

연구보고서

직업 관련성 만성신장질환 역학적 연구 설계 및 타당성 조사

전교연



요 약 문

연구기간

2019년 04월 ~ 2019년 11월

핵심 단어

직업성 만성신장질환, 만성신장질환 직업성 위험
요인, 만성신장질환 유병률

연구과제명

직업 관련성 만성신장질환 역학적 연구 설계 및 타당성 조사

1. 연구 필요성 및 목적

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. 이에 따라 본 연구에서는 만성신장질환의 직업 관련 유해 요인에 대해 현재까지의 과학적 증거를 체계적으로 고찰, 종합하여 직업관련 유해인자 규명을 위한 역학적 연구를 설계하고자 한다.

2. 연구 내용 및 방법

- (1) 문헌 고찰을 통하여 만성신장질환을 악화시키는 업무관련 요인 평가
- (2) 2차 자료 시범분석
- (3) 근로자 코호트의 유병률, 발생률 분석
- (4) 향후 연구 설계 방향 제안

3. 연구 결과

- 문헌 고찰 : 만성신장질환을 악화시키는 업무관련 요인 평가
 - 직업환경의학 및 산업위생 전문서적에서 기술된 만성신장질환의 위험인자들은 대부분 화학적 인자들에 대한 내용이다. 만성신장질환에 대한 납, 카드뮴과 같은 중금속의 영향은 고농도·단기간 노출 뿐 아니라, 저농도·장기간 노출에 의한 결과 역시 여러 역학연구들을 통해 밝혀져 있다. 수은은 전극, 농약, 안료, 건전지, 축매제, 염료 등을 생산하는 공정에서 노출될 수 있는 염화수은의 영향과 환경적으로 노출되어 영향을 미칠 수 있는 유기수은에 대하여 고려할 필요가 있다. 크롬은 용접 및 도금 공정 등에서 노출될 수 있는데 단백뇨, 근위세뇨관 손상 등을 유발할 수 있다. 이외 유기용제, 이황화탄소, 규소의 신장독성 영향에 대한 자료를 확인하였다. 문헌고찰 상 추가적으로 언급된 베릴륨, 비스무스, 은, 황산구리, 우라늄, 구리, 브롬산칼륨, 초경-코발트 합금의 생산 공정도 신장질환의 악화를 가속할 수 있는 요인으로 보이지만 현재까지 역학적인 근거가 충분하지는 않다.
 - 현재까지의 만성신장질환에 관한 국내외 보고서 및 연구에서 직업적 위험에 대한 탐색적 시도가 있어왔음에도 불구하고 위험인자노출과 발병과의 인과관계를 평가하기 위한 기초자료는 충분하지 않다. 만성신장질환의 발생 및 진행경과 자체가 정확한 원인을 규명하기 쉽지 않고, 신장 기능의 감소 진행경과에 대한 기전이 정확히 밝혀진 것이 많지 않기 때문이다. 따라서 앞으로 지속적인 대규모 관찰연구 및 중재연구를 통해 직업적 만성신장질환의 위험인자에 대한 기전을 밝히는 작업이 필요할 것으로 보인다.

- 그 외에도 체계적 문헌고찰을 통해 만성신장질환의 비화학적 업무상 유해인자를 탐색하였다. 야간교대근무, 고온노출 작업이 만성신장질환 발병 및 악화에 기여함을 확인하였다.

○ 2차 자료 시범 분석 결과

- 국민건강영양조사 분석

장시간노동과 만성신장질환의 상관관계를 확인하고자 만성신장질환의 유무를 결과변수로 두고, 근로조건이 미치는 영향에 대한 분석을 수행하였다. 사구체여과율이 60 이상이라 하더라도 근로조건이 영향을 미칠 수 있는 가능성을 두고 선형회귀 분석을 수행하여 결과를 제시하였다. 1주 평균 52시간 이상 근로하는 여성에서 근로시간이 증가할수록 eGFR이 감소하는 연관성을 발견하였다. 또한 교대근무 유무는 남성 비사무직에서 낮은 사구체여과율과 유의한 연관성을 보였다. 그러나 만성신장질환을 결과변수로 두고 단면연구를 수행하는 경우에는 인과관계를 명확히 판단하기 어려운 점이 있다. 신장질환이 일상생활에 미치는 영향으로 노동시장 이탈 가능성 등을 고려할 때 건강 근로자 효과가 나타날 가능성이 높다.

교대근무가 만성신장질환의 발생 또는 악화와 유의한 연관성이 있다는 국내 연구를 바탕으로 추가분석을 수행하였다. 만성 신장 질환의 주요 원인으로 지목되는 당뇨의 유무로 층화시, 여성 육체근로자에서 당뇨질환자군의 오즈비(odds ratio)가 비당뇨질환자군에 비해 증가하는 양상을 확인 할 수 있었다. 또한 당뇨 인지율과 치료율을 확인했을 때, 교대근무군은 비교대근무군과 유사하게 당뇨를 인지하고 치료 받더라도 조절율이 낮은 결과를 보였다(18.75% vs. 27.68%).

직업분류별 만성신장질환 유병에 대해서도 분석을 수행하였다. 본 분석에서는 전통적으로 물리적, 화학적 유해인자의 노

출이 많을 것으로 예상되는 직업군에서 일관적이지 않은 결과가 나타났다. 국민건강영양조사에서의 직업분류변수는 제6차 표준직업분류 대분류를 사용하고 있으며, 해당 직업군의 특성을 설명하기 어렵다. 따라서 국민건강영양조사에서 직접적으로 제시하고 있지 않으나, 만성신장질환의 유해요인으로 작용할 수 있는 다양한 변수들을 함께 고려하여 직종을 세분화할 필요가 있을 것으로 보인다.

- 한국의료패널자료 분석

한국의료패널자료를 이용하여 교대근무 또는 장시간 근로로 인한 코호트 내 환자-대조군연구에서 만성신장질환에 대한 분석을 시도하였다. 그러나 원 데이터 상 교대근무자 수 0명, 장시간 근로자는 1인으로 샘플수가 적절하지 않아 결과를 얻지 못하였다.

○ 근로자 코호트의 유병률, 발생률 분석 결과

- 유병률 분석

만성신장질환 또는 이와 관련된 질환으로 각 연도에 병원에서 진료를 받은 사람을 연도별 유병자로 정의했을 때, 2017년의 유병률은 3.83% (남성 4.18%, 여성 3.23%) 였으며, 그 중 말기신부전(ESRD)에 해당하는 환자의 유병률은 0.22% (남성 0.27%, 여성 0.14%)였다. 연령이 증가할수록 유병률이 크게 상승하였고, 남성의 유병률이 여성보다 높았으며, 소득수준이 낮은 보험료 최하 분위와 가입자격이 의료급여세대주인 사람의 유병률이 높았다. 업종별로는 남성에서는 농업, 임업 및 어업, 하수 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업, 운수업, 전문, 과학 및 기술 서비스업, 교육서비스업, 국제 및 외국기관에서 특정 연령대의 유병률이 높았고, 여성에서는 광업, 하수 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업, 운수업, 부동산업 및 임대업, 교육서비스업, 국

제 및 외국기관에서 특정 연령대의 유병률이 높았다.

- 발생률 분석

2011-2017년 7년간 만성신장질환의 발생률은 전체 근로자에서 10.7% (남성 11.1%, 여성 10.0%)였다. 발생률이 높은 업종은 유병률이 높은 업종과 차이가 있는데, 남녀 모두 광업, 건설업, 운수업, 국제 및 외국기관, 하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업에서 발생률이 높았고, 남성에서는 그 외에도 숙박 및 음식점업, 금융 및 보험업, 전문 과학 및 기술서비스업에서 발생률이 높고, 여성에서는 부동산업 및 임대업, 교육서비스업에서 특정 연령대의 발생률이 높았다.

○ 향후 연구 설계 방향 제안

- 만성신장질환의 직업적 위험요인 노출 실태조사 및 직업적 신장질환 실태조사가 필요하며, 고위험 인구집단에 대한 임상 중심의 환자 대조군 연구 및 전향적, 후향적 코호트 구축이 필요하다.
- 만성신장질환의 직업적 위험요인 노출실태 파악을 위해서는 작업환경측정자료, 특수건강진단 데이터베이스, 작업환경실태조사 등을 활용 할 수 있고, 추가적으로 유해인자 노출 실태조사 연구가 동반되어야 한다.
- 직업별 만성신장질환 실태조사는 건강보험공단 자료를 통한 업종별 분석을 통해 신장질환의 일반경향 및 주요 위험 업종 선정이 가능하며, 특수건강진단 자료 분석을 통해 위험요인 노출과 신장질환 지표와 연관성을 분석한다. 건강보험공단 자료와 특수건강진단 자료의 연계가 가능하다면 위험요인 노출과 신장질환 발생과 연관성 확인을 해볼 수 있다.
- 문헌고찰과 실태조사를 통해 파악한 우리나라의 직업성 만성신장질환 고위험 집단을 대상으로 단면연구를 수행할 수 있

다. 그리고 기존에 구축된 용접작업자 코호트, 소방관 코호트, 건설업 코호트 자료를 활용한 분석을 시도해볼 수 있다.

- 환자 대조군 연구는 신장내과 임상진료 시 유해인자 노출력을 조사하는 형태가 가능하다. 특정 직종 및 위험인자 노출이 신장질환의 발생과 악화에 주는 영향을 탐색할 수 있다. 코호트 구축은 2차 자료를 활용한 후향적 코호트, 기존 코호트 (KoreaN cohort study for Outcome in patients With Chronic Kidney Disease, KNOW-CKD)와의 연계, 그리고 고위험 인구 집단에 대한 전향적 코호트 구축을 모두 고려해볼 수 있다.

4. 결론

○ 문헌 조사에서 만성신장질환의 직업적 위험인자

- 납, 수은, 카드뮴, 크롬과 같은 유해금속과 삼염화에틸렌, 메탄올, 에틸렌글리콜을 포함한 다양한 유기용제 등이 포함된다.
- 이에 더하여 반복적으로 노출되는 열 손상, 탈수, 감염, 농약, 비료, 식수문제 등도 직업환경적 위험요인으로 지목되고 있다.
- 비화학적 위험인자에 대한 체계적 문헌조사 결과 야간교대근무와 고온 노출이 최근에 밝혀지고 있는 주요한 직업적 위험요인이었다.

○ 2차 자료 시범 분석 결과

- 1주 평균 60시간 이상 근로하는 남성에서 사구체여과율이 감소하는 경향이 관찰되었다. 여성 생산직 교대근무자에서는 만성신장질환의 발생위험이 높아지는 것이 관찰되었는데, 특히 당뇨 유병자에게서 높은 위험도가 관찰되었다. 이것은 야간교

대근무로 당뇨의 조절에 어려움을 겪는 것이 주요 원인 일 것으로 예상된다.

- 본 예비 분석에서는 근로조건이 만성신장질환의 악화의 원인 일 가능성을 제시하였지만, 만성신장질환은 이 자체가 투석 등으로 일상생활 특히 근로 상황에 영향을 주므로, 정확한 분석을 위해서는 이를 살펴볼 수 있는 종단적 연구가 반드시 필요하다.

○ 향후 연구 설계 방향 제안

- 문헌조사와 예비분석 결과를 종합하면, 유해금속과 유기용제 등 화학적 인자 노출과 고온 및 장시간근로, 야간교대근무 등 비화학적 유해인자의 노출은 만성신장질환의 발생과 악화에 영향을 미친다.
- 향후 순차적, 체계적인 직업적 만성신장질환 연구를 수행하기 위해서 우선 본 연구에서 파악한 직업적 만성신장질환의 역학적 특성과 위험요인을 활용하여 국내 실태조사 수행이 필요하다.
- 문헌고찰과 실태조사를 통하여 파악한 우리나라의 직업성 만성신장질환의 고위험 업종 및 직종을 대상으로 개별적 업종 혹은 직종에 대한 단면연구를 수행한다.
- 기존 구축된 용접작업자 코호트, 소방관 코호트, 건설업 코호트, 반도체 종사자 코호트 등 직업병 관련 코호트 및 신장질환자 코호트 등을 활용할 필요가 있다.
- 만성신장질환의 새로운 직업적 위험요인을 탐색하기 위해 신장내과 내원환자를 대상으로 환자-대조군 연구를 설계할 수 있다.
- 전향적 혹은 후향적으로 새로운 코호트 구축을 통한 만성신장 질환의 발생 및 악화 요인을 확인한다.

5. 기대성과 및 활용방안

- 직업적 만성신장질환에 대한 보상과 관리의 당위성과 이론적 근거 확립
- 본 연구를 통하여 후속 만성신장질환의 직업적 위험요인 연구를 위한 설계와 타당도, 실행가능성을 제시하여 향후 체계적인 작업장 연구를 수행하는데 근거자료로 활용함

6. 연락처

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

차례

I. 서론	1
1. 연구 배경 및 필요성	1
1) 만성신장질환	1
2) 직업적 요인 및 유해물질로 인한 근로자의 만성신장질환 문제	4
2. 연구 목표 및 기대효과	4
II. 연구 방법	5
1. 연구 내용 및 방법	5
1) 만성신장질환의 질병리뷰 및 직업성 위험인자 검토	5
2) 만성신장질환의 악화요인 분석을 위한 2차 자료 시범 분석	7
3) 근로자 코호트에서 업종별 만성신장질환 유병률과 발생률 분석	15
4) 향후 연구 설계 방안 토의 및 자문	19
III. 연구 결과	21
1. 만성신장질환의 질병리뷰 및 직업성 위험인자 검토	21
1) 만성신장질환 질병리뷰	21
2) 만성신장질환의 직업성 위험인자 리뷰	47
3) 직업성 만성신장질환, 고위험 직업군에 대한 국내외 연구	60

2. 만성신장질환 비화학적 직업성 위험인자 : 체계적 문헌고찰	68
1) 검색어 선정 전 제기한 임상적 질문	68
2) 검색전략 - PICO 접근방법	68
3) 검색기간	69
4) 검색엔진 및 검색어	69
5) 연구제한 및 1차 검색 결과	90
6) 제목 및 초록 검토	90
7) 최종 선정 논문	90
3. 2차 자료 시범 분석 결과	108
1) 국민건강영양조사	108
2) 한국의료패널	137
4. 근로자 코호트에서 업종별 만성신장질환 유병률과 발생률 분석	139
1) 근로자 코호트의 유병률 분석	139
2) 근로자 코호트의 발생률 분석	192
3) 소결	202
5. 향후 연구 설계 방향 제안	205
1) 만성신장질환 직업적 위험요인 노출평가	207
2) 고위험 인구집단에 대한 단면연구	209
3) 코호트 구축 방안	210
4) 기타 연구	215
 IV. 결론	 217
 참고문헌	 221

<표 차례>

<표 1> 만성신장질환의 정의 (National Kidney Foundation. 2003)	1
<표 2> 직업관련 변수 항목	11
<표 3> 국민건강보험공단 DB에서 만성신장질환 식별 기준	17
<표 4> 만성신장질환의 기준 (3개월 이상 다음 중 하나가 존재할 경우) ..	24
<표 5> 만성신장질환에서 사구체여과율(GFR) 분류	25
<표 6> 만성신장질환에서 알부민뇨(albuminuria) 분류	25
<표 7> 만성신장질환 원인의 주요 분류	27
<표 8> 사구체 신염 진단명에 따른 만성신장질환 혹은 말기신부전으로 의 이행 확률	34
<표 9> 만성신장질환 위험 영향 PICO	68
<표 10> PubMed 검색에 사용한 검색어/검색식과 검색건수	70
<표 11> EMBASE 검색에 사용한 검색어/검색식과 검색건수	76
<표 12> Cochrane library 검색에 사용한 검색어/검색식과 검색건수 ..	83
<표 13> 야간교대근무와 만성신장질환에 대한 문헌고찰결과 요약	92
<표 14> 고온노출과 만성신장질환에 대한 문헌고찰결과 요약	97
<표 15> 연구대상자의 일반적인 특성	109
<표 16> 근로시간에 따른 만성신장질환 유병률과 로지스틱회귀분석(전체) ..	112
<표 17> 근로시간에 따른 만성신장질환 유병률과 로지스틱회귀분석(남성) ..	113
<표 18> 근로시간에 따른 만성신장질환 유병률과 로지스틱회귀분석(여성) ..	114
<표 19> 고혈압 및 당뇨 질환 별 근로시간에 따른 만성신장질환 유병률 과 로지스틱회귀분석	115

<표 20> 직군별 1주 평균 근로시간에 따른 eGFR	117
<표 21> 질환 유무 및 1주 평균 근로시간에 따른 eGFR	118
<표 22> 교대근무 여부에 따른 대상자들의 인구통계학적 그리고 임상적 특징	120
<표 23> 성별 및 고혈압과 당뇨 증화 후 교대근무에 따른 만성신장질환 오즈비(Odds ratio)	122
<표 24> 여성 당뇨병환자에서 교대근무에 따른 인지율,치료율,조절율 ..	124
<표 25> 당뇨와 교대근무의 교호작용에 의한 비교 초과 위험	125
<표 26> 연구대상자의 일반특성과 만성신장질환	127
<표 27> 연구대상자 직업분류 및 만성신장질환	129
<표 28> 현재일자리에 따른 만성신장질환 로지스틱회귀분석	132
<표 29> 최장일자리에 따른 만성신장질환 로지스틱회귀분석	133
<표 30> 현재일자리 별 만성신장질환 표준화 유병비	134
<표 31> 환자-대조군의 분포	137
<표 32> 장시간 근로 여부에 따른 오즈비(OR)	137
<표 33> 업종대분류별 만성신장질환 유병률	177
<표 34> 제조업 중분류별 만성신장질환 유병률	179
<표 35> 남성근로자의 업종대분류별 만성신장질환 유병률	182
<표 36> 남성근로자의 제조업 중분류별 만성신장질환 유병률	185
<표 37> 여성근로자의 업종대분류별 만성신장질환 유병률	188
<표 38> 여성근로자의 제조업 중분류별 만성신장질환 유병률	191
<표 39> 남성근로자의 인구사회학적 특성에 따른 만성신장질환 발생률	193
<표 40> 여성근로자의 인구사회학적 특성에 따른 만성신장질환 발생률	195
<표 41> 업종대분류별 만성신장질환 발생률 (2011-2017)	198
<표 42> 제조업 중분류별 만성신장질환 발생률 (2011-2017)	201
<표 43> 2014년 작업환경실태조사 대상 사업장	209

[그림 차례]

[그림 1] 우리나라 만성신장질환 유병률	2
[그림 2] 우리나라 신대체요법의 현황	2
[그림 3] 말기신부전 환자의 원인질환	3
[그림 4] 신장의 해부학적 구조	21
[그림 5] 사구체여과율과 알부민뇨에 따른 만성신장질환의 예후	26
[그림 6] 바그너 만성 치료 모델(The Wagner chronic care model), 만성 신장질환의 일반적인 치료 전략의 3단계	26
[그림 7] 국내 말기 신부전으로 신대체요법을 시작한 환자들의 원인 질환 ..	28
[그림 8] 당뇨병성 신증 발생의 시간에 따른 경과	32
[그림 9] 중앙아메리카 신장병증에서 제시된 만성 신장 손상의 메커니즘 ...	63
[그림 10] 논문 선정과정 흐름도	91
[그림 11] 1주 평균 근로시간과 eGFR 사이 비선형적 연관성	110
[그림 12] 연령대별 남성의 CKD1 유병률	140
[그림 13] 연령대별 여성의 CKD1 유병률	140
[그림 14] 보험료분위별 남성의 CKD1 유병률	142
[그림 15] 보험료분위별 여성의 CKD1 유병률	142
[그림 16] 건강보험 가입자격별 남성의 CKD1 유병률	144
[그림 17] 건강보험 가입자격별 여성의 CKD1 유병률	144
[그림 18] 연령대별 남성의 CKD_DM 유병률	146
[그림 19] 연령대별 여성의 CKD_DM 유병률	146
[그림 20] 보험료분위별 남성의 CKD_DM 유병률	148
[그림 21] 보험료분위별 여성의 CKD_DM 유병률	148

[그림 22] 건강보험 가입자격별 남성의 CKD_DM 유병률	150
[그림 23] 건강보험 가입자격별 여성의 CKD_DM 유병률	150
[그림 24] 연령대별 남성의 CKD_HTN 유병률	152
[그림 25] 연령대별 여성의 CKD_HTN 유병률	152
[그림 26] 보험료분위별 남성의 CKD_HTN 유병률	154
[그림 27] 보험료분위별 여성의 CKD_HTN 유병률	154
[그림 28] 건강보험 가입자격별 남성의 CKD_HTN 유병률	156
[그림 29] 건강보험 가입자격별 여성의 CKD_HTN 유병률	156
[그림 30] 연령대별 남성의 CKD_ESRD 유병률	158
[그림 31] 연령대별 여성의 CKD_ESRD 유병률	158
[그림 32] 보험료분위별 남성의 CKD_ESRD 유병률	160
[그림 33] 보험료분위별 여성의 CKD_ESRD 유병률	160
[그림 34] 건강보험 가입자격별 남성의 CKD_ESRD 유병률	162
[그림 35] 건강보험 가입자격별 여성의 CKD_ESRD 유병률	162
[그림 36] 연령대별 남성의 CKD_ELSE 유병률	164
[그림 37] 연령대별 여성의 CKD_ELSE 유병률	164
[그림 38] 보험료분위별 남성의 CKD_ELSE 유병률	166
[그림 39] 보험료분위별 여성의 CKD_ELSE 유병률	166
[그림 40] 건강보험 가입자격별 남성의 CKD_ELSE 유병률	168
[그림 41] 건강보험 가입자격별 여성의 CKD_ELSE 유병률	168
[그림 42] 연령대별 남성의 CKD_ALL 유병률	170
[그림 43] 연령대별 여성의 CKD_ALL 유병률	170
[그림 44] 보험료분위별 남성의 CKD_ALL 유병률	172
[그림 45] 보험료분위별 여성의 CKD_ALL 유병률	172
[그림 46] 건강보험 가입자격별 남성의 CKD_ALL 유병률	174
[그림 47] 건강보험 가입자격별 여성의 CKD_ALL 유병률	174
[그림 48] 후속 연구체계 제안	205

I. 서론

1. 연구 배경 및 필요성

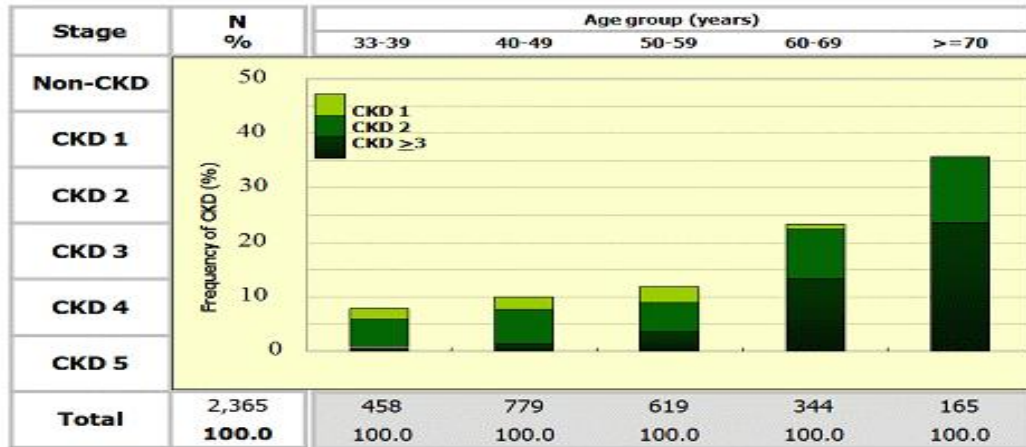
1) 만성신장질환

만성신장질환은 단백뇨 혹은 혈뇨 등의 신장 손상의 증거가 있거나, 혹은 신기능을 나타내는 사구체여과율(GFR)이 60ml/min/1.73m^2 미만으로 감소된 상태가 3개월 이상 만성적으로 지속되는 상태를 의미한다.

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

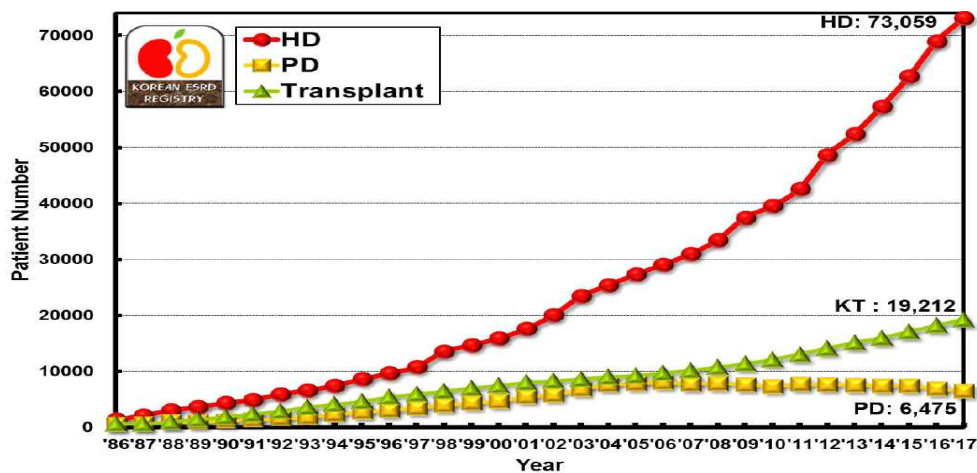
단계	정의	사구체여과율 (ml/min/1.73m^2)
1	혈뇨, 단백뇨 등 신장 손상은 존재하나, 사구체여과율은 정상 또는 증가	≥ 90
2	신장장해가 존재하고, 사구체여과율이 경도 저하	60~89
3	사구체여과율 중등도 저하	30~59
4	사구체여과율 고도 저하	15-29
5	말기신부전	<15

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



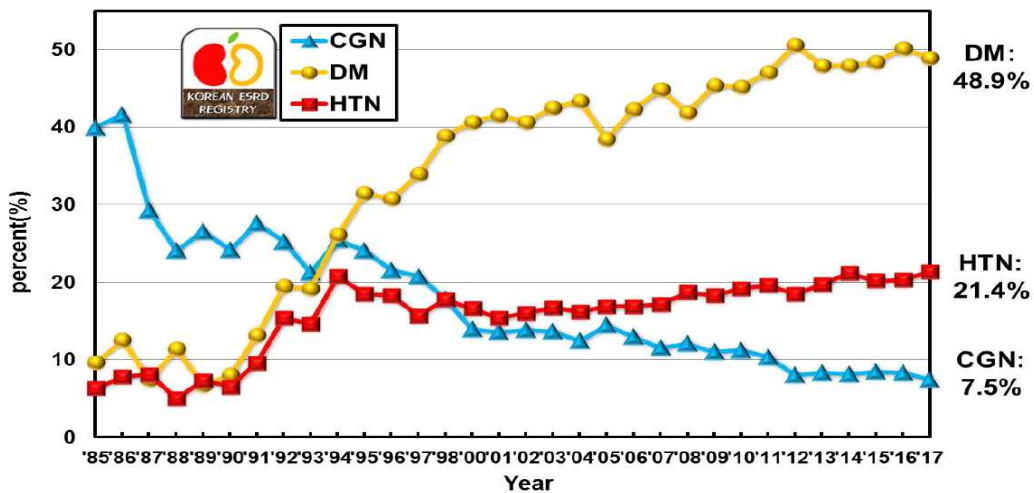
[그림 1] 우리나라 만성신장질환 유병율

우리나라에서 신장 기능의 소실로 인해 이식 또는 투석 등의 신대체요법(renal replacement therapy)을 시행 받는 환자는 2017년 말 기준으로 98,746명에 이르며 [그림 2], 투석을 받는 환자 수 역시도 급격하게 늘어나고 있다(대한신장학회, 2018).



[그림 2] 우리나라 신대체요법의 현황

만성신장질환 전체의 원인 질환에 관해서는 국내 자료가 없으나, 만성신장질환 가운데 말기신부전 환자가 75,042명이며, 그 가운데 원인 질환별로는 당뇨병이 48.9%, 고혈압이 21.4%, 만성사구체질환이 7.5%, 다낭성신증 등 낭성질환이 1.6%를 차지한다[그림 3, 대한신장학회 2018].



[그림 3] 말기신부전 환자의 원인질환

더욱이, 직업적 요인의 만성신장질환에 대한 기여 위험도를 제시한 연구는 전무한 상황으로, 보수적인 추정에 따라 1-3% 가량으로 추정하고 있다. 만성신장질환을 유발할 수 있는 물질로는 납, 카드뮴, 수은, 베릴륨, 규산, 이황화탄소 등이 잘 알려져 있지만, 유기용제를 포함한 다양한 화학물질, 장시간 근로, 교대 근무 등은 개연성이 의심은 되지만 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 설계할 필요가 있다.

2. 연구 목표 및 기대효과

본 연구는 기존 문헌과 연구를 분석하여 만성신장질환을 악화시키는 업무관련 요인을 평가한다. 또한 만성신장질환으로 직업병 산재신청을 한 사례를 검토하여 추세를 파악하고, 판단의 근거로 사용된 주장의 타당성을 검토한다. 이용 가능한 2차 자료를 검토하여 향후 역학적 연구 모형의 타당성을 평가하며, 기존에 구축된 근로자 코호트를 분석하여 근로자 집단에서 만성신장질환의 발생률과 유병률을 파악한다.

이러한 연구 성과물을 기반으로 직업적 만성신장질환에 대한 보상과 관리의 당위성과 이론적 근거를 확립하여 만성신장질환의 발생 및 악화로 인한 산업재해 보상 기준을 제시하고자 한다. 나아가 만성신장질환 위험요인 관리를 위한 체계를 논의하고 관련 법규 개정 및 입법 자료로 활용 가능할 것으로 기대한다.

본 연구를 통하여 후속 만성신장질환의 직업적 위험요인 연구를 위한 설계와 실행가능성을 제시하여, 향후 체계적인 작업장 연구를 수행하는데 근거자료로 활용하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 내용 및 방법

본 연구에서는 만성신장질환에 대한 기존 문헌을 검토하는 한편 관련 연구의 체계적 고찰을 통하여 만성신장질환의 직업적 위험요인을 검토하고자 한다. 연구 진행방법은 다음과 같다.

1) 만성신장질환의 질병리뷰 및 직업성 위험인자 검토

(1) 만성신장질환 질병리뷰

만성신장질환에 대해 내과학 문헌 중심으로 문헌조사를 수행하였다. 기본적인 신장의 해부, 생리에 대해 서술하였고, 가장 널리 쓰이는 미국신장재단(National Kidney Foundation, NKF)의 정의를 기준으로 만성신장질환에 대해 정리하였다. 그리고 주요원인들과 그 역학에 대해 기술하였고, 증상 및 경과, 위험인자, 예후 중심으로 구체적으로 기술하였다.

(2) 만성신장질환의 직업성 위험인자 : 종설

만성신장질환의 직업성 위험인자를 파악하기 위하여 국내외 직업환경의학과 전문서적 중 만성신장질환 관련 부분을 발췌, 검토하였다. 2014년 출판된 CURRENT diagnosis & Treatment: Occupational & Environmental Medicine, 5e, 2006년 출판된 Environmental and Occupational Medicine, 4e을 리뷰 문헌으로 선정하였다.

(3) 직업성 만성신장질환, 고위험 직업군에 대한 국내외 연구

만성신장질환의 국외 가이드라인 및 연구보고서에서는 만성신장질환의 유병 및 질병부담의 증가를 고려하여 질병 원인에 대한 고찰을 중요하게 다루고 있다. 이에 만성신장질환의 일반적인 원인과 직업적인 원인 및 위험요인에 대한 해외 보고서들을 검토하였다. 만성신장질환에 대한 국제 가이드라인을 정립하는 등 가장 대표적인 학술기관인 Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO)를 비롯하여, 국제적인 통계를 발표하는 해외기관의 보고서, 산업보건 관련기관의 보고서 등을 검토하였다. 또한, 국제신장학회의 최근 보고서의 주요 내용을 정리하였다. 미국산업안전보건연구원, 유럽산업안전보건청(EU-OSHA), 영국산업안전보건연구원의 보고서들을 검토한 결과 만성신장질환에 대해 직업적인 유해인자 별로 정리된 보고서는 찾지 못하였다. 대표적인 직업적인 신장손상의 독성물질로 알려진 카드뮴, 수은, 납 등의 중금속, 실리카, 할로젠화 화합물 등의 신장 손상에 대한 독성학적인 종설은 검색 가능하였으나 교과서적인 내용들이라 본 문헌분석에서는 제외하였다. 또한, 만성신장질환에 대한 고위험 직업군을 탐색하고자 시도한 국내외 연구들을 검토하여 그 결과를 소개하고자 하였다.

(4) 산업위생 분야 만성신장질환 위험인자 및 위험업종 리뷰

산업위생 전문서적 및 국내·국외 연구결과에서 나타난 만성신장질환의 유해인자 및 위험업종에 대하여 검토하였다. 산업독성학 관점에서 문헌고찰을 수행하였으며, 만성신장질환 위험업종 및 유해인자를 정리하고 추가 연구조사가 필요한 부분을 고찰하였다.

(5) 만성신장질환의 비화학적 직업성 위험인자 : 체계적 문헌고찰

근거중심의학(Evidence based medicine, EBM)의 핵심적 요소인 체계적 문헌고찰은 구체적인 임상 또는 연구의 질문에 대답을 얻기 위해 질 높은 문헌의 근거를 체계적으로 확인, 평가, 합성하는 연구방법론이다. 질문에 대한 정확한 대답이 되는 문헌의 검색은 근거중심의학의 시작점이다. 근거중심의학을 통해 알려진 다양한 방법을 활용하여 문헌 검색을 실시하였으며 검색 전략을 수립하는 과정에서 근거중심의학에 정통한 문헌검색 전문가의 감수 및 검토를 통해 정확한 문헌 검색을 시도하였다.

검색어 선정 전 만성신장질환의 비화학적 직업성 위험인자를 파악하고자 하는 목적으로, 다음과 같은 임상질문을 검색식 제작에 참고하였다.

- “과로, 스트레스, 작업형태, 업무시간 등 직업적 유해요인은 만성신장질환 위험을 높이는가?”
- “과로, 스트레스, 작업형태, 업무시간 등 직업적 유해요인은 만성신장질환을 자연경과이상으로 악화시키는가?”
- 검색식에 따라 PICO접근법을 이용하여 검색식을 세웠으며 검색결과물을 대상으로 문헌고찰을 수행하였다.

2) 만성신장질환의 악화요인 분석을 위한 2차 자료 시범 분석

본 연구는 만성신장질환의 악화요인 분석을 위하여 역학적 연구 모형을 설계하고자 하였으며, 시험분석을 수행하여 해당 연구모형의 타당성을 검증하고자 하였다. 먼저 국민건강영양조사를 통해 장시간노동 및 교대근무로 인한 만성신장질환에 대해 분석하였고, 직종별 만성신장 질환에 대해서도 분석하였다. 그리고 한국의료패널을 이용한 코호트 내 환자-대조군연구(Nested Case-

Control Study)를 수행하여, 교대근무 또는 장시간 근로로 인한 만성신장질환에 대해 분석하고자 하였다.

(1) 국민건강영양조사 분석: 장시간 노동과 만성신장질환

국민건강영양조사는 1995년에 공표된 국민건강증진법 제16조에 근거하여 독립적으로 시행하던 ‘국민영양조사’와 ‘국민건강조사’를 통합한 전국 규모의 건강 및 영양조사이다. 1998년부터 2005년까지 3년 주기 단기조사체제로 운영하였고 2007년 이후 연중조사체제로 개편되어 매년 시행하고 있다. 국민건강영양조사는 조사연도에 따라 제1기(1998), 제2기(2001), 제3기(2005), 제4기(2007-2009), 제5기(2010-2012), 제6기(2013-2015), 제7기(2016-2018)로 구분한다. 국민건강영양조사의 표본추출틀은 표본설계 시점에서 가용한 가장 최근 시점의 인구주택총조사 자료를 사용하며, 이를 통해 목표 모집단인 대한민국에 거주하는 만 1세 이상 국민에 대하여 대표성 있는 표본을 추출할 수 있도록 설계되었다.

먼저 장시간 근로에 따른 만성신장질환에 대해 분석하였다. 본 분석에서 필요한 관심변수인 근로시간, 교대근무와 신사구체여과율, 요단백 등을 통일하여 이용가능한 국민건강영양조사 제4기(2007-2009)의 자료부터 제 7기(2016-2017)까지 총 11개 연도의 자료를 이용하였다. 총 89,630명의 자료 가운데 20세 이상 임금근로자 22,582명을 연구대상으로 선정하였다. 이 중 1주 평균 근로시간, 성별, 교대근무 여부, 직업 분류, 소득 수준, 교육 수준, 흡연, 음주 변수에 결측치가 있는 1,812명을 제외한 20,770명을 분석에 사용하였다.

신사구체여과율(eGFR, estimated glomerular filtration rate)은 modified MDRD(Modification of Diet in Renal Disease) study equation을 이용하여 계산하였다. 이 방법은 처음에 iothalamate 제거율을 기본으로 하여 개발된 공식으로, 표준화된 크레아티닌 측정방법을 사용하면서 지속적으로 발전시켜와 현재 많이 사용하는 공식이다. 계산된 eGFR이 60 미만인 경우 만성신장질환으로

정의하였다.

$$GFR(ml/min/1.73m^2) = 175 \times SCr^{-1.154} \times age^{-0.203} \times (0.742, female) \times (1.21, black)$$

연구대상자의 직업 분류는 1) 관리자, 2) 전문가 및 관련 종사자, 사무종사자, 3) 서비스 및 판매 종사자, 4) 농림어업 숙련 종사자, 5) 기능원, 장치·기계조작 및 조립종사자, 6) 단순노무종사자 등으로 응답하게 되어 있는데, 이 중 1), 2), 3)은 사무직으로, 4), 5), 6)은 비사무직으로 분류하였다. 정상적으로 고정된 낮 시간 근무 외의 교대근무 형태(저녁 근무, 밤 근무, 주야간 규칙적 교대근무, 24시간 교대근무, 분할근무, 불규칙 교대근무 등)는 모두 교대근무를 하는 연구대상자로 분류하였다. 고용형태는 상용직, 임시직, 일용직으로 분류되었다. 흡연 여부는 연구대상자의 응답에 따라 비흡연자, 과거 흡연자, 현재 흡연자로 분류하였으며, 음주 빈도는 최근 1년간 음주빈도에 대하여 비음주자 또는 최근 1년간 전혀 마시지 않음, 월 1회 미만, 월 1회 정도, 월 2~4회, 주 2~3회 정도, 주 4회 이상으로 분류하였다.

최종적인 연구 결과를 분석하기 전에 각 변수들 사이에서 나타나는 1주 평균 근로시간과 eGFR 사이 비선형적 연관성을 탐색하기 위하여, generalized additive model을 이용하여 분석하였다. 만성신장질환 및 단백뇨를 결과변수로 보고, 근로시간 및 교대근무와 연관성을 탐색하기 위하여 Multivariate logistic regression model을 이용하였으며, eGFR과 요중 미세알부민을 결과변수로 보고, 선형적인 연관성을 탐색하기 위하여 Multivariate linear regression model을 이용하였다. 또한 만성신장질환의 주요 원인인 당뇨병과 고혈압 유무에 따라 층화한 분석을 수행하였다. 국민건강영양조사 분석은 대표성을 담보하기 위하여 가중치 및 층화추출, 표본추출을 고려한 분석을 권장함에 따라, 이를 고려하여 연구 분석을 수행하였다. 모든 통계분석은 SAS 9.4(Cary, NC)를 이용하여 수행하였다.

(2) 국민건강영양조사 분석: 교대근무와 만성신장질환

본 분석에서는 교대근무에 따른 만성신장질환의 영향에 대해 국내 연구인 교대근무의 만성신장질환에 대한 연구(Uhm, J. Y 외, 2018)를 추가 분석으로 분석해 보았다. 국민건강영양조사 자료 중 알부민뇨에 대한 변수가 있는 2011-2014년 자료를 이용하여 교대근무와 만성신장질환 사이의 연관성에 대해 분석하였다. 총 32,144명의 자료 중에서 '1) 비취업자 2) 20세 미만 3) 비육체노동근로자, 군인 및 농업 및 어업 숙련근로자 4) 검사 중 임신 중이거나 월경중인 자'를 제외한 3,909명을 연구 대상으로 선정하였다. 이 중 결측치가 있는 경우를 제외하여 최종 3,525명을 대상으로 분석하였다.

만성 신질환은 the Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO) 기준에 따라 사구체여과율(eGFR)이 60mL/min/1.73m² 미만 또는 요 알부민-크레아티닌 비가 30 mg/g이상인 경우로 정의하였다. eGFR은 CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration) creatinine 예측식으로 아래와 같다.

$$GFR(ml/min/1.73m^2) = 175 \times SCr^{-1.154} \times age^{-0.203} \times (0.742, female) \times (1.21, black)$$

교대근무에 따른 만성신장질환의 유병의 차이를 보기 위하여 로지스틱 회귀 분석을 수행하였다. 이 분석에서는 연령을 보정하였다. 또한 고혈압, 당뇨 및 성별 유병여부에 따라 차이가 있을 것으로 고려하여 고혈압, 당뇨 및 성별로 층화하여 분석을 수행하였다. 모든 통계분석은 SAS 9.4(Cary, NC)를 이용하여 수행하였다.

(3) 국민건강영양조사 분석: 직업분류별 만성신장질환

다음으로는 국민건강영양조사를 통해 표준직업분류 대분류별 만성신장질환 위험 확인하였다. 본 분석에서는 직업군별 만성신장질환의 위험도를 확인하고자 하였으며 수검자 직업분류와 신사구체여과율, 요단백 등을 통일하여 이용 가능한 국민건강영양조사 제4기(2007-2009)의 자료부터 제 7기(2016-2017)까지 총 11개 연도의 자료를 이용하였다.

총 89,630명의 자료 중에서 성별, 연령, 직업변수에 결측치가 없는 대상자만을 대상으로 하였다. 이 중 1) 20세 이상 80세 미만 2) 임금근로종사 경력이 있으며, 3) 당뇨, 고혈압, 흡연, 가구총소득 문항에 결측치가 없고, 직업적 노출을 고려해 4) 20세 이전 만성신부전 진단받은 기왕력이 없는 33,327명을 대상으로 하였다. 본 분석에서는 MDRD 공식에 따라 계산된 eGFR이 60 미만이거나 양성(+) 이상의 단백뇨를 보이는 경우를 만성신장질환으로 정의하여 분석하였다.

국민건강영양조사는 수검자의 직업을 청취하고 조사자에 의해 재분류한다. 직업분류 변수는 제6차 개정된 표준직업분류 코드를 이용하였으며, 대분류 코드를 이용한 분류에서는 군인을 포함하여 열 개의 직업분류를 나타낸다. 2007년부터 2017년까지의 자료에서 직업관련 변수는 다음과 같다.

<표 2> 직업관련 변수 항목

코드	변수명	항목세부
EC_occup	(취업자) 표준직업분류 대분류 코드	관리자 전문가 및 관련 종사자 사무종사자 서비스종사자 판매종사자 농림·어업숙련종사자

		기능원 및 관련기능 종사자 장치·기계조작 및 조립 종사자 단순노무종사 군인 88. 비해당 99. 모름, 무응답
EC_lgw_2	(성인) 최장일자리: 표준 직업분류 대분류코드+실업/ 비경제활동상태	1. 관리자 2. 전문가 및 관련 종사자 3. 사무종사자 4. 서비스종사자 5. 판매종사자 6. 농림·어업숙련종사자 7. 기능원 및 관련기능 종사자 8. 장치·기계조작 및 조립 종사자 9. 단순노무종사자 10. 군인 88. 비해당 (19세미만, 실업/비경제활동) 99. 모름, 무응답

흡연 여부는 연구대상자의 응답에 따라 흡연을 한 번도 하지 않은 비흡연자(Never smoker), 일생동안 한 번이라도 흡연을 한 과거력이 있는 흡연자(ex-smoker, current smoker)로 분류하였다. 당뇨의 경우 당뇨진단을 받았거나, 당뇨병 약 복용 또는 인슐린조사 투여중인 경우와 측정된 혈당량이 126이상인 경우를 당뇨로, 100이상 126미만인 경우 공복혈당장애로 정의하였다. 고혈압의 경우 측정된 혈압이 130/80 미만인 경우 정상, 130/80 이상 140/90 미만인 경우 고혈압 전단계, 140/90 이상이거나 고혈압을 진단받은 경우, 약제복용 중인 경우 고혈압으로 정의하였다. 가구총소득은 총 4개분위로 나누어지며, 가장 높은

소득수준을 4분위로 정의한 국민건강영양조사 자료를 사용하였다.

직업분류와 만성신장질환의 연관성을 탐색하기 위하여 먼저 만성신장질환 여부에 따라 일반특성에 대해 카이제곱검정을 수행하였으며, 만성신장질환 및 단백뇨를 결과변수로, 독립변수로 현재종사일자리, 최종일자리를 설정하여 로지스틱 회귀분석을 수행하였다. 만성신장질환 유병의 연령효과를 고려하여 연령표준화 유병비(age-standardized prevalence ratio, SPR)를 계산하였다. 국민건강영양조사 제4기부터 제 7기(2007-2017)에 참여한 경제활동인구를 표준인구로 선정하였으며, 간접법으로 현재종사일자리별 만성신장질환 연령 표준화 유병비를 계산하였다.

(4) 한국의료패널 분석

한국의료패널을 이용한 코호트내 환자-대조군연구(Nested Case-Control Study)를 수행하여 교대근무 또는 장시간 근로로 인한 만성신장질환에 대해 분석해 보았다. 한국의료패널 조사는 의료이용형태와 의료비 지출 규모에 관한 정보뿐만 아니라 의료이용 및 의료비 지출에 영향을 미치는 요인들을 포괄적, 심층적으로 분석 할 수 있는 패널 데이터를 구축하는데 주요 목적을 두고 조사 중인 전국 규모의 조사이다.

한국의료패널 자료 중 교대근무 및 장시간근로에 대한 설문이 있는 2011년~2014년 자료와 만성 신장 질환 발생환자(incident case) 정의를 위해 2008년~2014년 질병 진단 자료를 활용하여 장시간근로, 교대근무와 만성신장질환 사이의 연관성에 대하여 분석해 보았다. 한국의료패널은 구체적인 진단코드가 제공된다. 2012년 이전에는 조사원에 의해 한국의료패널 조사에서 별도로 마련한 질병분류표에 맞춰 분류되었고, 2012년 이후에는 조사 질환명과 조사원의 질병분류결과를 참고하고, 의무기록사에 의해 재분류하여 한국표준질병사인분류(KCD-6)의 소분류(3단위 분류)를 적용하였다. 이에 대해 한국의료패널에서는 변환자료를 제공함에 따라, 이를 이용하여 만성신장질환에 대한 상병을 확

인하였다. 2011년~2014년 한국의료패널 취업자를 대상으로 환자군은 2008년~2010년 신부전을 진단받지 않았고 2011년 이후 첫 신부전을 진단받은 발생 환자(incident case)로 정의하였고, 대조군은 2008년~2010년 신부전을 진단받지 않은 자 중에서 환자군과 성별, 연령에 따라 1:4 개별 매칭을 시행하였다. 노출은 장시간근로 및 교대근무는 첫 신부전 진단받은 해의 장시간 근무 또는 교대근무 여부에 따라 정의하였다. 이는 매칭된 자료임에 따라, 맥네마 검정(McNemar's test) 검정 및 컨디셔널 로지스틱(Conditional logistic) 분석을 수행하였다. 모든 통계분석은 SAS 9.4(Cary, NC)를 이용하여 수행하였다.

3) 근로자 코호트에서 업종별 만성신장질환 유병률과 발생률 분석

(1) 자료원

근로자 집단에서 만성신장질환의 규모 및 업종별 분포를 분석하기 위해 안전보건공단(이하 안전공단)의 특수건강검진DB와 고용정보원의 고용보험DB, 국민건강보험공단의 DB를 연계한 자료를 이용하여 역학적 연구 모형을 설계하고 시범 분석을 수행하였다. 해당 자료는 산업안전보건연구원(이하 산업안전연구원)에서 직업성 질환의 연구를 위해 “2018년 빅데이터를 활용한 직업성 질환 코호트 구축”을 통해 구축한 코호트 자료로 2002-2017년 사이에 한 번이라도 특수건강검진을 수검하여 DB에 등록된 모든 사람들과 2003-2005년 사이 고용보험에 가입이력이 있는 사람들을 대상으로 대상자의 특수건강검진 정보 및 고용보험 가입 정보를 국민건강보험DB와 연계한 자료이다. 이 자료에 포함된 총 대상자 수는 10,557,556 명이며, 이 중 특수건강검진 수검 이력이 있는 대상자는 약 4,385,526 명이다.

대상자는 첫 특수건강검진 수검일자 또는 2003-2005년 사이 고용보험 가입일자 중 빠른 날짜부터 코호트에 입적되어, 2002.1.1.~2017.12.31.사이의 모든 의료이용기록이 추적되었다.

(2) 분석 목적

본 시범분석의 목적은 만성신장질환 관련 국내의 역학적 데이터가 절대적으로 부족한 상황에서 활용 가능한 2차 데이터를 연계 및 분석하여 근로자 집단에서 만성신장질환의 규모를 파악하고 특정 업종이나 근로환경에서 만성신장질환의 위험 요인이 있는지 탐색적으로 접근하는데 있다.

이번 시범분석에서는 기 구축된 직업성 질환 코호트를 이용하여 2002-2017년 특수건강검진 수검자들 및 2003-2005년 고용보험 가입자를 대상으로 만성신장질환의 업종별 발생률, 유병률을 분석하여 만성신장질환이 많이 발생한 업종을 파악하고 현재 시점에 각 업종별 만성신장질환의 규모를 파악하고자 하였

으며 구체적인 목적은 아래와 같다.

- ① 국민건강보험공단 DB에서 질병분류코드 및 진료과, 산정특례코드 등의 정보를 조합하여 가장 타당성이 높은 만성신장질환 식별 기준을 수립한다.
- ② 업종별로 만성신장질환의 유병률을 분석한다.
- ③ 업종별로 만성신장질환의 발생률을 분석한다.

(3) 결과 변수 정의

국민건강보험공단 DB로부터 만성신장질환 환자를 식별하기 위해 질병분류코드를 중심으로 진료과 및 산정특례코드 등 추가적 정보를 조합하여 환자군 식별 기준을 마련하였다.

만성신장질환의 질병분류코드는 N18 및 그 하위코드로서, 2011년부터 적용된 KCD-6차 개정부터 5단계 stage로 나뉘고, 2010년 이전에는 만성(N18), 말기(N18.0), 기타(N18.8), 상세불명(N18.9)으로만 구분되어 등록되었다. 이에 이 질병분류코드를 이용하여 국민건강보험공단 DB 상의 만성신장질환의 유병률을 분석하였으나 알려진 규모에 비하여 매우 적은 수가 추정되었다. 이는 의료기관에서 만성신장질환에 해당하는 환자들을 N18 및 하위코드로만 등록하는 것이 아니라 신장질환 관련 여러 상병명으로 기재하기 때문이다. 이에 이 연구에서는 신장내과 전문의의 자문을 받아 만성신장질환 관련 모든 질병분류코드를 추출하고 질환의 기준을 6가지로 정의하여 발생률과 유병률을 계산하였다. 신장관련 질환 중 만성신장병의 가능성이 있는 모든 코드들을 고려하되, 유전성 신장병증 및 임신, 출산 관련 신장병의 질병분류코드는 제외하였다.

이렇게 분류된 만성신장질환의 6가지 기준은 표 3과 같다.

<표 3> 국민건강보험공단 DB에서 만성신장질환 식별 기준

기준	세부 분류	질병분류코드
1. 만성신장병 (CKD1)*	만성신장병 STAGE 1~5 또는 상세불명의 만성신장병	N18 및 하위코드 (N18.1, N18.2, N18.3, N18.4, N18.5, N18.9)
2. 당뇨병 관련 신장질환 (CKD_DM)*	신장합병증 동반한 1형 당뇨병	E10.2 및 하위코드 (E10.20, E10.21, E10.22, E10.28)
	신장합병증 동반한 2형 당뇨병	E11.2 및 하위코드 (E11.20, E11.21, E11.22, E11.28)
	신장합병증 동반한 영양실조 관련 당뇨병	E12.2 및 하위코드 (E12.20, E12.21, E12.22, E12.28)
	신장합병증 동반한 기타명시된 당뇨병	E13.2 및 하위코드 (E13.20, E13.21, E13.22, E13.28)
	신장합병증 동반한 상세불명의 당뇨병	E14.2 및 하위코드 (E14.20, E14.21, E14.22, E14.28)
3. 고혈압 관련 신장질환 (CKD_HTN)*	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
4. ESRD (CKD_ESRD)*	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, Y60.2, Y61.2, Y62.2, Y84.1, Z84.1, Z90.5, Z94.0, Z99.2
	산정특레코드 중 신장이식 또는 투석관련 코드	V001, V003, V005, V084

기준	세부 분류	질병분류코드
5. 그 외 만성 신장질환 관련 질환 (CKD_ELSE)*	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
	방광요관역류 관련	N13.2, N13.70, N13.71, N13.72
	약물 및 중금속 유발 신장병 증	N14.0, N14.1, N14.2, N14.3, N14.4
	기타 신장병증	N15.0, N15.1
	신장 및 요관의 결석	N20.0, N20, N20.2, N20.9,
	세뇨관 기능 손상 장애 상세불명의 신장위축	N25, 26 및 하위코드
	신장 기능검사의 이상결과	R94.4
	사구체 질환	N01-N08 및 하위코드
	상세불명의 신부전	N19 및 하위코드

기준	세부 분류	질병분류코드
	내과에서 진단한 혈뇨	내과 진단 + N02 및 하위코드 R31 및 하위코드
	내과에서 진단한 단백뇨	내과 진단 + N06 및 하위코드 N39.1, N39.2 D51.1 R80, R80.1
	내과에서 진단한 남성관련 신장질환	N28 및 하위코드 Q61 및 하위코드
6. 상기 기준 1-5 모두 포함 (CKD_ALL)*		기준 1 - 기준 5 에 한 번이라도 해당하는 모든 경우

* 분석 결과 기술시 기준 간 원활한 구분을 위해 괄호 안의 약어를 사용함.

4) 향후 연구 설계 방안 토의 및 자문

검토된 문헌조사결과와 시범분석 결과를 바탕으로 연구진 토의를 진행하여 적절한 직업성 만성신장질환 위험 평가를 위한 연구 설계 방안을 검토하였다. 그 후, 두 차례에 걸쳐 신장내과 전문의, 산업위생전문가와 자문회의를 하였고, 그 자문내용을 다시 향후 연구 설계 방향에 반영하였다. 주요한 논의 및 자문 내용은 다음의 내용을 포함하였다.

- 고위험 업종별 세부 조사대상의 유발물질, 공정, 조사항목 검토
- 만성신장질환의 위험인자의 노출평가의 타당도, 신뢰도를 담보할 수 있

는 적절한 조사도구 검토

- 노출 가능성, 상대적인 노출수준, 노출에 대한 확신 등에 대한 종합적 평가가 가능하도록 평가틀을 마련
- 후속 연구의 우선순위 및 실행가능성 평가
- 우선순위를 고려한 중점 가설 설정, 중요도 및 적절성 평가

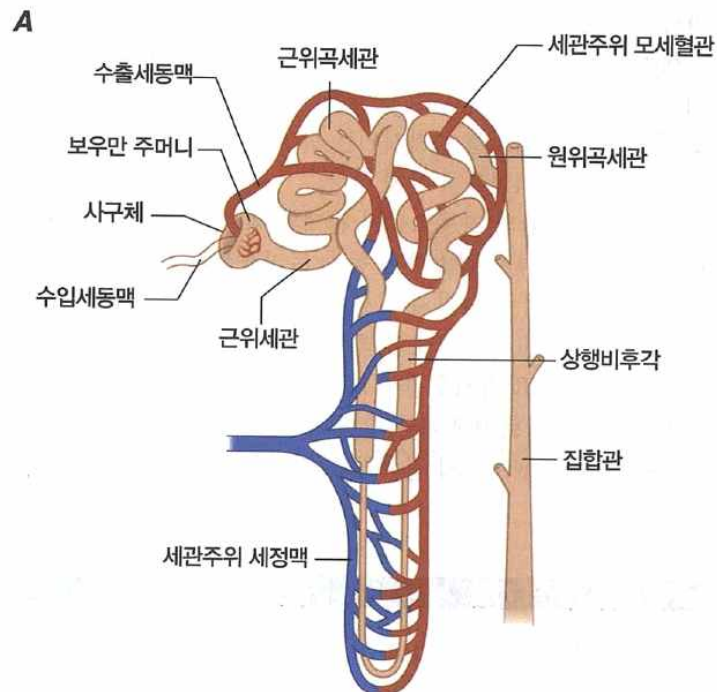
III. 연구 결과

1. 만성신장질환의 질병리뷰 및 직업성 위험인자 검토

1) 만성신장질환 질병리뷰

(1) 신장의 해부학적 구조 및 생리

신장의 해부학적 구조는 아래 [그림 4]와 같다.



[그림 4] 신장의 해부학적 구조

각 신장단위는 태생학적으로 발달하는 동안 근위세관, 헨레 고리 하행각과 상행각, 원위세관, 집합관으로 분할된다. 이런 전형적인 세관 분절들은 국소 생리작용을 제공하는 매우 독특한 상피세포가 배열된 하부분절로 형성되어 있다. 모든 신장단위는 같은 조직 구성요소를 가지고 있으나, 신장에서 위치에 따라 두 가지 형태가 있다. 대부분의 신장단위는 사구체가 피질의 중간외측에 위치하고 있다. 소수의 신장단위는 사구체가 피질과 외수질의 경계에 위치하는 수질근접부위에 위치한다. 피질의 신장단위들은 짧은 헨레 고리를 가지고 있는 반면, 수질의 신장단위는 긴 헨레 고리를 가지고 있다. 이러한 구조는 혈액 공급에 있어서도 매우 중요한 차이를 지닌다. 피질의 신장단위를 둘러싸는 세관 주위 모세혈관들은 인접한 신장단위 사이에서 공유되지만, 수질근접부위 신장단위들은 곧은 혈관(vasa recta)이라 불리는 개개의 모세혈관에 의존한다. 피질에 신장단위의 대다수가 있고, 수입세동맥이 각각의 수출세동맥보다 크기 때문에 피질 신장단위는 대부분의 사구체 여과를 담당한다. 긴 헨레 고리를 가진 수질근접부위 신장단위는 오줌을 농축시키기 위해 고삼투질 농도 기울기를 생성한다. 다양한 세관사이의 이런 독특한 상피세포들이 발달지시과정에서 어떻게 분화되는지는 여전히 알려지지 않고 있다.

심박출량의 약 20% 또는 분당 1,000mL의 혈류가 정상적으로 신장으로 들어간다. 혈액은 수입세동맥을 통해 사구체모세혈관으로 도달하고, 거기서 대량의 체액과 용질이 세관액 형성을 위해 걸러진다. 사구체모세혈관의 원위부 말단은 수출세동맥의 형태로 응집되고, 세관들에 둘러싸인 이차 모세혈관 상의 첫 분절로 이어진다. 따라서 신장단위는 수출세동맥에 의해 분리되는 두 개의 모세혈관계를 가지게 되고, 수출세동맥은 두 모세혈관계 사이에서 정수압을 조절한다. 원위 모세혈관들은 작은 정맥가지들에 흘러들어가고 더 큰 정맥으로 응집되며 결국 신장 정맥을 형성한다.

사구체모세혈관 벽을 따라서 발생하는 정수압 차이는 사구체 여과에 있어서 주요한 원동력이다. 모세혈관 안에서 여과되지 못한 혈장단백질의 농도에

의해 결정되는 삼투압은 부분적으로 정수압 차이를 상쇄시키고 여과를 방해한다. 삼투압이 사구체모세혈관의 길이에 따라 증가하므로 여과의 힘은 수출세동맥에 도달할 때 영점으로 떨어진다. 콩팥혈장류량의 약 20%가 보우만 공간에서 여과되고 콩팥혈장류량에 대한 사구체여과율(glomerular filtration rate, GFR)의 비가 여과분율을 결정한다. 대부분 혈액학적인 것이지만 몇 가지 요소들이 생리적 상태 하에서 여과 조절에 기여한다.

요세관사구체되먹임은 수입세동맥의 혈관수축 또는 이완반사에 의해 여과율과 세관 유량을 변화시킨다. 치밀반점(macula densa)이라 불리는 용질농도와 세관 유량을 감지하는 역할을 하는 헨레 고리의 상행비후각안에 특수화된 세포에 의해 요세관사구체되먹임이 조절된다. 부적절하게 여과율이 높아서 세관 유량이 증가되어 치밀반점에 용질이 많이 전달되면 수입 세동맥이 혈관수축을 일으켜 사구체여과율이 정상으로 돌아온다. 치밀반점에서 나오는 수용성 신호전달 물질의 하나는 아데노신 삼인산효소(Adenosine Tri-Phosphate, ATP)이고, NaCl 재흡수가 증가되는 동안 세포에서 분비된다. ATP는 세포 외 공간에서 대사되어 아데노신을 생성하고 수입세동맥을 수축시킨다. 여과율이 떨어지는 상태에서는 치밀반점으로 용질 전달이 감소하고, 요세관사구체되먹임 반응이 약해져서 수입세동맥이 이완되고 사구체 여과율이 정상 수준으로 돌아온다. 안지오텐신 II와 활성산소는 요세관사구체되먹임을 증가시키는 반면에, 산화질소(nitric oxide)는 요세관사구체되먹임을 무디게 한다. 사구체 여과율의 자동조절에 관계된 세 번째 요소는 안지오텐신II 이다. 신장 혈류가 감소하는 동안 토리결장기에 위치하는 치밀반점 근처에 수입세동맥 벽안의 과립세포에서 레닌이 분비된다. 단백질 분해 효소인 레닌은 안지오텐시노겐을 안지오텐신 I으로 전환시키고, 안지오텐신 I은 안지오텐신전환효소(angiotensin-converting enzyme, ACE)에 의해 안지오텐신 II로 변환된다. 안지오텐신 II는 수출세동맥을 수축시켜 사구체 정수압을 높임으로써, 여과를 정상수준으로 증가시킨다.

(2) 만성신장질환의 정의 및 단계(staging)

만성신장질환의 정의는 미국신장재단(National Kidney Foundation, NKF)의 정의가 널리 이용되고 있으며 ‘신장 구조 또는 기능 이상이 3개월 이상 지속되는 경우’로 기준은 다음과 같다.

<표 4> 만성신장질환의 기준 (3개월 이상 다음 중 하나가 존재할 경우)

신손상의 표지자 (한 개 이상)	알부민뇨증
	요침사 검사이상
	세뇨관 질환으로 인한 전해질 등 이상
	병리검사에 의해 확인된 이상
	영상에 의해 확인된 구조적 이상
	신 이식의 병력
감소된 사구체여과율 (GFR)	사구체여과율 < 60 ml/min/1.73m ²

지속적으로 진행하며 심뇌혈관질환의 위험을 증가시키고 콩팥기능상실에 따른 여러 가지 합병증을 동반하는 질환이다. 만성신장질환은 원인과 병리학적 소견이 다양하나 임상적으로 단백뇨 검출을 위한 소변검사와 사구체여과율 추정을 위한 혈액검사를 통해 비교적 간단하게 확인할 수 있다. 또한, 복부초음파 같은 영상의학적 검사를 통한 형태학적 손상 여부를 확인해야 한다.

환자의 진단 및 치료를 위해 추정 사구체여과율에 따라 만성신장질환의 병기를 1기(stage 1)부터 5기(stage 5)까지 나누고 있고, 이 중 만성신장질환(Chronic kidney disease, CKD)은 3~5기, 말기신부전(End stage renal disease, ESRD)은 5기에 해당한다.

<표 5> 만성신장질환에서 사구체여과율(GFR) 분류

사구체여과율 분류	사구체여과율 (ml/min/1.73m ²)	의미
G1	≥90	Normal or high
G2	60-89	Mildly decreased
G3a	45-59	Mildly to moderately decreased
G3b	30-44	Moderately to severely decreased
G4	15-29	Severely decreased
G5	<15	Kidney failure

<표 6> 만성신장질환에서 알부민뇨(albuminuria) 분류

분 류	알부민배설률 (albumin excretion rate, AER; mg/24 hours)	알부민 크레아티닌 비율 (albumin-to-creatinine ratio, ACR)		의미
		(mg/mmol)	(mg/g)	
A1	<30	≥90		Normal to mildly increased
A2	30-300	60-89		Moderately increased
A3	>300	45-59		Severely increased

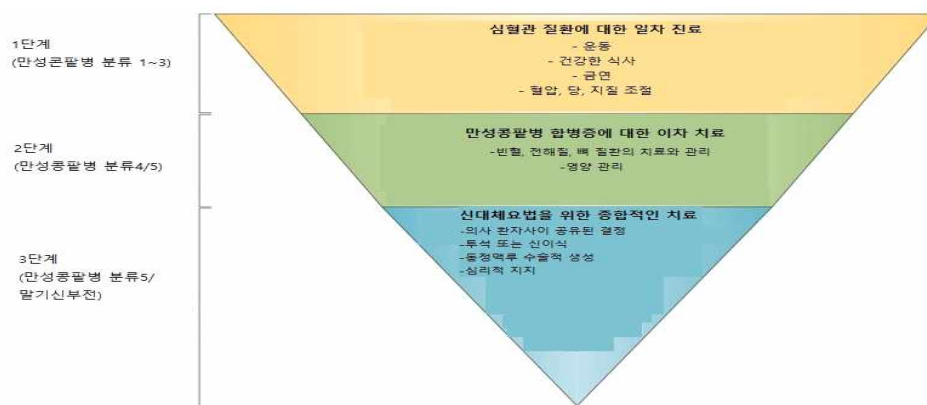
Prognosis of CKD by GFR and albuminuria category

Prognosis of CKD by GFR and Albuminuria Categories: KDIGO 2012

				Persistent albuminuria categories Description and range		
				A1	A2	A3
				Normal to mildly increased	Moderately increased	Severely increased
				<30 mg/g <3 mg/mmol	30-300 mg/g 3-30 mg/mmol	>300 mg/g >30 mg/mmol
GFR categories (ml/min/1.73 m ²) Description and range	G1	Normal or high	≥90			
	G2	Mildly decreased	60-89			
	G3a	Mildly to moderately decreased	45-59			
	G3b	Moderately to severely decreased	30-44			
	G4	Severely decreased	15-29			
	G5	Kidney failure	<15			

Green: low risk (if no other markers of kidney disease, no CKD); Yellow: moderately increased risk;
Orange: high risk; Red, very high risk.

[그림 5] 사구체여과율과 알부민뇨에 따른 만성신장질환의 예후



[그림 6] 바그너 만성 치료 모델(The Wagner chronic care model), 만성신장질환의 일반적인 치료 전략의 3단계

(3) 원인질환과 역학

인구 통계에 따르면 미국 성인 인구의 6% 이상이 1단계와 2단계에서 만성신장질환을 가진 것으로 추정된다. 미국 인구의 4.5%가 추가로 3단계와 4단계 만성신장질환을 가지고 있는 것으로 추정된다.

<표 7> 만성신장질환 원인의 주요 분류

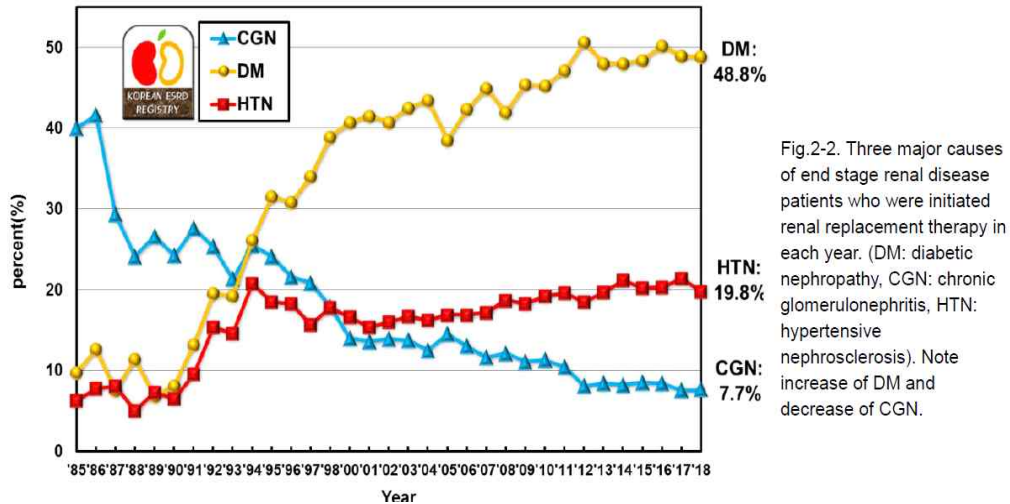
- 당뇨병성 신질환
- 사구체 신염
- 고혈압 관련 만성신장질환
- 상염색체 우성 다낭성 신증
- 그 외 낭성 신질환 및 요세관사이질 신질환

전 세계 만성신장질환의 원인으로 90% 이상을 차지하는 것이 <표 7>의 5개 질환이다. 각 범주의 상대적 기여도는 지리적 지역마다 다르다. 북미 및 유럽에서 만성신장질환의 가장 많은 원인은 당뇨병성 신질환(대부분 2형 당뇨의 이차성)이다.

2014년 국민건강영양조사 결과 우리나라의 만성신장질환의 유병률(만 30세 이상, 사구체여과율(MDRD-GFR)이 $60\text{mL}/\text{min}/1.73\text{m}^2$ 미만인 분율)은 전체 3.3%, 남자 3.5%, 여자 3.1%였다. 1986년부터 시작한 대한신장학회의 말기신부전환자 등록사업에 등록된 신대체요법 환자 수는 1986년 2,534명, 1996년 18,072명, 2006년 46,730명으로 20년 사이에 20배 가까이 증가하였으며, 2018년에는 103,984명으로 지속적으로 증가하고 있다.

국내 만성신장질환의 주요 원인은 [그림 7]과 같이 시간에 따라 변화되어 왔다. 조사가 처음 시작된 80년대에는 만성 사구체 신염이 주요한 원인이었으나, 이러한 양상은 계속 변화하여 가장 최근 조사인 2018년 자료에는 당뇨병성 신

증(48.8%), 고혈압성 신증(19.8%), 만성 사구체 신염(7.7%) 순으로 나타났다.



[그림 7] 국내 말기 신부전으로 신대체요법을 시작한 환자들의 원인 질환

(4) 위험요인

위험인자에는 부당경량아(SGA; Small for Gestational Age, small for gestation birth weight), 소아비만, 고혈압, 당뇨, 자가면역질환, 고령, 아프리카인, 신장 질환 가족력, 이전 신부전의 기왕력과 단백뇨, 소변검사이상, 또는 요로의 구조적 이상 등이 포함된다.

유전학적 연구에서 많은 위치의 DNA 서열변화가 만성신장질환의 발생과 연관이 있다고 밝혀지고 있다. 아프리카계 미국인과 히스패닉계 미국인을 대상으로 한 연구에서 서아프리카 인구의 APOL1 유전자는 특정 질환(예; 초점성 분절성 사구체 경화증)에 의한 만성신장질환의 발생에 영향을 준다고 관찰되었다. 열대성 기후의 병원균에 대한 이러한 유전적 변화 때문에, 서아프리카 인구의 이환율은 진화적인 기반을 가지고 있다.

(5) 요독증(uremia)의 병태생리 및 생화학

요독 증후군(uremic syndrome) 병태생리는 3가지 기능장애와 연관되며 여기에는 ‘(1) 단백대사를 포함한 정상 신장으로 배설되던 독소들의 축적, (2) 신기능 손실에 의한 수분과 전해질 항상성, 호르몬 조절 장애, (3) 진행성 전신성 염증과 그로 인한 혈관과 영양학적 결과’가 포함된다.

혈청 요소와 크레아티닌이 신장의 배설능력을 측정하는 데 사용되지만, 이 두 물질의 축적이 진행된 신부전에서 나타나는 요독증후군의 증상이나 징후의 원인이 되지는 않는다. 신부전시에 축적되는 수 백 가지의 독소들이 요독 증후군을 일으키는 것으로 알려져 있으며 이들은 수용성, 비수용성, 단백결합성, 이온성, 비이온성 물질들을 포함한다. 질소함유 노폐물들의 다른 범주에는 구아나이드 복합물, 요산염, 마노산(hippurates), 핵산 최종대사산물, 폴리아민, 마이오이노시톨, 페놀, 벤젠산과 인돌 등이 포함된다.

500~1500달톤(중간분자, middle molecules)의 분자량을 가진 질소 화합 물질들 역시 유병률과 사망률에 영향을 준다. 혈청 요소와 크레아티닌 농도가 측정되지만 이 물질은 불완전하며, 손상된 신기능으로 인한 요독증을 지나치게 단순화하여 보여주는 경향이 있다.

요독 증후군과 진행된 신기능 저하로 나타나는 상태는 신장의 배설능력 부전 이상의 의미를 내포한다. 신장에서의 대사 및 내분비기능 장애가 발생하여 빈혈, 영양실조, 탄수화물, 지방 및 단백질대사의 장애가 일어난다.

또한 부갑상선 호르몬, FGF-23, 인슐린, 글루카곤, 성호르몬과 비타민 D와 같은 스테로이드 호르몬, 프로락틴 등 다양한 호르몬의 혈중농도가 신기능 저하에 따른 요 정체(retention), 대사 저하, 또는 비정상적 조절에 의하여 변화한다. 마지막으로 점진적인 신기능 저하는 전신적 염증반응의 증가를 일으킨다. 다른 급성 반응물질과 함께 C-활성 단백질 (C-reactive protein, CRP)의 상승이 관찰되며, 음성 급성반응 물질(negative acute-phase reactants)로 알려져 있

는 알부민(albumin)과 페투인(fetuin)은 신장기능 저하와 함께 감소한다.

따라서 만성신장질환과 관련된 염증은 영양실조-염증-동맥경화/석회화 증후군(malnutrition-inflammation-atherosclerosis/calcification syndrome)을 일으키며, 이는 진행성 신질환(advanced kidney disease)에서 혈관질환(vascular disease)과 동반질환의 악화를 일으키게 된다.

(6) 증상 및 경과

만성신장질환 1, 2기에는 사구체여과율 감소에 의한 증상은 보통 나타나지 않는다. 그러나 기저 신질환 자체에 의한 증상이 나타날 수 있는데, 신증후군에서는 부종과 같은 증상이 다낭성 신질환과 일부 사구체 신염 및 다양한 원인에 의한 신 실질과 혈관 손상에 의한 질환 시 이차적으로 발생하는 고혈압 징후가 사구체여과율이 잘 유지되어도 나타날 수 있다. 사구체여과율이 감소하여 3, 4기에 이르면 만성신장질환의 임상증상과 검사실 결과로 나타나는 합병증들이 점진적으로 뚜렷하게 나타나게 된다. 이 시기에는 모든 기관이 영향을 받게 되며 특히 빈혈과 피로증(식욕 감퇴와 동반된 점진적인 영양상태의 장애), 칼슘과 인 및 1,25(OH)₂D₃ (calcitriol), 부갑상선 호르몬(parathyroid hormone, PTH), FGF-23 (fibroblast growth factor 23)과 같은 무기염 조절 호르몬이상(나트륨, 칼륨, 수분 및 산-염기장애) 등 합병증이 발생하게 된다.

만성 콩팥병 5기로 진행하면 환자들은 일상생활 활동, 신체적 안정감, 영양상태, 수분과 전해질 항상성 등에 장애를 유발할 수 있는 독소가 축적되어 요독 증상이 나타난다. 이 상태가 되면 신대체요법(투석이나 이식)을 받지 않고는 사망에 이르게 된다.

가) 당뇨병성 신증

말기신부전의 주요한 원인이며, 당뇨병과 관련된 이환율과 사망률의 주요 원인이다. 당뇨병 환자에서의 단백뇨의 발생은 생존율을 감소시키고, 심혈관계 질

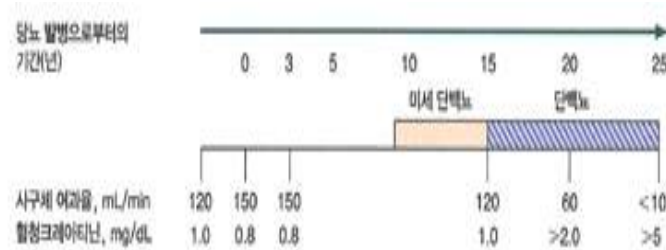
환의 위험을 높인다. 당뇨병성 신증환자는 거의 대부분 당뇨병성 망막증을 동반한다.

다른 미세혈관 합병증(당뇨병성 신경병증, 당뇨망성 막병증)과 마찬가지로 당뇨병성 신증도 만성 고혈당과 관계가 있다. 말기 신부전을 일으키는 만성 고혈당에 대한 기전은 완전히 알려져 있지 않으나, 다음과 같은 가설에 의해 발생할 것으로 생각하고 있다.

- 수용성 인자(성장인자, 안지오텐신 II, endothelin, AGEs)의 영향
- 신장 미세순환계의 혈류 역동적 변화(사구체여과율의 증가사구체 모세혈관 내 압력증가)
- 사구체 내의 구조적 변화(세포외 기질의 증가, 기질막의 비후, 사구체간질(mesangial)의 확장 및 섬유화)

이러한 작용의 일부는 안지오텐신 II 수용체를 통해 일어난다고 알려져 있고, 흡연은 신장기능의 저하를 더욱 가속화시킨다. 단지 20~40%의 당뇨병 환자만이 당뇨병성신증이 발생하는데 추가적인 감수성 인자는 밝혀지지 않았다. 한 가지 알려진 위험인자는 당뇨병성 신증의 가족력이다.

당뇨병성 신증의 자연경과는 어느 정도 예측 가능한 경과에 따르며, 이는 제1형 당뇨병환자에서 이미 알려져 있고 제2형 당뇨병 환자에서도 비슷하게 일어난다. 당뇨병의 첫 5년간은 사구체 기저막이 두꺼워지고 사구체가 비대해지며, 사구체간질의 용적의 팽창이 되면서 사구체여과율은 정상으로 돌아간다. 제1형 당뇨병 발병 5-10년 후 많은 이들은 소변에서 알부민을 소량 배출하기 시작한다. 미국 당뇨병 학회(American Diabetes Association, ADA)는 더 이상 미세알부민뇨(microalbuminuria) 또는 다량 알부민뇨(macroalbuminuria)라는 용어를 사용하지 않고, 대신에 단백뇨 배설 증가를 나타내기 위해 알부민뇨(albuminuria; spot urinary albumin-to-creatinine ratio(UACR) >30 mg/g Cr)라는 용어를 사용한다.



[그림 8] 당뇨병성 신증 발생의 시간에 따른 경과

당뇨병성 신장 질환은 알부민뇨 및 사구체여과율(GFR) 감소(60mL/min/1.73m^2)를 의미한다. 일단 알부민뇨가 나타나고 사구체여과율(GFR)이 감소하면 병리학적 변화는 돌이킬 수 없게 된다.

제2형 당뇨병에서 나타나는 신증은 제1형 당뇨병에서의 신증과 아래의 측면들이 다르다. (1) 제2형 당뇨병은 진단을 받을 때에 미세 단백뇨나 명백한 단백뇨가 동반될 수 있으며, 이는 무증상의 고혈당이 오래 전부터 있었을 가능성을 반영한다. (2) 제2형 당뇨병에서 고혈압은 미세 단백뇨 혹은 명백한 단백뇨와 흔히 함께 나타난다. (3) 제2형 당뇨병에서 미세 단백뇨는 당뇨병성 신증 혹은 명백한 단백뇨로의 진행을 예측하는 가치가 덜하다. 또한 제2형 당뇨병에서 알부민뇨는 당뇨병과 관련되지 않은 기타의 질환 즉 고혈압, 울혈성 심부전, 전립선 질환 또는 감염 같은 이차적인 요소에 의해 생길 수 있다.

당뇨병성 신증의 최적의 치료는 혈당조절을 통한 예방이다. 포괄적인 당뇨병 관리의 한 부분으로서 알부민뇨는 초기에 발견하여 효과적인 치료가 시작되도록 해야 한다.

당뇨병성 신증에 대한 최적의 치료법은 혈당 조절에 의한 예방이다. 알부민뇨 진행을 늦추는데 효과적인 개입은 (1) 개선된 혈당 조절, (2) 엄격한 혈압 조절, (3) ACE 억제제 또는 ARB의 투여를 포함한다. 이상지혈증도 치료해야 한다.

나) 고혈압성 만성신장질환 (고혈압과 동반된 혈관성 및 허혈성 신경색과 일차성 사구체질환을 포함)

신장질환은 고혈압의 중요한 원인이자 결과이다. 실제로 신장의 모든 질환들은 고혈압을 유발하고, 신장질환은 이차성 고혈압의 가장 많은 원인이다. 신장 관련 고혈압의 기전은 나트륨 배출의 능력 저하, 부피에 비하여 과도한 레닌의 분비 그리고 교감 신경계의 과도한 항진으로 볼 수 있다.

반대로, 고혈압은 신손상과 말기신부전의 위험인자이다. 혈압이 높아짐에 따른 위험도의 증가는 정상 혈압 이상의 혈압의 전 범위에서 단계적이며 연속적으로 나타난다. 신장에 대한 위험도는 이완기 혈압보다는 수축기 혈압과 더 연관이 있는 것으로 보이며, 흑인이 백인보다 모든 혈압 레벨에서 말기신부전이 생길 위험성이 더 높다.

신장에서의 죽상동맥경화성 고혈압 연관 혈관 질환은 사구체 이전 세동맥에 일차적으로 영향을 미치는데, 그 결과 사구체와 사구체 이후 구조물에 허혈성 변화가 생긴다. 사구체 손상은 또한 사구체와 과관류로 인한 사구체 모세혈관의 직접적 손상의 결과일 수도 있다. 신장 손상과 관련된 고혈압 연구들, 우선 동물 실험에서 들세동맥(afferent arteriole)에서 신혈류량의 자동 조절 능력 저하에 따라 시구체로 보호되지 않은 채 많은 혈류가 지나가게 되고 과여과, 과증식, 결과적으로 초점 국소적 사구체 경화(focal segmental glomerular scleroses)가 발생한다. 신장의 손상이 진행됨에 따라 신혈류량과 사구체 여과 속도의 자동 조절능을 상실하게 되고, 결과적으로 낮은 혈압으로도 신장에 손상을 가져오게 되며 혈압의 조그만 변화로도 큰 신손상을 초래하게 된다. 그 결과 신손상과 네프론 상실의 악순환을 하게 되며 더 심한 고혈압, 사구체의 과여과, 신손상을 초래하게 된다. 사구체의 병변은 사구체경화로 진행하여 결국에는 신장의 세관 또한 허혈 되어 점차 위축된다. 신장의 병변은 때로는 사구체까지도 침범하는 들세동맥의 섬유소성 괴사를 포함한 악성 고혈압과 연관이 있고, 사구체 문치의 국소적 괴사를 초래할 수도 있다.

임상적으로, 고알부민뇨증 (macroalbuminuria; a random urine albumin/creatinine ratio >300 mg/g) 혹은 저알부민뇨증 (microalbuminuria; a random urine albumin/creatinine ratio 30~300 mg/g)은 신손상의 초기 표지자이다. 이러한 것들은 또한 신질환의 진행과 심혈관계 질환에도 위험인자이다.

다) 사구체 신염 (Glomerulonephritis)

거의 모든 유형의 급성 사구체 신염(acute GN)은 만성 사구체 신염(chronic GN)으로 진행되는 경향이 있다. 이 상태는 비가역적이고 진행성 사구체 (glomerular) 및 세뇨관간질성(tubulointerstitial) 섬유증을 특징으로 하며, 사구체여과율(GFR) 감소 및 요독(uremic toxin)의 잔류를 유발한다. 질병 진행이 치료로 중단되지 않으면, 만성신장질환(CKD), 말기신부전(ESRD) 및 심혈관 질환이 유발된다. 만성 사구체 신염의 만성신부전(CKD)의 3번째 주요 원인이며, 투석 환자의 약 10%를 차지한다 (한국 2018년 7.7% 대한신장학회. 우리나라 신대체 요법의 현황. 대한신장학회지, 2019).

급성 사구체 신염에서 만성 사구체 신염으로의 진행은 상태의 원인에 따라 상당한 정도에 따라 다양하다.

<표 8> 사구체 신염 진단명에 따른 만성신장질환 혹은 말기신부전으로의 이행 확률

진단명	만성신장질환 혹은 말기신부전(ESRD) 진행
RPGN	몇주 혹은 몇 달안에 90%
FSGN	10년 이내 약80%
Membranous nephropathy	10년 이내 약20-30%
IgAN	10년 이내 약10%
PSGN	대부분 완전회복. 약1-2%

사구체 질환은 다음 다섯 가지 임상 양상으로 나타날 수 있다.

① 무증상 소변이상 (단백뇨 혹은 혈뇨)

무증상혈뇨(asymtomatic hematuria)의 원인이 사구체인 경우 가능성이 높은 질환은 IgA 신염, 얇은 사구체기저막병(thin membrane disease) 등이며 사구체 질환 외에 혈관성(vascular), 낭성(cystic), 요세관사이질질환(tubulointersitial disease) 등의 신장질환과 비뇨기과 질환(전립선비대증(BPH), 요로결석 등)에서 나오는 혈뇨를 고려해야 한다. 이의 감별점은 적혈구 모양 및 적혈구 원주와 단백뇨 동반 여부이다. 또한 나이가 많은 환자의 경우 신세포암 혹은 방광암 등의 초기에 무증상 혈뇨로 발견되는 경우도 있다. 또한 유전적으로 사구체 기저막을 구성하는 콜라겐(collagen)의 이상이 있는 얇은 사구체기저막병(thin membrane disease)이나 더 심한 경우인 알포트증후군(Alport's syndrome)도 드물게 발견된다.

② 신증후군(proteinuria $>3.5/\text{day}/1.73\text{m}^2$, 저단백혈증, 고지혈증, 부종)

- (1) 일차 신증후군

(1)-(가) 미세변화신염(병변) (Minimal change disease, MCD)

가장 흔한 신증후군의 원인이며 소아의 신증후군에서는 80%, 성인 신증후군의 20%가 미세 변화형이다. 대부분이 원인을 알 수 없으나 드물게 약제(NSAIDs, rifampin 등)나 Hodgkin's lymphoma 등과 연관되는 경우가 있다. 다량의 단백뇨와 심한부종을 보이거나 높은 선택성(high selectivity-nearly pure albuminuria)를 보인다. 20-30%에서 현미경적 혈뇨가 보이거나 고혈압이나 신기능 부전은 드물다. 검사실 검사 상 정상 보체수치와 혈청검사 소견을 보인다. 소아에서는 30-40%에서 자연 치유되는 경우가 있으나 성인에서는 드물다.

(1)-(나) 국소(초점성) 분절성사구체경화증(Focal segmental glomerulosclerosis, FSGS)

전체 사구체 중 병변이 있는 부분이 50% 미만(focal)이고, 손상된 사구체에서도 일부분(segmental)에서 유리질화(hyalinization)를 동반한 사구체 경화증(GS with hyalinosis)이 특징인 질환이다. 원인은 대부분이 특발성이나 당뇨, HIV 감염 등의 전신질환과 관련이 있을 수 있다. 특발성 FSGN의 약 2/3에서 신증후군으로 발견되며 1/3에서는 경한 신부전 또는 무증상 소변 이상으로 발견되며 단백뇨는 대부분 비 선택적(non-selective)이다. 또한, 혈청 보체와 혈청학적 검사는 정상적으로 보인다.

자연치유는 거의 없다. 8주간의 steroid 치료에 관해 되는 경우는 약 20-40%이며, 16-24주까지 지속적으로 사용하는 경우 70%에서 관해를 보인다. cyclophosphamide나 cyclosporine으로 약 50%에서 관해를 보이나 고혈압이 있거나 다량의 단백뇨, 신기능의 저하 등이 있는 경우 예후가 나쁘다. 또한 신장이식 후에도 약 반수에서 재발한다.

(1)-(다) 막성신증(Membranous nephropathy, MGN)

주로 사구체 기저막에 면역복합체가 침착되어, 기저막 손상 병변이 있고 이에 따라 신증후군으로 발현되는 질환이며, 미국의 경우 성인의 신증후군에서 가장 많은 원인(30-40%)으로 나타난다. 30-50세에서 가장 많으며 남녀 비는 2:1 정도이다. 막성 사구체 신염의 원인은 대부분이 특발성이며, 이차성인 경우도 있다. 이차성의 원인에는 B형간염(HBV), C형간염(HCV), 매독(syphilis), 말라리아(malaria)과 같은 감염, 전신홍반루푸스(SLE), 류마티스관절염(RA)같은 전신 면역 질환, 유방암, 대장암, 폐암 같은 암, 금, 수은, 비스테로이드 항염증제(NSAID), 프로베네시드(probenecid), 페니실라민(penicillamine) 같은 약물 등이 있다.

막성 사구체 신염 환자 중 발견 시 신증후군이 있는 경우가 80% 이상이며(non-selective proteinuria), 약 10-30%에서 고혈압 보이고 약 50%에서 현미경적 혈뇨가 보인다. 보체와 자가 면역항체는 정상이다. 혈액 응고능이 증가(hypercoagulability)하여 합병증인 신 정맥 혈전(thrombosis)이 잘 발

생한다. 증상에는 flank pain, deterioration of renal function, symptoms of pulmonary disease -pulmonary thromboembolism 등이 있다.

만성 신부전으로 진행하는 고위험군에는 ‘혈청 크레아티닌 증가, 심한 단백뇨, 신생검에서 반월상 병변 혹은 만성 세뇨관 간질 손상, 남자, 50세 이상의 고령, 고혈압과 동맥경화, 혈전 및 색전 합병증’이 있다. 자연 치유가 최대 30-40%에서 보일 수 있으나 30-40%에서는 반복 재발되며 최종적으로 20%에서는 진행하여 10-15년 후에 말기 신부전이 된다.

(1)-(라) 막증식성사구체 신염(Membranoproliferative GN, MPGN)

사구체 기저막 비후와 증식성 병변이 특징적이다. 증상은 신증후군(nephrotic syndrome) (40-70%), 급성 사구체 신염(acute nephritic syndrome) (20-30%), 소변검사에 의해 발견된 무증상 단백뇨 및 혈뇨(20-30%), 육안적 혈뇨의 재발(recurrent episodes of gross hematuria) (10-20%)이다. 조직검사 상 혈관사이 세포 증식과 기질 비후, 사구체 기저막 비후 및 이중화 -> 사구체 안의 뭉치가 소엽화되어 보임(Diffuse increase in mesangial cellularity and matrix & thickening and reduplication of GBM ; lobular pattern of the glomerular tuft).

- (2) 이차성 신증후군

(2)-(가) 당뇨병성 사구체 경화증

(2)-(나) 단백질이상혈증(Dysproteinemias) : 아밀로이드 신증(Amyloid nephropathy), Light-chain-deposition disease

(2)-(다) 막성 콩팥병증(Membranous nephropathy): 막성 루프스 신염, B형 간염, 약물(금, 비스테로이드 항염증제 등)

(2)-(라) 막증식사구체 신염 : 세균성 심내막염, C형간염, 비호지킨 림프종 등

(2)-(마) 허탈성 사구체병증(Collapsing glomerulopathy) : HIV 관련 신염

(HIV-associated nephritis)

(2)-(바) Minimal change-like diseases: 호지킨 림프종(Hodgkin's lymphoma), 비스테로이드 항염증제 과민반응(NSAIDs other hypersensitivity reaction)

(2)-(사) 국소 사구체 신염(Focal glomerulosclerosis) : Sickle cell disease, Reflux nephropathy, Analgesic nephropathy, IV heroin abuse 등

(2)-(아) 면역 매개(Immune-mediated): 헤노호스콘레인 자반병

(2)-(자) 자간전임신중독증(Pre-eclamptic toxemia) : 자간증/전자간증 (Eclampsia/Pre-eclampsia)

③ 급성사구체 신염 (대량혈뇨, 단백뇨, 급성 신장기능 저하)

연쇄구균감염후사구체 신염(Poststreptococcal glomerulonephritis, PSGN)은 사슬알균 (연쇄구균) 감염에 의한 인후염(acute pharyngitis)이나, 피부감염 후에 이에 대한 항체가 형성되면서 사구체에 항원-항체 복합체의 침착 및 보체의 활성화에 의한 사구체 신염이며, 급성경과 및 자연치유가 특징적이다. 대부분 신장 기능의 완전한 회복이 되며, 약 1-2%가 만성신부전 및 말기신부전(ESRD)로 진행된다.

사구체 신염을 일으키는 항체의 세균 종류(nephritogenic strain)는 그룹에이 베타용혈성 연쇄구균(group A β -hemolytic streptococci)이며, 이 균 세포벽의 M성분(M component)에 대한 항체가 사구체 신염을 일으킨다.

사구체 내의 세포증식과 염증세포의 침윤으로 인한 사구체의 세포수의 증가와 종창 (hypercellularity & enlarged glomeruli)이 특징적이며, 심하면 반월상 병변도 보일 수 있다. 형광 현미경으로 IgG와 IgM, C3의 과립성 침착(starry sky appearance)이 보이고 전자 현미경상 낙타혹(hump, electron-dense subepithelial deposit)이 특징적이다.

사슬알균 감염 후(인후염 혹은 피부감염; pharyngitis or impetigo) 10일

에서 수주 후에 발병하며, 인후에서의 연쇄구균 검출, 혈청 내 antistreptolysin O (ASLO) titer, antihyaluronidase (AHT)치의 상승, 보체의 감소(90%의 환자에서 C3감소)등이 진단에 도움이 된다. 육안적 혈뇨(물은 커피색 혹은 콜라색)와 단백뇨가 주 증상이며, 대부분의 환자에서 자연 치유가 되므로 보존적 치료가 원칙이다.

④ 만성 사구체 신염 (만성적 신장기능 저하, 빈혈, 신장크기 감소)

IgA 신증(IgA nephropathy)은 비교적 양성적인 경과로 10년 이내에 약 10% 환자가 만성신부전 및 말기신부전(ESRD)로 진행된다. 조직학적으로 immunoglobulin A가 혈관사이 세포영역(mesangial area)에 침착이 발견되는 것이 진단의 근거가 되며, 동시에 IgG나 보체도 침착되는 것이 일반적이고 혈관사이세포의 증식의 특징적인 조직 소견을 보이는 만성적으로 진행되는 사구체 신염이다.

전 세계적으로 가장 흔한 일차성 사구체 신염이며, 임상증상으로 초기 급성 사구체 신염 증후군으로 발견되거나 신체검사에서 무증상성 혈뇨 및 단백뇨로 발견된다. 임상적으로 대부분 무증상성 혹은 간헐적 육안적 혈뇨 및 단백뇨이나 일부 급성 사구체 신염, 혹은 신증후군 증상을 보이는 경우도 있다. 혈청 내 IgA의 양의 1/3~1/2의 환자만 상승되어 있고, 20~50%환자에서 고혈압이 동반된다.

예후는 약 20~30% 환자에서 차차 진행하여 말기 신부전으로 될 수 있다. 나이가 많고, 남자, 육안적 혈뇨가 없고, 고혈압, 상당량의 단백뇨(1g/day이상)가 지속되는 경우, 발견 당시 신부전이 있는 경우, 조직검사 상 증식성 소견이나 세뇨관 손상이 보이는 경우, 가족력이 있는 경우가 불량한 예후인자이다.

⑤ 급속진행 사구체 신염 (3~6개월 내 말기신부전으로 진행되는 급속 신

장기능 저하)

급속진행사구체 신염(Rapidly progressive glomerulonephritis)은 약 90% 환자가 몇 주 혹은 몇 달 안에 말기신부전(ESRD)로 진행된다. 조직학적으로 심한 구조적 손상, 즉, extensive extracapillary proliferation, crescent formation를 보이는 것이 특징적이다

라) 상염색체 우성 다낭신질환(Autosomal dominant polycystic kidney disease(ADPKD))

ADPKD는 PKD-1 혹은 PKD-2 유전자에 의해 발생하는 전신질환이다. 이들은 모두 네프론의 모든 부위에 걸쳐 존재하는 막단백(transmembrane protein)이다. 이 단백질들은 태아와 성인에서 상피세포 유전자 전사, 아포프토시스, 분화 및 세포-기질 상호작용을 독립적으로 혹은 복합체로서 조절하는 기능을 한다고 생각되고 있다. 이러한 과정이 붕괴되면 상피 탈분화, 조절되지 않는 증식과 세포자멸사(apoptosis), 세포 극성의 변화, 주위 세포외기질의 와해, 과도한 체액분비 및 성장인자 등 몇 가지 유전자의 발현이상을 초래한다. 낭상 피에서 바소프레신 매개에 의한 cyclic AMP (cAMP)의 증가는 세포증식과 꼭지 쪽 염소 통로 및 수분통로(aquaporin)를 통한 낭내강으로 체액분비를 자극함으로써 낭형성에 주요한 역할을 한다. 낭형성은 비록 전체 네프론의 5% 미만에서 일어난다고 생각되지만, 태아시절부터 네프론 어느 부위에서든 시작된다. 낭은 그 안에 체액이 축적됨에 따라 커지고 네프론으로부터 완전히 분리되며 주변 신실질을 압박해서 점진적으로 신기능을 해치게 된다.

ADPKD는 전 세계적으로 400 내지 1000명 중 1명에서 발생하고, 미국의 경우 말기신부전 (ESRD)의 약 4%를 차지한다. ADPKD는 모든 민족과 인종에서 동등하게 발생한다. 90% 이상의 예에서 상염색체 우성으로 유전되고, 그 외 나머지는 아마도 자연 돌연변이에 의한 것이다.

같은 돌연변이를 갖는 가족이지만 임상경과는 다르듯이, 표현형이 균질하지

않다는 사실이 ADPKD의 중요한 특징이다. 환자들은 간혹 30대 혹은 40대가 되도록 증상이 없다. 발현하는 증상과 징후는 복부불쾌감, 혈뇨, 요로감염, 고혈압, 복부 종괴, 혈청 크레아티닌 상승, 혹은 영상검사에서 낭신(cystic kidneys)소견 등 이다. 환자 가족 중 무증상인 사람이 선별검사를 요청할 때는 흔히 증상이 발생하기 전에 진단되기도 한다. 대부분의 환자에서는 진단 시점으로부터 10~20년 경과하는 동안 점진적으로 신기능이 저하되지만 말기신질환은 모든 ADPKD 환자에서 발생하지 않는다. 말기신질환은 70세가 되는 환자의 약 60%에서 발생한다.

마) 기타 낭성, 세뇨관 간질 신염(Cystic and tubulointerstitial nephropathy, TIN)

만성 세뇨관 간질 신염(TIN)의 임상적 특성은 무증상적이며, 농축능(tubular function)의 장애에 의한 다뇨(신장기원요붕증nephrogenic diabetes insipidus), Fanconi 증후군(당뇨 glycosuria, 인뇨 phosphaturia, 아미노산 뇨 aminoaciduria, 저칼륨혈증 그리고 2형 신세뇨관산증(type II RTA)의 특징으로 보이는 근위 세뇨관 재흡수 장애 또는 암모니아 생성의 손상으로 인한 4형 신세뇨관산증(type IV RTA)과 진행성 질소혈증(azotemia)을 포함하는 세뇨관 기능 질환으로 나타날 수 있다.

종종 여과된 단백의 감소된 세뇨관 재흡수로 인한 약간의 단백뇨(드물게 >2 g/d)가 있다. 그러나 신증후군범위의 알부민뇨가 이차성 국소분절사구체경화증(FSGS)의 발생으로 일부의 경우엔 나타날 수 있다. 신초음파검사는 피수질 구분의 소실, 신피라미드의 돌출, 그리고 피질 흉터의 신 실질의 초음파반향도의 증가와 같은 ‘내과적 신 질환(medical renal disease)’의 변화들을 보일 수 있다. 만성 세뇨관 간질 신염(TIN)의 특징적 병리는 군데군데 단핵구의 침윤과 광범위한 세뇨관 위축, 내강의 확장, 그리고 세뇨관 기저막의 비후에 의한 간질섬유화이다. 조직 병리의 비 특이적 성향 때문에 생검 소견들이 특이적 진단을 제

공하는 경우는 드물다. 그러므로 진단은 주의 깊은 병력의 분석, 약제나 독소의 노출과 관련된 증상들 그리고 영상 검사에 의존한다.

직업적 노출(중금속-특히 납, 카드뮴) 감소 및 진통제(phenacetin 함유)판매 금지로 북미에서 만성세뇨관간질 질환(chronic tubulointerstitial disease, CIN) 발생을 현저히 낮추었다. 오늘날 만성세뇨관간질 질환(CIN)은 일차성 사구체질환(primary glomerular disease)의 이차성 결과 및 신허혈(renal ischemia)의 결과로 인한 것이 가장 흔하다. 만성세뇨관간질 질환(CIN)의 다른 중요한 형태는 발생학적 기형(developmental anomalies) 또는 역류신장병(reflux nephropathy)이나 낫 적혈구 신장병(sickle cell nephropathy)과 같은 유전 질환들의 결과인 경우이고, 이런 경우 청소년이나 성인이 될 때까지 발견되지 않을 수도 있다.

이미 발생한 손상을 회복 할 수는 없는 반면에 이차적인 국소분절성사구체경화증(FSGS)의 발생과 기능성 네프론(functioning nephrons)들의 점진적인 소실의 공통분모인 ‘사구체 고혈압’을 치료함으로써, 이들에 대한 추가적인 악화를 예방하거나 최소한 지연시킬 수도 있다. 그러므로 우려되는 환자들의 인식과 조기 발견은 이들의 말기신부전(ESRD) 발생을 방지할 수 있다.

만성세뇨관간질신염은 발생원인에 따라 아래와 같은 분류할 수 있다.

① 사구체 신염과 연관된 세뇨관간질이상들

일차적 사구체병증들은 종종 세뇨관과 간질의 손상과 연관된다. 이는 루푸스 신염에서 가끔 면역 복합체 침착의 경우와 같이 사구체와 세뇨관간질을 손상시키는 것과 같은 병리학적 과정일 수도 있다. 그러나 보다 자주 지속된 사구체 기능이상에 의한 이차 결과로 만성 세뇨관간질 변화들이 발생한다. 사구체 질환이 세뇨관간질 손상을 일으킬 수 있는 가능한 기전들은 상피세포에 대한 단백뇨 매개 손상, 시토카인(cytokine)과 보체(complement)에 의한 세뇨관 세포의 활성화, 또는 감소된 세뇨관 주위 혈류, 특히 심각한 사구체 신염으로 완전 퇴화(obsolescent) 사구체에서 초래

된 하부 세뇨관간질의 허혈 등이 포함된다. 이런 경우로 진행된 신질환자 중에서 신생검으로 손상의 최초원인을 구별하기는 종종 어렵다.

② 중금속 신장병

납이나 카드뮴 같은 중금속들은 장기간 노출 후 만성 세뇨관간질 경과에 이를 수 있다. 이러한 중금속 노출이 납에 대해 알려진 건강 위험도와 이에 따른 대부분의 사용 제품과 연료로부터 납을 제거함으로써, 현격히 감소되어 더 이상 흔히 진단되지 않는다. 그럼에도 배터리의 생산이나 파괴, 납 도료의 제거, 또는 산업 규제가 덜 엄격한 국가에서 합금과 전기 장비(카드뮴)생산에 종사하는 근로자들에서의 직업적 노출이 가능하다. 추가적으로, 납이 오염된 용기에서 증류된 위스키의 음주가 납 노출의 가장 흔한 경우의 하나로 되어왔다.

신세포(renal cell), 특히 근위곡요세관(proximal convoluted tubule)에서 납 농축에 의해 발생하였고, 세포 변성(cell degeneration), 미토콘드리아 팽윤(mitochondrial swelling), 호산구성 핵내 봉입체(eosinophilic intranuclear inclusion bodies)를 유발한다. 이는 사구체에서 허혈성 변화, 소신동맥의 외막(adventitia)의 섬유화, 피질 반흔(cortical scarring)과 관련된다.

만성 납중독의 초기 소견은 근위세뇨관 기능이상으로, 특히 요산 배설의 감소 결과로 고요산증이다. 납중독 통풍, 고혈압, 신기능 저하의 세 징후는 일차의료 의사로 하여금 특별히 납 노출에 대하여 문의하도록 강조된다. 불행히도 납 부담의 평가는 혈액 검사 지시처럼 간단하지 않다. 진단은 혈중 납 농도의 상승으로 의심해 볼 수 있다. 선호되는 방법들은 킬레이팅 제제 주입 후 요 중 납의 측정이나 뼈의 방사선 형광투시검사이다. 최근의 대다수 연구들에 의하면, 만성 저 농도 납 노출과 저하된 신기능 사이에 연관성을 보여 주었지만, 두 요인 가운데 하나가 일차적인 사항이었을 수 있다.

③ 방광요관 역류와 역류신장병

역류신장병은 방광요관 역류(Vesico Ureteral Reflux, VUR) 또는 초기 유년기의 다른 비뇨기과적 기형의 결과이다. 이는 과거에 유년기에 반복적인 요로 감염(Urinary Tract Infection, UTI)의 결과로 믿어졌기 때문에 만성 신우염으로 불려왔다. VUR은 잘못된 위치한 기능 부전의 요관 방광 밸브 때문에, 방광으로부터 한쪽 또는 양쪽 요관과 신장으로 요의 비정상적인 역류로 유발된다.

④ 낫적혈구 신장병

세뇨관 손상의 근거는 의미 있는 신원 손실과 이차성 국소분절사구체경화증(FSGS)에 의한 단백뇨를 보이기 수년 전에, 농축능 저하로 인한 다뇨나 IV형 신세뇨관산증의 형태로 소아와 초기 청소년기에 뚜렷하게 나타날 수도 있다.

⑤ 진통제 신장병

진통제신장병은 미국에선 1983년 이후 금지된 페나세틴 (phenacetin), 아스피린(aspirin)과 카페인(caffeine) 함유 복합 진통제의 장기간 사용에 따른 결과이다. 전형적인 형태의 진통제 신장병은 신기능 저하, 내수질의 독성 수준으로 추정되는 약물의 농도로 인한 유두 괴사 그리고 컴퓨터단층촬영으로 가장 잘 보이는 유두 석회화되고 작은 흉터화된 신장을 보이는 영상학적 별자리 형태로 특징지어진다.

진통제신장병에 의한 말기 신질환자들은 다른 신부전 환자들에 비하여 요로상피 종양(urothelial malignancy)의 위험도가 높다. 비록 혈량 고갈 개인(volume depleted indivisual)과 만성 콩팥병 환자는 비스테로이드 항염증제(NSAID) 관련 신독성의 위험이 더 높지만, 최근 정상 기저 신기능을 가진 개인들에 대한 코호트 연구는 아세트아미노펜(acetaminophen)과 비스테

로이드 항염증제(NSAID)를 포함하는 미국 내 현재 사용 가능한 진통제의 중등도 장기간 사용자들이 진통제 신장병으로 알려진 소견들을 유발하지 않는다고 시사한다. 그럼에도 불구하고, 아세트아미노펜(acetaminophen)과 비스테로이드 항염증제(NSAID)의 심한 사용자들은 신질환에 대한 선별검사가 권고된다.

⑥ 리튬관련 신장병

조울 질환의 치료로 리튬염의 사용은 여러 신 후유증을 남길 수 있다. 가장 흔한 것이 다음 다뇨를 보이는 신장기원 요붕증이다. 리튬은 상피나트륨 경로(ENaC)로 집합관의 주요한 세포 내로 들어간 리튬 침착은 글리코겐 합성 커나아제를 억제하고, 바소프레신-조절 아쿠아포린(aquaporin) 수분 경로를 하향 조절한다. 만성 세뇨관간질 신염이 장기간(10~20년 이상)리튬 사용 후 덜 흔하게 발생하고, 독성 리튬 농도 도달을 반복 경험한 환자에서 가장 흔히 발생한다.

간질섬유화의 정도는 리튬 투여 기간과 축적된 용량에 비례한다. 리튬-관련 신장병 환자는 최소 단백뇨, 적은 요백혈구 그리고 정상 혈압과 함께 전형적으로 무증상이다. 일부 환자는 신기능의 추가적인 저하를 유발할 수 있는 이차 FSGS에 의한 보다 심한 단백뇨를 보인다.

바) 신생검 적응증

- 임상에서는 다음과 같은 상황이 있는 경우, 신장 생검 이후 조직검사를 실시한다.

- ① 설명할 수 없는 신부전
- ② 급성 신장염 증후군
- ③ 신증후군
- ④ 단독 비신증후군성 단백뇨

- ⑤ 단독 사구체성 혈뇨
- ⑥ 신종괴
- ⑦ 신이식 거부반응
- ⑧ 결체조직질환(예; 전신흡반성루프스)

2) 만성신장질환의 직업성 위험인자 리뷰

(1) 개요

직업환경성 신장요로계 독성 손상은 잘 알려져 있지 않으며, 잘 조사되어 있지도 않다. 직업성 위해요인에 의한 신장질환으로 미국에서만 연간 50,000명에서 80,000명이 사망하는 것으로 추정되고 있다. 코크스 생산 공정이 신장암과 관련이 있으며, 연간 이러한 직업적 노출로 인해 650명에서 2,200명이 방광암으로 사망하는 것으로 추정된다.

상대적으로 고농도의 유기용제, 금속, 살충제 등에 노출된 후 나타나는 급성 신손상은 수 시간에서 수일 사이에 발생한다. 이런 경우 신장 외의 장기들을 주로 침범하는 경우가 많으며, 다른 장기의 손상이 회복되면서 신장의 손상도 회복되는 형태로 나타난다. 만성신장질환 또는 말기신부전(ESRD) 또한 특정 노출 이후에 발생할 수 있다. 이런 경우 주로 만성 간질성신염이 발생하는데, 납 신병증이 전형적인 예시이다. 규소나 유기용제와 같은 물질에 노출된 후 나타나는 사구체 질환도 발견되지만 아주 드물다.

(2) 납

과거 휘발유의 첨가제로 사용되던 유기 납 화합물은 그 자체로는 신독성을 가지지 않으나 연소 물질은 신독성을 가진다. 한때 유연 휘발유 연소를 통해 환경으로 배출되는 납의 양이 연간 60,000톤에 이르기도 했다. 납은 소화기와 폐를 통해 흡수된다. 소화기를 통해 흡수되는 납의 경우 성인은 약 10%, 어린이에서는 약 50% 정도이다. 장관에서 흡수된 납은 1시간 내에 뼈(90%)와 신장으로 분포한다. 생물학적 반감기는 7년에서 수십 년에 이른다.

산업위생 전문서적 중 산업독성학(박동욱 외, 2018)에서는 중금속을 만성신

장질환의 주요 원인 위험인자로 분류하였다. 특히, 납의 경우 여러 산업에 이용되고 있는 중금속으로 납 광산이나 제련소, 납(광명단)이 칠해진 구조물의 절단이나 용접, 배터리(납축전지)의 제조, 납 함유 페인트의 제조 등을 위험업종으로 분류하였다. 그 외, 업종으로는 탄환의 제조, PVC 제품의 안정제 취급, 방사선 차폐재 제조, 납땜 취급, 전자기기 및 자동차 부품의 금형주조, 케이블 피복제 및 방음재 등이 있다.

1863년 Lanceraux는 납 노출과 신장 위축 사이 연관성에 대해 기술한 바 있다. 납 신병증은 납 페인트가 아직 쓰이던 시절인 1870년에서 1920년 사이 호주 Queensland 지역의 어린이들에게 발생한 급성 납 중독 사례를 통하여 잘 알려지게 되었다. 급성 납 중독으로 입원하였던 어린이들을 20년 뒤에 추적 관찰하여 30% 이상에서 만성 신병증, 고혈압, 단백뇨가 발생하였고 50%에서 통풍성 관절염이 발생한 사실을 발견하였다. 미국에서도 납 노출과 만성신장질환, 고혈압, 통풍 사이 연관성을 뒷받침하는 역학적 근거들이 제시된 바 있다.

Normative Aging Study와 국민건강영양조사(National Health and Nutrition Examination Surveys)를 이용한 연구결과들은 미국의 일반 인구집단인 참전용사, 성인, 청소년에서 신장 기능의 저하와 연관성이 있다고 제시하고 있다. 최근 스웨덴에서 수행된 환자-대조군 연구도 저농도 납 노출과 말기신부전(ESRD) 사이 연관성이 있음을 보여주었다.

(3) 카드뮴

체내에 축적된 카드뮴의 40~80%가 간과 신장에 축적되며, 신장에만 전체 축적된 체내 카드뮴 중 1/3이 쌓이는 것으로 알려져 있다. 카드뮴에 노출된 후 혈중 카드뮴 농도는 급격하게 증가되다가 수 시간 후 간에 축적되며 감소한다. 적혈구와 연조직 내에서 카드뮴은 메탈로티오닌(metallothionein)과 결합한다. 이 복합체는 신사구체에서 여과되어, 근위세뇨관 세포 내로 이입되고 라이소좀(lysosome)에 의해 분해된다. 카드뮴의 근위세뇨관에서 유해한 영향은 아연 의

존성 효소들을 교란하는, 메탈로티오닌과 결합되지 않은 카드뮴에 의해 매개된다.

만성의 저 농도 카드뮴 노출 독성의 가장 주요한 표적 장기는 콩팥과 폐이다. 일단 신피질의 카드뮴 농도가 200 $\mu\text{g/g}$ 을 초과하면, 판코니 증후군과 같은 신독성이 명확하게 나타나며, 정상 혈중 칼슘 농도를 보이는 고칼슘뇨증, 고인산뇨증, 원위 신세뇨관 산증으로 인한 골연화증, 가골절, 신장 결석 등을 보인다.

만성 카드뮴 노출로 인한 증상들은 신세뇨관 기능이상과 동반되는 칼슘 배설량 증가로 인하여 발생한다. 직업적 카드뮴 노출 환자의 40%에서 칼슘 결석으로 인한 요관 결석이 발견된 바 있다. 일본에서 카드뮴 노출로 인하여 발생한 ‘이타이이타이’병은 강으로 배출된 카드뮴에 오염된 음식에 노출된 주민들에서 가골절을 동반한 골 기인성 통증을 특징으로 한다. 카드뮴이 골연화증을 일으키는 기전으로는 뼈에 직접 미치는 영향, 신세뇨관에서 칼슘과 인의 재흡수 저하, 그리고 부갑상선 호르몬 증가와 이로 인한 비타민 D가 활성형 대사과정을 억제하는 것 등이 있다.

카드뮴의 위험업종으로는 합금(금, 은, 알루미늄), 전기도금, 금속 세련(용해로)이 대표적이며, 그 외 업종으로 페인트 제조, 유리 및 도자기 착색 연료 취급, 플라스틱 열안정제로 취급, 합성수지 촉매제, 용접 작업, 살균제 제조 및 취급, 치과의 아말감 제조, 배터리(니켈-카드뮴 축전지) 제조 등이 영향이 있는 것으로 알려져 있다.

WHO의 기준을 초과하지 않는 저농도 카드뮴에 노출된 1,201명의 근로자들에게서 세뇨관성 단백뇨를 보이는 초기의 신손상 증거가 발견된 바 있고, 단면 연구들에서 말기신부전(ESRD)에 대한 높은 오즈비나 사구체여과율(GFR)의 경미한 감소가 보고된 바 있지만, 중증의 만성신장질환 발생이 증가하는지를 보여주는 연구는 드물다.

(4) 수은

직업성 수은 중독은 금속흡, 금속 증기를 흡입하여 주로 발생한다. (다음과 같은 노출 형태가 보고됨; 수은산화물(oxides of mercury), 염화수은(mercurous or mercuric chloride), 페닐수은아세테이트(phenylmercuric acetate), 산화수은(mercuric oxide), 그리고 수은을 포함하는 살충제(mercury-containing pesticides).

수은의 경우 만성독성으로 신장기능 장애를 일으키며, 특히 알킬수은 중 메틸수은은 미나마타병을 비롯하여 종종 집단적인 중독증 발생의 원인이 된다. 수은의 위험업종으로는 수은 광산, 비철 및 철강 추출 가공, 온도계, 기압계, 혈압계, 형광등, 전기계기 등을 제조하는 업종을 위험업종으로 분류하였으며, 그 외 농약 생산 및 취급, 가성소다의 제조, 스위치 등 전기장치 제조, 치과의 수은연골 및 아말감 제조, 배터리(수은전지) 제조, 실험실에서의 금속수은 취급, 수은전극을 사용하는 전기물체 등의 업종이 영향이 있는 것으로 알려져 있다.

2가 수은은 섭취하였을 때 신독성이 있는데, 근위 세뇨관에 축적되며 1mg/kg 정도의 양으로도 급성 신손상을 유발할 수 있다. 염화수은을 투입하였을 때 급성 세뇨관 피사가 발생한다는 보고가 있으나, 그런 형태의 노출이 작업 환경에서 일어나는 경우는 극히 드물다.

또한, 수은 노출 이후 발생한 신증후군(nephrotic syndrome)이 발생한 사례들이 산발적으로 보고되었다. 이 사례들은 직업성 수은 노출로 인한 단백뇨라기 보다는 알러지 반응으로 추정된다. 수은 노출 이후 막성 신증(membranous nephropathy), 미세변화 신증후군(minimal-change disease), 항사구체 기저막 항체 질환(anti-glomerular basement membrane antibody deposition)이 발생된 사례가 보고되어 있다.

염화수은이 레트 실험에서 막성 신증을 유발한다는 보고가 있다. 막성 신증에서 나타나는 기저막의 항체 침착이 발생하기 전, 사구체 모세혈관 벽을 따라 침착하는 IgG를 보이는 자가면역성 신사구체염이 나타나지만, 굿파스처 증후군

(Goodpasture syndrome)과 같이 폐출혈을 동반하지는 않는다. 이 IgG 침착은 T-세포 의존성 다클론성 B-세포의 활성화와 관련된 것으로 보인다. 레트에서도 사람에서의 독성과 유사하게 수은 노출을 중단하자 이러한 단백뇨는 가역적으로 회복되었다.

금속 수은과 은의 합금인 아말감에 대한 독성은 지속적으로 제기되어 왔으나, 인간에게서 그러한 독성을 유발한다는 명백한 역학적인 근거는 존재하지 않는다. 더욱이 2가 양이온의 수은을 다량 섭취한 경우에도 건강영향은 발견되지 않았다는 사례보고와, 금속 수은 증기에 지속적으로 노출된 근로자에서 비가역적인 영향을 발견하지 못했다는 보고들도 있다.

(5) 크롬

6가 크롬 노출은 근위세뇨관 괴사를 유발하며, 특히 S1과 S2 분절에 잘 발생한다고 알려져 있다. 신장성 당뇨로 알 수 있는, 근위세뇨관 재흡수 기능을 동반하는 솔가장자리막(brush border membrane)의 파괴가 동반된다.

Bonde와 Vittinghus는 크롬, 니켈, 망간에 만성적으로 노출되는 강철 용접공들의 요중 단백 배설정도를 조사하였다. 스테인리스강 용접공은 연강 용접공, 과거 용접작업에 종사했던 자, 용접작업에 한 번도 종사하지 않은 자에 비해 높은 요중 크롬 농도를 보였다. 스테인리스강 용접공과 연강 용접공 모두에서 요중 단백 배설이 증가된 것을 발견하였고, 과거 용접에 종사하였던 자에서는 알부민 배설만 증가된 것을 발견하였다.

크롬의 경우 3가 크롬보다 6가 크롬이 체내 흡수가 많이 되며, 독성이 더 강한 것으로 알려져 있다. 6가 크롬과 관련된 위험업종으로는 전기도금, 안료 및 염색 첨가물, 가죽 제조 등이 있다.

(6) 베릴륨

베릴륨은 전자 회로, 도자기, 형광등, 금속 주조 과정 등에 사용된다. 베릴륨

은 주로 흡입을 통해 흡수되며, 위장관에서 흡수율은 낮은 편이다.

베릴륨증의 주요 임상양상은 주로 폐를 침범하는 전신적인 육아종성 질환으로 나타나며, 폐, 골수, 간, 림프절, 기타 장기 등 또한 침범한다. 베릴륨증이 나타날 때 콩팥 손상이 단독으로 나타나지 않으며, 다른 종류의 독성과 함께 나타난다. 베릴륨증은 콩팥에 육아종과 간질 섬유화를 일으킬 수 있다. 베릴륨 신증은 고칼슘뇨증과 요로결석과 관련이 있다. 베릴륨증에서 신장결석은 매우 흔하여 30% 정도에서 나타난다. 부갑상선 호르몬이 감소하며, 고칼슘뇨증의 기전은 유육종증에서 나타나는 것과 유사한 기전으로 위장관을 통한 칼슘 섭취 증가에 의한 것으로 생각된다. 고요산뇨증 또한 베릴륨 신증에 특징적으로 나타난다.

(7) 우라늄

직업성 우라늄 노출이 콩팥 질환과 유의한 관련이 있는지는 명확하지 않다. 실험 모델에서 우라늄은 급성 신손상을 유발할 수 있으며, 급성 세뇨관 괴사와 같은 병리학적 변화를 일으킨다. 맨하탄 프로젝트 당시, 원자폭탄을 만드는 일을 했던 남성에서 급성 세뇨관 괴사가 발생한 사례가 있다.

우라늄이 만성신장질환과 관련이 있는지 또한 확실하지 않다. 유출된 우라늄에 노출된 걸프전 참전 용사들이나 우라늄 정제 공장에서 일하는 근로자들에서 요중 β_2 마이크로글로불린 배설이 정상범위 내에서 증가된 것이 보고된 바 있으나, 해당 연구들에서 신장 기능의 감소는 보고되지 않았다.

Chronic Kidney Disease Associated With Environmental Toxins and Exposures(Peter Soderland 외, 2010)에서는 우라늄을 신장질환을 유발하는 중금속으로 분류하였으며, 위험업종으로는 원자로 연료(원전), 핵융합, 우라늄 광업, 유리 및 도자기 착색제 제조 등을 언급하였다.

(8) 규소

규폐증은 호흡기계를 통한 규소염 노출에 의한 진폐증의 일종이다. 규소에 심각하게 노출되면 전신성 루푸스 홍반증 등 교원성 혈관질환과 같은 전신성 질환이 발생할 수 있다. 흡입된 규소는 민감한 개인에서 자가면역성 반응을 일으킬 수 있다. 규폐증 환자에서 항핵 항체(antinuclear antibody)와 항호중구세포질항체(antineutrophil cytoplasmic autoantibody) 양성 반응이 많이 보이는 것이 알려져 있다.

동물실험, 환자-대조군 연구, 환자 사례군 등의 보고들은 규소로 인한 사구체 신염이 발생할 수 있음을 보여준다. 최근의 인구집단 기반 환자-대조군 연구는 직업적 규소 노출과 만성신장질환 사이 유의한 연관관계가 있음을 보여준다.

(9) 유기용제

유기용제는 페인트, 탈지제, 석유화학산업, 우주산업 등 다양한 분야의 산업에서 사용된다. 지난 40년간 유기용제 노출 이후 항사구체 기저막 항체 매개 사구체 신염이 발생했다는 모호한 사례들이 보고되어왔다. 하지만 유기용제가 이 사례들에서 질환의 원인인지는 밝혀지지 않았다. 막성 신증 또한 혼합 유기용제 노출 이후 발생한다는 보고들이 있다. 탄화수소 노출과 신장질환 사이 연관성을 연구한 25개의 환자-대조군 연구들이 존재한다. 비록 제한점이 있는 연구들이지만, 20개의 연구들이 유기용제 노출과 신장질환 사이 연관성이 있음을 보여준다.

동물 실험에서 고농도의 유기용제 노출은 급성 신손상을 유발할 수 있음과 저용량 장기간 노출은 단지 경미한 신장의 변화를 유발함을 보여준다. 유기용제에 의해 면역학적 기전에 의한 신장질환을 발생시키는 동물실험 모델은 없다.

고농도의 유기용제 노출이 급성 세뇨관 괴사로 인한 급성 신손상을 유발하는 것은 명확하다. 또한 유기용제 노출이 사구체 신염과 연관성이 있다는 것에

대한 근거들은 충분한 편이다. 하지만 유기용제 노출은 매우 흔한데 반해 사구체 신염은 드물다는 것은 개인의 특이반응(idiosyncratic reaction)과 같은 특성이 영향을 미칠 수 있음을 시사한다.

장기간 노출에 의한 면역성 반응으로 인한 신독성이 일어날 수 있다고 추정하고 있다. 탄화수소에 장기간 노출되면 경미한 단백뇨, 항사구체 기저막 항원-항체 복합체의 축적, 사구체 기저막 비후 등을 특징으로 하는 사구체 신염을 유발할 수 있다는 점은 이러한 가설을 뒷받침한다. 이를 뒷받침하는 역학 연구 결과들이 있으나, 노출의 정도, 기간, 병전 상태, 인구집단 등이 상이한 연구결과들이 일관되지 않은 결과를 제시하고 있다.

가) 이황화탄소 CS₂

이황화탄소는 인견과 네오프렌 고무 타이어를 만드는데 사용된다. 죽상동맥경화증과 동반된 신장질환이 보고되었다. 죽상동맥경화증은 신장의 혈액순환을 저해하여 신부전을 일으킬 수 있다. 이황화탄소의 신장 영향은 죽상동맥경화증에 의한 것이지 직접적인 물질의 신독성은 아니라고 이해되고 있다. 장기간 고농도 근로자에서 말기신부전(ESRD)과 국소분절사구체경화증이 발생한 사례 보고가 하나 있다.

나) 삼염화에틸렌

삼염화에틸렌(Trichloroethylene, TCE)은 일반적인 용제로, 금속 부분을 청소하는데 중요하게 사용되는 탈지제이다. 1990년대 이루어진 역학연구결과들은 TCE의 발암성에 대하여 상반되는 연구결과들을 제시하였다. 최근 독일의 134명의 신장세포암 환자와 401명의 대조군을 이용한 환자-대조군 연구는 TCE 노출이 신장세포암과 관련된 요인임을 발견하였다. TCE는 유전독성 효과가 있는 것으로 보이며, 폰 히펠-린다우(Von Hippel-Lindau, VHL) 종양억제유전자에 손상을 주는 것으로 생각된다. TCE에 노출된 대상에서 VHL 유전자의 돌

연변이가 발견된 바 있다. 요중 α -1 마이크로글로불린을 측정하는 것이 TCE에 노출된 근로자에서 신세포암으로 진행하는 것을 스크리닝하기 위한 방법으로 제안된 바 있다.

다) 알코올

알코올중독자들이 술을 찾을 수 없을 때 다양한 알코올이 에탄올을 대체하게 된다.

메탄올은 자동차의 워셔액, 휴대용 난로의 연료, 방빙 장치 등에 다양하게 사용되며, 섭취 시 포름알데히드를 거쳐 포름산으로 대사되어 대사성 산증을 유발하고, 시력 손실과 급성세뇨관괴사를 유발한다.

에틸렌글리콜은 결빙을 막기 위해 흔히 사용되며, 알코올 탈수소화효소와 다른 효소들에 의하여 옥살산과 수산칼슘으로 대사된다. 적절히 치료되지 않으면 대사성 산증을 유발하여 급성세뇨관괴사가 발생한다. 신장의 조직학적 소견은 급성 세뇨관 간질성신염과 수산칼슘 결정 침착으로 인한 섬유화가 나타나며, 이 결정들은 손상을 받는 장기들 대부분에서 나타난다.

라) 유기용제과 관련된 위험인자 및 위험업종

국외 연구결과로는 Occupational Trichloroethylene Exposure and Renal Carcinoma Risk : Evidence of Genetic Susceptibility by Reductive Metabolism Gene Variants(Lee E. Moore 외, 2010)에서는 트리클로로에틸렌의 직업적 노출과 관련된 신장질환의 연관성을 언급하였으며, 미국을 비롯한 선진국에서는 사용량이 감소하였지만, 여전히 다양한 국가에서 취급되는 위험인자로서 의류 드라이클리닝 및 염색, 금속 탈지 및 세척, 살충제, 접착제, 왁스, 수지, 타르, 페인트 제조 등을 주요 위험업종으로 분류하였으며, 그 외 식품가공 추출제, 수술용 마취제 및 진통제 취급 등을 직업적 노출 원인으로 언급하였다.

국내 직업성 신장질환 사례(강성규, 2000)에서는 1990년대 초 직업병 사례인

원진레이온 사건의 경우 이황화탄소 중독에 의한 사구체 신경화증이 나타난 대표적인 사건으로 언급하였으며, 발암성이 있는 벤지딘계와 톨리딘계 염료 취급 작업을 실시한 근로자의 경우 직업성 방광암이 인정되기도 하였고, 도장 작업 근로자의 만성신부전이 직업병으로 인정되기도 하였다. 근로자건강진단 실무지침(산업안전보건연구원, 2018)에서는 유기용제와 관련된 위험인자 및 위험업종으로 에틸렌 클로로하이드린을 취급하는 염료, 의약품, 살충제 등의 업종, 에피 클로로하이드린을 취급하는 에폭시 수지, 염소화 고무 안정제, 페인트 등의 업종, 테트라하이드로푸란을 취급하는 락카, 페인트, 잉크, PVC 가공, 직물가공, 가죽 제조 등의 업종이 있었다.

(10) 생물학적 인자

최근 들어 환경적 요인 중 신장 독성을 유발할 수 있는 요인으로 생물학적 인자가 다시 대두되고 있다. 세균성 독성 손상 뿐 아니라, 바이러스에 의한 급성 및 만성 신 손상이 점차 증가하고 있다. 발칸신증(Balkan nephropathy)은 불가리아, 루마니아, 유고슬라비아에서 흔한 질환이다. 이 병은 도나우강과 그 지류 주변에서 호발하지만, 정확한 원인은 알려져 있지 않다. 유전적 요인, 미량 원소의 과소 또는 과잉, 시리얼·가금류·말린 사과에 포함된 마이코톡신(mycotoxin) 등이 원인으로 제시되는 정도이다. 환자의 신장 조직에서는 바이러스 파티클이 발견되는데, 최근에는 설치류로부터 사람에게 전파되는 서서히 증식하는 바이러스가 병인이라는 가설도 제기된다. 이러한 가설은 미국 내륙 지방에서 발견된 원인불명의 만성신장질환의 가능성 있는 원인으로도 제시된 바 있다. 이러한 신병증 외에도 발칸 지역에 신장요로계의 암 발생률이 높다는 점은, 신장요로계에 독소로 작용하는 가장 흔한 환경적 요인이 박테리아, 박테리아 독소, 바이러스, 곰팡이 독소 등의 생물학적 인자임을 시사한다.

(11) 기타 신장요로계 독성 물질 및 공정

가) 구리

- 미국 캘리포니아에서 종교적 제례로 구리에 오염된 'green water'를 섭취한 37세 나이지리아 출신 남성에서 급성신부전이 발생한 사례가 있다. 급성신부전은 대량의 용혈로 인한 것으로 생각되며, 투석 치료 후 신장 기능을 회복하였다.

나) 브롬산칼륨

- 머리카락 파마를 할 때 이용되며, 밀가루 숙성을 위해서도 이용된다. 인간에게서 급성신부전과 관련이 있다는 보고가 있다.

다) 초경-코발트 합금(tungsten carbid-cobalt alloy)

- 26세 남성이 금속 분진에 노출된 이후 Goodpasture 증후군에 의한 급성 진행성 사구체 신염이 발생한 사례가 있다. 금속은 비활성 초경(tungsten carbid)와 코발트의 합금이었다.

라) 비타민 A, E 생산 공정

- 비타민 A, E, 메티오닌을 생성하는 프랑스 공장에서 신장세포암이 다수 발생한 사례가 있다. 1994년 3월부터 2002년 10월까지 염화비닐 발암성으로 인한 간 초음파 스크리닝이 이루어졌다. 유전학적 조사를 수행하였을 때 신장세포암 환자에서 VHL 돌연변이는 발견되지 않았으며, 유두상 신세포암에서 MET 돌연변이 또한 발견되지 않았다. 근로자들은 이전에 발암성이 있다고 알려지지 않은 발암성 물질 60여종에 노출되었다. Chloracetal C5 ($C_5H_{13}ClO_2$)가 의심되는 물질이었다.

마) 포름알데히드

- 포름알데히드에 노출된 후 막성 사구체 신증으로 인한 신장염증후군

과 고분자량 단백뇨가 보고된 바 있다. 모든 근로자들이 포름알데히드가 함유된 물질을 다루는 일을 했거나 최근 상당량의 포름알데히드가 절연처리와 수납장에서 방출되는 새 집으로 이사하였다.

바) 유리규산

국외 연구결과 중 Occupational Silica Exposure and Chronic Kidney Disease(Suma Vupputuri 외, 2011)에서는 유리규산의 직업적 노출이 만성신장질환과 연관이 있으며, 위험 업종으로 광산, 채석, 석공, 주물제조, 도장(샌딩)작업, 터널작업, 건물수리 등을 위험업종으로 분류하였다.

사) 인쇄공정

- 인쇄공정에서 일한 근로자들에서 신장세포암의 초과위험도가 보고되었다.

(12) 소결

직업환경의학 전문서적에서 기술된 만성신장질환의 위험인자들은 대부분 화학적 인자들에 대한 내용이었다. 납, 카드뮴과 같은 중금속은 고농도·단기간 노출에 의한 영향 뿐 아니라, 여러 역학연구들을 통해 저농도·장기간 노출과 만성신장질환과 연관성이 있음을 시사한다. 수은은 전극, 농약, 안료, 건전지, 축매제, 염료 등을 생산하는 공정에서 노출될 수 있는 염화수은의 영향과 환경적으로 노출되어 영향을 미칠 수 있는 유기수은에 대하여 고려할 필요가 있겠다. 크롬은 용접 및 도금 공정 등에서 노출될 수 있는데 단백뇨, 근위세뇨관 손상 등을 유발할 수 있다. 유기용제의 경우 장기간 노출 시 신장질환과 연관성이 있다고 보고 있으나, 면역반응이 이 과정에 관여하고 있을 것으로 생각된다. 이황화탄소의 경우 죽상동맥경화증을 유발하여 신장에 영향을 미칠 수 있으며, 규소의 경우에도 호흡기계 건강영향과 함께 신장에 신사구체염, 루푸스양 증후

군 등을 함께 유발할 수 있다. 전문서적에서 추가적으로 언급된 베릴륨, 비스무스, 은, 황산구리, 우라늄, 구리, 브롬산칼륨, 초경-코발트 합금, 비타민 A, E 생산공정 등도 신장질환의 악화를 가속할 수 있는 요인으로 보이지만 현재까지 역학적인 근거가 충분하지는 않은 것으로 보인다.

산업위생 분야 문헌고찰에서 나타난 독성에 따른 우선순위 위험업종 및 위험인자를 정리하면 배터리(축전지) 제조 업종의 중금속(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, 의료분야의 방사선 차폐재 제조(납), 아말감 제조(카드뮴, 수은), 의약품 제조(에틸렌 클로로하이드린), 마취제 및 진통제 취급(트리클로로에틸렌) 등으로 구분 할 수 있다. 그 외 중금속에 고농도로 노출 될 수 있는 합금, 도금, 용접, 주조, 철강 업종과 유기용제에 고농도로 노출 될 수 있는 에폭시 수지, 접착제 등의 업종은 지속적인 관리 및 연구가 필요한 위험업종으로 분류 할 수 있다.

또한, 산업위생 분야에서 향후 연구가 필요한 부분은 위험인자와 위험업종의 연관성, 만성신장질환 발생 위험 작업공정 분류, 작업환경측정결과 혼합 유기용제 물질 중 건강에 미치는 위험인자 분류, 위험인자의 상호작용에 의한 건강영향(상가, 상승, 잠재, 길항작용), 위험인자 노출기간 및 노출농도에 따른 건강영향, 작업환경과 일반환경의 노출 비교, 위험인자 노출 경로(호흡기, 소화기, 피부)에 따른 건강영향, 작업환경 및 작업공정 기술의 변화에 따른 건강영향 등의 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

3) 직업성 만성신장질환, 고위험 직업군에 대한 국내외 연구

만성신장질환의 국외 가이드라인 및 연구보고서에서는 만성신장질환의 유병 및 질병부담의 증가를 고려하여 질병 원인에 대한 고찰을 중요하게 다루고 있다. 이들 대부분은 만성신장질환의 원인으로서는 직업적 위험인자에 대하여 직접적으로 다루고 있기 보다는 언급하는 정도로 그치고 있으며, 실제 직업적 노출의 기여위험은 계산된 바 없다. 한편, 최근 이슈가 되는 중남미지역의 원인미상의 만성신장질환에 대해서는 국제적인 이목이 모이고 있으며, 현재까지 해당 지역의 직업적 위험요인인 탈수와 열 스트레스가 발병 원인이라는데 중론이 모이고 있다. 또 국내외의 연구 몇 편에서는 만성신장질환에 대한 고위험 직업군을 탐색하고자 시도하여 그 결과를 소개하고자 한다.

(1) 국외연구 및 보고서

Kidney Disease; Improving Global Outcomes (KDIGO)는 미국의 National Kidney Foundation에 의하여 2003년 설립되어 현재는 독립적인 기관으로서 국제적인 임상 가이드라인 제정에 기여하고 있다. 과학적 근거에 기반하고 국제적인 전문가들의 협의를 거친 과학적이고 실용적인 가이드라인을 제작하고, 국제 컨퍼런스 및 미팅 등을 통하여 가이드라인의 실행 및 정착에 기여하고 있는 기관이다. 현재 국내 및 여러 국가에서 사용하고 있는 만성신장질환 관련 가이드라인들의 초석으로 KDIGO 가이드라인이 사용되고 있다. KDIGO 가이드라인에 따르면, 만성신장질환을 가진 환자들의 많은 부분은 일차적인 신장질환이 아닌 당뇨, 혈관 질환, 고혈압 등 다른 질환에 의하여 발생한 신장 손상으로 인한 것이다. 진료의사는 만성신장질환의 발생에 대한 현재까지 환자의 상태로 충분한 설명이 가능한지를 의학적으로 판단하고, 충분치 않을 때는 원인에 대한 조사를 더 시행해야 한다. 개인력, 가족력, 사회, 환경적인 요소, 약물복용력,

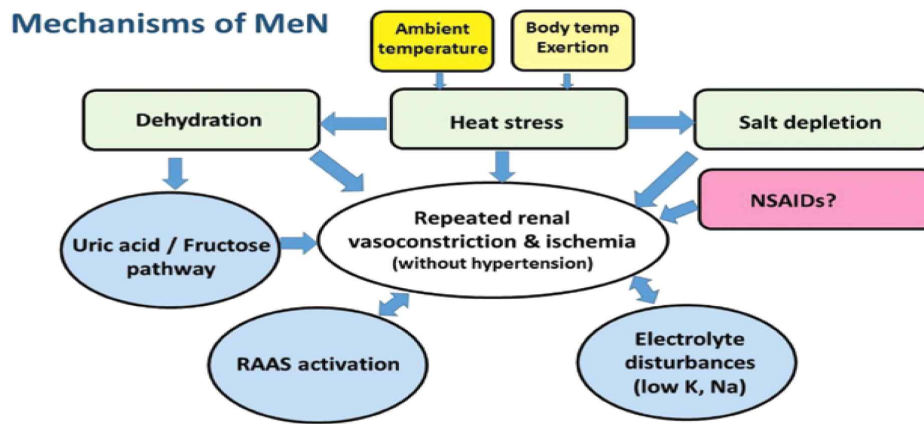
신체검사, 검사실, 영상, 병리 검사 결과 등을 이용하여 평가한다. 소아 질환자의 경우 산전 병력, 산모, 태아 시기의 약물력, 유전질환 가능성, 동반된 장기의 기형이나 기타 영상, 검사실, 병리 검사결과 등을 고려하여 평가한다. 만성신장질환의 원인은 지역별로 큰 차이를 보인다. 고혈압과 당뇨 유병률이 높은 선진국에서는 고혈압과 당뇨가 주된 만성신장질환의 원인인 가운데, 동아시아 등에서는 사구체질환이 중요한 원인이기도 하다.

한편 호주와 뉴질랜드에서도 만성신장질환에 관한 대표적인 투석 및 이식 환자 등록 레지스트리로 1977년대부터 데이터를 수집해오고 있으며, 매년 The Australia and New Zealand Dialysis and Transplant Registry(ANZDATA)를 발표한다. 최근 2018년 리포트에서 새로 등록된 환자들의 자료를 살펴보면 당뇨신장병, 사구체 신염, 고혈압, 다낭성 질환, 역류신장병 순서로 1차 질환이 신장질환의 원인으로 등록되어 있다. 그 외에 기타 원인으로는 신장암, 간질 신장염, 리튬, 마취제, 선천적 신장질환 등이 그 중 상위 원인을 차지하였으며, 납, 카드뮴 신장병도 확인되었다.

2016년 국제신장학회에서는 다음 5-10년의 만성신장질환 관련 주요 정책의 방향을 정하고자 기획된 토론회를 바탕으로 정리한 내용을 LANCET에 발표한 바 있다. 만성신장질환 감시체계, 위험인자 감소 방안, 급성신장손상 방지, 유전적인 원인을 찾기 위한 연구, 자연경과에 대한 이해, 치료 방안 정립 및 증상, 합병증 진료 등에 대한 전략을 연구하였다. 만성신장질환의 질병 부담과 유병률은 최근 들어 저소득, 중소득 국가를 중심으로 급속도로 증가하고 있고, 급성신장손상 또한 지난 20년간 급증하여 만성신장질환의 중요 원인으로 주목받고 있다. 만성신장질환의 대표적인 원인으로는 당뇨, 고혈압, 혈관질환, 사구체 신염 등이 있으나 대부분의 환자의 경우 정확한 원인을 규명하기 쉽지 않은 것이 현실이다. 신장 기능의 감소 진행경과에 대한 기작 역시 정확히 밝혀진 것이 많지 않다. 가장 많이 알려진 위험 요인으로는 당뇨, 고혈압, 비만이 있다. 신장독성물질 노출도 중요하고 간과되는 위험요인이다. NSAIDS, 요오드 성분

의 조영제 등의 약물과 특히 저·중소득 국가에서의 전통치료약제(약 80%의 환자가 이용)등이 바로 그것이다. 신장결석 또한 중요한 위험인자이며, 이것은식이습관, 환경적인 요소에 의한 것이 많다. 석회질이 많은 식수, 탈수를 일으키는 노동조건 등이 그 원인이다. 감염의 경우 HIV, 말라리아, 결핵 등이 문제가 되며, 그 외에도 HBV, HCV 등 여러 질환이 관련되어 있다. 저체중출산, 미숙아, 어린이 비만도 위험인자 중 하나로, 이에 대한 관리도 필요하다. 또한 모성 건강관리의 중요성도 함께 다루어져야 한다. 본 연구에서 새롭게 규명되어야 할 신장질환의 주제로, 최근 적도 주위 국가들에서 증가하고 있는 원인미상의 만성신장질환(CKDu)을 언급하고 있다. 스리랑카, 중앙아메리카, 남부인도 등에서 만성신장질환으로 인한 사망률이 최근 20년간 증가하고 있으며, 그 원인으로 반복되는 급성신장손상, 열 손상, 탈수, 감염, 농약, 비료, 일반의약품 남용, 중금속 중독, 식수문제 등이 원인으로 지목되고 있다.

이 문제에 대해서 보다 면밀히 다루고 있는 연구 보고서는 Mesoamerican nephropathy; report from the second international research workshop on MeN 이다. 이 보고서는 중남미를 비롯한 최근에 유병률이 올라가는 원인미상의 만성신장질환에 대해 밝히고자 모인 International Workshop on the Epidemic of Mesoamerican Nephropathy(MeN)에서 다루어진 내용을 보고서의 형식으로 출판한 것이다. 각국의 최신 역학 연구결과를 종합하고, 75명의 전문가들이 토론과 합의를 통하여, 중남미 지방의 만성신장질환의 경우 직업적인 요소가 지배적임을 주장하였다. 특히 열손상과 탈수가 신장질환의 주요 기전이라는 데에 증거가 모아지고 있으며, 반복적인 진통제 사용, 중금속, 농약 노출 등도 기여 가능한 것으로 판단하였다. 또한 이 질환의 예방을 위하여 즉각적인 노력이 필요함을 제창하였다.



[그림 9] 중앙아메리카 신장병증에서 제시된 만성신장손상의 메커니즘

국외에서 만성신장질환의 직업적 위험은 대부분은 신장독성 물질 노출과 관련하여 이루어져 온 가운데, 최근의 몇몇 연구는 직업군별 만성신장질환의 위험에 대하여 보고하고 있다. 대표적으로 미국 성인 인구를 대상으로 한 2013년 Rubenstein의 연구가 있다. 이 연구의 주요 목적은 미국 성인 인구의 여러 직종 간 만성신장질환 발생의 상대적 위험을 조사하는 것이었으며, 만성신장질환의 위험이 높은 미국 성인 인구의 직업군을 확인하였다. 2004년부터 2008년까지(5개년) National Health Interview Survey를 완료한 미국의 91,340명 인구에 대한 설문 조사 결과를 분석 하였다. 18세-70세의 현재 일하고 있거나, 일한 적이 있는 백인, 흑인만을 대상으로 하였고, 신부전의 또 다른 위험인자로 작용할 수 있는 암환자는 제외하였다. 연령, 성별, 고혈압 및 교육을 통제하고 Life, Physical, and Social Science Occupations 카테고리를 참조그룹으로 사용한 결과, 만성신장질환 발생위험은 건물, 조경 청소 및 유지 보수 작업에서 일하는 응답자에서 4.3배, 의료 종사자 및 기술 직종에서 4.4배, 운송 및 자재 이동 직종, 컴퓨터 및 수학 직종에서 4.7배, 4.8배 높았다. 생산 직종에서, 음식 준비 및 서빙 관련 직종에서 5.3배, 법률 직종(legal occupation)에서 6.1배 더 높게 나타

났다.

한편, Todd R의 2016년 연구에서는 1980년부터 1982년까지 노스캐롤라이나 의학센터(North Carolina medical centers) 네 기관에서 신규 진단된 만성신장질환 환자들을 대상으로 연구를 수행하였다. 본 연구에서는 환자군(n=547)과 인구통계학적 요인들과 교육수준, BMI, 진통제 사용, 콜라소비량과 같은 잠재적인 만성신장질환의 위험인자들을 매칭한 대조군(n=508)을 대상으로 전화 인터뷰를 통하여 자세한 직업력을 문진하였다. 2년 이상 업무에 종사한 경우, 피검자들은 특정 유기용매(절삭/ 윤활/ 냉각오일, 벤젠, 톨루엔, tetrachloroethylene, turpentine), 금속흙이나 입자(납, 카드뮴, 기타 금속에서 유래한) 혹은 모래나 실리카, 납 페인트, 자동차 라디에이터나 배터리, 그리고 클로로포름, 에테르, 포름알데히드 혹은 기타 유기용매 혹은 금속에 연 5회 이상 노출되었는지를 질문받았다. 또 각 노출에 대해, 사용 기간 및 빈도뿐만 아니라 노출이 직업적으로 혹은 비직업적(취미, 환경적노출)으로 이루어졌는지에 대한 질문 역시 포함되었다. 먼저 기존 문헌에서 만성신장질환의 위험을 높인다고 알려진 산업들에서 질환발생의 오즈비를 확인한 결과, 작물농업 종사자에서 선량-반응 관계를 보이며 위험이 증가됨을 확인하였다. 특정 산업을 보다 면밀히 조사하기 위해 만성신장질환과 산업의 특정 물질 또는 조건 사이에 관계가 있는지 조사하였다. 먼지가 많은 산업에 종사할 경우 대조군에 비하여 만성신장질환의 발병 위험이 증가하며(OR=1.32, 95% CI 1.00-1.74), 작물재배 농업에 종사하며 먼지 많은 환경에 노출되었을 경우와 가구제조업에 종사하며 먼지 많은 환경에 노출된다고 답했을 경우에도 위험이 증가하는 것으로 나타났다(OR=2.46, 95% CI 1.43-4.22, OR=2.31, 95% CI 2.31-4.93).

(2) 국내연구

만성신장질환의 직업적 위험인자, 혹은 만성신장질환의 고위험 직업군을 탐색한 국내 문헌은 많지 않다. 2004년 이관 등이 일부 지역 만성 신부전 환자들

의 업무와 관련된 유해물질의 노출에 관한 연구를 수행한 바 있다. 2003년 3월 2일부터 31일까지 경주시 소재 1개 병원과 포항시 소재 3개 병원에서 투석을 받고 있는 환자 238명 중 161명(67.6%)에 대하여 연구진이 개발한 설문지를 이용하여 조사였고, 부가적으로 의무기록지 검토, 업무상 심사자료 및 법원 판례를 검토하였다. 연구진이 개발한 설문지에는 성, 연령, 흡연력, 음주력, 약물 복용 유무, 과거력, 직업력, 취급한 유해물질의 종류, 업무상 요인에 의한 만성 신부전에 대한 인식 등에 대해 조사하였다. 직업력과 취급 유해물질에 대한 자세한 정보를 얻기 위해 회사명, 주 업무(공정), 재직 기간 등에 대한 항목과 납, 주석, 카드뮴, 유리규산, 유기용제 등 만성신부전을 유발할 수 있는 신독성 물질로 세계보건기구의 Environmental Health Criteria 119 (EHC 119)에서 제시한 유해 물질들을 중심으로 경험 유무와 기간 등을 조사할 수 있는 항목을 포함하였다. 이를 토대로 업무와 관련성이 있을 것으로 추정하는 만성 신부전 환자 중 기존에 알려진 신독성 물질에 장기간 노출되었던 경험이 있고, 이 중 원인 질환을 알 수 없는 경우 업무관련성이 있다고 판단하여 추정 환자(probable case)로, 원인 질환이 고혈압 또는 당뇨병이 있는 경우에는 의심 환자(suspected case)로 정의하였다. 연구 대상자는 남성 92명(57.1%), 여성 69명(42.9%)으로 나타났다. 의무기록에 기재된 인과관계가 당뇨병 55건(40.4%), 고혈압 28건(20.6%), 만성사구체 신염 14건(10.3%) 및 기타 질환이었다. 그리고 10건(6.2%) 환자가 직업과 관련이 있는 것으로 보인다. 이 10명의 환자가 이전에 노출되었던 유해인자는 실리카, 유기 용매, 주석, 구리, 납, 카드뮴 등이었다. 최종 분석 환자 5인은 각각 구리, 납, 주석, 유기용제, 실리카에 노출된 경험이 있고, 원인질환을 알 수 없었기 때문에 추정 환자(Probable case)로 판단하였다. 다른 5인은 각각 유기용제, 납, 주석, 카드뮴, 크롬, 실리카에 노출된 경험이 있으나 고혈압 또는 당뇨병의 과거력이 있어 의심 환자(Suspected case)로 판단하였다. 해당 환자들의 직업은 전기공급자, 몰딩, 용접작업자, 자동차수리업 종사자, 도장작업자, 건설업종사장, 용광로 운반자, 광부였다. 본 연구는 업무상

만성신장질환 작업자로 추정, 의심되는 환자의 직업을 살펴보고 있으며 추후 역학적 연구의 참고자료로 사용될 수 있도록 만성신부전에 대한 직업적 위험을 조사하는 목적을 지녔다.

(3) 소결

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 발생한 신장 손상으로 질환을 겪고 있다고 보고 있다. 그리고 대부분의 환자의 경우 정확한 원인을 규명하기 쉽지 않고, 신장 기능의 감소 진행경과에 대한 기작 역시 정확히 밝혀진 것이 많지 않아 앞으로도 원인에 대한 충분한 조사 및 연구가 필요할 것을 언급하고 있다. 신장독성물질(NSAID, 요오드 성분 조영제, 리튬, 납, 카드뮴 등)의 노출 역시 중요하지만 간과되고 있는 위험요인이며, 석회질이 많은 식수, 탈수를 일으키는 노동조건, 결핵 등 감염성 질환 또한 만성신장질환의 위험요인으로 작동 가능하다. 최근 적도 주위 국가들에서 증가하고 있는 원인미상의 만성신장질환(CKDu)에 대한 연구에서는 해당 지역의 직업적 위험요인인 탈수와 열 스트레스가 발병 원인이라는 데 중론이 모이고 있고, 농약, 비료, 일반의약품 남용, 중금속 중독, 식수문제도 영향을 미치고 있다고 알려져 있다.

만성신장질환에 대한 고위험 직업군을 탐색하고자 시도한 국외 연구들도 살펴보았다. 만성신장질환 발생위험이 높아지는 직종(건물, 조경 청소 및 유지 보수 작업자, 의료 종사자 및 기술직종, 운송 및 자재 이동 직종, 컴퓨터 및 수학 직종, 음식 준비 및 서빙, 법률 직종)을 확인하였으나 그 원인은 여전히 고찰이 필요한 채로 남아있다. 또 다른 연구에서는 특정 직종과 특정 근무조건의 조합에서 만성신장질환의 발생위험에 대해서 고찰한 시도(작물재배 농업에 종사하며 먼지 많은 환경에 노출되었을 경우, 가구제조업에 종사하며 먼지 많은 환경

에 노출된다고 답했을 경우 만성신장질환의 발생위험 증가)도 있었다. 국내 연구에서는 병원에서 투석을 받고 있는 환자를 대상으로 직업군을 확인하여 직업적 노출과 질환이 관련이 있을 것으로 보이는 환자들을 평가, 추후 역학적 연구의 참조자료로 사용될 수 있도록 만성신부전에 대한 직업적 위험을 조사하고자 했다.

이렇듯 현재까지의 만성신장질환에 관한 국내외 보고서 및 연구에서 직업적 위험에 대한 탐색적 시도가 있어왔음에도 불구하고, 위험인자노출과 발병과의 인과 관계를 평가하기 위한 기초자료는 충분히 마련되어있지 않은 것이 현실이다. 만성신장질환의 발생 및 진행경과 자체가 정확한 원인을 규명하기 쉽지 않고, 신장 기능의 감소 진행경과에 대한 기전이 정확히 밝혀진 것이 많지 않기 때문이다. 따라서 앞으로 지속적인 대규모 관찰연구 및 중재연구를 통해 직업적 만성신장질환의 위험인자에 대한 기전을 밝히는 작업이 필요할 것으로 보인다.

2. 만성신장질환의 비화학적 직업성 위험인자 : 체계적 문헌고찰

1) 검색어 선정 전 제기한 임상적 질문

- 검색어 선정에 앞서 사전 문헌 검토에서 적용된 가설을 바탕으로 다음과 같은 임상적 질문을 검색식 제작에 참고하였다.
- “과로, 스트레스, 작업형태, 업무시간 등 직업적 유해요인은 만성 신장질환 위험을 높이는가?”
- “과로, 스트레스, 작업형태, 업무시간 등 직업적 유해요인은 만성 신장질환을 자연경과이상으로 악화시키는가?”

2) 검색전략 - PICO 접근방법

- 체계적 문헌 고찰에서 연구주제 즉, 주요 연구질문(key question)의 기본 형식으로 널리 사용되는 PICO 접근방법을 이용해 검색 전략을 세웠다. 본 연구에서 사용한 PICO 접근법은 아래 <표 9>와 같다.

<표 9> 만성신장질환 위험 영향 PICO

P	신장질환 ("kidney disease" [ti] OR "kidney failure" [ti] OR "kidney insufficiency" [ti] OR "kidney function"[ti] OR "kidney dysfunction" [ti] OR "renal disease" [ti] OR "renal failure" [ti] OR "renal insufficiency" [ti] OR "renal function" [ti] OR "renal dysfunction" [ti])
I	직업 (occupation*[ti] OR work*[ti] OR job*[ti]) NOT oxidative[ti]
C	일반인구집단 (general population)
O	유병률, 위험, 상대위험도, 오즈비

3) 검색기간

- ~2019년 6월 21일

4) 검색엔진 및 검색어

- 검색엔진은 PubMed와 EMBASE, Cochrane Library를 이용하였다.
- 검색어 : (“kidney disease” [ti] OR “kidney failure” [ti] OR “kidney insufficiency” [ti] OR “kidney function”[ti] OR “kidney dysfunction” [ti] OR “renal disease” [ti] OR “renal failure” [ti] OR “renal insufficiency” [ti] OR “renal function” [ti] OR “renal dysfunction” [ti]) AND (occupation*[ti] OR work*[ti] OR job*[ti] OR stress[ti] OR strain[ti] OR overwork[ti]) NOT oxidative[ti]

(1) 검색어/검색식

가) Pubmed

<표 10> PubMed 검색에 사용한 검색어/검색식과 검색건수

Search	검색어 / 검색식	검색건수 (2019.06.21)	비고
#1	"Kidney Diseases"[Mesh]	492,227	
#2	"Kidney Diseases"[TW] OR "Disease, Kidney"[TW] OR "Diseases, Kidney"[TW] OR "Kidney Disease"[TW]	151,685	
#3	"Renal Insufficiency"[Mesh]	162,350	
#4	"Renal Insufficiency"[TW] OR "Renal Insufficiencies"[TW] OR "Kidney Insufficiency"[TW] OR "Insufficiency, Kidney"[TW] OR "Kidney Insufficiencies"[TW] OR "Kidney Failure"[TW] OR "Failure, Kidney"[TW] OR "Failures, Kidney"[TW] OR "Kidney Failures"[TW] OR "Renal Failure"[TW] OR "Failure, Renal"[TW] OR "Failures, Renal"[TW] OR "Renal Failures"[TW]	194,787	

#5	"renal disease"[TW] OR "kidney function"[TW] OR "kidney insufficiency"[TW] OR "renal dysfunction"[TW] OR "renal function"[TW]	164,328	
#6 Combine	((("Kidney Diseases"[Mesh]) OR (("Kidney Diseases"[TW] OR "Disease, Kidney"[TW] OR "Diseases, Kidney"[TW] OR "Kidney Disease"[TW]))) OR "Renal Insufficiency"[Mesh]) OR (("Renal Insufficiency"[TW] OR "Renal Insufficiencies"[TW] OR "Kidney Insufficiency"[TW] OR "Insufficiency, Kidney"[TW] OR "Kidney Insufficiencies"[TW] OR "Kidney Failure"[TW] OR "Failure, Kidney"[TW] OR "Failures, Kidney"[TW] OR "Kidney Failures"[TW] OR "Renal Failure"[TW] OR "Failure, Renal"[TW] OR "Failures, Renal"[TW] OR "Renal Failures"[TW]))) OR (("renal disease"[TW] OR "kidney function"[TW] OR "kidney insufficiency"[TW] OR "renal dysfunction"[TW] OR "renal function"[TW]))	167,411	P 관련 키워드 전체 OR 조합 결과
#7	"Work"[Mesh]	60,163	
#8	"Work"[TW] OR "Efficiency"[TW] OR "Employment"[TW] OR "job"[TW]	1,431,377	
#9	"Occupations"[Mesh]	33,379	
#10	"Occupations"[TW]OR"Occupation"[TW]OR"Vocations"[TW]OR"Vocation"[TW]	66,737	
#11	"Employment"[Mesh]	81,879	
#12	"Employment"[TW] OR "Employment Termination"[TW] OR "Termination, Employment"[TW] OR "Labor Force"[TW] OR "Labor Forces"[TW] OR "Precarious Employment"[TW] OR "Employment, Precarious"[TW] OR "Marginal Employment"[TW] OR "Employment, Marginal"[TW] OR "Employment Insecurity"[TW] OR "Employment Insecurities"[TW] OR "Insecurity, Employment"[TW] OR "Employment Status"[TW]	87,091	

	OR "Status, Employment"[TW] OR "Status, Occupational"[TW] OR "Occupational Status"[TW] OR "Underemployment"[TW]		
#13	"Occupational Stress"[Mesh]	11,455	
#14	"Occupational Stress"[TW] OR "Occupational Stresses"[TW] OR "Stress, Occupational"[TW] OR "Stresses, Occupational"[TW] OR "Job Stress"[TW] OR "Job Stresses"[TW] OR "Stress, Job"[TW] OR "Stresses, Job"[TW] OR "Work-related Stress"[TW] OR "Stress, Work-related"[TW] OR "Stresses, Work-related"[TW] OR "Work related Stress"[TW] OR "Work-related Stresses"[TW] OR "Workplace Stress"[TW] OR "Stress, Workplace"[TW] OR "Stresses, Workplace"[TW] OR "Workplace Stresses"[TW] OR "Work Place Stress"[TW] OR "Stress, Work Place"[TW] OR "Stresses, Work Place"[TW] OR "Work Place Stresses"[TW] OR "Professional Stress"[TW] OR "Professional Stresses"[TW] OR "Stress, Professional"[TW] OR "Stresses, Professional"[TW] OR "Job-related Stress"[TW] OR "Job related Stress"[TW] OR "Job-related Stresses"[TW] OR "Stress, Job-related"[TW] OR "Stresses, Job-related"[TW]	5,956	
#15	"Occupational Exposure"[Mesh]	60,686	
#16	"Occupational Exposure"[TW] OR "Exposure, Occupational"[TW] OR "Exposures, Occupational"[TW] OR "Occupational Exposures"[TW]	61,205	
#17	"Shift Work Schedule"[Mesh]	242	
#18	"Shift Work Schedule"[TW] OR "Schedule, Shift Work"[TW] OR "Schedules, Shift Work"[TW] OR "Work Schedule, Shift"[TW] OR "Night Shift Work"[TW] OR "Shift Work, Night"[TW] OR "Rotating Shift Work"[TW] OR "Shift Work, Rotating"[TW] OR	888	

	"shiftwork schedule"[TW]		
#19	"Work Schedule Tolerance"[Mesh]	6,597	
#20	"Work Schedule Tolerance"[TW] OR "Schedule Tolerance, Work"[TW] OR "Schedule Tolerances, Work"[TW] OR "Tolerance, Work Schedule"[TW] OR "Tolerances, Work Schedule"[TW] OR "Work Schedule Tolerances"[TW]	6,606	
#21	"work overload"[TW] OR "overwork"[TW] OR "long working"[TW]	1,670	
#22 Combine	(((((("Work"[Mesh]) OR ((("Work"[TW] OR "Efficiency"[TW] OR "Employment"[TW] OR "job"[TW]))) OR "Occupations"[Mesh]) OR ((("Occupations"[TW] OR "Occupation"[TW] OR "Vocations"[TW] OR "Vocation"[TW]))) OR "Employment"[Mesh]) OR ((("Employment"[TW] OR "Employment Termination"[TW] OR "Termination, Employment"[TW] OR "Labor Force"[TW] OR "Labor Forces"[TW] OR "Precarious Employment"[TW] OR "Employment, Precarious"[TW] OR "Marginal Employment"[TW] OR "Employment, Marginal"[TW] OR "Employment Insecurity"[TW] OR "Employment Insecurities"[TW] OR "Insecurity, Employment"[TW] OR "Employment Status"[TW] OR "Status, Employment"[TW] OR "Status, Occupational"[TW] OR "Occupational Status"[TW] OR "Underemployment"[TW]))) OR "Occupational Stress"[Mesh]) OR ((("Occupational Stress"[TW] OR "Occupational Stresses"[TW] OR "Stress, Occupational"[TW] OR "Stresses, Occupational"[TW] OR "Job Stress"[TW] OR "Job Stresses"[TW] OR "Stress, Job"[TW] OR "Stresses, Job"[TW] OR "Work-related Stress"[TW] OR "Stress, Work-related"[TW] OR "Stresses, Work-related"[TW] OR "Work related Stress"[TW] OR "Work-related Stresses"[TW] OR "Workplace Stress"[TW] OR "Stress, Workplace"[TW] OR "Stresses, Workplace"[TW] OR "Workplace Stresses"[TW] OR "Work Place Stress"[TW] OR "Stress, Work Place"[TW] OR "Stresses, Work Place"[TW] OR "Work Place Stresses"[TW] OR "Professional Stress"[TW] OR "Professional Stresses"[TW] OR "Stress, Professional"[TW] OR	1,572,716	I 관련 키워드 전체 OR 조합 결과

	"Stresses, Professional"[TW] OR "Job-related Stress"[TW] OR "Job related Stress"[TW] OR "Job-related Stresses"[TW] OR "Stress, Job-related"[TW] OR "Stresses, Job-related"[TW])) OR "Occupational Exposure"[Mesh]) OR (("Occupational Exposure"[TW] OR "Exposure, Occupational"[TW] OR "Exposures, Occupational"[TW] OR "Occupational Exposures"[TW])) OR "Shift Work Schedule"[Mesh]) OR ("Shift Work Schedule"[TW] OR "Schedule, Shift Work"[TW] OR "Schedules, Shift Work"[TW] OR "Work Schedule, Shift"[TW] OR "Night Shift Work"[TW] OR "Shift Work, Night"[TW] OR "Rotating Shift Work"[TW] OR "Shift Work, Rotating"[TW] OR "shiftwork schedule"[TW])) OR "Work Schedule Tolerance"[Mesh]) OR ("Work Schedule Tolerance"[TW] OR "Schedule Tolerance, Work"[TW] OR "Schedule Tolerances, Work"[TW] OR "Tolerance, Work Schedule"[TW] OR "Tolerances, Work Schedule"[TW] OR "Work Schedule Tolerances"[TW])) OR (("work overload"[TW] OR "overwork"[TW] OR "long working"[TW]))		
#23 Combine	#6 AND #22	12,929	P AND I 조합 결과
#24	"Oxidative Stress"[Majr] OR "oxidative"[TIAB]	290,123	
#25	"Protective Factors"[Majr] OR "Protective"[TIAB]	277,573	"Prote ctiveF actors" 키워드 확인필 요 >prote ctivefa ctors

			로수정 회신(0 6.12)
#26	"Dialysis"[Majr] OR "dialysis"[TIAB]	105,940	
#27 Combine	((("Oxidative Stress"[Majr] OR "oxidative"[TIAB])) OR (("Protective Factors"[Majr] OR "Protective"[TIAB])) OR (("Dialysis"[Majr] OR "dialysis"[TIAB]))	642,767	NOT 처리 키워드 전체 OR 조합 결과
#28 Combine	#23 NOT #27	10,006	
#29 Combine	#28 NOT ("animals"[MeSH] NOT "Humans"[MeSH])	8,990	Huma n 대상 제한 > 최종검 색결과

나) EMBASE

<표 11> EMBASE 검색에 사용한 검색어/검색식과 검색건수

Search	검색어 / 검색식	검색건수 (2019.06.20)	비고
#1	'kidney disease'/exp	943,680	
#2	'kidney diseases' OR 'disease, kidney' OR 'diseases, kidney' OR 'kidney disease'	245,602	
#3	'kidney failure'/exp	383,371	
#4	'renal insufficiency' OR 'renal insufficiencies' OR 'kidney insufficiency' OR 'insufficiency, kidney' OR 'kidney insufficiencies' OR 'kidney failure' OR 'failure, kidney' OR 'failures, kidney' OR 'kidney failures' OR 'renal failure' OR 'failure, renal' OR 'failures, renal' OR 'renal failures'	367,009	
#5	'renal disease' OR 'kidney function' OR 'kidney insufficiency' OR 'renal dysfunction' OR 'renal function'	288,029	
#6 Combine	'kidney disease'/exp OR ('kidney diseases' OR 'disease, kidney' OR 'diseases, kidney' OR 'kidney disease') OR 'kidney failure'/exp OR ('renal insufficiency' OR 'renal insufficiencies' OR 'kidney insufficiency' OR 'insufficiency, kidney' OR 'kidney insufficiencies' OR 'kidney failure' OR 'failure, kidney' OR	1,095,691	P 관련 키워드 전체 OR 조합 결과

	'failures, kidney' OR 'kidney failures' OR 'renal failure' OR 'failure, renal' OR 'failures, renal' OR 'renal failures') OR ('renal disease' OR 'kidney function' OR 'kidney insufficiency' OR 'renal dysfunction' OR 'renal function')		
#7	'work'/exp	338,509	
#8	'work' OR 'efficiency' OR 'employment' OR 'job'	1,829,186	
#9	'occupation'/exp	313,444	
#10	'occupations' OR 'occupation' OR 'vocations' OR 'vocation'	79,938	
#11	'employment'/exp	86,591	
#12	'employment' OR 'employment termination' OR 'termination, employment' OR 'labor force' OR 'labor forces' OR 'precarious employment' OR 'employment, precarious' OR 'marginal employment' OR 'employment, marginal' OR 'employment insecurity' OR 'employment insecurities' OR 'insecurity, employment' OR 'employment status' OR 'status, employment' OR 'status, occupational' OR 'occupational status' OR 'underemployment'	110,047	
#13	'job stress'/exp	8,317	
#14	'occupational stress' OR 'occupational stresses' OR 'stress, occupational' OR 'stresses, occupational' OR 'job stress' OR 'job stresses' OR 'stress, job' OR 'stresses, job' OR 'work-related stress' OR 'stress, work-related' OR 'stresses, work-related' OR 'work related stress' OR 'work-related stresses' OR 'workplace stress' OR 'stress, workplace' OR 'stresses, workplace' OR 'workplace stresses' OR 'work place stress' OR 'stress, work place' OR	12,233	

	'stresses, work place' OR 'work place stresses' OR 'professional stress' OR 'professional stresses' OR 'stress, professional' OR 'stresses, professional' OR 'job-related stress' OR 'job related stress' OR 'job-related stresses' OR 'stress, job-related' OR 'stresses, job-related'		
#15	'occupational exposure'/exp	78,324	
#16	'occupational exposure' OR 'exposure, occupational' OR 'exposures, occupational' OR 'occupational exposures'	85,378	
#17	'shift schedule'/exp	211	
#18	'shift work schedule' OR 'schedule, shift work' OR 'schedules, shift work' OR 'work schedule, shift' OR 'night shift work' OR 'shift work, night' OR 'rotating shift work' OR 'shift work, rotating' OR 'shiftwork schedule'	1,040	
#19	'work schedule'/exp	8,608	
#20	'work schedule tolerance' OR 'schedule tolerance, work' OR 'schedule tolerances, work' OR 'tolerance, work schedule' OR 'tolerances, work schedule' OR 'work schedule tolerances'	79	
#21	'work overload' OR 'overwork' OR 'long working'	2,018	
#22 Combine	'work'/exp OR ('work' OR 'efficiency' OR 'employment' OR 'job') OR 'occupation'/exp OR ('occupations' OR 'occupation' OR 'vocations' OR 'vocation') OR 'employment'/exp OR ('employment' OR 'employment termination' OR 'termination, employment' OR 'labor force' OR 'labor forces' OR 'precarious employment' OR 'employment, precarious' OR 'marginal employment' OR 'employment, marginal' OR 'employment insecurity' OR	2,216,622	I 관련 키워드 전체 OR 조합 결과

	'employment insecurities' OR 'insecurity, employment' OR 'employment status' OR 'status, employment' OR 'status, occupational' OR 'occupational status' OR 'underemployment') OR 'job stress'/exp OR ('occupational stress' OR 'occupational stresses' OR 'stress, occupational' OR 'stresses, occupational' OR 'job stress' OR 'job stresses' OR 'stress, job' OR 'stresses, job' OR 'work-related stress' OR 'stress, work-related' OR 'stresses, work-related' OR 'work related stress' OR 'work-related stresses' OR 'workplace stress' OR 'stress, workplace' OR 'stresses, workplace' OR 'workplace stresses' OR 'work place stress' OR 'stress, work place' OR 'stresses, work place' OR 'work place stresses' OR 'professional stress' OR 'professional stresses' OR 'stress, professional' OR 'stresses, professional' OR 'job-related stress' OR 'job related stress' OR 'job-related stresses' OR 'stress, job-related' OR 'stresses, job-related') OR 'occupational exposure'/exp OR ('occupational exposure' OR 'exposure, occupational' OR 'exposures, occupational' OR 'occupational exposures') OR 'shift schedule'/exp OR ('shift work schedule' OR 'schedule, shift work' OR 'schedules, shift work' OR 'work schedule, shift' OR 'night shift work' OR 'shift work, night' OR 'rotating shift work' OR 'shift work, rotating' OR 'shiftwork schedule') OR 'work schedule'/exp OR ('work schedule tolerance' OR 'schedule tolerance, work' OR 'schedule tolerances, work' OR 'tolerance, work schedule' OR 'tolerances, work schedule' OR 'work schedule tolerances') OR ('work overload' OR 'overwork' OR 'long working')		
#23	('kidney disease'/exp OR ('kidney diseases' OR 'disease, kidney' OR 'diseases,	34,056	P AND I

Combine	kidney' OR 'kidney disease') OR 'kidney failure'/exp OR ('renal insufficiency' OR 'renal insufficiencies' OR 'kidney insufficiency' OR 'insufficiency, kidney' OR 'kidney insufficiencies' OR 'kidney failure' OR 'failure, kidney' OR 'failures, kidney' OR 'kidney failures' OR 'renal failure' OR 'failure, renal' OR 'failures, renal' OR 'renal failures') OR ('renal disease' OR 'kidney function' OR 'kidney insufficiency' OR 'renal dysfunction' OR 'renal function')) AND ('work'/exp OR ('work' OR 'efficiency' OR 'employment' OR 'job') OR 'occupation'/exp OR ('occupations' OR 'occupation' OR 'vocations' OR 'vocation') OR 'employment'/exp OR ('employment' OR 'employment termination' OR 'termination, employment' OR 'labor force' OR 'labor forces' OR 'precarious employment' OR 'employment, precarious' OR 'marginal employment' OR 'employment, marginal' OR 'employment insecurity' OR 'employment insecurities' OR 'insecurity, employment' OR 'employment status' OR 'status, employment' OR 'status, occupational' OR 'occupational status' OR 'underemployment') OR 'job stress'/exp OR ('occupational stress' OR 'occupational stresses' OR 'stress, occupational' OR 'stresses, occupational' OR 'job stress' OR 'job stresses' OR 'stress, job' OR 'stresses, job' OR 'work-related stress' OR 'stress, work-related' OR 'stresses, work-related' OR 'work related stress' OR 'work-related stresses' OR 'workplace stress' OR 'stress, workplace' OR 'stresses, workplace' OR 'workplace stresses' OR 'work place stress' OR 'stress, work place' OR 'stresses, work place' OR 'work place stresses' OR 'professional stress' OR 'professional stresses' OR 'stress,	조합 결과
---------	--	-------

	professional' OR 'stresses, professional' OR 'job-related stress' OR 'job related stress' OR 'job-related stresses' OR 'stress, job-related' OR 'stresses, job-related') OR 'occupational exposure'/exp OR ('occupational exposure' OR 'exposure, occupational' OR 'exposures, occupational' OR 'occupational exposures') OR 'shift schedule'/exp OR ('shift work schedule' OR 'schedule, shift work' OR 'schedules, shift work' OR 'work schedule, shift' OR 'night shift work' OR 'shift work, night' OR 'rotating shift work' OR 'shift work, rotating' OR 'shiftwork schedule') OR 'work schedule'/exp OR ('work schedule tolerance' OR 'schedule tolerance, work' OR 'schedule tolerances, work' OR 'tolerance, work schedule' OR 'tolerances, work schedule' OR 'work schedule tolerances') OR ('work overload' OR 'overwork' OR 'long working'))		
#24	'oxidative stress'/exp/mj OR 'oxidative':ti,ab	359,285	
#25	'protective':ti,ab	359,004	"ProtectiveFactors"키워드 확인필요 >protectivefactors로수정회 신(06.12)>EM BASE는"Prot ectiveFactors "에대한통제어 가일치하지않

			아제외
#26	'dialysis'/exp/mj OR 'dialysis':ti,ab	173,534	
#27 Combine	('oxidative stress'/exp/mj OR 'oxidative':ti,ab) OR 'protective':ti,ab OR ('dialysis'/exp/mj OR 'dialysis':ti,ab)	851,731	NOT 처리 키워드 전체 OR 조합 결과
#28 Combine	#23 NOT #27	28,204	
#29 Limit	#23 NOT #27 AND [embase]/lim	25,115	EMBASE로 제한
#30 Limit	#29 NOT ([animals]/lim NOT [humans]/lim)	22,593	EMBASE로 제한 > Human 대상 제한 > 최종검색결과

다) Cochrane library

<표 12> Cochrane library 검색에 사용한 검색어/검색식과 검색건수

Search	검색어 / 검색식	검색건수 (2019.06.20)	비고
#1	[mh "Kidney Diseases"]	14,449	
#2	"Kidney Diseases":ti,ab,kw OR "Disease, Kidney":ti,ab,kw OR "Diseases, Kidney":ti,ab,kw OR "Kidney Disease":ti,ab,kw	12,545	
#3	[mh "Renal Insufficiency"]	7,905	
#4	"Renal Insufficiency":ti,ab,kw OR "Renal Insufficiencies":ti,ab,kw OR "Kidney Insufficiency":ti,ab,kw OR "Insufficiency, Kidney":ti,ab,kw OR "Kidney Insufficiencies":ti,ab,kw OR "Kidney Failure":ti,ab,kw OR "Failure, Kidney":ti,ab,kw OR "Failures, Kidney":ti,ab,kw OR "Kidney Failures":ti,ab,kw OR "Renal Failure":ti,ab,kw OR "Failure, Renal":ti,ab,kw OR "Failures, Renal":ti,ab,kw OR "Renal Failures":ti,ab,kw	18,317	
#5	"renal disease":ti,ab,kw OR "kidney function":ti,ab,kw OR "kidney insufficiency":ti,ab,kw OR "renal dysfunction":ti,ab,kw OR "renal function":ti,ab,kw	22,089	
#6	[mh "Kidney Diseases"] OR "Kidney Diseases":ti,ab,kw OR "Disease,	44,184	

Combine	Kidney":ti,ab,kw OR "Diseases, Kidney":ti,ab,kw OR "Kidney Disease":ti,ab,kw OR [mh "Renal Insufficiency"] OR "Renal Insufficiency":ti,ab,kw OR "Renal Insufficiencies":ti,ab,kw OR "Kidney Insufficiency":ti,ab,kw OR "Insufficiency, Kidney":ti,ab,kw OR "Kidney Insufficiencies":ti,ab,kw OR "Kidney Failure":ti,ab,kw OR "Failure, Kidney":ti,ab,kw OR "Failures, Kidney":ti,ab,kw OR "Kidney Failures":ti,ab,kw OR "Renal Failure":ti,ab,kw OR "Failure, Renal":ti,ab,kw OR "Failures, Renal":ti,ab,kw OR "Renal Failures":ti,ab,kw OR "renal disease":ti,ab,kw OR "kidney function":ti,ab,kw OR "kidney insufficiency":ti,ab,kw OR "renal dysfunction":ti,ab,kw OR "renal function":ti,ab,kw		P 관련 키워드 전체 OR 조합 결과
#7	[mh "Work"]	981	
#8	"Work":ti,ab,kw OR "Efficiency":ti,ab,kw OR "Employment":ti,ab,kw OR "job":ti,ab,kw	55,121	
#9	[mh "Occupations"]	181	
#10	"Occupations":ti,ab,kwOR"Occupation":ti,ab,kwOR"Vocations":ti,ab,kwOR"Vocation":ti,ab,kw	1,736	
#11	[mh "Employment"]	1,767	
#12	"Employment":ti,ab,kw OR "Employment Termination":ti,ab,kw OR "Termination, Employment":ti,ab,kw OR "Labor Force":ti,ab,kw OR "Labor Forces":ti,ab,kw OR "Precarious Employment":ti,ab,kw OR "Employment, Precarious":ti,ab,kw OR	3,689	

	"Marginal Employment":ti,ab,kw OR "Employment, Marginal":ti,ab,kw OR "Employment Insecurity":ti,ab,kw OR "Employment Insecurities":ti,ab,kw OR "Insecurity, Employment":ti,ab,kw OR "Employment Status":ti,ab,kw OR "Status, Employment":ti,ab,kw OR "Status, Occupational":ti,ab,kw OR "Occupational Status":ti,ab,kw OR "Underemployment":ti,ab,kw		
#13	[mh "Occupational Stress"]	255	
#14	"Occupational Stress":ti,ab,kw OR "Occupational Stresses":ti,ab,kw OR "Stress, Occupational":ti,ab,kw OR "Stresses, Occupational":ti,ab,kw OR "Job Stress":ti,ab,kw OR "Job Stresses":ti,ab,kw OR "Stress, Job":ti,ab,kw OR "Stresses, Job":ti,ab,kw OR "Work-related Stress":ti,ab,kw OR "Stress, Work-related":ti,ab,kw OR "Stresses, Work-related":ti,ab,kw OR "Work related Stress":ti,ab,kw OR "Work-related Stresses":ti,ab,kw OR "Workplace Stress":ti,ab,kw OR "Stress, Workplace":ti,ab,kw OR "Stresses, Workplace":ti,ab,kw OR "Workplace Stresses":ti,ab,kw OR "Work Place Stress":ti,ab,kw OR "Stress, Work Place":ti,ab,kw OR "Stresses, Work Place":ti,ab,kw OR "Work Place Stresses":ti,ab,kw OR "Professional Stress":ti,ab,kw OR "Professional Stresses":ti,ab,kw OR "Stress, Professional":ti,ab,kw OR "Stresses, Professional":ti,ab,kw OR "Job-related Stress":ti,ab,kw OR "Job related	500	

	Stress":ti,ab,kw OR "Job-related Stresses":ti,ab,kw OR "Stress, Job-related":ti,ab,kw OR "Stresses, Job-related":ti,ab,kw		
#15	[mh "Occupational Exposure"]	547	
#16	"Occupational Exposure":ti,ab,kw OR "Exposure, Occupational":ti,ab,kw OR "Exposures, Occupational":ti,ab,kw OR "Occupational Exposures":ti,ab,kw	918	
#17	[mh "Shift Work Schedule"]	9	
#18	"Shift Work Schedule":ti,ab,kw OR "Schedule, Shift Work":ti,ab,kw OR "Schedules, Shift Work":ti,ab,kw OR "Work Schedule, Shift":ti,ab,kw OR "Night Shift Work":ti,ab,kw OR "Shift Work, Night":ti,ab,kw OR "Rotating Shift Work":ti,ab,kw OR "Shift Work, Rotating":ti,ab,kw OR "shiftwork schedule":ti,ab,kw	78	
#19	[mh "Work Schedule Tolerance"]	145	
#20	"Work Schedule Tolerance":ti,ab,kw OR "Schedule Tolerance, Work":ti,ab,kw OR "Schedule Tolerances, Work":ti,ab,kw OR "Tolerance, Work Schedule":ti,ab,kw OR "Tolerances, Work Schedule":ti,ab,kw OR "Work Schedule Tolerances":ti,ab,kw	145	
#21	"work overload":ti,ab,kw OR "overwork":ti,ab,kw OR "long working":ti,ab,kw	55	
#22 Combine	[mh"Work"]OR"Work":ti,ab,kwOR"Efficiency":ti,ab,kwOR"Employment":ti,ab,kwOR"job":ti,ab,kwOR[mh"Occupations"]OR"Occupations":ti,ab,kwOR"Occupation":ti,ab,kwOR"Vocations":ti,ab,kwOR"Vocation":ti,ab,kw OR [mh "Employment"] OR "Employment":ti,ab,kw OR "Employment Termination":ti,ab,kw OR "Termination,	57,769	I 관련 키워드 전체 OR 조합 결과

Employment":ti,ab,kw OR "Labor Force":ti,ab,kw OR "Labor Forces":ti,ab,kw OR "Precarious Employment":ti,ab,kw OR "Employment, Precarious":ti,ab,kw OR "Marginal Employment":ti,ab,kw OR "Employment, Marginal":ti,ab,kw OR "Employment Insecurity":ti,ab,kw OR "Employment Insecurities":ti,ab,kw OR "Insecurity, Employment":ti,ab,kw OR "Employment Status":ti,ab,kw OR "Status, Employment":ti,ab,kw OR "Status, Occupational":ti,ab,kw OR "Occupational Status":ti,ab,kw OR "Underemployment":ti,ab,kw OR [mh "Occupational Stress"] OR "Occupational Stress":ti,ab,kw OR "Occupational Stresses":ti,ab,kw OR "Stress, Occupational":ti,ab,kw OR "Stresses, Occupational":ti,ab,kw OR "Job Stress":ti,ab,kw OR "Job Stresses":ti,ab,kw OR "Stress, Job":ti,ab,kw OR "Stresses, Job":ti,ab,kw OR "Work-related Stress":ti,ab,kw OR "Stress, Work-related":ti,ab,kw OR "Stresses, Work-related":ti,ab,kw OR "Work related Stress":ti,ab,kw OR "Work-related Stresses":ti,ab,kw OR "Workplace Stress":ti,ab,kw OR "Stress, Workplace":ti,ab,kw OR "Stresses, Workplace":ti,ab,kw OR "Workplace Stresses":ti,ab,kw OR "Work Place Stress":ti,ab,kw OR "Stress, Work Place":ti,ab,kw OR "Stresses, Work Place":ti,ab,kw OR "Work Place Stresses":ti,ab,kw OR "Professional Stress":ti,ab,kw OR "Professional Stresses":ti,ab,kw OR "Stress, Professional":ti,ab,kw OR "Stresses,	
--	--

	Professional":ti,ab,kw OR "Job-related Stress":ti,ab,kw OR "Job related Stress":ti,ab,kw OR "Job-related Stresses":ti,ab,kw OR "Stress, Job-related":ti,ab,kw OR "Stresses, Job-related":ti,ab,kw OR [mh "Occupational Exposure"] OR "Occupational Exposure":ti,ab,kw OR "Exposure, Occupational":ti,ab,kw OR "Exposures, Occupational":ti,ab,kw OR "Occupational Exposures":ti,ab,kw OR [mh "Shift Work Schedule"] OR "Shift Work Schedule":ti,ab,kw OR "Schedule, Shift Work":ti,ab,kw OR "Schedules, Shift Work":ti,ab,kw OR "Work Schedule, Shift":ti,ab,kw OR "Night Shift Work":ti,ab,kw OR "Shift Work, Night":ti,ab,kw OR "Rotating Shift Work":ti,ab,kw OR "Shift Work, Rotating":ti,ab,kw OR "shiftwork schedule":ti,ab,kw OR [mh "Work Schedule Tolerance"] OR "Work Schedule Tolerance":ti,ab,kw OR "Schedule Tolerance, Work":ti,ab,kw OR "Schedule Tolerances, Work":ti,ab,kw OR "Tolerance, Work Schedule":ti,ab,kw OR "Tolerances, Work Schedule":ti,ab,kw OR "Work Schedule Tolerances":ti,ab,kw OR "work overload":ti,ab,kw OR "overwork":ti,ab,kw OR "long working":ti,ab,kw		
#23 Combine	#6 AND #22	1,100	P AND I 조합 결과
#24	[mh "Oxidative Stress"[mj]] OR "oxidative":ti,ab	10,472	

#25	[mh "Protective Factors"[mj]] OR "Protective":ti,ab	13,872	"ProtectiveFactors" 키워드 확인 필요 >protectivefactors로 수정 회신 (06.12)
#26	[mh "Dialysis"[mj]] OR "dialysis":ti,ab	10,463	
#27 Combine	[mh "Oxidative Stress"[mj]] OR "oxidative":ti,ab OR [mh "Protective Factors"[mj]] OR "Protective":ti,ab OR [mh "Dialysis"[mj]] OR "dialysis":ti,ab	33,887	NOT 처리 키워드 전체 OR 조합 결과
#28 Combine	#23 NOT #27	784	최종 검색 결과 (CDSR: 20건 / Trials: 764건)

5) 연구제한 및 1차 검색 결과

- 검색엔진에서 1차 검색 시 아래와 같이 연구제한을 두었다.
 - 출판언어 : 영어
 - 연구대상 : human
 - 연구 논문 종류 : 실험연구를 제외한 역학연구
- 1차 검색 결과 총 32,367개의 논문을 검색했으며, 중복 제거 후 28,551개 논문을 선정하였다.

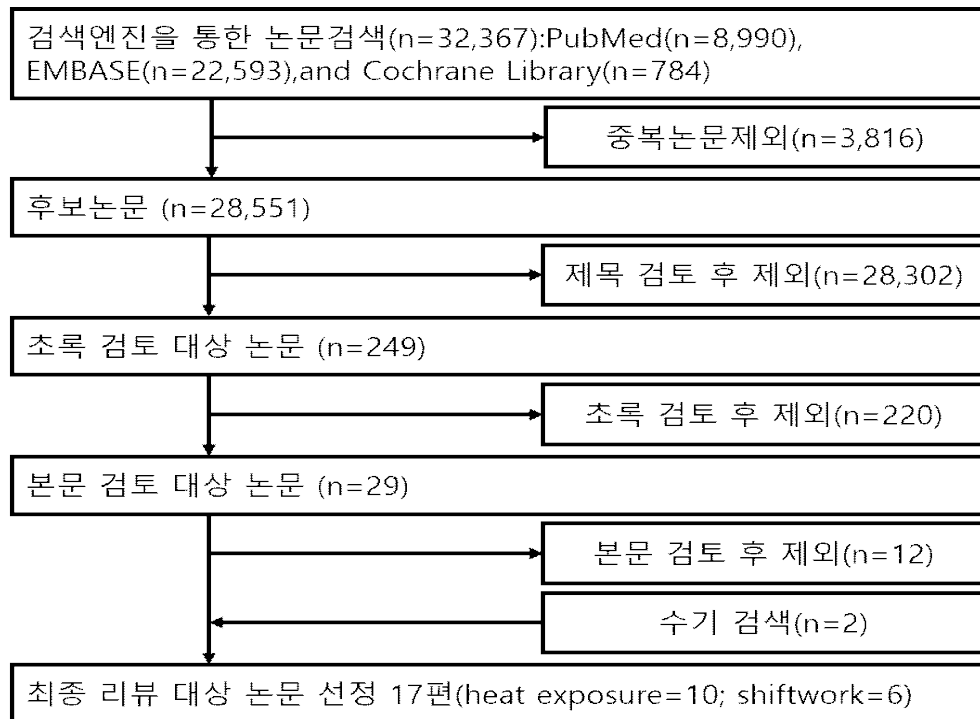
6) 제목 및 초록 검토

- 1차 검색한 논문을 직업환경의학과 의사 2인이 검토하였다. 추가로 배제한 기준은 아래와 같다.
 - 언어 : 영어 외 언어
 - 대상 : 실험연구
- 제목 및 초록 검토 결과 28,513개의 문헌을 배제하였고, 총 29개 문헌의 전문을 상세 검토하기로 했다.

7) 최종 선정 논문

- 29개 논문의 전문을 검토한 결과 본문열람이 되지 않는 문헌 5개를 제외하고, 연구주제가 적절하지 않은 논문 7개를 제외하였다. 남은 논문에서 인용한 참고문헌을 살펴보아 2개의 논문을 추가로 찾았다. 그래서 주제가 적절한 최종 19개의 논문 중 editorial article(n=1), issue paper(n=1)를 제외한 17편의 연구를 대상으로 하였다. 이 중 리뷰논문 한편을 제외한 검토 내용은 다음과 같다.

- 논문 선정과정을 흐름도로 나타내면 [그림 10]과 같다.



[그림 10] 논문 선정과정 흐름도

(1) 야간교대근무와 만성신장질환

일반인을 대상으로 수면부족과 만성신장질환의 발생위험에 대한 연구는 비교적 많이 보고되었다. 그러나 노동자들을 대상으로 한 야간교대근무와 만성신장질환의 연관성에 대한 논문은 1994년에 네덜란드에서 수행된 연구가 1편 있는 후, 최근까지 없다가 2010년대 중반부터 관련연구가 발표되기 시작하였다. 미국, 일본, 한국에서 연구가 있었는데, 대부분은 요증 알부민수치나 사구체여과율을 결과변수로 삼아 연구하였다. 다음의 <표 13>는 관련 연구를 정리한 표이다.

<표 13> 야간교대근무와 만성신장질환에 대한 문헌고찰결과 요약

저자	출판연도	국가	디자인	자료원 및 대상	설명변수	결과변수	주요결과
Boogaard et al.	1994	네덜란드	단면연구	석유화학 산업 남성 종사자	노출군: 94명, 교대근무 및 chlorinated hydrocarbons 노출 대조군1: 60명, 교대근무, 화학적 노출 없음 대조군2: 50명, 낮근무, 화학적 노출 없음	소변 중 알부민 수치	소변중알부민수치(mg/gcreatinine) - 노출군: 5.8 - 대조군1: 5.7 - 대조군2: 4.7
Luenda et al.	2013	미국	단면연구	뉴욕경찰	근무형태 야간근무시간(3분위)	사구체여과율(eGFR)	사구체여과율(mL/min/1.73m2) *BMI 25 이상인 경우 - 낮근무자: 91.0 - 오후근무자: 89.2 - 밤근무자: 81.4 *야간근무 시간별 - 1분위 :91.6 - 2분위: 88.5 - 3분위: 82.2

Sasaki et al.	2014	일본	전향적	삿포로시 공무원	교대근무여부 수면시간	만성신장질환 발생 -eGFR<60mL/min/1.73m2	교대근무자에서 수면시간이 5시간 이내인 경우, 수면시간이 6-7시간 사람보다 만성신장질환 발생 위험 HR=4.22
Sasaki et al.	2018	일본	전향적	삿포로시 공무원	교대근무여부 불면증지수(AthensInsomniaScale)	만성신장질환 발생 -eGFR<60mL/min/1.73m2	교대근무자에서 불면증지수가 높은 경우, 그렇지 않은 사람보다 만성신장질환 발생위험 HR=1.49 불면증지수 중 입면장애가 있으면 HR=3.34 불면증지수 중 수면유지장애가 있으면 HR=3.98
Kang et al.	2017	한국	단면 연구	국민건강영양조사	교대근무여부	미세단백뇨	여성의 경우, 교대 근무자의 미세단백뇨 위험 OR=1.86
Uhm et al.	2017	한국	단면 연구	국민건강영양조사	교대근무여부	만성신장질환유무 -eGFR<60mL/min/1.73m2 -요중알부민>30mg/gcreatinine	여성의 경우, 교대 근무자의 만성신장질환 위험 OR=2.34

Boogaard 등(1994)은 네덜란드의 석유화학산업 종사자를 대상으로 유기염소의 노출과 교대근무가 신장에 끼치는 영향을 조사하였다. 노출군은 교대근무를 하면서 유기염소에 노출되는 그룹이었고, 한 대조군은 교대근무를 하지만 화학적 노출이 없는 군으로 잡았다. 또 다른 대조군에서는 낮에만 일하는 다른 근로자로 구성되었지만, 두 대조군 모두 거의 동일한 물리적 작업 부하를 보였다. 분석 결과, 노출군과 첫 번째 대조군 사이에 유의한 신장관련 변수의 차이는 없었다. 그러나 교대근무를 하지 않는 두 번째 대조군은 노출군과도 유의하게 소변중 알부민 배설량의 차이가 있었고, 두 대조군 간에서도 유의한 차이가 있었다. 이러한 결과를 바탕으로 저자들은 석유화학산업 근로자에서 이전에 보고된 알부민뇨의 증가는 잠재적으로 신 독성 화학 물질의 저농도에 대한 장기간 노출보다는 교대 작업 시스템으로 인한 일주기 리듬의 변화 때문인 것으로 해석하였다.

Luenda 등(2013)은 뉴욕 경찰의 교대 근무 및 사구체여과율 간의 연관성을 조사하였다. 연구결과, 교대 근무는 백인/히스패닉 경찰에게서만 사구체여과율 감소와 유의한 연관이 있었다 : 낮 근무(88.6 ± 2.8), 오후 근무 (90.6 ± 2.9), 야간 근무 ($83.1 \pm 3.1 \text{ mL} / \text{min} / 1.73 \text{ m}^2$). 또한 야간 근무 시간의 비중이 많을수록 사구체여과율의 감소와 연관되어 있으며 ($p \text{ for trend}=0.001$), 체질량지수가 25이상인 경우에 교대 근무와 사구체여과율 사이의 연관성이 더욱 뚜렷해지는 것을 관찰하였다.

Sasaki 등(2014)은 일본의 삿포로시 공무원 10,423명 중 만성신장질환이 없는 총 3,600명의 참가자를 평균 4.4년 동안 관찰하여, 만성신장질환 (CKD) 발달과 수면 기간 및 교대 근무의 관계를 조사하였다. 조사결과, 수면 기간과 교대근무는 각각 개별적으로는 만성신장질환의 위험과 유의한 연관성을 보이지 않았다. 그러나 교대근무자만을 대상으로 분석 시에, 짧은 수면 기간은 교대 근무자들 사이에서 만성신장질환의 위험이 유의하게 높았다 ($\text{HR}=3.60$, 95 % CI : $1.52\text{--}10.68$). 한편, 같은 연구진이 같은 연구대상으로 후속 분석한 결과에 따르

면(Sasaki 등, 2018), 교대근무자에게서 불면증지수(Athens Insomnia Scale 점수 6 이상)가 높을수록 만성신장질환의 발생 위험이 상승하는 것이 관찰되었으나, 통계적인 유의성은 없었다(HR=1.49, 95 % CI: 0.62-3.39).

그러나 불면증지수 중 수면유지장애는 교대근무여부와 관계없이, 통계적으로 유의하게 만성신장질환의 위험을 높이는 것으로 분석되었다. 또한, 교대근무자에서 입면장애가 있는 경우, 만성신장질환의 발생위험이 높아졌다(HR=3.34, 95% CI: 1.22-8.31). 이 관계는 비 교대 근로자들에게는 나타나지 않았다.

한편, 국내에서 수행된 연구로는 강은계 등(2017)이 제 5차 및 6차 국민건강영양조사(KNHANES 2012-2014, n = 3,000)자료를 분석하여 교대근무 및 미세알부민뇨 사이의 관련성을 조사한 것이 있다. 분석결과, 남성 근로자에서 미세알부민뇨의 유병률은 주간 근로자에서 더 높았으나 그 차이는 유의하지 않았다. 그러나 여성 간의 미세알부민뇨의 유병률은 통계적으로 유의하게 교대 근무자에서 더 높았다. 여성의 경우 교대 근무자의 미세 알부민뇨 비율은 주간 근로자에 비해 유의하게 높았다(OR=1.86, 95 % CI 1.02-3.39). 교대 작업 패턴의 5 개 하위 그룹으로 나누었을 때, 고정 야간 교대 근무에 대한 미세 알부민뇨증의 위험도 고정 주간노동자에 비해 4.68배 (95 % CI 1.29-17.00) 높은 것으로 관찰되었다.

또 다른 국내 연구결과도 마찬가지로 제 5차 및 6차 국민건강 영양 조사(National Health and Nutrition Examination Survey) 자료를 분석하였다. 이 연구에서의 연구대상은 20세 이상의 육체 근로자 3,504 명이였다. 만성 신장 질환은 요증 알부민이 30mg/g 이상이거나, 사구체여과율이 60mL/min/1.73m² 미만인 경우로 정의하였다. 분석결과, 만성신장질환의 위험은 여성 근로자 집단에서 유의한 증가를 보였다 (OR= 2.04, 95% CI= 1.22-3.41). 그러나 남성 근로자 집단의 결과는 유의하지 않았다. 그러한 결과에 대해 저자들은 신장은 생체 시계가 있는 기관이므로, 교대 근무로 인해 일주기가 중단되기 때문에 만성 신장 질환의 발생률에 직접 또는 간접적으로 영향을 미칠 수 있다고 결론지었다.

(2) 고온 노출과 만성신장질환

고온 노출에 따른 만성신장질환의 발생에 대한 연구는 대부분 중앙아메리카 지역민을 대상으로 이루어졌다. 1990년대 후반부터 많은 연구들이 중미 및 남부 멕시코에서 만성신장질환의 초과발생을 입증했으며, 중앙아메리카 신증(Mesoamerican nephropathy)으로 불리는 이 현상의 원인을 밝히려는 노력이 이어졌다. 특히 직업적 고온노출에 대하여 초점을 둔 논문은 사탕수수밭 노동자를 대상으로 이루어졌으며, 2012년부터 2018년까지 관련연구가 발표되었다. 농업종사자 외 업무상 고온에 노출될 가능성이 높은 작업종사자를 대상으로 한 연구, 직업군을 특정하지 않고 업무상 고온노출 정도와 만성신장질환의 발생의 연관성을 고찰한 연구들이 발표되었다 <표 14>.

<표 14> 고온노출과 만성신장질환에 대한 문헌고찰결과 요약

저자	출판연도	국가	디자인	자료원 및 대상	설명변수	결과변수	주요결과
Peraza et al.	2011	엘살바도르	단면연구	5개 지역 노동자	과거 면농업-현재 사탕수수농업지역 2곳(해변가0-50masl) 사탕수수농업지역1곳(높은 고도 500masl <) 커피농업1곳(높은고도 1,650masl) 비농업노동자(높은고도650 masl)	혈청크레아티닌	높은 고도지역 노동자에 대비 해변가 노동자의 정상 상한치이상 (남 >1.2.mg/dL, 여 >0.9ml/dL) SCr 상승위험 OR =9.8(남), 2.6(여) 10년마다 위험상승 adjusted OR=3.1(남), 1.9(여)
García-Trabanino et al.	2015	엘살바도르	단면연구	사탕수수 절단작업 노동자	400masi 지역노동자55명 265masi 지역노동자41명 해발고도 지역노동자 93명	6개월간의 수확시즌이 지난 후, 업무 일에	업무 시작 전 측정시 - 사구체여과율 감소상태(<60mL/min/1.73 m ²) 노동자 남성: 23명/168명(14%), 여성: 1명/20명

						업무시작전, 종료 후 사구체여과율 (eGFR)	- 사구체여과율 감소 위험 예측인자 연령 OR=1.09/year, 95% CI 1.02 - 1.16, P=0.008) 지역(해안지역 대 기타고도지역)OR=3.5, 95% CI 1.3 - 9.4, P<0.01) 업무시작 전 대비 업무시작 후 - 혈청크레아티닌 감소 노동자 수 20%→25% - 혈청 요산 상승 노동자 수 26%→43%
Laws et al.	2015	니카 라과	전향적	사탕수수 농업 노동자	노출군:수수절단작업자 51명 파종작업자 36명 종자절단작업자 19명 살충제작업자 29명 관개작업자 49명 운전자 41명 비노출군: 공장작업자 59명	수확시즌 전 대비 6개월 후 평균 사구체여과율 (eGFR)의 변화	공장작업자에 비하여 수확시즌(6개월) 후 평균 사구체여과율(ml/min/1.73m ²) 감소 - 종자절단작업자 -8.6ml/min/1.73m ² - 관개작업자 -7.4ml/min/1.73m ² - 수수절단작업자 -5.0ml/min/1.73m ²
Wesselin g et al.	2016	니카 라과	전향적	사탕수수 절단작업	노출군: 남성 사탕수수 절단작업 노동자 29명	혈청크레아티 닌	노출군에서 -하루 근무시작전, 근무종료 후 변화

				노동자	비노출군: 대부분 사무실작업자 25명	혈중요소질소 요중 NGAL	: 혈청 크레아티닌, 요소질소가 유의미하게 증가 -업무 첫날-9주 후 업무시작전 사구체여과율(ml/min/1.73m²) : 업무첫날 평균109(37-141) →9주 후 평균99(22-134). p=0.02 혈중요소질소(mg/dL) : 업무첫날 평균 11.3(5.09-19) →9주 후 평균15.9(6.9-46). p<0.001 요중 NGAL: 업무첫날 평균 18(0.2-57) →9주 후 평균 72(3.8-351). p=0.003 비노출군에서 사구체여과율(ml/min/1.73m²) 업무첫날 평균116(75-151) →9주 후 평균112(78-138). p=0.07
Butler-Dawson et al.	2018	과테말라	전향적	사탕수수 절단작업 노동자	사탕수수 절단작업 노동자 330명	사구체여과율 (eGFR)	채용전 건진대비 수확시즌 후 eGFR 감소 위험 -B근무지 대비 A근무지 노동자 OR = 2.60(95% CI 1.39-4.80)

						-임시파견근로자(higland residence) 대비 로컬근로자 OR=2.15(95% CI 1.28-3.60) -현재 흡연자 OR=2.33(95% CI 1.17-4.63) 채용 전 건진 대비 eGFR 중증감소(20%이상) 위험 -채용전 사구체여과율 90ml/min/1.73 m² 미만인 군 OR=4.23, 95% CI 1.12-15.99 채용 전 건진 대비 eGFR 경도감소(20%미만) 위험 -임시파견근로자(higland residence) 대비 로컬근로자 OR=2.15(95% CI 1.28-3.60) - B근무지 대비 A근무지 노동자 OR=1.92(95% CI: 1.12-3.30)
Wegman et al.	2018	엘살바도르	중재연구	사탕수수 절단작업 노동자	중재군(내륙지역 근무그룹) 60명 비중재군(해변지역 근무그룹) 57명	사구체여과율 변화(eGFR) 중재군, 비중재군 모두에서 하루 중 근무시작전, 근무종료 후 평균 사구체여과율 변화 : -10.5mL/min/1.73 m² (95 % CI - 11.8- -9.1), 중재시작 5 개월 후의 사구체여과율 감소 중재그룹: -3.4 mL/min/1.73m² (95% CI

							- 5.5 -1.3) 비중재그룹: -5.3 (95 % CI-7.9 - -2.7)
Ekiti et al.	2018	카메룬	단면연구	사탕수수 농장 노동자	사무실근무자 23명 공장근무자 57명 옥외작업자 124명	알부민뇨, 사구체여과율 (eGFR)	알부민뇨, 사구체여과율 <60ml / min / 1.73 m ² -공장근로자에서 가장 높은 만성신장질환 유병율 (사무실근무자 0%, 옥외작업자 2.4%, 공장근무자 7%) -연령 40세 이상시 만성신장질환의 OR=18.7 (95% CI 1.5-236.4)
Tawatsupa et al.	2012	태국	네스티드 코호트스 터디	태국코호트연구	전일제 임금근로자 중 2005년, 2009년 업무상 고온노출 항목 및 신장질환유무 답변자 38,839명 중 2005년 신장질환 없었던 37,816명 (남성 17,402명 여성 20,414명)	신장질환유무 주관적 보고	남성노동자의 경우, 2005년 업무상 고온노출 거의 없었던 군에 비하여 신장질환의 위험 가끔노출군 AOR=1.19 (95% CI 0.83-1.69) 자주 노출군 AOR=1.48 (95% CI 1.01-2.16) 전체연령 P-trend = 0.046 남성 육체 노동자의 경우, 2005년 업무상 고온노출 없었던 군에 비하여 업무상 고온노출자 AOR=2.57(95% CI 1.11-5.93) 연령 ≥35세 AOR=4.33(95% CI 1.38-13.60)

						OR p-trend = 0.025 남성노동자의 경우, 2005, 2009년 업무상고온노출 거의 없었던 군에 비하여 신장질환의 위험 가끔노출군 AOR=1.40 (95% CI 0.94-2.08) 자주노출군 AOR=2.22 (95% CI 1.48-3.35) 전체연령 p-trend < 0.001 남성 육체 노동자의 경우, 2005, 2009년 업무상고온노출 없었던 군에 비하여 업무상 고온노출자 연령≥35세 AOR=5.30(95% CI 1.17-24.13) OR p-trend = 0.041
Nerbass et al.	2019	브라 질	단면연구	금속산업 종사남성 노동자	노출군: 용광로 근처에서 일하는 노동자 14명 대조군: 용광로 근처에서 일하지않는 노동자 17명	사구체여과율 (eGFR) 업무 시작 전, 업무종료 후 사구체여과율 변화 (ml / min) 노출군 : - 13 ± 11 비노출군: - 5 ± 7 p < 0.01

Peraza 등(2011)은 엘살바도르의 다섯 개 지역 노동자를 대상으로 농업종사자의 신장 기능감소에 대한 연구를 진행하였다. 연구대상군은 고도에 따라 해변지역과 높은 고도 지역, 농업종류에 따라 과거 면화농업, 현재 사탕수수농업 지역, 커피농업지역, 비농업지역으로 나뉘어 총 다섯 개 지역에서 모집되었다. 분석 결과, 높은 고도지역 노동자에 비해 연안지역 노동자의 혈청 크레아티닌이 정상 상한치 이상으로 상승할 위험이 유의미하게 높았다(OR=남성 9.8(95% CI 3.9-25), 여성 2.6(95% CI 1.3-5.2)). 연안지역 노동자 중 혈청 크레아티닌 상승을 보인 사례의 81%는 면화농업, 사탕수수 작업자였다. 즉, 연안지역의 높은 오즈비는 직업력의 영향을 반영하는 것으로 보인다. 해발 500m 이상의 높은 고도 작업자의 경우, 사탕수수 농업작업자임에도 신장 기능 저하가 뚜렷하지 않았다. 연안 사탕수수 또는 면화 재배 작업력이 10년 증가시마다 신장 기능 감소의 오즈비는 남자의 경우 3.1(95% CI, 2.0-5.0)이었고, 여자의 경우 2.3(95% CI, 1.4-3.7)으로 증가할 것으로 예상되었다.

이후 다른 연구자에 의해 진행된 엘살바도르의 사탕수수 절단작업 노동자 연구(García-Trabanino 등, 2015)에서는 해발고도 지역, 265m, 400m 지역의 노동자들이 대상이 되었다. 해당연구는 업무시작 전 대비 업무종료 후의 혈청 크레아티닌을 비롯하여 탈수를 나타내는 생체지표를 확인하였다. 분석결과 업무 전후에 걸쳐 통계적으로 유의미한 변화들이 관찰되었다. 업무 전 측정 시부터 혈청 크레아티닌이 정상상한치 이상으로 증가 되어있는 사례는 전체 남성노동자 168명의 20%, 여성 노동자 20명 중 1명에 해당했으며 이들 중 혈청 요산수치가 7.0mg/dl 이상으로 증가되어있는 남성노동자 23명(14%)의 경우 사구체여과율이 60mL/min/1.73 m² 미만으로 나타나 만성신장질환의 기준을 충족하였다. 사구체여과율 감소위험 예측인자 중 유의한 결과를 보인 것은 연령(OR=1.09/년, 95% CI 1.02 - 1.16, P=0.008)과 근무지역(해안지역 대 기타고도지역, OR=3.5, 95% CI 1.3 - 9.4, P<0.01)이었다. 해당 연구에서는 업무종료 후 혈청 크레아티닌, 요소 질소 및 요산의 유의미한 증가가 나타났다(약 10%). 혈청

크레아티닌이 증가된 노동자의 비율은 업무 시작 전 20%에서 업무 종료 후 25%로 증가하여 사구체여과율(GFR)이 감소하는 결과를 보였다. 혈청 요산이 정상 상한치 이상(남성>7mg/dL, 여성>6mg/dL)으로 측정되는 경우는 업무시작 전 26%에서 업무종료 후 43%로 증가했다. 해당 연구에서는 업무 중 건습구온도를 측정하였는데, 정오 전 평균 습구흑구온도가 34 - 36 °C, 정오 이후 39 - 42 °C로 나타나, 덥고 습한 환경에서의 격렬한 육체작업이 탈수를 일으키고 신장 기능을 지속적으로 저하시키는 것으로 고찰하였다.

Laws 등(2015)은 니카라과의 사탕수수농업에 종사하는 다양한 직종을 대상으로 전향적 연구를 진행하였으며, 수확기 전, 후 6개월간의 신장변수 차이를 확인하였다. 비 노출군 사탕수수농장 내 공장작업자에 비하여 종자절단 작업자(-8.6 ml/min/1.73 m²), 관개작업자(-7.4 ml/min/1.73 m²), 수수절단작업자(-5.0 ml/min/1.73 m²)의 평균 사구체여과율 감소 수준은 유의한 차이를 보였다.

Wesseling 등(2016)의 연구는 노출군인 니카라과의 사탕수수 절단작업자와 비노출군인 사무실근무자를 대상으로 한 전향적 연구였다. 사탕수수 절단작업자의 경우 업무 첫날, 업무시작 후 6일째, 9주 째 신장기능 신체지표를 측정하였고 비노출군의 경우 업무의 첫날, 추수 후 5개월 후 신장기능 신체지표를 측정하였다. 노출군에서 9주 후 통계적으로 유의미한 업무 전 신장기능 저하가 나타났다. 업무 첫날에 비하여 9주 후 평균 사구체여과율이 9%(10ml/min)감소하였으며 혈중요소질소(BUN)가 41% 증가, NGAL(neutrophil gelatinase-associated lipocalin) 4배 증가하는 결과가 나타났다. 또한 업무시작 전과 및 업무종료 후에 생체지표 측정치에도 유의미한 차이가 드러났는데, 특히 혈청 크레아티닌은 매 측정 일에서 업무 전후 차이가 유의하게 나타났다.

2018년 과테말라에서도 유사연구가 진행되었다. Butler-Dawson등은 사탕수수 절단작업 노동자 330명을 대상으로 채용 전 건진 시와 6개월 후 추수시즌이 지난 시점의 사구체여과율을 비교 조사하였다. 채용 전 건진 시 대비 추수시즌 후 측정에서 사구체여과율이 감소될 위험은 B근무지 대비 A근무지 근로자의

경우 OR = 2.60(95% CI 1.39-4.80), 임시파견근로자(highland residence) 대비 로컬근로자 OR=2.15(95% CI 1.28-3.60), 현재 흡연자 OR=2.33(95% CI 1.17-4.63)로 나타났다. 연구진들은 추가로 사구체여과율 감소 수준에 따라 경도저하군(0-20%미만 감소)과 중증저하군(20% 이상 감소)으로 나누어 오즈비를 계산하였다. 그 결과 사구체여과율의 중증저하를 경험할 위험은, 채용 전 사구체여과율이 90ml/min/1.73 m²미만인 군에서 OR 4.23, 95% CI 1.12-15.99로 나타났다. 한편 사구체여과율의 경도저하를 경험할 위험은 로컬노동자에서 OR 1.92(95% CI: 1.12-3.30), A근무지 노동자에서 OR 2.48(95% CI: 1.30-4.72)로 보고되었다.

Eriki 등(2018)의 연구는 아프리카 카메룬의 사탕수수농장의 사무실근무자, 공장근무자, 옥외작업자를 대상으로 혈액, 소변샘플을 채취하였다. 검사 상 이상을 보이는 노동자들만 3개월 후 재검을 시행하였고, 지속적인 알부민뇨와 사구체여과율 저하(<60 ml/min/1.73m²)를 보이는 경우 만성신장질환으로 정의하였다. 전체 204명 중 지속적으로 신장기능저하를 보이는 경우는 7명으로, 전체의 약 3.4%였다. 사무실과 옥외작업자의 유병율은 약 0%, 2.4%였으며 공장근무자의 경우 약 7%의 유병율로 가장 많은 영향을 받았음을 나타냈다. 만성신장질환자로 나타난 환자에서 약초의 만성적 사용(p <0.001)과 음주빈도(p <0.001)가 유의미하게 높게 나타났다. 상관분석에서는 40세 이상의 연령(p = 0.032)과 약초의 사용(p = 0.045)이 만성신장질환과 유의미한 상관을 보였다. 연령, 고용 기간, 사회 경제적 지위, 작업 공간, NSAIDs의 만성적 사용, 담배 사용 및 비만, 과체중을 공변량으로 로지스틱 회귀분석을 수행하였고, 분석결과 40세 이상의 연령만이 독립적으로 만성신장질환과 관련이 있었다(OR = 18.7, 95% CI = 1.5-236.4, p = 0.024). 저자들은 과거 니카라과 사탕수수농장 근로자들의 연구결과(Laws et al. 2015)와의 차이점은 업무 시간과 근무환경에서 기여했을 것으로 보았다. 니카라과연구의 옥외작업자들은 하루 12시간씩 7일을 근무하였고 본 카메룬 연구의 옥외작업자들은 하루 5시간씩 6일간 근무하였으

며 이는 공장근로자가 8시간씩 6일간 근무하는 것보다 적은 수준이었다. 연구자들은 카메룬 연구의 옥외작업자들이 작업장에서 도보거리에 가용한 음수시설을 사용할 수 있었다는 점 역시 공장근로자에서 나타난 만성신장질환 유병율에 기여했을 것으로 보았다.

사탕수수농업의 업무상고열노출 및 반복적인 탈수가 노동자의 신장 기능저하에 기여함에 주목하여, 2018년 엘살바도르에서 중재연구가 발표되었다. Wegman 등의 연구에서는 노동자의 수분섭취 접근성을 높이고 그늘막을 제공하였으며 규칙적인 근무 중 휴식시간을 제공하였다. 기존에는 내륙, 해변 지역 모두에서 이와 같은 중재가 시작될 예정이었으나 보안상의 문제, 참여율 저조의 문제로 내륙지역에서 먼저 중재가 시작되었다. 중재군과 비중재군 모두에서 하루 중 근무시작 전, 근무종료 후 평균 사구체여과율 평균의 감소가 확인되었다($-10.5 \text{ mL/min/1.73 m}^2$, 95% CI $-11.8 - -9.1$) 중재 시작 5개월 후의 사구체여과율 감소를 확인한 결과 중재군에서 평균 -3.4 의 감소(95% CI $-5.5 - -1.3$), 비중재군에서 평균 -5.3 의 감소(95% CI $-7.9 - -2.7$)가 확인되었다.

농업 외 기타 고온노출 작업장에 대한 연구로는 2019년 Nerbass 등에 의해 수행된 연구가 있다. 본 연구는 브라질 금속가공산업 종사 남성노동자를 대상으로 하였으며, 용광로 근처에서 일하는 노동자 14명과 용광로 근처에서 일하지 않는 노동자 17명의 업무 수행 전후 사구체여과율 감소를 비교하였다. 연구결과 열스트레스 노출군과 비노출군 모두 사구체여과율 감소를 보였으나 노출군에서 보다 현저한 저하를 확인하였다(노출군 $-13 \pm 11 \text{ mL/min}$, 비노출군 $-5 \pm 7 \text{ mL/min}$, $p < 0.01$).

특정 직업군을 대상으로 하지 않은 대규모 역학연구는 2012년 태국에서 수행되었다. Tawatsupa 등은 태국 코호트연구 참여자 중 전일제 임금근로자를 대상으로 Nested case-control 연구를 수행하였다. 해당연구는 2005년과 2009년 두 번에 걸쳐 업무상 고온노출정도와 신장질환 유무에 대하여 질문을 포함하고 있다. 남성노동자에서 2005년 업무상 고온노출이 거의 없었던 군에 비하여 자

주 노출되는 군에서 신장질환의 위험이 유의미하게 증가하였다(AOR=1.48, 95% CI 1.01-2.16). 남성육체노동자 전체, 특히 35세 이상에서 업무상 고온노출자의 신장질환 위험이 유의미하게 증가하는 결과가 확인되었다. 2005년, 2009년의 업무상 고온노출을 함께 고려한 결과에서 역시 고온노출이 거의 없었던 군에 비해 자주노출군의 신장질환 위험이 유의미하게 증가하는 결과를 나타냈다(AOR=2.22, 95% CI 1.48-3.35). 남성육체노동자 중 35세 이상에서 업무상 고온노출자의 신장질환 위험이 AOR 5.30(95% CI 1.17-24.13)으로 유의미하게 증가하였으며, 노출량에 따라 유의미한 증가추세를 보였다(p for trend=0.041).

3. 2차 자료 시범 분석 결과

1) 국민건강영양조사

(1) 장시간 노동과 만성신장질환

가) 연구대상자의 일반적인 특성

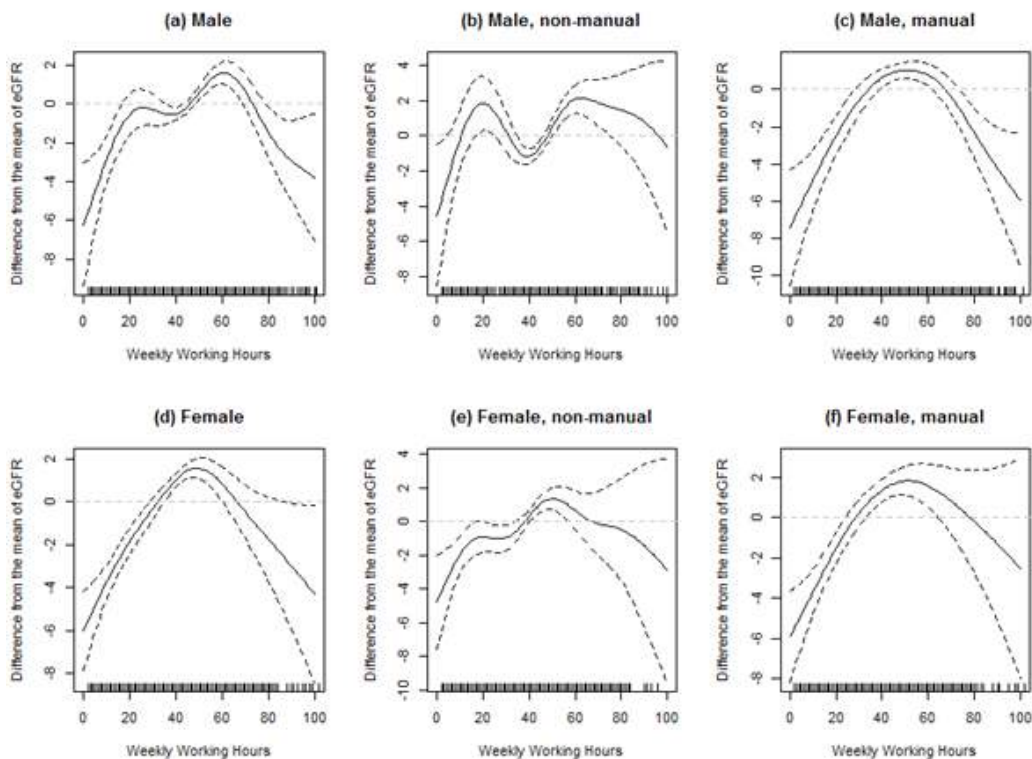
연구대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다. 20세 이상 임금근로자 22,582명 중 연구에 사용된 변수에 결측치가 없는 20,770명이 최종 연구대상자였으며, 만성신장질환($eGFR < 60$)을 가진 사람은 390명(1.4%)이었다. 전체 연구대상자 중 10,712명(58.8%)이 남성, 10,058명(41.2%)이 여성이었다. 연령대별로 봤을 때 20~29세가 3,308명(22.0%), 30~39세가 5,301명(26.7%), 40~49세가 5,249명(25.8%), 50~59세가 4,009명(17.2%), 60세 이상이 2,903명(8.2%)이었다. 직업군에 따라서는 사무직이 13,037명(64.1%), 비사무직이 7,733명(35.9%)이었으며, 고용 상태에 따라서는 상용직이 14,823명(72.8%), 임시직이 3,873명(18.0%), 일용직이 2,074명(9.2%)이었다.

<표 15> 연구대상자의 일반적인 특성

구 분		빈도(n)	백분율(%)	eGFR < 60	
				n	%
성별	남성	11,111	59.1	239	1.5
	여성	10,336	40.9	186	1.5
연령	20~29	3,421	22.1	2	0.1
	30~39	5,485	26.7	11	0.2
	40~49	5,398	25.7	52	1.0
	50~59	4,127	17.2	112	2.6
	60~	3,016	8.3	248	8.4
직업군	사무직	13,370	63.6	173	1.1
	비사무직	8,077	36.4	252	2.1
고용상태	상용직	15,236	72.3	230	1.2
	임시직	4,025	18.2	135	2.3
	일용직	2,186	9.4	60	2.2
소득수준	하	4,502	21.7	93	1.5
	중하	5,610	26.2	117	1.4
	중상	5,765	26.9	109	1.3
	상	5,570	25.2	106	1.6
교육수준	초졸이하	2,685	8.9	159	5.3
	중졸	1,866	7.7	55	2.4
	고졸	7,492	37.8	106	1.1
	대졸이상	9,404	45.6	105	0.9

나) 1주 평균 근로시간과 eGFR 사이 비선형적 연관성

1주 평균 근로시간에 따른 eGFR과 요중 미세알부민의 비선형적 관계를 나이, 교대근무 여부, 소득수준, 교육수준, 흡연 상태, 음주 빈도를 보정하여 분석하였다. 또한 성별 및 직업적 차이가 있을 것을 고려하여 성별 및 직군 분류별로 층화하여 분석을 수행하였다. 1주 평균근로시간이 eGFR을 설명하는 함수가 전체 남성, 사무직 남성, 비사무직 남성에서 유의하게 나타났으며, 이 관계를 그래프로 도식하면 다음과 같다. 남성에서는 60시간 이상에서 1주 평균 근로시간과 eGFR 사이 음의 연관관계가 있는 것으로 설명할 수 있으며, 전체 남성 및 사무직 남성에서는 40시간에서 60시간 사이 구간에서 1주 평균 근로시간과 eGFR 사이 양의 연관관계가 있는 것으로 파악된다.



[그림 11] 1주 평균 근로시간과 eGFR 사이 비선형적 연관성

다) 1주 평균 근로시간에 따른 만성신장질환 유병률

1주 평균 근로시간 군(30시간 미만, 30시간~40시간, 41시간~51시간, 52시간 이상)에 따른 만성신장질환 유병률의 차이를 보기 위하여 다변량 로지스틱 회귀분석을 수행하였다. 이 분석에서는 나이, 교대근무 여부, 소득수준, 교육수준, 흡연 상태, 음주 빈도를 보정하여 분석하였다. 또한 성별 및 직업적 차이가 있을 것으로 고려하여 성별 및 직군 분류 별로 층화하여 분석을 수행하였다. 전체 및 남성에서 30~40시간 군과 비교하였을 때 만성신장질환 유병률이 차이가 나는 근로시간 군은 존재하지 않았다. 여성의 경우 30~40시간 군과 비교하였을 때 30시간 미만 단시간 근로자들에서 통계적으로 유의하게 높은 만성신장질환의 오즈비를 보였다. 30시간 미만 여성 단시간 근로자 군에서 만성신장질환의 오즈비는 전체에서 1.834 (95% CI=1.118 - 3.008), 비사무직에서 2.291 (95% CI=1.084 - 4.843), 사무직에서 1.691 (95% CI=0.871 - 3.284)으로 나타났다. 고혈압 여부 및 당뇨 여부에 따라 층화하여 분석한 결과에서, 당뇨가 없는 근로자에서 30~40시간 군과 비교하였을 때 30시간 미만 일하는 군에서 유의하게 높은 오즈비를 보였다(OR=1.506; 95% CI=1.027, 2.210).

**<표 16> 근로시간에 따른 만성신장질환 유병률과 로지스틱회귀분석
(전체)**

1주 평균 근로시간	전 체		eGFR < 60			
전 체	n	%	n	%	OR	95% CI
<30	4,184	14.7	157	2.8	1.414	(1.017 - 1.966)
30~40	6,253	62.0	85	1.2	1	(Reference)
41~51	6,001	9.6	78	0.9	0.931	(0.635 - 1.366)
≥52	4,332	13.8	70	1.1	0.815	(0.551 - 1.207)
비사무직						
<30	2,386	13.9	51	1.7	1.456	(0.883 - 2.401)
30~40	4,426	67.6	51	1.1	1	(Reference)
41~51	4,054	8.1	39	0.7	0.824	(0.479 - 1.418)
≥52	2,171	10.3	23	0.7	0.792	(0.451 - 1.393)
사무직						
<30	1,798	16.1	106	4.4	1.468	(0.919 - 2.345)
30~40	1,827	52.1	34	1.5	1	(Reference)
41~51	1,947	12.1	39	1.3	1.070	(0.595 - 1.925)
≥52	2,161	19.8	47	1.4	0.815	(0.462 - 1.438)

**<표 17> 근로시간에 따른 만성신장질환 유병률과 로지스틱회귀분석
(남성)**

1주 평균 근로시간	전체		eGFR < 60			
전체	n	%	n	%	OR	95% CI
<30	1,167	8.2	58	2.8	1.117	(0.674 - 1.852)
30~40	2,987	62.1	53	1.6	1	(Reference)
41~51	3,542	11.6	49	1.0	0.857	(0.529 - 1.389)
≥52	3,016	18.1	61	1.2	0.850	(0.539 - 1.338)
비사무직						
<30	541	2.5	19	2.2	1.236	(0.544 - 2.810)
30~40	2,001	1.2	36	1.7	1	(Reference)
41~51	2,190	0.6	27	0.9	0.791	(0.410 - 1.528)
≥52	1,383	1.1	18	0.7	0.726	(0.374 - 1.409)
사무직						
<30	626	9.3	39	3.5	1.152	(0.572 - 2.322)
30~40	986	52.8	17	1.5	1	(Reference)
41~51	1,352	14.0	22	1.1	0.951	(0.430 - 2.100)
≥52	1,633	23.9	43	1.6	0.942	(0.456 - 1.946)

**<표 18> 근로시간에 따른 만성신장질환 유병률과 로지스틱회귀분석
(여성)**

1주 평균 근로시간	전체		eGFR < 60			
전체	n	%	n	%	OR	95% CI
<30	3017	28.4	99	2.7	1.834	(1.118 - 3.008)
30~40	3266	32.8	32	0.7	1	(Reference)
41~51	2459	25.4	29	0.8	1.179	(0.660 - 2.107)
≥52	1316	13.3	9	0.7	0.648	(0.286 - 1.468)
비사무직						
<30	1845	26.2	32	1.6	2.291	(1.084 - 4.843)
30~40	2425	34.7	15	0.5	1	(Reference)
41~51	864	27.4	12	0.4	1.040	(0.445 - 2.427)
≥52	788	11.6	5	0.7	1.158	(0.405 - 3.312)
사무직						
<30	1172	34.1	67	5.0	1.691	(0.871 - 3.284)
30~40	841	27.9	17	1.6	1	(Reference)
41~51	595	20.3	17	2.0	1.376	(0.603 - 3.140)
≥52	528	17.7	4	0.6	0.347	(0.108 - 1.115)

**<표 19> 고혈압 및 당뇨 질환 별 근로시간에 따른 만성신장질환
유병률과 로지스틱회귀분석**

증화 변수 질환	근로시간	전체		eGFR < 60			
		n	%	n	%	OR	95% CI
고 혈 압 (-)	<30	3,044	16.9	43	1.1	1.293	(0.772 - 2.165)
	30~40	4,979	30.1	33	0.6	1	(Reference)
	41~51	4,847	31.3	30	0.4	0.722	(0.404 - 1.293)
	≥52	3,302	21.8	19	0.4	0.590	(0.293 - 1.188)
고 혈 압 (+)	<30	1,140	20.0	114	8.4	1.515	(0.975 - 2.354)
	30~40	1,274	28.3	52	3.8	1	(Reference)
	41~51	1,154	27.5	48	3.3	1.115	(0.675 - 1.840)
	≥52	1,030	24.2	51	3.6	0.977	(0.601 - 1.588)
당 뇨 (-)	<30	3,810	17.3	108	2.2	1.506	(1.027 - 2.210)
	30~40	5,823	29.6	65	1.0	1	(Reference)
	41~51	5,712	31.0	58	0.7	0.845	(0.551 - 1.295)
	≥52	3,992	22.1	48	0.8	0.796	(0.503 - 1.261)
당 뇨 (+)	<30	374	20.9	49	10.4	1.143	(0.595 - 2.196)
	30~40	430	31.6	20	4.7	1	(Reference)
	41~51	289	22.3	20	5.2	1.394	(0.646 - 3.008)
	≥52	340	25.1	23	4.5	0.874	(0.423 - 1.819)

라) 1주 평균 근로시간 및 교대근무에 따른 eGFR

따라서 1주 평균 근로시간, 교대근무와 eGFR 사이의 연관성을 탐색하기 위하여 결과변수로 eGFR을, 독립변수로 1주 평균 근로시간, 교대근무 여부를 사용하여 다변량 선형 회귀분석을 수행하였다. 소득수준, 교육수준, 흡연 상태, 음주 빈도를 보정변수로 사용하였다. 근로시간 군별, 성별 및 직업적 차이가 있을 것으로 고려하여 층화하여 분석을 수행하였다. 이 결과에서 근로시간의 회귀 계수(β)는 1시간 근로시간의 증가와 연관되어 변화되는 eGFR 값을, 교대근무의 회귀 계수(β)는 교대근무가 없을 때와 비교하여 있을 때 변화되는 eGFR 값을 나타낸다.

전체 근로자에서 1주 평균 근로시간이 52시간 이상 군($\beta=-0.078$)에서 근로시간과 eGFR 사이 통계적으로 유의한 음의 상관관계가 관찰되었다. 성별로 층화하여 보았을 때에는 여성에서 52시간 이상 근로하는 근로자들($\beta=-0.129$)에서 유의한 음의 상관관계가 관찰되었다. 전체 생산직 가운데 52시간 이상 근로하는 근로자들에서도 통계적으로 유의한 음의 상관관계($\beta=-0.104$)가 발견되었다. 고혈압 유무에 따라 층화하여 분석한 결과에서, 고혈압이 없으며 1주 평균 근로시간이 41~51시간인 전체 근로자($\beta=-0.205$) 및 남성 근로자($\beta=-0.239$)에서 통계적으로 유의한 음의 상관관계가 관찰되었다. 당뇨 유무에 따라 층화하였을 때에는 당뇨가 없으며 1주 평균 근로시간이 52시간 이상인 전체 근로자($\beta=-0.066$)와 여성 근로자($\beta=-0.130$)에서 통계적으로 유의한 음의 상관관계를 관찰하였으며, 당뇨가 있으며 1주 평균 근로시간이 41시간 이상 52시간 미만인 전체 근로자($\beta=-0.726$)와 남성 근로자($\beta=-0.883$)에서 통계적으로 유의한 음의 상관관계가 관찰되었다.

<표 20> 직군별 1주 평균 근로시간에 따른 eGFR

총화변수		전체		남성		여성	
직군	근로시간	β	p	β	p	β	p
전체	전체	0.002	0.856	0.006	0.579	-0.002	0.908
	<30	0.005	0.922	0.019	0.818	0.002	0.978
	30~40	-0.009	0.752	0.012	0.755	-0.027	0.549
	41~51	0.217	0.296	0.46	0.061	-0.517	0.181
	≥ 52	-0.078	0.016	-0.055	0.143	-0.129	0.047
사무직	전체	0.007	0.529	0.021	0.173	-0.001	0.973
	<30	0.021	0.748	0.034	0.781	0.029	0.688
	30~40	0.001	0.981	0.036	0.464	-0.031	0.567
	41~51	-0.079	0.790	0.479	0.159	-1.042	0.044
	≥ 52	-0.064	0.124	-0.030	0.515	-0.134	0.103
비사무직	전체	-0.002	0.877	0.001	0.931	-0.001	0.966
	<30	-0.016	0.813	0.081	0.393	-0.058	0.535
	30~40	-0.027	0.600	-0.020	0.747	-0.022	0.798
	41~51	0.467	0.110	0.523	0.127	0.342	0.546
	≥ 52	-0.104	0.035	-0.093	0.095	-0.128	0.157

<표 21> 질환 유무 및 1주 평균 근로시간에 따른 eGFR

총화변수		전체		남성		여성	
질환	근로시간	β	p	β	p	β	p
고혈압 (-)	전체	-0.005	0.637	0.008	0.556	-0.015	0.316
	<30	-0.064	0.150	-0.063	0.415	-0.072	0.172
	30~40	-0.232	0.039	-0.300	0.056	-0.24	0.102
	41~51	-0.205	0.031	-0.239	0.026	-0.205	0.190
	≥52	-0.051	0.091	-0.024	0.481	-0.118	0.067
고혈압 (+)	전체	0.017	0.310	0.009	0.642	0.029	0.355
	<30	0.146	0.040	0.163	0.126	0.131	0.180
	30~40	-0.107	0.596	-0.345	0.235	0.290	0.305
	41~51	0.346	0.069	0.389	0.089	0.380	0.265
	≥52	-0.093	0.087	-0.072	0.252	-0.130	0.186
당뇨 (-)	전체	0.001	0.882	0.010	0.366	-0.007	0.596
	<30	-0.027	0.495	0.0004	0.995	-0.040	0.404
	30~40	-0.192	0.058	-0.246	0.096	-0.144	0.279
	41~51	-0.098	0.255	-0.054	0.589	-0.172	0.243
	≥52	-0.066	0.016	-0.040	0.204	-0.130	0.023
당뇨 (+)	전체	-0.004	0.910	-0.042	0.242	0.053	0.373
	<30	0.074	0.527	0.206	0.254	0.070	0.685
	30~40	-0.399	0.252	-0.460	0.246	0.411	0.536
	41~51	-0.726	0.044	-0.883	0.029	1.356	0.061
	≥52	-0.032	0.723	-0.062	0.535	0.06	0.843

마) 소결

eGFR < 60을 만성신장질환으로 정의하여 수행한 로지스틱회귀분석에서는 장시간 근로와 만성신장질환 사이 음의 연관성을 발견할 수 없었다. 30시간 미만 단시간 근로하는 여성 근로자는 30~40시간 근무하는 여성 근로자에 비하여 유의하게 높은 만성신장질환의 유병상태를 보였다. 이는 단시간 근로가 만성신장질환의 위험인자로 작용하였다고 해석하기 보다는 건강상의 문제로 단시간 근로를 할 수 밖에 없는 상황에 놓였다고 해석함이 타당하겠다.

본 분석에서는 만성신장질환의 유무를 결과변수로 두고 근로조건이 미치는 영향에 대한 분석에 더하여, eGFR이 60 이상이라 하더라도 근로조건이 영향을 미칠 수 있는 가능성을 두고 선형회귀분석을 수행하여 결과를 제시하였다. 1주 평균 52시간 이상 근로하는 여성에서 근로시간이 증가할수록 eGFR이 감소하는 연관성을 발견하였다. 또한 잘 알려진 만성신장질환의 위험인자인 고혈압과 당뇨 유무에 따라 층화하여 분석한 결과 고혈압이 없는 남성 근로자 중 41~51시간 근무하는 경우, 당뇨가 없는 여성 근로자 중 52시간 이상 근무하는 경우, 당뇨가 있는 남성 근로자 중 41~51시간 근무하는 경우에 유의한 음의 상관관계를 발견하였다.

현재까지 장시간 근로, 교대근무 등 작업 조건이 만성신장질환의 발생 또는 악화와 유의한 연관성이 있다는 근거자료는 부족한 상태이다. 본 예비 분석에서는 근로조건이 만성신장질환의 악화와 관련이 있을 수 있다는 결과를 제시하였지만, 만성신장질환을 결과변수로 두고 단면연구를 수행하는 경우에는 인과관계를 명확히 판단하기 어려운 점이 있다. 해당 질환이 일상생활에 미치는 역할과, 약물 치료·투석 치료 등으로 인해 정상 노동시장 이탈 가능성 등을 고려할 때 건강 근로자 효과가 나타날 가능성이 높기 때문이다. 따라서 확립된 근거를 제시하기 위해서는 추후 후향적 코호트 연구나 특수건강진단 자료를 건강보험공단 자료 등과 연계하여 인과관계를 제시할 수 있는 종적인 연구가 반드시 필요할 것으로 보인다.

(2) 교대근무와 만성신장질환

가) 연구결과

대상자들의 특징으로 교대근무여부에 따른 차이로는 성별, 가구소득, 흡연 여부, 48시간 이상의 근로시간에서 유의한 차이를 보였다. 교대근무자에서는 남성의 비율이 높았고, 교대근무자 중 가구소득 상에 해당하는 사람들의 비율이 높았고, 흡연여부는 교대근무자에서 비흡연자의 비율이 더 낮았다. 48시간 이상 근로시간은 교대근무에서 더 많은 비율을 보였고 그 외 대상자들의 인구통계학적 그리고 임상적 특징 유의한 차이가 없었다.

**<표 22> 교대근무 여부에 따른 대상자들의 인구통계학적
그리고 임상적 특징**

		주간근무자	교대근무자	P-value
총		2841(80.6)	684(19.4)	
성별				
	남성	1707(60.08)	520(76.02)	<0.0001
	여성	1134(39.92)	164(23.98)	
연령군				
	20-34	299(10.52)	81(11.84)	0.0543
	35-49	857(30.17)	178(26.02)	
	50-64	1172(41.25)	278(40.64)	
	65-	513(18.06)	147(21.49)	
가구소득 (4분위)				
	하	486(17.11)	86(12.57)	0.0065
	중하	935(32.91)	213(31.14)	
	중상	857(30.17)	225(32.89)	
	상	563(19.82)	160(23.39)	

흡연				
	비흡연	1305(45.93)	232(33.92)	<0.0001
	과거흡연자	650(22.88)	231(33.77)	
	흡연자	886(31.19)	221(32.31)	
월간 음주 횟수				
	전혀 하지 않음	662(23.3)	144(21.05)	0.0757
	1회 이하	735(25.87)	165(24.12)	
	2-3회	608(21.4)	177(25.88)	
	4회 이상	836(29.43)	198(28.95)	
주간 근로시간				
	48시간 이하	1915(67.41)	303(44.3)	<0.0001
	48시간 초과	926(32.59)	381(55.7)	
만성신질환				
	없음	2590(91.17)	612(89.47)	0.1687
	있음	251(8.83)	72(10.53)	
체질량지수 (BMI,kg/m ²)				
	저체중(<18.5)	70(2.46)	15(2.19)	0.7629
	정상(18.5-25)	1759(61.91)	420(61.4)	
	과체중(25-30)	889(31.29)	224(32.75)	
	비만(≥30)	123(4.33)	25(3.65)	
당뇨				
	없음	2521(88.74)	600(87.72)	0.4535
	있음	320(11.26)	84(12.28)	
고혈압				
	없음	1868(65.75)	474(69.3)	0.0778
	있음	973(34.25)	210(30.7)	

<표 23> 성별 및 고혈압과 당뇨 증화 후 교대근무에 따른 만성신장질환 오즈비(Odds ratio)

증화변수		독립변수	비만성신장질환자	만성신장질환자	보정전오즈비	보정오즈비(연령보정)
성별	고혈압 및 당뇨		n (%)	n (%)	(95% CI)	(95% CI)
전체	전체근로자	주간근무자	2590(80.89)	612(19.11)	Reference	Reference
		교대근무자	251(77.71)	72(22.29)	1.214(0.915-1.592)	1.179(0.885-1.556)
	고혈압환자	주간근무자	802(82.77)	167(17.23)	Reference	Reference
		교대근무자	171(79.91)	43(20.09)	1.208(0.824-1.741)	1.159(0.788-1.677)
	비고혈압환자	주간근무자	1788(80.07)	445(19.93)	Reference	Reference
		교대근무자	80(73.39)	29(26.61)	1.457(0.927-2.229)	1.410(0.893-2.168)
	당뇨환자	주간근무자	239(80.2)	59(19.8)	Reference	Reference
		교대근무자	81(76.42)	25(23.58)	1.25(0.726-2.109)	1.211(0.699-2.056)
	비당뇨환자	주간근무자	2351(80.96)	553(19.04)	Reference	Reference
		교대근무자	170(78.34)	47(21.66)	1.175(0.832-1.631)	1.149(0.809-1.602)
남성	전체근로자	주간근무자	1565(76.72)	475(23.28)	Reference	Reference
		교대근무자	142(75.94)	45(24.06)	1.044(0.728-1.471)	0.903(0.625-1.282)
	고혈압환자	주간근무자	488(78.08)	137(21.92)	Reference	Reference
		교대근무자	98(77.78)	28(22.22)	1.018(0.633-1.595)	0.913(0.563-1.441)
	비고혈압환자	주간근무자	1077(76.11)	338(23.89)	Reference	Reference
		교대근무자	44(72.13)	17(27.87)	1.231(0.676-2.143)	1.064(0.579-1.870)

	당뇨환자	주간근무자	154(75.12)	51(24.88)	Reference	Reference
		교대근무자	53(75.71)	17(24.29)	0.969(0.505-1.796)	0.891(0.460-1.668)
	비당뇨환자	주간근무자	1411(76.89)	424(23.11)	Reference	Reference
		교대근무자	89(76.07)	28(23.93)	1.047(0.664-1.602)	0.920(0.580-1.417)
여성	전체근로자	주간근무자	1025(88.21)	137(11.79)	Reference	Reference
		교대근무자	109(80.15)	27(19.85)	1.853(1.154-2.891)	2.038(1.255-3.221)
	고혈압환자	주간근무자	314(91.28)	30(8.72)	Reference	Reference
		교대근무자	73(82.95)	15(17.05)	2.151(1.077-4.148)	2.127(1.061-4.119)
	비고혈압환자	주간근무자	711(86.92)	107(13.08)	Reference	Reference
		교대근무자	36(75)	12(25)	2.215(1.075-4.276)	2.371(1.143-4.622)
	당뇨환자	주간근무자	85(91.4)	8(8.6)	Reference	Reference
		교대근무자	28(77.78)	8(22.22)	3.036(1.029-9.000)	3.322(1.097-10.219)
	비당뇨환자	주간근무자	940(87.93)	129(12.07)	Reference	Reference
		교대근무자	81(81)	19(19)	1.709(0.979-2.854)	1.848(1.049-3.121)

전체 및 남성에서는 교대근무에 따른 만성신장질환의 유병의 차이가 나는 군은 존재하지 않았다. 여성에서는 교대근무에 따른 만성신장질환의 유병에서 유의한 차이를 보여 오즈비는 전체(OR= 2.038, 95% CI: 1.255-3.221)이 었다. 여기서 고혈압 또는 당뇨로 층화하여 추가 분석 시 고혈압 환자에서는 오즈비(OR)는 2.127(1.061-4.119), 비고혈압 환자는 오즈비(OR)는 2.371 (1.143-4.622)로 유사한 비차비(OR)를 보이나 당뇨 환자에서는 오즈비(OR) 3.322(1.097-10.219), 비당뇨환자에서는 오즈비(OR)를 1.848 (1.049-3.121)로 효과의 크기에 차이가 있었다.

<표 24> 여성 당뇨환자에서 교대근무에 따른 인지율, 치료율, 조절율

	주간근무	교대근무	P-value
	N(%)	N(%)	
인지율	84 (74.34)	12 (75.00)	1.0000
치료율	77 (68.14)	10 (62.50)	0.6522
조절율 ^a	31(27.68%)	3(18.75%)	0.5569

^a조절율은 결측치 1인이 있음.

당뇨에 관련된 지표로 위 분석에 활용한 유병률이 있지만, 당뇨 환자들을 대상으로 하는 지표들이 있다. 당뇨병 유병자 중 의사로부터 당뇨병을 진단 받은 자를 나타내는 지표인 인지율, 당뇨병 유병자 중 현재 혈당강압제 복용 또는 인슐린 주사 투여 분율을 나타내는 지표인 치료율, 당뇨병 유병자 중 당화혈색소 6.5% 미만 분율을 나타내는 지표인 조절율이 있다. 여성 근로자 중에서 당뇨환자군에서 특히 교대근무에 따른 만성신장질환의 오즈비가 증가하는 양상을 보여 추가적으로 인지율, 치료율, 조절율에 대한 지표를 분석하였다. 그 결과 비록 통계적으로 유의하지는 않았으나, 교대근무 군에서 당뇨의 조절율이 약 10%정도 낮은 것으로 나타났다. 즉, 교대근무자가 주간근무자에 비하여 당뇨에 대한 인지율이나 치료율에는 큰 차이가 없으나, 조절율에는 큰 차이를 보이고,

이는 부분적으로 교대근무자의 만성신장질환 발생위험이 높은 것을 어느 정도 설명해줄 수 있는 것으로 판단된다.

<표 25> 당뇨와 교대근무의 교호작용에 의한 비교 초과 위험

성별	교호작용에 의한 비교초과위험 및 95%신뢰구간 (The relative excess risk due to interaction, RERI)
전체	0.998 (-2.007~4.003)
남성	-0.219 (-3.616~3.179)
여성	7.073 (-4.528~18.674)

또 다른 추가분석으로 당뇨와 교대근무의 교호작용을 고려하였다. 이를 위해 덧셈 교호작용의 표준 측정 지표인 교호작용에 의한 비교초과위험(The relative excess risk due to interaction, RERI)를 분석하였고 전체, 남성에서와 달리 여성에서는 교호작용에 의한 비교초과위험이 7.073으로 덧셈 교호작용의 양상을 나타내었으나 신뢰구간이 0을 포함하여 유의하지는 않았다. 이에 대한 검증은 위해 샘플 수를 늘려서 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

나) 소결

기존 연구에서 육체근로자에서 교대근무에 따른 만성신장질환에 대해 추가 분석을 시행하였고, 만성신장질환의 주요한 원인인 당뇨로 증화해 볼 때 여성 육체근로자에서 당뇨질환자군 비당뇨질환자군에 비해 오즈비(OR)이 증가하는 양상을 확인 할 수 있었다. 이는 여성에서 에스트로겐의 효과를 고려해 볼 수 있다. 에스트로겐은 사구체와 세뇨관의 섬유화를 억제하여, 콩팥에 보호작용(protective effect)을 준다(Gluhovschi, G외, 2012). 에스트로겐을 포함한 내분비 체계가 교대근무에 의해 교란(Peplonska, B.외, 2010)되면서 연구의 결과와 같은 여성 근로자에서 교대근무에 따른 만성신장질환에 영향을 고려해 볼 수 있다.

이는 인지율 및 치료율을 볼 때 교대근무 군은 비교대근무군과 유사하게 인지하고 치료를 받더라도 비교대근무 군의 조절율 27.68%에 비해 적은 조절율 18.75%으로 조절이 상대적으로 안 되는 양상을 확인 할 수 있었다. 그리고 만성신장질환에 대한 당뇨와 교대근무 사이에 교호작용은 여성 육체 근로자에서는 교호작용에 의한 비교초과위험이 양의 방향으로 나타나 났으나 신뢰구간에 0이 포함되어 샘플 수를 늘려서 추가 분석으로 확인이 필요하다.

현재까지 장시간 근로, 교대근무 등의 작업 조건이 만성신장질환의 발생 또는 악화와 유의한 연관성이 있다는 국내 연구를 가지고 위와 같이 추가분석을 수행하였다. 본 예비 분석에서는 근로조건이 만성신장질환의 악화의 원인일 가능성을 제시하였지만, 샘플 수 등을 고려하여 추가분석이 필요하다. 그리고 만성신장질환은 이 자체가 투석 등으로 일상생활 특히 근로 상황에 영향을 주므로, 정확한 분석을 위해서는 이를 살펴 볼 수 있는 종단적 연구가 반드시 필요하다.

(3) 직업분류별 만성신장질환

가) 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다. 20세 이상 80세 미만 대상자 임금근로 경력이 있고 현재일자리와 최장일자리에 결측치가 없는 36,313명 중 연구에 사용된 변수에 결측치가 없는 33,329명이 최종 연구대상자였다. <표 26>은 연구대상자의 일반특성과 만성신장질환 유병을 나타내고 있다. 만성신장질환(eGFR < 60 혹은 요단백 (+) 이상)을 가진 사람은 1,119명(3.36%)였다. 전체 연구대상자 중 17,770명(53.32%)이 남성, 15,559명(46.68%)이 여성이었으며 남성 중 만성신장질환자는 683명(3.84%), 여성 중 만성신장질환자는 436명(2.80%)이었다. 연령증가에 따라서 만성신장질환자가 증가하는 양상을 보였으며 70대 2,130명 중 277명(13%)이 만성신장질환자로 나타났다. 당뇨와 고혈압의 경우 유병자 혹은 측정치가 임상진단기준 이상일 경우 만성신장질환자 비율이 증가하는 양상을 보였다. 혈당측정치가 공복혈당장애 수준(공복혈당 100이상 126미만)인 7,313명 중 259명(3.54%), 당뇨 수준(공복혈당 126이상 혹은 당뇨진단 및 약물치료 중인 자)인 2,919명 중 328명(11.24%)이 만성신장질환자임을 확인하였다.

<표 26> 연구대상자의 일반특성과 만성신장질환

	전체	만성신장질환	p-value
	N (%)	N (%)	
성별			<.0001
남	17,770 (53.32)	683 (3.84)	
여	15,559 (46.68)	436 (2.80)	
연령			<.0001*
20대	3,702 (11.11)	22 (0.59)	

30대	6,944 (20.83)	71 (1.02)	
40대	8,143 (24.43)	151 (1.85)	
50대	7,556 (22.67)	273 (3.61)	
60대	4,854 (14.56)	325 (6.7)	
70대	2,130 (6.39)	277 (13)	
당뇨			<.0001*
정상	23,097 (69.3)	532 (2.3)	
공복혈당장애	7,313 (21.94)	259 (3.54)	
당뇨	2,919 (8.76)	328 (11.24)	
고혈압			<.0001*
정상	15,514 (46.55)	220 (1.42)	
고혈압전단계	8,780 (26.34)	210 (2.39)	
고혈압	9,035 (27.11)	689 (7.63)	
흡연			0.0009
비흡연	17,422 (52.27)	530 (3.04)	
흡연	15,907 (47.73)	589 (3.7)	
가계총소득			<.0001*
4분위	10908 (32.73)	272 (2.49)	
3분위	10078 (30.24)	236 (2.34)	
2분위	8196 (24.59)	302 (3.68)	
1분위	4147 (12.44)	309 (7.45)	
합계	33,329	1,119 (3.36)	

* p for trend <.0001

나) 연구대상자의 현재일자리별, 최장일자리별 만성신장질환 유병

<표 27>는 연구대상자의 직업분류와 만성신장질환 유병에 대하여 나타내고 있다. 가장 높은 유병율을 보이는 일자리는 농업어업숙련종사자(현재일자리 6.18%, 최장일자리 5.98%), 두 번째는 관리자 (현재일자리 5.04%, 최장일자리 4.94%)였으며 세 번째는 현재일자리에서는 단순노무종사자(5.16%), 최장일자리에서는 장치·기계조작 및 조립 종사자(4.14%)로 차이를 보였다.

<표 27> 연구대상자의 직업분류 및 만성신장질환

	전체	만성신장질환	p-value
	N	N (%)	
현재일자리(표준직업분류)			<.0001
관리자	892 (2.68)	45 (5.04)	
전문가 및 관련 종사자	6321 (18.97)	131 (2.07)	
사무종사자	4990 (14.97)	106 (2.12)	
서비스종사자	3121 (9.36)	76 (2.44)	
판매종사자	3757 (11.27)	109 (2.9)	
농림어업숙련종사자	3962 (11.89)	245 (6.18)	
기능원 및 관련기능 종사자	2749 (8.25)	59 (2.15)	
장치·기계조작 및 조립 종사자	2675 (8.03)	100 (3.74)	
단순노무종사자	4786 (14.36)	247 (5.16)	
군인	76 (0.23)	1 (1.32)	
최장일자리(표준직업분류)			<.0001
관리자	810 (2.43)	40 (4.94)	
전문가 및 관련 종사자	6528 (19.59)	136 (2.08)	
사무종사자	5914 (17.74)	131 (2.22)	

서비스종사자	2938 (8.82)	90 (3.06)	
판매종사자	3970 (11.91)	146 (3.68)	
농림어업숙련종사자	3865 (11.6)	231 (5.98)	
기능원 및 관련기능 종사자	3409 (10.23)	107 (3.14)	
장치·기계조작 및 조립 종사자	2925 (8.78)	121 (4.14)	
단순노무종사자	2795 (8.39)	111 (3.97)	
군인	175 (0.53)	6 (3.43)	
합계	33,329	1119 (3.36)	

현재일자리, 최장일자리에 따른 만성신장질환 유병률의 차이를 보기 위하여 다변량 로지스틱회귀분석 결과는 <표 28>과 <표 29>에 제시하였다. 이 분석에서는 연령, 당뇨, 고혈압, 흡연, 가구총소득을 보정하여 분석하였다. 또한 성별에 따른 차이가 있을 것으로 고려하여 성별을 층화하여 분석을 수행하였다. 사무직을 참조군으로 하였을 때, 각 일자리별 만성신장질환의 유병의 오즈비를 확인하고자 하였다. Model 1에서는 연령, Model 2에서는 연령, 당뇨와 고혈압을 보정하고 Model 3에서는 연령, 당뇨, 고혈압, 흡연, 가구 총소득을 보정하였다.

남성 현재일자리별 결과에서 관리자, 농림·어업 숙련종사자, 장치·기계조작 및 조립 종사자, 단순노무종사자에서 통계적으로 유의미하게 높은 만성신장질환의 오즈비를 보였으나 연령 보정 시 이러한 효과는 모두 사라지는 결과를 보였다. 특히 농림·어업 숙련종사자 군에서는 연령 보정 시 통계적으로 유의미한 수준으로 보호적 효과를 보이는 나타났다. 서비스종사자, 기능원 및 관련 기능 종사자에서 역시 사무종사자에 비하여 만성신장질환의 오즈비가 유의미하게 낮은 결과를 보였다.

여성 현재일자리 결과에서는 연령보정 전 서비스종사자, 판매종사자, 농림·어업 숙련종사자, 단순노무종사자에서 통계적으로 유의미하게 높은 오즈비를 보

였으나 연령 보정 시 모든 효과는 사라졌다. 여성 장치·기계조작 및 조립 종사자의 경우 연령, 당뇨, 고혈압, 흡연, 가구총소득 보정 시 통계적으로 유의미하게 보호적인 결과를 나타냈다.

최장일자리에 따른 결과에서는 남성에서 관리자, 판매종사자, 농림·어업 숙련종사자, 장치·기계조작 및 조립 종사자, 단순노무종사자에서 통계적으로 유의미한 만성신장질환 오즈비 상승이 관찰되었으나 연령 보정 시 모든 직업분류에서 이러한 효과가 사라졌다. 남성 기능원 및 관련 기능종사자의 경우 연령, 당뇨, 고혈압, 흡연, 가구총소득을 보정하였을 때 통계적으로 유의미한 보호효과를 나타냈다.

여성 최장일자리에서는 관리자, 서비스종사자, 농림·어업 숙련종사자, 기능원 및 관련 기능 종사자, 단순노무종사자에서 통계적으로 유의미한 오즈비 상승이 관찰되었으나 연령 보정 시 그 효과가 사라짐을 확인하였다. 다만 전문가 및 관련종사자 직업분류의 경우 Model 2, Model 3에서 통계적으로 유의미한 수준의 오즈비 증가가 나타났다(Model 2 OR=1.63, 95% CI 1.04-2.56), Model 3 OR=1.65, 95% CI 1.05-2.6).

결과적으로 대부분의 직업분류에서 연령을 보정함에 따라 사무종사자 대비 오즈비 증가의 효과가 사라지는 것을 확인하였고, 만성신장질환의 유병에는 연령의 영향이 크게 작용함을 확인하였다. 연령보정 후에도 지속적으로 통계적으로 유의미한 결과를 보이는 직업군은 현재일자리에서는 남성 서비스종사자, 기능원 및 관련기능 종사자, 여성 기능원 및 관련기능종사자였으며 이들 직업분류는 사무종사자에 비해 통계적으로 유의미한 보호적 효과를 나타냈다. 최장일자리에서는 남성 기능원 및 관련기능 종사자군에서 일관적으로 보호적인 효과를 확인하였고, 여성 전문가 및 관련 종사자의 경우 보정모델에서 사무직에 비해 높은 만성신장질환의 오즈비를 나타냈다.

<표 28> 현재일자리에 따른 만성신장질환 로지스틱회귀분석

직종	현재일자리(남성)				현재일자리(여성)			
	n=17,770				n=15,559			
	Crude OR (95% CI)	Model 1 OR (95% CI)	Model 2 OR (95% CI)	Model 3 OR (95% CI)	Crude OR (95% CI)	Model 1 OR (95% CI)	Model 2 OR (95% CI)	Model 3 OR (95% CI)
사무 종사자	1.00 (Ref)	1.00 (Ref)	1.00 (Ref)	1.00 (Ref)	1.00 (Ref)	1.00 (Ref)	1.00 (Ref)	1.00 (Ref)
관리자	1.9 (1.29-2.81)	1.19 (0.8-1.76)	1.2 (0.8-1.78)	1.25 (0.83-1.86)	2.79 (0.97-8.06)	1.5 (0.51-4.41)	1.45 (0.49-4.3)	1.49 (0.5-4.44)
전문가 및 관련 종사자	0.92 (0.67-1.26)	0.89 (0.64-1.22)	0.92 (0.67-1.28)	0.92 (0.66-1.27)	1.21 (0.77-1.91)	1.23 (0.78-1.94)	1.31 (0.83-2.07)	1.33 (0.84-2.1)
서비스종사자	0.57 (0.33-1)	0.53 (0.3-0.93)	0.53 (0.3-0.94)	0.51 (0.29-0.9)	2.16 (1.39-3.35)	0.96 (0.61-1.51)	0.87 (0.55-1.38)	0.84 (0.53-1.32)
판매 종사자	1.24 (0.87-1.75)	0.92 (0.65-1.32)	0.9 (0.63-1.28)	0.86 (0.6-1.24)	1.9 (1.21-3)	0.87 (0.54-1.39)	0.82 (0.51-1.32)	0.8 (0.5-1.29)
농림어업 숙련 종사자	2.42 (1.82-3.22)	0.61 (0.44-0.83)	0.68 (0.5-0.94)	0.62 (0.45-0.86)	4.59 (3.04-6.93)	0.8 (0.5-1.26)	0.78 (0.49-1.25)	0.74 (0.46-1.18)
기능원 및 관련 종사자	0.8 (0.56-1.14)	0.58 (0.41-0.84)	0.6 (0.41-0.86)	0.56 (0.39-0.81)	1.23 (0.56-2.7)	0.53 (0.24-1.17)	0.48 (0.22-1.07)	0.47 (0.21-1.05)
장치기계 조작 및 조립종사자	1.5 (1.1-2.03)	0.95 (0.7-1.3)	0.92 (0.67-1.25)	0.88 (0.64-1.21)	0.46 (0.11-1.91)	0.25 (0.06-1.04)	0.22 (0.05-0.92)	0.21 (0.05-0.9)
단순노무 종사자	2.39 (1.78-3.2)	0.87 (0.63-1.19)	0.89 (0.65-1.22)	0.8 (0.58-1.11)	3.42 (2.29-5.11)	0.83 (0.53-1.29)	0.77 (0.49-1.19)	0.71 (0.45-1.11)
균인	0.46 (0.06-3.37)	0.6 (0.08-4.5)	0.59 (0.08-4.42)	0.58 (0.08-4.3)				
model0: 연령 단독 조정								
model1: 연령, 당뇨, 고혈압 조정								
model2: 연령, 당뇨, 고혈압, 흡연, 가구총소득 조정								

<표 29> 최장일자리에 따른 만성신장질환 로지스틱회귀분석

직종	현재일자리(남성)				현재일자리(여성)			
	n=17,770				n=15,559			
	Crude OR (95% CI)	Model 1 OR (95% CI)	Model 2 OR (95% CI)	Model 3 OR (95% CI)	Crude OR (95% CI)	Model 1 OR (95% CI)	Model 2 OR (95% CI)	Model 3 OR (95% CI)
사무 종사자	1.00 (Ref)	1.00 (Ref)	1.00 (Ref)	1.00 (Ref)	1.00 (Ref)	1.00 (Ref)	1.00 (Ref)	1.00 (Ref)
관리자	1.65 (1.12-2.43)	1.14 (0.77-1.7)	1.13 (0.76-1.7)	1.16 (0.77-1.73)	3.1 (1.08-8.94)	1.6 (0.55-4.68)	1.41 (0.47-4.17)	1.4 (0.47-4.16)
전문가 및 관련 종사자	0.8 (0.59-1.07)	0.91 (0.67-1.22)	0.94 (0.69-1.27)	0.92 (0.68-1.25)	1.45 (0.92-2.26)	1.55 (0.99-2.43)	1.63 (1.04-2.56)	1.65 (1.05-2.6)
서비스 종사자	0.93 (0.61-1.43)	1.01 (0.65-1.56)	0.99 (0.64-1.53)	0.94 (0.6-1.46)	2.86 (1.85-4.42)	1.23 (0.78-1.94)	1.05 (0.67-1.66)	1.01 (0.64-1.59)
판매 종사자	1.46 (1.09-1.97)	1.19 (0.88-1.61)	1.15 (0.85-1.57)	1.11 (0.82-1.52)	2.69 (1.74-4.14)	1.16 (0.74-1.82)	1.04 (0.66-1.64)	1 (0.64-1.58)
농림어업 숙련 종사자	1.96 (1.5-2.58)	0.59 (0.44-0.79)	0.67 (0.5-0.9)	0.62 (0.46-0.84)	5.54 (3.71-8.29)	0.99 (0.63-1.56)	0.95 (0.6-1.5)	0.91 (0.57-1.43)
기능원 및 관련 기능 종사자	0.92 (0.68-1.24)	0.69 (0.51-0.93)	0.69 (0.51-0.94)	0.66 (0.48-0.9)	3.47 (2.07-5.82)	1.38 (0.81-2.35)	1.26 (0.74-2.16)	1.23 (0.72-2.11)
장치기계 조작 및 조립종사자	1.46 (1.11-1.93)	1.04 (0.78-1.38)	1.01 (0.76-1.34)	0.97 (0.73-1.29)	1.68 (0.82-3.45)	0.76 (0.37-1.57)	0.65 (0.31-1.35)	0.64 (0.31-1.33)
단순노무 종사자	1.29 (0.88-1.89)	0.81 (0.54-1.19)	0.82 (0.55-1.22)	0.75 (0.5-1.12)	3.65 (2.39-5.57)	1.02 (0.65-1.61)	0.91 (0.57-1.44)	0.86 (0.54-1.36)
군인	1.08 (0.47-2.49)	0.91 (0.38-2.13)	0.94 (0.4-2.23)	0.95 (0.4-2.26)	.	.	.	.
model0: 연령 단독 보정								
model1: 연령, 당뇨, 고혈압 보정								
model2: 연령, 당뇨, 고혈압, 흡연, 가구총소득 보정								

다) 연구대상자의 현재일자리별 만성신장질환 표준화 유병비

다음으로는 직업분류별 만성신장질환 유병위험을 평가함에 있어 연령의 효과를 고려하여 연령표준화 유병비(age-standardized prevalence ratio, SPR)를 계산하였다. 국민건강영양조사 제4기(2007-2009)부터 제 7기(2016-2017)에 참여한 경제활동인구를 표준인구로 선정하였으며 간접법으로 현재종사일자리별 만성신장질환 연령 표준화 유병비를 계산하였다<표 30>. 군인의 만성신장질환 유병율이 낮아 표준화 유병비 추정에 제한이 있어 제외하였다. 현재일자리별 표준화 유병비 검토결과 관리자 40대, 전문가 및 관련종사자 50대, 사무종사자 50대, 장치·기계조작 및 조립종사자 50대에서 통계적으로 유의하게 높은 유병비가 관찰되었고, 서비스종사자 50대, 기능원 및 관련기능 종사자 50대, 단순노무 종사자 50대, 농림·어업 숙련종사자 70대 에서는 전체 경제활동인구 대비 낮은 유병비가 관찰되었다.

<표 30> 현재일자리 별 만성신장질환 표준화 유병비

직업분류	관찰 건수	예측 건수	표준화 유병비 (SPR)	표준화 유병비 95%신뢰구간	
				low	high
관리자	44	35.95	1.22	0.86	1.59
전문가 및 관련종사자	82	89.18	0.92	0.72	1.12
사무종사자	75	75.28	1.00	0.77	1.22
서비스종사자	15	29.02	0.52	0.26	0.78
판매종사자	56	64.82	0.86	0.64	1.09
농림어업숙련종사자	139	218.92	0.63	0.53	0.74
기능원 및 관련기능 종사자	55	86.17	0.64	0.47	0.81
장치기계조작 및 조립 종사자	105	105.14	1.00	0.81	1.19
단순노무종사자	119	140.98	0.84	0.69	1.00

여성					
직업분류	관찰 건수	예측 건수	표준화 유병비 (SPR)	표준화 유병비 95%신뢰구간	
				low	high
관리자	3	2.90	1.04	0.00	2.21
전문가 및 관련종사자	40	45.48	0.88	0.00	2.21
사무종사자	25	32.75	0.76	0.61	1.15
서비스종사자	57	67.26	0.85	0.46	1.06
판매종사자	48	62.84	0.76	0.63	1.07
농림어업숙련종사자	97	143.93	0.67	0.55	0.98
기능원 및 관련기능 종사자	10	15.36	0.65	0.54	0.81
장치기계조작 및 조립 종사자	2	7.85	0.25	0.25	1.05
단순노무종사자	135	169.15	0.80	0.00	0.61

라) 소결

본 분석에서는 MDRD 공식에 따라 계산된 추정사구체여과율(eGFR)이 60 미만이거나 소변검사상 양성(+) 이상의 단백뇨를 보이는 경우를 만성신장질환으로 정의하여 분석하였다. 본 정의에 따라 만성신장질환과 현재일자리, 최장일자리의 연관성을 살펴보고자 하였다. 독립변수로 표준직업분류에 따른 현재일자리, 최장일자리를 설정하였고, 당뇨, 고혈압, 흡연, 가구총소득, 연령을 보정하여 로지스틱 회귀분석을 수행하였다. 그 결과, 보정 없이 일부 직업분류가 통계적으로 유의미한 오즈비 증가를 나타냈으나 연령을 보정함에 따라 일관적이지 않은 결과를 보였다. 연령을 보정하였을 때 유일하게 만성신장질환 유병과 유의미한 오즈비 상승을 보이는 군은 여성 최장일자리에서 전문가 및 관련 종사자 군이었다.

만성신장질환 유병에 대한 연령의 효과를 고려하여 국민건강영양조사 제 7기(2007-2009)부터 제 9기(2016-2017)의 전체 경제인구를 표준인구로 선정, 간접법으로 현재종사일자리별 만성신장질환 연령 표준화 유병비를 계산하였다.

그 결과 40대 관리자, 50대 전문가 및 관련종사자와 사무직종사자, 장치·기계조작 및 조립종사자에서 통계적으로 유의미한 연령 표준화 유병비의 상승이 관찰되었다.

본 분석 결과 전통적으로 물리적, 화학적 유해인자의 노출이 많을 것으로 예상되는 직업군에서 일관적이지 않은 결과가 나타났으며, 만성신장질환 유병에 대하여 연령의 효과가 크게 작용하는 것을 확인하였다.

국민건강영양조사에서 사용한 직종분류의 한계에 대하여 인지하고 노출에 따른 직종 재분류를 시도해야 할 것으로 보인다. 국민건강영양조사에서 사용하고 있는 직업분류는 제6차 표준직업분류 대분류이며, 해당 직업군의 특성을 설명하기 어렵다. 예를 들어 ‘관리자’로 구분하고 있는 대상은 국회의원에서부터 자영업 사업주까지 다양한 스펙트럼을 포괄하고 있다. 따라서 국민건강영양조사에서 직접적으로 제시하고 있지 않으나 만성신장질환의 유해요인으로 작용할 수 있는 다양한 변수들을 함께 고려하여 직종을 세분화할 필요가 있을 것으로 보인다.

전통적으로 만성신장질환의 유해요인으로 지목된 물질에 노출되는 특정 직종 내에서 위험 노출 강도에 따른 근로자의 만성신장질환 유병, 발생을 평가하는 것 역시 향후의 연구과제이다. 연령 보정에 따라 직업 분류 간 유병의 차이가 잘 드러나지 않게 됨을 고려하여 표준 유병비를 계산하였으나 노출특성이 혼재되어있어 결과 해석에 어려움이 있다. 이에 조선업, 반도체산업 등 만성신장질환 유해인자 노출이 예상되는 위험직업군의 유병을 확인하고, 타 직업군 뿐 아니라 직업군 내 노출에 따른 만성신장질환의 유병, 발생을 확인하는 연구가 필요할 것으로 보인다.

2) 한국의료패널

(1) 연구 결과

먼저 교대근무의 경우, 위 정의에 따라 정의한 만성신장질환 환자의 수가 10명이었고 이 중 교대근무자의 숫자가 0명이라 추가 분석이 불가하였다.

다음으로 장시간 근로는 주간 근무시간 60시간 기준으로 정의하였다. 연구대상자의 특징은 아래 <표 31>과 같았다.

<표 31> 환자-대조군의 분포

특징		대조군(n,%)	환자군(n,%)
총		40	10
성별	남	36(90.0)	9(10.0)
	여	4(90.0)	1(10.0)
연령	50-64	16(40.0)	4(40.0)
	65-	24(60.0)	6(60.0)
장시간근로		5(12.5)	1(10.0)

^a.McNemar 검정 수행함

<표 32> 장시간 근로 여부에 따른 오즈비(OR)

주간 근무시간	OR (95% CI) ^a
60시간 이하	Reference
60시간 초과	0.800(0.093-6.848)

^a.Conventional logistic 분석 수행함.

주간 근무시간 60시간 이하를 대조군으로 하여 60시간 초과를 장시간 근로로 정의하여 분석하였고 로지스틱 분석 상 유의한 차이를 보이지 않았다.

(2) 소결

한국의료패널자료 분석 시, 교대근무 또는 장시간 근로로 인한 코호트 내 환자-대조군연구(Nested Case-Control Study)에서 만성신장질환에 대한 분석은

드문 질병에 대한 연구에 유리한 방법이나 데이터에 교대근무자는 아예 없었고, 장시간 근로자는 1인으로 샘플수가 너무 적어 적절한 결과를 얻지 못하였다. 검정력(power) 추정 시 3.14%정도 밖에 안되므로 유의하지 않은 결과에 대한 검정력이 매우 부족하므로 추후 샘플수를 확보하여 분석이 필요하다. 만성신장질환은 심혈관계 질환과 유사한 양상을 보이는 것으로 알려져 있다(Liu, M. 외, 2014). 교대근무와 같은 부담에 의해 발생하는 심혈관계 질환도 부담이 질병으로 발생하는데 기간을 요하므로 장시간 근로 및 교대근무와 같은 근로 상황에 의해 만성신장질환이 발생하는데 필요한 기간을 고려한 종단적 연구가 추가적으로 필요할 것으로 사료된다.

4. 근로자 코호트에서 업종별 만성신장질환 유병률과 발생률 분석

1) 근로자 코호트의 유병률 분석

(1) 근로자 코호트의 인구사회학적 특성에 따른 만성신장질환 유병률 변화

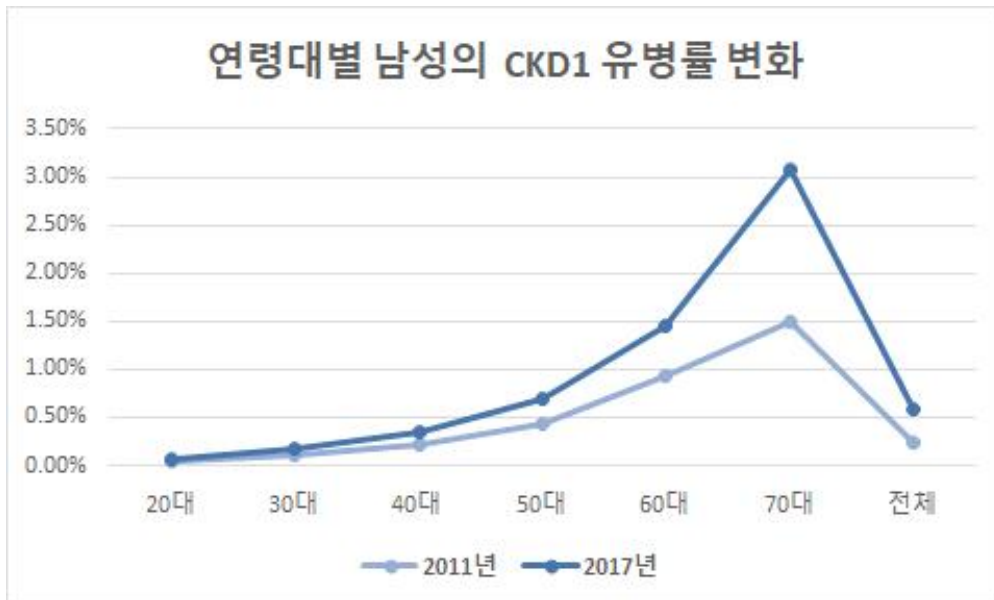
가) 기준 1 정의 (CKD1)에 따른 유병률 변화

기준 1 정의 (만성신장질환 질병코드만 포함, 이하 CKD1)에 따라 남녀로 층화하여 연령대, 보험료 분위(소득반영), 건강보험 가입자격별로 2011년과 2017년의 유병률을 분석하여 그림 12~ 그림 17에 그래프를 제시하였다.

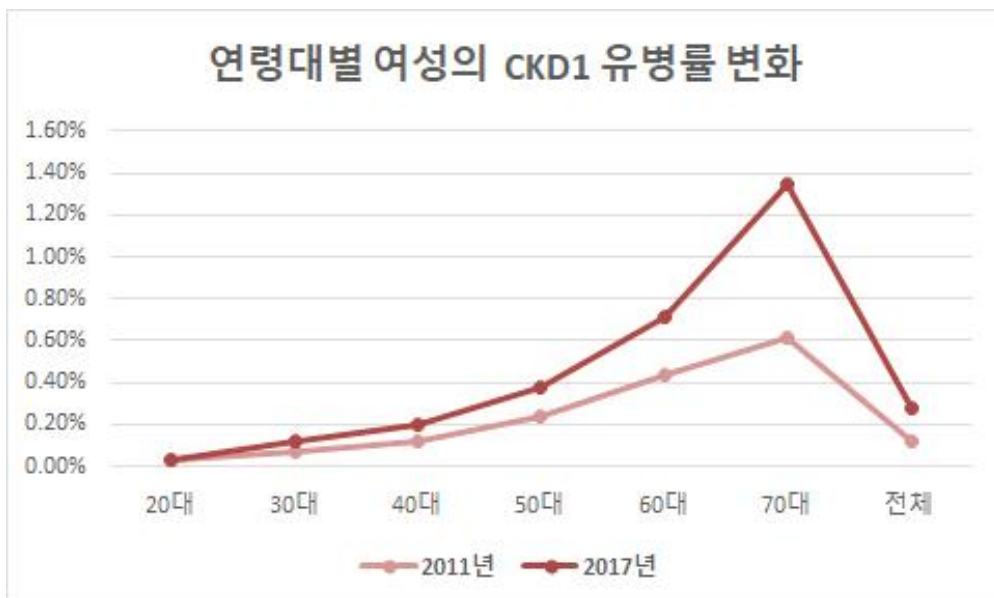
A. 연령대에 따른 남녀의 CKD1 유병률 변화

남성에서는 CKD1 유병률이 2011년에 0.24%에서 2017년에는 0.58%로 두 배 이상 증가하였다. 연령대에 따른 차이는 분명하였는데, 젊은 연령대에서는 유병률도 매우 낮고, 시간이 지나도 유병률이 크게 상승하지 않았지만, 연령이 증가할수록 유병률이 크게 상승하고, 2011년에 비해 2017년의 유병자 수가 크게 증가하였다. 20대의 유병률은 2011년에 0.04%, 2017년에는 0.05%인데 비해 60대에서의 유병률은 2011년에 0.94%, 2017년에 1.46%였다. 70대의 유병률은 60대에 비해서도 크게 높아 2011년에 1.49%, 2017년에 3.07%의 유병률을 보였다(그림 12).

여성에서는 CKD1 유병률이 2011년에 0.12%, 2017년에 0.28%로 남성의 절반 정도였으나 연령 및 연도 변화에 따른 증가의 경향은 비슷하였다. 20대의 유병률은 2011년과 2017년에 모두 0.03%인데 반해, 60대의 유병률은 2011년에 0.43%, 2017년에 0.72%였고 70대의 유병률은 2011년에 0.61%, 2017년에 1.34%로 고령에서의 유병률이 남성에 비해 절반 이하였다 (그림 13).



[그림 12] 연령대별 남성의 CKD1 유병률



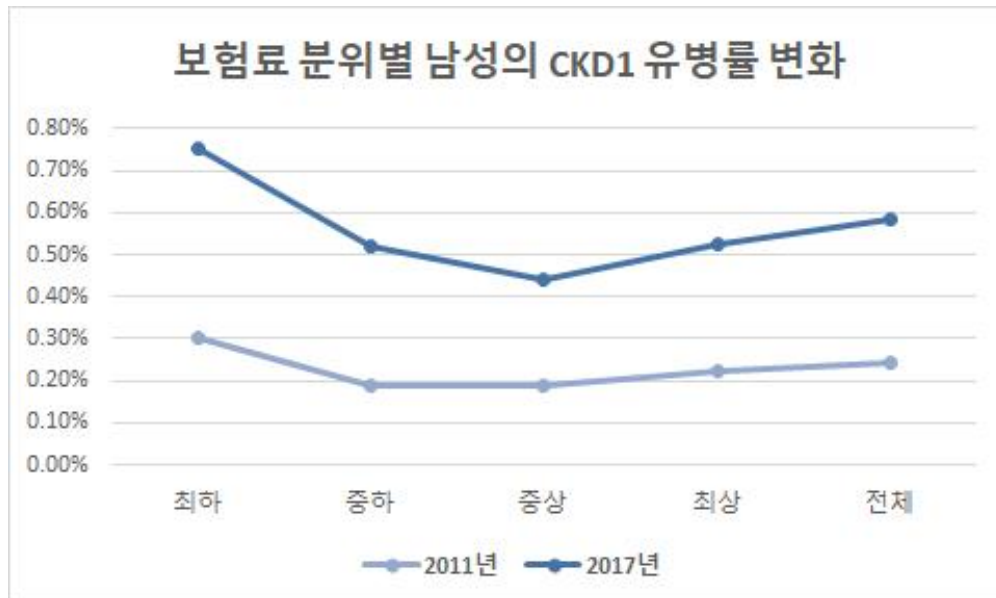
[그림 13] 연령대별 여성의 CKD1 유병률

B. 보험료 분위에 따른 남녀의 CKD1 유병률 변화

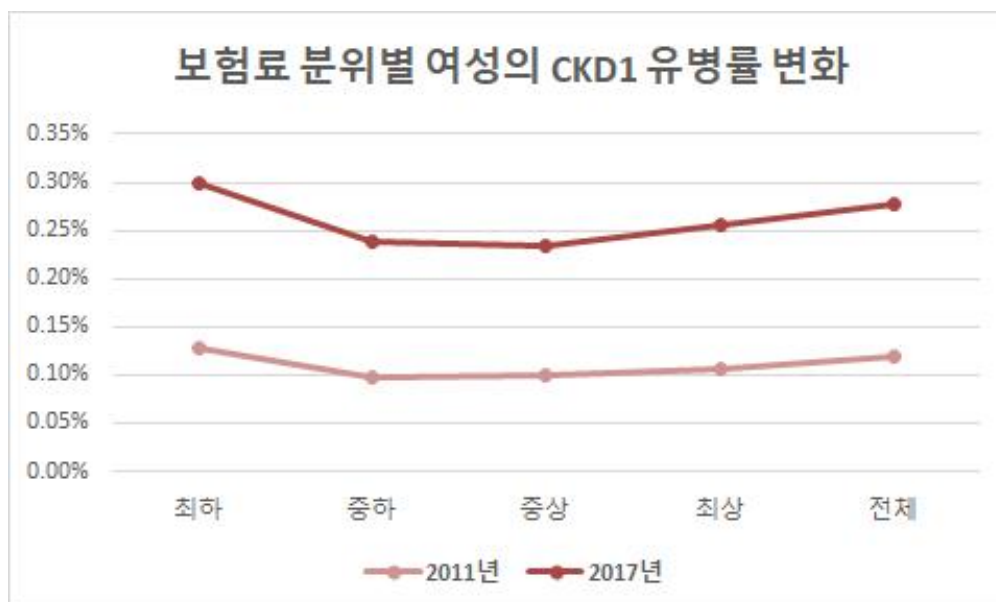
소득수준이 반영된 보험료를 4분위로 나누어 보험료 분위별 유병률을 분석하였다. 남녀 모두 보험료를 가장 적게 내는 최하 분위에서 유병률이 가장 높았고, 다른 분위의 유병률은 비슷한 가운데 최상 분위가 두 번째로 유병률이 높았다. 2011년에 비해 2017년에 분위에 따른 유병률의 격차는 더욱 커졌다.

남성에서는 보험료 최하분위에서 CKD1 유병률이 2011년에 0.30%에서 2017년에는 0.75%로 약 2.5배 증가하였다. 최상 분위에서는 0.22%에서 0.52%로 증가하였고, 중하에서는 0.19%에서 0.52%로, 중상에서는 0.19%에서 0.44%로 증가하였다 (그림 14).

여성에서는 보험료 최하분위에서 CKD1 유병률이 2011년에 0.13%에서 0.30%로 두 배 이상 증가하였고, 그 외 분위에서의 유병률은 분위별로 비슷한 가운데 최상 분위에서 다소 높았고, 2011년에 비해 2017년에 두 배 이상 유병률이 증가하였다 (그림 15).



[그림 14] 보험료분위별 남성의 CKD1 유병률



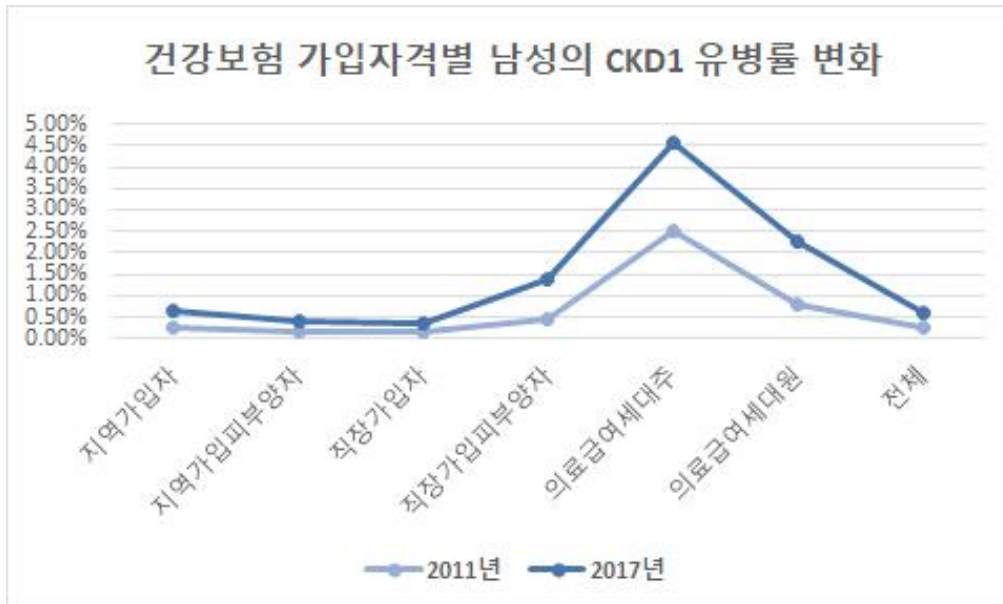
[그림 15] 보험료분위별 여성의 CKD1 유병률

C. 건강보험 가입자격에 따른 남녀의 CKD1 유병률 변화

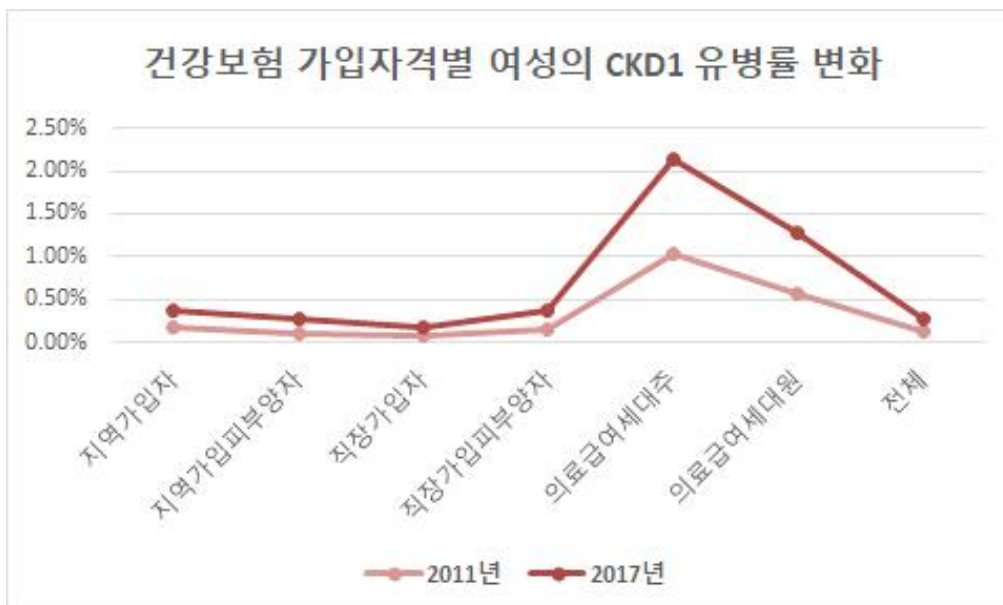
건강보험 가입자격별로 유병률을 분석하였다. 남녀 모두 의료급여세대주에서 유병률이 가장 높았고, 다음으로 의료급여세대원의 유병률이 높아 건강보험보다 의료급여가입자의 CKD1 유병률이 크게 높았다. 이는 2011년과 2017년에 모두 해당되었는데, 2017년에 유병률이 상승하면서 가입자격간의 유병률 격차도 더 크게 나타났다.

남성에서는 의료급여세대주의 CKD1 유병률이 2011년에 2.52%에서 2017년에는 4.55%로 증가하였고, 의료급여세대원의 CKD1 유병률이 0.78%에서 2.26%로 증가하였다. 다음으로 직장가입피부양자의 CKD1 유병률이 높았는데 2011년에 0.43%에서 2017년에 1.38%로 증가하였다. 지역가입자의 유병률은 0.27%에서 0.63%로 상승하였고, 모든 가입자격 중 가장 유병률이 낮은 직장가입자에서는 보험료 최하분위에서 CKD1 유병률이 2011년에 0.17%에서 2017년에 0.37%로 증가하였다 (그림 16).

여성에서는 의료급여세대주의 CKD1 유병률이 2011년에 1.03%에서 2017년에 2.15%로 증가하였고, 의료급여세대원은 0.57%에서 1.29%로 증가하였다. 유병률이 가장 낮은 직장가입자에서는 0.07%에서 0.17%로 증가하여 여성 직장가입자는 코호트 전체에서 가장 낮은 CKD1 유병률을 보였다 (그림 17).



[그림 16] 건강보험 가입자격별 남성의 CKD1 유병률



[그림 17] 건강보험 가입자격별 여성의 CKD1 유병률

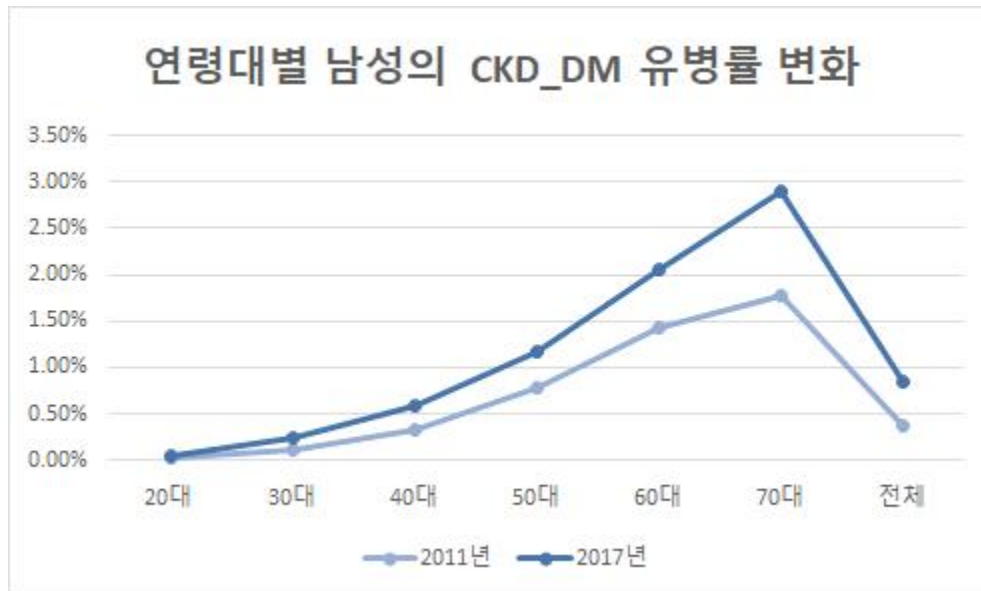
나) 기준 2 정의 (CKD_DM)에 따른 유병률 변화

기준 2 정의 (당뇨관련 신장질환, 이하 CKD_DM)에 따라 남녀로 층화하여 연령대, 보험료 분위(소득반영), 건강보험 가입자격별로 2011년과 2017년의 유병률을 분석하여 그림 18~ 그림 23에 그래프를 제시하였다. CKD_DM 기준의 유병률은 남성에서는 2011년에 0.37%, 2017년에 0.84%, 여성에서는 2011년에 0.21%, 2017년에 0.47%로 CKD1 기준과 비교하여 유병률이 1.5배 이상 높았는데, 인구사회학적 특성에 따른 분포 경향은 CKD1 환자군과 비슷하였다.

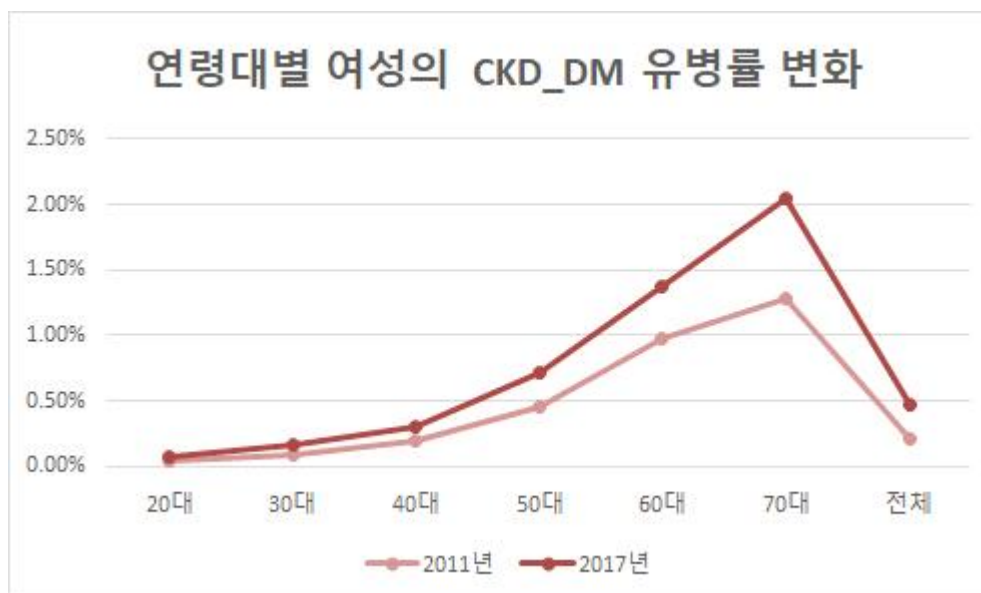
A. 연령대에 따른 남녀의 CKD_DM 유병률 변화

남성에서는 CKD_DM 유병률이 2011년에 0.37%에서 2017년에는 0.84%로 6년간 약 2.3배 증가하였다. 연령대에 따른 차이는 매우 컸으며, CKD1에 비해 비교적 이른 4-50대부터 유병률이 높게 나타났다. 2011년, 2017년 각각 유병률이 20대에서는 0.04%, 0.06%, 40대는 0.33%, 0.58%, 50대는 0.77%, 1.17%, 60대는 1.43%, 2.06%, 70대는 1.78%, 2.89%였다 (그림 18).

여성에서는 CKD_DM 유병률이 2011년에 0.21%, 2017년에 0.47%로 각 연도의 유병률이 남성의 56% 정도였고, 남성과 유사하게 6년간 약 2.2배 증가하였다. 다른 연령대에서는 유병률이 남성의 60% 정도인데 반해, 20대의 유병률은 남녀가 비슷하였다. 20대의 유병률은 2011년과 2017년에 각각 0.04%, 0.07%였으며, 40대는 0.19%, 0.30%, 50대는 0.45%, 0.72%, 60대는 0.97%, 1.38%, 70대는 1.28%, 2.04%였다 (그림 19).



[그림 18] 연령대별 남성의 CKD_DM 유병률



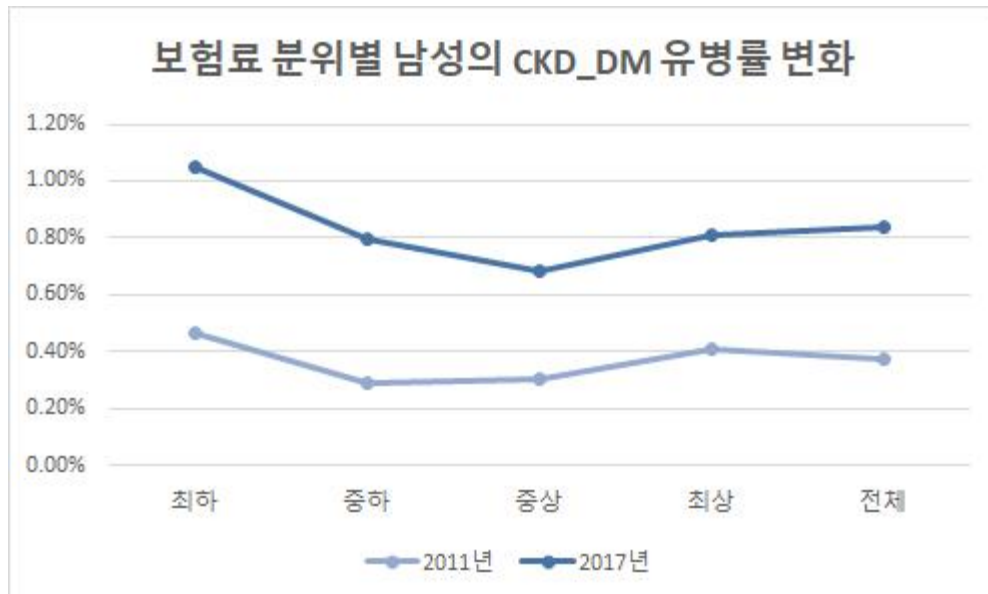
[그림 19] 연령대별 여성의 CKD_DM 유병률

B. 보험료 분위에 따른 남녀의 CKD_DM 유병률 변화

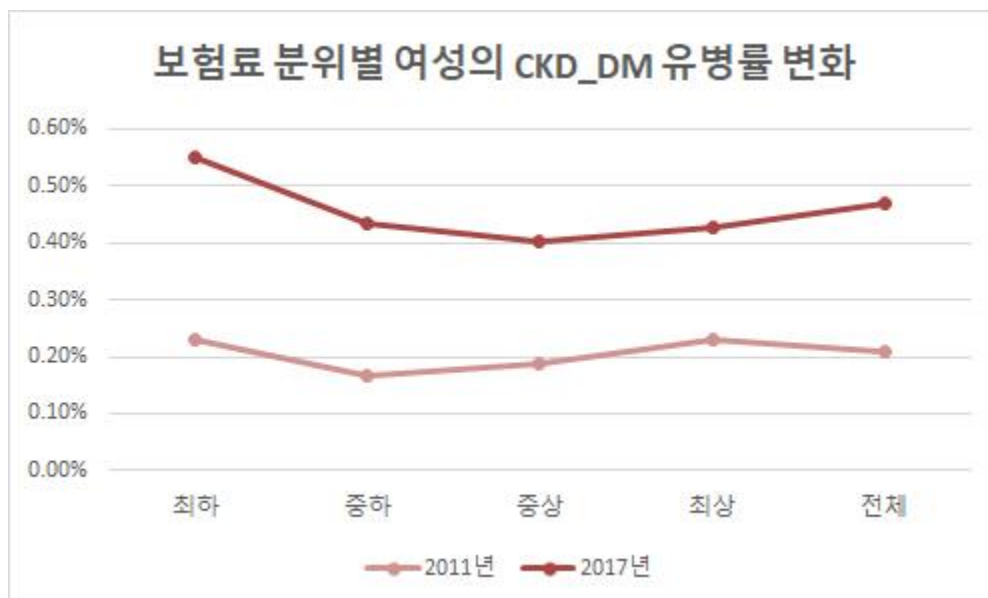
CKD_DM 기준에 따른 유병률 역시 CKD1과 마찬가지로 남녀 모두 보험료를 가장 적게 내는 최하 분위에서 가장 높았고, 다른 분위의 유병률은 비슷한 가운데 최상 분위가 두 번째로 높았다. 2011년에 비해 2017년에 분위에 따른 유병률의 격차는 더욱 커졌다.

남성에서는 보험료 최하분위에서 CKD_DM 유병률이 2011년에 0.46%에서 2017년에는 1.05%로 약 2.3배 증가하였다. 최상 분위에서는 0.41%에서 0.81%로 약 2배 증가하였고, 중하에서는 0.29%에서 0.80%로 약 2.8배, 중상에서는 0.30%에서 0.68%로 약 2.3배 증가하였다 (그림 20).

여성에서는 보험료 최하분위에서 CKD_DM 유병률이 2011년에 0.23%에서 0.55%로 약 2.4배 증가하였고, 그 외 분위에서의 유병률은 분위별로 비슷하며 2011년에 비해 2017년에 두 배 이상 유병률이 증가하였다 (그림 21).



[그림 20] 보험료분위별 남성의 CKD_DM 유병률



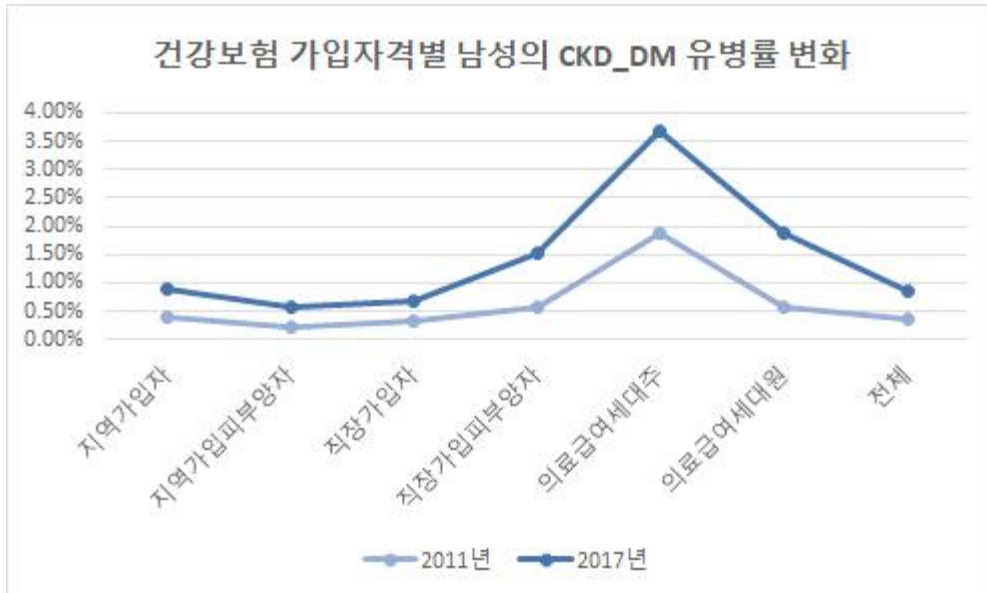
[그림 21] 보험료분위별 여성의 CKD_DM 유병률

C. 건강보험 가입자격에 따른 남녀의 CKD_DM 유병률 변화

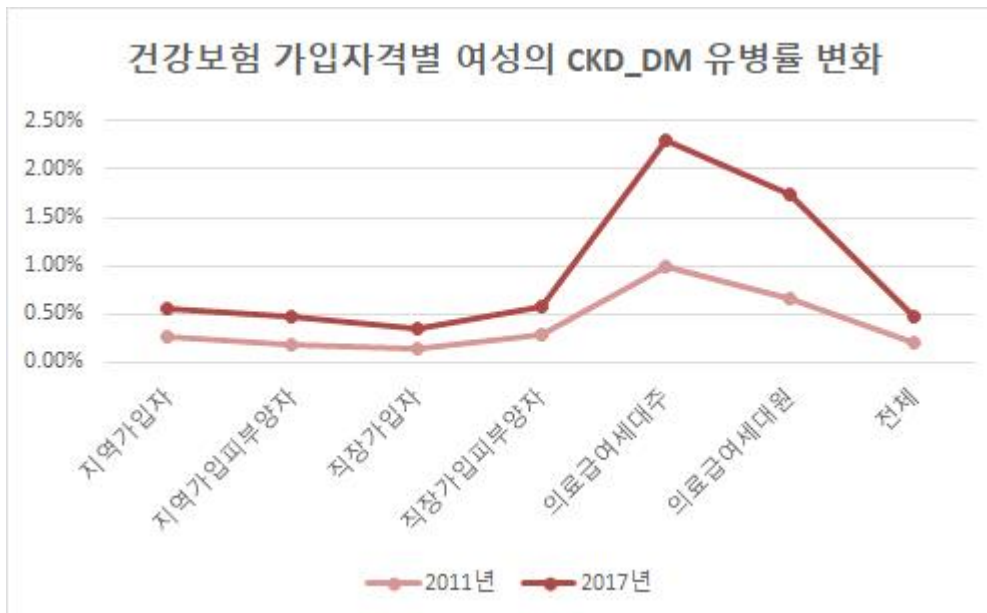
건강보험 가입자격별로 CKD_DM의 유병률을 분석한 결과 CKD1과 유사하게 남녀 모두 의료급여세대주에서 유병률이 가장 높았고, 다음으로 의료급여세대원의 유병률이 높았다. 2011년에 비해 2017년에 가입자격간의 유병률 격차가 더 크게 나타났는데, CKD1에 비해 격차의 폭은 작았다.

남성에서는 의료급여세대주의 CKD_DM 유병률이 2011년에 1.88%에서 2017년에는 3.67%로 증가하였고, 의료급여세대원의 CKD_DM 유병률은 0.56%에서 1.89%로 증가하였다. 다음으로 높은 직장가입피부양자의 유병률은 2011년에 0.57%에서 2017년에 1.54%로 증가하였다. 지역가입자의 유병률은 0.40%에서 0.91%로 상승하였고, 직장가입자의 유병률은 2011년에 0.31%에서 2017년에 0.67%로 증가하여 다른 가입자격에 비해 유병률이 낮은 편이었고, 가장 낮은 지역가입피부양자의 유병률은 2011년에 0.21%, 2017년에 0.58%였다 (그림 22).

여성에서는 의료급여세대주의 CKD_DM 유병률이 2011년에 1.00%에서 2017년에 2.29%로 증가하였고, 의료급여세대원은 0.67%에서 1.74%로 증가하였다. 여성에서는 직장가입자의 CKD_DM 유병률이 가장 낮아서 2011년에 0.15%, 2017년에 0.35%였다 (그림 23).



[그림 22] 건강보험 가입자격별 남성의 CKD_DM 유병률



[그림 23] 건강보험 가입자격별 여성의 CKD_DM 유병률

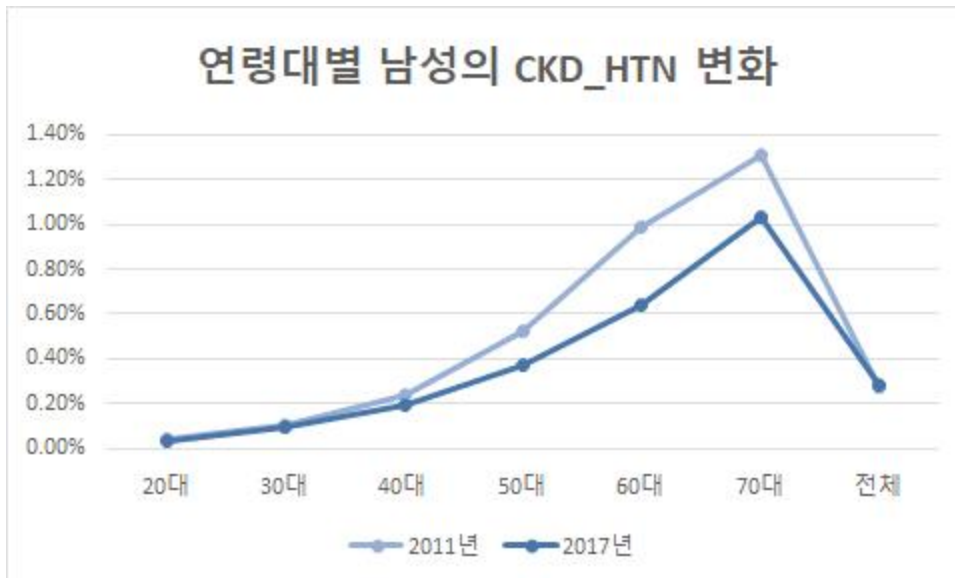
다) 기준 3 정의 (CKD_HTN)에 따른 유병률 변화

기준 3 정의 (고혈압 관련 신장질환, 이하 CKD_HTN)에 따라 남녀로 층화하여 연령대, 보험료 분위(소득반영), 건강보험 가입자격별로 2011년과 2017년의 유병률을 분석하여 그림 24~ 그림29에 그래프를 제시하였다. CKD_HTN 기준의 유병률은 남성에서는 2011년에 0.27%, 2017년에 0.28%, 여성에서는 2011년에 0.19%, 2017년에 0.18%로 남녀 간의 유병률 차이가 앞 선 두 기준에 비해 작았고, 6년간 유병률이 거의 변하지 않았다.

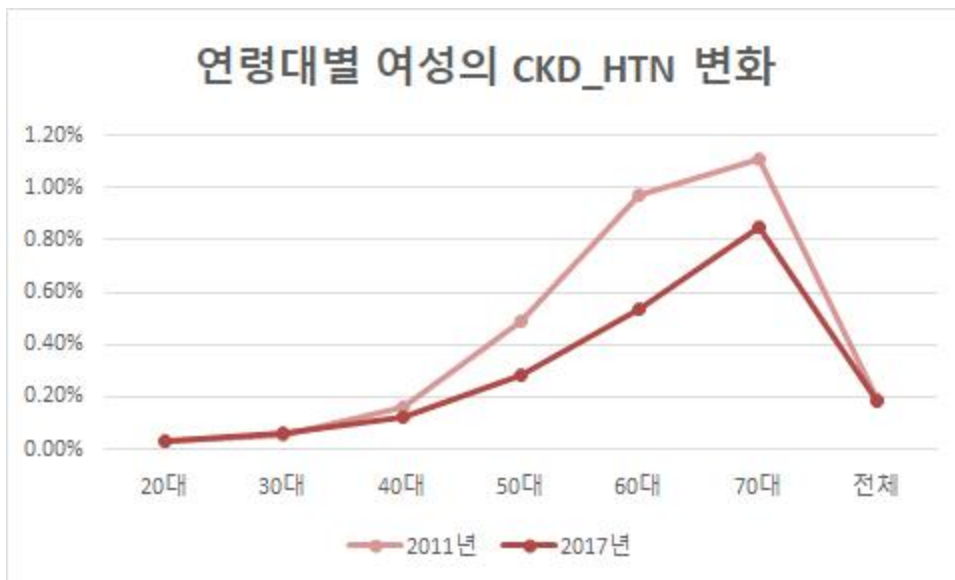
A. 연령대에 따른 남녀의 CKD_HTN 유병률 변화

전체 남성에서는 CKD_HTN 유병률이 2011년과 2017년에 거의 차이가 없었지만, 연령대에 따라서는 차이가 있었다. 40세 미만에서는 연도별 유병률이 거의 동일하였으나, 50대부터는 시간이 지날수록 오히려 감소하여 2011년, 2017년 유병률이 각각 50대에서는 0.53%, 0.37%였고, 60대에서는 0.99%, 0.64%였고, 70대에서는 1.31%, 1.03%로 50대부터는 유병자가 6년간 약 30% 감소하였다 (그림 24).

여성에서도 비슷한 경향을 보였는데, 2011년, 2017년 각각 50대의 유병률은 0.48%, 0.28%, 60대는 0.97%, 0.53%, 70대는 1.11%, 0.85%로 60대에서 감소의 폭이 가장 컸다 (그림 25).



[그림 24] 연령대별 남성의 CKD_HTN 유병률



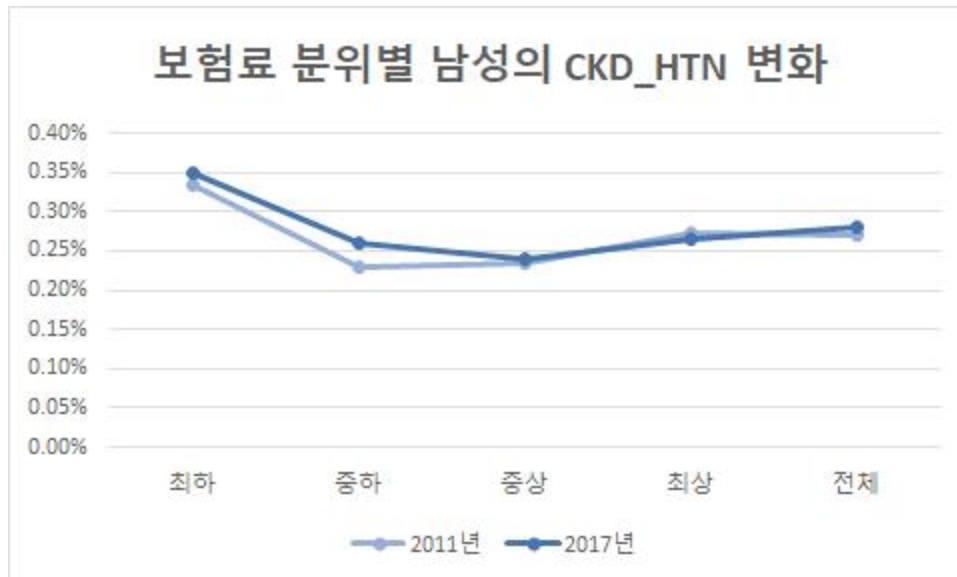
[그림 25] 연령대별 여성의 CKD_HTN 유병률

B. 보험료 분위에 따른 남녀의 CKD_HTN 유병률 변화

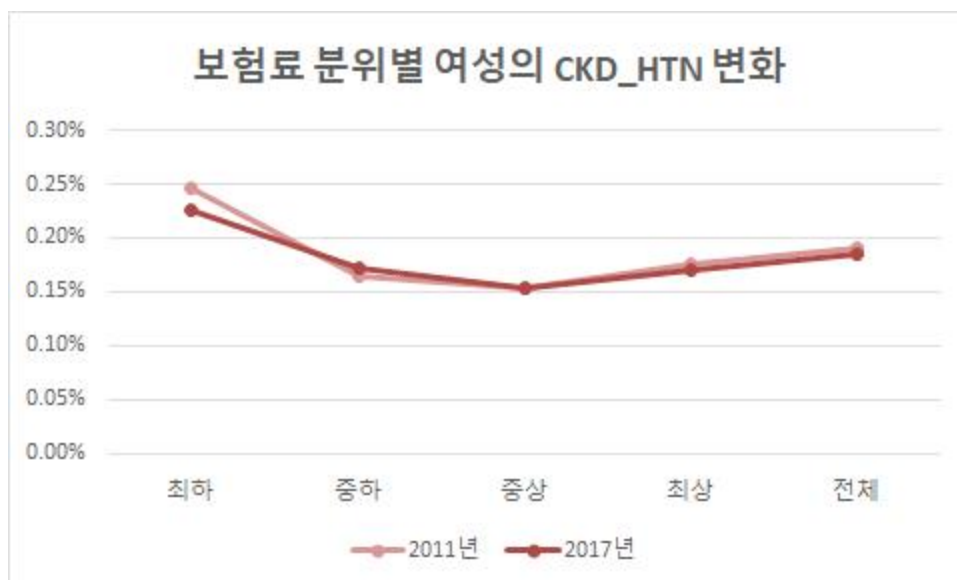
CKD_HTN 기준에 따른 유병률 역시 남녀 모두 보험료를 가장 적게 내는 최하 분위에서 가장 높았고, 다른 분위의 유병률은 비슷한 가운데 최상 분위가 두 번째로 높았다. 2011년과 2017년의 보험료 분위에 따른 유병률은 거의 비슷하였다.

남성에서는 2011년, 2017년 각각 CKD_HTN 유병률이 보험료 최하분위에서 0.33%, 0.35%였고, 최상분위에서 0.27%, 0.26%였다 (그림 26).

여성에서는 2011년, 2017년 각각 CKD_HTN 유병률이 보험료 최하분위에서 0.25%, 0.23%였다 (그림 27).



[그림 26] 보험료분위별 남성의 CKD_HTN 유병률



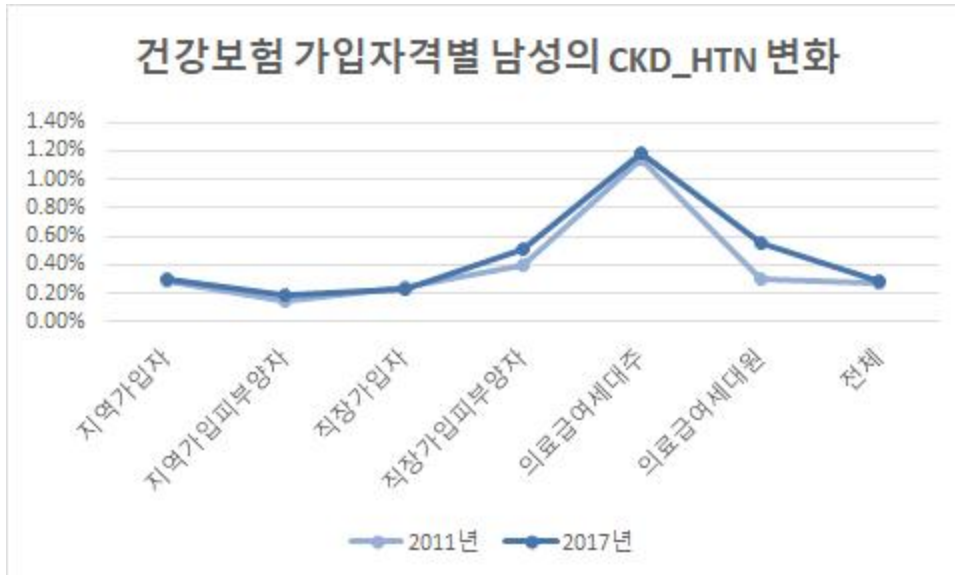
[그림 27] 보험료분위별 여성의 CKD_HTN 유병률

C. 건강보험 가입자격에 따른 남녀의 CKD_HTN 유병률 변화

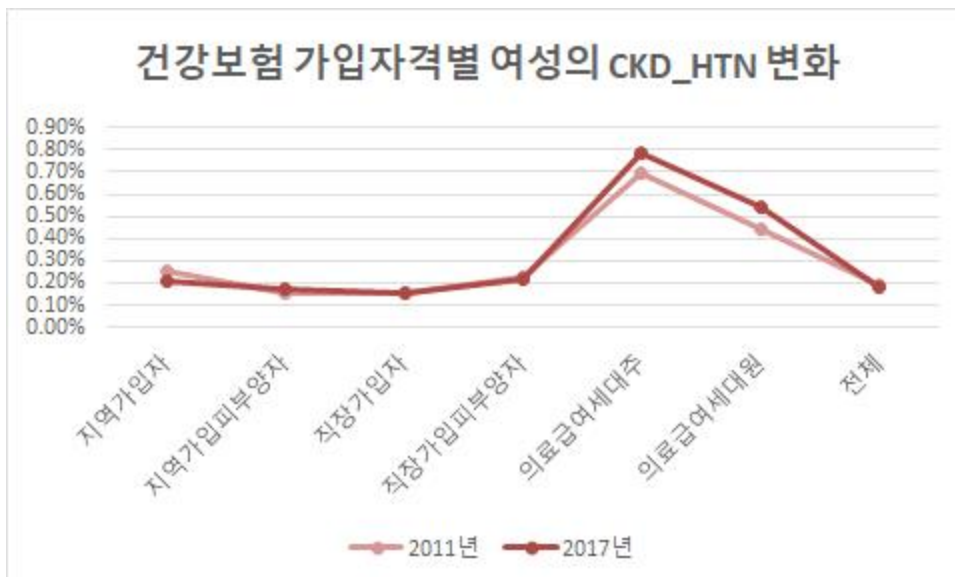
건강보험 가입자격별로 CKD_HTN의 유병률을 분석한 결과 남녀 모두 의료급여세대주에서 유병률이 가장 높았고, 다음으로 남성은 의료급여세대원과 직장가입피부양자의 유병률이, 여성은 의료급여세대원의 유병률이 비교적 높았다. 2011년과 2017년의 유병률 차이는 적었으나, 남성 의료급여세대원은 2011년에 비해 2017년에 유병률이 다소 상승하였다.

남성에서는 전체 CKD_HTN 유병률이 2011년과 2017년에 각각 0.27%, 0.28%인 가운데, 의료급여세대주의 유병률이 각각 1.14%, 1.18%로 전체 대상자 평균에 비해 약 4배 이상 높았다. 2017년에 직장가입피부양자와 의료급여세대원의 유병률이 높아져서 각각 0.51%, 0.55%였고, 직장가입자는 비교적 낮은편인 0.24%, 0.23%였다 (그림 28).

여성에서는 전체 CKD_HTN 유병률이 2011년과 2017년에 각각 0.19%, 0.18%였고, 의료급여세대주의 유병률이 각각 0.70%, 0.78%로 가장 높았고, 의료급여세대원의 유병률도 상대적으로 높아 0.44%, 0.54%였다. 여성 직장가입자는 가장 유병률이 낮아 두 해 모두 0.15%의 유병률을 나타냈다 (그림 29).



[그림 28] 건강보험 가입자격별 남성의 CKD_HTN 유병률



[그림 29] 건강보험 가입자격별 여성의 CKD_HTN 유병률

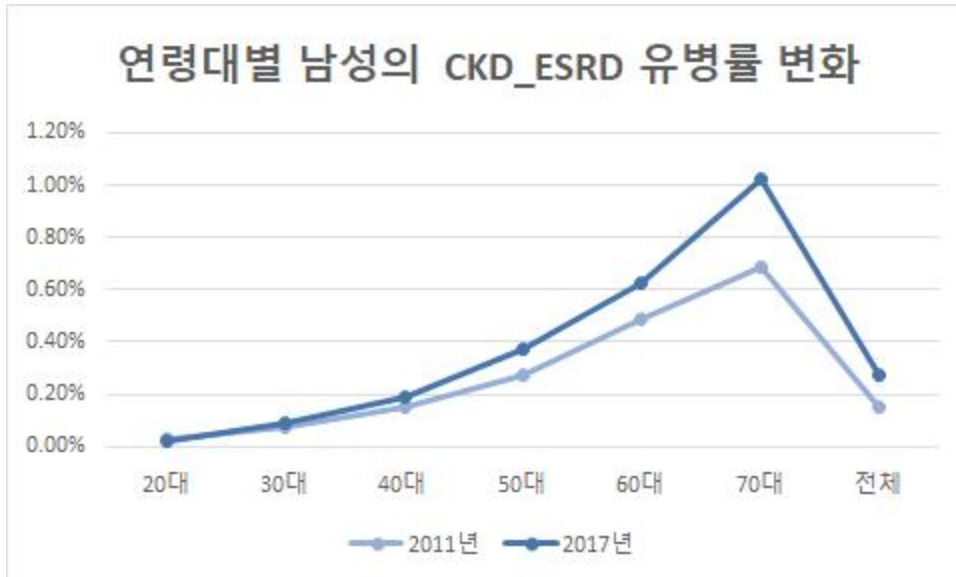
라) 기준 4 정의 (CKD_ESRD)에 따른 유병률 변화

기준 4 정의 (말기신부전, 이하 CKD_ESRD)에 따라 남녀로 층화하여 연령대, 보험료 분위(소득반영), 건강보험 가입자격별로 2011년과 2017년의 유병률을 분석하여 그림 30~그림 35에 그래프를 제시하였다. CKD_ESRD 기준의 유병률은 남성에서는 2011년에 0.15%, 2017년에 0.27%, 여성에서는 2011년에 0.08%, 2017년에 0.14%로 남녀 모두 6년간 약 80% 가량 유병자가 증가하였다. 약 1,060만 명의 코호트 인구 중 투석이나 신장이식의 이력이 있는 유병자 수는 2011년에 12,609명 (남성 9,703명, 여성 2,906명), 2017년에 22,550명 (남성 17,382명, 여성 5,168명) 이었다.

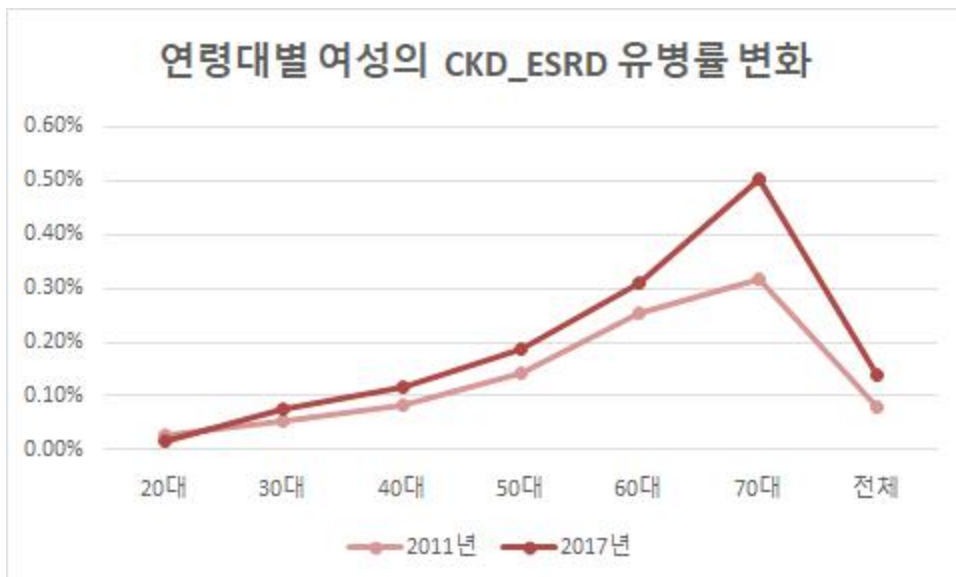
A. 연령대에 따른 남녀의 CKD_ESRD 유병률 변화

남성에서는 2011년과 2017년에 각각 20대의 유병률은 0.03%, 0.02%로 가장 낮았고, 50대는 0.28%, 0.37%, 60대는 0.49%, 0.63%, 70대는 0.69%, 1.03%로 연령대가 증가할수록 유병자가 증가하고 6년간 증가율도 높았다 (그림 30).

여성에서는 2,30대의 유병률은 남성과 큰 차이가 없었고, 40대 이상부터 남성과 유병률이 차이되기 시작하여 50세 이상의 유병률은 남성의 절반 수준이었다. 2011년, 2017년 각각 60대 여성의 유병률은 0.25%, 0.31%였으며 70대 여성은 0.32%, 0.50%였다 (그림 31).



[그림 30] 연령대별 남성의 CKD_ESRD 유병률



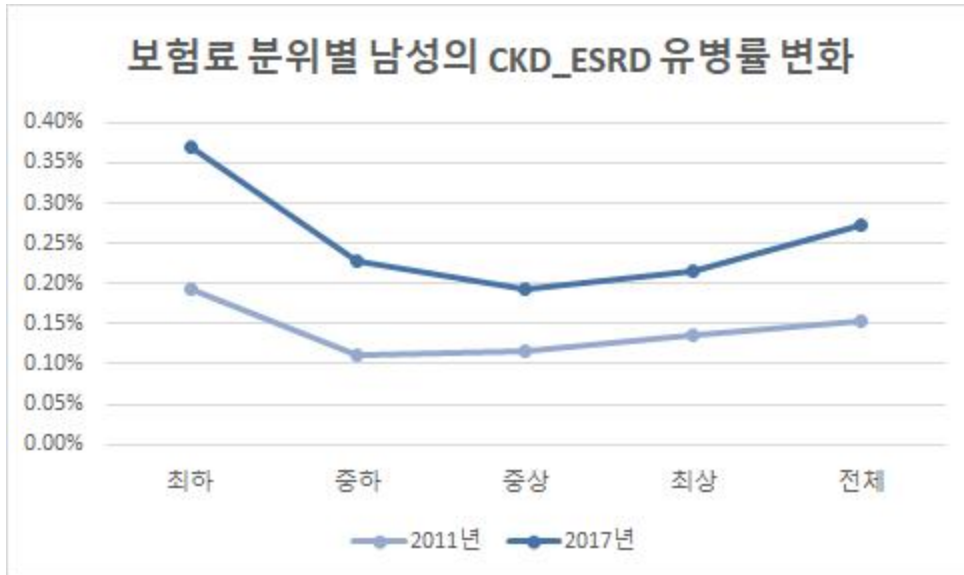
[그림 31] 연령대별 여성의 CKD_ESRD 유병률

B. 보험료 분위에 따른 남녀의 CKD_ESRD 유병률 변화

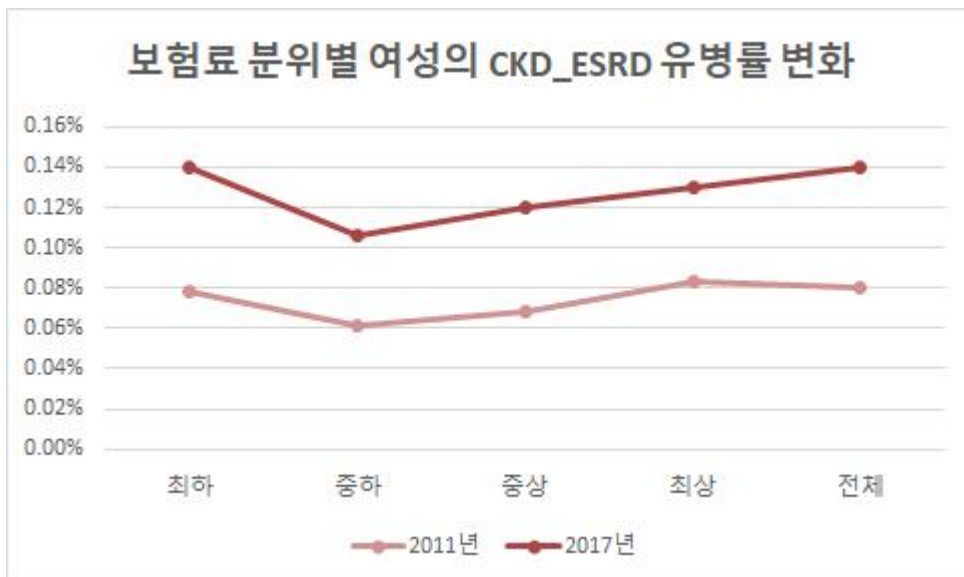
보험료 분위에 따른 CKD_ESRD 유병률은 남녀 간 경향이 다소 달랐다. 남성에서는 최하 분위의 유병률이 높고, 2011년보다 2017년에 격차가 더 벌어진 반면, 여성에서는 2017년에는 최하 분위의 유병률이 가장 높기는 하지만, 남성에 비해 분위별 유병률 차이가 적었다.

남성에서는 2011년, 2017년 각각 CKD_ESRD 유병률이 보험료 최하분위에서 0.19%, 0.37%였고, 그 외 분위는 그보다 낮았다 (그림 32).

여성에서는 2011년, 2017년 각각 CKD_ESRD 유병률이 보험료 최하분위에서 0.08%, 0.14%였고, 분위 간 큰 차이는 없었다 (그림 33).



[그림 32] 보험료분위별 남성의 CKD_ESRD 유병률



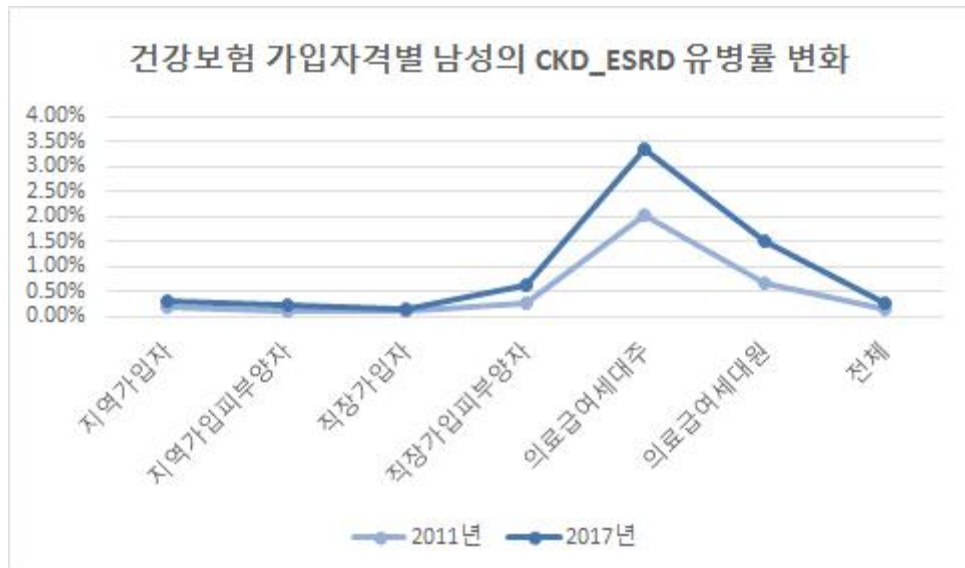
[그림 33] 보험료분위별 여성의 CKD_ESRD 유병률

C. 건강보험 가입자격에 따른 남녀의 CKD_ESRD 유병률 변화

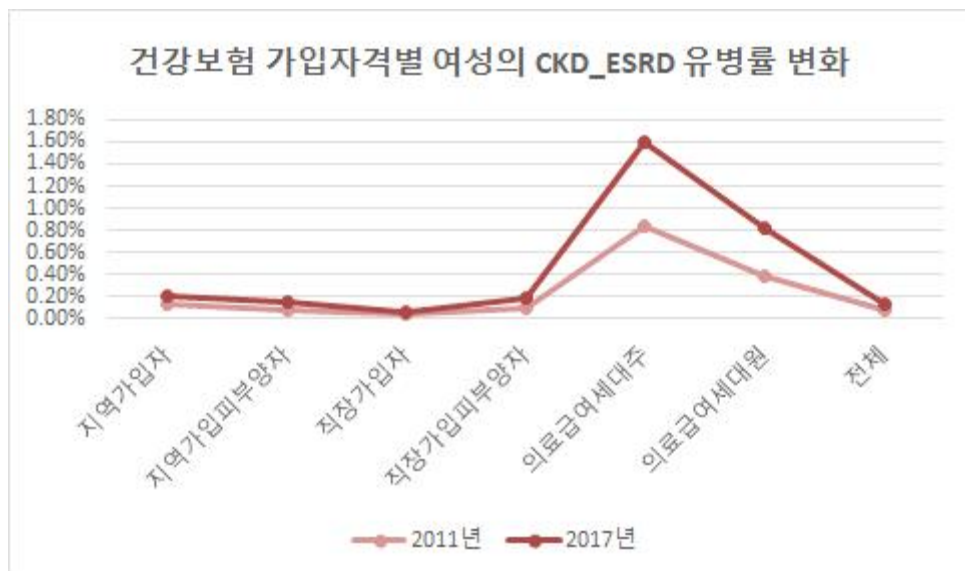
건강보험 가입자격별로 CKD_ESRD의 유병률을 분석한 결과 다른 기준들의 유병률과 마찬가지로 남녀 모두 의료급여세대주에서 가장 높고, 의료급여세대원이 그 다음을 이었지만, 특히 가입자격별 유병률의 차이가 두드러졌다.

남성에서는 2011년과 2017년의 CKD_ESRD 유병률이 각각 건강보험인 지역가입자에서는 0.17%, 0.30%, 지역가입피부양자에서는 0.12%, 0.23%, 직장가입자에서는 0.10%, 0.15%, 직장가입피부양자에서는 0.26%, 0.63% 수준인 반면, 의료급여세대주에서는 2.04%, 3.34%, 의료급여세대원에서는 0.67%, 1.50%로 크게 높았다 (그림 34).

여성에서도 2011년과 2017년의 CKD_ESRD 유병률은 각각 지역가입자에서 0.13%, 0.20%, 지역가입피부양자에서 0.07%, 0.15%, 직장가입자에서 0.04%, 0.07%, 직장가입피부양자에서 0.10%, 0.18% 수준이었고, 의료급여세대주에서는 0.83%, 1.59%, 의료급여세대원에서는 0.39%, 0.82%로 크게 높았다 (그림 35).



[그림 34] 건강보험 가입자격별 남성의 CKD_ESRD 유병률



[그림 35] 건강보험 가입자격별 여성의 CKD_ESRD 유병률

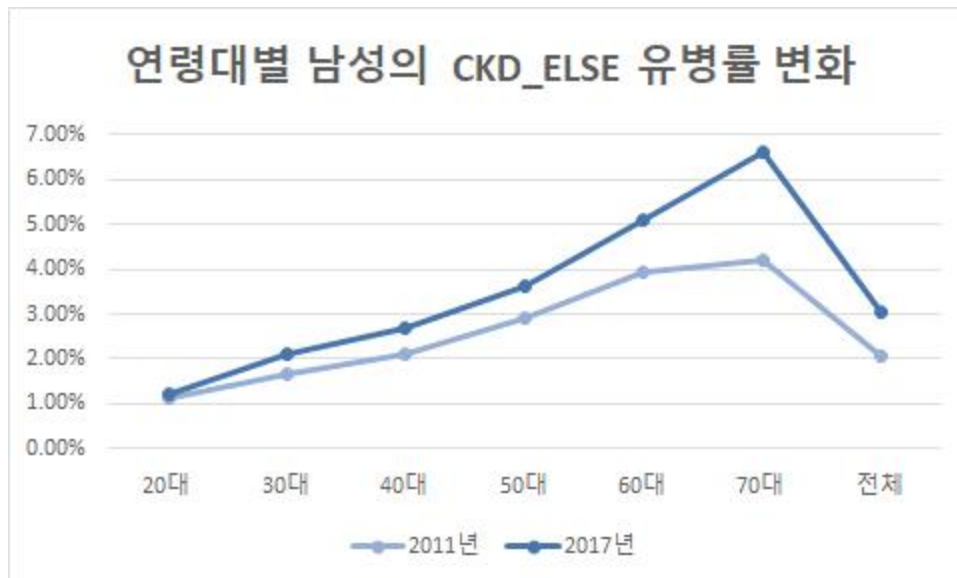
마) 기준 5 정의 (CKD_ELSE)에 따른 유병률 변화

N18(만성신장질환) 코드 및 고혈압, 당뇨 관련 신장질환, ESRD(말기신부전)에 해당하는 코드들을 제외하고 유전적 신장질환도 아닌 신장관련 질환들만 모아 기준 5를 만들고 유병률을 분석하였다 (이하 CKD_ELSE). 이 기준에 해당하는 환자들은 만성신장질환 정의에 정확히 부합하지는 않지만 만성신장질환일 가능성이 높은 사람들이다. CKD_ELSE 기준의 유병률은 남성에서는 2011년에 2.08%, 2017년에 3.07%였으며, 여성에서는 2011년에 1.92%, 2017년에 2.60%였다.

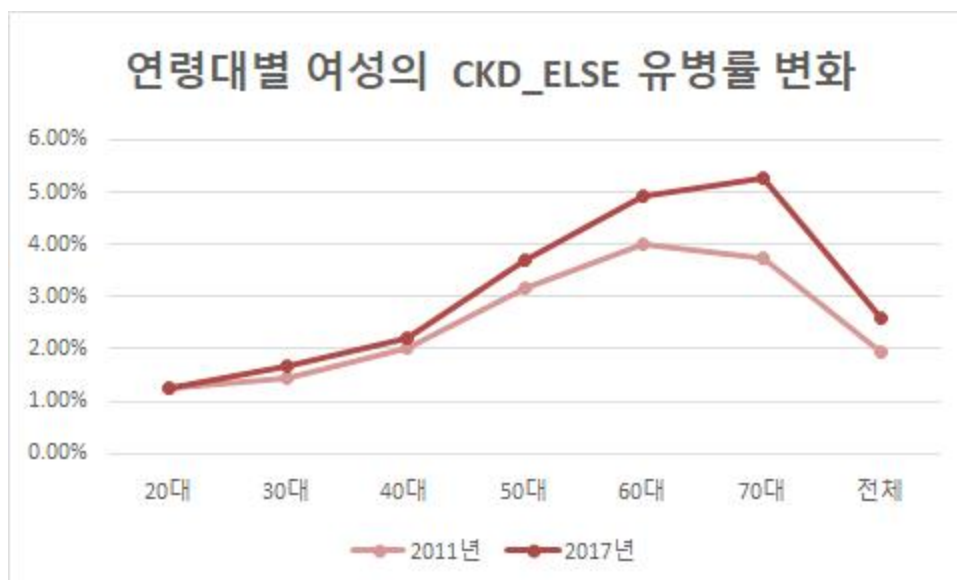
A. 연령대에 따른 남녀의 CKD_ELSE 유병률 변화

남성에서는 2011년과 2017년에 각각 20대의 유병률은 1.11%, 1.22%로 가장 낮으며 거의 변동이 없었고, 50대는 2.91%, 3.62%, 60대는 3.94%, 5.09%, 70대는 4.19%, 6.62%로 연령대가 증가할수록 유병자가 증가하고 특히 70대의 6년간 증가율이 높았다 (그림 36).

여성에서는 연령대별로 남성과 비슷하거나 약간 낮은 유병률을 보였다. 50세 미만에서는 1-2% 수준의 유병률을 보이며 6년간 거의 증가하지 않았으나, 50대부터는 유병률도 높고 6년간 유병자 수가 증가하였고, 특히 70대의 유병률은 6년간 40% 증가하였다. 2011년과 2017년 각각 60대의 유병률은 3.99%, 4.94%, 70대의 3.75%, 5.28%였다 (그림 37).



[그림 36] 연령대별 남성의 CKD_ELSE 유병률

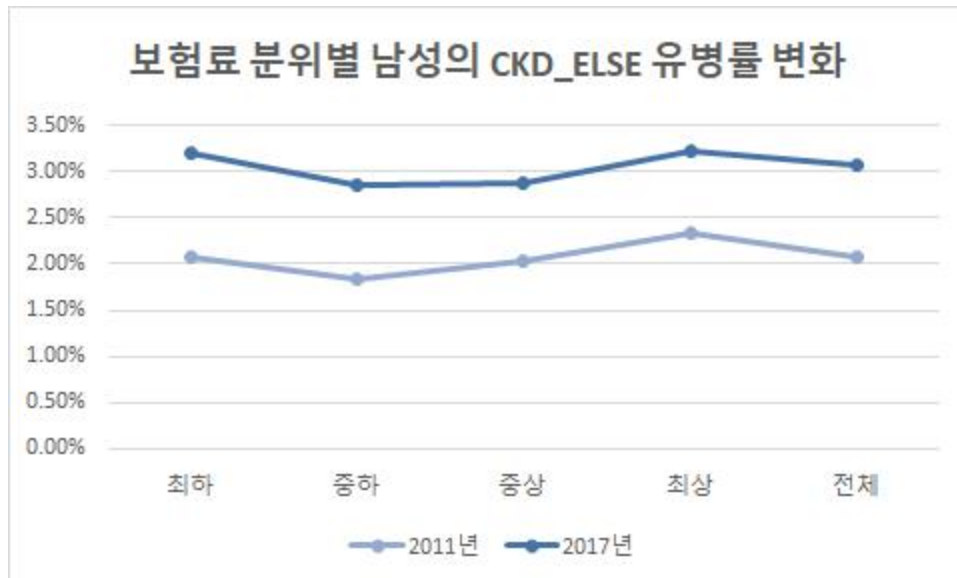


[그림 37] 연령대별 여성의 CKD_ELSE 유병률

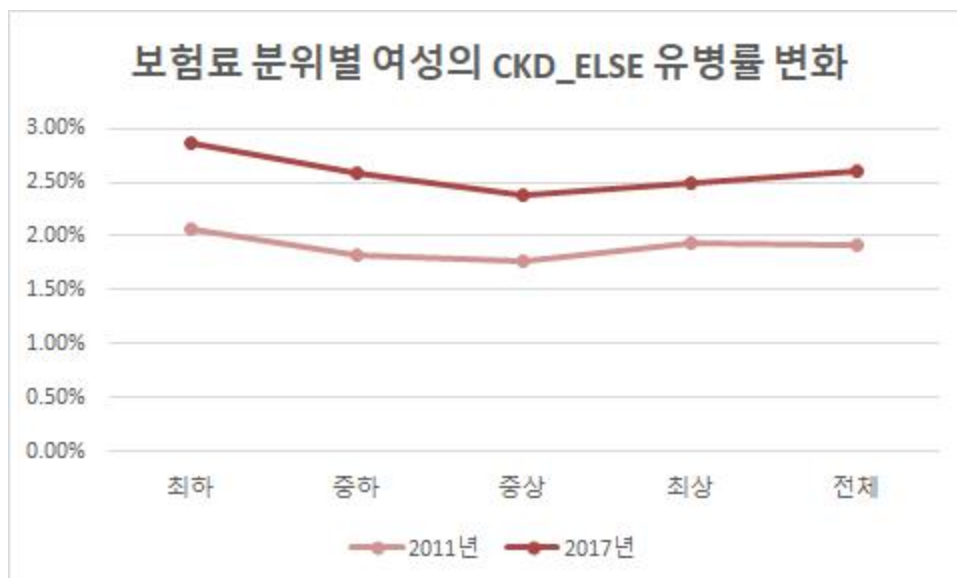
B. 보험료 분위에 따른 남녀의 CKD_ELSE 유병률 변화

CKD_ELSE 기준에 따라서는 남성에서는 보험료 분위별로 차이가 크지 않은 가운데 최하 분위와 최상 분위에서 중간 소득자들에 비해 유병률이 다소 높았다. 2011년, 2017년 각각 최하분위의 유병률은 2.07%, 3.21%였고, 가장 낮은 중하 분위의 유병률은 1.83%, 2.85%로 최하분위의 유병률이 중하분위에 비해 약 13% 높았다 (그림 38).

여성에서는 분위별 차이가 크지 않은 가운데 최하 분위의 유병률이 가장 높아 2011년에 2.06%, 2017년에 2.85%로 가장 유병률이 낮은 중상 분위에 비해 2011년에는 16%, 2017년에는 20% 더 유병률이 높았다 (그림 39).



[그림 38] 보험료분위별 남성의 CKD_ELSE 유병률

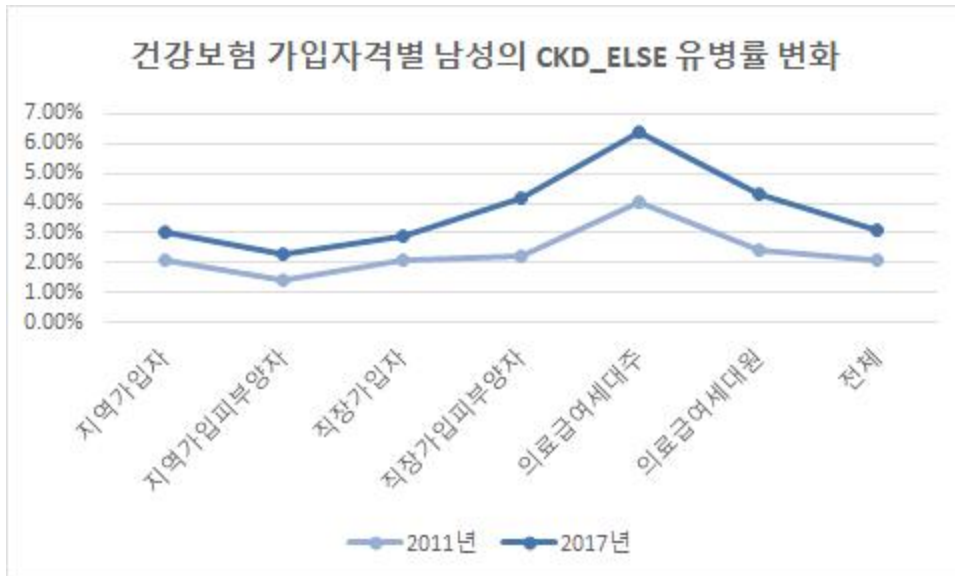


[그림 39] 보험료분위별 여성의 CKD_ELSE 유병률

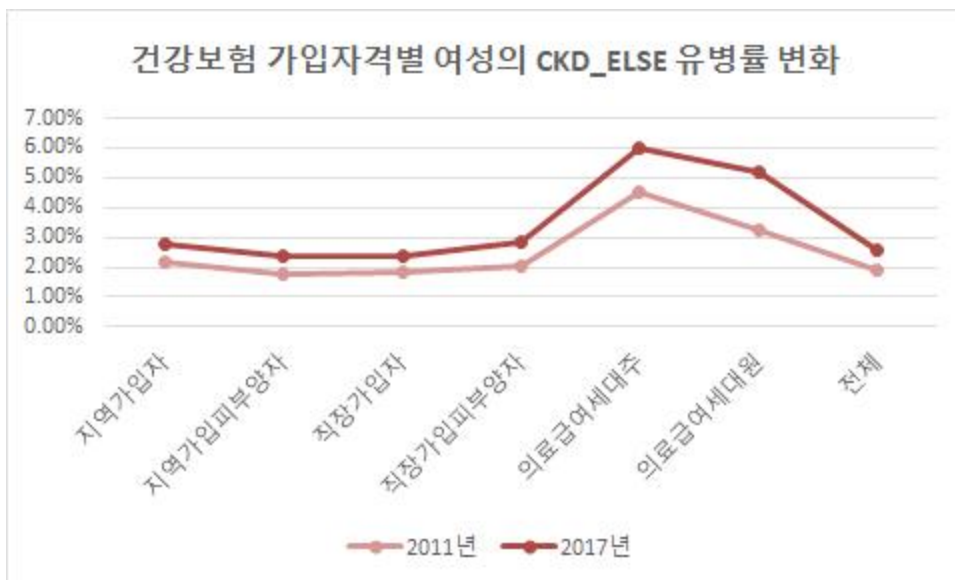
C. 건강보험 가입자격에 따른 남녀의 CKD_ELSE 유병률 변화

남성에서는 의료급여세대주의 CKD_ELSE 유병률이 가장 높아 2011년과 2017년에 각각 4.03%, 6.38%였으며, 다음으로 의료급여세대원의 유병률이 각각 2.40%, 4.28%, 직장가입피부양자의 유병률이 각각 2.23%, 4.14%였다. 직장가입자는 각각 2.10%, 2.89%였으며 지역가입자와 비슷한 수준이었다. 지역가입피부양자의 유병률이 가장 낮았다 (그림 40).

여성에서는 의료급여세대주와 세대원의 유병률이 크게 높았고, 2011년과 2017년에 각각 세대주는 4.51%, 5.97%, 세대원은 3.23%, 5.17%였다. 이제 비해 직장가입자와 지역가입피부양자의 유병률은 비슷하게 낮았는데 직장가입자의 유병률은 각각 1.80%, 2.40%였다 (그림 41).



[그림 40] 건강보험 가입자격별 남성의 CKD_ELSE 유병률



[그림 41] 건강보험 가입자격별 여성의 CKD_ELSE 유병률

바) 기준 6 정의 (CKD_ALL)에 따른 유병률 변화

마지막으로 기준 1~기준 5 중 하나라도 해당되는 환자들은 모두 포함한 기준 6 질병 정의(이하 CKD_ALL)에 따른 유병자 수를 분석하였다. 기준 6에 따른 유병률은 2011년에 2.53% (남자 2.67%, 여자 2.28%), 2017년에 3.83% (남자 4.18%, 여자 3.23%)였다.

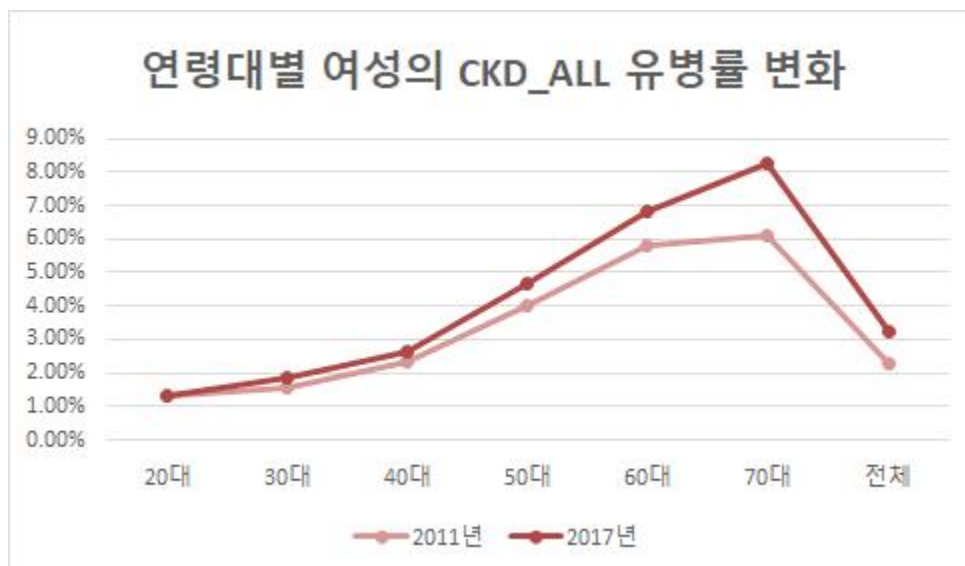
A. 연령대에 따른 남녀의 CKD_ALL 유병률 변화

남성에서는 2011년과 2017년에 각각 20대의 유병률은 1.17%, 1.31%로 가장 낮으며 거의 변동이 없었고, 50대는 4.12%, 5.13%, 60대는 6.20%, 7.81%, 70대는 7.17%, 10.93%로 연령대가 증가할수록 유병자가 증가하고 특히 70대의 6년간 증가율이 높아 2011년에 비해 2017년 유병자는 약 1.5배 증가하였다 (그림 42).

여성에서는 연령대별로 남성과 비슷하거나 약간 낮은 유병률을 보였다. 20대의 유병률은 1.3% 수준으로 6년간 거의 증가하지 않았으나 50대부터는 유병률도 높아지고 6년간 유병자 수가 증가하였다. 특히 70대의 유병률은 6년간 36% 증가하였다. 2011년과 2017년 각각 60대의 유병률은 5.78%, 6.80%, 70대는 6.08%, 8.26%였다 (그림 43).



[그림 42] 연령대별 남성의 CKD_ALL 유병률

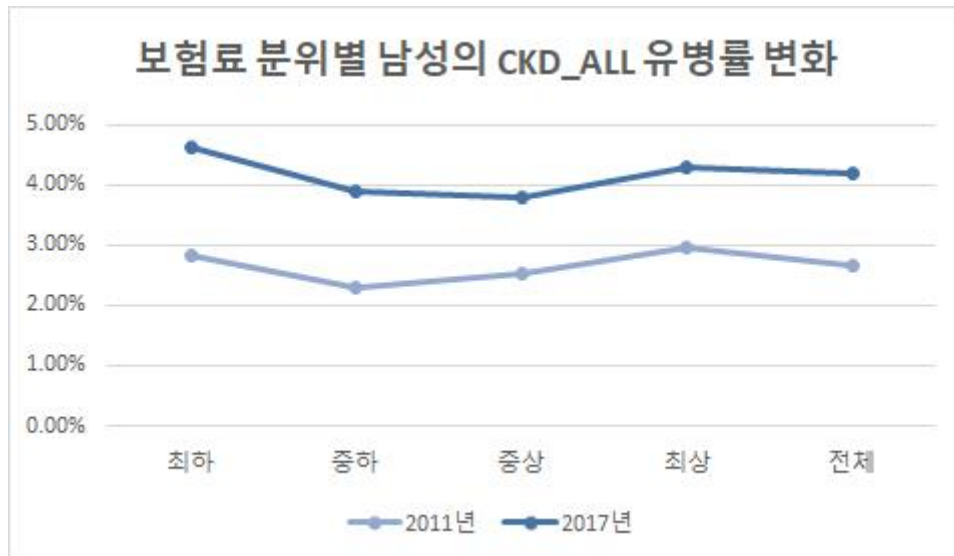


[그림 43] 연령대별 여성의 CKD_ALL 유병률

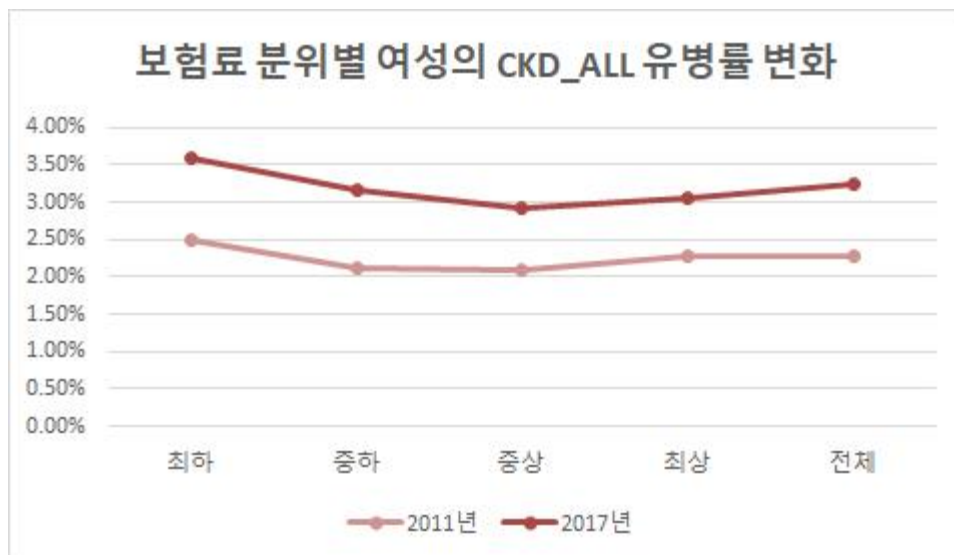
B. 보험료 분위에 따른 남녀의 CKD_ALL 유병률 변화

CKD_ALL 기준에 따라서는 남성에서는 2011년에는 최상분위의 유병률이 2.95%, 최하분위 2.82% 순으로 높았으며, 가장 낮은 중하분위는 2.30%였다. 2017년에는 최하 분위의 유병률이 가장 높아져 4.60%였으며 최상분위의 유병률은 4.28%였다 (그림 44).

여성에서는 2011년, 2017년 모두 최하분위의 유병률이 가장 높아 각각 2.49%, 3.60%였으며 중상분위의 유병률이 가장 낮아 각각 2.08%, 2.92%였다 (그림 45).



[그림 44] 보험료분위별 남성의 CKD_ALL 유병률

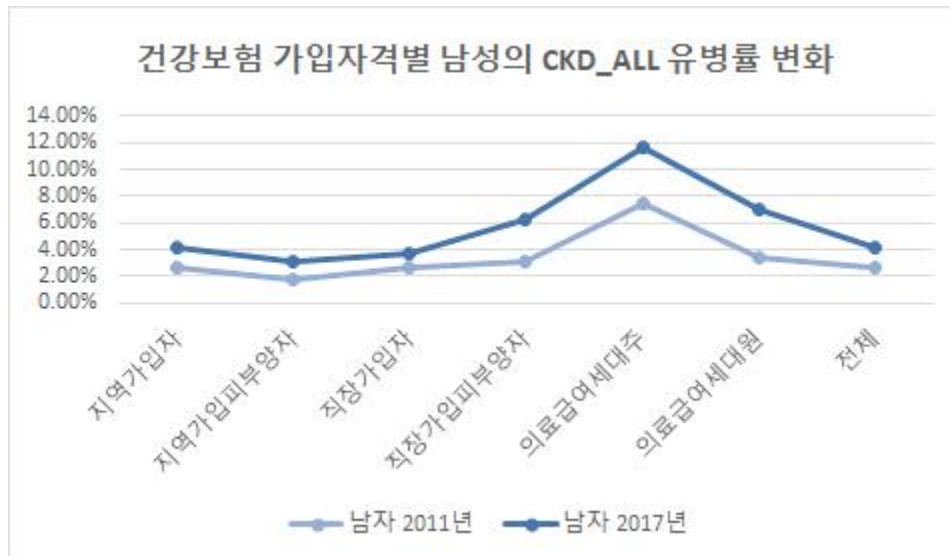


[그림 45] 보험료분위별 여성의 CKD_ALL 유병률

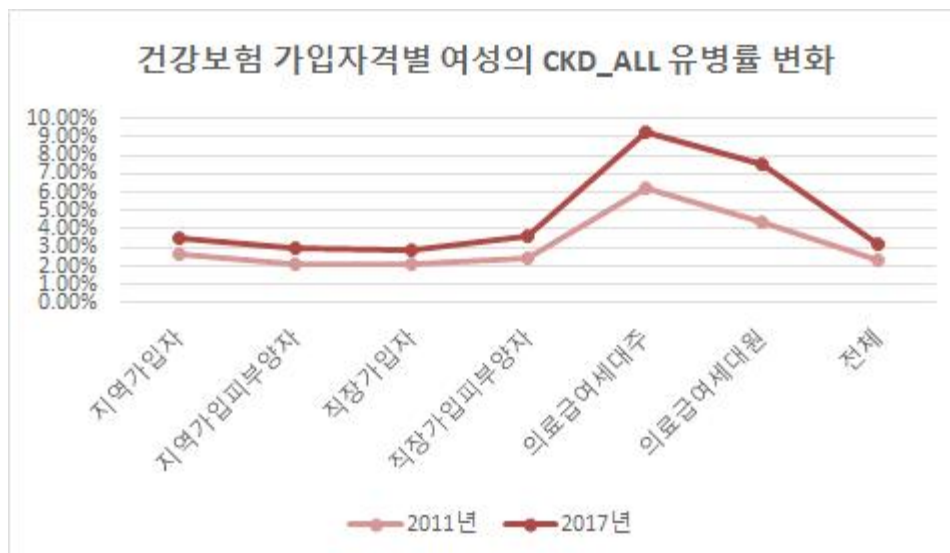
C. 건강보험 가입자격에 따른 남녀의 CKD_ALL 유병률 변화

남성에서는 의료급여세대주의 CKD_ALL 유병률이 가장 높아 2011년과 2017년에 각각 7.39%, 11.69%였으며, 다음으로 의료급여세대원의 유병률이 각각 3.40%, 6.96%, 직장가입피부양자의 유병률이 각각 3.13%, 6.29%였다. 직장가입자는 각각 2.60%, 3.76%였으며 지역가입자와 비슷한 수준이었다. 지역가입피부양자의 유병률이 가장 낮았다 (그림 46).

여성에서는 의료급여세대주와 세대원의 유병률이 크게 높았고, 2011년과 2017년에 각각 세대주는 6.26%, 9.23%, 세대원은 4.38%, 7.47%였다. 이제 비해 가장 낮은 직장가입자의 유병률은 각각 2.07%, 2.86%였다 (그림 47).



[그림 46] 건강보험 가입자격별 남성의 CKD_ALL 유병률



[그림 47] 건강보험 가입자격별 여성의 CKD_ALL 유병률

(2) 업종별 만성신장질환 유병률 분석

국민건강보험공단 DB의 업종세분류 변수(INDTP_CD)를 이용하여 통계청의 표준산업분류 대분류에 따라 업종을 나누어 2011년과 2017년의 업종별 유병률을 분석하였다. 해당년도에는 표준산업분류 9차 개정 기준이 적용되었기 때문에 이 연구에서도 9차 분류기준에 따라 남녀 및 연령대로 층화하여 특정 업종에서 유병률이 높거나 낮은지 탐색하였다. 업종 대분류로 분류하였을 때 제조업 종사자의 수가 가장 많기 때문에 제조업은 중분류에 따라서도 성별, 연령대별 유병률을 조사하였다. 업종별 유병률은 6가지 기준 중 마지막인 CKD_ALL에 대해서만 분석하였다.

가) 업종 대분류에 따른 2011년과 2017년의 유병률

<표 33>에 업종대분류별 CKD_ALL의 유병률을 남녀로 나누어 분석하였다. 각 연도별로 유병률이 가장 높은 업종 3~6개를 붉은색 음영으로 표시하였고, 반대로 유병률이 가장 낮은 업종 3~6개를 파란색 음영으로 표시하였다.

일관성 있게 유병률이 높게 나타난 업종은 다음과 같다. 농업, 임업 및 어업과 광업은 남녀 모두 2011년과 2017년의 유병률이 높게 나타났다. 농업, 임업 및 어업 또는 광업에 종사하는 여성은 2011년과 2017년 모두 전체 근로자에 비해 유병률이 25% 정도 높았다. 남성 농업, 임업 및 어업 종사자는 2011년에는 전체근로자보다 유병률이 약 17% 높았는데, 2017년에는 29% 높았으며, 남성 광업 종사자는 2011년에는 전체근로자에 비해 9% 정도 더 높았으나 2017년에는 27% 높았다.

운수업 남성 종사자는 2011년과 2017년 모두 전체근로자에 비해 약 25%더 유병률이 높았다. 부동산업 및 임대업 종사자는 남녀 모두 유병률이 크게 높아,

두 해 모두 전체근로자에 비해 남자는 약 37%, 여자는 33% 유병률이 높았다. 공공행정, 국방 및 사회보장 행정 종사자는 남녀 모두에서 2011년 유병률이 각각 30%, 28% 더 높았으나, 2017년에는 전체근로자와 비슷하였다. 가구 내 고용 활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산 종사자는 남녀 모두 2011년과 2017년의 유병률이 매우 높아, 전체 근로자에 비해 남자는 각각 41%, 37%, 여자는 46%, 18% 더 높게 나타났다. 국제 및 외국기관 종사자는 2011년에 남녀 각각 전체근로자보다 유병률이 28%, 40% 더 높았고, 2017년에는 약 10%더 높았다.

반대로 일관성 있게 유병률이 낮게 나타난 업종은 다음과 같다. 남성 제조업 종사자의 신장질환 유병률은 모든 업종 대분류 중 가장 낮았다. 2011년에는 유병률 2.22%, 2017년에는 유병률 3.15%로 전체 근로자 보다 15% 정도 낮았다. 여성 제조업 종사자는 전체근로자의 유병률과 비슷하였다. 전기, 가스, 증기 및 수도사업 종사 여성의 유병률도 전체근로자보다 15% 이상 낮았다. 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업 종사자도 남녀 모두 2011년과 2017년의 유병률이 낮게 나타났고, 금융 및 보험업 종사 여성도 유병률이 낮았다 (표 33).

<표 33> 업종대분류별 만성신장질환 유병률

업종대분류	2011년		2017년	
	남자	여자	남자	여자
농업, 임업 및 어업	3.03%	2.64%	4.82%	3.57%
광업	2.82%	2.68%	4.76%	3.59%
제조업	2.22%	2.15%	3.15%	2.81%
전기, 가스, 증기 및 수도사업	2.78%	1.72%	3.75%	2.45%
하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업	2.75%	2.42%	4.26%	3.76%
건설업	3.00%	1.96%	4.41%	2.83%
도매 및 소매업	2.39%	1.92%	3.61%	2.76%
운수업	3.24%	2.00%	4.77%	2.99%
숙박 및 음식점업	2.47%	2.33%	3.42%	3.05%
출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	2.40%	1.54%	3.50%	2.16%
금융 및 보험업	2.64%	1.59%	3.53%	1.92%
부동산업 및 임대업	3.56%	2.78%	5.10%	3.66%
전문, 과학 및 기술 서비스업	2.98%	1.65%	4.48%	2.39%
사업시설관리 및 사업지원 서비스업	3.07%	2.34%	4.52%	3.51%
공공행정, 국방 및 사회보장 행정	3.37%	2.66%	3.98%	3.03%
교육 서비스업	3.20%	1.94%	4.43%	2.76%
보건업 및 사회복지 서비스업	2.77%	2.02%	3.69%	2.77%
예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	2.95%	2.16%	4.33%	3.00%
협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	2.70%	2.23%	4.09%	3.13%
가구내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산	3.65%	2.86%	5.45%	3.36%
국제 및 외국기관	3.33%	2.92%	3.97%	3.14%
전체	2.59%	2.09%	3.75%	2.86%

나) 제조업 중분류에 따른 2011년과 2017년의 유병률

전체 근로자에 비해 남성 제조업 종사자의 유병률이 낮고, 여성은 비슷한 가운데 제조업 중분류에 따른 유병률을 분석하였다 (표 34).

일관적으로 높게 나타난 업종은 섬유제품 제조업(의복제외)이었는데 2011년, 2017년 모두 유병률이 높았으며 2017년에는 전체 제조업에 비해 남녀 모두 약 20% 더 높았다. 의복, 의복액세서리 및 모피제조 제조업은 2017년에 남녀 유병률이 높았고, 가죽, 가방 및 신발 제조업은 2011년, 2017년 모두 남녀 유병률이 높았다. 특히 여성 가죽, 가방 및 신발 제조업 종사자는 전체 여성 제조업 종사자에 비해 약 36% 유병률이 높게 나타났다.

반대로 일관적으로 낮게 나타난 업종은 담배 제조업이었다. 남성 담배제조업 종사자는 2011년과 17년 모두 전체 제조업 종사자에 비해 12% 정도 유병률이 낮았으며 여성 담배 제조업 종사자는 2011년에는 전체보다 약 29%, 2017년에는 42% 더 유병률이 낮게 나타났다. 또한 전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업에 종사하는 남성 근로자는 남성 담배 제조업 종사자와 유병률이 비슷하였고, 여성 종사자는 2017년 유병률이 여성 제조업에 비해 20% 정도 낮게 나타났다 (표 34).

<표 34> 제조업 중분류별 만성신장질환 유병률

제조업 중분류	2011년		2017년	
	남자	여자	남자	여자
식료품 제조업	2.25%	2.48%	3.07%	3.21%
음료 제조업	2.20%	2.84%	3.59%	2.08%
담배 제조업	1.96%	1.54%	2.80%	1.64%
섬유제품 제조업; 의복제외	2.48%	2.70%	3.78%	3.35%
의복, 의복액세서리 및 모피제품 제조업	2.11%	2.14%	3.99%	3.47%
가죽, 가방 및 신발 제조업	2.53%	2.93%	3.75%	3.84%
목재 및 나무제품 제조업; 가구제외	2.23%	1.89%	3.60%	3.01%
펄프, 종이 및 종이제품 제조업	2.23%	2.20%	3.34%	2.79%
인쇄 및 기록매체 복제업	2.36%	2.01%	3.28%	2.57%
코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	2.58%	1.55%	3.02%	3.77%
화학물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	2.19%	1.89%	3.00%	2.44%
의료용 물질 및 의약품 제조업	2.60%	1.42%	3.07%	2.36%
고무제품 및 플라스틱제품 제조업	2.11%	2.17%	3.19%	2.94%
비금속 광물제품 제조업	2.51%	2.39%	3.49%	2.93%
1차 금속 제조업	2.27%	2.30%	3.21%	3.15%
금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	2.22%	2.39%	3.15%	2.79%
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	1.97%	1.83%	2.84%	2.27%
의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업	2.32%	2.32%	3.01%	3.08%
전기장비 제조업	2.29%	2.07%	3.23%	2.86%
기타 기계 및 장비 제조업	2.26%	2.18%	3.21%	2.88%
자동차 및 트레일러 제조업	2.16%	2.57%	3.18%	3.27%
기타 운송장비 제조업	2.31%	2.81%	2.74%	3.00%
가구 제조업	2.17%	2.32%	3.39%	3.22%
기타 제품 제조업	2.20%	1.84%	3.14%	2.52%
전체	2.22%	2.16%	3.14%	2.81%

다) 남성 근로자의 연령대 및 업종 대분류별 만성신장질환 유병률

남성 근로자의 업종 대분류별 2011년과 2017년의 유병률을 표 35에 제시하였다. 각 연령대 별로 전체 남성 근로자에 비해 유병률이 높은 업종 2~6개를 붉은색 음영으로, 반대로 낮은 업종 2~6개는 파란색 음영으로 표시하였다. 환자 수가 10명 이하인 칸은 음영색을 연하게 표시하였다.

농업, 임업 및 어업의 남성 종사자는 2011년에는 60세 이상에서, 2017년에는 50대에서 유병률이 높았다. 광업 종사자는 2011년에는 50세 이상에서 유병률이 낮았으나, 2017년에는 50대에서는 유병률이 높고, 60세 이상에서는 낮았다.

남성 중 제조업 종사자는 전체 근로자 중 약 43%를 차지했는데, 전체 근로자에 비해 일관적으로 유병률이 낮았다. 2011년에는 50대에서 특히 낮았으며, 2017년에는 20대를 제외한 모든 연령대에서 유병률이 낮았다.

전기, 가스, 증기 및 수도사업의 남성 종사자는 2011년에는 60세 이상에서, 2017년에는 30대에서 유병률이 높았다.

하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업에서는 2011년과 2017년 모두 50세 이상의 유병률이 낮았으나, 2017년에는 3, 40대의 유병률이 높았다.

건설업은 2011년 60세 이상의 유병률이 높았으며, 운수업은 2017년에 20대의 유병률이 높았다.

금융 및 보험업 남성 종사자는 2011년에는 40세 이상에서, 2017년에는 50세 이상에서 유병률이 높았다.

전문, 과학 및 기술 서비스업의 60세 이상 남성 종사자는 2011년과 2017년 모두 유병률이 높았고, 2017년에는 40대에서도 유병률이 높았다.

공공행정, 국방 및 사회보장 행정 종사자는 2011년에는 4, 50대에서 유병률이 높았다.

교육서비스업 남성 종사자는 2011년과 2017년 모두 20대를 제외한 전 연령에서 만성신장질환 유병률이 높았다.

보건업 및 사회복지 서비스업에서는 20대와 60세 이상에서 높게 나타났다.

가구내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산에 종사하는 남성은 2011년에는 50세 미만에서는 유병률이 낮았으나, 2017년에는 40세 미만의 유병률이 도리어 높아졌다.

국제 및 외국기관에 근로하는 남성은 2011년에는 50세 미만에서 유병률이 높았고, 2017년에는 4, 50대의 유병률이 높았다 (표 35).

<표 35> 남성근로자의 업종대분류별 만성신장질환 유병률

업종대분류	2011년						2017년					
	20대	30대	40대	50대	60세 이상	전체	20대	30대	40대	50대	60세 이상	전체
농업, 임업 및 어업	1.05%	2.00%	2.69%	3.86%	6.50%	3.03%	1.48%	2.63%	3.29%	6.07%	8.05%	4.82%
광업	1.81%	2.11%	2.43%	3.53%	4.08%	2.82%	0.89%	2.63%	3.65%	6.05%	6.70%	4.76%
제조업	1.20%	1.82%	2.48%	3.53%	5.05%	2.22%	1.33%	2.28%	3.27%	4.48%	6.51%	3.15%
전기, 가스, 증기 및 수도사업	1.56%	2.02%	2.69%	4.18%	6.72%	2.78%	1.44%	2.76%	3.57%	5.17%	7.14%	3.75%
하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업	1.10%	1.95%	2.94%	3.28%	4.57%	2.75%	0.81%	2.76%	3.91%	4.70%	6.49%	4.26%
건설업	1.10%	2.02%	2.89%	4.43%	6.78%	3.00%	1.15%	2.49%	3.77%	5.39%	8.19%	4.41%
도매 및 소매업	1.30%	1.86%	2.76%	4.21%	6.00%	2.39%	1.10%	2.45%	3.57%	5.18%	7.86%	3.61%
운수업	1.34%	1.84%	2.82%	4.23%	5.70%	3.24%	1.61%	2.44%	3.58%	5.30%	7.86%	4.77%
숙박 및 음식점업	1.16%	2.03%	2.92%	4.95%	5.97%	2.47%	1.10%	2.26%	3.56%	5.31%	8.04%	3.42%
출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	1.42%	2.11%	2.85%	4.33%	7.00%	2.40%	1.25%	2.68%	3.64%	5.32%	7.59%	3.50%
금융 및 보험업	1.24%	2.07%	3.07%	5.09%	7.11%	2.64%	1.02%	2.64%	3.48%	5.60%	8.51%	3.53%
부동산업 및 임대업	1.42%	2.04%	2.89%	4.66%	5.78%	3.56%	1.17%	2.38%	3.55%	5.47%	8.23%	5.10%
전문, 과학 및 기술 서비스업	1.37%	2.01%	2.96%	5.32%	7.08%	2.98%	1.56%	2.60%	3.88%	5.83%	8.86%	4.48%
사업시설관리 및 사업지원 서비스업	1.16%	1.75%	2.74%	4.33%	5.81%	3.07%	1.26%	2.41%	3.53%	5.40%	7.64%	4.52%
공공행정, 국방 및 사회보장 행정	1.36%	1.90%	3.51%	4.86%	5.24%	3.37%	0.99%	2.60%	3.70%	5.73%	7.44%	3.98%
교육 서비스업	1.29%	2.28%	3.21%	4.98%	7.09%	3.20%	1.37%	2.88%	3.79%	6.29%	8.34%	4.43%
보건업 및 사회복지 서비스업	1.73%	2.10%	2.75%	4.58%	6.43%	2.77%	1.66%	2.60%	3.51%	5.47%	8.04%	3.69%
예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	1.56%	1.76%	2.79%	3.93%	5.94%	2.95%	0.86%	2.27%	3.46%	5.31%	7.87%	4.33%
협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	1.38%	1.87%	2.64%	3.94%	5.63%	2.70%	1.42%	2.48%	3.45%	5.16%	7.85%	4.09%
가구내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산	0.93%	1.63%	2.12%	4.32%	5.26%	3.65%	1.81%	2.71%	3.48%	5.44%	7.55%	5.45%
국제 및 외국기관	1.79%	2.79%	4.40%	4.50%	0.00%	3.33%	0.00%	2.05%	3.82%	6.42%	9.21%	3.97%
전체	1.25%	1.89%	2.67%	4.03%	5.79%	2.59%	1.31%	2.39%	3.48%	5.01%	7.64%	3.75%

라) 남성 근로자의 연령대 및 제조업 중분류별 만성신장질환 유병률

남성 제조업 근로자에 대해 제조업 중분류별 유병률을 연령대별로 나누어 분석하여 표 36에 제시하였다. 각 연령대 별로 전체 남성 근로자에 비해 유병률이 높은 업종 2~6개를 붉은색 음영으로, 반대로 낮은 업종 2~6개는 파란색 음영으로 표시하였다. 환자 수가 10명 이하인 칸은 음영색을 연하게 표시하였다.

연령대 및 제조업 중분류에 따라 남성 근로자를 분류하자 특정 업종에서는 비교적 일관된 경향이 나타났다.

음료제조업 종사 남성은 2011년에는 유병률이 높지 않고, 50대의 유병률은 오히려 낮았으나, 2017년에는 20대, 40대, 60세 이상에서 유병률이 높게 나타났다.

의복, 의복액세서리 및 모피제품 제조업에서는 2011년에는 40대는 낮고, 60세 이상은 높았으나, 2017년에는 30대 및 50세 이상에서 유병률이 높았다.

가방 및 신발 제조업에서는 2017년에 50세 미만에서는 유병률이 낮고, 50대의 유병률은 높았다.

목재 및 나무제품 제조업(가구제외)에서는 2011년에는 전체 연령대에서 유병률이 낮은 편이었으나, 2017년에는 30대의 유병률이 높았다.

코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업에서는 2011년에는 40세 미만에서 높고, 2017년에는 60세 이상에서 높았다. 50대는 오히려 낮았다.

의료용 물질 및 의약품 제조업에서는 2011년과 2017년 모두 40대의 유병률이 높고, 50대는 낮았다. 2011년의 30대와 2017년의 60세 이상에서도 유병률이 높았다.

비금속 광물제품 제조업에서는 2011년에 20대는 낮고, 4, 50대는 유병률이 높았으나, 2017년에는 전체 근로자와 비슷하였다.

또한 의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업 종사자는 2011년에는 4, 50대에서 높고 2017년에는 30대에서 낮았다.

기타 운송장비 제조업은 2011년에는 전체 근로자와 비슷하거나 60세 이상에서는 오히려 다소 높았으나, 2017년에는 40세 이상 모든 연령대에서 낮게 나타났다 (표 36).

<표 36> 남성근로자의 제조업 중분류별 만성신장질환 유병률

제조업 중분류	2011년						2017년					
	20대	30대	40대	50대	60세 이상	전체	20대	30대	40대	50대	60세 이상	전체
식료품 제조업	1.33%	1.82%	2.58%	3.36%	3.83%	2.25%	1.19%	2.13%	3.12%	4.47%	6.37%	3.07%
음료 제조업	0.46%	2.02%	2.13%	3.04%	5.43%	2.20%	2.79%	2.05%	3.86%	4.66%	8.28%	3.59%
담배 제조업	0.00%	2.83%	1.14%	0.00%	0.00%	1.96%	1.37%	2.17%	2.45%	9.52%	0.00%	2.80%
섬유제품 제조업; 의복 제외	1.58%	1.88%	2.68%	3.10%	5.02%	2.48%	1.10%	2.61%	3.49%	4.76%	6.44%	3.78%
의복, 의복액세서리 및 모피제품 제조업	1.08%	2.00%	1.74%	3.29%	7.46%	2.11%	0.00%	2.77%	3.14%	5.56%	8.36%	3.99%
가죽, 가방 및 신발 제조업	1.50%	2.17%	2.08%	3.42%	4.43%	2.53%	0.91%	1.77%	2.87%	5.09%	6.88%	3.75%
목재 및 나무제품 제조업; 가구제외	0.86%	1.53%	2.28%	3.25%	4.26%	2.23%	1.05%	2.74%	3.26%	4.43%	5.98%	3.60%
펄프, 종이 및 종이제품 제조업	1.14%	1.73%	2.33%	3.11%	4.73%	2.23%	1.14%	2.15%	3.32%	4.31%	6.21%	3.34%
인쇄 및 기록매체 복제업	1.28%	1.87%	2.44%	4.29%	4.90%	2.36%	0.73%	2.24%	3.30%	4.43%	6.22%	3.28%
코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	1.67%	2.44%	2.56%	3.34%	4.48%	2.58%	1.31%	2.02%	3.54%	3.65%	7.69%	3.02%
화학물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	1.15%	1.81%	2.38%	3.88%	4.78%	2.19%	1.39%	2.30%	3.20%	4.52%	6.29%	3.00%
의약품 물질 및 의약품 제조업	1.02%	2.61%	3.38%	3.04%	5.13%	2.60%	1.05%	2.50%	3.92%	3.94%	7.84%	3.07%
고무제품 및 플라스틱 제품 제조업	1.07%	1.73%	2.46%	3.17%	4.51%	2.11%	1.22%	2.14%	3.34%	4.64%	6.51%	3.19%
비금속 광물제품 제조업	0.84%	1.70%	2.91%	4.22%	4.42%	2.51%	1.23%	2.31%	3.30%	4.67%	6.55%	3.49%
1차 금속 제조업	1.13%	1.67%	2.33%	3.40%	5.34%	2.27%	1.43%	2.33%	3.20%	4.26%	5.69%	3.21%
금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	1.23%	1.79%	2.29%	3.38%	6.35%	2.22%	1.27%	2.15%	3.10%	4.34%	6.67%	3.15%
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	1.14%	1.85%	2.63%	3.77%	5.65%	1.97%	1.38%	2.19%	3.43%	4.59%	7.36%	2.84%
의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업	1.38%	1.96%	2.89%	4.51%	3.80%	2.32%	1.16%	1.97%	3.47%	4.87%	6.28%	3.01%
전기장비 제조업	1.33%	1.81%	2.60%	4.05%	5.12%	2.29%	1.31%	2.11%	3.41%	4.84%	7.08%	3.23%
기타 기계 및 장비 제조업	1.18%	1.80%	2.47%	3.66%	4.86%	2.26%	1.33%	2.36%	3.24%	4.54%	6.60%	3.21%
자동차 및 트레일러 제조업	1.06%	1.79%	2.38%	3.37%	5.11%	2.16%	1.36%	2.31%	3.28%	4.63%	5.72%	3.18%
기타 운송장비 제조업	1.41%	1.76%	2.39%	3.47%	5.24%	2.31%	1.31%	2.15%	2.79%	3.63%	5.10%	2.74%
가구 제조업	1.58%	1.66%	1.99%	3.26%	5.93%	2.17%	1.59%	1.76%	3.25%	4.29%	7.60%	3.39%
기타 제품 제조업	1.28%	1.91%	2.63%	3.45%	5.04%	2.20%	1.36%	2.32%	3.35%	4.50%	6.18%	3.14%
전체	1.20%	1.82%	2.48%	3.53%	5.02%	2.22%	1.33%	2.28%	3.27%	4.47%	6.31%	3.14%

마) 여성 근로자의 연령대 및 업종 대분류별 만성신장질환 유병률

여성 근로자의 업종 대분류별 2011년과 2017년의 유병률을 표 37에 제시하였다. 각 연령대 별로 전체 여성 근로자에 비해 유병률이 높은 업종 2~6개를 붉은색 음영으로, 반대로 낮은 업종 2~6개는 파란색 음영으로 표시하였다. 환자 수가 10명 이하인 칸은 음영색을 연하게 표시하였다.

농업, 임업 및 어업의 여성 종사자는 2011년에는 연령대별로 나누었을 때 30대의 유병률이 다소 낮았지만, 2017년에는 30-60세 구간에서 평균보다 유병률이 높았고, 60세 이상이 되면 다시 낮아졌다.

광업 여성 종사자는 다른 연령대에서는 환자 수가 적어 경향을 이야기하기 어려우나 2017년에는 50대의 유병률이 높았다.

전기, 가스, 증기 및 수도사업의 여성 종사자는 2011년에는 20대의 유병률이 높다가 2017년에는 30대의 유병률이 높은 것으로 변하였다. 또한 50대의 유병률이 낮게 나타났다.

하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업에서는 2011년에는 40대의 유병률이 높았고 2017년에는 50대의 유병률이 높았다. 2011년에는 50세 이상의 유병률이 낮았다.

건설업은 2017년 50대 종사자의 유병률이 높았으며, 운수업은 2011년에는 전체 근로자 평균과 비슷하다가 2017년이 되어 30대를 제외한 모든 연령대에서 유병률이 높게 나타났다.

숙박 및 음식점 업에 종사하는 2, 30대 젊은 여성의 유병률이 2011년과 2017년 모두 낮았으며 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업에 종사하는 여성도 환자 수는 적었지만 일부 연령대에서 유병률이 낮게 나타났다.

금융 및 보험업에 종사하는 여성은 2017년에 4, 50대에는 유병률이 낮았으나 60세 이상에서는 높았다.

교육서비스업에 종사하는 60세 이상 여성의 유병률이 2011년과 2017년 모두 높게 나타났고, 예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업 여성 종사자는 일부 연령대에서 유병률이 낮았다.

가구내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산에 종사하는 여성은 40대에서는 2011년과 2017년 모두 유병률이 낮았으나, 2011년에는 30대 및 50세 이상에서, 2017년에는 2, 30대에서 유병률이 높았다.

국제 및 외국기관에 근로하는 여성은 숫자는 적으나 2011년에는 4, 50대에서 유병률이 높았고, 2017년에도 40대에서는 유병률이 높게 나타났다 (표 37).

<표 37> 여성근로자의 업종대분류별 만성신장질환 유병률

업종대분류	2011년						2017년					
	20대	30대	40대	50대	60세 이상	전체	20대	30대	40대	50대	60세 이상	전체
농업, 임업 및 어업	1.73%	1.28%	2.75%	3.61%	4.96%	2.64%	0.00%	2.12%	3.08%	4.63%	4.59%	3.57%
광업	1.35%	1.94%	3.27%	3.69%	2.90%	2.68%	0.00%	1.33%	2.08%	5.11%	9.09%	3.59%
제조업	1.29%	1.52%	2.26%	3.74%	4.72%	2.15%	1.29%	1.72%	2.57%	4.24%	5.65%	2.81%
전기, 가스, 증기 및 수도사업	1.62%	1.44%	2.12%	2.57%	4.55%	1.72%	0.96%	2.35%	2.59%	3.59%	5.05%	2.45%
하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업	0.43%	1.47%	3.37%	2.80%	3.35%	2.42%	2.13%	1.98%	2.06%	4.60%	6.08%	3.76%
건설업	1.10%	1.54%	2.21%	3.59%	5.44%	1.96%	1.07%	1.87%	2.46%	4.64%	5.73%	2.83%
도매 및 소매업	1.30%	1.47%	2.21%	3.50%	5.69%	1.92%	1.09%	1.78%	2.59%	4.21%	6.10%	2.76%
운수업	1.32%	1.47%	2.48%	3.78%	5.22%	2.00%	2.00%	1.78%	2.87%	5.10%	7.00%	2.99%
숙박 및 음식점업	0.99%	1.36%	2.24%	3.47%	4.98%	2.33%	0.85%	1.59%	2.47%	4.11%	5.50%	3.05%
출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	1.26%	1.49%	1.90%	3.74%	3.23%	1.54%	0.61%	1.82%	2.33%	4.02%	5.16%	2.16%
금융 및 보험업	1.40%	1.46%	2.13%	3.68%	5.59%	1.59%	1.70%	1.66%	1.96%	3.86%	7.14%	1.92%
부동산업 및 임대업	1.49%	1.43%	2.14%	3.91%	5.42%	2.78%	1.38%	1.77%	2.31%	4.61%	6.02%	3.66%
전문, 과학 및 기술 서비스업	1.08%	1.41%	2.01%	4.10%	4.44%	1.65%	1.43%	1.67%	2.41%	4.28%	5.59%	2.39%
사업시설관리 및 사업지원 서비스업	1.39%	1.41%	1.96%	3.49%	4.80%	2.34%	1.42%	1.78%	2.56%	4.46%	5.98%	3.51%
공공행정, 국방 및 사회보장 행정	1.49%	1.48%	2.05%	3.89%	4.64%	2.66%	1.64%	1.95%	2.71%	4.69%	6.19%	3.03%
교육 서비스업	1.34%	1.58%	2.16%	3.43%	6.70%	1.94%	2.20%	1.89%	2.55%	4.29%	7.19%	2.76%
보건업 및 사회복지 서비스업	1.47%	1.63%	2.10%	3.79%	4.86%	2.02%	1.32%	1.91%	2.65%	4.32%	6.00%	2.77%
예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	1.41%	1.30%	2.16%	3.79%	4.13%	2.16%	0.98%	1.80%	2.49%	4.18%	5.54%	3.00%
협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	1.17%	1.45%	2.36%	3.60%	5.11%	2.23%	1.26%	1.66%	2.52%	4.26%	6.29%	3.13%
가구내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산	1.29%	1.74%	1.64%	4.15%	6.82%	2.86%	1.70%	2.27%	2.09%	4.40%	6.00%	3.36%
국제 및 외국기관	1.41%	1.55%	4.62%	7.61%	0.00%	2.92%	0.00%	0.95%	3.48%	4.23%	16.22%	3.14%
전체	1.33%	1.51%	2.19%	3.68%	5.02%	2.09%	1.31%	1.80%	2.55%	4.31%	5.97%	2.86%

바) 여성 근로자의 연령대 및 제조업 중분류별 만성신장질환 유병률

여성 제조업 근로자에 대해 제조업 중분류별 유병률을 연령대별로 나누어 분석하여 표 38에 제시하였다. 각 연령대 별로 전체 여성 근로자에 비해 유병률이 높은 업종 2~6개를 붉은색 음영으로, 반대로 낮은 업종 2~6개는 파란색 음영으로 표시하였다. 환자 수가 10명 이하인 칸은 음영색을 연하게 표시하였다.

연령대 및 제조업 중분류에 따라 여성 근로자를 분류하자 각 칸에 해당하는 환자 수가 적어 경향을 이야기하기 어렵지만, 특정 업종에서는 비교적 일관된 경향이 나타났다.

의복, 의복액세서리 및 모피제품 제조업에서는 2017년에 30대에서만 유병률이 낮고, 그 외의 연령대에서는 유병률이 높게 나타났다.

가방 및 신발 제조업에서는 2011년에는 20대와 40대에, 2017년에는 50세 미만에서 유병률이 높았다.

반면 목재 및 나무제품 제조업(가구제외)에서는 2011년에는 40세 이상에서, 2017년에는 50대에서 유병률이 낮았으며, 펄프, 종이 및 종이제품 제조업에서는 2017년에 50세 이상에서 유병률이 낮았다.

인쇄 및 기록매체 복제업에서는 2011년에 60세 이상 유병률이 높았고, 코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업에서는 2017년에 유병자 수는 적지만 전 연령대에서 유병률이 높게 나타났다.

의료용 물질 및 의약품 제조업에서는 환자 수는 적지만 2011년에는 30대와 50

세 이상에서 유병률이 낮았던 반면 2017년에는 40대에서는 유병률이 낮았으나 50세 이상에서는 다시 유병률이 높아졌다.

고무제품 및 플라스틱 제품 제조업에서는 2011년에는 20대, 40대에서, 2017년에는 30대, 50대에서 유병률이 낮았으며, 비금속 광물제품 제조업에서는 30대의 유병률이 높았고, 60세 이상의 유병률이 낮았다.

또한 의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업 종사자는 2011년에는 20대의, 2017년에는 50세 이상의 유병률이 높았고, 전기장비 제조업 종사자는 2017년에 20대에서 유병률이 높았다.

2011년에는 자동차 및 트레일러 제조업의 30대와 60세 이상의 유병률이 높았고, 기타 운송장비 제조업의 4, 50대에서 유병률이 높았다 (표 38).

<표 38> 여성근로자의 제조업 중분류별 만성신장질환 유병률

업종대분류	2011년						2017년					
	20대	30대	40대	50대	60세 이상	전체	20대	30대	40대	50대	60세 이상	전체
식품 제조업	1.46%	1.56%	2.14%	3.54%	4.39%	2.48%	1.03%	1.66%	2.65%	4.30%	5.56%	3.21%
음료 제조업	1.98%	1.24%	2.76%	4.91%	12.50%	2.84%	0.00%	1.00%	1.63%	4.27%	4.55%	2.08%
담배 제조업	14.29%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.54%	0.00%	0.00%	4.17%	0.00%	N/A	1.64%
섬유제품 제조업; 의복 제외	1.39%	1.57%	2.59%	4.34%	5.04%	2.70%	0.73%	1.67%	2.69%	4.72%	4.79%	3.35%
의복, 의복액세서리 및 모피제품 제조업	1.30%	1.33%	2.28%	3.99%	4.85%	2.14%	1.96%	1.37%	2.82%	5.06%	7.09%	3.47%
가죽, 가방 및 신발 제조업	2.44%	1.35%	2.74%	3.85%	4.74%	2.93%	6.06%	2.12%	2.89%	3.98%	6.07%	3.84%
목재 및 나무제품 제조업; 가구제외	1.26%	1.07%	1.64%	2.98%	3.33%	1.89%	0.00%	1.45%	2.51%	3.68%	5.85%	3.01%
펄프, 종이 및 종이제품 제조업	1.99%	1.20%	2.08%	3.49%	3.51%	2.20%	1.23%	1.72%	2.56%	3.74%	3.97%	2.79%
인쇄 및 기록매체 복제업	1.09%	1.62%	2.34%	3.79%	8.51%	2.01%	1.51%	2.21%	1.96%	4.09%	4.74%	2.57%
코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	0.68%	0.97%	3.39%	5.56%	0.00%	1.55%	1.14%	3.75%	3.19%	8.70%	11.11%	3.77%
화학물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	1.22%	1.30%	2.20%	4.19%	4.41%	1.89%	1.55%	1.47%	2.65%	4.53%	6.48%	2.44%
의료용 물질 및 의약품 제조업	1.00%	0.71%	2.51%	2.80%	2.70%	1.42%	1.39%	1.91%	1.99%	5.00%	9.59%	2.36%
고무제품 및 플라스틱 제품 제조업	0.89%	1.48%	1.80%	3.80%	4.01%	2.17%	1.51%	1.34%	2.69%	3.72%	5.93%	2.94%
비금속 광물제품 제조업	0.91%	1.88%	2.47%	3.84%	2.78%	2.39%	0.80%	2.22%	2.77%	3.82%	4.58%	2.93%
1차 금속 제조업	1.00%	1.73%	1.96%	3.96%	5.44%	2.30%	2.10%	1.85%	2.73%	3.99%	6.27%	3.15%
금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	1.47%	1.70%	2.33%	3.75%	3.91%	2.39%	0.90%	1.79%	2.57%	3.61%	4.88%	2.79%
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	1.13%	1.47%	2.39%	3.88%	6.00%	1.83%	1.29%	1.73%	2.48%	4.23%	5.24%	2.27%
의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업	1.85%	1.76%	2.27%	4.13%	5.26%	2.32%	1.52%	1.87%	2.46%	5.24%	7.80%	3.08%
전기장비 제조업	1.38%	1.66%	2.10%	3.21%	5.92%	2.07%	1.99%	2.03%	2.64%	3.67%	5.37%	2.86%
기타 기계 및 장비 제조업	1.34%	1.47%	2.12%	3.57%	4.59%	2.18%	1.30%	1.83%	2.64%	4.19%	5.84%	2.88%
자동차 및 트레일러 제조업	1.38%	1.92%	2.37%	3.63%	5.75%	2.57%	1.56%	1.70%	2.67%	4.28%	6.19%	3.27%
기타 운송장비 제조업	1.74%	1.55%	2.71%	4.61%	4.86%	2.81%	1.68%	1.82%	2.42%	4.15%	4.80%	3.00%
가구 제조업	1.37%	1.80%	2.22%	3.16%	4.24%	2.32%	0.00%	1.23%	2.17%	5.45%	4.03%	3.22%
기타 제품 제조업	1.32%	1.48%	2.28%	3.76%	4.68%	1.84%	1.20%	1.64%	2.43%	4.31%	5.74%	2.52%
전체	1.28%	1.51%	2.26%	3.74%	4.74%	2.16%	1.29%	1.73%	2.56%	4.24%	5.63%	2.81%

2) 근로자 코호트의 발생률 분석

(1) 근로자 코호트의 인구사회학적 특성에 따른 연도별 만성신장질환 발생률

가) 남성 근로자의 만성신장질환 발생률

남녀로 층화하여 2011년부터 2017년까지 7년간 각 해의 만성신장질환 발생자의 인구사회학적 분포를 분석하였다. 또한 7년간 발생률을 함께 표에 제시하였다.

코호트 전체 인구 중 남성은 약 640만 명으로, 이 중 7년간 만성신장질환 발생자는 710,018명 (11.1%) 이었다. 발생연령대에 따라서는 20대 29,933명 (5.0%), 30대 174,527명 (8.4%), 40대 195,639명 (10.7%), 50대 167,497명(14.1%), 60대 106,628명 (19.7%), 70대 34,758명 (22.8%)에서 7년간 신장질환이 발생했다.

보험료 분위에 따라서는 최상 분위와 최하 분위에서 중간 분위들에 비해 발생률이 높았는데, 최상 분위 발생자 198,716명(11.7%), 최하 분위 발생자 121,213명(11.6%)였고, 중상 및 중하 분위는 각각 10.6%, 10.3%에서 신장질환이 발생했다.

가입자격에 따라서는 의료급여세대주의 발생률이 매우 높아 22.1%였고 (12,787명), 그 다음으로 의료급여세대원 (1,316명, 12.7%)과 직장피부양자 (100,459명, 12.4%)의 발생률이 높았다. 직장가입자의 7년간 신장질환 발생률은 11.0%(458,469명)이었으며, 지역피부양자의 발생률이 8.0%로 가장 낮았다 (표 39).

<표 39> 남성 근로자의 인구사회학적 특성에 따른 만성신장질환 발생률

인구사회학적 변수		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2011-2017	
		N(명)							N(명)	%
연령대	20대	6,035	4,850	4,413	4,060	3,738	3,567	3,270	29,933	5.0%
	30대	28,211	27,454	26,708	25,049	23,687	22,597	20,821	174,527	8.4%
	40대	24,866	25,955	26,715	27,980	29,113	29,958	31,052	195,639	10.7%
	50대	21,674	22,890	24,038	23,916	24,658	24,890	25,431	167,497	14.1%
	60대	13,163	13,864	14,577	14,976	16,375	16,440	17,233	106,628	19.7%
	70대	2,102	3,239	4,167	5,057	5,970	6,715	7,508	34,758	22.8%
보험료 분위	최하	17,753	17,405	17,611	17,329	17,398	16,870	16,847	121,213	11.6%
	중하	21,653	22,356	22,233	22,357	22,856	22,713	22,757	156,925	10.3%
	중상	27,982	28,435	29,903	30,484	30,772	31,247	31,784	210,607	10.6%
	최상	25,666	26,967	27,684	28,019	29,403	30,209	30,768	198,716	11.7%
가입자격	지역	14,323	14,718	14,805	14,900	15,388	15,415	16,077	105,626	11.1%
	지역피부	4,321	4,353	4,502	4,330	4,519	4,541	4,795	31,361	8.0%
	직장	63,234	64,205	65,487	65,727	66,553	66,638	66,625	458,469	11.0%
	직장피부	12,572	13,300	14,114	14,335	15,169	15,407	15,562	100,459	12.4%
	의료급여세대주	1,661	1,670	1,711	1,702	1,840	2,070	2,133	12,787	22.1%
	의료급여세대원	222	196	178	166	176	194	184	1,316	12.7%
전체		96,333	98,442	100,797	101,160	103,645	104,265	105,376	710,018	11.1%

나) 여성 근로자의 만성신장질환 발생률

코호트 전체 인구 중 여성은 약 370만 명으로, 이 중 7년간 만성신장질환 발생자는 368,955명 (10.0%) 이었다. 발생연령대에 따라서는 20대 23,257명 (7.0%), 30대 108,720명 (7.1%), 40대 84,114명 (9.6%), 50대 92,253명(14.6%), 60대 48,509명 (19.0%), 70대 11,554명 (20.7%)에서 7년간 신장질환이 발생했다.

보험료 분위에 따라서는 최하 분위에서 가장 발생률이 높았는데, 최하 분위 발생율은 11.3%(94,855명)이었고, 최상, 중상, 중하 분위에서는 각각 9.5%, 9.1%, 9.8%에서 신장질환이 발생했다.

가입자격에 따라서는 의료급여세대주의 발생률이 매우 높아 19.7%였고(6,688명), 의료급여세대원의 발생률도 15.3%(2,188명) 높았다. 그 외 가입자격에서는 약 9-11% 수준의 발생률을 보였는데 지역피부양자가 9.1%(41,142명)으로 가장 낮았으며, 직장가입자에서는 7년간 9.9%(179,565명)에서 신장질환이 발생하였다 (표 40).

<표 40> 여성 근로자의 인구사회학적 특성에 따른 만성신장질환 발생률

인구사회학적 변수		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2011-2017	
		N(명)							N(명)	%
연령대	20대	6,335	4,692	3,529	2,613	2,247	1,950	1,891	23,257	7.0%
	30대	14,836	15,673	16,356	16,499	16,050	15,120	14,186	108,720	7.1%
	40대	11,533	11,290	11,838	11,861	12,173	12,408	13,011	84,114	9.6%
	50대	11,562	12,360	12,827	13,003	13,717	14,236	14,548	92,253	14.6%
	60대	5,805	6,093	6,367	6,659	7,343	7,817	8,425	48,509	19.0%
	70대	595	951	1,304	1,576	1,929	2,320	2,879	11,554	20.7%
보험료 분위	최하	14,337	14,142	13,967	13,335	13,005	13,085	12,984	94,855	11.3%
	중하	13,681	13,488	13,698	13,721	14,023	14,100	13,999	96,710	9.8%
	중상	12,284	12,390	12,945	13,324	13,573	13,553	14,040	92,109	9.1%
	최상	8,044	8,740	9,306	9,766	10,600	10,764	11,528	68,748	9.5%
가입자격	지역	4,093	4,261	4,320	3,995	4,200	4,244	4,316	29,429	10.8%
	지역피부	6,117	5,819	5,946	5,667	5,814	5,824	5,955	41,142	9.1%
	직장	24,910	24,962	25,547	25,628	25,961	25,997	26,560	179,565	9.9%
	직장피부	14,351	14,902	15,323	15,822	16,297	16,471	16,777	109,943	10.0%
	의료급여세대주	991	893	884	893	932	1,050	1,045	6,688	19.7%
	의료급여세대원	378	356	305	270	287	290	302	2,188	15.3%
전체		50,840	51,193	52,325	52,275	53,491	53,876	54,955	368,955	10.0%

(2) 근로자 코호트의 업종별 만성신장질환 발생률

가) 업종 대분류별 발생률 (2011-2017년)

표준산업분류 업종대분류에 따라 업종별로 2011-2017년 7년간 만성신장질환의 발생률을 분석하였다. 전체 남성 근로자의 7년 발생률은 10.9%였으며, 연령대별로는 20대가 6.3%, 30대가 8.6%, 40대가 11.0%, 50대가 14.1%, 60세 이상이 19.2%였다. 전체 여성 근로자의 7년 발생률은 9.8%로 남성보다 다소 낮았으며, 20대는 8.2%, 30대는 7.1%, 40대는 9.7%, 50대는 14.3%, 60세 이상은 17.9%로 20대에서는 여성의 발생률이 더 높았고, 50대 근로자는 남녀 발생률이 비슷했으며, 그 외의 연령대에서는 남성의 신장질환 발생률이 더 높았다.

남성 근로자 중에 7년 발생률이 높게 나타난 대분류 업종은 다음과 같다. 60세 이상의 농업, 임업 및 어업 종사자와 60세 미만의 광업 종사자에서 발생률이 높았다. 30대 건설업과 하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업 종사자의 발생률이 높았으며, 숙박 및 음식점 업에 종사하는 40세 이상 남성의 발생률도 높았다. 금융 및 보험업에 종사하는 20대와 4, 50대의 발생률도 높았고, 전문, 과학 및 기술 서비스업에 종사하는 50세 이상의 발생률이 높았다. 가구내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비생산에 종사하는 20대와 국제 및 외국기관에 종사하는 30세 이상 60세 미만의 남성에서도 발생률이 높게 나타났다.

반대로 남성 근로자 중에 7년 발생률이 낮게 나타난 대분류 업종은 다음과 같다. 광업에 종사하는 60세 이상 근로자와 제조업에 종사하는 40세 이상 근로자에서 발생률이 낮았다. 60세 이상 중에 하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업, 교육서비스업, 가구내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산업에 종사하는 남성의 발생률이 낮았다. 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업에 종사하는 50대와 보건업 및 사회복지 서비스업에 종사하는 40대의 발생률도

낮았으며 공공행정, 국방 및 사회보장 행정에 종사하는 50세 미만의 남성에서도 일관적으로 발생률이 낮았다.

여성 근로자 중에 7년 발생률이 높게 나타난 대분류 업종은 다음과 같다. 광업에 종사하는 40세 이상 근로자들의 발생률이 일관적으로 높았고, 전기, 가스, 증기 및 수도사업에 종사하는 60세 이상 근로자들과 하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업 종사 40대에서도 발생률이 높았다. 건설업이나 운수업에 종사하는 20대와 50대의 발생률도 높았다. 금융 및 보험업에 종사하는 20대와 부동산업 및 임대업에 종사하는 50대의 발생률도 높았다. 교육서비스업에 종사하는 20대와 60세 이상에서도 발생률이 높았고, 국제 및 외국기관에서 종사하는 전 연령대의 여성근로자의 신장질환 발생률이 높았다.

반대로 여성근로자 중에 7년 발생률이 낮게 나타난 대분류 업종은 다음과 같다. 농업, 임업 및 어업에 종사하는 20대 및 50세 이상 근로자와 제조업에 종사하는 20대의 발생률이 낮았다. 전기, 가스, 증기 및 수도사업 종사 50대와 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업에 종사하는 60세 이상의 발생률도 낮았다. 금융 및 보험업에 종사하는 30세 이상 60세 미만의 발생률이 낮았으며 공공행정, 국방 및 사회보장 행정에 종사하는 30대와 50대, 그리고 보건 및 사회복지서비스업에 종사하는 20대의 발생률이 낮았다 (표 41).

<표 41> 업종대분류별 만성신장질환 발생률 (2011-2017)

업종대분류	남성						여성					
	20대	30대	40대	50대	60세 이상	전체	20대	30대	40대	50대	60세 이상	전체
농업, 임업 및 어업	4.9%	9.1%	11.3%	15.1%	22.1%	12.9%	5.9%	8.0%	10.2%	13.4%	14.9%	10.9%
광업	8.9%	10.4%	13.1%	15.7%	18.1%	13.9%	10.7%	8.0%	12.5%	16.5%	20.3%	12.6%
제조업	6.1%	8.4%	10.5%	13.2%	17.9%	9.9%	7.2%	7.3%	9.9%	14.0%	17.6%	9.9%
전기, 가스, 증기 및 수도사업	6.2%	8.8%	11.0%	14.6%	20.0%	11.1%	8.7%	7.6%	10.1%	11.9%	20.4%	8.9%
하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업	6.2%	9.4%	11.3%	14.0%	18.1%	12.1%	8.2%	7.1%	10.9%	15.2%	18.5%	12.1%
건설업	6.3%	9.4%	11.7%	15.0%	20.0%	12.3%	13.4%	7.6%	9.7%	15.5%	17.0%	9.9%
도매 및 소매업	6.8%	8.7%	11.4%	14.5%	19.4%	10.7%	10.3%	7.1%	9.3%	14.4%	17.5%	9.5%
운수업	7.0%	9.1%	11.4%	14.9%	20.0%	13.2%	13.4%	6.9%	10.3%	16.4%	18.4%	9.9%
숙박 및 음식점업	5.8%	9.0%	12.1%	16.2%	21.4%	10.9%	7.7%	7.0%	10.6%	14.8%	18.4%	11.5%
출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	7.6%	8.8%	11.1%	13.5%	18.6%	10.1%	11.7%	6.9%	9.1%	14.2%	15.0%	8.0%
금융 및 보험업	8.7%	8.7%	12.0%	15.5%	19.8%	10.7%	15.0%	6.4%	8.8%	13.8%	18.6%	7.6%
부동산업 및 임대업	6.8%	9.0%	11.2%	15.1%	19.6%	13.6%	10.7%	7.4%	9.4%	15.7%	17.3%	12.0%
전문, 과학 및 기술 서비스업	7.2%	8.8%	11.4%	16.4%	21.7%	11.9%	10.7%	6.7%	9.4%	15.1%	18.3%	8.6%
사업시설관리 및 사업지원 서비스업	6.3%	8.3%	11.1%	14.6%	19.2%	12.3%	10.4%	7.0%	10.0%	14.1%	17.7%	11.3%
공공행정, 국방 및 사회보장 행정	4.5%	7.6%	10.8%	14.9%	18.6%	10.4%	8.4%	6.0%	9.0%	13.8%	17.2%	9.1%
교육 서비스업	5.8%	8.4%	11.2%	14.1%	18.1%	11.0%	14.4%	7.1%	9.9%	14.3%	20.1%	9.5%
보건업 및 사회복지 서비스업	6.6%	8.5%	10.6%	14.4%	20.2%	10.5%	7.4%	7.4%	9.3%	14.4%	19.1%	9.5%
예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	6.6%	8.2%	11.1%	14.5%	19.1%	11.9%	10.9%	7.0%	10.3%	15.2%	17.6%	10.8%
협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업	6.8%	8.7%	11.2%	14.5%	19.2%	11.6%	8.9%	7.2%	9.9%	14.3%	17.7%	10.6%
가구내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산	8.4%	9.1%	11.8%	15.4%	18.0%	14.5%	10.4%	8.0%	8.9%	15.0%	18.0%	11.7%
국제 및 외국기관	3.2%	10.4%	13.3%	17.3%	18.0%	12.5%	12.5%	11.2%	11.6%	22.2%	32.0%	13.5%
전체	6.3%	8.6%	11.0%	14.1%	19.2%	10.9%	8.2%	7.1%	9.7%	14.3%	17.9%	9.8%

나) 제조업 중분류별 발생률 (2011-2017년)

종사자가 가장 많은 제조업에 대해 제조업 중분류별로 2011-2017년 7년간 만성신장질환의 발생률을 분석하였다. 남성에서는 제조업 종사자의 발생률이 전체 근로자에 비해 다소 낮았고, 여성은 20대를 제외한 모든 연령대에서 전체 근로자의 발생률과 비슷한 수준이었다. 전체 남성 제조업 종사자의 발생률은 9.9%였고, 20대는 6.1%, 30대는 8.4%, 40대는 10.5%, 50대는 13.2%, 60세 이상은 17.9%였다. 전체 여성 제조업 종사자의 발생률은 10.0%였고, 20대는 7.2%, 30대는 7.3%, 40대는 9.9%, 50대는 14.0%, 60세 이상은 17.5%였다.

남성 제조업 종사자 중 발생률이 높은 중분류로는 50대 식료품 제조업과 60세 이상에서 음료제조업, 30대 담배 제조업이 있었다. 또한 3, 40대 섬유제품 제조업(의복제외), 5, 60대 의복, 의복 액세서리 및 모피제품 제조업, 60세 이상의 인쇄 및 기록매체 복제업, 40대와 60세 이상의 의료용 물질 및 의약품 제조업에서도 발생률이 높았다. 4, 50대 비금속 광물제품 제조업 종사자와 전기장비 제조업 종사자의 발생률도 높았으며, 20대 의료, 정밀 광학기기 및 시계 제조업 종사자와 기타 운송장비 제조업 종사자의 발생률도 높았다. 50대 기타 제품 제조업 종사자의 발생률도 높았다.

남성 제조업 종사자 중 발생률이 낮은 중분류로는 40대 음료 제조업 종사자, 2, 30대 의복, 의복액세서리 및 모피제품 제조업 종사자, 3, 40대 가죽, 가방 및 신발 제조업 종사자, 50세 이상 코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업 종사자에서 발생률이 낮았다. 그 외 50대에서는 의료용 물질 및 의약품 제조업, 의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업, 가구 제조업 종사자의 발생률이 낮았으며, 60세 이상에서는 1차 금속 제조업, 자동차 및 트레일러 제조업, 기타 운송장비 제조업의 발생률이 낮았다.

여성 제조업 종사자 중 발생률이 높은 중분류로는 50대 의복, 의복 액세서리 및 모피제품 제조업 종사자와 20대 가죽, 가방 및 신발 제조업, 펄프, 종이 및 종이제품 제조업, 인쇄 및 기록매체 복제업 종사자의 발생률이 높았다. 또한 코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업에 종사하는 30대와 50대, 의료용 물질 및 의약품 제조업에 종사하는 50세 이상의 발생률이 높았다. 여성 제조업 종사자 중에 기타 운송장비 제조업 종사자의 발생률은 12.7%로 제조업 전체의 10.0% 발생률에 비해 약 27% 높았는데 모든 연령대에서 전체 제조업 근로자에 비해 발생률이 높게 나타났다.

여성 제조업 종사자 중 발생률이 낮은 중분류로는 30세 이상 60세 미만의 음료 제조업, 30대 펄프, 종이 및 종이제품 제조업과 화학물질 및 화학제품 제조업(의약품 제외), 4, 50대 인쇄 및 기록매체 복제업, 40대 의료용 물질 및 의약품 제조업, 50대 1차 금속 제조업과 전기장비 제조업이 있었다 (표 42).

<표 42> 제조업 중분류별 만성신장질환 발생률 (2011-2017)

제조업 중분류	남성						여성					
	20대	30대	40대	50대	60세 이상	전체	20대	30대	40대	50대	60세 이상	전체
식품 제조업	5.9%	8.3%	9.9%	13.7%	17.5%	9.8%	7.5%	7.4%	9.9%	13.6%	18.0%	11.1%
음료 제조업	5.6%	8.0%	9.3%	12.3%	23.3%	9.5%	6.2%	4.1%	6.7%	12.7%	18.8%	7.5%
담배 제조업	6.1%	10.9%	6.2%	8.3%	6.3%	8.1%	33.3%	21.4%	13.0%	11.1%	0.0%	15.5%
섬유제품 제조업; 의복 제외	6.3%	9.2%	11.1%	12.9%	18.6%	11.1%	8.0%	7.4%	10.2%	14.8%	17.5%	11.2%
의복, 의복액세서리 및 모피제품 제조업	4.3%	6.9%	9.6%	14.3%	20.4%	9.2%	7.2%	6.9%	10.2%	15.1%	13.4%	10.3%
가죽, 가방 및 신발 제조업	5.9%	7.9%	9.1%	12.9%	18.6%	10.4%	20.0%	6.6%	10.7%	14.5%	19.1%	12.6%
목재 및 나무제품 제조업; 가구제외	6.0%	8.7%	10.5%	12.8%	17.9%	10.7%	9.1%	6.5%	9.0%	13.2%	18.5%	10.5%
펄프, 종이 및 종이제품 제조업	5.8%	8.1%	10.6%	12.0%	18.6%	10.1%	11.3%	6.0%	10.0%	14.4%	11.0%	10.4%
인쇄 및 기록매체 복제업	5.2%	7.8%	9.8%	12.7%	20.1%	9.6%	11.8%	7.4%	8.8%	12.7%	13.8%	9.0%
코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	6.3%	8.0%	10.2%	10.4%	16.8%	9.2%	9.8%	8.4%	7.1%	20.0%	20.0%	10.0%
화학물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	6.2%	8.4%	10.1%	12.8%	17.5%	9.5%	6.8%	6.3%	10.3%	14.7%	20.6%	8.9%
의료용 물질 및 의약품 제조업	4.3%	8.7%	11.7%	11.7%	24.1%	9.4%	7.3%	7.1%	8.0%	16.6%	31.0%	8.8%
고무제품 및 플라스틱 제품 제조업	6.4%	8.4%	10.7%	13.1%	19.2%	10.0%	7.0%	6.6%	9.9%	14.6%	14.6%	10.6%
비금속 광물제품 제조업	5.7%	8.1%	11.3%	13.8%	18.5%	10.6%	6.9%	8.9%	9.5%	14.7%	13.4%	10.7%
1차 금속 제조업	6.7%	8.3%	10.1%	12.7%	16.8%	10.0%	9.5%	7.5%	9.5%	12.7%	20.3%	10.3%
금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	6.5%	8.1%	10.0%	13.0%	18.4%	9.9%	7.4%	6.8%	9.7%	13.8%	18.0%	10.2%
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	5.8%	8.3%	10.9%	13.1%	17.5%	9.0%	6.9%	7.3%	9.7%	13.1%	16.0%	8.6%
의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업	7.0%	8.2%	10.6%	11.9%	17.1%	9.4%	9.7%	8.1%	10.4%	14.7%	11.6%	10.5%
전기장비 제조업	6.3%	8.1%	11.2%	14.3%	19.2%	10.1%	9.7%	7.3%	9.6%	12.6%	17.7%	9.8%
기타 기계 및 장비 제조업	5.9%	8.4%	10.5%	13.4%	17.9%	9.9%	6.2%	7.2%	9.9%	13.8%	17.4%	9.7%
자동차 및 트레일러 제조업	5.9%	8.3%	10.6%	12.9%	16.8%	9.8%	8.5%	7.9%	10.1%	14.2%	16.8%	11.1%
기타 운송장비 제조업	6.9%	8.5%	10.2%	12.9%	15.5%	10.0%	11.9%	8.4%	11.8%	16.1%	22.9%	12.7%
가구 제조업	6.2%	8.3%	10.2%	11.9%	18.4%	9.9%	6.0%	7.0%	10.6%	14.0%	17.3%	10.7%
기타 제품 제조업	6.4%	8.6%	10.7%	13.7%	18.8%	10.0%	7.7%	7.6%	10.0%	13.9%	18.2%	9.6%
전체	6.1%	8.4%	10.5%	13.2%	17.9%	9.9%	7.2%	7.3%	9.9%	14.0%	17.5%	10.0%

3) 소결

약 1,060만 명 규모의 근로자 코호트를 분석하여 우리나라 근로자 집단에서 만성신장질환의 발생률과 유병률을 파악하였다. 특히 정의된 6가지 기준별로 환자의 규모를 파악하고 업종별 발생률과 유병률을 비교하여 만성신장질환 위험 업종 및 각 질환의 발생 후 의료이용이나 원 업종 유지 경향을 추론해 볼 수 있었다.

가장 최근인 2017년의 6가지 기준별 유병률은 CKD1이 0.47% (남자 0.58%, 여자 0.28%), CKD_DM이 0.7% (남자 0.84%, 여자 0.47%), CKD_HTN이 0.24% (남자 0.28%, 여자 0.18%), CKD_ESRD 0.22% (남자 0.27%, 여자 0.14%), CKD_ELSE 2.9% (남자 3.07%, 여자 2.6%), CKD_ALL 3.83% (남자 4.18%, 여자 3.23%)였고, CKD_ALL 발생률은 2011-2017년 7년간 10.7% (남자 11.1%, 여자 10.0%)였다. ESRD가 아닌 만성신장질환 환자는 사망률이 낮고, 만성신장질환이 잘 치유되지 않는 질환임을 고려할 때 발생자 중 상당 수는 계속 병원에 내원하지는 않음을 유추할 수 있다. 따라서 이 연구에서 분석한 유병률은 실제보다 과소 추정되어 있다.

인구사회학적 특성에 따라 분석하였을 때는 기준 구분에 상관없이 연령과 소득, 가입자격에 따라 뚜렷한 경향을 보인다. 발생률과 유병률 모두 40대부터는 연령의 증가에 따라 뚜렷하게 증가하며, 보험료 최하 분위에서 높고, 중간 분위들에서 낮다. 의료급여세대주에서 뚜렷하게 높고, 의료급여세대원 역시 높은 수준이며 직장가입자는 상대적으로 낮은 경향을 보인다. 20대는 여성의 발생률이 다소 높지만, 30대부터는 남성의 발생률이나 유병률이 여성에 비해 높다. 2011년에 비해 2017년의 유병률이 약 2배 전 후로 증가하였으나, CKD_HTN은 6년간 유병률이 거의 변하지 않았다.

업종간 분석에서는 남녀 및 연령대에 따른 차이가 있으며, 특히 발생률이 높

은 업종과 유병률이 높은 업종이 일치하지 않는 점에서 만성신장질환 발생 이후 근로환경 변화나 질병 관리 경향이 업종별로 다를 수 있음을 유추해 볼 수 있다.

남성에서 발생률이 높은 업종은 특정 연령대에서 광업, 하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업, 건설업, 운수업, 숙박 및 음식점업, 금융 및 보험업, 전문 과학 및 기술서비스업, 국제 및 외국기관 등이다. 이에 비해 남성에서 2017년 유병률이 높은 업종은 50대의 농업, 임업 및 어업과 광업, 하수 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업, 운수업, 전문, 과학 및 기술 서비스업, 교육서비스업, 국제 및 외국기관 등이다. 숙박 및 음식점업 종사자는 발생률이 높은데 비해 유병률이 낮아 비교적 경증의 신장질환이 발생했거나 질환 발생 이후 치료가 나아진다고 추정할 수 있으며 교육서비스업 종사자는 발생률은 타 업종에 비해 높지 않은데 유병률은 높아 발생 후 의료이용률이 높다고 추정할 수 있다.

여성에서 발생률이 높은 업종은 광업, 60세 이상의 전기, 가스, 증기 및 수도사업, 건설업, 운수업, 부동산업 및 임대업, 교육서비스업, 국제 및 외국기관 등이었으며, 유병률이 높은 업종은 농업, 임업 및 어업, 광업, 전기, 가스, 증기 및 수도사업, 운수업, 하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업, 교육서비스업, 가구내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산, 국제 및 외국기관 등이었다. 여성에서 발생률은 높은데 유병률은 낮은 업종으로 건설업, 부동산업 및 임대업이 있었고, 반대로 발생률은 높지 않은데 유병률은 높은 업종으로는 농업, 임업 및 어업, 가구내 고용활동 및 달리 분류되지 않은 자가소비 생산이 있었다.

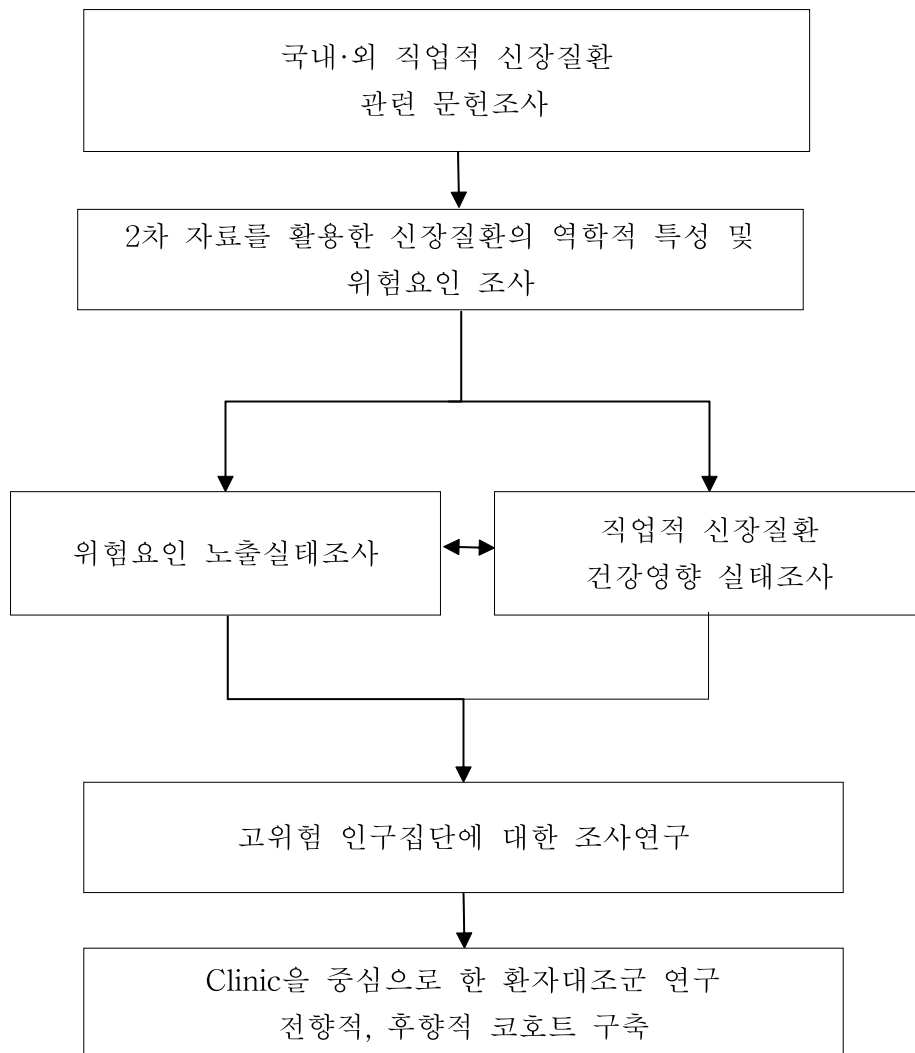
남성 제조업 종사자는 전체 근로자와 비교하여 발생률과 유병률이 모두 낮았으며, 여성 제조업 종사자는 20대에서만 발생률이 낮고 그 외 다른 연령대에서는 전체 근로자와 비슷한 수준이었다.

남녀 공통으로 발생률이 높은 업종은 광업, 건설업, 운수업, 국제 및 외국기관, 하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업이었으며, 남성에서만 발생률이

높은 업종은 숙박 및 음식점업, 금융 및 보험업, 전문 과학 및 기술서비스업이었고, 여성에서만 발생률이 높은 업종은 부동산업 및 임대업, 교육서비스업이었다. 광업과 하수, 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업은 화학적 유해요인과, 건설업은 고열, 운수업은 화장실 이용의 문제로 제한적 수분섭취나 장시간 앉아있는 자세가 신장질환의 발생에 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 이 외 사무직이 많은 국제 및 외국기관이나 금융 및 보험업, 전문 과학 및 기술서비스업, 교육서비스업과 같은 업종에서도 발생률이 높아 사무직 직군에서 장시간 앉아있는 환경과 당뇨, 고혈압 등 기저질환과 연관성을 의심할 수 있다.

5. 향후 연구 설계 방향 제안

본 연구의 문헌고찰과 분석내용 및 전문가 자문에서의 연구 설계에 대한 조언을 반영하여, 다음과 같은 향후 연구 설계 방향을 제안하고자 한다.



[그림 48] 후속 연구체계 제안

(1) 신장질환의 직업적 위험요인 노출실태 파악

가) 기존 DB 분석

- 작업환경측정자료, 특수건강진단DB, 작업환경실태조사 등

나) 신장독성 유해인자 노출 실태조사 연구

(2) 직업별 신장질환 실태조사

가) 건강보험공단 자료를 이용한 업종별 분석

- 신장질환의 일반경향 및 주요 위험업종 선정

나) 특수건강진단 자료 분석

- 위험요인 노출과 신장질환 지표와 연관성 분석

다) 건강보험공단 자료와 특수건강진단 자료 연계

- 위험요인 노출과 신장질환 발생과 연관성

(3) 고위험 인구집단에 대한 연구

가) 문헌고찰과 실태조사를 통하여 파악한 우리나라의 직업적 신장 질환 고위험 인구집단을 대상으로 단면연구를 수행

- 예를 들어 배터리(축전지 제조), 페인트 제조, PVC 제조, 조선업, 반도체제조업 등

나) 기존에 구축된 코호트 활용

- 용접작업자 코호트, 소방관 코호트, 건설업 코호트, 반도체 종사자 코호트 등

(4) 환자대조군 연구

가) 신장내과 Clinic을 기반으로 하여 직업적 유해인자 노출력을 조사하여 특정 직종이나 특정 인자에 노출되는 것이 신장질환의

발생 및 악화 위험을 높이는 지를 파악

(5) 코호트 구축

가) 2차 자료를 활용한 후향적 코호트

- 국민건강보험 코호트 등 기존의 2차 자료와 작업환경측정, 특수건강진단, 작업환경실태조사 등의 사업장, 노출정보를 가진 DB를 연계

나) 만성신장질환 코호트와 연계

- KNOW-CKD (KoreaN cohort study for Outcome in patients With Chronic Kidney Disease)

다) 고위험 인구집단에 대한 전향적 코호트 구축

1) 만성신장질환의 직업적 위험요인 노출평가

만성신장질환의 직업적 위험요인의 노출을 평가하기 위하여, 노출에 대한 기존의 자료를 파악하고, 이를 결과변수를 가지고 있는 데이터베이스에 연계시키는 연구 설계가 필요하다.

기존 노출평가 자료 활용한 위험요인 노출실태 파악: 특수건강진단자료, 작업환경 측정자료, 작업환경 실태조사를 활용하여 위험요인 노출실태에 대하여 파악하고 이를 특수건강진단, 국민건강보험 등의 자료와 연계하여 노출평가에 활용 가능하다. 특수건강진단, 작업환경측정, 작업환경실태조사의 경우 사업장 관리번호 등을 통하여 기존의 고용보험 등의 자료와 연계가 가능하며, 국민건강보험자료와도 연계가 가능할 것으로 판단된다. 특수건강진단, 작업환경측정자료, 작업환경실태 조사 자료를 활용하며, 신장에 유해한 물질을 사용하는 사업장, 작업공정 등을 분석하여 위험산업, 업종, 공정으로 정의가 가능하다. 건강보험 코호트에서 사업체의 종류는 노동자의 직무, 공정을 대표하기 어려우나, 특수건강진단, 작업환경측정자료, 작업환경실태조사에서 보다 자세한 위험업종, 공정, 유해인자 등 노출에 대한 정의가 가능할 것으로 판단된다. 또한, 중금속,

유기용제, 유리규산 등 신장에 영향을 미친다고 기존에 알려진 화학적 유해인자의 경우 특수건강진단 유해인자, 작업환경측정 물질, 작업환경실태조사 유해인자 지정 여부로 해당 위험인자 노출 사업장을 정의 가능하다.

(1) 특수건강진단 자료

특수건강진단 수검자의 사업장 관리번호, 작업공정, 직종, 유해인자 물질 목록을 통하여 직업 및 유해인자 노출에 대한 정보를 알 수 있다. 또한, 유해인자 중 생물학적 노출지표를 1차에 측정하는 물질의 경우, 개인의 바이오모니터링 결과에 대한 노출평가가 가능한 것으로 판단된다.

(2) 작업환경측정 자료

작업환경측정 사업장의 사업장관리번호, 업종, 근로자수, 공정명, 유해인자명, 측정치, 근로시간 등의 근로환경과 유해인자 노출에 대한 정보를 알 수 있다. 개인적인 특수건강진단 자료에 비하여 전체 사업장에 대한 공정별로 노출평가가 가능하고, 유해인자에 대한 측정치가 모두 존재하므로, 생물학적 노출지표보다 평가 가능한 정량적 자료가 많은 것이 장점이다. 그러나 개인별 노출평가가 제한적이고, 개인에 대한 노출값을 연계 시키는 과정에서 공정 별 측정값 등 노출평가를 정의하는 가정이 필요하다.

(3) 작업환경실태조사

2014년 작업환경실태조사의 경우 5인 이상 제조업 12만개소 전수 조사, 5인 미만 제조업 2만개소 표본조사 및 비제조업 1만개소에 대한 표본 조사를 실시하였다. 사업장관리번호, 업종, 작업환경, 야간작업, 물리적 유해인자, 유해물질, 공정, 근로자수 등의 정보를 알 수 있다. 화학적 유해인자 뿐 아니라, 소음, 열 등한 물리적 작업환경과 교대근무에 대한 정보를 얻을 수 있다. 그러나 노출평가의 개인화가 어렵고, 정량적인 노출정보가 없으며, 사업장 전체에 대한 노출

평가가 불가능하다는 단점이 있다.

<표 43> 2014년 작업환경실태조사 대상 사업장

구분		사업장 수	조사대상	비고
전체 사업장		1,979,897개소	150,000개소	-
제조업	5인 이상	120,195개소	120,195개소	전수 조사
	5인 미만	13,179개소	13,179개소	전수 조사(11개업종)
		168,931개소	6,626개소	표본 조사(3.9%)
비제조업	5인 이상 (14개 업종)	58,081개소	10,000개소	표준업종 표본조사(17.2%)

(4) 직업별 신장질환 실태조사

건강보험공단 자료를 업종별 분석하여, 신장질환의 주요 위험업종에 대한 선정이 가능하다. 또한, 특수건강진단 자료를 분석하여, 유해인자와 신장질환 지표(단백뇨, 소변검사 10종, 소변세포 병리검사, eGFR)의 상관관계 및 유해인자가 포함된 업종에서의 신장질환 지표 상관관계 분석으로 위험 유해인자 및 업종을 선별할 수 있다. 그리고 특수건강진단자료와 건강보험공단 자료 연계를 통하여, 업종별, 유해인자 별 eGFR의 변화, 만성신장질환 진단 여부를 분석하여 직업별 신장질환 실태를 파악 할 수 있다.

2) 고위험 인구집단에 대한 단면연구

(1) 고위험 업종 실태조사

문헌고찰과 실태조사를 통하여 파악한 우리나라의 직업적 신장질환 고위험 인구집단을 대상으로 하는 단면연구를 수행 가능하다. 배터리(축전지) 제조 사업장, 페인트 제조 사업장, 조선업 사업장 등 고위험 사업장과 대조군 사업장을 지정하여 국민건강보험자료, 특수건강진단자료에서 유병률, eGFR값을 통한 신

장질환 관련 결과값의 차이를 비교분석 가능하다.

(2) 기존 코호트와의 연계

용접작업자 코호트, 소방관 코호트, 건설업 코호트, 반도체 종사자 코호트 등 직업병 관련 코호트 및 KNOW-CKD (KoreaN cohort study for Outcome in patients With Chronic Kidney Disease) 코호트 등 신장질환자 코호트 등을 활용하는 방법이 있다. 직업병 관련 코호트의 경우 혈액, 소변 시료의 채취 및 생물학적 노출지표, 공정에 대한 자료 등으로 노출과 결과에 대한 평가가 가능할 것으로 기대된다. 신장질환자 코호트의 경우 보다 다양한 임상정보를 얻을 수 있겠다. 다만, 이 경우 해당 연구책임자에게 공동연구 제안을 하고, 연구확장을 위한 연구재설계 등의 과정이 필요하겠다.

(3) 환자대조군 연구

신장내과 환자 클리닉을 기반으로 하여 직업적 유해인자 노출력을 조사하여, 특정 직종이나 인자에 노출되는 것이 신장질환의 발생 및 악화 위험을 높이는 지에 대한 연구가 가능하다. 이를 위해서는 종합병원의 환자군을 모으고 등록하는 설계가 필요하고, 직업적 위험요인 노출력 조사를 위한 증례기록지 개발이 우선되어야 한다.

3) 코호트 구축 방안

앞선 연구 설계들을 통하여 일부 유해인자와 만성신장질환의 상관성을 살펴볼 수 있을 것이다. 하지만, 그러한 연구결과를 바탕으로 하더라도 고위험 직종에 대한 명확한 인과관계를 밝히기는 쉽지 않다. 따라서 이러한 인과관계를 밝히고, 나아가 만성신장질환을 예방하기 위해서는 코호트연구를 통하여 그 인과관계를 살펴볼 필요가 있다. 단면연구나 환자대조군 연구를 통하여 사업장 업종에 따른 만성신장질환 질병분포 상태 혹은 유해인자와 만성신장질환과의 상

관관계를 파악할 수 있는 반면 유해인자에 따른 만성신장질환의 발생의 차이에 대한 정보와 인과관계에 대한 정보는 얻을 수 없다. 따라서 코호트 연구를 통하여, 유해인자에 대한 발생률의 차이를 분석하는 연구 구성이 필요하다. 코호트 구축을 통하여 전향적 혹은 후향적으로 만성신장질환의 발생률 비교 및 질환의 악화 및 사망률 산출이 가능하다.

(1) 전향적 코호트 구축

만성신장질환의 위험요인을 밝히고 인과적 관계를 규명하기 위해서는 새로운 전향적 코호트를 구축하는 하는 것이 가장 바람직하다. 다기관 협력 연구를 통하여 3차 의료기관 등에 내원한 환자들 중 새롭게 진단받은 환자를 대상으로 코호트를 구축할 수 있다. 병원 진단의 정확성과 환자상태의 평가 등에 있어서 지속적인 추적관찰이 용이한 편이나 환자군을 모집하는데 많은 시간과 노력이 필요하다. 또한, 전문가 자문 결과 다양한 근로환경의 노동자를 포함하고 충분한 검정력을 확보하기 위해서는 만 명 이상의 대규모 코호트가 필요하며, 만성적으로 진행되는 병리생태를 고려할 때 추적에도 많은 시간이 필요한 것으로 파악되었다. 따라서 선제적으로 사전 예방적 역학 연구를 하려는 본 연구의 목적에는 전향적 코호트 구성이 가장 바람직하나, 현실적으로는 어려움이 있다.

(2) 2차 자료를 활용한 후향적 코호트

국민건강보험 코호트 등 기존의 2차 자료와 작업환경측정, 특수건강진단, 작업환경실태조사 등의 사업장, 노출정보를 가진 DB를 연계하여 만성신장질환자에 대한 후향적 코호트 구성이 가능하다. 작업환경측정, 작업환경실태조사, 특수건강진단 등의 사업장 업종, 유해인자, 근로시간, 공정명, 물리적 유해인자, 야간작업 등 노출정보를 주민번호 또는 사업장관리번호와의 연계를 통하여 기존의 국민건강보험DB에서 부족하였던 노출에 대한 정보를 확대 시킬 수 있는 장점이 있다. 반면, 질병 진단의 부정확성, 조작적 정의에 대한 선행 연구결과 확인, 코호트를 위한 자료가 아닌 청구목적의 자료이기 때문에 연구에 필요한

정보가 충분하지 않은 점은 제한점이 되겠다. 반면, 여러 자료와의 연계를 통하여, 교대근무, 수면시간, 물리적 요인 등 이전에 잘 알려지지 않은 유해인자에 대한 새로운 자료 구성이 가능한 것은 2차 자료 코호트만의 장점이라 볼 수 있겠다.

(3) 코호트를 이용한 업종별, 유해인자별 발생률 산출 및 신장질환의 악화여부 추적관찰 연구

가) 국민건강보험 DB와 작업환경측정, 작업환경실태조사를 이용한 유해인자별, 업종별 만성신장질환 발생 분석

국민건강보험공단 건강보험수진 자료와 건강검진자료 DB 그리고 작업환경측정, 작업환경실태조사 자료에서의 사업장관리번호를 연계하여 코호트를 구성하고자 한다. 국민건강보험공단 건강보험정책연구원 통계분석부에서는 국민건강정보 공유서비스를 시행하고 있다. 이중 건강보험수진 자료와 건강검진자료 DB 그리고 사업자 업종코드 자료를 연계하여 코호트를 구성할 수 있다. 2009년부터 검진제도 개편으로 인해 2006-7년을 wash out 기간으로 산정하고, 2008-9년 건강진단을 한 근로자를 모집단으로 하고 2012-2017년을 추적기간으로 한다. 의료급여수급권자의 일반건강검진이 2012년부터 실시되었기 때문이다. 2006-7년간 만성신장질환을 진단명으로 청구한 근로자는 연구에서 제외한다. 만성신장질환 여부와 신기능 평가는 국민건강보험 수진자료 중 건강검진DB의 검진결과와 건강보험 청구자료를 이용할 계획이다. 건강검진DB에서는 크레아티닌 농도와 단백뇨 여부(3+ 2회 이상)를 이용하여 eGFR 60미만 여부와 단백뇨로 만성신장질환을 정의하며, eGFR은 나이와 성별을 포함시켜 계산된 MDRD, CKD-EPI를 사용한다. 청구자료에서는 만성신장질환 진단여부 분석을 위해서 본 연구에서 사용한 만성신장질환 코드 정의를 사용한다. 업종별, 공정별, 유해인자별 만성신장질환 발생의 위험도 및 표준화 발생비를 분석한다. 성별, 나이, 보험료20분위수, 건강진단의 흡연, 음주여부, 고혈압, 당뇨진단 여부를

보정변수로 활용한다. 통계적 유의성은 p-value 0.05미만을 기준으로 한다.

나) 특수건강진단DB와 국민건강보험공단의 DB연계

산업안전보건연구원에서 구축하고 있는 특수건강진단DB와 국민건강보험공단의 DB를 연계하는 방식을 활용한다면, 사업장, 직업력, 공정, 유해물질 등 노출에 대한 정보를 얻고 이를 질병진단 코드로서의 결과, 건강검진 자료에서의 eGFR 변화 등의 변수와 인구사회학적 변수들을 함께 분석이 가능하다. 만성신장질환의 질병진행 속도를 고려할 때 추적기간이 길어 단기간에 유해인자를 파악하는 것이 현실적으로 불가능하기 때문에 이러한 2차 자료를 활용한 후향적 코호트는 만성신장질환자 대상자 확보 및 코호트 구성에서의 시간적인 단축 등의 장점이 있다. 산업안전보건연구원이 2018년 구축한 “빅데이터를 활용한 직업성 질환 코호트”를 활용하여 2002년에서 2017년 한번이라도 특수건강진단을 수검한 수검자들과, 2003-2005년 고용보험 가입이력이 있는 사람들을 대상으로 국민건강보험 DB와 연결시킨다. 이 중에서 2006년-2017년 특수건강진단 검진자를 대상으로 직업성 질환 코호트 내 서브코호트를 구축할 계획이다. 특수건강진단 수검자의 업종, 유해인자, 생물학적 노출지표에 따른 소변검사 이상과 2차 검진결과 이상과의 상관관계를 분석한다. 현재 특수건강진단에서는 비뇨기계 건강영향이 있는 유해인자에 대해 소변10종 검사 혹은 소변침사 병리검사를 1차검사로 하고 있으며, 이상이 있을 경우 혈중크레아티닌 및 요소질소, 단백뇨 정량, 베타2 마이크로글로불린, 전립선특이항원(남), 생물학적 노출지표 2차 검사, 비뇨기과 특진 등을 시행하고 있다. 2006년-2007년을 wash out period로 산정하여 단백뇨가 없고 (단백뇨 0 또는 1+, 단백뇨 2+ 2회 미만) 일반건강검진에서 eGFR이 60이상인 2008년 특수건강진단을 한 근로자를 모집단으로 하고, 2009-2017년을 1차 추적기간으로 한다. 노출은 업종, 직종코드, 특수건강진단 유해인자, 생물학적 노출지표로 평가한다. 특수건강진단 유해인자 중 비뇨기계 검사를 하는 42종 물질에 대해서 노출군으로 정의하고 기타 유해인자는 비노출군으로 정의한다. 생물학적 노출지표 중 비뇨기계 검사항목을 가지는 p-니

트로클로로 벤젠, 아닐린, 톨루엔, 트리클로로 에틸렌, 퍼클로로에틸렌, 납, 수은, 알킬렌, 카드뮴에 대해서 건강영향을 평가한다. 건강영향은 단백뇨 3+ 2회 이상의 단백뇨 발생자, 2차검진 결과(요소질소, 크레아티닌, 단백뇨정량, 베타2 마이크로글로불린 등) 단백뇨 발생자 및 크레아티닌을 이용한 사구체여과율 (eGFR/MDRD 및 eGFR/CKD-EPI) 60미만을 만성신장질환자로 정의한다. 업종, 직종코드, 유해인자, 생물학적 노출지표에 따른 만성신장질환자 발생을 분석한다. 또한, 추적기간동안 본 연구에서 만성신장질환 정의에 사용된 만성신장질환 진단코드에 해당하는 경우 만성신장질환자로 정의한다.

다) 교대근무자 서브 코호트의 구축

교대근무자의 경우 일부 연구에서 만성신장질환과의 관련성이 일부 발견되므로, 현재 야간종사자 특수건강진단 자료를 이용하여 국민건강보험자료와 연계된 후향적 서브 코호트를 구축하는 것을 제안한다. 2014년부터 300인 이상 기업에서 시작된 야간종사자 특수건강진단은 2016년부터 전체 야간 작업 종사자를 대상으로 확대되었으므로, 2016년부터 코호트를 구축하는 것이 바람직하며, 만성적이고 병리생태학적으로 복합적인 질환의 특성을 고려할 때 수년간의 추적기간이 필요하다.

라) 특수건강진단 신장질환 유해인자, 분진, 유리규산, 유기용제에 노출자에 대한 코호트 구축

중금속과 유리 규산, 유기용제 등 기존에 알려진 만성신장질환 유해인자에 대한 코호트 구축도 가능하다. 특히, 분진과 유리규산의 경우에는 진폐정밀검사 자료 또는 특수건강진단 자료를 활용하여, 진폐증 발생 가능 사업장 노동자를 대상으로 하는 코호트를 구축한 후 만성신장질환 등의 잘 알려지지 않은 질병의 발생을 추적하는 연구 설계도 질병의 이해를 높이는 데 기여할 수 있겠다. 특수건강진단, 작업환경측정 자료 등과 국민건강보험자료를 연계하여 노출평가 자료가 추가된 코호트 구성이 가능하겠다.

마) 결과 변수의 설정

만성신장질환 진단코드, 고혈압, 당뇨, 심혈관계 질환관련 신장질환, 그 외 급성신장질환을 제외한 신장동맥, 세뇨관-간질신장염, 막성신증, IgA신증 등 진행성 신장질환, 내과에서 진단 받은 혈뇨, 단백뇨 등을 상병명으로 진단받은 경우 만성신장질환으로 정의한다. 건강검진DB에서 eGFR값을 계산하여 결과 변수로 활용한다.

바) 통계 분석 방법

통계분석은 표준화 발생비 분석, 콕스비례위험 모형과 선형혼합모형 (Linear mixed model)을 사용한다. 선형혼합모형의 경우 매해 반복측정되는 특수건강진단과 일반건강검진, 진단자료가 존재하므로, 노출과 결과에 대한 반복자료 형태로 코호트가 설계됨을 감안하여 분석가능하다. 생물학적 노출지표 및 작업환경 측정 결과 등 노출과 만성신장질환의 eGFR, 단백뇨 등의 지표에 대한 반복측정자료 분석이 가능하겠다. 이를 통해 개체내 상관성도 고려하여 분석함으로써 기존의 단면연구에 비하여 통계량의 정밀도를 높일 수 있겠다. 성별, 혈압, 고혈압, 당뇨병 진단/치료여부를 보정변수로 활용한다. 통계적 유의성은 p-value 0.05미만을 기준으로 한다.

4) 기타 연구

(1) 국민건강영양조사 비교연구

미국 국민건강영양조사 자료와 국내 국민건강영양조사 자료를 비교 분석하여, 인종에 따른 차이, 국가간의 차이 등을 분석 할 수 있다.

(2) 지리적, 환경적 분석

국민건강보험공단 직장가입자 일반건강진단 자료 등을 이용하여 시군구 단위로 eGFR이 많이 감소하는 근로자 집단이 있는지 탐색하는 연구도 가능하겠다.

(3) 직무스트레스와 만성신장질환

국민건강영양조사 등 기존의 2차 조사 중 직무스트레스 관련 변수를 활용하여 직무스트레스와 eGFR변화의 상관관계를 분석할 수 있다.

IV. 결론

본 연구에서는 근로자에게 발생 및 악화 가능한 만성신장질환의 고위험 업종 및 위험인자에 대한 기존의 연구결과를 정리하고, 시범분석을 수행해봄으로써 향후 연구 설계방안을 제시하고자 하였다.

만성신장질환은 단백뇨 혹은 혈뇨 등의 신장 손상의 증거가 있거나, 혹은 신기능을 나타내는 사구체여과율(GFR)이 60ml/min/1.73m^2 미만으로 감소된 상태가 3개월 이상 만성적으로 지속되는 상태를 의미하는 질환으로, 지속적으로 진행하며 심뇌혈관질환의 위험을 증가시키고 콩팥기능상실에 따른 여러 가지 합병증을 동반한다. 인구 통계에 따르면 미국 성인 인구의 4.5%가 3단계 이상의 만성신장질환(사구체여과율 60%이하)을 가지고 있는 것으로 보고되었고, 우리나라의 만성신장질환의 유병률은 전체 3.3%, 남자 3.5%, 여자 3.1% 정도로 보고된 바 있다. 위험인자로는 고혈압, 당뇨, 자가면역질환, 고령, 아프리카인, 신장 질환 가족력, 이전 신부전의 기왕력과 단백뇨, 소변검사이상, 또는 요로의 구조적 이상 등이 포함되는데, 이 중 당뇨, 고혈압, 사구체질환이 만성신장질환 악화에 따른 말기신부전의 주요 원인이다.

기존의 문헌에서 만성신장질환의 직업적 위험인자로 알려져 있는 요인은 대부분 화학적 인자인데, 이에는 납, 수은, 카드뮴, 크롬과 같은 유해금속과 삼염화에틸렌, 메탄올, 에틸렌글리콜을 포함한 다양한 유기용제 등이 포함된다. 이에 더하여 반복적으로 노출되는 열 손상, 탈수, 감염, 농약, 비료, 식수문제 등도 직업환경적 위험요인으로 지목되고 있다. 이러한 유해인자 노출에 따른 직업성 만성신장질환의 발생 및 악화 위험업종 및 직종은 다음과 같다.

가) 배터리(축전지) 제조 : 납, 카드뮴, 수은

나) 페인트 제조 : 납, 카드뮴, 트리클로로에틸렌, 에피클로로하이드린, 테트라하이드로푸란

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

기존 문헌에서 밝혀져 있는 화학적 인자 외에 비화학적 위험인자를 파악하고자 실시한 체계적 문헌조사 결과, 야간교대근무와 고온 노출이 최근에 밝혀지고 있는 주요한 직업적 위험요인이었다. 야간교대근무와 만성신장질환의 연관성에 대한 논문은 1994년에 네덜란드에서 수행된 연구가 1편 있는 후, 최근까지 없다가 2010년대 중반부터 관련연구가 발표되기 시작하였다. 미국, 일본, 한국에서 연구가 있었는데, 야간교대근무로 인해 만성신장질환의 발생위험이 1.86배에서 4.22배정도 높아지는 것으로 보고되었다. 한편, 고온 노출에 따른 만성신장질환의 발생에 대한 연구는 대부분 중앙아메리카 지역민을 대상으로 이루어졌다. 1990년대 후반부터 많은 연구들이 중미 및 남부 멕시코에서 만성신장질환의 초과발생을 입증했으며, 중앙아메리카 신증(Mesoamerican nephropathy)으로 불리는 이 현상의 원인을 밝히려는 노력이 이어졌다. 특히 직업적 고온노출에 대하여 초점을 둔 논문은 사탕수수밭 노동자를 대상으로 이루어졌으며, 2012년부터 2018년까지 관련연구가 발표되었다. 농업종사자 외 업무상 고온에 노출될 가능성이 높은 작업종사자를 대상으로 한 연구, 직업군을 특정하지 않고 업무상 고온노출 정도와 만성신장질환의 발생의 연관성을 고찰한 연구들이 발표되었다. 본 연구에서는 또한 2차 자료에 대한 시험분석을 수행하여 해당 연구모형의 타당성을 검증하고자 하였다. 먼저 국민건강영양조사를 통해 장시간노동 및 교대근무로 인한 만성신장질환에 대해 분석하였고, 직

종별 만성신장 질환에 대해서도 분석하였다. 그리고 한국의료패널을 이용한 코호트 내 환자-대조군연구(Nested Case-Control Study)를 수행하여 교대근무 또는 장시간 근로로 인한 만성신장질환에 대해 분석하였다. 국민건강영양조사 자료에서는 혈중크레아티닌 수치를 이용하여 사구체여과율을 산출해볼 수 있었는데, 사구체여과율과 더불어 단백뇨에 대한 정보를 이용하여 만성신장질환을 정의하여 분석을 수행하였다. 분석결과, 1주 평균 52시간 이상 근로하는 여성에서 사구체여과율이 감소하는 경향이 관찰되었다. 그리고 여성 생산직 교대근무자에서는 만성신장질환의 발생위험이 높아지는 것이 관찰되었는데, 특히 당뇨병유병자에게서 위험도가 더욱 높았는데, 이것은 야간교대근무로 인한 당뇨의 조절에 어려움이 있는 것이 주요한 원인 중에 하나인 것으로 분석되었다. 한국의료패널자료를 분석한 결과에서는 만성신장질환으로 조사된 케이스가 부족하여 통계적으로 유의한 결과를 도출하지는 못하였다. 본 예비 분석에서는 근로조건이 만성신장질환의 악화의 원인들의 가능성을 제시하였지만, 만성신장질환은 이 자체가 투석 등으로 일상생활 특히 근로 상황에 영향을 주므로, 정확한 분석을 위해서는 이를 살펴 볼 수 있는 종단적 연구가 반드시 필요하다.

문헌조사와 예비분석 결과를 종합하면, 유해금속과 유기용제에 노출과 고온 노출 및 장시간근로, 야간교대근무 등은 만성신장질환의 발생과 악화에 영향을 미친다. 이에 대한 다양한 노출상황에 대한 검토가 필요하며 본 연구의 문헌고찰과 분석내용 및 전문가 자문에서의 연구 설계에 대한 조언을 반영한 향후 직업성 만성신장질환 연구의 설계 방향을 다음과 같이 제안한다. 향후 순차적, 체계적인 직업적 만성신장질환 연구를 수행하기 위해서 우선 본 연구에서 파악한 직업적 만성신장질환의 역학적 특성과 위험요인을 활용하여 현재 우리나라에서 실태부터 조사할 필요가 있다.

그 후에 문헌고찰과 실태조사를 통하여 파악한 우리나라의 직업성 만성신장질환의 고위험 업종 및 직종을 대상으로 개별적 업종 혹은 직종에 대한 단면연구가 수행되어야 하겠고, 동시에 기존에 구축된 용접작업자 코호트, 소방관 코

호트, 건설업 코호트, 반도체 종사자 코호트 등 직업병 관련 코호트 및 KNOW-CKD (Korean cohort study for Outcome in patients With Chronic Kidney Disease) 코호트 등 신장질환자 코호트 등을 활용할 필요가 있다. 이후 만성신장질환의 새로운 직업적 위험요인을 탐색하기 위해 신장내과 내원환자를 대상으로 환자-대조군 연구를 설계할 수 있다. 그리고 보다 명확한 인과관계파악을 할 수 있도록 코호트 구축을 통하여 전향적 혹은 후향적으로 만성신장질환의 발생 및 악화 요인을 파악한다.

참고 문헌

강성규, 최근 문제시되는 직업성 신장질환. 산업보건. 2000;148:32-43.

김선민, 산업장 독성물질에 의한 신장질환. 산업보건. 1991;39.

대한신장학회, 우리나라 신대체 요법의 현황. 대한신장학회지. 2019.

박동욱, 허용, 김판기 등. 산업독성학. 한국방송통신대학교출판문화원; 2018.

산업안전보건연구원. 근로자건강진단 실무지침 제3권 유해인자별 건강장해. 2018.

Australia and New Zealand Dialysis and Transplant Registry. 35th Annual Report [Internet]. 2015[cited 2019 Nov 11]. Available from: URL: http://www.anzdata.org.au/v1/report_2015.html

Boogaard PJ, Caubo ME. Increased albumin excretion in industrial workers due to shift work rather than to prolonged exposure to low concentrations of chlorinated hydrocarbons. Occup Environ Med [Internet]. 1994 Sep[cited 2019 Nov 11];51(9):638 - 41. Available from: URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7951797>

Butler-Dawson J, Krisher L, Asensio C, et al. Risk Factors for Declines in Kidney Function in Sugarcane Workers in Guatemala. J

Occup Environ Med. 2018 Jun;60(6):548 - 58.

Cai, G. & Chen X. Etiology, comorbidity and factors associated with renal function decline in chinese chronic kidney disease patients. J Am Soc nephrology. 2011;22:183A-184A.

Charbel E Chalouhy M. Renal Biopsy. Medscape. 2017;

Charles LE, Gu JK, Fekedulegn D, et al. Association between shiftwork and glomerular filtration rate in police officers. J Occup Environ Med. 2013 Nov;55(11):1323 - 8.

Ekiti ME, Zambo J-B, Assah FK, et al. Chronic kidney disease in sugarcane workers in Cameroon: a cross-sectional study. BMC Nephrol [Internet]. 2018 Jan 15[cited 2019 Nov 11];19(1):10.
Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29334929>

Franchini I, Alinovi R, Bergamaschi E, et al. Contribution of studies on renal effects of heavy metals and selected organic compounds to our understanding of the progression of chronic nephropathies towards renal failure. Acta Biomed. 2005 Feb 1;76 Suppl 2:58 - 67.
Garcia-Trabanino R, Jarquin E, Wesseling C, et al. Heat stress, dehydration, and kidney function in sugarcane cutters in El Salvador-A cross-shift study of workers at risk of Mesoamerican nephropathy. Environ Res. 2015 Oct;142:746 - 55.

Gonzalez C, Ferreiro A SEU. 2010 Annual Data Report. Montevideo; 2012.

Jameson JL, Fauci AS, Kasper DL, et al. Harrison's principles of internal medicine: McGraw-Hill Education.; 2018.

Jha V. Current status of end-stage renal disease care in India and Pakistan. *Kidney Int Suppl.* 2013;3(2):157 - 60.

Kang EK, Kang GH, Uhm JY, et al. Association between shift work and microalbuminuria: data from KNHANES(2012-2014). *Ann Occup Environ Med* [Internet]. 2017[cited 2019 Nov 11].

Available from: URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28835846>

Kim NH, Hyun YY, Lee K-B, et al. Environmental heavy metal exposure and chronic kidney disease in the general population. *J Korean Med Sci.* 2015 Mar;30(3):272 - 7.

LaDou J HR eds. CURRENT Diagnosis & Treatment: Occupational & Environmental Medicine, [Internet]. 5e ed. New York: McGraw-Hill; 2013[cited 2019 Nov 11]. Available from: URL: <http://accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1186§ionid=66477163>.

Laws RL, Brooks DR, Amador JJ, et al. Changes in kidney function among Nicaraguan sugarcane workers. *Int J Occup Environ Health.*

2015;21(3):241 - 50.

Moro O Salifu M, MPH F. Chronic Glomerulonephritis. Medscape [Internet]. 2017[cited 2019 Nov 11]. Available from: URL: <https://emedicine.medscape.com/article/239392-overview>

Nakai S, Masakane I, Shigematsu T, Hamano T, Yamagata K, Watanabe Y, Itami N, Ogata S, Kimata N, Shinoda T ST. An overview of regular dialysis treatment in Japan. Ther Apher Dial. 2009;13(6):457 - 504.

Peraza S, Wesseling C, Aragon A, et al. Chronic kidney disease among agricultural workers in El Salvador. Occup Environ Med. 2011 Oct 19;68:A119 - A119.

Rajapurkar MM, John GT, Kirpalani AL, et al. What do we know about chronic kidney disease in India: first report of the Indian CKD registry. BMC Nephrol. 2012;13(1)(10).

R. Edwards J, Prozialeck W. Cadmium, Diabetes and Chronic Kidney Disease. Toxicol Appl Pharmacol. 2009 Aug 1;238:289 - 93.

Rom WN MS. Environmental and occupational medicine. 4th ed. Philadelphia: Lippincott-Raven; 2006.

Sasaki S, Yoshioka E, Saijo Y, et al. Short sleep duration increases

the risk of chronic kidney disease in shift workers. *J Occup Environ Med.* 2014 Dec;56(12):1243 - 8.

Sasaki S, Yoshioka E, Saijo Y, et al. A prospective cohort study of insomnia and chronic kidney disease in Japanese workers. *Sleep Breath.* 2018 Mar;22(1):257 - 65.

Soderland P, Lovekar S, Weiner DE, et al.. Chronic kidney disease associated with environmental toxins and exposures. *Adv Chronic Kidney Dis.* 2010 May;17(3):254 - 64.

Stanifer JW, Jing B, Tolan S, et al. The epidemiology of chronic kidney disease in sub-Saharan Africa: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Heal.* 2014;2(3):e174-81.

Summary of Recommendation Statements. *Kidney Int Suppl* [Internet]. 2013 Jan[cited 2019 Nov 11];3(1):5 - 14.
Available from: URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25598998>

Tawatsupa B, Lim LL-Y, Kjellstrom T, et al. Association between occupational heat stress and kidney disease among 37,816 workers in the Thai Cohort Study (TCS). *J Epidemiol.* 2012;22(3):251 - 60.

The Renal Association.UK Renal Registry. Seventeenth Annual Report [Internet]. 2014[cited 2019 Nov 11]. Available from: URL: <https://www.renalreg.org/reports/2014-seventeenth-annual-report/>

Uhm JY, Kim H-R, 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.

United States Renal Data System. 2015 Annual Data Report [Internet]. 2015[cited 2019 Nov 11]. Available from: URL: http://www.usrds.org/2015/view/v2_01.aspx

Wegman DH, Apelqvist J, Bottai M, et al. Intervention to diminish dehydration and kidney damage among sugarcane workers. *Scand J Work Environ Health.* 2018 Jan;44(1):16 - 24.

Wesseling C, Aragon A, Gonzalez M, et al. Kidney function in sugarcane cutters in Nicaragua--A longitudinal study of workers at risk of Mesoamerican nephropathy. *Environ Res.* 2016 May;147:125 - 32.

Uhm, J. Y., Kim, H.-R., Kang, G. H., 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*, 2018[cited 2019 Nov 11: 30, 69. Available from: URL: <https://doi.org/10.1186/s40557-018-0279-z>

Gluhovschi, G., Gluhovschi, A., Anastasiu, D., et al. Chronic kidney disease and the involvement of estrogen hormones in its pathogenesis and progression. *Romanian Journal of Internal Medicine* = *Revue Roumaine de Medecine Interne*, 2015; 50(2), 135-144.

Peplonska, B., Bukowska, A., Gromadzinska, J., et al.. Association between night shift work, melatonin and estradiol in nurses. *BMC Proceedings*, 2010 [cited 2019 Nov 11]. Available from: URL:4(Suppl 2), P2P2. Available from: URL:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3255015/>

Liu, M., Li, X.-C., Lu, L., et al. Cardiovascular disease and its relationship with chronic kidney disease. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 2014; 18(19), 2918-2926.

<Abstract>

Development of an Epidemiologic Study Model for Occupational Chronic Kidney Disease

Objectives: In recent years, the number of applications for occupational disease compensation claims to worsen chronic kidney disease has increased. On the other hand, due to the lack of research, proper compensation and preventive management are not systematically performed. Therefore, this study aims to design epidemiological studies to identify occupational hazards by systematically reviewing and combining scientific evidences on the occupational hazards of chronic kidney disease.

Methods: We investigated previous studies and also conducted a preliminary analysis using secondary data. We combined previous studies review and preliminary analyzes to suggest future research design directions.

Results: Most of the described risk factors for chronic kidney disease in occupational environmental medicine have been about chemical factors. In addition, repeated exposure to heat damage, dehydration, infection, pesticides, fertilizers, and water problems are also identified as occupational environmental risks. Systematic literature review of non-chemical risk factors showed that night shifts and high temperature exposure were the occupational hazards recently.

Conclusions: A study on individual industries or occupations should be conducted targeting high risk industries and occupations of occupational chronic kidney disease in Korea through literature review and actual condition survey. At the same time, it is necessary to utilize existing occupational worker cohorts such as welding worker cohorts, fire fighter cohorts, construction industry cohorts, and semiconductor worker cohorts, and kidney disease cohorts. In order to identify the causal relationship, cohorts are established to identify the causes and worsening factors of chronic kidney disease.

Key Words: chronic kidney disease; occupational disease;

〈〈연 구 진〉〉

연구 기관 : 산업안전보건연구원

연구책임자 : 전 교 연 (과장, 산업안전보건연구원)

〈〈연 구 기 간〉〉

2019.04.26 ~ 2019.11.30

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며, 우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

직업 관련성 만성신장질환 역학적 연구 설계 및 타당성 조사 (2019-연구원-1500)

-
- 발 행 일 : 2019년 12월 31일
 - 발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 고 재 철
 - 연구책임자 : 산업안전보건연구원 과장 전 교 연
 - 발 행 처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원
 - 주 소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400
 - 전 화 : (032) 5100-755
 - F A X : (032) 5100-759
 - Homepage : <http://oshri.kosha.or.kr>
-