

신세포암(Renal Cell Carcinoma)의 직업적 발암인자



성균관의대 강북삼성병원 직업환경의학과 교수 / 김수근

서론

신장암이란 신장에서 성장하는 이상 종양을 말한다. 매년 전 세계적으로 새롭게 신장암 진단을 받는 사람은 약 190,000명에 달한다.¹⁾ 신장암은 여성보다 남성에게서 조금 더 흔히 발생하며 주로 50세에서 70세의 노령층에 발생합니다.²⁾ 가장 흔히 발생하는 신장암을 신세포암종(renal cell cancer)이라고 한다.

역학 연구를 통해 신세포암을 유발하는 몇 가지 위험인자가 발견되었다. 흡연, 고혈압, 비만, 신장암 가족력, 만성 신부전 또는 투석, 고칼로리 음식 또는 튀긴 고기의 섭취를 즐기는 식습관, 종양을 성장시키는 희귀성 유전 장애인 폰히펠-린다우병(Von Hippel Lindau disease) 및 태어나면서부터 성년기 내내 종양을 만들어내는 일반적인 유전질환인 결절경화증 등은 신장암 발생 가능성을 높일 수 있다.³⁾

직업적인 위험인자로는 석면, 중금속(비소, 6가크롬, 베릴륨, 카드뮴, 납, 우라늄), 방향족탄화수소(PAHs), 유기용제(염화물 포함, 특히 트리클로로에틸렌)와 같은 유해물질과 가죽, 석유제품 종사자 등이 관련 있는 것으로 거론되고 있다. 다양한 직종과 업종 및 유해물질이 신세포암을 일으키는 것으로 거론되고 있지만, 아직까지 그 연관성이 확실하지는 않다.

신장암의 발생에 대한 직업적 인자를 찾기 위한 역학적 연구는 암 사망률을 연구하는 대규모 직업 코호트 연구와 환자대조군 연구를 통해 이루어져왔다. 전자의 경우 노출에 구체적인 정보가 풍부하다는 이점이 있는 반면 잠재적 교란변수(흡연, 비만 등)에 대한 정보는 부족한 편이었고, 후자는 교란변수에 대한 설명은 용이하였으나 직업적 노출정보가 부정확하다는 한계가 있다. 이들 연구의 또 다른 약점은 노출평가의 어려움, 회상 바이어스 및 비교적 드문 질환이라는 특성에서 기인하는 통계 검정력의 부재 등이다.

이전의 대규모 직업 코호트연구가 암의 발생 증가를 시사하였다면, 최근 연구들은 좀 더 구체적으로 결과를 설명하고 있다. 여기에서는 신장암의 직업적 위험인자에 대한 환자대조군 연구에 대하여 살펴보았다.



환자대조군 연구

495건의 환자군과 697건의 대조군에 대한 지역사회 기반 환자대조군 연구에서 석유, 타르 및 피치제품의 노출에 따른 신세포암 발생의 위험도가 증가하는 직업적인 요인이 관찰되었다.⁴⁾

암 등록 자료를 이용하여 신세포암에 대한 흡연, 알코올 및 직업의 위험도를 평가하기 위하여 환자대조군연구를 시행하였다. 326명의 환자군과 성과 연령을 짝짓기한 978명의 대조군으로부터 정보를 수집하였다. 흡연과 트럭운전수에서 신장세포암의 교차비가 증가하였다. 알코올과는 연관성이 관찰되지 않았다.⁵⁾

신세포암 환자군 315건, 병원 대조군 313건, 지역사회 대조군 336건을 대상으로 33개 항목에 대한 조사를 실시하였다. 전리방사선 노출에 의해 특히 여성에서 신장세포암 발생이 증가하였다. 석유관련 및 세탁관련업에서 신세포암 발생위험 증가와 연관이 있었다.⁶⁾

환자군 147건 대조군 523건을 대상으로 한 지역사회기반 환자대조군 연구에서 석면노출의 경우에 신세포암에 대한 비교위험도는 1.62(95% CI, 1.04-2.53)이었고, 드라이클리닝 산업에서 일하는 것은 신우암(CaRP)에 대한 비교위험도가 4.68(95% CI 1.32-16.56)으로 신세포암에 대한 2.49(95% CI 0.97-6.35)보다 컸다. 제강 및 제철산업에 근무하는 경우에 CaRP(renal pelvic cancer)에 대한 비교위험도는 2.13(95% CI 1.04-4.39)이었다. 그러나 정유산업에서 근무하는 경우에는 CaRP에 대해서 비교위험도가 2.60(95% CI 0.88-7.63)으로 통계적으로는 유의하지 않았고, 신세포암에 대해서는 연관성이 관찰되지

않았다.⁷⁾

196건의 환자군과 347건의 대조군을 대상으로 하여 눈가림방식으로 직업력을 조사하였다. 판매종사자(sales workers)에서 교차비는 2.1(95% CI, 1.2-4.0), 관리직(managers)에서는 3.3(95% CI 1.2-8.9), 섬유산업 근로자와 재단사(textile workers and tailors)에서 6.2(95% CI 1.1-33.7)이었다.⁸⁾

덴마크에서 지역적으로 신세포암의 분포와 발생률이 다른 것은 환경위험인자 때문이라는 것을 규명하기 위하여 365건의 환자군과 396건의 대조군에 대하여 지역사회기반 환자대조군연구를 수행하였다. 직업, 교육 및 탄화수소, 석면 및 방사선 피폭에 대하여 조사하였다. 트럭 운전수, 가솔린 노출, 기타 탄화수소, 살충제 및 제초제 노출과 연관성은 통계적으로 유의하지는 않았다.⁹⁾

여러 국가들이 결합하여 환자군 1,732건, 대조군 2,309건에 대하여 지역기반 환자대조군 연구를 수행하였다. 용광로나 코크스 오븐산업(blast-furnace or coke-oven industry)에서 비교위험도가 1.7(95% CI, 1.1-2.7), 제철 및 제강산업(iron and steel industry)에서 1.6(95% CI, 1.2-2.2)이었다. 석면노출에서 1.4(95% CI, 1.1-1.8), 카드뮴 2.0(95% CI, 1.0-3.9), 드라이클리닝 용제노출에서 1.4(95% CI, 1.1-1.7), 가솔린 노출에서 1.6(95% CI, 1.2-2.0) 및 기타 석유제품(petroleum product)노출에서 1.6(95% CI, 1.3-2.1)이었다. 석면, 석유제품 및 드라이클리닝 용제는 교란인자들을 보정하고 직무와 종사기간에 따른 위험도를 구하는 연구가 필요하다. 이 연구를 통해서 신세포암 위험인자로 직업의 중요성을 알 수 있었다.¹⁰⁾

277건의 환자군과 연령, 성에 대해서 빈도 짝짓기를 한 대조군 286건을 대상으로 독일에서 수행된 연구에서 금속관련 사업에 종사한 경우의 비교위험도가 1.63(95% CI, 1.1-2.5)이었고, 퍼클로로에틸렌과 트리클로로에틸렌에 노출로 인한 교차비가 2.52(95% CI, 1.2-5.2)이었다.¹¹⁾

1978년부터 1986년 사이의 뉴질랜드 암등록자료를 이용하여 환자 대조군연구를 하여 소방관(firefighters)에서 비교위험도가 4.89(95% CI 2.47-8.93)이고, 도장공(painters) 교차비가 1.79(95% CI 1.31-3.44)이라는 것을 관찰하였다.¹²⁾

염소화 지방족탄화수소(chlorinated aliphatic hydrocarbons) 유기용제의 노출과 신세포암의 연관성을 조사하기 위하여 환자군 438명과 대조군 687명을 대상으로 환자대조군 연구를 수행하였다. 여성에서 모든 유기용제에 노출된 경우에 교차비가 2.3(95% CI, 1.3-4.2), 염소화 지방족탄화수소 유기용제에 노출된 경우에는 2.1(95% CI, 1.1-3.9), 트리클로로에틸렌에서는 2.0(95% CI, 1.0-4.0)이었다. 남성에서는

연관성이 통계적으로 유의하지 않았다. 이러한 결과는 유기용제 노출과 신장세포암 발병 간에는 성별로 감수성의 차이가 있다는 것을 제시하는 것이다.¹³⁾

신세포암의 직업적인 유발인자(occupation-related agents)를 규명하기 위하여 지역사회기반 다기관 환자대조군 연구(population-based multicentre study)로 환자군 935건과 대조군 4,298건을 성, 연령을 짝짓기하여 1991년부터 1995년 사이에 대상자들의 직업력과 생활습관에 대한 조사를 하였다. 직종에 따른 특정 유발인자의 노출 평가는 직종-노출 매트릭스(job-exposure matrices)와 직무-노출 매트릭스(task-exposure matrix)를 이용한 전문가 평가 방식(expert-rated)을 이용하였다.

화학업종, 고무업종 및 인쇄업종에서 장기간 종사한 경우에 신장세포암과 연관성이 있었다. 남성에서 유기용제에 노출되는 경우에 교차비는 1.6(95% CI: 1.1-2.3)이었고, 여성에서도 유기용제에 노출되는 경우에 교차비가 2.1(95% CI: 1.0-4.4)이었다. 높은 농도의 카드뮴에 노출되는 경우에 교차비는 남성은 1.4(95% CI: 1.1-1.8), 여성은 2.5(95% CI: 1.2-5.3)이었고, 납에 노출되는 경우에는 남성은 1.5(95% CI: 1.0-2.3), 여성은 2.6(95% CI: 1.2-5.5)이었다. 납땜 흡에 노출되는 경우에 남성은 1.5(95% CI: 1.0-2.4), 납땜(soldering), 용접(welding) 및 밀링절삭(milling)을 하는 여성에서는 교차비가 3.0(95% CI: 1.1-7.8)이었다. 페인트, 광물유, 절삭유, 벤젠, 다환방향족 탄화수소 및 석면에 노출되는 경우에 신장세포암의 발병과 연관성이 있었다. 이 연구결과로 금속과 유기용제에 노출되는 것은 신장세포암을 발생시킬 수 있다는 것을 제시하였다. 또한 감수성에 있어서 성차가 관찰되었다.¹⁴⁾

몬트리올에서 지역사회기반 환자대조군연구로 신세포암 환자 142건과 533건의 대조군을 대상으로 직업력조사를 하여 294개 화학물질에 대한 노출평가를 하여 직업적 위험인자를 파악하는 연구를 하였다. 인쇄공(printer), 요양원 근로자(nursery worker), 항공기 정비사(aircraft mechanic), 농부(farmer) 및 원예가(horticulturist)에서 위험이 증가하였다. 인쇄관련 서비스업(printing-related services), 국방업무(defense services), 도매업(wholesale trade) 및 소매업(retail trade)에서 위험이 증가하였다. 크롬 화합물, 6가크롬, 무기산, 스타이렌부타디엔고무, 오존, 황화수소, 자외선, 모발분진, 펠트분진(felt dust), 제트엔진 배출물(jet fuel engine emissions), 제트엔진, 항공가솔린, 인산 및 잉크 등에 노출되는 경우에 위험도가 증가하였다.¹⁵⁾

캐나다에서 특정 화학물질과 신세포암의 연관성을 확인하기 위하여 환자군 1,279건과 대조군 5,370건을 대상으로 1994년부터 1997년 사이에 우편설문조사가 수행되었다. 조사대상 화학물질은 17가지였고, 이 중에서 벤젠, 벤지딘, 콜타르, 검댕, 피치, 크레오소트 또는 아스팔트, 농약(제조제), 광물류와 윤활유,

머스터드 가스, 농약 비닐클로라이드에서 신세포암의 발생이 증가하는 것이 관찰되었다. 특정화학물질에 노출되지 않는 경우에 비하여 교차비가 각각 1.8 (95% CI, 1.2-2.6), 2.1 (1.3-3.6), 1.4 (1.1-1.8), 1.6 (1.3-2.0), 1.3 (1.1-1.7), 4.6 (1.7-12.5), 1.8 (1.4-2.3) 및 2.0 (1.2-3.3)이었다. 카드뮴과 이소프로필 알코올에서도 위험도가 증가하였다. 벤젠, 벤지딘, 카드뮴, 제초제 및 염화비닐에서는 노출기간에 따라서 신세포암의 발병이 증가하였다. 여성에서는 노출된 경우가 적어서 추가적인 연구가 필요하였다.¹⁶⁾

100건의 환자군과 200건의 대조군을 대상으로 신장암의 위험요인을 파악하기 위하여 질문지를 이용한 환자대조군연구를 하였다. 10년 이상 유기용제에 노출된 군에서 신세포암에 대한 교차비가 2.2 (95% CI: 1.0-4.8)이었다. 농약과 황산구리(copper sulphate)에 노출된 경우에는 교차비가 2.0 (95% CI: 0.8-4.7)이었다. 유기용제와 황산구리에서는 노출기간과 연관성이 있었으나 농약의 경우에는 그렇지 않았다.¹⁷⁾

이탈리아 북부지역에서 신장암의 직업적 위험요인을 파악하기 위한 병원기반 환자대조군 연구를 시행하였다. 1986년부터 1994년 사이에 신세포암으로 진단된 환자 324건과 같은 병원에 신장세포암 이외의 질환으로 입원한 환자들을 성과 연령 및 거주지역을 짝짓기 하여 환자군 249건과 대조군 238건을 대상으로 직업력, 식이습관, 흡연습관, 음주 습관 및 약물 복용에 대하여 조사하였다. 흡연, 음주 및 비만도를 보정하고 교차비를 구한 결과 남성에서 철도 근로자(railway workers)는 10.14(95% CI, 1.46-70.17)이었고, 석면에 노출되는 경우는 7.11(95% CI, 1.46-34.51)이었고, 관리직은 3.59(95% CI, 0.82-15.59), 금속근로자(metal workers)는 2.21(95% CI, 0.99-5.37)이었다. 철도 근로자에서 교차비가 증가하는 것은 석면노출 관련이 있을 가능성이 높다.¹⁸⁾

트리클로로에틸렌(TCE)과 신세포암의 연관성을 규명하기 위하여 환자군 134건과 401건의 대조군을 대상으로 독일에서 수행된 연구에서 금속탈지작업(metal degreasing)에서 신세포암의 교차비는 5.57(95% CI 2.33-13.32)이었다.¹⁹⁾

406건의 환자군과 2,434건의 대조군을 대상으로 한 연구에서 남성에서 기능공과 정비공에서 교차비가 1.9(95% CI, 1.2-2.9), 조립공은 2.5(95% CI, 0.8-7.6), 자동차 정비공은 1.9(95% CI, 0.9-3.9), 도매업종사자는 1.5(95% CI, 0.7-3.2), 농산물판매자는 4.4(9% CI, 1.3-15.5), 서비스 용역관리자는 2.2(95% CI, 1.0-5.1), 금융종사자는 2.7(95% CI, 1.0-7.6), 판매종사자는 1.8(95% CI, 1.0-3.3), 보안업무종사자는 5.4(95% CI, 1.4-20.7), 농부는 1.9(95% CI, 1.0-3.7)이었다. 여성에서는 창고근무자(employees in depository institutions)는 교차비가 3.6(95% CI, 1.1-11.3), 대학기관근무자는 7.6(95% CI, 2.3-25.6) 소매 및 채소가게근무자(retail, including those in grocery stores)는 2.2(95% CI, 1.0-4.7)이었다.²⁰⁾

트리클로로에틸렌(TCE)에 의한 신장암 발생의 영향을 규명하기 위하여 프랑스에서 환자대조군 연구를 수행하였다. 86건의 환자군과 316건의 대조군에 대하여 눈가림방식으로 전화면접조사를 하여 정보를 수집하였다. 교차비가 2.16 (1.02-4.60)이었고, 양-반응 관계가 관찰되었다. 최고 노출군에서는 교차비가 2.73 (1.06-7.07)이었다. 절삭유에 대하여 보정한 후에는 통계적 유의성을 보이지 않았다. 따라서 저농도 노출에서 신장암과의 연관성에 대한 추가연구가 필요하다.²¹⁾

중앙과 동유럽쪽은 전 세계적으로 신세포암이 많은 곳이다. 이 연구는 신장암에 대한 직업적인 위험인자를 밝히기 위하여 1999년부터 2003년 사이에 체코, 폴란드, 루마니아와 러시아 지역에서 병원기반 환자대조군 연구를 수행하였다. 환자군 992건과 대조군 1,459건에 대하여 직업력과 교란인자를 조사하였다. 농업종사자와 낙농업 종사자에서 교차비가 1.43(95% CI 1.05-1.93)이었다. 일반 농업에 종사하는 여성에서는 교차비가 2.73(95% CI 1.05-7.13)이었다. 농업종사기간이 길어질수록 교차비도 증가하였다. 건축가와 엔지니어에서는 교차비가 1.89(95% CI 1.35-2.65)이었고, 기계엔지니어에서는 1.71(95% CI 1.03-2.84)이었다. 이 연구에서 농업 특히 여성 농업종사자에서 신세포암의 발병이 증가하는 것을 관찰하였다.²²⁾

신세포암과 기존에 발암물질로 알려졌거나 의심되는 중금속(known and suspected carcinogenic metals)과의 연관성을 조사하기 위하여 1999-2003사이에 병원기반 환자대조군 연구를 체코, 폴란드, 루마니아 및 러시아에서 수행하였다. 환자군은 1,097건, 대조군은 1,476건이었다. 비소, 카드뮴, 크롬(III), 크롬(VI) 및 니켈 노출에 대하여 직업력에 대한 설문조사와 산업위생전문가들의 판단을 근거로 하였다. 납 노출에서는 신세포암의 교차비가 1.55(95% CI, 1.09-2.21), 카드뮴 노출에서는 1.40(95% CI, 0.69-2.85)이었다. 이외의 다른 중금속은 연관성이 관찰되지 않았다. 카드뮴은 통계적 유의성도 없고 양-반응관계도 보이지 않아서 발암요인일 가능성은 거의 없고, 납의 경우에는 고농도의 노출에서는 발암가능성이 높아 보이므로 이에 대한 추가연구가 필요하다.²³⁾

신세포암의 원인으로서는 특정 직업은 아직까지 명확하지 않다. 이 연구는 특정 직업과 산업에 종사하는 것과 신세포암과의 연관성을 규명하기 위하여 수행하였다. 2002년부터 2007년 사이에 디트로이트와 시카고에서 Caucasians과 African Americans을 대상으로 지역사회기반 환자대조군연구로 하였다. 환자군 1,217건과 대조군 1,235건을 대상으로 개별면담을 시행하여 직업력을 조사하였다. 5년 이상 작물재배 농업에 종사한 경우(agricultural crop production industry)에 신세포암에 대한 교차비는 3.3 (95% CI, 1.0-11.5)이었고, 종사기간에 따라서 증가하는 경향이 관찰되었다. 세탁업(dry-cleaning

industry)에 종사한 경우에도 신세포암 발생이 증가하여 교차비는 2.0(95% CI, 0.9-4.4)이었다. 경찰과 공중의 안전분야에 종사하는 근로자(police/public safety workers), 보건의료 종사자(health care workers) 및 의료기사(technicians), 전자산업 종사자(employment in the electronics), 자동차 정비(auto repair), 청소 및 용역서비스업(cleaning/janitorial services industries)에서 신장세포암과 연관성이 관찰 되었다. 사무직 종사자, 컴퓨터 과학 및 관리직(사무, 법률 및 교육업 종사)에서는 신세포암 발생이 평균보다 낮았다. 이 연구에서는 농업과 세탁업에서 신세포암 특히 클리어 셀 신세포암(ccRCC)의 발생이 유의하게 증가하는 것을 관찰하였다.²⁴⁾

요약 및 결론

신세포암의 위험인자로 작업장의 유해인자에 대해서는 알려진 것이 별로 없다. 따라서 대부분의 신세포암에 대해서 업무관련성을 인정하지 않고 있다. 그러나 어떤 직종과 산업 및 특정 화학물질에 대한 직업적인 연관성이 보고되고 있다.

앞에서 정리한 21편의 신세포암과 직업적인 위험요인과의 연관성에 대한 환자대조군 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 신장세포암 발생과 연관성이 보고된 업종

신세포암 발생과 연관성이 보고된 업종으로는 직물업, 가죽제조업, 고무산업, 세탁업,^{6), 7), 24)} 용광로와 코크스오븐 산업(blast-furnace or coke-oven industry), 제철 및 제강산업 등이며, 세탁업은 두 편의 연구에서 교차비가 각각 2.49(0.97-6.35)⁶⁾와 2.0(0.9-4.4)²⁴⁾으로 드라이클리닝 용제가 신장세포암을 유발할 가능성을 시사하고 있다. 정유산업에서 교차비는 2.60(0.88-7.63)⁷⁾이었고, 제철 및 제강산업(iron and steel industry)에서는 1.6(1.2-2.2)이었다.⁷⁾

2. 신세포암 발생과 연관성이 보고된 직종

신세포암 발생과 연관성이 보고된 직종으로는 트럭운전수(truck driver)⁵⁾, 철도근로자(railway worker)에서 교차비는 10.14(1.46-70.17)¹⁸⁾, 금속근로자(metal worker)는 2.21(0.99-5.37)¹⁸⁾, 판매종사자(sales workers)는 2.1(1.2-4.0)⁸⁾, 관리직(managers)에서는 두 편의 연구에서 각각 3.3(1.2-8.9)⁸⁾과 3.59(0.82- 15.59)¹⁸⁾, 섬유산업 근로자와 재단사(textile workers and tailors)에서 6.2(1.1-33.7)²⁰⁾, 기능공과 정비공에서 1.9(1.2-2.9)²⁰⁾, 조립공에서 2.5(0.8-7.6)²⁰⁾, 자동차 정비공에서 1.9(0.9-3.9)²⁰⁾, 도매업종사자에서 1.5(0.7-3.2)²⁰⁾, 농산물판매자에서 4.4(1.3-15.5)²⁰⁾, 서비스 용역관리자에서 2.2(1.0-

5.1)²⁰⁾, 금융종사자에서 2.7(1.0-7.6)²⁰⁾, 판매종사자에서 1.8(1.0-3.3)²⁰⁾, 보안업무종사자에서 5.4(1.4-20.7)²⁰⁾, 농부에서 1.9(1.0-3.7)²⁰⁾, 농부와 낙농업 종사자에서 1.43(1.05-1.93)²²⁾, 여성 농부에서 2.73(1.05-7.13)²²⁾, 작물재배 농업 종사자(agricultural crop production industry)에서 3.3(CI, 1.0-11.5)²⁴⁾, 여성 창고근무자(employees in depository institutions)에서 3.6(1.1-11.3)²⁰⁾, 대학기관 근무자에서 7.6(2.3-25.6)²⁰⁾, 소매 및 채소가게 근무자(retail, including those in grocery stores)에서 2.2(1.0-4.7)²⁰⁾, 건축가와 엔지니어(architect and engineer)에서 1.89(1.35- 2.65)²²⁾, 기계 엔지니어(machine engineer)에서 1.71(95% CI 1.03-2.84)²⁰⁾이었다.

3. 신세포암 발생과 연관성이 보고된 유해인자

신세포암의 직업적으로 관심이 되는 요인으로서는 석면, 가솔린, 유기용제(특히 트리클로로에틸렌) 등이다. 중금속에 노출되는 경우도 신장암이 증가한다는 것이 관찰되었다. 비소, 베릴륨, 카드뮴, 6가크롬과 그 화합물 등은 국제암연구기구(IARC)에서 인간에 대한 발암인자로 분류하고 있다. 무기납과 그 화합물은 인간에 대해서 발암성이 의심되는 것으로 분류하고 있다.

- 석유⁴⁾, 기타 석유제품(petroleum product)은 1.6(1.3-2.1)¹⁰⁾, 가솔린은 1.6(1.2- 2.0)¹⁰⁾, 타르(4), 피치(제품)⁴⁾, 석면은 세 편의 연구에서 각각 1.62(1.04-2.53)⁷⁾, 1.4(1.1-1.8)¹⁰⁾, 7.11(1.46-34.51)¹⁸⁾이었다.
- 드라이클리닝 용제는 두 편의 연구에서 각각 1.4(1.1-1.7)¹⁰⁾, 2.0(0.9-4.4)²⁴⁾이었다.
- 유기용제는 2.2(1.0-4.8)¹⁷⁾이었고, 여성의 경우에 2.3(1.3-4.2)¹³⁾, 남성의 경우에 1.6(1.1-2.3)¹⁴⁾이었다.
- 염소화 지방족탄화수소 유기용제는 여성의 경우에 2.1(95% CI, 1.1-3.9)¹³⁾, 트리클로로에틸렌은 2.0(1.0-4.0)¹³⁾, 다른 연구에서는 2.16(1.02-4.60)²¹⁾, 금속탈지작업(metal degreasing)에서 5.57(2.33-13.32)¹⁹⁾이었다.
- 벤젠은 1.8 (1.2-2.6)¹⁶⁾, 벤지딘은 2.1(1.3-3.6)¹⁶⁾, 콜타르, 검댕, 피치, 크레오소트 또는 아스팔트는 1.4(1.1-1.8)¹⁶⁾, 광물유와 윤활유는 1.3(1.1-1.7)¹⁶⁾, 머스터드 가스는 4.6(1.7-12.5)¹⁶⁾, 비닐클로라이드는 2.0(1.2-3.3)¹⁶⁾이었다.
- 제초제는 1.6(1.3-2.0)¹⁶⁾, 농약은 1.8(1.4-2.3)¹⁶⁾, 농약과 황산구리(copper sulphate)는 2.0(0.8-4.7)¹⁷⁾이었다.
- 카드뮴은 두 편의 연구에서 각각 2.0(1.0-3.9)¹⁰⁾, 1.40(0.69-2.85)²³⁾이었고, 또 다른 연구에서 여성의 경우에 2.5(1.2-5.3)¹⁴⁾, 남성의 경우에 1.4(1.1-1.8)¹⁴⁾이었다.
- 납은 1.55(1.09-2.21)²³⁾이었고, 다른 연구에서 남성의 경우에 1.5(1.0-2.3)¹⁴⁾, 여성의 경우에 2.6(1.2-5.5)¹⁴⁾이었다.

신세포암과 직업적인 유해인자와의 연관성에 대한 환자대조군 연구결과는 일부에서는 연관성이 있는 것으로 다른 일부에서는 그렇지 않은 혼합된 결과를 보여주고 있다. 🐾

참고문헌

1. World Health Organization; Global cancer rates could increase by 50% to 15 million by 2020; URL: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2003/pr27/en/>
2. "Cancer Facts & Figures 2008", American Cancer Society, www.cancer.org, URL: <http://www.cancer.org/downloads/STT/2008CAFFfinalsecured.pdf>
3. 'Kidney Cancer', American Urological Association Foundation, URL: <http://www.urologyhealth.org/adult/index.cfm?cat=04&topic=124>
4. McLaughlin JK, Mandel JS, Blot WJ, Schuman LM, Mehl ES, Fraumeni JF Jr. A population-based case-control study of renal cell carcinoma. *J Natl Cancer Inst.* 1984 Feb;72(2):275-84.
5. Brownson RC. A case-control study of renal cell carcinoma in relation to occupation, smoking, and alcohol consumption. *Arch Environ Health.* 1988 May-Jun;43(3):238-41.
6. Asal NR1, Geyer JR, Risser DR, Lee ET, Kadamani S, Cherg N. Risk factors in renal cell carcinoma. II. Medical history, occupation, multivariate analysis, and conclusions. *Cancer Detect Prev.* 1988;13(3-4):263-79.
7. McCredie M, Stewart JH. Risk factors for kidney cancer in New South Wales. IV. Occupation. *Br J Ind Med.* 1993 Apr;50(4):349-54.
8. Aupérin A, Benhamou S, Ory-Paoletti C, Flamant R. Occupational risk factors for renal cell carcinoma: a case-control study. *Occup Environ Med.* 1994 Jun;51(6):426-8.
9. Møller A1, Engholm G, McLaughlin JK, Olsen JH. Occupational risk factors for renal-cell carcinoma in Denmark. *Scand J Work Environ Health.* 1994 Jun;20(3):160-5.
10. Mandel JS1, McLaughlin JK, Schlehofer B, Møller A, Helmer U, Lindblad P, McCredie M, Adami HO. International renal-cell cancer study. IV. Occupation. *Int J Cancer.* 1995 May 29;61(5):601-5.
11. Schlehofer B1, Heuer C, Blettner M, Niehoff D, Wahrendorf J. Occupation, smoking and demographic factors, and renal cell carcinoma in Germany. *Int J Epidemiol.* 1995 Feb;24(1):51-7.
12. Delahunt B, Bethwaite PB, Nacey JN. Occupational risk for renal cell carcinoma. A case-control study based on the New Zealand Cancer Registry. *Br J Urol.* 1995 May;75(5):578-82.
13. Dosemeci M1, Cocco P, Chow WH. Gender differences in risk of renal cell carcinoma and occupational exposures to chlorinated aliphatic hydrocarbons. *Am J Ind Med.* 1999 Jul;36(1):54-9.
14. Pesch B1, Haerting J, Ranft U, Klimpel A, Oelschlägel B, Schill W. Occupational risk factors for renal cell carcinoma: agent-specific results from a case-control study in Germany. MURC Study Group. Multicenter urothelial and renal cancer study. *Int J Epidemiol.* 2000 Dec;29(6):1014-24.
15. Parent ME, Hua Y, Siemiatycki J. Occupational risk factors for renal cell carcinoma in Montreal. *Am J Ind Med.* 2000 Dec;38(6):609-18.
16. Hu J1, Mao Y, White K. Renal cell carcinoma and occupational exposure to chemicals in Canada. *Occup Med (Lond).* 2002 May;52(3):157-64.
17. Buzio L, Tondel M, De Palma G, Buzio C, Franchini I, Mutti A, Axelson O. Occupational risk factors for renal cell cancer. An Italian case-control study. *Med Lav.* 2002 Jul-Aug;93(4):303-9.
18. Mattioli S1, Truffelli D, Baldasseroni A, Risi A, Marchesini B, Giacomini C, Bacchini P, Violante FS, Buiatti E. Occupational risk factors for renal cell cancer: a case-control study in northern Italy. *J Occup Environ Med.* 2002 Nov;44(11):1028-36.
19. Brüning T1, Pesch B, Wiesenhütter B, Rabstein S, Lammert M, Baumüller A, Bolt HM. Renal cell cancer risk and occupational exposure to trichloroethylene: results of a consecutive case-control study in Arnsberg, Germany. *Am J Ind Med.* 2003 Mar;43(3):274-85.
20. Zhang Y, Cantor KP, Lynch CF, Zheng T. A population-based case-control study of occupation and renal cell carcinoma risk in Iowa. *J Occup Environ Med.* 2004 Mar;46(3):235-40.
21. Charbotel B, Fevotte J, Hours M, Martin JL, Bergeret A. Case-control study on renal cell cancer and occupational exposure to trichloroethylene. Part II: Epidemiological aspects. *Ann Occup Hyg.* 2006 Nov;50(8):777-87.
22. Heck JE, Charbotel B, Moore LE, Karami S, Zaridze DG, Matveev V, Janout V, Kollárová H, Foretova L, Bencko V, Szeszenia-Dabrowska N, Lissowska J, Mates D, Ferro G, Chow WH, Rothman N, Stewart P, Brennan P, Boffetta P: Occupation and renal cell cancer in Central and Eastern Europe. *Occup Environ Med* 2010, 67:47-53.
23. Boffetta P1, Fontana L, Stewart P, Zaridze D, Szeszenia-Dabrowska N, Janout V, Bencko V, Foretova L, Jinda V, Matveev V, Kollarova H, Ferro G, Chow WH, Rothman N, van Bemmelen D, Karami S, Brennan P, Moore LE. Occupational exposure to arsenic, cadmium, chromium, lead and nickel, and renal cell carcinoma: a case-control study from Central and Eastern Europe. *Occup Environ Med.* 2011 Oct;68(10):723-8.
24. Karami S1, Colt JS, Schwartz K, Davis FG, Ruterbusch JJ, Munuo SS, Wacholder S, Stewart PA, Graubard BI, Rothman N, Chow WH, Purdue MP. A case-control study of occupation/industry and renal cell carcinoma risk. *BMC Cancer.* 2012 Aug 8;12:344.