,597	4,576	2.1%	186,318	4,107	2.2%
30대	729,900	16,020	2.2%	657,317	14,791	2.3%
40대	431,853	15,462	3.6%	381,361	13,741	3.6%
50대	287,063	17,645	6.1%	246,100	15,201	6.2%
60세 이상	91,408	9,343	10.2%	70,683	7,277	10.3%
전체근로자	1,757,821	63,046	3.6%	1,541,779	55,117	3.6% (3.6%)
비근로자	1,458,048	47,536	3.3%	1,673,980	55,459	3.3% (3.0%)
전체코호트	3,215,869	110,582	3.4%	3,215,759	110,576	3.4% (3.3%)

<표 55> 여성 근로자 2017년 CKD 유병률

	고용보험			건강보험		
	분모	CKD 유병자	CKD 유병률	분모	CKD 유병자	CKD 유병률
20대	870	24	2.8%	886	24	2.7%
30대	488,458	13,644	2.8%	554,937	15,326	2.8%
40대	409,609	15,665	3.8%	464,242	17,547	3.8%
50대	323,860	19,831	6.1%	347,558	21,142	6.1%
60세 이상	129,919	13,465	10.4%	132,025	13,596	10.3%
전체근로자	1,352,716	62,629	4.6%	1,499,648	67,635	4.5% (4.5%)
비근로자	1,845,346	81,151	4.4%	1,698,472	76,149	4.5% (4.1%)
전체코호트	3,198,062	143,780	4.5%	3,198,120	143,784	4.5% (4.3%)

* 〈표 73-표 76〉 비근로자와 전체코호트의 괄호 안의 값은 전체근로자를 표준인구로 계산한 연령표준화 유병률임

<표 56> 업종별 만성신장질환(CKD) 연령표준화 유병률 (2012, 2017년)

		남자				여자			
	기간	2012년		2017년		2012년		2017년	
	업종출처	고용	건보	고용	건보	고용	건보	고용	건보
1	농업, 임업 및 어업	3.9	4.3	6.1	6.4	3.3	3.0	4.7	5.1
2	광업	4.8	5.2	6.7	6.8		3.7		3.7
3	제조업	4.1	4.2	5.5	5.6	3.6	3.6	4.5	4.5
4	전기, 가스, 증기 및 수도사업	4.9	4.7	6.4	6.1		3.1		4.4
5	하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업	4.4	3.9	6.2	6.4	3.6	3.8	4.5	4.5
6	건설업	4.2	4.1	6.2	6.0	3.1	3.2	4.3	4.5
7	도매 및 소매업	3.9	4.1	5.7	5.8	3.4	3.4	4.4	4.3
8	운수업	5.3	5.6	7.4	7.5	3.9	4.0	5.0	5.2
9	숙박 및 음식점업	3.9	4.0	5.6	5.6	3.2	3.1	4.0	3.8
10	출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	4.3	4.5	5.9	6.3	3.4	3.6	4.2	4.1
11	금융 및 보험업	4.5	4.5	5.9	6.0	3.5	3.3	4.4	4.1
12	부동산업 및 임대업	4.4	4.6	6.5	6.4	3.4	3.7	4.6	4.6
13	전문, 과학 및 기술 서비스업	4.6	4.5	6.6	6.5	3.1	3.5	4.1	4.3
14	사업시설관리 및 사업지원 서비스업	4.5	4.4	6.7	6.5	3.9	3.8	5.0	4.8
15	공공행정, 국방 및 사회보장 행정	5.5	4.9	7.0	6.4	4.0	3.8	4.8	4.7
16	교육 서비스업	4.5	4.6	6.6	6.4	3.3	3.5	4.3	4.4
17	보건업 및 사회복지 서비스업	4.5	4.4	6.6	6.3	3.7	3.6	4.9	4.7
18	예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	4.7	4.6	5.9	6.4	3.6	3.6	4.4	4.6
19	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	3.9	4.4	5.7	6.2	3.6	3.6	4.3	4.5
20	가구 내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산		4.3		5.1		3.6		3.6
21	국제 및 외국기관		5.6		6.6		3.8		5.2
	전체	4.4	4.4	6.2	6.1	3.6	3.6	4.6	4.5

* CKD 유병자가 10명 이하인 분류에 대해서는 유병률을 제시하지 않음

** 연령표준화 유병률이 높은 업종은 빨간색, 낮은 업종은 파란색으로 표시함

(2) 말기신부전(ESRD)의 유병률

가) 연령별, 성별 유병률

<표 57>과 <표 58>에 각각 2012년과 2017년의 남성근로자의 연령대별 ESRD 유병률을 제시하였다. 이 표에서 사용한 연령대는 코호트 입적시점이 아닌 해당 연도의 연령으로 구분하였다. 근로자인구에 대해서만 연령대별 유병률을 계산하였으며, 비근로자 및 전체코호트(근로자+비근로자)의 유병률은 근로자 인구를 표준인구로 연령표준화 값을 제시하였다.

각 연도에 근로자로 분류된 인구는 고용보험과 건강보험에 따라 차이가 있지만, 각각으로 계산한 ESRD 유병률은 거의 동일하다. 전체 남성근로자의 ESRD 유병률은 고용, 건보 모두 2012년에 0.12%이며, 2017년에는 0.17%이다. 연령대에 따라 증가하여 60세 이상에서 유병률은 2017년에 0.40%이다. 비근로자의 ESRD 연령표준화 유병률은 근로자에 비해 크게 높다. 건보에 따라 2012년에 0.27%이며, 2017년에는 0.43%로 근로자의 2배 이상이다.

<표 59>과 <표 60>에는 각각 2012년과 2017년의 여성근로자의 연령대별 ESRD 유병률을 제시하였으며 산출한 방식은 남성근로자와 동일하다.

여성에서도 고용과 건보에 따른 ESRD 유병률의 차이는 거의 없다. 전체 여성근로자의 ESRD 유병률은 2012년에 고용, 건보 모두 0.05%이며, 2017년에는 고용 0.07%, 건보 0.08%이다. 비근로자의 ESRD 연령표준화 유병률은 2012년에 0.12%, 2017년에 0.20%로 근로자에 비해 2배 이상 높다.

<표 57> 남성 근로자 2012년 ESRD 유병률

	고용보험			건강보험		
	분모	ESRD 유병자	ESRD 유병률	분모	ESRD 유병자	ESRD 유병률
20대	161,467	37	0.02%	131,737	29	0.02%
30대	1,459,593	802	0.05%	1,388,044	752	0.05%
40대	1,031,375	1,200	0.12%	1,011,537	1,141	0.11%
50대	620,581	1,323	0.21%	587,423	1,218	0.21%
60세 이상	276,462	830	0.30%	237,308	745	0.31%
전체근로자	3,549,478	4,192	0.12%	3,356,049	3,885	0.12% (0.12%)
비근로자	1,597,009	5,390	0.34%	1,789,852	5,697	0.32% (0.27%)
전체코호트	5,146,487	9,582	0.19%	5,145,901	9,582	0.19% (0.17%)

<표 58> 남성 근로자 2017년 ESRD 유병률

	고용보험			건강보험		
	분모	ESRD 유병자	ESRD 유병률	분모	ESRD 유병자	ESRD 유병률
20대	818	0	0.00%	822	0	0.00%
30대	737,191	513	0.07%	817,474	603	0.07%
40대	1,171,705	1,472	0.13%	1,331,594	1,734	0.13%
50대	681,172	1,715	0.25%	754,956	1,918	0.25%
60세 이상	344,119	1,318	0.38%	363,275	1,435	0.40%
전체근로자	2,935,005	5,018	0.17%	3,268,121	5,690	0.17% (0.17%)
비근로자	2,120,013	10,297	0.49%	1,787,280	9,635	0.54% (0.43%)
전체코호트	5,055,018	15,315	0.30%	5,055,401	15,325	0.30% (0.27%)

<표 59> 여성 근로자 2012년 ESRD 유병률

	고용보험			건강보험		
	분모	ESRD 유병자	ESRD 유병률	분모	ESRD 유병자	ESRD 유병률
20대	217,597	53	0.02%	186,318	38	0.02%
30대	729,900	348	0.05%	657,317	297	0.05%
40대	431,853	213	0.05%	381,361	184	0.05%
50대	287,063	203	0.07%	246,100	165	0.07%
60세 이상	91,408	100	0.11%	70,683	74	0.10%
전체근로자	1,757,821	917	0.05%	1,541,779	758	0.05% (0.05%)
비근로자	1,458,048	2,088	0.14%	1,673,980	2,248	0.13% (0.12%)
전체코호트	3,215,869	3,005	0.09%	3,215,759	3,006	0.09% (0.09%)

<표 60> 여성 근로자 2017년 ESRD 유병률

	고용보험			건강보험		
	분모	ESRD 유병자	ESRD 유병률	분모	ESRD 유병자	ESRD 유병률
20대	870	0	0.00%	886	0	0.00%
30대	488,458	262	0.05%	554,937	312	0.06%
40대	409,609	299	0.07%	464,242	379	0.08%
50대	323,860	274	0.08%	347,558	311	0.09%
60세 이상	129,919	155	0.12%	132,025	155	0.12%
전체근로자	1,352,716	990	0.07%	1,499,648	1,157	0.08% (0.08%)
비근로자	1,845,346	3,753	0.20%	1,698,472	3,590	0.21% (0.20%)
전체코호트	3,198,062	4,743	0.15%	3,198,120	4,747	0.15% (0.14%)

* 〈표 78-표 81〉 비근로자와 전체코호트의 괄호 안의 값은 전체근로자를 표준인구로 계산한 연령표준화 유병률임

나) 업종별 유병률

<표 61>에 전체근로자를 남녀로 층화하여 2012년과 2017년의 ESRD 연령표준화 유병률을 업종별로 제시하였다.

남성에서 일관적으로 ESRD 유병률이 높은 업종은 전문, 과학 및 기술서비스업, 공공행정, 국방 및 사회보장 행정업, 보건업 및 사회복지서비스업이었고, 교육 서비스업 종사남성도 2017년에는 유병률이 높았다. 반대로 일관적으로 ESRD 유병률이 낮은 업종은 광업, 제조업, 하수, 폐기물처리, 원료재생 및 환경복원업이었고, 전기, 가스, 증기 및 수도사업은 고용보험에 따른 유병률이 낮았다.

여성에서 일관적으로 ESRD 유병률이 높은 업종은 공공행정, 국방 및 사회보장 행정이었다. 운수업은 2017년의 유병률이 높았다. 여성의 ESRD 유병률은 남성에 비해 매우 낮은 편으로, 업종에 따라 분류하였을 때 유병자 수가 적어 업종간의 차이가 크게 나타나지 않았다.

<표 61> 업종별 말기신부전(ESRD) 연령표준화 유병률 (2012, 2017년)

		남자				여자			
	기간	2012년		2017년		2012년		2017년	
	업종출처	고용	건보	고용	건보	고용	건보	고용	건보
1	농업, 임업 및 어업	0.11	0.10	0.11	0.10		0.01		0.09
2	광업	0.05	0.05	0.13	0.15		0.00		0.00
3	제조업	0.08	0.09	0.11	0.12	0.03	0.04	0.05	0.06
4	전기, 가스, 증기 및 수도사업	0.07	0.11	0.13	0.16		0.24		0.14
5	하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업	0.07	0.11	0.12	0.14		0.02		0.02
6	건설업	0.16	0.15	0.23	0.20	0.05	0.05	0.10	0.09

<표 61> 업종별 말기신부전(ESRD) 연령표준화 유병률 (2012, 2017년)(계속)

		남자				여자			
	기간	2012년		2017년		2012년		2017년	
	업종출처	고용	건보	고용	건보	고용	건보	고용	건보
7	도매 및 소매업	0.13	0.13	0.18	0.19	0.07	0.06	0.08	0.08
8	운수업	0.13	0.11	0.19	0.18	0.07	0.08	0.10	0.14
9	숙박 및 음식점업	0.15	0.14	0.17	0.23	0.03	0.04	0.06	0.07
10	출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	0.14	0.15	0.20	0.23	0.09	0.08	0.09	0.10
11	금융 및 보험업	0.14	0.13	0.19	0.24	0.14	0.06	0.05	0.04
12	부동산업 및 임대업	0.15	0.15	0.21	0.22	0.07	0.06	0.05	0.09
13	전문, 과학 및 기술 서비스업	0.18	0.16	0.28	0.26	0.06	0.04	0.07	0.09
14	사업시설관리 및 사업지원 서비스업	0.15	0.12	0.24	0.21	0.06	0.06	0.10	0.09
15	공공행정, 국방 및 사회보장 행정	0.21	0.16	0.31	0.26	0.14	0.07	0.17	0.15
16	교육 서비스업	0.16	0.15	0.24	0.24	0.06	0.04	0.08	0.08
17	보건업 및 사회복지 서비스업	0.26	0.24	0.37	0.33	0.05	0.04	0.08	0.08
18	예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	0.11	0.11	0.22	0.22	0.06	0.05	0.12	0.09
19	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	0.12	0.13	0.17	0.22	0.04	0.06	0.07	0.09
20	가구내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산		0.16		0.29		0.04		0.06
21	국제 및 외국기관		0.15		0.16		0.00		0.00
	전체	0.12	0.12	0.17	0.17	0.05	0.05	0.07	0.08

* ESRD 유병자가 5명 이하인 분류에 대해서는 유병률을 제시하지 않음

** 연령표준화 유병률이 높은 업종은 빨간색, 낮은 업종은 파란색으로 표시함

4) 업종별 경향 요약 (소결)

업종별 CKD와 ESRD의 연령표준화 발생률 및 유병률을 종합하여, 업종별 경향을 표 <62-64>에 정리하였다.

모든 지표들을 통틀어 대체로 높은 경향이 나타난 업종은 <표 62>의 5개 업종으로, 전문, 과학 및 기술서비스업은 남성 근로자에서만 높은 특징이 나타났고, 다른 4개 업종도 여성보다는 남성근로자에서 보다 뚜렷하게 높게 나타났다.

운수업은 업종 세 분류 정보를 이용하여 육상, 수상, 항공 운송업 및 2차 세분류로 나누어 추가 분석을 하였다(p211). 상대적으로 사회경제적 수준이 높고 일찍 보건관리자가 선임된 항공 운송업보다 여러 여건이 열악한 육상 운송업에서 CKD나 ESRD의 발생이 높을 것이라는 가설 하에 추가 분석을 진행하였다.

공공행정, 국방 및 사회보장 행정은 여러 업이 한데 묶여있는데 국방은 선행연구 및 국내 정책 상(당뇨 또는 만성신부전 진단 시 전역하게 됨) 유병률이 낮은 것으로 알려져 있다. 때문에 행정업에 초점을 맞추어 행정을 세분류하고 지역 및 직종 정보를 활용하여 행정에서의 위험도를 추가 분석할 필요가 있다.

보건업과 사회복지서비스업은 서로 다른 특성의 두 업종이 한데 묶여있지만, 두 업종 모두 CKD와 ESRD의 위험이 높을 것으로 추정된다. 때문에 보건업과 사회복지서비스업 각각으로 분류하고 업종 세 분류, 직종, 지역 및 사업장 인원수 등 추가적인 사업장 정보를 활용하여 각각의 위험을 분석할 필요가 있다.

사업시설관리 및 사업지원 서비스업은 사업시설관리에 초점을 맞추어 업종 세 분류와 직종 정보를 활용하여 업종 내 고 위험 집단을 추출하고 subgroup 분석을 할 필요가 있다.

전문, 과학 및 기술서비스업 종사자 남성의 CKD 유병률과 ESRD 발생률, 유병률이 높은 것은 열악한 환경에서 장시간 노동을 하는 것으로 알려진 IT 업계 종사자의 문제일 가능성이 제기되고 있다. 이 집단은 한 자리에서 장시간

앉아서 일하며, 운동량이 적고 불건강한 식습관과 비만, 수면부족, 스트레스에 노출되기 쉬운 것으로 알려져 있다. 직종 정보 및 사업장 지역과 인원 수 정보를 추가적으로 활용하여 이러한 집단을 분류해 내고 다른 업종에 비해 CKD나 ESRD의 위험이 높은지 파악할 예정이다.

반대로 모든 지표들을 통틀어 대체로 낮은 경향이 나타난 업종은 <표 63>의 6개 업종이다. 고용보험 또는 건강보험 가입자 중에 농업, 임업 및 어업 종사자는 실제 농림어업에 종사하는 육체근로자가 아니라 이 분야의 공공기관이나 유통 및 판매 관련 종사자, 사무직 종사자가 다수 포함되어 있는 것으로 추정된다. 때문에 이를 농림어업에서 CKD 및 ESRD 위험이 낮다고 해석할 수는 없다.

하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업 남성의 발생률과 ESRD 유병률이 낮게 나타난 것은 세부 업종 및 직종, 연령 분포 등을 고려하여 subgroup 분석을 해 볼 필요가 있다. 이 업종은 비교적 육체노동직이 많이 포함되어 있고, 종사자의 연령대가 높은 편이며 신독성 물질의 노출 가능성이 있는 업종 중에는 유일하게 낮은 경향이 나타난 업종이다.

그 외 도매 및 소매업, 숙박 및 음식점업, 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업 종사자는 비교적 종사자의 연령대가 젊고, 2형 당뇨나 고혈압의 유병률도 상대적으로 낮은데서 기인한 결과로 추정된다. 또한 금융 및 보험업 여성의 CKD, ESRD 발생률도 낮아 신장 질환으로부터 비교적 안전한 집단으로 여겨지며 subgroup 분석을 통해 특별히 위험이 높아지는 집단이 없는지를 살펴보고 이 중 적절한 대조군을 선정하여 고 위험 집단과 비교해볼 필요가 있다.

<표 62> 일관적으로 높은 업종

운수업

남성 : CKD 발생률, 유병률 모두 높음. ESRD 발생률 높음.
여성 : ESRD 발생률(PY), CKD 유병률 높음.

공공행정, 국방 및 사회보장 행정

남성 : CKD 발생률, 유병률 모두 높음. ESRD 발생률, 유병률 모두 높음.
여성 : ESRD 발생률(고용), 유병률 높음.

보건업 및 사회복지서비스업

남성 : CKD 발생률, 2017년 유병률 모두 높음. ESRD 발생률, 유병률 모두 높음.
여성 : CKD 발생률, 2017년 유병률 모두 높음.

사업시설관리 및 사업지원 서비스업

남성 : CKD 2017년 유병률 높음. ESRD 발생률 높음, 2017년 유병률 높음.
여성 : CKD 유병률 높음. ESRD 2017년 유병률 높음.

전문, 과학 및 기술서비스업

남성 : CKD 2017년 유병률도 높음. ESRD 발생률 높음(건보), 유병률 높음.

<표 63> 일관적으로 낮은 업종

농업, 임업 및 어업

남성 : CKD 발생률(고용) 낮고, 2012년 CKD 유병률과 2017년 ESRD 유병률 낮음.

하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업

남성 : CKD, ESRD 발생률 모두 낮고, ESRD 유병률도 낮음.

도매 및 소매업

남성 : CKD 발생률, 유병률 모두 낮음.

숙박 및 음식점업

여성 : CKD 발생률(누적%), 유병률 낮음. ESRD 2012년 유병률 낮음.

출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업

남성 : CKD 발생률 낮음.
여성 : CKD 발생률 낮음.

금융 및 보험업

여성 : CKD, ESRD 발생률 낮음.

<표 64> 경향에 차이가 있는 업종

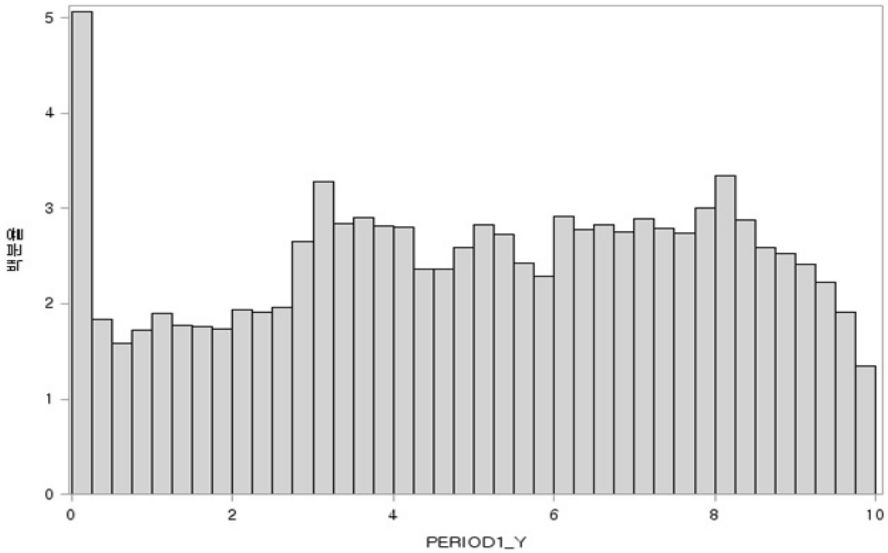
	특징	해당 업종
CASE 1	CKD는 높고 ESRD는 낮은 경우	광업 남성 : CKD 발생률(건보)과 유병률은 높고, ESRD 발생률, 유병률은 낮음.
		제조업 여성 : CKD 발생률 다소 높고, ESRD 발생률, 유병률 모두 낮음.
		전기, 가스, 증기 및 수도사업 남성 : CKD 발생률, 유병률은 높고, ESRD 발생률, 유병률은 낮음.
CASE 2	CKD는 낮고 ESRD는 높은 경우	숙박 및 음식점업 남성 : CKD 발생률, 유병률 낮음, ESRD 발생률 높음.
		전문, 과학 및 기술서비스업 여성 : CKD 발생률 낮음(고용), 유병률 낮음. ESRD 발생률 높음.
CASE 3	제조업 남성	CKD 발생률 다소 높고, ESRD 발생률은 낮음. CKD, ESRD 모두 유병률 낮음.

5) 악화기간 분석

(1) 전체근로자 중 말기신부전 발생자의 악화기간 분석

말기신부전 환자 중 CKD 발생일과 ESRD 발생일이 하루 이상 차이나는 19,151명을 대상으로, CKD 발생일부터 ESRD 발생일까지의 기간을 ‘악화기간’으로 정의하고 분포를 파악하였다.

[그림 39]에 19,151명의 악화기간을 히스토그램으로 제시하였으며, 평균은 5.1년(∓2.8년), 중위수는 5.2년 이었다.



[그림 39] 말기신부전 환자의 악화기간 분포 (단위: 년)

(2) 성별 및 연령대에 따른 악화기간 분석

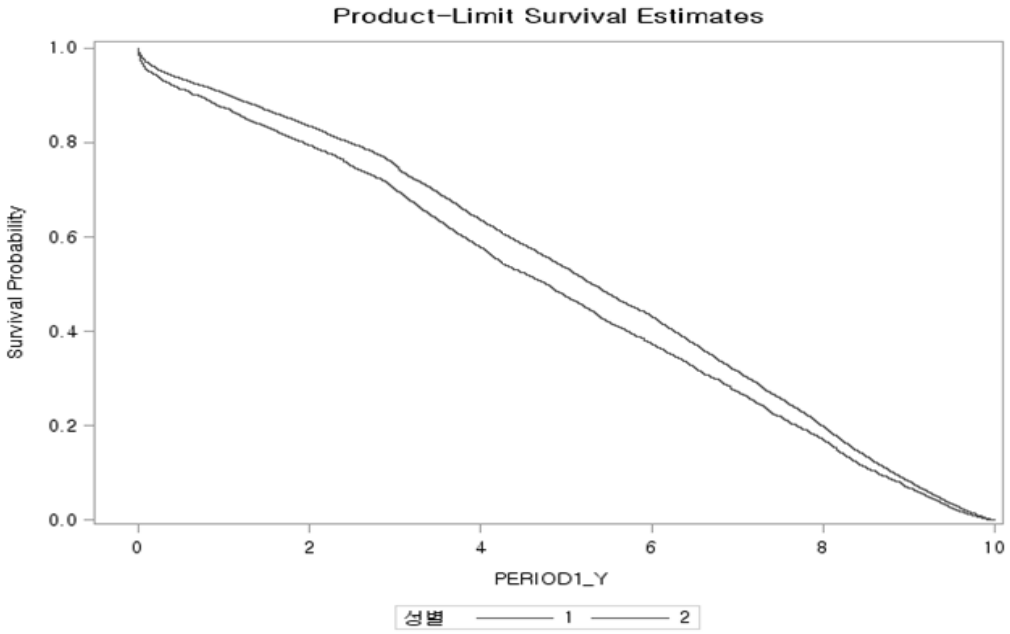
말기신부전 환자 19,151명을 성별 및 연령대로 나누어 악화기간을 비교하였다. 성별로 나누었을 때 남성 ESRD 환자 14,846명의 평균 악화기간은 5.2년 이었으며, 여성 ESRD 환자 4,305명의 평균 악화기간은 4.8년으로 성별에 따른 차이는 크지 않지만, 여성에서 다소 빨리 악화되었다.

연령대에 따라서는 남녀 모두 나이가 젊을수록 빨리 악화되었다. 남성은 코호트 입적시점을 기준으로 15-19세 집단의 악화기간은 3.3년, 20대는 4.2년, 30대는 4.8년, 40대는 5.3년, 50대는 5.6년, 60세 이상은 5.7년으로 연령대가 올라갈수록 악화까지의 기간이 길어졌고 50세 이상의 악화기간은 비슷하였다. 여성에서는 15-19세가 4.1년, 20대가 3.6년으로 10대보다 오히려 20대가 더 빨리 악화되었지만, 30대부터는 다시 연령대가 증가할수록 악화기간이 길어졌다. 30대가 4.3년, 40대가 5.0년, 50대가 5.5년, 60세 이상이 5.8년이었다. 연령대에 따른 악화기간은 차이가 뚜렷하여 Log-rank test로 검증 시 $p < 0.001$ 수준에서 유의한 차이가 있었다.

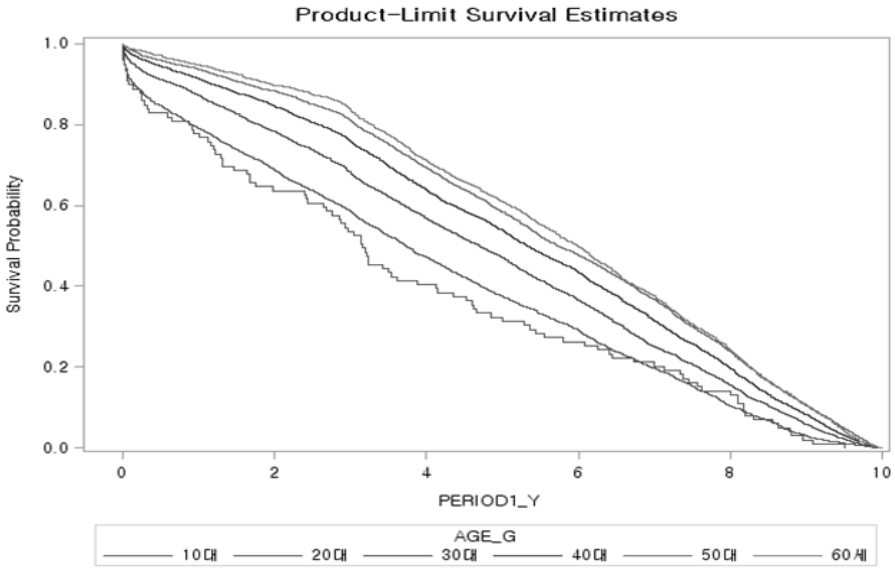
20-40대에서는 같은 연령대에서 남성보다 여성이 빨리 악화되었고, 50세 이상에서는 남녀의 악화기간이 비슷하였다<표 65>.

<표 65> 성별 및 연령대에 따른 악화기간 분포

	남자 (N=14,846)			여자 (N=4,305)			전체 (N=19,151)		
	N (명)	평균기간 (년)	Log-rank test	N (명)	평균기간 (년)	Log-rank test	N (명)	평균기간 (년)	Log-rank test
15-19세	47	3.3	p < 0.001	52	4.1	p < 0.001	99	3.7	p < 0.001
20-20세	1,739	4.2		909	3.6		2,648	4.0	
30-39세	3,089	4.8		781	4.3		3,870	4.7	
40-49세	4,146	5.3		1,134	5.0		5,280	5.2	
50-59세	3,950	5.6		1,082	5.5		5,032	5.6	
60세 이상	1,875	5.7		347	5.8		2,222	5.7	
전체	14,846	5.2		4,305	4.8		19,151	5.1	



[그림 40] 말기신부전 환자의 성별에 따른 악화기간 비교 (단위: 년)



[그림 41] 말기신부전 환자의 연령대에 따른 악화기간 비교 (단위 : 년)

(3) 기저질환(2형 당뇨)에 따른 악화기간 분석

기저질환 중 당뇨가 있는 환자는 신장질환의 예후가 더 나쁜 것으로 알려져 있다. 신장질환 발생에 앞서 2형 당뇨가 발생한 환자들을 당뇨 기저질환자로 정의하고 당뇨 유무에 따른 악화기간을 비교하였다.

말기신부전 환자 19,151명 중 당뇨 기저질환이 있는 사람이 10,118명(52.8%), 없는 사람이 9,033명(47.2%)이었다. 이 중 남성은 당뇨 기저질환이 있는 비율이 55.2%, 여성은 44.6%로 성별에 따라 차이가 있었다. 당뇨가 없는 말기신부전 환자의 악화기간이 오히려 더 짧았는데, 남성에서는 당뇨환자의 악화기간은 평균 5.8년, 비당뇨환자는 평균 4.5년, 여성에서는 당뇨환자는 평균 5.5년, 비당뇨 환자는 평균 4.2년이었다<표 66>.

성별에 따라 층화하고 연령대별로 당뇨 유무에 따른 악화기간을 비교하였다. 연령대에 따라 당뇨 유무의 비율에 큰 차이가 있었는데, 남성 말기신부전 환자는 코호트 입적시점에 15-19세는 당뇨 비율이 14.9%, 20대는 35.1%, 30대는

49.3%, 40대는 58.3%, 50대는 62.4%, 60세 이상은 62.6%로 연령대가 증가할수록 당뇨 비율이 크게 늘어났으며 40세 이후에는 증가폭이 작아져 대체로 60% 수준이었다. 40세 이하에서는 당뇨에 비해 비당뇨 환자의 악화기간이 약 1.3-1.6년 더 짧았고, 40세 이상에서는 0.8-1.1년 더 짧았다. 연령대가 증가할수록 악화기간이 길어지지만, 당뇨환자는 20대(5.2년)부터 60세 이상(6.1년)까지 악화기간의 차이가 크지 않았다. 반면 비 당뇨 환자는 40세 이하(20대는 3.6년, 30대는 4.0년)와 50세 이상(5.1년)의 악화기간의 차이가 상대적으로 컸다<표 67>.

<표 66> 당뇨 유무에 따른 악화기간 비교

	남자 (N=14,846)			여자 (N=4,305)			전체 (N=19,151)		
	N (명)	악화기간 (년)	SE	N (명)	악화기간 (년)	SE	N (명)	악화기간 (년)	SE
당뇨	8,197	5.8	0.028	1,921	5.5	0.059	10,118	5.7	0.025
비 당뇨	6,649	4.5	0.035	2,384	4.2	0.059	9,033	4.4	0.03

<표 67> 남성 말기신부전 환자의 연령대 및 당뇨 유무별 악화기간 비교

	당뇨			비당뇨			
	N (명)	악화기간(년)	SE	N (명)	악화기간(년)	SE	당뇨 비율
15-19세	7	4.4	1.06	40	3.1	0.44	14.9%
20-29세	610	5.2	0.1	1,129	3.6	0.08	35.1%
30-39세	1,522	5.5	0.07	1,567	4.0	0.07	49.3%
40-49세	2,419	5.7	0.05	1,727	4.6	0.07	58.3%
50-59세	2,466	5.9	0.05	1,484	5.1	0.07	62.4%
60세 이상	1,173	6.1	0.07	702	5.1	0.1	62.6%
전체	8,197			6,649			55.2%

여성 말기신부전 환자는 코호트 입적시점에 15-19세는 당뇨 비율이 25.0%, 20대는 28.3%, 30대는 36.7%, 40대는 47.0%, 50대는 55.8%, 60세 이상은 65.4%로 남성과 마찬가지로 연령대가 증가할수록 당뇨 비율이 크게 늘어났으나, 남성과는 달리 20대부터는 연령대가 10세 증가할 때마다 당뇨 비율도 약 10% 전후로 증가하였다. 또한 20-50대에는 같은 연령대 남성에 비해 당뇨 환자 비율이 7-13% 더 낮았고, 15-19세와 60세 이상에서는 더 높았다.

2-30대에서는 당뇨에 비해 비당뇨 환자의 악화기간이 약 1.2-1.5년 더 짧았고, 40세 이상에서는 0.5-1.0년 더 짧았다. 연령대가 증가할수록 악화기간이 길어지지만, 당뇨환자는 20대(4.7년)부터 60세 이상(5.9년)까지 악화기간의 차이가 크지 않았다. 반면 비 당뇨 환자는 40세 이하(20대는 3.2년, 30대는 3.9년)와 50세 이상(5.0-5.5년)의 악화기간의 차이가 상대적으로 컸다<표 68>.

<표 68> 여성 말기신부전 환자의 연령대 및 당뇨 유무별 악화기간 비교

	당뇨			비당뇨			
	N (명)	악화기간(년)	SE	N (명)	악화기간(년)	SE	당뇨 비율
15-19세	13	6.01	0.62	39	3.49	0.46	25.0%
20-29세	257	4.74	0.16	652	3.21	0.11	28.3%
30-39세	287	5.08	0.15	494	3.85	0.12	36.7%
40-49세	533	5.58	0.11	601	4.55	0.11	47.0%
50-59세	604	5.87	0.1	478	5.04	0.13	55.8%
60세 이상	227	5.95	0.17	120	5.5	0.24	65.4%
전체	1,921			2,384			44.6%

(4) 업종에 따른 악화기간 분석

남성 말기신부전 환자 14,846명을 연령대 및 당뇨 유무로 층화하여 업종별 악화기간을 비교하였다. 각 분류에 따른 ESRD 환자 수가 5명 이하인 경우 악화기간을 제시하지 않았다. 여성 말기신부전 환자는 당뇨 및 업종별로 나눌 경우 각 구분에 들어가는 환자 수가 너무 적어 업종에 따른 악화기간을 산출하지 않았다.

기저질환 당뇨가 있는 남성 말기신부전 환자 중 15개 업종의 8,079명에 대해, 연령대 및 업종에 따라 악화기간을 분석하였다. 같은 연령대에서 악화기간이 긴 업종을 파란색으로, 악화기간이 짧은 업종을 빨간색으로 표시하였다.

악화기간이 긴 그룹은 제조업에 종사하는 20-40대, 운수업 30-40대, 숙박 및 음식점업 50대, 금융 및 보험업 40대, 부동산업 및 임대업 30대, 50대, 사업시설관리 및 사업지원서비스업 20대, 40대, 공공행정 및 국방 및 사회보장행정 40-50대, 교육서비스업 60세 이상, 보건업 및 사회복지 서비스업 60세 이상이었다. 반대로 악화기간이 짧은 그룹은 하수, 폐기물처리, 원료재생 및 환경복원업 50대, 건설업 20대, 도매 및 소매업 30대, 50대, 운수업 60세 이상, 숙박 및 음식점업 20대, 40대, 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업 40대, 60세 이상, 금융 및 보험업 30대, 전문, 과학 및 기술서비스업 50-60대, 공공행정, 국방 및 사회보장 행정 30대, 60세 이상, 보건업 및 사회복지서비스업 30대, 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인서비스업 20대, 40-50대였다.

제조업 20-40대의 악화기간이 긴 것을 제외하고 다른 업종에서는 일관적으로 짧거나 길게 나타나지 않았으며, 같은 업종 내에서도 연령대에 따라 서로 다른 경향을 보였다<표 69>.

기저질환 당뇨가 없는 남성 말기신부전 환자 중 15개 업종의 6,552명에 대해, 연령대 및 업종에 따라 악화기간을 분석하였다. 악화기간이 긴 그룹은 제조업

에 종사하는 20대, 하수, 폐기물처리, 원료재생 및 환경복원업 50대, 도매 및 소매업 50-60대, 운수업 전연령대, 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업 50대, 금융 및 보험업 20대, 부동산업 및 임대업 30대, 전문, 과학 및 기술 서비스업 20-40대, 공공행정, 국방 및 사회보장 행정 20대, 60세 이상, 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인서비스업 30-40대이었다. 악화기간이 짧은 그룹은 하수, 폐기물처리, 원료재생 및 환경복원업 40대, 도매 및 소매업 30대, 숙박 및 음식엄업 30-50대, 금융 및 보험업 30-50대, 보건업 및 사회복지서비스업 20대, 50대, 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인서비스업 20대, 50대, 60세 이상 이었다.

당뇨가 없는 그룹에서는 연령대에 상관없이 비교적 일관적으로 악화기간이 길거나 짧은 업종들이 있었는데, 운수업 전연령대와 전문, 과학 및 기술서비스업 20-40대의 악화기간이 길었고, 숙박 및 음식점업 30-50대, 금융 및 보험업 30-50대, 보건업 및 사회복지 서비스업 20대와 50대에서 악화기간이 짧은 경향을 보였다<표 70>.

<표 69> 기저질환 당뇨가 있는 남성 말기신부전 환자의 업종별 악화기간 비교

	연령대	20대		30대		40대		50대		60대		전체	
NO	업종	N	악화기간 (년)	N	악화기간 (년)	N	악화기간 (년)	N	악화기간 (년)	N	악화기간 (년)	N	악화기간 (년)
3	제조업	208	5.4	414	5.8	647	5.9	484	5.9	116	6.2	1871	5.8
5	하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업			7	6.5	19	5.7	37	5.3	11	6.1	74	5.7
6	건설업	58	4.9	206	5.6	428	5.5	314	6.0	75	6.3	1082	5.7
7	도매 및 소매업	92	5.2	208	5.1	194	5.5	120	5.6	37	6.1	652	5.4
8	운수업	36	5.2	175	5.9	400	5.9	343	6.0	96	5.7	1050	5.9
9	숙박 및 음식점업	18	4.7	37	5.3	45	5.3	21	6.4	5	7.5	127	5.5
10	출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	44	5.0	75	5.4	86	5.3	47	6.0	11	5.5	263	5.4
11	금융 및 보험업			31	5.0	39	5.9	38	6.0	4	5.5	116	5.7
12	부동산업 및 임대업	14	5.3	26	6.2	99	5.6	272	6.2	299	6.1	710	6.1
13	전문, 과학 및 기술 서비스업	30	5.2	80	5.3	77	5.5	82	5.2	36	5.6	305	5.4
14	사업시설관리 및 사업지원 서비스업	54	5.5	92	5.5	150	6.0	401	5.8	367	6.1	1065	5.9
15	공공행정, 국방 및 사회보장 행정	8	6.0	19	4.3	50	6.0	114	6.3	35	5.7	226	6.0
16	교육 서비스업	6	6.5	41	5.2	28	5.6	27	5.9	24	7.0	127	5.8
17	보건업 및 사회복지 서비스업	12	6.1	29	4.9	44	5.5	37	5.8	10	6.4	132	5.6
19	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	19	4.6	40	5.9	47	5.3	50	5.4	20	6.1	176	5.5
전체		603	5.2	1480	5.5	2353	5.7	2387	5.9	1146	6.1	8079	5.8

* N〈5인 칸은 악화기간 제시하지 않음

** N〈10인 칸은 악화기간이 짧거나 길어도 색상(빨강/파랑)으로 표시하지 않음

<표 70> 기저질환 당뇨가 없는 남성 말기신부전 환자의 업종별 악화기간 비교

	연령대	20대		30대		40대		50대		60대		전체	
NO	업종	N	악화기간 (년)	N	악화기간 (년)	N	악화기간 (년)	N	악화기간 (년)	N	악화기간 (년)	N	악화기간 (년)
3	제조업	384	3.8	523	4.2	550	4.7	298	5.1	81	5.3	1851	4.4
5	하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업			6	3.4	14	3.8	17	5.8	7	4.4	46	4.7
6	건설업	94	3.3	194	4.1	258	4.6	180	5.2	55	4.9	784	4.5
7	도매 및 소매업	166	3.5	172	3.5	139	4.5	93	5.4	29	5.4	605	4.1
8	운수업	46	3.8	126	4.3	264	4.8	163	5.2	53	5.6	652	4.8
9	숙박 및 음식점업	40	3.5	38	3.5	22	3.7	16	4.6	8	6.2	128	3.8
10	출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	88	3.5	136	3.9	57	4.3	44	5.4	7	5.9	334	4.1
11	금융 및 보험업	16	4.0	34	3.6	32	3.7	23	4.6			106	4.0
12	부동산업 및 임대업	11	3.0	43	4.3	62	4.6	176	5.3	170	5.1	464	5.0
13	전문, 과학 및 기술 서비스업	56	4.0	76	4.4	55	5.3	48	4.8	24	4.6	260	4.6
14	사업시설관리 및 사업지원 서비스업	125	3.5	66	4.0	89	4.5	225	4.9	200	4.8	710	4.5
15	공공행정, 국방 및 사회보장 행정	19	3.8	17	3.7	40	4.2	67	5.3	24	5.6	168	4.7
16	교육 서비스업	19	3.3	31	3.8	25	4.6	23	4.8	5	4.4	103	4.2
17	보건업 및 사회복지 서비스업	27	2.8	43	4.2	38	4.3	26	4.2	7	5.7	141	4.0
19	협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	25	3.0	40	4.4	28	5.8	39	4.7	12	4.3	144	4.5
전체		1116	3.6	1545	4.0	1673	4.6	1438	5.1	682	5.1	6552	4.5

* N 〈 5인 칸은 악화기간 제시하지 않음

** N 〈 10인 칸은 악화기간이 짧거나 길어도 색상(빨강/파랑)으로 표시하지 않음

(5) 악화기간 분석 총평 (소결)

말기신부전 환자 19,151명에 대해 성별 및 연령대, 기저질환 당뇨의 유무, 업종에 따라 층화하여 악화기간을 분석하였다. 말기신부전 환자의 악화기간에 대해서는 개인별 차이가 크고 환자마다 최초로 병원에 내원하는 시점에 CKD 진행 정도가 모두 다르므로 악화기간의 분포를 논하기 어렵다고 여겨지며, 이에 대한 역학연구도 존재하지 않는다.

이 연구에서 사용한 기준도 ESRD 발생 시점은 투석이나 신장이식 관련 코드가 들어온 시점이기 때문에 비교적 명확하나 CKD 발생시점은 환자 간 질병의 진행 정도 차이가 클 것으로 추정된다. 자주 검진을 받는 그룹이나 사회경제적 수준이 높아 자각 증상이 있는 경우 병원에 빨리 내원하는 그룹에서는 질병의 비교적 초기 단계에 CKD 발생이력이 있을 것이며, 반대로 검진을 거의 받지 않고 의료접근성도 떨어지는 그룹에서는 투석에 가까운 시점에야 CKD 발생 레코드가 들어왔을 것으로 추정된다. 특히 확장된 기준으로도 CKD 발생 이력이 없이 바로 ESRD 이력이 시작되는 701명은 사회경제적 수준이 매우 낮고 열악한 의료접근성을 가진 근로자 집단으로 추정되며, 추가 분석을 통해 이들의 직업력 특성을 살펴볼 필요가 있다.

이러한 한계점으로 인해 업종별 또는 다른 직업 특성별 악화기간을 단순히 비교하는 것은 무리가 있지만, 전체 말기신부전 환자에서 어느 정도의 기간 분포를 가지고 있는지 살펴보는 것은 의미가 있다. 이 연구에서는 평균 및 중위수로 약 5년의 악화기간이 산출되었으며, 남성보다 여성이 악화기간이 조금 더 짧고 연령대가 증가할수록 악화기간은 길어졌다. 이는 임상에서의 경험과 일치하는 것으로, 저연령대에서는 만성신장질환 발생률은 낮지만, 저 연령에서 신장문제가 발생하는 사람들은 고 연령 발생자에 비해 예후가 더 좋지 않다. 고연령에서는 주로 당뇨나 고혈압을 기저질환으로 만성신장질환이 발생하는 비율이 높다면, 저연령에서는 주로 사구체질환으로 시작되어 만성신장질환으로 발전되며, 이 경우 예후가 훨씬 나쁜 것으로 알려져 있다.

기저질환 당뇨 유무로 층화하여 악화기간을 분석한 결과는 단순히 해석하면 비당뇨자가 더 빨리 악화된 것처럼 보일 수도 있지만, 실제 검진이나 의료이용을 생각하면, 당뇨 유병자들은 당뇨가 없는 사람에 비해 신장질환과 상관없이 병원에 자주 내원했고, 검진에서도 계속 고혈당으로 등록되었을 것으로 생각된다. 이로 인해 비당뇨자에 비해 상대적으로 빠른 시기에 Detection이 된 효과가 개입하여 악화기간이 긴 것처럼 보이는 것이다. 기저질환이 없이 신장질환이 발생한 경우에는, 만성신장질환 1기, 2기 단계에서는 거의 자각 증상이 없고 검진에서 eGFR이 60~90 수준으로 측정되어도 정상으로 결과가 나오기 때문에 적어도 3기 이상에야 병원에 방문했을 가능성이 높다. 이러한 점을 고려하여 기저질환 별로 나누어 악화기간을 추가분석할 계획이다.

비 당뇨 그룹에서는 일부 업종에서 비교적 일관적으로 악화기간이 짧거나 길었는데 이 결과를 기반으로 업종이나 직종별 악화기간의 경향을 추가분석해 볼 필요가 있다. 발생률이나 유병률이 높은 업종에서 꼭 악화기간이 짧지는 않았는데, 운수업은CKD와 ESRD의 발생률과 유병률이 모두 높은 업종이었지만 악화기간은 전연령대에서 다소 길게 나타났다. 운수업 종사자의 CKD(또는 고혈압, 당뇨) Detection 시점이 다른 업종에 비해 빠른 건지, 관리가 잘 되어 천천히 악화된 것인지는 운수업 내 세부 업종 및 직종으로 나누어 다시 살펴볼 필요가 있다. 또한 사업장 내 보건관리자의 유무나 기타 근로 환경을 고려하기 위해 사업장 규모별로도 분석할 필요가 있다.

6) 운수업 세 분류에 따른 신장질환 발생 위험 분석

(1) 운수업 세 분류별 남성 종사자 분포

남성 운수업 세 분류에 따른 종사자 분포를 <표 71>에 제시하였다. 전체 종사자 수가 200명 미만인 특수여객자동차 운송업, 개별 화물자동차 운송업, 늘찬배달업, 항공 화물 운송업, 농산물 창고업, 통관 대리 및 관련서비스업을 제외한 41개 세 분류의 연령대별 종사자를 제시하였다.

세 분류 중 택시 운송업 종사자가 141,526명(38.5%)으로 가장 많았고, 그 다음으로 시내버스 운송업 종사자(37,225명, 10.1%)가 많았다. 화물운송 중개, 대리 및 관련 서비스업 종사자 21,440명(5.8%), 일반 화물자동차 운송업 16.070명(4.4%), 전세버스 운송업 13,538명(3.7%), 도시철도 운송업 13,011명(3.5%), 시외버스 운송업 12,771명(3.5%), 항공 및 육상 화물 취급업 11,547명(3.1%) 순으로 종사자가 많았으며 그 외 세분류의 종사자는 1만 명 이하였다. 수상 운송업 중에서는 외항 화물 운송업 종사자가 5,234명(1.4%)으로 가장 많았고, 항공 여객 운송업 종사자는 6,601명(1.8%)이었다<표 71>.

<표 71> 고용보험 업종에 따른 운수업 남성 종사자 분포(단위: 명)

No	업종대분류	15 -29세	30 -39세	40 -49세	50 -50세	60세 이상	전체 (%)
1	철도 여객 운송업	924	4,796	1,589	589	23	7,921 (2.2)
2	도시철도 운송업	957	7,036	4,429	569	20	13,011 (3.5)
3	시내버스 운송업	2,331	11,246	14,371	7,380	1,897	37,225 (10.1)
4	기타 도시 정기 육상 여객 운송업	234	585	702	506	152	2,179 (0.6)
5	시외버스 운송업	1,015	4,077	5,193	2,175	311	12,771 (3.5)
6	택시 운송업	12,169	44,617	58,197	23,982	2,561	141,526 (38.5)
7	전세버스 운송업	911	3,667	5,406	2,933	621	13,538 (3.7)
8	기타 부정기 여객 육상 운송업	225	381	373	211	52	1,242 (0.3)
9	일반 화물자동차 운송업	4,740	6,544	3,442	1,192	152	16,070 (4.4)
10	용달 화물자동차 운송업	2,902	2,694	1,242	402	52	7,292 (2.0)
11	기타 도로화물 운송업	845	966	471	130	28	2,440 (0.7)
12	택배업	1,418	788	311	156	33	2,706 (0.7)
13	파이프라인 운송업	29	125	62	4	3	223 (0.1)
14	외항 여객 운송업	43	68	84	16	5	216 (0.1)
15	외항 화물 운송업	2,106	830	1,105	997	196	5,234 (1.4)
16	내항 여객 운송업	38	75	123	151	54	441 (0.1)

No	업종대분류	15 -29세	30 -39세	40 -49세	50 -50세	60세 이상	전체 (%)
17	내항 화물 운송업	544	342	637	857	316	2,696 (0.7)
18	기타 해상 운송업	494	356	578	598	230	2,256 (0.6)
19	내륙 수상 여객 및 화물 운송업	233	167	198	186	71	855 (0.2)
20	항만 내 여객 운송업	105	77	60	70	35	347 (0.1)
21	기타 내륙 수상 운송업	160	148	139	108	51	606 (0.2)
22	항공 여객 운송업	1,368	2,980	1,682	565	6	6,601 (1.8)
23	일반 창고업	2,544	1,392	710	384	106	5,136 (1.4)
24	냉장 및 냉동 창고업	528	518	375	203	42	1,666 (0.5)
25	위험물품 보관업	128	185	112	62	7	494 (0.1)
26	기타 보관 및 창고업	1,115	653	368	220	44	2,400 (0.7)
27	철도 운송지원 서비스업	313	848	575	346	58	2,140 (0.6)
28	여객 자동차 터미널 운영업	87	120	130	94	52	483 (0.1)
29	물류 터미널 운영업	58	74	45	23	13	213 (0.1)
30	도로 및 관련시설 운영업	1,333	1,880	1,561	753	43	5,570 (1.5)
31	주차장 운영업	3,845	708	956	1,799	680	7,988 (2.2)
32	기타 육상 운송지원 서비스업	1,193	1,168	777	411	97	3,646 (1.0)
33	항구 및 기타 해상 터미널 운영업	42	121	41	16	7	227 (0.1)
34	기타 수상 운송지원 서비스업	888	661	875	901	197	3,522 (1.0)
35	공항 운영업	124	772	561	108	1	1,566 (0.4)
36	기타 항공 운송지원 서비스업	1,782	1,939	1,043	314	27	5,105 (1.4)
37	항공 및 육상 화물 취급업	4,232	3,448	2,249	1,346	272	11,547 (3.1)
38	수상화물취급업	894	1,601	1,243	436	90	4,264 (1.2)
39	화물운송 중개, 대리 및 관련 서비스업	9,584	6,481	3,495	1,573	307	21,440 (5.8)
40	화물 포장, 검수 및 계량 서비스업	1,909	1,114	682	309	54	4,068 (1.1)
41	그 외 기타 분류 안 된 운송 관련 서비스업	3,317	2,487	1,567	935	206	8,512 (2.3)
	전체 운수업	67,854	118,870	117,907	54,081	9,193	367,905 (100.0)

(2) 운수업 세 분류별 신장질환 발생률 및 기저질환 유병률

<표 71>의 41개 세 분류에 대해 2008-2017년 CKD와 ESRD의 연령표준화 발생률과 DM과 HTN의 연령표준화 유병률을 계산하였으며, 이 중 각 질환의 발생 경향이 뚜렷한 16개 업종에 대해서만 결과를 <표 72>에 제시하였다.

4개 질환 모두 운수업근로자의 위험이 전체근로자에 비해 높았으며 특히 육상 운수업은 각 세 분류에서 높은 CKD와 ESRD 발생 경향을 보였다. 수상 세 분류는 대체적으로 육상보다 CKD 발생률이 낮아 전체근로자와 비슷하였으며 외항 화물 운송업의 ESRD 발생률은 10만 인년 당 평균발생률 15.7명, 누적 발생률 0.21%로 전체 근로자에 비해서도 매우 낮은 수준이었다. 항공 여객 운송업은 CKD 평균발생률이 1000인년 당 23.7명, 누적 발생률이 30.1%, ESRD 평균발생률이 10만 인년 당 40.3명, 누적발생률이 0.57%로 신장질환 발생 위험이 매우 높은 동시에 같은 기간 DM과 HTN의 유병률은 전체근로자에 비해서도 월등히 낮았다.

<표 72>의 육상 운송업 7개 세 분류 중 일반 화물자동차 운송업을 제외한 6개 세 분류에서 CKD 발생률이 전체근로자에 비해 높았는데, 이 중 철도 여객 운송업은 CKD 발생률이 육상 운송업 중 가장 높고, ESRD 발생률은 가장 낮았다. DM과 HTN 유병률은 낮은편이었다. 도시 철도 운송업도 DM과 HTN 유병률이 낮은편 이었다. 반면 시내버스와 시외버스 운송업 남성의 DM과 HTN 유병률은 높은 수준이었다. 택시 운송업은 ESRD와 DM이 높고, 일반 화물자동차 운송업은 ESRD 발생률이 높았으며, 전세버스 운송업은 CKD, ESRD, DM, HTN이 모두 뚜렷하게 높게 나타났다.

수상 세 분류 중 외항 화물 운송업은 4개 질환이 모두 낮게 나타났으나 내항 여객 운송업과 항만 내 여객 운송업은 CKD 수준은 낮은 반면 DM과 HTN 유병률은 높았다.

<표 72> 남성 운수업 세분류별 연령표준화 발생률[a](2008-2017년)

	질환	CKD		ESRD		DM		HTN	
	분모	PY (/10^3)	%	PY (/10^5)	%	PY (/10^3)	%	PY (/10^3)	%
1	철도 여객 운송업	**21.6**	**27.9**	**19.8**	**0.25**	**18.2**	**23.4**	32.4	**41.7**
2	도시철도 운송업	17.2	22.7	24.0	0.32	**15.9**	**21.1**	**30.8**	**40.8**
3	시내버스 운송업	17.2	23.0	26.0	0.35	25.7	34.4	**37.1**	**49.6**
4	시외버스 운송업	16.6	22.4	28.5	0.38	26.1	35.0	36.5	**49.0**
5	택시 운송업	16.1	21.4	**34.8**	**0.46**	26.1	34.8	33.9	45.1
6	전세버스 운송업	17.4	23.1	**37.5**	**0.50**	25.2	33.4	36.4	48.1
7	일반 화물자동차 운송업	15.4	20.5	32.5	0.43	22.1	29.6	32.0	42.8
8	외항 화물 운송업	**15.2**	**20.2**	**15.7**	**0.21**	**19.1**	**25.3**	**28.6**	**38.0**
9	내항 여객 운송업	**14.9**	**19.7**			**27.8**	**36.8**	**37.2**	**49.5**
10	내항 화물 운송업	**14.6**	**19.5**	28.9	0.39	21.6	28.9	**31.0**	**41.4**
11	항만 내 여객 운송업	**14.3**	**19.2**			**27.6**	**37.2**	35.3	47.5
12	기타 내륙 수상 운송업	17.7	23.4			23.3	30.6	33.9	44.7
13	항공 여객 운송업	**23.7**	**30.1**	**40.3**	**0.57**	**15.2**	**19.5**	**27.0**	**34.5**
14	일반 창고업	15.8	21.1	**36.9**	**0.49**	20.8	27.7	34.1	45.5
15	항구 및 기타 해상 터미널 운영업	**30.5**	**35.8**			26.3	31.9	34.9	**41.9**
16	기타 항공 운송지원 서비스업	**23.3**	**28.9**	29.3	0.37	20.9	**26.2**	33.1	**41.5**
	전체운수업근로자	**16.6**	**22.0**	**28.8**	**0.38**	**23.2**	**30.8**	**33.5**	**44.5**
	전체근로자	**15.3**	**20.4**	**23.7**	**0.32**	**20.6**	**27.5**	**32.2**	**43.0**

a. CKD, ESRD는 연령표준화 발생률이며, DM과 HTN은 10년간 연령표준화 유병률
* CKD는 발생자 50인 이상, ESRD는 발생자 10인 이상 업종만 값을 표시함
* 분홍색은 발생률이 높은 업종, 빨간색은 매우 높은 업종, 파란색은 낮은 업종

(3) 운수업 소결

운수업은 보건업과 더불어 주 52시간 이하 근무제도에 예외가 되는 특례업종으로 장시간 근로하는 대표적인 업종이다. 이 중 육상운송업은 2020년 이전까지는 보건관리자 선임의 의무가 없는 업종으로, 이로 인해 육상 운송업은 장시간 근로, 교대근로, 장시간 앉아서 일하는 자세 등의 업무 환경에 노출되면서도 사업장 보건관리가 되고 있지 않은 대표적인 업종이다. 또한 운수업 종사자는 화장실 사용이 제한적인 환경으로 인해 적절한 수분섭취가 어려울 것으로 생각되며, 이로 인한 만성적인 탈수를 운수업 종사자의 CKD 발생 위험요인으로 의심할 수 있다.

전체적으로 수상에 비해 육상 운송업 종사자의 CKD, ESRD 발생률이 높았으나 세 분류에 따라 기저질환인 DM과 HTN의 유병률 수준은 모두 달랐다. 기저질환은 낮은데 신장질환 발생률은 높은 철도 관련 운송업과, 기저질환 수준이 높은 중에 신장질환 발생률도 높은 시내, 시외버스 운송업은 구분하여 위험을 판단할 필요가 있다. 철도 종사자는 버스 종사자에 비해 40세 미만의 젊은 종사자 비율이 높고 운수업 종사자에서 위험요인으로 추정되는 불충분한 수분섭취로 인한 탈수나 기저질환으로 인한 위험이 버스종사자에 비해 상대적으로 낮을 것으로 예상된다. 그럼에도 CKD 발생률이 높게 나타난 점은 철도 종사자에서 신장질환 발생 위험을 높이는 미지의 요인이 개입한 것으로 생각된다. 철도 종사자의 화학물질 노출 위험, 야간근무, 직무스트레스 요인 등을 포괄적으로 조사할 필요가 있다.

전세버스운송업은 4개 질환의 수준이 모두 높아 만성질환 위험에 취약한 집단으로 판단되었다. 13,538명의 종사자가 전 연령대에 넓게 분포하고 있어 이들 집단의 근무 환경에 대해서도 밀접하게 조사할 필요가 있다.

수상 운송업 중 여객과 관련 된 운송업은 신장 질환 위험은 낮지만 당뇨와 고혈압 위험이 높게 나타난 것에 주목할 필요가 있다. 수상 운송업 종사자는 육상이나 항공에 비해 상대적으로 병원 접근성이 떨어져 신장 질환 발생이 덜

탐지되었을 가능성이 있고, 장시간 수상에 머무르는 업무 환경이 적절한 운동이나 식이, 수면을 방해해 기저질환의 유병률을 높였을 가능성이 있다.

항공 여객 운송업은 일찍이 보건관리자가 선임되어 사업장 보건 관리가 되며 상대적으로 사회경제적 수준이 높아 육상 운송업에 비해 신장질환 위험이 낮을 것으로 생각되었으나, 분석결과 모든 운수업 세 분류 중 가장 높은 ESRD 발생률을 보였고, CKD 발생률도 매우 높은 수준이었다. 반면 2형 당뇨와 고혈압 유병률은 매우 낮은 수준으로, 기저질환 없이 신장질환 발생 위험이 높은 것은 철도 운송업과 비슷하나, 철도에 비해 CKD 발생률이 높고 ESRD 발생률이 매우 높은 것이 차이점이다. 철도 여객과 항공 여객 근로환경의 유사한 점은 유니폼을 착용한 상태로 장시간 좁은 공간에서 일한다는 점으로 이러한 근무 환경 자체가 신장질환에 영향을 주었는지 의심할 수 있다.

운수업은 전체적으로 신장질환의 위험이 높지만, 세 분류별로 의심되는 위험요인에는 차이가 있다. 명확하게 위험요인을 찾아내어 연관성을 측정하기 위해서는 2차 데이터를 분석하는 것으로는 부족하고, 해당 직업군을 선별하여 1차 데이터를 수집하여 근로환경을 면밀히 조사할 필요가 있다. 그러나 구체적인 위험요인을 찾지 못하더라도 육상 및 항공 운수업에 종사하는 것 자체가 신장질환의 위험요인이 될 수 있음을 산업재해 보상 시 고려할 필요가 있다.

7) 반도체 직무별 신장질환 발생 위험 분석

(1) 성별 및 연령대에 따른 반도체 코호트 연구대상의 분포

발생률 분석대상자 134,680명의 성별 및 연령대에 따른 분포를 <표 73>에 제시하였다. 남성 43%, 여성 57%로 근로자코호트와는 성비가 반대였고, 성별에 따라 주요 연령대에 차이가 있었다. 남성 반도체 근로자는 코호트 입적시점에 20-49세인 사람이 98%로, 30대가 절반 정도로(48.6%) 가장 많았고, 20대가 37.4%, 40대가 11.9%였다. 여성 반도체 근로자는 20대가 70.8%로 다수를 차지하였고, 10대가 18.5%, 30대가 10.1%이며 40세 이상은 전체 반도체 여성의

0.5% 수준이었다.

134,680명을 평균 14년을 추적하여 총 관찰기간은 1,888,279PY이었다<표 74>.

<표 73> 성별 및 연령대에 따른 반도체 연구대상자 분포

(단위: 명)

	남자	여자	전체
15-19세	292 (0.5%)	14,241 (18.5%)	14,533
20-29세	21,617 (37.4%)	54,486 (70.8%)	76,103
30-39세	28,045 (48.6%)	7,754 (10.1%)	35,799
40-49세	6,862 (11.9%)	252 (0.3%)	7,114
50-59세	811 (1.4%)	180 (0.2%)	991
60세 이상	114 (0.2%)	26 (0.03%)	140
전체	57,741 (100.0%)	76,939 (100.0%)	134,680

<표 74> 성별 및 연령대에 따른 반도체 연구대상자 분포

(단위: Person-year)

	남자	평균 추적기간 (년)	여자	평균 추적기간 (년)	전체	평균 추적기간 (년)
15-19세	4,039	13.8	188,634	13.2	192,673	13.3
20-29세	295,470	13.7	776,551	14.3	1,072,021	14.1
30-39세	397,815	14.2	111,067	14.3	508,882	14.2
40-49세	96,214	14.0	3,496	13.9	99,710	14.0
50-59세	10,879	13.4	2,380	13.2	13,260	13.4
60세 이상	1,389	12.2	343	13.2	1,732	12.4
전체	805,807	14.0	1,082,472	14.1	1,888,279	14.0

(2) 직무별 연구대상자 분포

반도체 연구대상의 직무별 분포를 PY 단위로 남녀 각각 제시하였다.

남성 반도체 종사자는 전체 630,751PY로 20대와(245,865PY) 30대에(299,180PY) 다수가 분포했으며, 이 중 생산직은 전체 480,539PY 중 20대(212,903PY)와 30대(217,894PY)의 비율이 비슷하였다. FAB 종사자(396,215PY)는 ASSEMBLY 종사자(105,951PY)에 비해 4배 가까이 많았고, 장비엔지니어(114,666PY)와 공정엔지니어(105,928PY)는 오퍼레이터(56,222PY)보다 2배가량 많았다<표 75>.

<표 75> 직무별 연구대상자 분포(남성, 단위: Person-Year)

직무분류	15 ~19세	20 ~29세	30 ~39세	40 ~49세	50 ~50세	60세 이상	전체
비반도체	1,372	49,605	98,636	22,578	2,665	201	175,057
반도체	2,667	245,865	299,180	73,636	8,215	1,188	630,751
사무직	30	19,818	56,232	22,125	3,929	858	102,992
비사무직	2,637	224,356	240,652	50,420	4,205	330	522,600
생산직	2,581	212,903	217,894	43,406	3,485	270	480,539
연구직	-	6,225	12,792	2,511	58	-	21,586
기타	57	5,228	9,967	4,502	662	60	20,476
FAB	1,111	165,207	190,973	35,172	3,309	443	396,215
ASSEMBLY	1,485	49,291	39,894	14,163	1,043	75	105,951
오퍼레이터	1,293	31,711	14,649	7,950	548	73	56,222
장비엔지니어	1,090	78,548	31,115	3,502	384	27	114,666
공정 엔지니어	43	41,677	56,399	7,486	313	10	105,928
매니저	29	7,623	19,821	10,418	909	97	38,897
유틸리티	676	47,054	29,217	2,719	345	57	80,068
기타	223	87,330	100,448	19,318	909	42	208,270
FAB 오퍼레이터	14	11,232	4,699	1,660	391	73	18,068
FAB 장비엔지니어	912	63,413	24,459	2,787	304	27	91,902
FAB 공정엔지니어	14	27,853	41,412	5,444	283	10	75,015
ASSEMBLY 오퍼레이터	1,279	20,163	9,684	6,259	157	-	37,542
ASSEMBLY 장비엔지니어	164	14,286	5,915	589	65	-	21,018
ASSEMBLY 공정엔지니어	15	5,306	8,505	1,418	-	-	15,245
반도체코호트 전체근로자	4,039	295,470	397,815	96,214	10,880	1,389	805,808
근로자코호트 제조업	577,296	10,001,315	8,457,961	4,969,744	1,592,489	193,047	25,791,851
근로자코호트 전체근로자	1,287,795	25,416,438	21,585,210	12,492,418	5,552,242	1,487,219	67,821,322

여성 반도체 종사자는 877,954PY로 20대(615,763PY)에 가장 많이 분포하였고, 이 중 생산직은 전체 791,047PY 중 20대(553,675PY)와 10대(161,808PY)에 90%가 분포하였다. FAB 종사자(558,523PY)는 ASSEMBLY 종사자(250,734PY)에 비해 약 2.2배 많았고, 오퍼레이터가 633,004PY로 생산직 중 대부분을 차지하였다. 장비엔지니어(16,354PY)와 공정엔지니어(13,857PY)의 비율은 매우 적었다<표 76>.

<표 76> 직무별 연구대상자 분포(여성, 단위: Person-Year)

직무분류	15 ~19세	20 ~29세	30 ~39세	40 ~49세	50 ~50세	60세 이상	전체
비반도체	22,445	160,789	19,972	572	702	38	204,517
반도체	166,189	615,763	91,095	2,924	1,679	304	877,954
사무직	3,776	31,912	11,481	751	537	138	48,594
비사무직	162,144	576,922	79,230	2,173	1,142	167	821,777
생산직	161,808	553,675	72,954	1,572	871	167	791,047
연구직	196	2,757	469	15	15	-	3,452
기타	139	20,490	5,808	586	257	-	27,279
FAB	114,472	383,271	58,328	1,336	908	208	558,523
ASSEMBLY	44,959	180,589	23,780	1,005	386	15	250,734
오퍼레이터	145,864	437,476	47,603	1,228	666	167	633,004
장비엔지니어	1,841	11,638	2,780	90	5	-	16,354
공정 엔지니어	1,074	11,399	1,369	15	-	-	13,857
매니저	1,038	28,685	26,029	296	184	10	56,242
유틸리티	17,557	37,269	642	30	-	27	55,525
기타	16,706	67,344	11,352	114	137	-	95,653
FAB 오퍼레이터	105,028	317,698	33,891	400	331	152	457,499
FAB 장비엔지니어	74	2,354	825	45	-	-	3,298
FAB 공정엔지니어	459	6,813	977	15	-	-	8,264
ASSEMBLY 오퍼레이터	38,606	111,205	13,697	828	335	15	164,686
ASSEMBLY 장비엔지니어	611	1,694	45	-	-	-	2,350
ASSEMBLY 공정엔지니어	92	1,264	158	-	-	-	1,513
반도체코호트 전체근로자	188,634	776,551	111,067	3,496	2,380	343	1,082,472
근로자코호트 제조업	673,364	4,102,597	2,931,674	2,821,314	764,806	73,440	11,367,195
근로자코호트 전체근로자	1,501,110	20,896,440	9,809,989	6,906,025	2,685,013	513,998	42,312,575

(3) 반도체 연구대상의 성별, 연령대별 신장질환 발생 및 기저질환 규모

반도체 연구대상 중 남성의 CKD 10년 누적 발생률은 20대, 30대, 40대가 각각 12.9%, 14.7%, 19.3%로 근로자 코호트의 전체근로자에 비해 현저히 낮은 수준이었다(전체근로자는 각각 14.7%, 18.1%, 26.0%). 여성의 CKD 10년 누적 발생률 또한 10대, 20대, 30대가 각각 10.9%, 11.3%, 13.2%로 근로자 코호트의 전체근로자 (각각 14.7%, 12.2%, 16.8%)에 비해 낮았다.

ESRD 누적 발생률은 남자는 20대, 30대, 40대가 각각 0.11%, 0.12%, 0.28%로 전체근로자 0.11%, 0.22%, 0.46%와 비교하여 20대는 차이가 없었지만, 30대와 40대는 현저히 낮은 수준이었다. 여성은 10대, 20대, 30대의 ESRD 발생률이 각각 0.04%, 0.07%, 0.05%로 전체근로자 0.05%, 0.08%, 0.13%와 비교하여 10, 20대는 차이가 없었지만, 30대의 ESRD 발생률은 현저히 낮았다<표 77>.

반도체 연구대상 중 남성의 DM 10년 유병률은 20대, 30대, 40대가 각각 11.5%, 17.6%, 28.1%로 전체근로자의 15.1%, 25.4%, 40.4%와 비교하여 역시 현저히 낮은 수준이었고, 여성의 DM 10년 유병률은 10대, 20대, 30대가 각각 8.1%, 9.3%, 12.8%로 전체근로자의 8.6%, 10.0%, 17.1%와 비교하여 10대와 20대에는 차이가 없었지만 30대에는 더 낮았다.

남성의 HTN 10년 유병률은 20대, 30대, 40대 각각 28.7%, 34.6%, 46.8%로 전체근로자의 28.7%, 40.8%, 57.3%와 비교하였을 때 20대에는 차이가 없었지만, 30,40대에는 현저히 낮았으며, 여성의 HTN 10년 유병률은 10대, 20대, 30대가 각각 6.6%, 8.8%, 16.2%로 전체근로자의 6.6%, 8.3%, 23.5%와 비교하였을 때 10대와 20대에는 차이가 없었지만 30대에는 더 낮았다<표 79>.

<표 77> 반도체 코호트 인구 중 CKD와 ESRD의 10년 (2008-2017년) 누적 발생률 (분모: 명, 단위: %)

	CKD			ESRD		
	남자	여자	전체	남자	여자	전체
15-19세	7.2%	10.9%	10.8%	-	0.04%	0.04%
20-29세	12.9%	11.3%	11.7%	0.11%	0.07%	0.08%
30-39세	14.7%	13.2%	14.4%	0.12%	0.05%	0.11%
40-49세	19.3%	23.0%	19.4%	0.28%	-	0.27%
50-59세	28.2%	38.9%	30.2%	1.48%	0.56%	1.31%
60세 이상	43.0%	30.8%	40.7%	3.51%	-	2.86%
전체	14.8%	11.5%	12.9%	0.16%	0.07%	0.11%

<표 78> 반도체 코호트 인구 중 CKD와 ESRD의 10년 (2008-2017년) 평균 발생률 (분모: Person-year, 단위: /1000인년)

	CKD (/1000PY)			ESRD (/10^5PY)		
	남자	여자	전체	남자	여자	전체
15-19세	5.2	8.2	8.1	-	3.2	3.1
20-29세	9.4	7.9	8.3	8.1	5.2	6.0
30-39세	10.4	9.2	10.1	8.8	3.6	7.7
40-49세	13.8	16.6	13.9	19.7	-	19.1
50-59세	21.0	29.4	22.5	110.3	42.0	98.0
60세 이상	35.3	23.4	32.9	288.0	-	231.0
전체	10.6	8.2	9.2	11.7	4.7	7.7

<표 79> 반도체 코호트 인구 중 DM과 HTN의 10년 (2008-2017년) 유병률 (분모: 명, 단위: %)

	DM			HTN		
	남자	여자	전체	남자	여자	전체
15-19세	9.6%	8.1%	8.1%	20.2%	6.6%	6.9%
20-29세	11.5%	9.3%	10.0%	28.7%	8.8%	14.5%
30-39세	17.6%	12.8%	16.5%	34.6%	16.2%	30.6%
40-49세	28.1%	30.6%	28.2%	46.8%	44.0%	46.7%
50-59세	44.8%	48.9%	45.5%	62.6%	72.8%	64.5%
60세 이상	58.8%	65.4%	60.0%	82.5%	80.8%	82.1%
전체	17.0%	9.6%	12.8%	34.2%	9.4%	20.1%

(4) 반도체 연구대상의 직무에 따른 신장질환 발생 및 기저질환 규모 비교

반도체 직무에 따른 4개 질환의 규모를 <표 80>에 제시하였다. 남성 50세 미만, 여성 40세 미만으로 대상자를 한정하여 근로자코호트의 전체근로자를 표준인구로 비교한 결과, 반도체 근로자는 전체근로자 및 제조업 근로자와 비교하여 CKD, ESRD의 발생률과 DM, HTN의 유병률이 모두 낮은 수준이었다.

CKD 10년 평균 발생률은 근로자코호트 전체근로자가 1000인년 당 남성 9.4명, 여성 10.1명이고 제조업 근로자는 남성 9.9명, 여성 11.0명 일 때, 반도체 근로자는 남성 7.8명, 여성 8.3명 수준으로 제조업 근로자가 가장 높고, 반도체 근로자가 가장 낮았다. 젊은 연령대로 한정했을 때 3개 집단 모두 여성에서 남성보다 CKD 발생률이 다소 높았다. 반도체 직무별로는 남녀 모두 장비엔지니어에서 CKD 발생률이 높았고 (1000인년 당 남성 8.8명, 여성 9.2명), FAB 장비엔지니어는 남녀 모두 (1000인년 당 남성 8.8명, 여성 10.3명) 높았으나,

ASSEMBLY 장비엔지니어는 남성만 (1000인년 당 9.9명) CKD 발생률이 높았다. 여성은 매니저와 유틸리티 종사자가 (각각 1000인년 당 9.0명, 9.3명) CKD 발생률이 높았으나 전체근로자 또는 제조업 근로자와 비교했을 때는 낮은 수준이었다.

ESRD 10년 평균 발생률은 발생자가 10명 이상인 직무 구분에 대해서만 연령표준화 발생률을 제시하였다. 10만 인년 당 발생율이 전체근로자는 남성 9.3명, 여성 7.0명일 때, 제조업 근로자는 남성 7.6명, 여성 7.4명, 반도체 근로자는 남성 6.6명, 여성 4.4명으로 남녀 모두 반도체 근로자의 ESRD 발생률이 현저히 낮았다. 직무에 따라서는 남성 반도체 사무직 종사자의 ESRD 평균 발생률이 10만 인년 당 15.8명, 누적 발생률이 0.22%로 제조업 근로자의 2배 수준으로 높았고, 여성은 FAB 근로자가 반도체 직무 중에는 다소 발생률이 높았으나 제조업 종사자에 비해서는 여전히 낮은 수준이었다.

DM의 10년 유병률은 근로자코호트 전체근로자가 1000인년 당 남성 11.4명, 여성 8.9명이고 제조업 근로자는 남성 11.5명, 여성 9.6명 일 때, 반도체 근로자는 남성 8.1명, 여성 7.2명 수준으로 제조업 근로자가 가장 높고, 반도체 근로자가 가장 낮았다. 3개 집단 모두 남성이 여성보다 다소 높은 DM 유병률을 보였다. 반도체 직무 구분 중에서는 남성 오퍼레이터(1000인년 당 FAB 9.9명, ASSEMBLY 10.1명)과 여성 ASSEMBLY 오퍼레이터(1000인년 당 8.2명)에서 다소 높았고, 남녀 모두 매니저 직무의 DM 유병률이 높은 수준이었으나 전체근로자나 제조업 근로자와 비교했을 때는 여전히 낮은 수준이었다.

HTN의 10년 유병률은 근로자코호트 전체근로자가 1000인년 당 남성 19.7명, 여성 9.4명이고 제조업 근로자는 남성 19.9명, 여성 10.7명 일 때, 반도체근로자는 남성 17.8명, 여성 7.6명으로 세 집단의 차이가 크지는 않았으나, 반도체 근

로자가 가장 낮았다. HTN 유병률은 세 집단 모두 남성이 여성의 2배 정도의 유병률을 보였다. 반도체 직무 구분 중에는 남성 ASSEMBLY 종사자, 오퍼레이터, 장비엔지니어의 고혈압 유병률이 높은 수준이었고 (각각 1000인년당 21.2명, 21.4명, 19.5명), 매니저 직무는 남녀 모두에서 (1000인년당 남성 21.1명, 여성 9.4명) HTN 유병률이 높았다. 연구직과 FAB 공정엔지니어는 남녀 모두에서 HTN 유병률이 낮았다.

<표 80> 반도체 직종별 만성신장질환(CKD) 연령표준화 발생률(2008-2017년)

	CKD				ESRD				DM				HTN			
	남자		여자		남자		여자		남자		여자		남자		여자	
직무 구분	인년 (/10^3py)	명 (%)	인년 (/10^3py)	명 (%)	인년 (/10^5py)	명 (%)	인년 (/10^5py)	명 (%)	인년 (/10^3py)	명 (%)	인년 (/10^3py)	명 (%)	인년 (/10^3py)	명 (%)	인년 (/10^3py)	명 (%)
반도체	7.9	10.8	8.4	11.9	6.1	0.08	4.9	0.07	8.1	11.2	7.2	10.2	17.9	24.6	7.6	10.8
비반도체	7.6	10.6	8.0	11.4	8.8	0.12			8.1	11.3	7.2	10.3	17.7	24.7	7.5	10.7
사무직	8.1	11.2	8.5	12.0	**15.8**	**0.22**			8.7	12.0	6.7	9.5	18.2	25.1	7.0	9.9
비사무직	7.8	10.8	8.4	11.8	4.8	0.07	5.0	0.07	8.0	11.0	7.3	10.3	17.8	24.5	7.7	10.9
생산직	7.8	10.8	8.5	12.0	4.6	0.06	5.1	0.07	8.0	11.1	7.3	10.4	17.9	24.7	7.7	10.9
연구직	7.7	10.4	**7.0**	**9.7**					7.7	10.6	**5.4**	**7.7**	**15.3**	**20.9**	**5.9**	**8.4**
기타	7.8	10.7	**7.1**	**10.3**					7.8	10.8	6.7	9.6	18.1	25.0	8.1	11.7
FAB	7.9	10.8	8.6	12.2	5.6	0.08	**5.6**	**0.08**	7.9	10.9	7.2	10.1	17.1	23.5	7.5	10.6
ASSEMBLY	7.8	10.8	8.1	11.4			4.0	0.06	8.8	12.1	7.6	10.7	**21.2**	**29.2**	8.1	11.5
오퍼레이터	7.3	10.3	8.6	12.1			3.9	0.05	**9.9**	**14.0**	7.5	10.6	**21.4**	**30.1**	8.0	11.3
장비엔지니어	**8.8**	**12.1**	**9.2**	**13.0**					8.5	11.7	**8.4**	**11.9**	**19.5**	**26.7**	8.5	12.1
공정 엔지니어	7.6	10.3	7.9	10.8					7.1	9.7	**5.1**	**7.1**	17.1	23.3	**6.4**	**8.8**
매니저	8.2	11.4	**9.0**	**12.8**					**9.5**	**13.1**	**8.6**	**12.4**	**21.1**	**29.1**	**9.4**	**13.5**
유틸리티	7.9	10.9	**9.3**	**12.9**					7.5	10.4	**5.3**	**7.3**	18.4	25.4	**6.4**	**8.9**
FAB 오퍼레이터	7.4	10.5	8.7	12.2			4.2	0.06	**9.9**	**14.0**	7.3	10.3	18.9	26.8	7.7	11.0
FAB 장비엔지니어	**8.8**	**12.0**	**10.3**	**14.3**					8.5	11.7	6.9	9.5	**19.0**	**26.1**	6.6	9.4
FAB 공정엔지니어	7.3	9.9	8.7	11.8					7.2	9.8	**4.1**	**5.6**	**16.3**	**22.1**	**5.3**	**7.3**
ASSEMBLY 오퍼레이터	7.2	10.1	8.4	11.8					**10.1**	**14.2**	**8.2**	**11.4**	**22.5**	**31.7**	8.7	12.2
ASSEMBLY 장비엔지니어	**9.0**	**12.2**	**4.2**	**5.9**					8.4	11.4	**3.6**	**5.1**	**21.6**	**29.4**	**4.8**	**6.8**
ASSEMBLY 공정엔지니어	**8.4**	**11.4**	**6.5**	**9.0**					6.4	8.6	**5.0**	**6.9**	18.4	24.9	7.1	9.7
반도체코호트 전체근로자	**7.8**	**10.8**	**8.3**	**11.8**	**6.6**	**0.09**	**4.4**	**0.06**	**8.1**	**11.2**	**7.2**	**10.2**	**17.8**	**24.6**	**7.6**	**10.8**
근로자코호트 제조업	**9.9**	**13.4**	**11.0**	**14.9**	**7.6**	**0.10**	**7.4**	**0.10**	**11.5**	**15.5**	**9.6**	**13.1**	**19.9**	**26.8**	**10.7**	**14.6**
근로자코호트 전체근로자	**9.4**	**12.7**	**10.1**	**13.7**	**9.3**	**0.13**	**7.0**	**0.10**	**11.4**	**15.4**	**8.9**	**12.1**	**19.7**	**26.7**	**9.4**	**12.9**

* 전체 연령 통틀어 발생자가 10명 미만인 직무는 ESRD 발생률을 제시하지 않음
* 반도체 전체근로자와 비교하여 발생률, 유병률이 높은 직무는 빨간색으로, 낮은 직무는 파란색으로 표시함

(5) 반도체 코호트의 악화기간 분석

가) 전체 반도체 근로자 중 말기신부전 발생자의 악화기간 분석

반도체 코호트의 말기신부전 환자 중 CKD 발생일과 ESRD 발생일이 하루 이상 차이나는 110명을 대상으로, CKD 발생일부터 ESRD 발생일까지의 기간을 '악화기간'으로 정의하고 분포를 파악하였다.

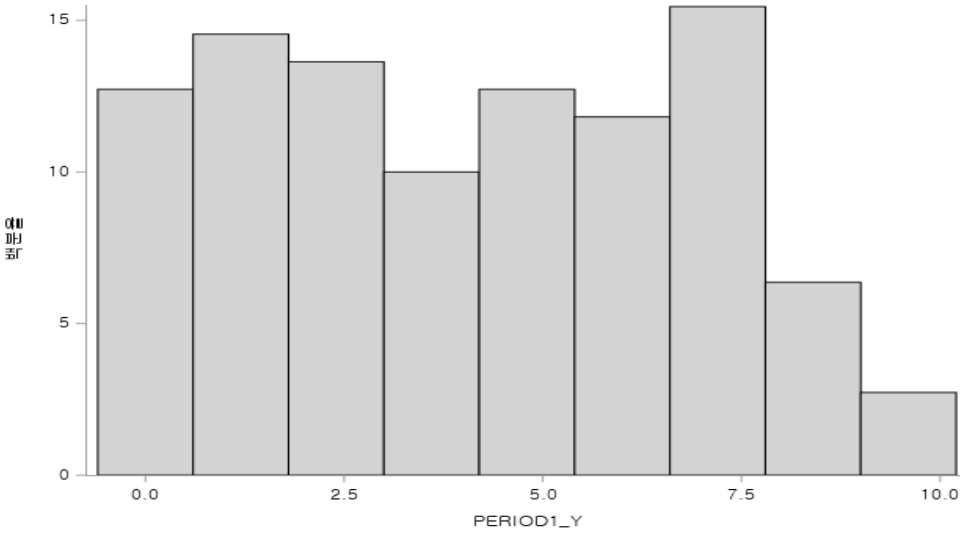
[그림 42]에 110명의 악화기간을 히스토그램으로 제시하였으며, 평균은 4.1년(∓ 2.8년), 중위수는 4.0년 이었다.

나) 성별 및 연령대에 따른 악화기간 분석

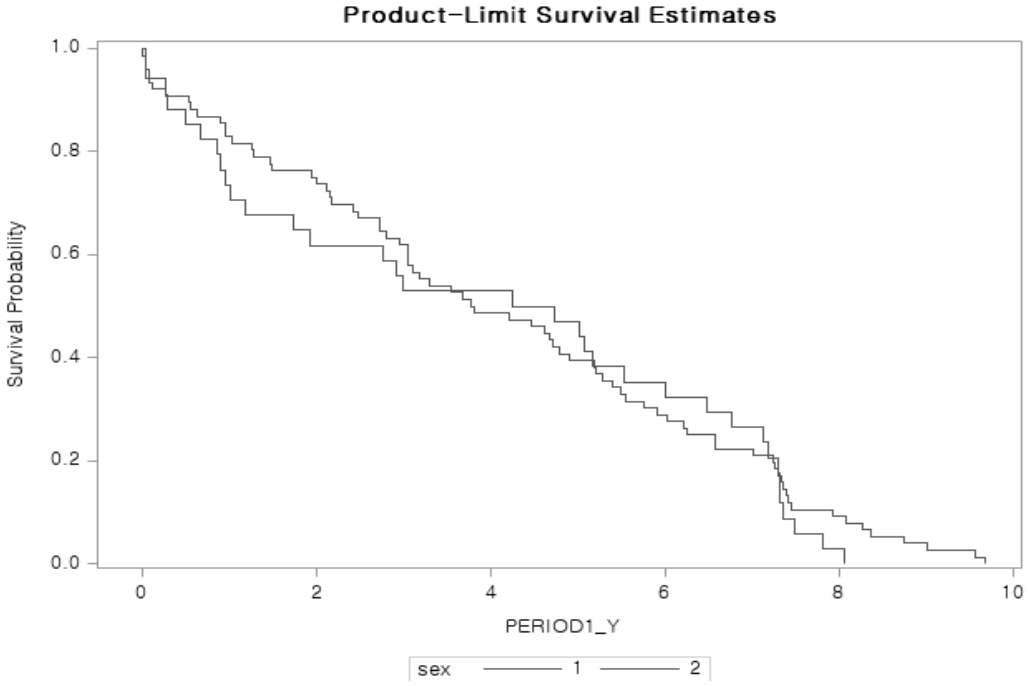
말기신부전 환자 110명을 성별 및 연령대로 나누어 악화기간을 비교하였다. 성별로 나누었을 때 남성 ESRD 환자 76 명의 평균 악화기간은 4.1년이었으며, 여성 ESRD 환자 34 명의 평균 악화기간은 4.0 년으로 성별에 따른 차이는 없었다.

연령대에 따라서는 남성은 20대, 40대, 50대의 악화기간이 각각 4.1년, 5.3년, 6.2년으로 근로자코호트의 악화기간 (각각 4.2년, 5.3년, 5.6년)과 비슷하였으나, 30대의 악화기간은 반도체 남성이 2.8년, 근로자코호트 남성이 4.8년으로 큰 차이가 있었다. 반도체 30대 남성 29명은 전체근로자에 비해 2년 빨리 악화된 것으로 나타났다.

여성은 10대와 20대의 악화기간이 각각 3.7년, 3.9년으로 근로자코호트의 악화기간 3.7년, 4.0년과 차이가 없었다. 여성 ESRD 발생자는 총 34명으로 매우 적은 가운데, 그 중 30명이 코호트 입적시점에 30세 미만이었다<표 81>.



[그림 42] 반도체 말기 신부전 환자의 악화기간 분포 (단위: 년)



[그림 43] 반도체 말기신부전 환자의 성별에 따른 악화기간 비교 (단위 : 년)

<표 81> 반도체 말기신부전 환자의 성별 및 연령대에 따른 악화기간 분포

	반도체 코호트									근로자 코호트								
	남자 (N= 76)			여자 (N=34)			전체 (N=110)			남자 (N=14,846)			여자 (N=4,305)			전체 (N=19,151)		
	N (명)	평균 기간 (년)	Log-rank test	N (명)	평균 기간 (년)	Log-rank test	N (명)	평균 기간 (년)	Log-rank test	N (명)	평균 기간 (년)	Log-rank test	N (명)	평균 기간 (년)	Log-rank test	N (명)	평균 기간 (년)	Log-rank test
15-19세	-		P= 0.0018	6	3.7	P= 0.5968	6	3.7	P= 0.0018	47	3.3	p < 0.001	52	4.1	p < 0.001	99	3.7	p < 0.001
20-20세	14	4.1		24	3.9		38	4.0		1,739	4.2		909	3.6		2,648	4.0	
30-39세	29	2.8		3	4.1		32	3.0		3,089	4.8		781	4.3		3,870	4.7	
40-49세	18	5.3		-			18	5.3		4,146	5.3		1,134	5.0		5,280	5.2	
50-59세	11	6.2		1	7.5		12	6.3		3,950	5.6		1,082	5.5		5,032	5.6	
60세 이상	4	2.8		-			4	2.8		1,875	5.7		347	5.8		2,222	5.7	
전체	76	4.1		34	4.0		110	4.1		14,846	5.2		4,305	4.8		19,151	5.1	

(6) 반도체 소결

반도체 공장의 생산직 근로자들은 근무 시간 내내 탈의가 쉽지 않은 작업복을 입고 근무하기 때문에 화장실 사용이 자유롭지 않고, 이에 맞추기 위해 스스로 수분 섭취를 제한하여 만성적인 탈수 상태에 놓이기 쉬운 것으로 알려져 있다. 또한 오퍼레이터로 구분되는 다수의 생산직 여성 근로자들은 교대근무를 하여 신장질환의 위험요인에 복합적으로 노출되고 있다고 판단하여 고 위험 집단으로 의심하고 직무별로 신장질환 발생률 및 악화 기간을 분석하였다.

분석 결과 반도체 근로자는 전체근로자 및 제조업근로자에 비해 신장질환 발생률 및 기저질환 유병률이 모두 낮은 것으로 나타났다. 일부 직무에서 신장질환 발생률이 높게 나타났으나, 전체근로자나 제조업에 비해서는 여전히 낮은 수준이었다.

다만 반도체 근로자는 일반 제조업이나 전체근로자에 비해 사회경제적 수준이 높고 의료이용이나 검진 기회가 비교 집단과 차이가 있을 수 있어, 반도체 코호트 내부적으로 신장질환 발생 위험이 높은 집단에 대해서는 별도로 고려할 필요가 있다. 장비엔지니어는 남녀 모두 CKD 발생 위험이 높았고, 사무직 남성의 ESRD 발생률은 비교군의 2배 정도였으며, 매니저 직무는 남녀 모두 CKD 발생률과 DM, HTN 유병률이 높은 수준이었다는 점에 주목할 필요가 있다. 남성 사무직과 매니저 직무에 속하는 반도체 종사자는 직무 스트레스가 높거나 과로가 의심될 수 있고 이것이 신장질환 발생에 영향을 주었는지 검증할 필요가 있다.

8) 신장질환 발생위험비 분석

(1) 기저질환 및 건강행태에 따른 CKD, ESRD의 발생위험비

성별 및 3개 연령대(15-29세/30-49세/50세 이상)로 층화하여 기저질환 및 건강행태에 따른 CKD와 ESRD의 발생위험비를 산출하였다. 각 위험요인에 대한 CKD 및 ESRD 발생위험비를 단변량으로 분석하여 제시하였다<표 82~표 85>.

남성 근로자 중 고혈압이 있는 군은 모든 연령대에서 없는 군에 비해 CKD의 발생위험비(RR, Relative risk)가 유의하게 높았는데 15-29세는 RR=1.658 (95%CI 1.646-1.671), 30-49세는 RR=1.839 (95%CI 1.829-1.850), 50세 이상의 RR=1.764 (95%CI 1.744-1.784)였다. 당뇨가 있는 군 역시 모든 연령대에서 CKD의 발생위험비가 유의하게 높아서 15-29세는 RR=2.216 (95%CI 2.198-2.235), 30-49세는 RR=2.206 (95%CI 2.194-2.218), 50세 이상의 RR=1.792 (95%CI 1.776-1.808)였다. 흡연자는 모든 연령대에서 CKD 발생위험비가 유의하게 낮았고, 음주자도 30세 이상에서는 CKD 발생위험비가 비음주자에 비해 낮았다. 운동을 하는 사람은 비 운동에 비해 CKD 발생위험비가 다소 높았으며, 고강도 운동자가 중등도 운동자보다 더 큰 폭으로 CKD 발생위험비가 증가하였다. 소득에 따라서는 15-29세는 저소득층의 CKD 발생위험비가 중상소득자에 비해 유의하게 낮았으며(RR=0.739, 95%CI 0.724-0.754), 30세 이상에서는 저소득층의 CKD 발생위험비가 더 높았으며, 고소득층은 모든 연령대에서 중상소득자에 비해 CKD 발생위험비가 유의하게 높게 나타났다<표 82>.

여성 근로자도 고혈압과 당뇨에 따라서는 비 질환자에 비해 CKD 발생위험비가 전연령에서 유의하게 높게 나타났다. 고혈압이 있는 군은 비고혈압군에 비해 CKD 발생위험비가 15-29세는 RR=1.970 (95%CI 1.945-1.994), 30-49세는 RR=1.828 (95%CI 1.814-1.842), 50세 이상의 RR=1.575 (95%CI 1.552-1.599)였다. 당뇨가 있는 군 역시 모든 연령대에서 비 당뇨군에 비해 CKD 발생위험비가 유의하게 높아서 15-29세는 RR=2.464 (95%CI 2.438-2.491), 30-49세는 RR=2.201 (95%CI 2.184-2.218), 50세 이상의 RR=1.646 (95%CI 1.625-1.666)였다. 여성은 흡연여부에 따라서는 30-49세만 흡연자의 RR이 0.891 (95%CI 0.875-0.908)로 유의하게 낮았고, 음주자는 15-29세는 RR=1.051 (95%CI 1.040-1.062), 30-49세 RR=0.905 (95%CI 0.898-0.912), 50세 이상의 RR=0.930 (95%CI 0.917-0.944)였다. 여성도 운동을 하는 사람은 비 운동에 비해 CKD 발생위험비가 높았으며,

고강도 운동자가 중등도 운동자보다 더 큰 폭으로 CKD 발생위험비가 증가하였다. 소득에 따라서는 15-29세는 중상 소득에 비해 저소득층과 고소득층의 CKD 발생위험비가 유의하게 낮았으며, 30세 이상에서는 중상 소득에 비해 저소득층의 CKD 발생위험비가 유의하게 높았다. 30세-49세에서는 중상 소득에 비해 고소득층의 CKD 발생위험비가 유의하게 낮았다(RR=0.973, 95%CI 0.963-0.983)<표 83>.

ESRD 발생위험비는 기저질환이 있는 경우 크게 상승하였다. 각 질환이 CKD 발생 전에 먼저 발생한 경우 각각 기저질환 고혈압/당뇨/사구체신염으로 구분하여 비 기저질환자와 비교하였다.

남성은 기저질환 고혈압이 있는 경우, 비고혈압 군에 비해 RR이 15-29세 21.54(95%CI 19.72-23.54), 30-49세 15.01(95%CI 14.36-15.68), 50세 이상 8.81 (95%CI 8.34-9.30)이었다. 기저질환 당뇨의 경우, 비당뇨 군에 비해 RR이 15-29세 30.70(95%CI 28.02-33.63), 30-49세 22.41(95%CI 21.44-23.43), 50세 이상 10.29 (95%CI 9.77-10.84)였다. 기저질환 사구체신염의 경우 비사구체신염 군에 비해 RR이 15-29세 19.87(95%CI 17.82-22.16), 30-49세 10.01(95%CI 9.40-10.66), 50세 이상 3.94(95%CI 3.65-4.26)였다. 기저질환이 아니라, 10년 동안 고혈압 또는 당뇨 유병상태 여부에 따른 ESRD 발생위험비 또한 비 질환 군에 비해 크게 높았다.

흡연군은 비흡연군에 비해 ESRD 발생위험비가 다소 낮은 편이었고, 음주군은 비음주군에 비해 ESRD 발생위험비가 절반 수준이었다(15-29세 RR=0.46(95%CI 0.41-0.52); 30-49세 RR=0.42(95%CI 0.39-0.44); 50세 이상 RR=0.55(95%CI 0.52-0.59)).

운동군은 비 운동군에 비해 ESRD 발생위험비가 유의하게 낮았는데, 모든 연령대에서 고강도 운동군이 중등도 운동군에 비해 더 큰 폭으로 발생위험이 낮아졌다.

소득에 따라서는 중상에 비해 저소득층의 발생위험비가 유의하게 높았고

(15-29세 RR=1.43(95%CI 1.19-1.72); 30-49세 RR=1.87(95%CI 1.73-2.02); 50세 이상 RR=1.27(95%CI 1.18-1.37)), 고소득층은 유의한 차이는 없었다<표 84>.

여성의 ESRD 발생위험비는 기저질환 고혈압이 있는 경우, 비고혈압 군에 비해 RR이 15-29세 46.94(95%CI 41.18-53.51), 30-49세 14.81(95%CI 13.62-16.11), 50세 이상 7.65(95%CI 6.88-8.50)였다. 기저질환 당뇨의 경우, 비당뇨 군에 비해 RR이 15-29세 39.33(95%CI 34.59-44.70), 30-49세 19.36(95%CI 17.78-21.08), 50세 이상 9.53(95%CI 8.60-10.55)이었다. 기저질환 사구체신염의 경우 비사구체신염 군에 비해 RR이 15-29세 20.64(95%CI 18.14-23.49), 30-49세 9.97(95%CI 8.95-11.10), 50세 이상 4.80(95%CI 4.17-5.53)이었다. 기저질환이 아니라, 10년 동안 고혈압 또는 당뇨 유병상태 여부에 따른 ESRD 발생위험비 또한 비 질환 군에 비해 크게 높았다.

흡연군은 30세 이상에서는 남성과는 반대로 비흡연군에 비해 ESRD 발생위험비가 유의하게 높았다 (30-49세 RR=1.24(95%CI 1.03-1.49); 50세 이상 RR=1.39 (95%CI 1.05-1.83). 음주군은 남성과 같이 비음주군에 비해 ESRD 발생위험비가 절반 수준이었다(15-29세 RR=0.67(95%CI 0.58-0.77); 30-49세 RR=0.56(95%CI 0.51-0.62); 50세 이상 RR=0.53(95%CI 0.45-0.62)).

운동군은 15-29세는 통계적 유의성은 없지만 비 운동군에 비해 ESRD 발생위험비가 다소 높았고, 30세 이상은 유의하게 낮았는데, 고강도 운동군이 중등도 운동군에 비해 더 큰 폭으로 발생위험이 낮아졌다.

소득에 따라서는 모든 연령대에서 중상에 비해 저소득층의 발생위험비가 통계적 유의성은 없지만 다소 높았고, 고소득층은 50세 이상에서만 통계적으로 유의하게 ESRD 발생위험이 높았다(50세 이상 RR=1.24(95%CI 1.08-1.42))<표 85>.

<표 82> 남성 근로자의 업종 외 위험요인에 따른 CKD의 발생위험비 (단변량 분석)

		15-29세		30-49세		50세 이상	
		RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P
고혈압	없음(ref)	1		1		1	
	있음	1.658 (1.646-1.671)	<.0001	1.839 (1.829-1.850)	<.0001	1.764 (1.744-1.784)	<.0001
당뇨	없음(ref)	1		1		1	
	있음	2.216 (2.198-2.235)	<.0001	2.206 (2.194-2.218)	<.0001	1.792 (1.776-1.808)	<.0001
흡연	비흡연(ref)	1		1		1	
	흡연	0.913 (0.905-0.921)	<.0001	0.922 (0.916-0.928)	<.0001	0.961 (0.952-0.969)	<.0001
음주	비음주(ref)	1		1		1	
	음주	1.007 (0.996-1.019)	0.223	0.941 (0.935-0.948)	<.0001	0.916 (0.908-0.925)	<.0001
운동	비운동(ref)	1		1		1	
	중등도 운동	1.103 (1.088-1.118)	<.0001	1.114 (1.102-1.125)	<.0001	1.089 (1.071-1.106)	<.0001
	고강도 운동	1.212 (1.202-1.223)	<.0001	1.277 (1.269-1.285)	<.0001	1.154 (1.141-1.166)	<.0001
소득	중상(ref)	1		1		1	
	저소득	0.739 (0.724-0.754)	<.0001	1.044 (1.031-1.056)	<.0001	1.081 (1.068-1.095)	<.0001
	고소득	1.115 (1.106-1.124)	<.0001	1.226 (1.218-1.233)	<.0001	1.061 (1.050-1.073)	<.0001

<표 83> 여성 근로자의 업종 외 위험요인에 따른 CKD의 발생위험비 (단변량 분석)

		15-29세		30-49세		50세 이상	
		RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P
고혈압	없음(ref)	1		1		1	
	있음	1.970 (1.945-1.994)	<.0001	1.828 (1.814-1.842)	<.0001	1.575 (1.552-1.599)	<.0001
당뇨	없음(ref)	1		1		1	
	있음	2.464 (2.438-2.491)	<.0001	2.201 (2.184-2.218)	<.0001	1.646 (1.625-1.666)	<.0001
흡연	비흡연(ref)	1		1		1	
	흡연	0.995 (0.979-1.011)	0.531	0.891 (0.875-0.908)	<.0001	0.999 (0.965-1.035)	0.969
음주	비음주(ref)	1		1		1	
	음주	1.051 (1.040-1.062)	<.0001	0.905 (0.898-0.912)	<.0001	0.930 (0.917-0.944)	<.0001
운동	비운동(ref)	1		1		1	
	중등도 운동	1.071 (1.056-1.086)	<.0001	1.080 (1.067-1.094)	<.0001	1.047 (1.028-1.066)	<.0001
	고강도 운동	1.200 (1.186-1.213)	<.0001	1.194 (1.183-1.204)	<.0001	1.073 (1.058-1.088)	<.0001
소득	중상(ref)	1		1		1	
	저소득	0.922 (0.905-0.939)	<.0001	1.117 (1.104-1.130)	<.0001	1.044 (1.027-1.061)	<.0001
	고소득	0.954 (0.944-0.965)	<.0001	0.973 (0.963-0.983)	<.0001	1.015 (0.999-1.032)	0.071

1. 고혈압, 당뇨는 CKD 발생시기와 무관하게 유병자의 경우 '있음'으로 분류
2. 흡연은 10년 검진 내역 중 한 번이라도 '현재 흡연' 또는 '과거 흡연'으로 표시한 경우 '흡연'으로 분류
3. 음주는 10년 검진 내역 중 한 번 이상 주 1회 이상 음주 응답이 있을 경우 '음주'로 분류
4. 운동은 10년 검진 내역 중 한 번 이상 '주 2회 이상 고강도 운동 수행' 시 고강도 운동으로 분류하고, '주 2회 이상 중등도 운동 수행' 시 중등도 운동으로, 그 외에는 비 운동으로 분류
5. 소득은 코호트 입적시점부터 5년간 소득 중 가장 높은 값이 20분위 중 11-15분위에 해당하는 그룹을 중상(reference 그룹)으로 분류하고, 16-20분위를 고소득, 0-5분위를 저소득으로 분류함

<표 84> 남성 근로자의 업종 외 위험요인에 따른 ESRD의 발생위험비 (단변량 분석)

		15-29세		30-49세		50세 이상	
		RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P
기저질환 고혈압[a]	없음(ref)	1		1		1	
	있음	21.54 (19.72-23.54)	<.0001	15.01 (14.36-15.68)	<.0001	8.81 (8.34-9.30)	<.0001
기저질환 당뇨[a]	없음(ref)	1		1		1	
	있음	30.70 (28.02-33.63)	<.0001	22.41 (21.44-23.43)	<.0001	10.29 (9.77-10.84)	<.0001
기저질환 사구체신염[a]	없음(ref)	1		1		1	
	있음	19.87 (17.82-22.16)	<.0001	10.01 (9.40-10.66)	<.0001	3.94 (3.65-4.26)	<.0001
고혈압[b]	없음(ref)	1		1		1	
	있음	9.10 (8.22-10.07)	<.0001	8.70 (8.13-9.32)	<.0001	5.93 (5.31-6.63)	<.0001
당뇨[b]	없음(ref)	1		1		1	
	있음	25.09 (22.55-27.92)	<.0001	22.39 (20.77-24.14)	<.0001	12.90 (11.64-14.30)	<.0001
흡연	비흡연(ref)	1		1		1	
	흡연	0.93 (0.83-1.04)	0.210	0.88 (0.83-0.93)	<.0001	0.93 (0.87-0.98)	0.009
음주	비음주(ref)	1		1		1	
	음주	0.46 (0.41-0.52)	<.0001	0.42 (0.39-0.44)	<.0001	0.55 (0.52-0.59)	<.0001
운동	비운동(ref)	1		1		1	
	중등도 운동	0.93 (0.80-1.09)	0.372	0.88 (0.81-0.96)	0.004	0.80 (0.72-0.87)	<.0001
	고강도 운동	0.73 (0.66-0.82)	<.0001	0.70 (0.66-0.74)	<.0001	0.62 (0.59-0.67)	<.0001
소득	중상(ref)	1		1		1	
	저소득	1.43 (1.19-1.72)	0.0001	1.87 (1.73-2.02)	<.0001	1.27 (1.18-1.37)	<.0001
	고소득	1.08 (0.98-1.20)	0.121	0.96 (0.91-1.01)	0.093	1.06 (0.99-1.13)	0.102

<표 85> 여성 근로자의 업종 외 위험요인에 따른 ESRD의 발생위험비 (단변량 분석)

		15-29세		30-49세		50세 이상	
		RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P
기저질환 고혈압[a]	없음(ref)	1		1		1	
	있음	46.94 (41.18-53.51)	<.0001	14.81 (13.62-16.11)	<.0001	7.65 (6.88-8.50)	<.0001
기저질환 당뇨[a]	없음(ref)	1		1		1	
	있음	39.33 (34.59-44.70)	<.0001	19.36 (17.78-21.08)	<.0001	9.53 (8.60-10.55)	<.0001
기저질환 사구체신염[a]	없음(ref)	1		1		1	
	있음	20.64 (18.14-23.49)	<.0001	9.97 (8.95-11.10)	<.0001	4.80 (4.17-5.53)	<.0001
고혈압[b]	없음(ref)	1		1		1	
	있음	17.98 (16.08-20.11)	<.0001	7.98 (7.21-8.84)	<.0001	5.25 (4.32-6.39)	<.0001
당뇨[b]	없음(ref)	1		1		1	
	있음	34.51 (30.22-39.40)	<.0001	21.41 (19.00-24.13)	<.0001	15.21 (12.36-18.72)	<.0001
흡연	비흡연(ref)	1		1		1	
	흡연	1.14 (0.93-1.40)	0.214	1.24 (1.03-1.49)	0.026	1.39 (1.05-1.83)	0.020
음주	비음주(ref)	1		1		1	
	음주	0.67 (0.58-0.77)	<.0001	0.56 (0.51-0.62)	<.0001	0.53 (0.45-0.62)	<.0001
운동	비운동(ref)	1		1		1	
	중등도 운동	1.19 (0.99-1.43)	0.070	0.76 (0.66-0.86)	<.0001	0.76 (0.64-0.89)	0.001
	고강도 운동	1.12 (0.96-1.31)	0.141	0.66 (0.60-0.73)	<.0001	0.67 (0.59-0.76)	<.0001
소득	중상(ref)	1		1		1	
	저소득	1.15 (0.93-1.42)	0.208	1.14 (0.99-1.29)	0.055	1.05 (0.91-1.21)	0.53
	고소득	0.94 (0.82-1.08)	0.387	1.00 (0.90-1.11)	0.990	1.24 (1.08-1.42)	0.002

a. 기저질환 고혈압/당뇨/사구체신염은 CKD 발생시점 이전에 해당 질병이 발생한 경우 기저질환으로 분류하였음

b. 고혈압/당뇨는 각 질병의 발생 시점과 상관없이 고혈압/당뇨 유병자

(2) 업종대분류에 따른 CKD, ESRD의 발생위험비

성별 및 3개 연령대로 층화하여 업종대분류별 CKD의 발생위험비를 <표 86-87>에 제시하였다. 전체근로자를 비교군으로 각 업종대분류별 RR 값을 단변량 분석으로 산출하고, 2형 당뇨와 고혈압을 보정한 값을 나란히 제시하였다.

남성에서는 연령대에 따라 CKD 발생위험비가 낮거나 높은 업종에 차이가 있었다. 농업, 임업 및 어업에 종사하는 15-29세 남성의 CKD 발생위험비는 보정 후에도 유의하게 낮았고 (adjusted RR=0.87, 95%CI 0.80-0.95), 광업에 종사하는 15-29세 남성도 보정 후 유의하게 CKD 발생위험비가 낮았다(adjusted RR=0.81, 95%CI 0.70-0.95). 제조업에 종사하는 15-29세는 보정 후에도 유의하게 높았으며 (adjusted RR=1.11, 95%CI 1.10-1.12), 전기, 가스, 증기 및 수도사업 종사 30-49세 남성은 보정 후 RR이 1.11 (95%CI 1.07-1.14)로 유의하게 높았다. 하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업과 건설업에 종사하는 50세 이상 남성의 CKD 발생위험비는 보정 후에도 유의하게 낮았으며 (각각 adjusted RR=0.90, 95%CI 0.87-0.94; adjusted RR=0.91, 95%CI 0.89-0.92), 도매 및 소매업과 숙박 및 음식점업에 종사하는 15-29세와 30-49세는 보정 후 RR 이 유의하게 낮았다.

운수업에 종사하는 30-49세와 50세 이상의 보정 후 RR은 각각 1.08(95%CI 1.07-1.09), 1.12(95%CI 1.11-1.14)로 높았고, 30-49세 중 금융 및 보험업 종사자와 공공행정, 국방 및 사회보장 행정 종사자의 보정 후 RR은 각각 1.16 (95%CI 1.14-1.19), 1.14 (95%CI 1.11-1.16)로 높았다. 보건 및 사회복지서비스업에 종사하는 15-29세의 보정 후 RR은 1.14(1.11-1.18)이었다<표 86>.

남성 근로자의 대분류 업종별 ESRD 발생위험비는 단변량 분석만을 수행하였는데, CKD 발생위험비와는 달리 모든 연령대에서 일관적으로 위험비가 높거나 낮은 업종들이 있었다. 제조업 남성종사자는 전체 근로자에 비해 ESRD 발생비가 모든 연령대에서 유의하게 낮았다 (15-19세 RR =0.81(95%CI 0.75-0.89);

30-49세 RR=0.65(95%CI 0.62-0.69); 50세 이상 RR=0.60(95%CI 0.56-0.64). 반면 운수업 종사 남성은 50세 미만에서 ESRD 발생위험비가 유의하게 높았다 (15-29세 RR=1.31(95%CI 1.07-1.61); 30-49세 RR=1.47(95% 1.38-1.57)). 부동산업 및 임대업 종사 남성과 (30-49세 RR=1.29(95% 1.14-1.47), 50세 이상 RR=1.35 (95%CI 1.26-1.45)) 사업시설관리 및 사업지원서비스업 남성은 (30-49세 RR=1.40 (95% 1.27-1.54), 50세 이상 RR=1.28(95%CI 1.20-1.37)) 30대 이상에서 ESRD의 발생위험비가 높았다. 공공행정, 국방 및 사회보장 행정업 (15-29세 RR=1.42 (95%CI 0.99-2.02), 30-49세 RR=1.40 (95%CI 1.18-1.65), 50세 이상 RR=1.25 (95%CI 1.10-1.42)과 보건업 및 사회복지서비스업 (15-29세 RR=1.30 (95%CI 0.96-1.75), 30-49세 RR=1.20 (95%CI 1.03-1.41), 50세 이상 RR=1.21 (95%CI 0.97-1.50)> 은 전 연령대에서 ESRD 발생위험비가 높았다<표 88>.

여성에서는 50세 미만 젊은 근로자에서 일관적인 CKD 발생위험비를 보이는 업종들이 있었다. 제조업 종사자는 50세 미만에서 보정 후 발생위험비가 높았고 (15-29세 adjusted RR=1.12(95%CI 1.11-1.14), 30-49세 adjusted RR=1.04 (95%CI 1.03-1.05)), 보건업 및 사회복지서비스업에 종사하는 15-29세 여성의 CKD 발생위험비도 높았다(adjusted RR=1.13 (95%CI 1.12-1.14)).

보정 후에도 CKD 발생위험비가 낮은 업종으로는 건설업 (15-29세 adjusted RR=0.93 (95%CI 0.90-0.95); 30-49세 adjusted RR= 0.93 (95%CI 0.91-0.96), 도매 및 소매업 (15-29세 adjusted RR =0.91 (95%CI 0.90-0.92); 30-49세 adjusted RR=0.92(95%CI 0.91-0.93), 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업 (15-29세 adjusted RR=0.90(95%CI 0.89-0.92); 30-49세 adjusted RR=0.89 (95%CI 0.87-0.91)이 있었다. 금융 및 보험업과 전문, 과학 및 기술 서비스업에 종사하는 30-49세 여성은 보정 후에도 CKD 발생위험비가 유의하게 낮았다(각각 adjusted RR=0.87 (95%CI 0.85-0.90); 0.90 (95%CI 0.88-0.93)<표 87>.

<표 86> 남성 근로자의 업종에 따른 CKD의 발생위험비

		15-29세				30-49세				50세 이상			
		Crude		DM, HTN 보정		Crude		DM, HTN 보정		Crude		DM, HTN 보정	
		RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P
전체근로자(ref)		1		1		1		1		1		1	
1	농업, 임업 및 어업	0.88 (0.81-0.96)	0.0039	**0.87 (0.80-0.95)**	**0.0012**	1.02 (0.98-1.05)	0.2935	**0.95 (0.92-0.98)**	**0.0024**	1.02 (0.99-1.06)	0.2364	1.01 (0.98-1.05)	0.5071
2	광업	0.88 (0.75-1.02)	0.0933	**0.81 (0.70-0.95)**	**0.0084**	**1.18 (1.13-1.23)**	**<.0001**	1.04 (1.00-1.08)	0.1092	0.96 (0.91-1.02)	0.1702	0.95 (0.89-1.00)	0.062
3	제조업	**1.12 (1.11-1.13)**	**<.0001**	**1.11 (1.10-1.12)**	**<.0001**	**1.07 (1.07-1.08)**	**<.0001**	**1.08 (1.08-1.09)**	**<.0001**	0.91 (0.90-0.92)	<.0001	**0.94 (0.93-0.94)**	**<.0001**
4	전기, 가스[1]	1.04 (0.97-1.11)	0.2889	1.05 (0.98-1.13)	0.1361	**1.07 (1.04-1.10)**	**<.0001**	**1.11 (1.07-1.14)**	**<.0001**	0.96 (0.90-1.02)	0.1756	1.02 (0.96-1.08)	0.5948
5	하수, 폐기물 처리[2]	0.93 (0.86-1.00)	0.0473	**0.90 (0.83-0.96)**	**0.0036**	1.02 (0.99-1.05)	0.2743	**0.95 (0.92-0.98)**	**0.0007**	0.90 (0.86-0.94)	<.0001	**0.90 (0.87-0.94)**	**<.0001**
6	건설업	0.97 (0.96-0.99)	<.0001	**0.95 (0.94-0.96)**	**<.0001**	0.95 (0.94-0.96)	<.0001	**0.92 (0.91-0.93)**	**<.0001**	0.90 (0.89-0.91)	<.0001	**0.91 (0.89-0.92)**	**<.0001**
7	도매 및 소매업	0.89 (0.88-0.90)	<.0001	**0.89 (0.88-0.90)**	**<.0001**	0.83 (0.82-0.84)	<.0001	**0.86 (0.85-0.87)**	**<.0001**	0.94 (0.92-0.96)	<.0001	**0.95 (0.93-0.97)**	**<.0001**
8	운수업	1.02 (1.00-1.04)	0.0905	1.00 (0.98-1.02)	0.9705	**1.17 (1.16-1.18)**	**<.0001**	**1.08 (1.07-1.09)**	**<.0001**	**1.15 (1.14-1.17)**	**<.0001**	**1.12 (1.11-1.14)**	**<.0001**
9	숙박 및 음식점업	0.87 (0.85-0.88)	<.0001	**0.90 (0.88-0.92)**	**<.0001**	0.87 (0.85-0.89)	<.0001	**0.91 (0.89-0.93)**	**<.0001**	0.95 (0.91-1.00)	0.0309	0.96 (0.92-1.01)	0.0875
10	출판, 영상[3]	0.96 (0.94-0.97)	<.0001	0.97 (0.96-0.99)	0.0001	0.87 (0.86-0.88)	<.0001	**0.93 (0.92-0.94)**	**<.0001**	0.89 (0.86-0.92)	<.0001	**0.93 (0.92-0.94)**	**<.0001**
11	금융 및 보험업	1.02 (0.99-1.05)	0.1876	1.03 (1.00-1.06)	0.0415	**1.12 (1.10-1.14)**	**<.0001**	**1.16 (1.14-1.19)**	**<.0001**	0.93 (0.89-0.97)	0.0006	0.98 (0.94-1.02)	0.392
12	부동산업 및 임대업	0.96 (0.93-0.99)	0.0078	**0.95 (0.92-0.98)**	**0.0027**	1.00 (0.98-1.01)	0.6125	0.97 (0.96-1.00)	0.0026	**1.10 (1.08-1.11)**	**<.0001**	**1.06 (1.05-1.08)**	**<.0001**
13	전문, 과학[4]	1.02 (1.00-1.04)	0.0279	1.02 (1.00-1.04)	0.0294	0.94 (0.93-0.95)	<.0001	0.97 (0.96-0.99)	0.0003	1.03 (1.01-1.06)	0.0162	**1.05 (1.02-1.08)**	**<.0001**
14	사업시설관리[5]	0.92 (0.91-0.93)	<.0001	**0.94 (0.92-0.95)**	**<.0001**	0.98 (0.97-1.00)	0.0103	0.96 (0.95-0.98)	<.0001	1.06 (1.05-1.08)	<.0001	1.04 (1.03-1.05)	<.0001

<표 86> 남성 근로자의 업종에 따른 CKD의 발생위험비(계속)

		15-29세				30-49세				50세 이상			
		Crude		DM, HTN 보정		Crude		DM, HTN 보정		Crude		DM, HTN 보정	
		RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P
전체근로자(ref)		1		1		1		1		1		1	
15	공공행정, 국방[6]	**1.05 (1.01-1.09)**	**0.0119**	**1.06 (1.03-1.10)**	**0.0007**	**1.16 (1.13-1.18)**	**<.0001**	**1.14 (1.11-1.16)**	**<.0001**	1.01 (0.98-1.03)	0.5738	1.01 (0.98-1.03)	0.5593
16	교육 서비스업	1.02 (0.99-1.05)	0.2335	1.02 (0.99-1.06)	0.1529	0.95 (0.93-0.98)	<.0001	1.01 (0.98-1.03)	0.5564	1.07 (1.03-1.11)	0.0004	**1.08 (1.04-1.12)**	**<.0001**
17	보건업 및 사회복지	**1.19 (1.16-1.23)**	**<.0001**	**1.14 (1.11-1.18)**	**<.0001**	0.99 (0.97-1.01)	0.2507	0.99 (0.97-1.01)	0.4372	1.07 (1.03-1.11)	0.001	**1.06 (1.02-1.10)**	**0.0019**
18	예술, 스포츠[7]	0.91 (0.87-0.94)	<.0001	**0.92 (0.89-0.96)**	**0.0001**	0.93 (0.90-0.97)	0.0003	**0.95 (0.91-0.99)**	**0.0064**	1.01 (0.96-1.07)	0.704	1.01 (0.96-1.07)	0.6269
19	협회 및 단체[8]	0.95 (0.92-0.97)	<.0001	**0.94 (0.91-0.96)**	**<.0001**	0.88 (0.87-0.90)	<.0001	**0.90 (0.89-0.92)**	**<.0001**	1.00 (0.96-1.03)	0.778	1.00 (0.97-1.04)	0.8091

1 전기, 가스, 증기 및 수도사업
2 하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업
3 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업
4 전문, 과학 및 기술 서비스업
5 사업시설관리 및 사업지원 서비스업
6 공공행정, 국방 및 사회보장 행정
7 예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업
8 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업
* 보정 전 단변량 분석에서 통계적으로 유의하게 높은 업종은 붉은색으로 표시
* DM, HTN 보정 후에도 통계적으로 유의한 차이가 있으며 RR 값이 0.95 이하이면 파란색으로 표시, 1.05 이상이면 붉은색으로 표시

<표 87> 여성 근로자의 업종에 따른 CKD의 발생위험비

		15-29세				30-49세				50세 이상			
		Crude		DM, HTN 보정		Crude		DM, HTN 보정		Crude		DM, HTN 보정	
		RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P
전체근로자(ref)		1		1		1		1		1		1	
1	농업, 임업 및 어업	1.04 (0.91-1.19)	0.5927	1.01 (0.88-1.16)	0.8466	**1.17 (1.10-1.24)**	**<.0001**	1.05 (0.99-1.11)	0.1287	**1.08 (1.02-1.14)**	**0.0136**	1.04 (0.98-1.11)	0.1455
2	광업	1.12 (0.85-1.47)	0.4043	1.11 (0.85-1.46)	0.4428	0.96 (0.81-1.14)	0.6809	0.88 (0.74-1.05)	0.1467	0.95 (0.80-1.14)	0.6031	0.91 (0.76-1.09)	0.3049
3	제조업	**1.14 (1.13-1.15)**	**<.0001**	**1.12 (1.11-1.14)**	**<.0001**	**1.11 (1.10-1.12)**	**<.0001**	1.04 (1.03-1.05)	<.0001	0.91 (0.90-0.92)	<.0001	**0.92 (0.91-0.94)**	**<.0001**
4	전기, 가스[1]	0.91 (0.81-1.03)	0.1503	0.94 (0.84-1.06)	0.3434	0.94 (0.85-1.04)	0.2396	0.99 (0.90-1.09)	0.8621	0.93 (0.72-1.22)	0.6088	0.94 (0.72-1.22)	0.6321
5	하수, 폐기물 처리[2]	1.00 (0.90-1.12)	0.938	0.98 (0.88-1.10)	0.7812	1.02 (0.95-1.09)	0.6648	0.98 (0.91-1.05)	0.5005	1.04 (0.97-1.12)	0.2686	1.02 (0.95-1.10)	0.5581
6	건설업	0.92 (0.90-0.94)	<.0001	**0.93 (0.90-0.95)**	**<.0001**	0.89 (0.87-0.91)	<.0001	**0.93 (0.91-0.96)**	**<.0001**	1.00 (0.97-1.04)	0.7553	0.99 (0.96-1.03)	0.7249
7	도매 및 소매업	0.90 (0.89-0.91)	<.0001	**0.91 (0.90-0.92)**	**<.0001**	0.86 (0.85-0.87)	<.0001	**0.92 (0.91-0.93)**	**<.0001**	0.93 (0.90-0.96)	<.0001	0.97 (0.94-1.00)	0.0541
8	운수업	0.93 (0.90-0.96)	<.0001	**0.93 (0.90-0.97)**	**<.0001**	**1.07 (1.04-1.10)**	**<.0001**	**1.06 (1.03-1.09)**	**<.0001**	1.02 (0.97-1.08)	0.3913	1.03 (0.98-1.09)	0.264
9	숙박 및 음식점업	0.95 (0.92-0.97)	<.0001	0.96 (0.94-0.99)	0.0022	**1.08 (1.06-1.09)**	**<.0001**	1.02 (1.01-1.04)	0.0051	0.87 (0.85-0.90)	<.0001	**0.91 (0.88-0.93)**	**<.0001**
10	출판, 영상[3]	0.88 (0.87-0.90)	<.0001	**0.90 (0.89-0.92)**	**<.0001**	0.82 (0.80-0.84)	<.0001	**0.89 (0.87-0.91)**	**<.0001**	0.98 (0.92-1.03)	0.4169	1.02 (0.96-1.07)	0.5552
11	금융 및 보험업	0.92 (0.90-0.95)	<.0001	**0.95 (0.93-0.97)**	**<.0001**	0.80 (0.78-0.82)	<.0001	**0.87 (0.85-0.90)**	**<.0001**	0.93 (0.85-1.03)	0.1554	0.96 (0.87-1.05)	0.3828
12	부동산업 및 임대업	0.94 (0.91-0.98)	0.0021	**0.94 (0.91-0.98)**	**0.0027**	0.99 (0.96-1.01)	0.3502	0.99 (0.97-1.02)	0.5934	**1.07 (1.05-1.10)**	**<.0001**	**1.05 (1.02-1.07)**	**0.0002**
13	전문, 과학[4]	0.92 (0.90-0.94)	<.0001	**0.94 (0.92-0.95)**	**<.0001**	0.83 (0.81-0.85)	<.0001	**0.90 (0.88-0.93)**	**<.0001**	**1.05 (1.01-1.10)**	**0.0166**	1.03 (0.99-1.08)	0.1116
14	사업시설관리[5]	0.97 (0.95-0.98)	<.0001	0.97 (0.96-0.98)	<.0001	**1.12 (1.10-1.13)**	**<.0001**	**1.07 (1.05-1.08)**	**<.0001**	**1.10 (1.09-1.12)**	**<.0001**	**1.07 (1.06-1.09)**	**<.0001**

<표 87> 여성 근로자의 업종에 따른 CKD의 발생위험비(계속)

		15-29세				30-49세				50세 이상			
		Crude		DM, HTN 보정		Crude		DM, HTN 보정		Crude		DM, HTN 보정	
		RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P
전체근로자(ref)		1		1		1		1		1		1	
15	공공행정, 국방[6]	0.99 (0.96-1.03)	0.7403	0.99 (0.96-1.02)	0.5794	**1.06 (1.04-1.08)**	**<.0001**	1.04 (1.02-1.07)	0.0002	**1.08 (1.05-1.10)**	**<.0001**	1.04 (1.02-1.07)	0.0004
16	교육 서비스업	0.92 (0.90-0.94)	<.0001	**0.93 (0.91-0.94)**	**<.0001**	0.93 (0.91-0.94)	<.0001	0.99 (0.97-1.00)	0.0791	0.96 (0.93-1.00)	0.0561	1.01 (0.97-1.05)	0.6259
17	보건업 및 사회복지	**1.16 (1.15-1.18)**	**<.0001**	**1.13 (1.12-1.14)**	**<.0001**	0.97 (0.95-0.98)	<.0001	1.01 (1.00-1.03)	0.057	1.01 (0.98-1.04)	0.5349	1.02 (1.00-1.05)	0.1021
18	예술, 스포츠[7]	0.91 (0.87-0.95)	<.0001	**0.93 (0.89-0.97)**	**0.0007**	1.01 (0.96-1.05)	0.7665	1.03 (0.98-1.08)	0.1981	1.00 (0.94-1.06)	0.919	0.99 (0.93-1.06)	0.8377
19	협회 및 단체[8]	0.96 (0.93-0.98)	0.0033	0.96 (0.93-0.99)	0.012	0.99 (0.96-1.01)	0.2834	0.99 (0.97-1.02)	0.4745	1.00 (0.96-1.04)	0.8771	1.00 (0.96-1.04)	0.9187

1 전기, 가스, 증기 및 수도사업

2 하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업

3 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업

4 전문, 과학 및 기술 서비스업

5 사업시설관리 및 사업지원 서비스업

6 공공행정, 국방 및 사회보장 행정

7 예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업

8 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업

* 보정 전 단변량 분석에서 통계적으로 유의하게 높은 업종은 붉은색으로 표시

* DM, HTN 보정 후에도 통계적으로 유의한 차이가 있으며 RR 값이 0.95 이하이면 파란색으로 표시, 1.05 이상이면 붉은색으로 표시

<표 88> 남성 근로자의 업종에 따른 ESRD의 발생위험비 (단변량 분석)

		15-29세		30-49세		50세 이상	
		Crude		Crude		Crude	
		RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P
전체근로자(ref)		1		1		1	
1	농업, 임업 및 어업	0.45 (0.11-1.78)	0.2524	**1.73 (1.39-2.14)**	**<.0001**	1.06 (0.85-1.31)	0.6114
2	광업	-		1.10 (0.77-1.59)	0.5932	0.84 (0.58-1.22)	0.3534
3	제조업	**0.81 (0.75-0.89)**	**<.0001**	**0.65 (0.62-0.69)**	**<.0001**	**0.60 (0.56-0.64)**	**<.0001**
4	전기, 가스[1]	0.32 (0.08-1.28)	0.1061	**0.58 (0.42-0.81)**	**0.0013**	0.87 (0.60-1.27)	0.4783
5	하수, 폐기물 처리[2]	0.70 (0.26-1.87)	0.4796	0.91 (0.69-1.19)	0.4792	1.04 (0.83-1.31)	0.7249
6	건설업	1.09 (0.94-1.26)	0.2684	**1.19 (1.12-1.27)**	**<.0001**	**0.89 (0.82-0.97)**	**0.0051**
7	도매 및 소매업	1.12 (1.00-1.26)	0.0598	1.04 (0.97-1.12)	0.2426	1.02 (0.91-1.15)	0.6954
8	운수업	**1.31 (1.07-1.61)**	**0.0094**	**1.47 (1.38-1.57)**	**<.0001**	1.04 (0.96-1.13)	0.3137
9	숙박 및 음식점업	1.03 (0.82-1.28)	0.8221	1.14 (0.97-1.35)	0.1054	1.00 (0.76-1.32)	0.998
10	출판, 영상[3]	1.12 (0.96-1.32)	0.1503	0.98 (0.88-1.08)	0.6443	1.00 (0.83-1.20)	0.9899
11	금융 및 보험업	0.78 (0.54-1.13)	0.1864	1.08 (0.92-1.27)	0.3424	1.02 (0.80-1.30)	0.8696
12	부동산업 및 임대업	1.03 (0.73-1.46)	0.8617	**1.29 (1.14-1.47)**	**<.0001**	**1.35 (1.26-1.45)**	**<.0001**
13	전문, 과학[4]	1.04 (0.85-1.27)	0.6783	0.98 (0.88-1.10)	0.7235	1.12 (0.97-1.29)	0.1237
14	사업시설관리[5]	1.04 (0.90-1.19)	0.6144	**1.40 (1.27-1.54)**	**<.0001**	**1.28 (1.20-1.37)**	**<.0001**
15	공공행정, 국방[6]	**1.42 (0.99-2.02)**	**0.0538**	**1.40 (1.18-1.65)**	**<.0001**	**1.25 (1.10-1.42)**	**0.0005**
16	교육 서비스업	1.21 (0.86-1.69)	0.2774	1.15 (0.96-1.36)	0.1208	1.09 (0.88-1.36)	0.4073
17	보건업 및 사회복지	**1.30 (0.96-1.75)**	**0.0912**	**1.20 (1.03-1.41)**	**0.0195**	**1.21 (0.97-1.50)**	0.0871
18	예술, 스포츠[7]	0.93 (0.59-1.46)	0.7614	1.08 (0.81-1.44)	0.6039	1.00 (0.72-1.39)	0.9878
19	협회 및 단체[8]	1.00 (0.77-1.32)	0.9688	0.90 (0.77-1.05)	0.1725	**1.22 (1.02-1.45)**	**0.03**

1 전기, 가스, 증기 및 수도사업
2 하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업
3 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업
4 전문, 과학 및 기술 서비스업
5 사업시설관리 및 사업지원 서비스업
6 공공행정, 국방 및 사회보장 행정
7 예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업
8 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업

(3) 운수업 세 분류에 따른 CKD 발생위험비

남성 운수업 세 분류 중 연령표준화 발생률 기초분석 결과 신장질환의 위험이 높게 나타난 12개 세 분류 업종에 대해 CKD 발생위험비를 산출하였다. 단변량 분석결과와 2형 당뇨 및 고혈압을 보정한 결과를 나란히 제시하였다<표 89>.

철도여객 운송업은 전 연령대에서 보정 후 CKD 발생위험비가 유의하게 높았다 (15-29세 adjusted RR=1.50 (95%CI 1.31-1.73); 30-49세 adjusted RR=1.55 (95%CI 1.48-1.62); 50세 이상 adjusted RR=1.23 (95%CI 1.09-1.39)). 도시철도 운송업은 50세 미만에서 유의하게 위험비가 높았다 (15-29세 adjusted RR=1.23 (95%CI 1.05-1.44); 30-49세 adjusted RR=1.24 (95%CI 1.19-1.28)).

시내버스 운송업, 시외버스 운송업, 택시 운송업, 전세버스 운송업은 30세 이상에서 보정 후 위험비가 유의하게 높았다. 시내버스 운송업은 30-49세 adjusted RR=1.11(95%CI 1.09-1.14), 50세 이상 asjusted RR=1.14(95%CI 1.10-1.17)였고, 시외버스 운송업은 30-49세 adjusted RR=1.08 (95%CI 1.04-1.12), 50세 이상 adjusted RR=1.11 (95%CI 1.04-1.18)이었다. 택시 운송업은 30-49세 adjusted RR=1.03 (95%CI 1.01-1.04), 50세 이상 adjusted RR=1.17 (95%CI 1.14-1.19)이었으며, 전세버스 운송업은 30-49세 adjusted RR=1.16 (95%CI 1.11-1.20), 50세 이상 adjusted RR=1.09 (95%CI 1.04-1.15)이었다.

외항화물 운송업은 15-29세에서 adjusted RR=1.19 (95%CI 1.07-1.32)로 유의하게 높았으나 30세 이상은 전체근로자와 차이가 없었다.

항공여객 운송업은 15-29세에서 adjusted RR=2.16 (95%CI 1.95-2.39), 30-49세에서 adjusted RR=1.68 (95%CI 1.59-1.77)로 보정된 CKD 발생위험이 크게 높았으며, 기타항공 운송지원 서비스업은 15-29세에서 adjusted RR=1.15 (95%CI 1.03-1.29), 30-49세의 adjusted RR=1.99 (95%CI 1.87-2.11)로 30,40대의 CKD 발생위험비가 크게 높았다.

<표 89> 남성 운수업 종사자의 업종세분류에 따른 CKD 발생위험비

		15-29세				30-49세				50세 이상			
		Crude		DM, HTN 보정		Crude		DM, HTN 보정		Crude		DM, HTN 보정	
		RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P	RR (95%CI)	P
전체근로자(ref)		1		1		1		1		1		1	
1	철도여객 운송업	**1.47 (1.28-1.69)**	**<.0001**	**1.50 (1.31-1.73)**	**<.0001**	**1.40 (1.34-1.47)**	**<.0001**	**1.55 (1.48-1.62)**	**<.0001**	**1.21 (1.08-1.37)**	**0.0017**	**1.23 (1.09-1.39)**	**0.0009**
2	도시철도 운송업	1.16 (0.99-1.36)	0.0666	**1.23 (1.05-1.44)**	**0.0104**	**1.14 (1.10-1.18)**	**<.0001**	**1.24 (1.19-1.28)**	**<.0001**	1.04 (0.91-1.18)	0.5657	1.09 (0.96-1.24)	0.1944
3	시내버스 운송업	1.03 (0.93-1.14)	0.6114	0.95 (0.86-1.05)	0.3211	**1.26 (1.23-1.29)**	**<.0001**	**1.11 (1.09-1.14)**	**<.0001**	**1.18 (1.14-1.22)**	**<.0001**	**1.14 (1.10-1.17)**	**<.0001**
4	시외버스 운송업	0.99 (0.84-1.16)	0.909	0.91 (0.77-1.07)	0.244	**1.22 (1.17-1.27)**	**<.0001**	**1.08 (1.04-1.12)**	**0.0003**	**1.15 (1.08-1.22)**	**<.0001**	**1.11 (1.04-1.18)**	**0.0008**
5	택시 운송업	**0.93 (0.88-0.97)**	**0.0019**	**0.87 (0.83-0.92)**	**<.0001**	**1.15 (1.13-1.16)**	**<.0001**	**1.03 (1.01-1.04)**	**<.0001**	**1.21 (1.19-1.24)**	**<.0001**	**1.17 (1.14-1.19)**	**<.0001**
6	전세버스 운송업	1.04 (0.88-1.23)	0.6133	1.00 (0.85-1.19)	0.9618	**1.31 (1.26-1.36)**	**<.0001**	**1.16 (1.11-1.20)**	**<.0001**	**1.14 (1.08-1.20)**	**<.0001**	**1.09 (1.04-1.15)**	**0.0008**
7	일반화물차 운송업	1.06 (0.99-1.14)	0.1002	1.03 (0.96-1.11)	0.3775	0.97 (0.93-1.02)	0.2477	0.97 (0.93-1.01)	0.1439	**0.91 (0.83-0.99)**	**0.0365**	0.92 (0.84-1.00)	0.059
8	외항화물 운송업	**1.14 (1.02-1.27)**	**0.016**	**1.19 (1.07-1.32)**	**0.0012**	1.01 (0.91-1.11)	0.8771	1.01 (0.92-1.11)	0.8065	0.95 (0.86-1.04)	0.2829	0.98 (0.89-1.08)	0.7162
9	택배업	0.97 (0.84-1.11)	0.6285	0.97 (0.85-1.12)	0.7055	0.90 (0.78-1.03)	0.117	0.93 (0.81-1.06)	0.2694	1.13 (0.91-1.41)	0.2709	1.13 (0.91-1.42)	0.2685
10	항공여객 운송업	**2.00 (1.80-2.21)**	**<.0001**	**2.16 (1.95-2.39)**	**<.0001**	**1.50 (1.42-1.58)**	**<.0001**	**1.68 (1.59-1.77)**	**<.0001**	0.99 (0.87-1.13)	0.847	1.08 (0.95-1.23)	0.2625
11	기타항공 운송지원 서비스업	**1.18 (1.05-1.32)**	**0.0051**	**1.15 (1.03-1.29)**	**0.0133**	**1.95 (1.84-2.07)**	**<.0001**	**1.99 (1.87-2.11)**	**<.0001**	1.13 (0.96-1.32)	0.1539	1.10 (0.93-1.29)	0.265
12	일반창고업	0.99 (0.90-1.10)	0.8794	0.99 (0.89-1.09)	0.785	1.02 (0.93-1.12)	0.621	1.02 (0.93-1.12)	0.7204	1.08 (0.94-1.24)	0.2827	1.06 (0.93-1.22)	0.3922

1 전기, 가스, 증기 및 수도사업
2 하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업
3 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업
4 전문, 과학 및 기술 서비스업
5 사업시설관리 및 사업지원 서비스업
6 공공행정, 국방 및 사회보장 행정
7 예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업
8 협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업
* 전체근로자와 비교하여 통계적으로 유의하게 높은 값은 붉은색으로, 유의하게 낮은 값은 파란색으로 표시함

(4) CKD, ESRD 발생위험비 소결

발생률 및 악화기간 기초분석결과를 바탕으로 연령과 기저질환을 신장질환 발생에 가장 큰 영향을 주는 직업 외 요인으로 판단하고, 이를 고려하여 층화 및 보정하여 CKD, ESRD의 발생위험비를 산출하였다.

업종 외 위험요인 중 고혈압 및 2형 당뇨 유병여부에 따라서는 비질환자에 비해 유병자의 신장질환 발생위험비가 유의하게 높았으며, 특히 ESRD 발생위험비는 기저질환이 있을 경우 비약적으로 높아졌다. 흡연, 음주, 운동에 따라서는 일부 구분에서 오히려 흡연자 및 음주자의 발생위험비가 감소하고, 운동하는 사람의 발생위험비가 증가하는 모습을 보였는데, 이는 한 번이라도 흡연 또는 주 1회 이상 음주를 응답한 사람을 흡연자 및 음주자로 구분한 변수의 조작적 정의로는 흡연, 음주 고 위험군을 제대로 식별해내지 못한 것으로 생각된다. 소득에 따라서는 CKD 발생위험비는 큰 차이가 없었지만, ESRD 발생위험비는 저소득층에서 눈에 띄게 증가하였다. 특히 30-49세 저소득층 남성은 중상소득자에 비해 RR=1.87 (95%CI 1.73-2.02)로 두 배 가까운 ESRD 발생 위험을 보였다. 건강행태와 관련된 흡연, 음주, 운동은 고 위험군을 선별하기 위한 조작적 정의를 재정의하여 건강행태 및 소득까지 보정한 발생위험비를 재산출할 필요가 있다.

업종대분류에 따라서는 연령대로 나누어 고혈압과 2형 당뇨만을 보정한 결과, 연령표준화 발생률의 결과와 비슷한 결과가 도출되었는데, CKD 발생위험비의 범위는 대체적으로 0.85-1.20 사이로 업종에 따른 차이가 크지 않았다. 남성에서는 50세 미만 제조업종사자와 공공행정, 국방 및 사회보장 행정업 종사자, 30세 미만 보건업 및 사회복지서비스업 종사자, 30세 이상 운수업 종사자, 30-49세 금융 및 보험업 종사자와 전기, 가스, 증기 및 수도사업 종사자에서 유의하게 높은 CKD 발생위험비가 보고되었다. 여성에서는 30세 미만 제조업 종사자와 보건업 및 사회복지서비스업 종사자에서 보정 후에도 유의하게 CKD

발생위험비가 높았다. 남성에서 ESRD 발생위험비가 높은 업종으로는 운수업, 부동산업 및 임대업, 사업시설관리 및 사업지원 서비스업, 공공행정, 국방 및 사회보장 행정업, 보건업 및 사회복지서비스업이 있었고, 이 업종들에서는 특정 연령대가 아닌 거의 전체 연령에서 ESRD 발생위험비가 높았다.

ESRD 발생위험비의 경우는 단변량 분석 결과만을 제시하여 해석에 한계가 있는데, 추후 기저질환과 건강행태, 사회경제적 요인을 고려하여 보정된 결과를 추가 분석할 필요가 있다. 그러나 기술분석에서 고위험 집단으로 탐색된 5개 업종 중 4개 업종에서 (운수업, 보건업 및 사회복지서비스업, 공공행정, 국방 및 사회보장 행정업, 사업시설관리 및 사업지원 서비스업) 남성의 CKD, ESRD 발생위험비가 모두 높았던 점과 일부 연령대에서 여성의 CKD 발생위험비도 높았던 점을 바탕으로 4개 업종을 고위험 업종으로 특정할 수 있다.

특히 운수업은 업종 세 분류로 나누어 CKD 발생위험비를 분석한 결과, 고혈압과 당뇨 보정 후에도 철도여객운송업, 도시철도운송업은 전 연령대에서 위험비가 높았고, 시내버스운송업, 시외버스운송업, 택시운송업, 전세버스운송업은 30세 이상 종사자에서 위험비가 통계적으로 유의하게 높았다. 또한 항공여객운송업은 50세 미만 종사자에서 CKD 발생위험비가 매우 크게 증가하였으며 특히 30세 미만 종사자는 보정 후 RR=2.16(95%CI 1.95-2.39)로 전체근로자에 비해 CKD 발생위험비가 두 배 이상 높았다. 항공과 관련된 업종 중 기타항공운송지원 서비스업 종사자 또한 CKD 발생위험비가 높았는데, 특히 30-49세 연령대에서 adjusted RR=1.99(95%CI 1.87-2.11)로 전체근로자에 비해 CKD 발생위험비가 두 배 높았다. 운수업 중 다양한 세 분류에서 CKD 발생위험비가 유의하게 높은 점을 바탕으로 운수업 종사자들이 공통적으로 가지고 있는 위험요인을 추정하여 이를 검토해볼 필요가 있다. 운전자의 경우 주 52시간 이하에 제한 받지 않는 장시간 근로, 장시간 앉아서 일하는 자세, 제한된 수분섭취로 인한 탈수, 야간교대근로 등을 의심할 수 있고, 승무원의 경우 좁은 공간에서

몸에 딱 맞는 유니폼을 입고 장시간 서서 일하는 환경, 고객 응대 스트레스, 항공여객 운송업의 경우 스케줄이 일정하지 않은 교대근로를 신장질환의 위험요인으로 의심할 수 있다. 근로자코호트에서 활용 가능한 노출 정보로는 이러한 위험요인 각각에 대해 검증하는 것은 어렵고, 해당 업종의 위험 직군을 선별하여 1차 데이터를 수집해야 추가 검증이 가능하다. 그러나 명확한 위험요인을 특정하지 못하더라도 이러한 업종에서는 연령대에 상관없이 보정 후에도 뚜렷하게 신장질환 위험이 증가하였음을 산재보상 여부 판단 시 고려할 필요가 있다.

6. 직업성 신장질환 위험요인 관리를 위한 방안 제언

위의 분석결과와 문헌검토 및 신장내과 자문을 거쳐 다음과 같이 직업성 신장질환 관리를 위한 방안과 업무적합성평가 지침을 도출하였다.

1) 만성신장질환 근로자에 대한 관리 방안

급성 신장질환이 피로감, 구역감, 발열 등 전신 증상을 동반하는 반면에, 만성 신장질환은 대부분 무증상으로 일상생활에 큰 불편을 느끼지 못한다. 일반적으로 만성신장질환의 초기에는(전체 사구체여과율이 정상의 35~50%로 감소된 상태) 신기능은 감소되어있지만 환자가 증세를 느끼지 못하는 경우가 대부분이며 만성신장질환의 후기에(사구체여과율이 20~35%) 질소혈증(azotemia)이 나타나고 신기능부전의 초기증세가 나타난다. 요독증과 관련한 임상적 이상 증상들은 매우 다양한데 특히 신경근육계의 이상으로 피로, 수면장애, 두통, 근육의 불안정 등은 업무적합성을 위해 평가되어야 할 다양한 이상들 중 하나이다.

고혈압, 당뇨 및 기타 다양한 원인들이 조절되지 않고 장기간 신장손상이 누적되면, 말기신부전으로 진행될 위험이 높아진다. 그러므로 고혈압, 당뇨 근로자의 경우 무증상의 상태에서도 주기적인 경과 관찰이 필요하다.

만성신장질환 1-2단계의 경우, 특이적인 증상이 나타나지 않으며, 어느 정도 신장기능을 유지하고 있기 때문에 일반적인 근로자와 동일한 업무를 수행할 수 있다. 그러나 만성신장질환 3단계 이상이면, 직업환경의학 전문의에 의한 업무 적합성 평가가 권고된다.

(1) 생활습관 관리

- 신장기능 검사에서 이상 소견이 있는 경우 건강 상담(음주, 비만, 약물 복용력 등)을 시행하여 적정 체중 유지, 금연, 절주 등 근로자의 생활 습관 개선을 권고한다.
- 신장기능이 저하되면 약물 부작용이 발생할 가능성이 높아지므로 근거 없는 민간요법을 피하고, 약물 처방 시 의료진과 상의한다.
- 신장염이나 신부전 등의 경우, 단백뇨가 심하면 단백질 섭취 조절 등이 필요하다.
- 사업장 보건관리자, 산업보건의에게 주기적인 건강 상담을 받게 하고, 사업주는 상담시간을 제공하여야 한다.

(2) 의학적 관리

- 신장기능검사 결과, 질환 의심 소견이 있을 경우에는 추적검사 및 전문 진료를 받아 질환을 조기에 발견할 수 있다. 특히, 신장독성을 일으킬 수 있는 물질을 취급하는 근로자의 경미한 이상소견을 간과하지 않도록 세심한 주의가 필요하다.
- 건강검진 및 일반 진료 시에 단백뇨나 혈뇨 소견은 일과성 이상에서 신증후군 등 심각한 질병까지 많은 상황을 고려해야 한다.
- 일과성인 경우가 흔하며, 대부분의 일시적인 단백뇨는 저절로 없어지는 것을 기다리면 된다. 그러나 일시적인 단백뇨 여부에 대한 판단을 위해서는 추적 검사나 과거력 평가가 필요하다.

- 무증상의 현미경적 혈뇨는 일반적으로 신장의 문제이고 반면에 육안적 혈뇨는 비뇨기과 문제일 때가 흔하다는 점을 고려하여 상담과 추적 검사가 필요하다.
- 기립성 단백뇨 환자는 안심시키고 1년마다 혈압측정 및 요 검사를 하도록 권고하면 된다.
- 지속적인 고립성 단백뇨 환자는 20년 후 신부전이 될 위험성이 20~40% 정도 있으므로 혈압 측정, 요 검사, 크레아티닌 청소율 검사를 6개월마다 하도록 권고한다.
- 신장내과적 혈뇨는 의미 있는 단백뇨(++ 이상 혹은 100mg/dL 이상)를 거의 동반하며 비뇨기과적 혈뇨는 단백뇨를 동반하지 않는다.
- 혈뇨를 가진 환자는 적어도 3년 동안은 매년 정기적으로 요 검사를 받아야만 하며, 현미경적 혈뇨의 의미 있는 증가(>50 RBC/HPF) 혹은 육안적 혈뇨의 출현, 배뇨장애 등이 나타나면 완전한 재평가가 이루어져야 한다.
- 신장염에서 안지오텐신 전환 효소 수용체 차단제나 소염진통제 등으로 단백뇨를 줄일 수 있으나 내과 등 해당 과에서의 적극적 치료와 추적 검사가 필요하다.
- 급성 신질환의 경우 조속한 치료가 필요하며 직업적 원인이 의심되는 경우 추정되는 원인물질에 노출되지 않도록 한다.
- 비직업적 요인에 의한 만성신장질환의 경우는 적정진료를 받게 한다. 사업주는 신장기능 이상 근로자가 적절한 시기에 추적검사를 받을 수 있도록 기회를 제공해야 한다.

(3) 작업관리

- 신독성 화학물질을 신독성이 없거나 약한 물질로 대체한다.
- 국소배기시설 등을 설치하여 노출을 감소시키는 공학적 대책을 마련

한다.

- 공정을 자동화하고 단시간 작업 시에도 반드시 환기설비를 가동시킨다.
- 사업주는 적정 보호구(호흡기, 피부)를 제공해야 한다. 특히 유해화학물질 취급자에 대해서는 보호구 착용 여부를 수시로 점검한다. 대부분 신독성 물질은 호흡기를 통해서 흡수되지만, 피부 노출도 간과할 수 없으므로 호흡기 보호구와 함께 내화성장갑, 보호의를 함께 착용케 해야 한다. 특히 신독성 물질을 직접 취급해야 하는 근로자는 보호구 착용을 철저하게 해야 한다.
- 3단계 이상의 신장 기능 저하 소견이 나타나는 경우나 신장손상의 증거(단백뇨 등)이 있는 경우, 장시간근무 및 야간교대근무, 심한 육체적 노동, 탈수를 유발하는 고온작업 등은 가급적 삼가는 것을 권고한다. 일반적으로 신독성 물질의 대체와 공정개선 등 공학적 대책, 휴식과 배치전환 등의 행정적 대책과 보호구 착용 및 신독성 물질에 대한 교육 등을 함께 진행하여야 할 것이다.
- 혈뇨의 경우, 요 시험지 검사상 헤모글로빈뇨와 연관된 인자로는 열사병, 삼산화비소, 비화수소, 아닐린, 벤젠, 크레졸, 페놀, 나프탈렌, 콜타르 등이 있다. 또한 미오글로빈뇨와 연관된 인자로는 육체적 격렬한 노동, 반복된 충격 외상, 삼산화비소, 일산화탄소, 에탄올, 린덴 등이 있다. 기타 중금속(2가 금속 : 크롬, 카드뮴, 수은, 바나듐), 유기용제(탄화수소 화합물), 농약(유기인), 아르신 가스, 인 등에 의한 급성 신부전 시 혈뇨가 나타날 수도 있다. 또한, 납, 카드뮴, 수은, 베릴륨, 우라늄, 규소, 유기용제에 의한 만성신부전 시에도 혈뇨가 나타날 수도 있어 이들 물질에 대한 노출에 대한 관리 및 주의가 필요하다.
- 작업 중재로 보호구 착용과 이들 위험요인에 적절한 교육, 불가피한 경우 작업 전환 등의 조치 등 노출 예방이 필요하다.

(4) 특수건강건진 개선 방안

- 현재 전국민을 대상으로 진행하는 국가건강검진 항목에 신기능을 확인할 수 있는 혈중요소질소 및 크레아티닌 수치가 포함되어 있으나, 근로자를 대상으로 수행하는 특수건강진단으로 신기능을 확인할 수 있는 방법은 제한적이다.
- 특수건강진단 항목에 혈중요소질소 및 크레아티닌 수치가 포함되어 있는 경우가 있으나, 이는 대부분 2차 검진의 한해서 이루어지며 1차 검진 항목의 대다수는 요검사에 국한되어 있어 직접적인 신기능의 변화를 관찰하기 힘들다.
- 유해물질 노출에 의한 업무상질병의 조기 진단과 근로자의 건강상태의 변화를 확인하여 직업성질환을 예방하기 위한 특수건강진단의 소기의 목적을 완수하기 위해선 신기능 악화를 유발할 수 있는 물질에 노출된 근로자들을 본 연구 및 추후 연구를 통해 도출된 만성신장질환의 고위험군을 대상으로 위의 검진 항목의 추가가 필요하다.

2) 업무적합성 평가

특별한 증상이 없는 경미한 혈뇨나 단백뇨가 관찰되는 경우 일반적으로 특별한 작업 제한 없이 근무 가능하며, 추적검사와 단백뇨를 유발하는 원인에 대한 확진에 따라 업무적합성을 평가할 수 있다. 그러나 명백한 이상, 특히 단백뇨의 경우 신증후군 범위의 단백뇨(3.5 mg/g 이상)가 관찰되고 증상이 뒷받침되는 경우에는 한시적 작업 제한 등의 사후조치를 고려할 수 있다.

또한 만성신장질환 3단계 이상의 신장기능저하 소견을 가진 경우에도 업무제한 등 사후조치를 고려하여야 한다. 이 때, 무엇보다 사업주와 근로자 자신의 교육과 인지 여부에 의해서 취업과 작업 적응 여부가 많이 달라진다는 점을 인지하는 것이 중요하다. 그러므로 작업조건에 대한 유연한 접근, 적응, 주의 깊은 계획과 지원, 그리고 고용주의 태도 변화로 보다 많은 투석 환자들의 업무

수행이 가능하다는 점을 고려하여야 한다. 이를 위해서는 의사와 고용주들에 대한 교육이 필요하며, 근로자들 스스로의 긍정적 태도 역시 필요하다.

(1) 만성신장질환이 업무수행능력(work ability)에 미치는 영향

만성신장질환으로 인한 직업 등을 포함한 삶의 질의 손상은 사회 인구학적 요소, 만성신장질환의 원인, 합병증의 유무, 그리고 사구체여과율의 감소와 관계된다. 특히, 사구체여과율이 60mL/min/1.73㎡ 미만인 경우 변화에 대한 모니터링과 적절한 조치 효과를 파악하기 위해서 정기적으로 기능과 삶의 질의 손상에 대한 평가가 필요하다. 만성신장질환이 업무수행능력에 직접적으로 미치는 영향에 대해서는 명확한 연구가 없으나 일상생활에 대한 영향에 대한 평가를 통해서 추론이 가능하다. 신장 기능은 피로감, 허약, 활력 저하(low energy), 근육경련(cramps), 멍(bruising) 등 작업능력과 관련한 다양한 증상과 관련되어 있으며, 이는 신장이식수술 여부와 관계없이 관찰된다. 특히 당뇨로 인한 투석이나 신이식 환자의 경우에는 증상이 더욱 심한 경향이 있다.

특히 작업능력에 영향을 주는 육체적 기능 감소도 사구체여과율의 감소와 함께 걷기나 들기 능력의 손상이 관련되어 있다. 신장이식을 받는 환자도 마찬가지였으며, 사구체여과율이 감소한 경우 신체적 손상이 일반 인구 집단의 8배였다는 보고도 있었다. 투석을 하는 경우 신장이식 환자보다 더 육체적 기능의 감소가 있었고, 당뇨가 원인인 경우에 더 심했다. 심한 경우에는 신경병증도 발생할 수 있는데, 미국의 경우 투석 시작 환자의 65% 정도가 신경병증이 있어 신장질환의 초기부터 신경병증의 가능성이 있다. 그러나 사구체여과율이 12~20mL/min 이하나, 요독증이 6개월 이상 지속되지 않는 한 증상은 보통 관찰되지 않는다. 뇌병증 역시 발생 가능하지만 신기능 수준과의 상호 연관성은 적었다. 자율신경 이상의 경우도 당뇨병이 있는 경우 20~80%, 심한 신기능 손상의 66%, 투석 환자의 50%에서 나타난다. 또한 신장 기능의 저하는 심리, 정신증상도 함께 발생할 수 있는데, 특히 사회심리적 기능, 불안, 우울, 건강에 대한 염

려 등과 관계가 있었다. 투석 환자의 경우 신장이식 환자에 비해 행복감은 적고, 우울증은 더욱 심한 것으로 나타났다. 이러한 결과로 고용과 일상생활에도 영향을 미친다.

(2) 만성신장질환 고위험군에서 작업 전환 고려가 필요한 업무의 예

- 주당 60시간 이상의 장시간노동
- 고정적인 야간작업
- 힘이 많이 드는 중노동을 연속적으로 해야 하는 작업
- 용광로작업, 혹서/혹한기 옥외작업과 같은 고열작업 또는 한랭작업
- 신장독성 화학물질에 노출되는 업무(아래 <표 90> 참조)

<표 90> 직업적 노출로 신장 독성을 일으킬 수 있는 물질

신세뇨관손상	사구체 손상		
	금속	유기용제	글리콜류
안티몬 비스무스 구리 리튬 탈륨 비소 카드뮴 철 수은 우라늄 바륨 크롬 납 은	수은 실리카/ 실리콘	사염화탄소 클로로포름 염화메틸렌 사염화에탄 1,1,1-트리클로로에탄 트리클로로에틸렌 에틸렌 디브로마이드 이염화에틸렌	에틸렌 글리콜 프로필렌 글리콜 디알킬 글리콜 모노알킬 글리콜

(3) 투석 환자의 경우

다음은 투석 등 신부전 환자의 업무 적합성 평가에서 일반적인 적응과 부적응증이다<표 91>.

가) 절대적, 상대적 금기

회복할 수 없는 신부전을 가지고 있는 환자들은 소방관이나 현장에서 뛰는 경찰관, 구조원 혹은 군인과 같은 작업에는 적당하지 않다. 왜냐하면 높은 에너지, 연장 근무 그리고 급한 임무에 대한 요구가 있기 때문이다. 그러나 일반적으로 정상적으로 기능하는 신장이 하나만 있는 사람에 대하여 고용주가 어떠한 작업도 제한해야할 의학적 근거는 없다.

<표 91> 투석환자의 취업 관련 절대적인 금기, 상대적인 금기

금기(적합하지 않음)	상대적 금기(가능함)	금기 아님(적합함)
군대(현역 복무)	음식공급 *	회계
신독성 화학물질 노출	농장 노동 *	사무/비서
잠수	중장비차 운전 *	운전
소방	원예	법무
용해/제련	자동차 수리(혈액투석 환자들에서 동정맥루 관리)	(경)조립
중노동	간호 *	(경)정비/수리
중한 근육노동	도장과 장식 *	(경)제조업
광업	인쇄 *	의료
경찰(담당 구역 순회)	환경미화 *	중간, 고위 관리
초고온 환경에서 작업	교대근무	포장
	용접 *	접수
		도매, 소매, 판매, 감독, 교육

* 혈액투석 환자에서 금기가 아닌 경우

교대 작업과 연장근무를 하는 경우보다 많은 적응(greater adaptation)이 필요하다. 어떤 환자의 경우는 기기에 장착된 경보장치를 수면 중 투석 방법을 배우는 경우도 있다. 중량물 취급이나 육체적 작업의 경우 몇 개의 작업들은 부적절할 수 있다.

나) 합리적 조절

일반적으로 복막 투석과 혈액 투석의 방법에 따른 차이와 각 투석의 구체적인 방법에 따른 차이가 있다는 점을 고려해야 한다.

- 보통 혈액 투석은 병원 기반의 접근 방식으로 정규적인 작업에 미치는 영향이 크다. 보통 주 3회, 회당 4시간의 치료가 필요하며 여기에 병원 방문 시간까지 고려해야 한다.
- 반면 복막투석은 가정을 기반으로 접근 가능하고, 상대적으로 시간을 맞추기 용이하다. 그러나 카테터 교환 등을 위해 깨끗한 시설과 작업 환경이 요구된다는 제한점이 존재하며, 탈장 등의 합병증 예방을 위해 중량물 취급 등의 작업은 제한되는 것이 일반적이다.
- 교대 작업의 경우, 신장 혹은 비뇨기 질환 환자에서 일반적으로 금기는 아니지만 지속적으로 투석을 시행하는 사람들이 받아들이기 어려울 수 있다. 특히 혈액 투석을 하는 사람에서 더 어렵다.
- 복막 혹은 혈액 투석을 하는 운전사의 경우, 1종 면허를 취득하기 위하여 의학적인 검사가 필요하다. 하지만 중량물 취급 등이 아니라면 절대적 금기는 아니다.

전반적으로는 투석이라는 사실 자체보다는 신장 기능 평가, 신장 기능 저하로 인한 합병증과 근력 약화 등 신체적 요인, 그리고 심리적 상태를 고려하여 업무 적합성이 고려되어야 할 것이다.

IV. 결론

이 연구에서는 직업적 신장질환 고위험 인구집단을 탐색하기 위해 다양한 2차 자료를 검토하여 활용 가능성을 모색하였으며, 그 중 산업안전보건연구원의 근로자코호트를 분석하여 운수업, 공공행정, 국방 및 사회보장 행정, 보건업 및 사회복지서비스업, 사업시설관리 및 사업지원 서비스업을 고 위험 업종으로 탐색하였고, 그 중에서도 운수업은 세분류에 따라 철도여객, 도시철도, 시내버스, 시외버스, 택시, 전세버스 등 육상 운송업 다수와 항공여객, 항공 운송지원 서비스업에서 신장질환의 발생위험이 뚜렷하게 높은 것을 확인하였다. 또한 서울성모병원 CDW 분석을 통해 저온 환경 노출과 신장 기능 악화의 연관성도 입증하였다.

한편, 이 연구에서는 만성신장질환과 관련이 있는 직업적 요인을 파악하기 위하여 그 동안 알려진 위험요인과 알려지지 않은 위험요인을 선정하고 이를 바탕으로 수행 가능한 환자-대조군 연구를 설계하고자 하였다. 이 과정에서 직업적 위험요인의 노출을 평가하기 위한 설문지를 개발하고, 이의 적절성을 검토하는 한편, 원인적 연관성을 입증할 수 있는 타당한 연구 설계가 이루어질 수 있는지를 검토하여 이를 바탕으로 후속 연구의 필요성과 가능성을 평가하였다.

현재까지 출판된 다양한 역학적 연구 결과에 대한 고찰 결과와 산재 신청사례 등을 감안하여 연구진은 유해화학물질, 장시간노동 및 야간교대근무, 직무스트레스, 극단적 온도에 노출 등을 주요 직업적 위험요인으로 선정하였고, 더불어 고위험 업종도 선정하여 노출평가 설문을 개발하였다. 노출력 조사에는 “닫힌 질문”과 함께 “열린 질문”을 사용하여 환자군 스스로 느끼는 주요 위험요인에 대해서도 파악하고자 하였다. 또한 개별적 유해요인으로 확인이 어려운 경우를 감안하여, 일생동안의 직업력을 조사하여 유해요인에의 노출 여부와 근무

기간, 직종을 파악하였다. 서울성모병원 평생건강증진센터에서 건강검진 수검자 1,516명 중 입사 때는 신기능이 정상이었으나, 2020년 검사에서 만성신장질환 2기로 측정된 171명에 대해 환자군 시범조사를 진행하여 환자-대조군 연구의 수행 가능성을 확인하였다.

이번 연구는 그 동안 수행되지 않은, 화학적 인자와는 무관한 직업노출로 인한 만성신장질환 및 말기신부전 발생의 고 위험 집단을 탐지하였고, 전체 근로자 집단에서 인구사회학적 특성 및 기저질환에 따른 악화기간을 처음으로 보고한 점에서 그 의의가 있다. 또한 만성신장질환의 직업적 위험요인의 원인적 연관성을 확인하기 위한 타당한 연구설계(안)를 제안하고 방법론을 제시하였다는 점에서도 의의가 있다.

만성신장질환은 노동인구가 고령화되면서 계속 유병율이 높아지고 있고, 질환이 단독으로 발생하기보다는 2형 당뇨, 고혈압, 사구체신염 등 다른 만성질환을 기저질환으로 발전하는 경우가 많고, 악화의 방향 또한 말기신부전으로 발전 뿐 아니라 심혈관계질환을 비롯한 다른 만성질환을 동반하는 등 다양한 악화 양상을 보인다. 이로 인해 최근 5년간 신장질환 관련 산재보상 사례를 분석했을 때도 직업적 위험의 노출 시점이 명확한 급성신부전의 경우 비교적 높은 업무상 질병 인정률을 보였지만, 만성신장질환은 개인적 소인에 원인을 돌리는 경우가 많았다. 때문에 신장질환의 직업적 위험여부를 정확히 판단하기 위해서는 기저질환부터 신장질환, 주요 심혈관질환사건(MACE, major adverse cardiovascular events), 사망으로 이어지는 만성질환 발생 및 악화의 연구모형을 개발하고 이를 근로자 집단의 직업적 노출에 따라 적용하여 포괄적인 직업적 만성질환 위험을 검증할 필요가 있다.

이러한 후속 연구를 통해서 국내 산재 신청 사례의 업무관련성 판단에 있어서 근거를 제시하고, 궁극적으로 근로자 예방 대책 수립에도 기여할 수 있기를 기대한다.

참고문헌

공공데이터포털. 2017. Available from: URL:https://www.data.go.kr/dataset/3082968/fileData.do

건강보험공단. 건강보험공단 건강검진 통계. 2020.07.31. Available from URL:http://stat.kosis.kr/nsieu/

대한신장학회. KNOW-CKD 결과, 숫자로 보는 우리나라 만성콩팥병 환자의 심혈관계 질환, Factsheet. 2020.

이동규. Propensity score matching method의 소개. 대한마취통증의학회지 2016; 11: 130-148

이영일, 이철호. KOSHA GUIDE H-208-2020_비뇨기계 검사 이상 근로자 관리 지침. 산업안전보건공단. 2020.

이창화. 임상에서 사용하는 사구체여과율의 평가 공식. 대한내과학회지 2012;83(4): 455-457

임종한, 김정원. 업무적합성평가의 원칙과 실제. 대한직업환경의학회 학술대회 논문집 2005. 149-149.

조민우. 국가건강검진 항목 중 신장질환 검진의 타당성 분석 연구 An evaluation of national screening program for chronic kidney disease. Cheongju, Korea: Centers for Disease Control & Prevention; 2016

Chen, H., Cohen, P., & Chen, S. How big is a big odds ratio? Interpreting the magnitudes of odds ratios in epidemiological studies. Communicaions in Statistics - Simulation and Computation, 2010;39, 860-864. doi: 10.1080/03610911003650383

Diabetes Care. 2017 Nov 1;40(11):1479-85.

Ervasti J, Kivimaki M, Pentti J, et al. Health- and work-related predictors of work disability among employees with a cardiometabolic disease--A cohort study. J Psychosom Res. 2016;82:41 - 7

Feldman HI, Appel LJ, Chertow GM, et al. Chronic Renal Insufficiency Cohort (CRIC) Study Investigators. The Chronic Renal Insufficiency Cohort (CRIC) Study: Design and Methods. J Am Soc Nephrol. 2003 Jul;14(7 Suppl 2):S148-53. doi: 10.1097/01.asn.0000070149.78399.ce. PMID: 12819321.

Gandhi S, Fleet JL, Bailey DG, et al. Calcium-Channel Blocker?Clarithromycin Drug Interactions and Acute Kidney Injury. JAMA. 2013;310(23):2544?2553. doi:10.1001/jama.2013.282426

Joo YS, Koh H, Nam KH, et al. Alcohol Consumption and Progression of Chronic Kidney Disease: Results From the Korean Cohort Study for Outcome in Patients with Chronic Kidney Disease. Mayo Clinic proceedings. 2020;95(2):293-305.

Ko S, Venkatesan S, Nand K, Levidiotis V, et al. International statistical classification of diseases and related health problems coding underestimates the incidence and prevalence of acute kidney injury and chronic kidney disease in general medical patients. Intern Med J. 2018;48(3):310?315. doi:10.1111/imj.13729

Lachin JM. Sample size evaluation for a multiply matched case - control study using the score test from a conditional logistic (discrete Cox PH) regression model. Statistics in medicine. 2008 Jun 30;27(14):2509-23.

Lachin, John M. Biostatistical Methods: The Assessment of Relative Risks,

Second Edition. New York : John Wiley & Sons. ; 2011

LaDou, Joseph, and Robert Harrison, eds. Current occupational & environmental medicine. New York: McGraw-Hill, 2007.

Lee SW, Kim YS, Kim YH, et al. Dietary Protein Intake, Protein Energy Wasting, and the Progression of Chronic Kidney Disease: Analysis from the KNOW-CKD Study. Nutrients. 2019;11(1).

Liu M, Li XC, Lu L, et al. Cardiovascular disease and its relationship with chronic kidney disease. Eur Rev Med Pharmacol Sci. 2014;18(19):2918-2926.

Matsushita, Kunihiro, et al. Comparison of risk prediction using the CKD-EPI equation and the MDRD study equation for estimated glomerular filtration rate. JAMA. 2012;307.18: 1941-1951.

M. Alan Brookhart et al. Variable Selection for Propensity Score Models. Am J Epi 2006; 163(12)

Modi GK, Yadav AK, Ghosh A, et al. Nonmedical factors and healthrelated quality of life in CKD in India. Clin J Am Soc Nephrol 2020;15: 191 - 199.

Mosendane T, Mosendane T, Raal FJ. Shift work and its effects on the cardiovascular system. Cardiovasc J Afr. 2008;19(4):210-215.

Nadkarni GN, Ferrandino R, Chang A, et al. Acute kidney injury in patients on SGLT2 inhibitors: a propensity-matched analysis.

Palmer, K. T., & Brown, I. Fitness for work: the medical aspects. Oxford university press; 2007.

Rom, William N., and Steven B. Markowitz, eds. Environmental and occupational medicine. Lippincott Williams & Wilkins, 2007.

Shih-Hsiang Lo, Chiau-Suong Liau, Jing-Shiang Hwang, Jung-Der Wang, Dynamic Blood Pressure Changes and Recovery Under Different Work Shifts in Young Women, American Journal of Hypertension, Volume 21, Issue 7, July 2008, Pages 759 - 764, https://doi.org/10.1038/ajh.2008.186

Simon Sawhney, Nick Fluck, Angharad Marks et al. Acute kidney injury?how does automated detection perform?, Nephrology Dialysis Transplantation, Volume 30, Issue 11, November 2015, Pages 1853-1861, https://doi.org/10.1093/ndt/gfv094

Sponholtz, Todd R., et al. Occupational exposures and chronic kidney disease: Possible associations with endotoxin and ultrafine particles. American journal of industrial medicine 2006;59(1): 1-11.

Stengel B, Combe C, Jacquelinet C, et al. The French Chronic Kidney Disease-Renal Epidemiology and Information Network (CKD-REIN) cohort study. Nephrol Dial Transplant. 2014 Aug;29(8):1500-7. doi: 10.1093/ndt/gft388. Epub 2013 Sep 24. PMID: 24064325; PMCID: PMC4106639.

Tang, Yongqiang. Comments on 'Sample size evaluation for multiply matched case-control study using the score test from a conditional logistic (discrete Cox PH) regression model.' Statistics in Medicine.; 2009. Volume 28, Pages 175-177

Tomlinson, L.A., Riding, A.M., Payne, R.A., et al. The accuracy of diagnostic coding for acute kidney injury in England ? a single centre study. BMC Nephrol 2013;14, 58 . https://doi.org/10.1186/1471-2369-14-58

Uhm JY, Kim HR, Kang GH, et al. The association between shift work and

chronic kidney disease in manual labor workers using data from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES 2011-2014). Ann Occup Environ Med. 2018;30:69. Published 2018 Dec 14. doi:10.1186/s40557-018-0279-z

Venuthurupalli, S.K., Hoy, W.E., Healy, H.G. et al. CKD.QLD: establishment of a chronic kidney disease [CKD] registry in Queensland, Australia. BMC Nephrol 2017;18, 189. https://doi.org/10.1186/s12882-017-0607-5

Wang D, Ruan W, Chen Z, et al. Shift work and risk of cardiovascular disease morbidity and mortality: A dose-response meta-analysis of cohort studies. Eur J Prev Cardiol. 2018;25(12):1293-1302. doi:10.1177/2047487318783892

〈〈연 구 진〉〉

연 구 기 관 : 산업안전보건연구원

연 구 기 관 : 가톨릭대학교 산학협력단

연구책임자 : 전 교 연 (과장, 직업건강연구실)

연구책임자 : 강 모 열 (조교수, 가톨릭대학교 서울성모병원)

공동연구원 : 강 충 원 (연구강사, 서울대학교 의과대학)

이 종 인 (임상강사, 가톨릭대학교 서울성모병원)

이 유 민 (임상강사, 가톨릭대학교 서울성모병원)

연구보조원 : 정 지 윤 (전공의, 가톨릭대학교 서울성모병원)

안 준 호 (전공의, 가톨릭대학교 서울성모병원)

박 민 영 (전공의, 가톨릭대학교 서울성모병원)

송 지 훈 (전공의, 가톨릭대학교 서울성모병원)

〈〈연 구 기 간〉〉

2020. 04. 08 ~ 2020. 12. 31

본 연구에서 만성신장질환 환자-대조군 연구 설계 및 타당성 조사 부분은 위탁연구로 가톨릭대학교 연구진에 의해 수행되었음.

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며, 우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

직업적 신장질환 고위험 인구집단 탐색

(2020-산업안전보건연구원-936)

발 행 일 : 2020년 12월
발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 고재철
연구책임자 : 산업안전보건연구원 과장 전교연
발 행 처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원
주 소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400
전 화 : (032) 510-0755
팩 스 : (032) 510-0759
누 리 집 : https://oshri.kosha.or.kr