보건분야-연구자료
연구원 2002- -

진폐근로자 코호트를 통한 폐암 발생 예측에 관한 연구(Ⅰ)

한국산업안전공단
산업안전보건연구원

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서를 2002년도 공단 연구사업계획에 따라 수행한 "진폐근로자 코호트를 통한 폐암 발생 예측에 관한 연구 (Ⅰ)"의 최종 보고서로 제출합니다.

2002년 12월 31일

연 구 기 관 : 산업안전보건연구원
산 업 역 학 조 사 팀
연구책임자 : 최 병 순 (수석연구원)

요 약 문

1. 과 제 명

진폐근로자 코호트를 통한 폐암 발생 예측에 관한 연구(Ⅰ)

2. 연구기간

2002년 1월 1일 - 2002년 12월 31일 (12개월)

3. 연구목적 및 필요성

- 1997년도부터 광업에 종사하였던 진폐증에서 발생한 폐암을 합병증으로 인정

- 1999년도 연구결과인 광업 진폐증자의 폐암 발생률이 일반인구의 1.5-3.4배이며, 연 평균 발생자 33명이라는 추정치의 정확도 검증

4. 연구방법 및 내용

- 1997년부터 2000년까지 4년간을 대상으로 통계청 연앙추계인구 및 한국중앙암등록본부에 등록된 일반인구 폐암자 분류표를 이용하여, 일반인구에서 발생한 폐암자를 비교군으로 함

- 노동부 및 근로복지공단의 진폐심사(심의)결과를 토대로 1997년부터 2000년까지 매년도 폐암 발생이 가능한 진폐증자 확인

- 매년도 진폐증자를 한국중앙암등록본부에 등록된 폐암 자료와 대조하여, 진폐증자 중 발생한 폐암자 확인

- 연도별 및 4년 평균 발생률, 개략분류에 의한 병형별 및 10세 연령군별 발생률 비교

5. 연구결과

- 1997년부터 2000년까지 4년간 진폐증자 중 폐암자가 총 142명으로(모두 남자) 연 평균 35.5명 발생하였고, 이 중 6명은 제조업에 종사하였던 진폐증자에서 발생함

- 진단방법을 알 수 있었던 58명의 진단방법은 원발 부위 조직학적 생검 39명(67.2%), 세포학적 검사 9명(15.5%), 임상검사 7명(12.1%), 전이 부위 조직검사 2명(3.5%), 임상진단 1명(1.7%) 등임

- 세포 형태로는 편평세포암 28명(48.3%), 소세포암 10명(17.2%), 선암 6명(10.4%)이며 나머지 14명은 기타 또는 알 수 없었음

- 병형별 4년 평균 폐암 발생률은 1형이 100,000명당 236.9, 2형이 271.0, 3형 182.9, 대음영 116.5임

- 10세 간격 연령군별 평균 폐암 발생률은 40대가 100,000명당 54.1로 일반인구의 3.6배, 50대 176.2로 2.2배, 60대 298.5로 1.3배, 70세 이후 297.0으로 0.9배임

6. 활용계획

- 석면폐증 및 규폐증을 제외한 탄광부진폐증의 폐암 발생 위험도에 대해서는 전세계적으로 논란이 많으나, 우리나라 광업 진폐증의 대다수를 차지하는 탄광부진폐증에서 폐암 발생 위험도가 일반인구에 비해 높다는 사실을 실증적으로 확인한 연구로 국제학술지에 발표 예정임

- 본 연구를 토대로 진폐증이 발생하지 않은 지하 광업 종사 경력자의 폐암 발생 위험도에 관한 연구를 추진

7. 중심어

광업, 진폐증, 코호트, 폐암, 발생률

차 례

요 약 문 ····· i
차 례 ····· iii
표 목 차 ····· iv
그림목차 ····· iv

Ⅰ. 서론 ····· 1
1. 연구배경 및 필요성 ····· 1
2. 연구목적 ····· 10

Ⅱ. 연구방법 및 내용 ····· 11
1. 대상 및 자료 ····· 11
2. 자료분석 ····· 12

Ⅲ. 연구결과 ····· 15
1. 진폐증자 ····· 15
2. 진폐증자 중 폐암자 ····· 26
3. 폐암 발생률 ····· 30

Ⅳ. 고찰 ····· 33

참고문헌 ····· 40

표 목 차

<표 1- 1> 성별, 연령별 폐암(기관 및 기관지 포함) 등록(발생) 상황 ···· 8
<표 1- 2> 성별, 연령별 폐암(기관 및 기관지 포함) 사망 상황 ····· 9
<표 3- 1> 1997년도 진폐증자의 성별, 연령별 병형 분포 ····· 18
<표 3- 2> 1998년도 진폐증자의 성별, 연령별 병형 분포 ····· 19
<표 3- 3> 1999년도 진폐증자의 성별, 연령별 병형 분포 ····· 20
<표 3- 4> 2000년도 진폐증자의 성별, 연령별 병형 분포 ····· 21
<표 3- 5> 1997년도 진폐증자의 성별, 직업력별 병형 분포 ····· 23
<표 3- 6> 1998년도 진폐증자의 성별, 직업력별 병형 분포 ····· 23
<표 3- 7> 1999년도 진폐증자의 성별, 직업력별 병형 분포 ····· 24
<표 3- 8> 2000년도 진폐증자의 성별, 직업력별 병형 분포 ····· 24
<표 3- 9> 진폐증자 중 폐암자의 병형 분포 ····· 27
<표 3-10> 진폐증자 중 폐암자의 병형 분포 ····· 27
<표 3-11> 40세 이상 남자 폐암자의 최종 진단방법 ····· 28
<표 3-12> 40세 이상 남자 폐암자의 폐암 세포 형태 ····· 29
<표 3-13> 40세 이상 진폐증자 중 남자 폐암자의 치료방법 ····· 29
<표 3-14> 남자 광업 진폐증자의 병형별 폐암 발생률 ····· 31
<표 3-15> 남자 광업 진폐증자의 연령별 폐암 발생률 ····· 31

그 림 목 차

[그림 3-1] 진폐증자 모집단 확정 과정 및 결과 ····· 16
[그림 3-2] 연도별 진폐증 병형 분포 - 남자 ····· 22
[그림 3-3] 연도별 진폐증 병형 분포 - 여자 ····· 22
[그림 3-4] 연도별, 직업력별 진폐증 순증가율 - 남자 ····· 25
[그림 3-5] 연도별, 직업력별 진폐증 순증가율 - 여자 ····· 25
[그림 3-6] 광업 진폐증자 및 일반인구의 연령별 폐암 발생률 ····· 32

Ⅰ. 서 론

1. 연구배경 및 필요성

진폐증자는 소음성 난청자와 함께 직업병 유소견자의 절대 다수를 차지하는데, 1987년도에 최고 72.7%로 매년 40-60%를 차지하다가 최근 감소하는 추세에 있다. 물론 이 유소견자들 모두가 매년 새로이 발생하는 것은 아니고, 과거에 직업병 유소견자로 판정받은 근로자라도 현직에 종사하는 한 계속 유소견자로 판정되므로 실제 새로이 발생하는 진폐증 유소견자는 누적 유소견자와는 다르다. 그러나 1980년대 후반부터 시작된 석탄산업합리화조치에 의해 석탄광업이 침체되면서 우리나라 진폐증자의 대다수를 차지하는 탄광부진폐증 유소견자가 줄어 전체 직업병 유소견자 중 진폐증 유소견자가 차지하는 비중은 감소되고 있지만, 주물, 조선, 용접 등 제조업에서 발생하는 진폐증이 새로이 주목을 받고 있다(최병순, 1997a). 우리나라의 산업화 과정을 감안할 때 시기적으로 이들 산업에서 진폐증자가 많이 발생할 때가 된 것도 그 하나의 이유가 되겠다.

이와 같이 진폐증은 현재뿐만 아니라 앞으로도 계속 중요한 업무상 질병으로 남아 있을 수밖에 없는데 진폐증의 질병 특성상 치료가 되지 않는다는 점을 고려할 때, 진폐증자에 대한 사후관리는 그 어떤 업무상 질병에 대한 사후관리보다 중요하다 하겠다. 그러나 이와 같은 진폐증자의 총수에 대해서도 진폐증자의 모임인 진폐재해자협회에서는 약 55,000명으로, 노동부나 근로복지공단에서는 약 25,000명으로 밝히고 있어 현격한

차이가 있지만 그 정확한 수에 대해서는 어느 누구도 자신있게 말하지 못하고 있다가 1998년 노동부 용역에 의한 연구에서 1992-1996년 기간에 13,000명 내외라는 사실이 처음 밝혀졌다(최병순 등, 1999).

우리나라에서는 직업적인 분진 노출에 기인하는 모든 진폐증을 업무상 질병으로 근로기준법에 명시하고 있고, 1963년에 제정된 산업재해보상보험법(산재보상보험법)에는 진폐증과 그 합병증의 판정을 위한 정밀진단 실시 및 보상기준, 보험급여의 청구, 지급절차, 분진작업의 범위, 기타 요양관리에 관한 사항이 규정되어 있다. 그러다가 1981년 12월 31일 산업안전보건법이 제정되어 건강진단 항목 및 진단방법이 보완되면서 특수건강진단이 본격화되었다. 또한 1984년 12월 31일에는 진폐의예방과진폐근로자의보호등에관한법률(진폐보호법)이 별도의 특별법으로 제정되어 석탄, 철, 텅스텐, 금은, 연 및 아연, 규석 채굴, 흑연, 활석 등 8 종류의 광업과 진폐증으로 산재보상보험법에 의한 유족급여나 장해급여를 받은 근로자가 있는 광업에 종사하는 근로자만을 대상으로 적용하고 있다.

그러나 진폐증에 대해서는 이렇게 다른 어떤 업무상 질병보다도 법적으로 특별히 관리하고 있는데도 불구하고, 현재까지 진폐증의 진단과 진폐증 유소견자의 사후관리를 둘러싼 문제점이 계속 제기되고 있다. 그 중 대표적인 것이 1990년대 초 경북 문경 및 영주지역 진폐증자들이 자신들의 진폐증 병형에 대해 집단적으로 이의를 제기한 것과, 1995년 전국의 조선업에 종사하는 용접공들이 특수건강진단을 통한 진폐증 병형의 판정에 대하여 문제를 제기한 것 등이다.

이와 같은 문제가 제기되는 원인은 여러 가지가 있을 수 있으나, 우선 단순 흉부방사선검사에 의한 진폐증 진단의 한계를 들 수 있다(최병순, 1995). 우리나라에서는 진폐증에 대해서 그 원인이 무엇이든 단순 흉부방

사선검사를 한 후, 1980년에 5차로 개정된 국제노동기구의 국제분류법에 따라 진단하도록 되어 있다(ILO, 1980). 정밀진단 단계에서는 여러 특수검사를 상황에 따라 실시할 수 있으나, 이는 합병증의 확인이나 진폐증 이외 질환의 가능성을 배제하기 위한 것이다.

이렇게 단순하다고 할 수 있는 진단에 있어서도 몇 가지 고려해야 할 점이 있다. 즉 분진 흡입 이외에도 근로자의 여러 요인에 의해 단순 흉부방사선검사의 결과가 달라질 수 있고, 촬영 방법에 의해서도 영향을 받을 수 있다. 또한 단순 흉부방사선검사에 의해 진폐증 소견을 판독할 때, 판독자간 그리고 동일한 판독자라도 시간을 달리할 경우 판독결과에 편차가 있다. 이런 점 때문에 국제분류법에도 촬영시의 여러 가지 조건 및 판독시의 주의점이 자세하게 규정되어 있고 표준사진을 제공하여 판독시 계속 참조하도록 되어 있으나, 이 편차는 현재까지 완전히 해결되지 못하고 있다. 더구나 우리나라에서는 이러한 편차가 용인될 수 있는 수준을 넘어 매우 심각한 실정임이 밝혀졌다(최병순 등, 1997).

따라서 단순 흉부방사선검사로 진폐증을 진단할 때 검사 자체의 한계 때문에 이미 문제의 소지가 있기는 하지만, 이러한 문제점을 최대한 줄이고자 하는 노력을 게을리할 수 없다. 이러한 노력의 일환으로 우리나라에서도 1990년대 초 전국 지역별로 진폐증 판독을 의뢰할 수 있는 진단방사선과 전문의를 지정하였으나, 그 전문의들이 이동하는 등 변동요인이 있는데도 불구하고 그 후 별도의 후속조치가 뒤따르지 않았다. 또한 진폐증의 정밀진단은 일부 의료기관(2001년 말 현재 10개 진폐 정밀건강진단기관)에서만 할 수 있도록 되어 있는데, 이들 기관의 진폐증 판독소견이 서로 다를 수도 있다(최병순, 1997b).

다행히 이와 같은 문제를 해결하고자 실태조사 후 구체적인 방안을 마

련하여(임정기 등, 1995; 최병순 등, 1996) 1996년부터 법적으로 방사선촬영에 관여하는 방사선기사, 1997년부터는 진단에 관여하는 진단방사선과 전문의를 대상으로 정도관리가 실시됨으로써, 가장 중요한 문제가 해결될 가능성이 보이고 있다.

진폐증자의 사후관리에 있어서 또 하나 중요한 문제는 요양급여 및 유족급여의 대상이 되는 합병증의 범위이다. 현재 우리나라에서는 진폐증과 동반하여 발생한 폐결핵, 결핵성 흉막염, 기관지염, 기관지확장증, 폐기종, 기흉, 폐성심, 원발성 폐암 등 8가지 질병을 진폐증의 합병증으로 인정하여 각종 급여를 실시하고 있다. 이 중 원발성 폐암은 본 연구자가 1998년도에 노동부의 용역연구를 통하여 광업에 종사하였던 진폐증자의 폐암 발생률이 일반인구보다 최저 1.5배, 최고 3.4배 높다는 연구결과를 제시한 것을 근거로 하여(최병순 등, 1999) 1999년 산재보상보험법이 개정되면서 광업에 종사하였던 진폐증자에서 1997년부터 발생한 원발성 폐암을 새롭게 합병증으로 인정하였다.

한편 사망원인이 암인 사망자에서 과거 2위 내지 3위를 차지하던 폐암이 2000년도부터 1위가 되어 서구 선진국과 마찬가지로 우리나라에서도 다른 어느 암보다 폐암이 중요하게 되었다. 광부들이 노출되는 발암물질은 광산 및 작업형태에 따라 정도의 차이는 있으나 라돈(전리방사선), 석면, 중금속(크롬, 니켈, 카드뮴 등), 유리규산, 다핵방향족 탄화수소(polycyclic aromatic hydrocarbons(PAHs), nitro-PAHs) 및 디젤엔진 연소물질 등 다양하다(Weeks, 1998).

석면에 노출될 경우 악성 중피종뿐만 아니라 폐암이 호발한다는 사실은 잘 알려져 있으나(Browne, 1994; Morgan과 Gee, 1995; Rom, 1998) 탄광부진폐증에 있어서는 연구결과가 일정하지 않다. 규폐증의 발생에 결

정적인 영향을 미치는 이산화규소는 결정형과 비결정형이 있는데 국제암연구회(International Agency for Research on Cancer, IARC)에서는 비결정형의 발암성을 Group 3(발암성 미분류)로 분류하는 반면, 광업에 종사하는 근로자들이 필연적으로 노출될 수밖에 없는 결정형은 Group 1(인체 발암성 확인)으로 분류하고 있다(IARC, 1997). 또한 흡연, 라돈, 탄화수소 등의 혼란변수가 적절하게 제어되지 못하고 선택편견(selection bias) 등의 문제가 있기는 하나(Spivack, 1990), 전 세계적으로 유리규산에 노출되는 근로자들에서 폐암 발생 위험성이 높다는 사실은 많은 역학조사에서 밝혀져 있다(Pairon 등, 1991).

미국, 영국, 중국, 남아프리카공화국 등의 코호트 사망연구에 의하면 광부들에서 폐암에 의한 사망률이 2-5배 정도 높았는데(Chen 등, 1990; Hodgson과 Jones, 1990; Amandus와 Costello, 1991; Hnizdo와 Sluis Cremer, 1991; Chen 등, 1992), 미국의 금속광부들 중 규폐증자들은 폐암에 의한 연령 및 흡연 보정 표준화사망비가 비규폐증자들보다 유의하게 높았으며(Amandus와 Costello, 1991), 영국에서도 지하에서 주석을 채광하는 광부들은 지상작업자들보다 더 위험한 것으로 나타났다(Hodgson과 Jones, 1990).

이탈리아, 캐나다, 일본, 인도네시아 등의 코호트 연구에서 규폐증자들은 일반인구에 비해 폐암의 비교위험도가 1.3-6.9배 높으면서 비흡연자에서도 폐암이 더 많았고(Ziskind 등, 1976; Finkelstein 등, 1987; Infante-Rivard 등, 1989; Chiyotani 등, 1990; Merlo 등, 1990; Ng 등, 1990; Carta 등, 1991), 화강암, 규조토, 주물, 슬레이트, 세라믹 작업자를 대상으로 한 코호트 연구에서도 역시 폐암 위험도가 높았다(Costello와 Graham, 1988; Mehnert 등, 1990; Tornling 등, 1990; Chia 등, 1991; Sherson 등,

1991; Amandus 등, 1992).

환자-대조군 연구에서는 결과가 일치하지 않는데 이탈리아의 세라믹 근로자에서는 폐암과 규폐증이 서로 관련성이 있었으나(Lagorio 등, 1990) 네덜란드에서는 그렇지 않았고(Meijers 등, 1990), 이탈리아에서는 노출력이나 규폐증이 있는 경우 부검시 대조군에 비해 폐암이 많았으나(Mastrangelo 등, 1988) 남아프리카공화국에서는 차이가 없었다(Hessel 등, 1990). 스칸디나비아 4개국에서도 유리규산 분진에 노출된 85,000여명 근로자들의 폐암 위험도가 직업별, 국가별로 다르게 나타났다(Lynge 등, 1986).

우리나라 진폐증의 대다수를 차지하는 탄광부진폐증에서는 일반인구에 비해 폐암에 의한 사망률이 낮다는 보고가 있는 반면(Liddell, 1973; Costello 등, 1974; Armstrong 등, 1979; Rooke 등, 1979; Ames와 Gamble, 1983; Atuhaire 등, 1985; Miller와 Jacobsen, 1985; Meijers 등, 1991; Kuempel 등, 1995) 높다는 보고도 있는데(Enterline, 1972; Rockette, 1977; Vallyathan 등, 1985), 폐암뿐만 아니라 위암이나 소화기암에 의한 사망률도 높다고 보고되고 있다(Stocks, 1962; Enterline, 1964; Matalo 등, 1972; Rockette, 1977; Ames, 1982; Ames와 Gamble, 1983; Ong 등, 1983; Whong 등, 1983; Miller와 Jacobsen, 1985; Wu, 1990).

이와 같이 외국에서는 진폐증과 폐암의 관련성에 대하여 오래 전부터 연구가 이루어져 왔으나, 우리나라에서는 1980년대 초까지 광업에 종사하는 근로자들을 대상으로 진폐증의 유병률 조사만 간헐적으로 발표되다가 1999년에 처음으로 광업에 종사하였던 진폐증자의 폐암 발생률이 일반인구에서보다 최저 1.5배, 최고 3.4배 높다는 연구결과가 발표되었다(최병순 등, 1999).

한편 우리나라에서는 1980년부터 47개 전공의 수련병원이 참가하여 전국 규모의 암등록사업이 시작되어 2000년 12월 현재 전국의 148개 수련병원이 참가하고 있으며, 전국에서 발생한 암환자 중 약 80%가 등록되는 것으로 추정하고 있다(표 1-1). 또한 전체 사망원인에서 1993년부터 계속 암이 1위를 차지하였고 남자에서도 계속 1위를 차지하고 있는데, 이러한 암 중에서 남녀 모두 폐암의 비중이 약간씩 증가하는 경향을 보이고 있다(표 1-2).

표 1-1과 표 1-2를 비교하면 폐암 발생자가 당해 연도에 반드시 사망하지는 않지만 1997년 폐암 발생(등록)자는 사망자의 93.2%, 1998년 95.5%, 1999년 95.7%, 2000년 88.3% 수준인데 남자에서는 각각 98.0%, 98.6%, 97.7%, 90.7%로 여자의 79.7%, 86.4%, 90.0%, 81.3%보다 높다.

우리나라에서 1973년부터 1992년까지 20년간 탄광부진폐증으로 최초 진단받은 남자 6,452명을 대상으로 한 연구에 의하면(최병순, 1996) 최초로 분진에 노출되기 시작한 연령이 30세 미만인 경우가 35.5%, 30-39세가 40.9%로 40세 미만이 78.6%를 차지하고, 최초로 진폐증 진단을 받은 연령이 40세 미만인 경우가 16.1%, 40-49세가 49.7%, 50-59세가 27.1%로 60세 미만이 전체의 76.8%를 차지하는데, 이들은 분진에 노출된 후 평균 13.2년이 지난 후 진폐증으로 진단받았다. 이를 감안하여 최근 4년간 30세 이상 남자 인구에서 폐암이 발생한 경우와 폐암으로 사망한 경우를 비교하면, 1997년에 발생자가 사망자의 98.4%, 1998년 99.1%, 1999년 98.0%, 2000년 91.1%로 전체 연령에서와 거의 비슷한 수준이다.

표 1-1. 성별, 연령별 폐암(기관 및 기관지 포함) 등록(발생) 상황

연령	1997년		1998년		1999년		2000년	
	남	여	남	여	남	여	남	여
- 9	2 (0.1)	3 (0.1)	2 (0.1)	0 (0.0)	2 (0.1)	0 (0.0)	1 (0.0)	1 (0.0)
10 - 19	3 (0.1)	3 (0.1)	7 (0.2)	1 (0.0)	3 (0.1)	1 (0.0)	1 (0.0)	2 (0.1)
20 - 29	21 (0.5)	18 (0.4)	10 (0.2)	20 (0.5)	22 (0.5)	27 (0.7)	15 (0.4)	14 (0.4)
30 - 39	105 (2.4)	92 (2.2)	107 (2.5)	89 (2.1)	121 (2.8)	95 (2.3)	127 (2.9)	96 (2.3)
40 - 49	516 (17.0)	208 (7.1)	488 (15.3)	203 (6.6)	502 (15.0)	222 (6.9)	492 (13.9)	260 (7.6)
50 - 59	1,659 (81.7)	396 (19.0)	1,659 (79.8)	423 (19.9)	1,667 (78.3)	408 (18.9)	1,687 (77.6)	465 (21.2)
60 - 69	2,827 (227.7)	650 (41.1)	2,860 (218.0)	701 (42.7)	3,113 (225.6)	777 (45.8)	3,127 (216.0)	802 (45.8)
70 -	1,796 (291.3)	619 (53.9)	1,924 (299.3)	662 (55.3)	2,156 (320.9)	858 (68.5)	2,369 (336.2)	788 (60.2)
미상	1	0	0	0	0	0	0	0
합계	6,929 (29.9)	1,989 (8.7)	7,057 (30.3)	2,099 (9.1)	7,586 (32.3)	2,388 (10.3)	7,819 (33.0)	2,428 (10.4)

( ) 연앙 추계인구 100,000명당 발생률

자료 : 보건복지부, 한국중앙암등록본부. 한국중앙암등록 사업 연례 보고서, 1999-2002

이와 같이 가장 중요한 사망원인인 암 중에서 비중이 큰 폐암과, 우리나라의 업무상 질병 중 가장 중요한 진폐증의 관련성에 대한 연구는 국민보건의 입장에서 볼 때 매우 시급한 연구라 할 수 있으며 오히려 많이 늦은 감이 있다. 더구나 IARC에서 광업 근로자들이 노출되는 결정형 유리규산의 발암성을 과거에는 Group 2A로 분류하다가 1997년부터 Group

표 1-2. 성별, 연령별 폐암(기관 및 기관지 포함) 사망 상황

연령	1997년		1998년		1999년		2000년	
	남	여	남	여	남	여	남	여
- 9	2 (0.1)	2 (0.1)	1 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.0)	1 (0.0)	3 (0.1)	1 (0.0)
10 - 19	6 (0.2)	0 (0.0)	3 (0.1)	1 (0.0)	5 (0.1)	4 (0.1)	2 (0.1)	4 (0.1)
20 - 29	47 (1.1)	40 (1.0)	48 (1.1)	32 (0.8)	47 (1.1)	40 (1.0)	51 (1.2)	48 (1.2)
30 - 39	78 (1.8)	57 (1.4)	71 (1.6)	48 (1.2)	56 (1.3)	41 (1.0)	67 (1.5)	49 (1.2)
40 - 49	865 (28.4)	321 (11.0)	803 (25.2)	295 (10.0)	804 (24.0)	275 (8.5)	912 (25.9)	332 (9.7)
50 - 59	901 (44.4)	225 (10.8)	924 (44.4)	230 (10.8)	906 (42.5)	206 (10.0)	893 (41.1)	215 (9.8)
60 - 69	2,642 (212.8)	670 (42.4)	2,708 (206.4)	620 (37.8)	2,960 (214.5)	728 (42.9)	3,133 (216.5)	721 (41.2)
70 -	2,529 (410.1)	1,182 (103.0)	2,597 (404.0)	1,202 (100.5)	2,984 (444.1)	1,359 (108.4)	3,558 (504.9)	1,617 (123.5)
합계	7,070 (30.5)	2,497 (11.0)	7,155 (30.7)	2,428 (10.6)	7,763 (33.1)	2,654 (11.5)	8,619 (36.4)	2,987 (12.8)

( ) 연앙 추계인구 100,000명당 사망률

자료 : 통계청. 사망원인통계연보, 1998-2001

1으로 분류하고 있고, 이들 근로자들이 결정형 유리규산 이외에도 폐암을 일으킬 수 있는 여러 발암물질에 노출된다는 점 등을 고려하면 우리나라의 진폐증자에서 발생하는 폐암에 대한 연구는 매우 중요하다 할 수 있다.

2. 연구목적

본 연구는 이러한 배경 하에서 광업 근로자에서 발생한 진폐증에 동반된 원발성 폐암을 합병증으로 인정하기 시작한 지 5년이 경과한 2002년도에, 과거 본 연구자가 광업에 종사하였던 남자 진폐증자의 폐암 발생률이 일반인구에 비해 1.5 - 3.4배 높고, 매년 원발성 폐암자가 35.4명 발생할 것이라고 예측한 것이 정확한 지 확인하고자 실시하였다.

원래 계획은 1997년부터 2001년도까지 발생한 폐암을 대상으로 하였으나 2002년 말 현재 국립암센터 한국중앙암등록본부로부터 2000년도까지 등록된 자료만 입수할 수 있어 부득이 연구대상 기간을 2000년까지로 단축하였다.

Ⅱ. 연구방법 및 내용

1. 대상 및 자료

본 연구는 1997년부터 2000까지 4년간 일반인구에서 발생한 폐암과 진폐증자에서 발생한 폐암의 발생률 비교를 주 목적으로 삼아, 각각의 모집단 및 폐암 환자를 확인하기 위한 대상 및 자료를 다음과 같은 방식으로 하였다.

가. 일반인구 중 폐암자

일반인구는 통계청의 매 연도 연앙 추계인구를 이용하였다(통계청, 2002). 일반인구 중 폐암자는 현재 국립암센터에 설치되어 있는 한국중앙암등록본부에서 발표한 연례 보고서를 이용하였다(보건복지부와 한국중앙암등록본부, 1999-2002).

나. 진폐증자 중 폐암자

진폐증자는 기존 연구를 통하여 구축한 코호트에 1996년부터 2001년 12월 31일까지 실시한 진폐정밀건강진단 결과를 추가하여 파악하였다.

기존 연구의 코호트는 1998년 8월 이전 진폐정밀건강진단을 실시하여 전국 46개 근로복지공단 지역본부 및 지사에서 보관, 관리(과거에는 노동부 지방노동청 및 지방사무소에서 담당)하고 있는 보험급여원부와 진폐

환자관리(등록)카드 전부를 복사하여 구축하였다. 보험급여원부를 통한 진폐증자의 누락을 방지하기 위하여 노동부 산업보건환경과에서 관리하고 있는, 진폐보호법에 의해 진폐정밀건강진단을 받은 광업 근로자(현직 및 이직)의 전산자료도 보완적으로 이용하였다. 1996년부터 2001년 12월 31일까지 실시한 진폐정밀건강진단 결과는 노동부 진폐심사의 및 근로복지공단 진폐심사협의회 심사 결과서를 이용하였다.

이렇게 구축된 코호트를 국립암센터 한국중앙암등록본부에 등록된 암 자료와 대조하여 1997년부터 2000년 사이에 최초로 진단받은 폐암자를 파악하였다.

2. 자료분석

가. 폐암의 정의

일반인구 및 진폐증자에서 발생한 폐암은 원발 부위가 기관지 및 폐뿐만 아니라(ICD-10 Code, C34) 기관인 암도(C33) 포함하였다. 이는 1994년까지 적용되었던 ICD-9의 162 Code가 1995년부터 적용된 ICD-10에서는 C33과 C34로 분리되었는데, 과거 연구결과와 비교하기 위하여 C33을 포함하였다.

나. 진폐증자 중 폐암자

MS-Excel 2000으로 입력한 진폐정밀건강진단 결과는 이름, 주민등록번호, 사업장, 정밀건강진단 실시일 및 실시기관, 노동부 및 근로복지공단의 관할 지방사무소 및 지사 등을 통하여 중복자를 정리하였다.

직업력은 진폐증자에 대한 법률 적용 및 정책적 결정을 고려하여 진폐보호법의 적용을 받는 8개 광업(석탄, 철, 텅스텐, 금은, 연 및 아연, 규석채굴, 흑연, 활석)에 1년 이상 종사한 광업 근로자와, 이러한 경력이 없는 제조업 근로자로 분류하였다.

연구대상 연도별로 폐암이 발생할 수 있는 진폐증자 모집단은 매 연도 시작일 현재 생존자 중 해당 연도를 포함한 진폐정밀건강진단에서 마지막 진폐 병형이 완전분류에 의할 때 1/0 이상인 경우로 하였다. 다만 최종 진단에서는 병형을 알 수 없었지만 그 전 마지막 진단에서 병형이 1/0 이상인 경우는 병형 미상으로 처리하여 모집단에 포함하였다. 방사선 사진상 대음영(4형)이 있는 근로자는 소음영에 해당하는 병형을 이용하지 않고 대음영으로 처리하였으며 병형은 개략분류에 의하여 1형, 2형, 3형, 대음영으로 나누어 분석하였다.

사망자는 보험급여원부 및 통계청의 1990년부터 2001년까지 사망원인 원자료와 대조하여 파악하였다. 해당 연도 중 사망한 근로자는 연말까지 생존한 것으로 간주하여 해당 연도에 폐암이 발생할 수 있는 모집단에 포함하였고, 사망은 확인되었으나 사망연도를 알 수 없었던 근로자는 연구대상 기간 중(2000년 말까지) 계속 생존한 것으로 간주하였다.

다. 폐암 발생률 비교

일반인구와 진폐증자에서 발생한 폐암자는 연구대상이 광업 종사 경력 근로자라는 점을 감안하여 남자만을 대상으로 10세 간격 연령군별로 비교하였으나, 진폐증자에서 발생한 폐암자의 연령을 고려하여 40세 이상만 비교하였다. 연도별 발생률과 4년간 평균 발생률을 비교하였으며, 진폐증

자에서는 개략분류에 의한 병형에 따라서도 비교하였다.

모든 자료분석은 SPSS 프로그램(version 10.0)을 이용하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 진폐증자

전국 46개 근로복지공단 지역본부 및 지사 중 보관 및 관리하고 있는 진폐증자의 보험급여원부가 없는 7곳과 협조가 이루어지지 않은 1곳을 제외한 총 38개 지역본부 및 지사의 협조를 받아 1998년 6월까지의 보험급여원부 또는 진폐환자관리(등록)카드를 입력한 과거 자료와, 1996년부터 2001년까지 실시한 진폐정밀건강진단 결과를 새로 입력하여 중복자를 정리한 결과 2001년 12월 31일까지 30,006명이 총 80,719건의 진폐정밀건강진단을 받았다.

1997년부터 2000년까지 폐암이 발생할 수 없는 1997년 이전 사망자 2,309명의 6,347건과, 2001년 1월 1일 이후 실시된 2,100명의 6,604건을 제외한 25,597명의 진폐정밀건강진단 67,768건이 1차 분석대상이 되었다(그림 3-1). 이에 대해 1997년인 경우 1998년 1월 1월 이후 진단건을 제외하고, 1998년인 경우 1997년도 사망자 및 1999년 1월 1일 이후 진단건을 제외하는 방식(이후에도 마찬가지 방식)으로 연구대상 4년간 각각 21,369명의 50,492건, 22,703명의 55,930건, 24,009명의 59,631건, 25,969명의 66,348건이 최종 분석대상으로 되었다.

각 근로자별로 각 해당 연도 말까지 마지막 진폐정밀건강진단 결과가 정상인 근로자를 제외한, 의증(병형 0/1) 이상 근로자는 연도별로 각각 17,549명, 18,630명, 19,792명, 21,319명이었다. 이 중 의증을 제외한 1형

(1/0) 이상 진폐증자가 연도별로 각각 15,164명, 16,004명, 16,853명, 17,956명으로 이들이 각 연도에 폐암이 발생할 수 있는 진폐증자 모집단이 되었다.

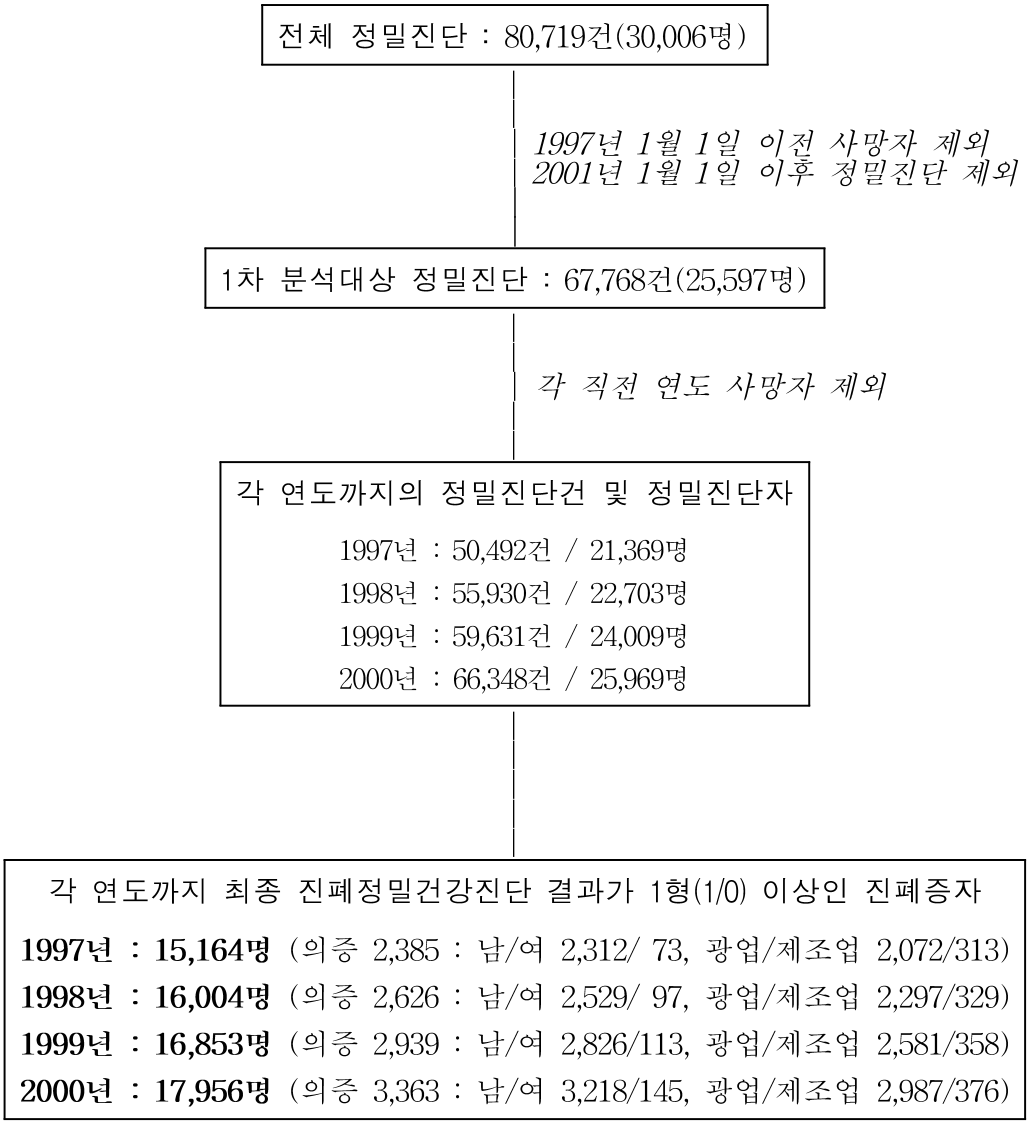

그림 3-1. 진폐증자 모집단 확정 과정 및 결과

최근 4년간 진폐증자의 병형을 성별, 연령별로 살펴 볼 때(표 3-1, 2, 3, 4) 남자 진폐증자는 매년 1형, 2형, 대음영, 3형의 순서로 많은데 시간이 가면서 1형과 대음영은 증가하는 반면 2형과 3형은 감소하고(그림 3-2), 상대적으로 저연령층에서는 1형의 비중이 크고 고연령층에서는 대음영의 비중이 크다. 매년 전체 진폐증자의 1.44%부터 1.58%, 1.70%, 1.75%로 점차 증가하는 여자 진폐증자 중 40세 미만은 없고 남자에 비해 1형의 비중이 월등히 크면서 1999년까지 1형의 비중이 증가하고 2형 및 3형의 비중은 감소하였다(그림 3-3).

성별, 직업력별로는(표 3-5, 6, 7, 8) 남자인 경우 제조업에 종사하여 발생한 진폐증자가 매년 7.1%, 7.1%, 7.3%, 7.2%로 거의 변동이 없지만 여자인 경우 13.7%, 13.0%, 12.2%, 12.4%로 점차 감소하는 경향을 보이면서 남자보다 제조업에 종사하여 발생한 진폐증자의 비중이 크다.

연도별 진폐증자의 순증가율은 1997년 남자의 약 3배 수준이었던 여자가 2000년에는 1.5배 수준으로 감소하였는데(그림 3-4, 5), 광업에 종사하다가 발생한 여자 진폐증자 증가율은 꾸준히 감소한 반면 제조업에 종사하다가 발생한 진폐증자 증가율은 급격히 감소하다가 2000년에 다시 증가하였으며 남자는 여자에 비해 1998년부터 증가율의 변화가 거의 없다.

표 3-1. 1997년도 진폐증자의 성별, 연령별 병형 분포 (%)

성	연령	1형	2형	3형	대음영	미상	합
남	- 39	97	29	4	1	9	140
		(69.3)	(20.7)	(2.8)	(0.7)	(6.4)	(100.0)
	40 - 49	1,117	506	105	74	79	1,881
		(59.4)	(26.9)	(5.6)	(3.9)	(4.2)	(100.0)
	50 - 59	3,411	2,090	446	536	220	6,703
		(50.9)	(31.2)	(6.7)	(8.0)	(3.3)	(100.0)
	60 - 69	2,258	1,601	456	594	182	5,091
		(44.4)	(31.4)	(9.0)	(11.7)	(3.6)	(100.0)
	70 -	510	316	92	151	45	1,114
		(45.8)	(28.4)	(8.3)	(13.6)	(4.0)	(100.0)
	미상	9	4	2	0	1	16
		(56.3)	(25.0)	(12.5)	(0.0)	(6.3)	(100.0)
	합	7,402	4,546	1,105	1,356	536	14,945
		(49.5)	(30.4)	(7.4)	(9.1)	(3.6)	(100.0)
여	- 39	0	0	0	0	0	0
	40 - 49	10	2	0	0	0	12
		(83.3)	(16.7)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(100.0)
	50 - 59	64	10	2	0	0	76
		(84.2)	(13.2)	(2.6)	(0.0)	(0.0)	(100.0)
	60 - 69	75	22	2	0	4	103
		(72.8)	(21.4)	(1.9)	(0.0)	(3.9)	(100.0)
	70 -	19	6	2	0	1	28
		(67.9)	(21.4)	(7.1)	(0.0)	(3.6)	(100.0)
	미상	0	0	0	0	0	0
	합	168	40	6	0	5	219
		(76.7)	(18.3)	(2.7)	(0.0)	(2.3)	(100.0)

표 3-2. 1998년도 진폐증자의 성별, 연령별 병형 분포 (%)

성	연령	1형	2형	3형	대음영	미상	합
남	- 39	79	22	1	4	4	110
		(71.7)	(20.0)	(0.9)	(3.7)	(3.7)	(100.0)
	40 - 49	1,036	439	83	67	71	1,696
		(61.1)	(25.9)	(4.9)	(4.0)	(4.2)	(100.0)
	50 - 59	3,508	2,009	413	529	204	6,663
		(52.6)	(30.2)	(6.2)	(7.9)	(3.1)	(100.0)
	60 - 69	2,678	1,834	502	702	202	5,918
		(45.3)	(31.0)	(8.5)	(11.9)	(3.4)	(100.0)
	70 -	625	371	108	187	55	1,346
		(46.4)	(27.6)	(8.0)	(13.9)	(4.1)	(100.0)
	미상	10	4	2	1	1	18
		(55.6)	(22.2)	(11.1)	(5.6)	(5.6)	(100.0)
	합	7,936	4,679	1,109	1,490	537	15,751
		(50.4)	(29.7)	(7.0)	(9.5)	(3.4)	(100.0)
여	- 39	0	0	0	0	0	0
	40 - 49	10	2	0	0	0	12
		(83.3)	(16.7)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(100.0)
	50 - 59	63	8	1	1	0	73
		(86.3)	(11.0)	(1.4)	(1.4)	(0.0)	(100.0)
	60 - 69	100	29	3	1	4	137
		(73.0)	(21.2)	(2.2)	(0.7)	(2.9)	(100.0)
	70 -	21	6	2	1	1	31
		(67.7)	(19.4)	(6.5)	(3.2)	(3.2)	(100.0)
	미상	0	0	0	0	0	0
	합	194	45	6	3	5	253
		(76.7)	(17.8)	(2.4)	(1.2)	(2.0)	(100.0)

표 3-3. 1999년도 진폐증자의 성별, 연령별 병형 분포 (%)

성	연령	1형	2형	3형	대음영	미상	합
남	- 39	66	16	1	3	4	90
		(73.3)	(18.0)	(1.1)	(3.3)	(4.5)	(100.0)
	40 - 49	971	357	68	62	59	1,517
		(64.0)	(23.5)	(4.5)	(4.1)	(3.9)	(100.0)
	50 - 59	3,466	1,896	389	495	187	6,433
		(53.9)	(29.5)	(6.0)	(7.7)	(2.9)	(100.0)
	60 - 69	3,217	2,057	542	790	223	6,829
		(47.1)	(30.1)	(7.9)	(11.6)	(3.3)	(100.0)
	70 -	791	459	127	229	62	1,668
		(47.4)	(27.5)	(7.6)	(13.7)	(3.7)	(100.0)
	미상	18	7	1	3	1	30
		(60.0)	(23.3)	(3.3)	(10.0)	(3.3)	(100.0)
	합	8,529	4,792	1,128	1,582	536	16,567
		(51.5)	(28.9)	(6.8)	(9.5)	(3.2)	(100.0)
여	- 39	0	0	0	0	0	0
	40 - 49	6	2	0	0	0	8
		(75.0)	(25.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(100.0)
	50 - 59	70	7	0	0	0	77
		(90.9)	(9.1)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(100.0)
	60 - 69	115	30	4	2	3	154
		(74.7)	(19.5)	(2.6)	(1.3)	(1.9)	(100.0)
	70 -	34	8	2	1	2	47
		(72.3)	(17.0)	(4.3)	(2.1)	(4.3)	(100.0)
	미상	0	0	0	0	0	0
	합	225	47	6	3	5	286
		(78.7)	(16.4)	(2.1)	(1.0)	(1.7)	(100.0)

표 3-4. 2000년도 진폐증자의 성별, 연령별 병형 분포 (%)

성	연령	1형	2형	3형	대음영	미상	합
남	- 39	45	13	2	3	2	65
		(69.2)	(20.0)	(3.1)	(4.6)	(3.1)	(100.0)
	40 - 49	958	311	52	68	49	1,438
		(66.6)	(21.6)	(3.6)	(4.7)	(3.4)	(100.0)
	50 - 59	3,514	1,682	350	504	175	6,225
		(56.4)	(27.0)	(5.6)	(8.1)	(2.8)	(100.0)
	60 - 69	3,717	2,334	581	923	229	7,784
		(47.8)	(30.0)	(7.5)	(11.9)	(2.9)	(100.0)
	70 -	1,010	563	161	284	77	2,095
		(48.2)	(26.9)	(7.7)	(13.6)	(3.7)	(100.0)
	미상	22	7	1	3	1	34
		(64.7)	(20.6)	(2.9)	(8.8)	(2.9)	(100.0)
	합	9,266	4,910	1,147	1,785	533	17,641
		(52.5)	(27.8)	(6.5)	(10.1)	(3.0)	(100.0)
여	- 39	0	0	0	0	0	0
	40 - 49	6	2	0	0	0	8
		(75.0)	(25.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(100.0)
	50 - 59	60	4	0	0	0	64
		(93.8)	(6.3)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(100.0)
	60 - 69	139	34	4	2	3	182
		(76.4)	(18.7)	(2.2)	(1.1)	(1.6)	(100.0)
	70 -	40	13	5	1	2	61
		(65.6)	(21.3)	(8.2)	(1.6)	(3.3)	(100.0)
	미상	0	0	0	0	0	0
	합	245	53	9	3	5	315
		(77.8)	(16.8)	(2.9)	(1.0)	(1.6)	(100.0)

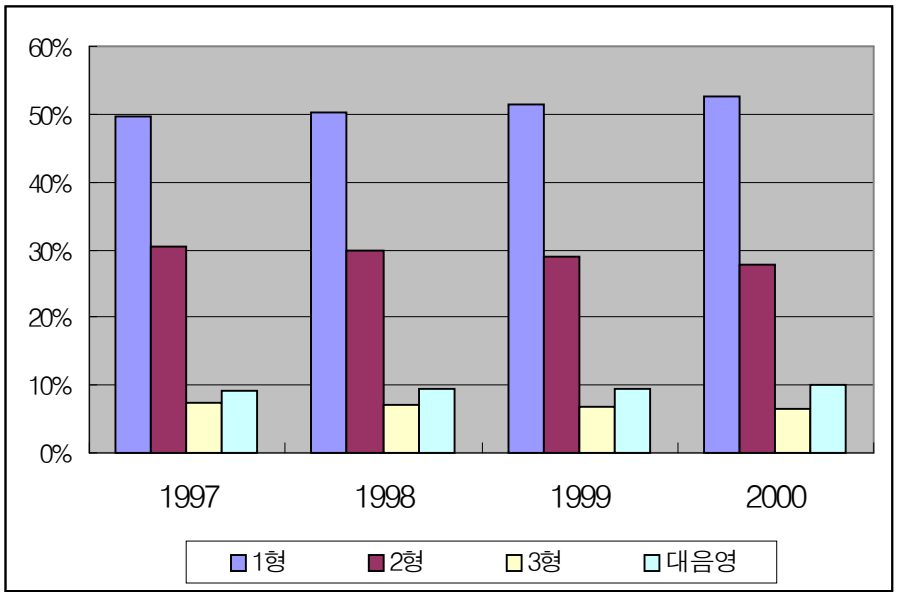

그림 3-2. 연도별 진폐증 병형 분포 - 남자

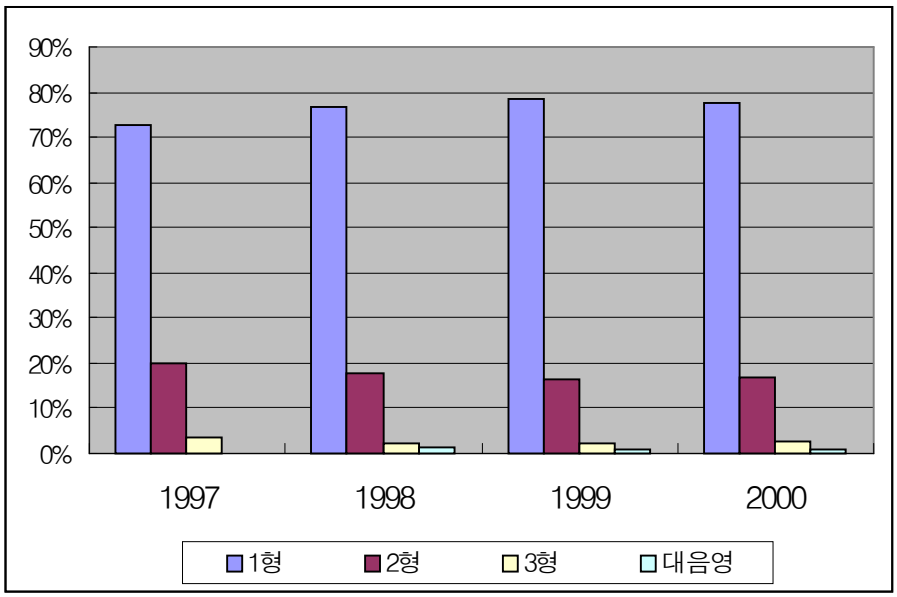

그림 3-3. 연도별 진폐증 병형 분포 - 여자

표 3-5. 1997년도 진폐증자의 성별, 직업력별 병형 분포 (%)

성	직업력	1형	2형	3형	대음영	미상	합
남	광업	6,787	4,353	1,077	1,318	345	13,880
		(48.9)	(31.4)	(7.8)	(9.5)	(2.5)	(100.0)
	제조업	615	192	27	38	191	1,063
		(57.9)	(18.1)	(2.5)	(3.6)	(18.0)	(100.0)
	합	7,402	4,545	1,104	1,356	536	14,943
		(49.5)	(30.4)	(7.4)	(9.1)	(3.6)	(100.0)
여	광업	148	34	4	0	3	189
		(78.3)	(18.0)	(2.1)	(0.0)	(1.6)	(100.0)
	제조업	20	6	2	0	2	30
		(66.7)	(20.0)	(6.7)	(0.0)	(6.7)	(100.0)
	합	168	40	6	0	5	219
		(76.7)	(18.3)	(2.7)	(0.0)	(2.3)	(100.0)

표 3-6. 1998년도 진폐증자의 성별, 직업력별 병형 분포 (%)

성	직업력	1형	2형	3형	대음영	미상	합
남	광업	7,277	4,475	1,084	1,443	345	14,624
		(49.8)	(30.6)	(7.4)	(9.9)	(2.4)	(100.0)
	제조업	659	203	24	47	192	1,125
		(58.6)	(18.0)	(2.1)	(4.2)	(17.1)	(100.0)
	합	7,936	4,678	1,108	1,490	537	15,749
		(50.4)	(29.7)	(7.0)	(9.5)	(3.4)	(100.0)
여	광업	175	36	4	2	3	220
		(79.5)	(16.4)	(1.8)	(0.9)	(1.4)	(100.0)
	제조업	19	9	2	1	2	33
		(57.6)	(27.3)	(6.1)	(3.0)	(6.1)	(100.0)
	합	194	45	6	3	5	253
		(76.7)	(17.8)	(2.4)	(1.2)	(2.0)	(100.0)

표 3-7. 1999년도 진폐증자의 성별, 직업력별 병형 분포 (%)

성	직업력	1형	2형	3형	대음영	미상	합
남	광업	7,820	4,573	1,098	1,525	346	15,362
		(50.9)	(29.8)	(7.1)	(9.9)	(2.3)	(100.0)
	제조업	709	218	29	57	190	1,203
		(58.9)	(18.1)	(2.4)	(4.7)	(15.8)	(100.0)
	합	8,529	4,791	1,127	1,582	536	16,565
		(51.5)	(28.9)	(6.8)	(9.6)	(3.2)	(100.0)
여	광업	204	38	4	2	3	251
		(81.3)	(15.1)	(1.6)	(0.8)	(1.2)	(100.0)
	제조업	21	9	2	1	2	35
		(60.0)	(25.7)	(5.7)	(2.9)	(5.7)	(100.0)
	합	225	47	6	3	5	286
		(78.7)	(16.4)	(2.1)	(1.0)	(1.7)	(100.0)

표 3-8. 2000년도 진폐증자의 성별, 직업력별 병형 분포 (%)

성	직업력	1형	2형	3형	대음영	미상	합
남	광업	8,504	4,681	1,115	1,722	345	16,367
		(52.0)	(28.6)	(6.8)	(10.5)	(2.1)	(100.0)
	제조업	762	228	31	63	188	1,272
		(59.9)	(17.9)	(2.4)	(5.0)	(14.8)	(100.0)
	합	9,266	4,909	1,146	1,785	533	17,639
		(52.5)	(27.8)	(6.5)	(10.1)	(3.0)	(100.0)
여	광업	219	45	7	2	3	276
		(79.3)	(16.3)	(2.5)	(0.7)	(1.1)	(100.0)
	제조업	26	8	2	1	2	39
		(66.7)	(20.5)	(5.1)	(2.6)	(5.1)	(100.0)
	합	245	53	9	3	5	315
		(77.8)	(16.8)	(2.9)	(1.0)	(1.6)	(100.0)

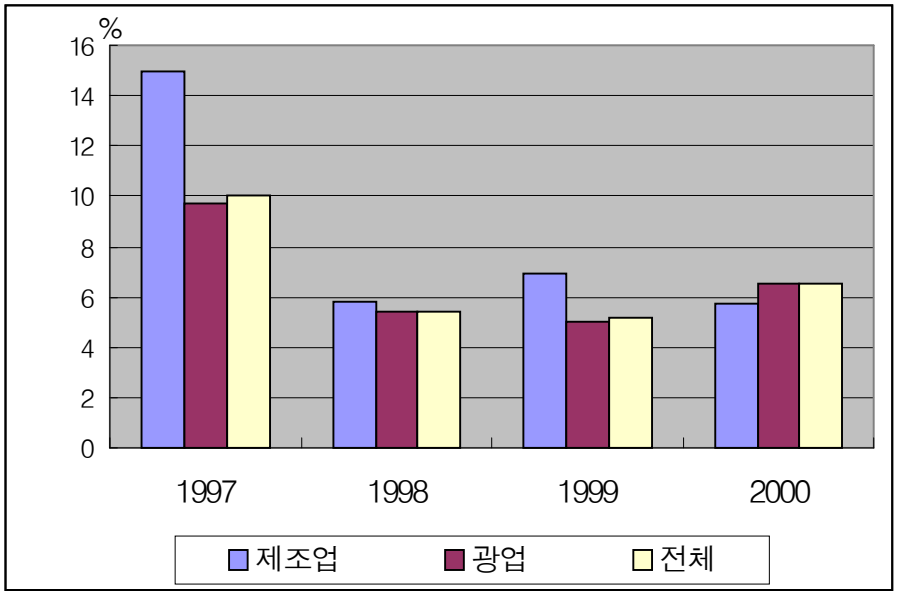

그림 3-4. 연도별, 직업력별 진폐증 순증가율 - 남자

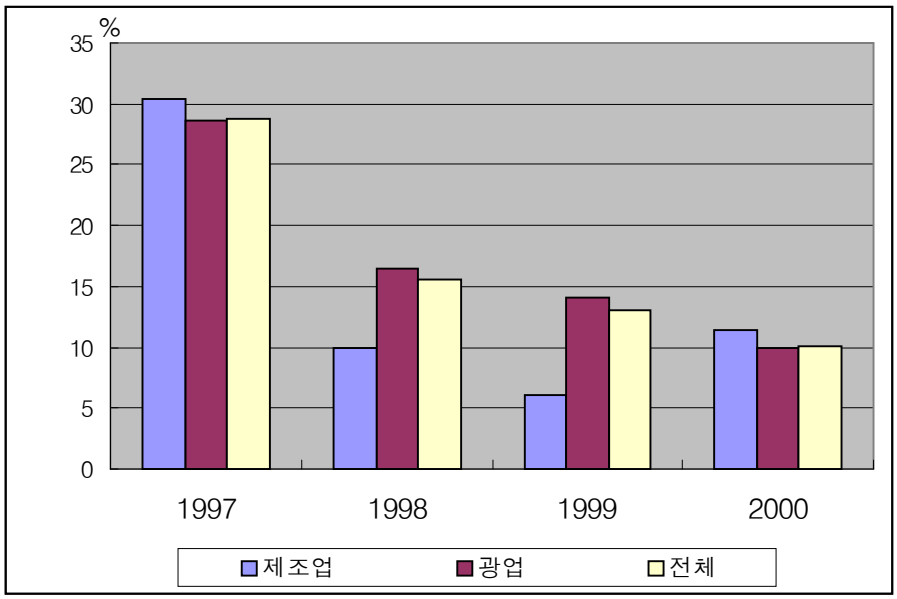

그림 3-5. 연도별, 직업력별 진폐증 순증가율 - 여자

2. 진폐증자 중 폐암자

1997년부터 2000년까지 진폐증자에서 발생한 폐암자는 총 142명으로 모두 40세 이상 남자에서만 발생하였다. 1997년 27명(19.0%), 1998년 35명(24.6%), 1999년 41명(28.9%)으로 계속 증가하다가 2000년에는 39명(27.5%) 발생하였는데 이 중 136명(95.8%)은 광업에 종사하였던 진폐증자에서 폐암이 발생하였고, 제조업에 종사하였던 진폐증자에서는 6명만 발생하였다(표 3-9). 병형별로는 1형 76명(53.5%), 2형 51명(35.9%), 3형 8명(5.6%) 등 총 135명이 소음영 진폐증에서 발생하였으며, 대음영 진폐증에서는 7명(4.9%)만 발생하였다.

연령별로는 40대 3명(2.1%), 50대 46명(32.4%), 60대 75명(52.8%), 70대 이상 18명(12.7%)으로 60대와 50대에서 집중적으로(85.2%) 발생하였다(표 3-10).

진폐증자에서 발생한 40세 이상 남자 폐암자 중 진단방법을 알 수 있었던 58명의 진단방법을 40세 이상 남자 일반인구에서 발생한 폐암자의 진단방법과 비교하면 일반인구에서와 마찬가지로 '원발 부위 조직학적 생검' 방법이 67.2%로 가장 많았다(표 3-11). 일반인구에서 '임상검사' 다음으로 '세포학적 검사'가 많았던 것과 달리, 진폐증자에서는 '세포학적 검사'가 '임상검사'보다 더 많았으나 조직학적 확인이 가능한 방법으로 진단되었던 경우가 58명 중 86.2%인 50명으로 일반인구의 85.8%와 거의 같았다.

표 3-9. 진폐증자 중 폐암자의 병형 분포 (%)

병형	1997년		1998년		1999년		2000년	
	광업	제조업	광업	제조업	광업	제조업	광업	제조업
1형	12 (46.2)	0 (0.0)	16 (50.0)	2 (66.7)	22 (55.0)	1 (100.0)	22 (57.9)	1 (100.0)
2형	11 (42.3)	1 (100.0)	11 (34.4)	1 (33.3)	14 (35.0)	0 (0.0)	13 (34.2)	0 (0.0)
3형	2 (7.7)	0 (0.0)	3 (9.4)	0 (0.0)	3 (7.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
대음영	1 (3.8)	0 (0.0)	2 (6.2)	0 (0.0)	1 (2.5)	0 (0.0)	3 (7.9)	0 (0.0)
합	26 (100.0)	1 (100.0)	32 (100.0)	3 (100.0)	40 (100.0)	1 (100.0)	38 (100.0)	1 (100.0)

모든 폐암자는 남자임

표 3-10. 진폐증자 중 폐암자의 연령 분포 (%)

병형	1997년		1998년		1999년		2000년	
	광업	제조업	광업	제조업	광업	제조업	광업	제조업
40 - 49	2 (7.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (2.6)	0 (0.0)
50 - 59	6 (23.1)	1 (100.0)	14 (43.7)	2 (66.7)	11 (27.5)	1 (100.0)	11 (28.9)	0 (0.0)
60 - 69	15 (57.7)	0 (0.0)	16 (50.0)	1 (33.3)	24 (60.0)	0 (0.0)	18 (47.4)	1 (100.0)
70 -	3 (11.5)	0 (0.0)	2 (6.3)	0 (0.0)	5 (12.5)	0 (0.0)	8 (21.1)	0 (0.0)
합	26 (100.0)	1 (100.0)	32 (100.0)	3 (100.0)	40 (100.0)	1 (100.0)	38 (100.0)	1 (100.0)

모든 폐암자는 남자임

표 3-11. 40세 이상 남자 폐암자의 최종 진단방법 (%)

	진폐증자	일반인구
임상진단	1 (1.7)	541 (1.9)
임상검사	7 (12.1)	3,396 (11.8)
조직검사없는 수술/부검	0 (0.0)	25 (0.1)
특수 생화학/면역 검사	0 (0.0)	108 (0.4)
세포학적/혈액학적 검사	9 (15.5)	2,830 (9.8)
전이 부위 조직검사	2 (3.5)	1,520 (5.3)
원발 부위 조직학적 생검	39 (67.2)	20,104 (69.7)
조직검사 시행한 수술/부검	0 (0.0)	305 (1.0)
합	58 (100.0)	28,829 (100.0)

이들 58명 폐암자의 폐암은 조직학적으로 편평세포암 48.3%, 소세포암 17.2%, 선암 10.4%로 일반인구의 편평세포암 41.5%, 선암 19.5%, 소세포암 14.8%와 비교해 편평세포암과 소세포암의 비중이 크고 선암의 비중이 적었다(표 3-12).

진폐증자에서 발생한 전체 142명 폐암자 중 치료방법을 알 수 있었던 53명이 받은 치료방법은 항암 화학요법이 39.6%, 수술요법 11.3%, 방사선요법 5.7%이었고 39.6%인 21명은 아무 치료도 받지 않았다(표 3-13).

표 3-12. 40세 이상 남자 폐암자의 폐암 세포 형태 (%)

	진폐증자	일반인구
소세포암	10 (17.2)	4,337 (14.8)
편평세포암	28 (48.3)	12,135 (41.5)
선암	6 (10.4)	5,704 (19.5)
기타 및 미상	14 (24.1)	7,051 (24.2)
합	58 (100.0)	29,227 (100.0)

표 3-13. 40세 이상 진폐증자 중 남자 폐암자의 치료방법 (%)

	진폐증자
수술요법	6 (11.3)
화학요법	21 (39.6)
방사선요법	3 (5.7)
수술 + 화학요법	1 (1.9)
화학요법 + 방사선요법	1 (1.9)
미실시	21 (39.6)
합	53 (100.0)

3. 폐암 발생률

광업에 종사하였던 진폐증자에서 폐암이 발생한 136명만을 대상으로 한 발생률 분석에서 4년 평균 발생률이 진폐증자 100,000명당 231.1이었고 병형별로 1형 236.9, 2형 271.0, 3형 182.9 등 소음영 전체가 244.1로 진폐증 소견이 더 심한 대음영 116.5보다 2배 이상 높았다(표 3-14).

4년 평균 발생률이 연령별로는 40대 54.1, 50대 176.2, 60대 298.5, 70대 이상 297.0으로 일반인구의 같은 연령대 발생률인 15.2, 79.3, 221.6, 312.8과 비교하여 40대는 3.6배, 50대는 2.2배, 60대는 1.3배, 70대 이상은 0.9배이어서 상대적으로 젊은 연령층에서 폐암이 더 많이 발생하였다(표 3-15, 그림 3-6).

표 3-14. 남자 광업 진폐증자의 병형별 폐암 발생률*

병형	1997년	1998년	1999년	2000년	4년 평균
1형	176.8 (12)	219.9 (16)	281.3 (22)	258.7 (22)	236.9 (72)
2형	252.7 (11)	245.8 (11)	306.1 (14)	277.7 (13)	271.0 (49)
3형	185.7 (2)	276.8 (3)	273.2 (3)	0.0 (0)	182.9 (8)
소음영 합	204.6 (25)	233.7 (30)	289.1 (39)	244.8 (35)	244.1 (129)
대음영	75.9 (1)	138.6 (2)	65.6 (1)	174.2 (3)	116.5 (7)
총계	192.1 (26)	224.1 (32)	266.4 (40)	237.2 (38)	231.1 (136)

* 100,000명당 발생률

( ) 발생자수

표 3-15. 남자 광업 진폐증자의 연령별 폐암 발생률*

병형	1997년	1998년	1999년	2000년	4년 평균
40 - 49	123.2 (2)	0.0 (0)	0.0 (0)	83.9 (1)	54.1 (3)
50 - 59	97.2 (6)	229.2 (14)	187.2 (11)	193.8 (11)	176.2 (42)
60 - 69	306.9 (15)	282.8 (16)	368.6 (24)	243.4 (18)	298.5 (73)
70 -	276.0 (3)	152.3 (2)	308.5 (5)	392.3 (8)	297.0 (18)
합	192.1 (26)	224.1 (32)	266.4 (40)	237.2 (38)	231.1 (136)

* 100,000명당 발생률

( ) 발생자수

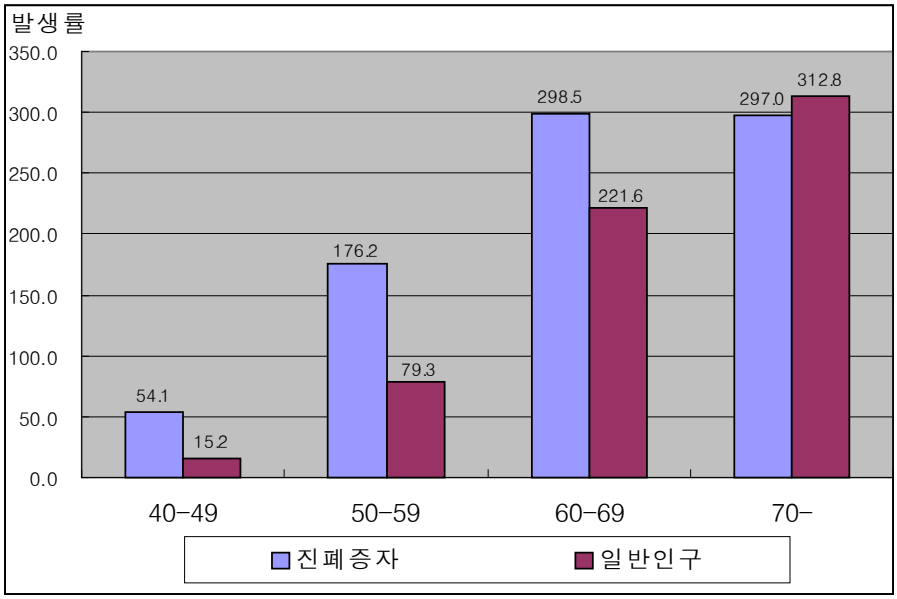

그림 3-6. 광업 진폐증자 및 일반인구의 연령별 폐암 발생률

Ⅳ. 고 찰

본 연구는 진폐증자와 일반인구의 폐암 발생률을 비교하는 것이 주 목적이었다. 이 때 일반인구는 연앙 추계인구를 사용함으로써 별 문제가 없으나, 전체 진폐증자에 대해서는 기존 자료가 없는 실정이었다. 근로복지공단의 산재보상보험법에 의한 각종 급여 전산자료는 1995년도 이후에 급여가 지급된 근로자만 입력되어 있었다. 노동부 산업보건환경과에서 관리하고 있는 진폐 건강진단 전산자료는 기본적으로 진폐보호법의 적용을 받는 광업 현직 또는 이직 근로자의 진폐 건강진단 내역만 입력되어 있어 우리나라 진폐증자의 전모를 파악할 수 없고, 특히 사망일이 입력되어 있지 않아 연도별 폐암 발생 위험집단을 파악할 수 없는 한계가 있었다. 이에 따라 본 연구에서는 연도별 진폐증자 전수를 파악하기 위하여 전국의 근로복지공단 지역본부 및 지사의 협조를 받아 진폐증자의 보험급여 원부 내용을 입력하여 1998년도에 구축하였던 코호트에, 근로복지공단과 노동부 산업보건환경과의 협조를 받아 1996년 이후 진폐정밀건강진단 심사(심의) 결과서 내용을 추가하였다.

그러나 진폐증자가 진폐증 이외의 원인으로 사망한 관계로 사망일 또는 사망 사실 자체를 본 연구의 원자료인 보험급여원부에 기록하지 않았을 수도 있다. 그러나 보험급여원부에 사망 사실이 기록되어 있지 않은 경우 연령과 무관하게 2001년 말까지 생존한 것으로 간주하였기 때문에, 실제보다 폐암 발생 위험집단인 생존 진폐증자가 늘어나 진폐증자의 폐암 발생률을 낮추는 방향으로 작용하였을 것이다. 또한 사망 사실은 기록되어 있으나 사망일을 정확히 알 수 없는 경우에도 마찬가지로 2001년 말까지 생존한 것으로 처리하였기 때문에 마찬가지 효과를 미쳤을 것이

다. 이러한 문제는 진폐증자 코호트를 통계청의 1990년부터 2001년까지 사망자료 원자료와 대조하여 사망자를 검색하였기 때문에 일부 사망자인 경우 수정되었을 수 있으나, 1990년 이전 사망자인 경우에는 역시 검색이 불가능하였다.

또한 각 근로자의 일부 진폐정밀건강진단 결과가 누락된 경우가 있을 수 있는데 본 연구에서는 각 근로자별로 해당 연도까지의 진폐정밀건강진단 중 가장 마지막으로 실시한 진단결과를 채택하여 그 근로자의 병형으로 처리하였으므로, 이전 진단결과가 누락되었더라도 분석결과에는 영향을 미치지 않았다. 또한 최종 진단에서 병형을 모르는 경우 그 이전 병형을 채택하였는데, 이렇게 최종적인 진단결과가 누락되었다면 병형이 진행하는 진폐증의 특성상 실제보다 미약한 병형으로 간주되었을 수 있다. 이 경우 미약한 병형의 진폐증자 모집단이 커지는 효과로 나타나, 중한 병형에서보다 미약한 병형의 폐암 발생률이 실제보다 낮게 나타날 것이다.

그러나 본 연구에서 입력된 진폐정밀건강진단건을 노동부 산업보건환경과 전산자료와 대조한 결과 본 연구자료에는 없지만 노동부 자료에 있는 진폐정밀건강진단건을 찾지 못하였고, 단지 본 연구자료에서 알 수 없었던 병형결과를 노동부 자료에서 확인할 수 있었던 경우가 일부 있었다. 따라서 근로자별로 실제 진폐정밀건강진단이 실시되었지만 본 연구자료에 포함되지 않은 진단결과는 있더라도 그 수가 극히 적으리라고 판단된다. 또한 보험급여원부는 근로자에게 지급된 각종 급여 내역을 기록하는 것이기 때문에 행정 특성상 누락이 거의 없으리라 판단된다.

보험급여원부에 진단일만 기록되어 있고 진단결과가 기록되어 있지 않은 경우는 병형을 미상으로 처리하여 입력하였는데, 각 근로자가 받은 모

든 진단의 결과를 알 수 없는 경우는 병형 미상으로 모집단에 포함하였다. 이 경우에도 정확한 병형을 파악하는데 일부 문제가 있을 수 있으나, 정상과 의증을 제외한 발생률 분석대상 모집단이 실제보다 커졌을 수는 있어도 줄어들지는 않았다.

진폐증자와 일반인구에서 발생한 폐암 발생률을 비교할 때 가장 문제되는 것은 두 집단에서 동일한 조건으로 폐암자를 진단하고 확정하였느냐 하는 점이다. 과거 1998년도 연구 당시에는 폐암이 진폐증의 합병증으로 인정되지 않아 진폐증자인 경우 유족급여 지급 등의 문제로 실제 발생한 폐암을 숨겼을 수 있어, 진폐증자에서 발생한 폐암을 5가지 방법으로 확인한 후 일반인구에서 발생한 폐암자 모집단이라고 판단되는 암등록자료와 대조하여 이 자료에서 확인이 될 경우 '등록 폐암자'로 하였고 확인할 수 없는 경우는 '비등록 폐암자'로 분류하였다. 이러한 방식으로 진폐증자에서 산출한 폐암 발생률이 '등록 폐암자'인 경우 일반인구의 폐암 발생률보다 1.5배, '비등록 폐암자'인 경우 3.4배 높았다.

본 연구에서는 폐암이 진폐증의 합병증으로 인정되기 시작한 1997년부터 2000년까지를 대상으로 하여 진폐증자 코호트를 암등록자료와 대조하여 폐암 발생자를 확인한 후 이를 일반인구에서 발생한 폐암자 통계와 비교하였으므로, 비록 우리나라 전체 암 발생자의 약 80%만이 암등록자료에 등재되었다 하더라도 그 비교 기준이 동일하므로 본 연구의 발생률 비교결과에는 영향을 미치지 않았다. 다만 진폐보호법의 적용을 받는 8 종류 광업에 1년 이상 종사하였던 근로자는 매년 진폐정밀건강진단을 받을 수 있으므로, 일반인구에 비하여 폐암으로 진단받을 수 있는 기회가 더 많았다고 볼 수는 있다.

그러나 본 연구대상 기간 이전에 전국민의료보험이 실시되면서 폐암이

없을 때도 매우 흔하지만 폐암에서도 자주 나타나는 기침, 가래, 호흡곤란 등의 호흡기 증상이 있을 경우 과거보다 훨씬 쉽게 의료기관을 방문하게 되었고, 진료하는 의사 입장에서도 과거보다 훨씬 자주 방사선검사를 실시하면서 내과적 응급이라고 볼 수 있는 폐암이 조금이라도 의심될 경우 2차, 3차 의료기관으로 의뢰하게 되었다. 이 경우 폐암 자체가 고령인구에서 많이 발생하고 예후가 불량하기 때문에 최종 확진이나 치료가 이루어지 않는 환자도 많이 있지만, 본 연구에서는 확진된 폐암자만을 폐암자로 하지 않고 암등록 병원에서 폐암이라고 인정하여 등록한 경우를 모두 폐암자로 간주하였다.

또한 진폐증이 발생할 수 없는 직업에 종사하는 근로자들도 1년 또는 2년에 한 번씩 간접촬영이기는 하지만 흉부방사선검사를 받는데, 주변부(peripheral) 폐암의 초기에는 진단이 늦을 수 있으나 이것은 개별 환자에 있어서 진단 시기의 문제로 4년간 폐암 발생률을 비교한 본 연구에서는 문제가 되지 않을 것으로 판단된다. 오히려 진폐증자의 경우 호흡기 증상이 있더라도 진폐증 때문이라고 간과하거나, 법적으로 건강진단을 받을 수 있기 때문에 그 때까지 기다리거나, 일반건강진단 또는 정밀건강진단에서 폐암이 의심된다는 결과를 받지 못하거나, 의심된다는 결과를 받았더라도 1996년까지는 앞에서 기술한 보상 등의 이유로 일반 의료기관을 방문하지 않았을 수도 있다.

진폐증자와 일반인구의 폐암 발생률을 비교한 결과 1992년부터 1996년을 대상으로 한 과거 1998년도 연구에서는 40세 이상 남자 진폐증자의 5년 평균 폐암 발생률이 100,000명당 260.7로 같은 기간 일반인구의 75.6에 비해 3.4배이었던 것이, 1997년부터 2000년까지를 대상으로 한 본 연구에서는 231.1로 일반인구의 97.6에 비해 2.4배로 나타났다. 연령별로 과거

연구에서는 40대 7.1배, 50대 3.1배, 60대 2.4배, 70대 이상 2.7배이던 것이 본 연구에서는 각각 3.6배, 2.2배, 1.3배, 0.9배로 나타났다. 따라서 진폐증자의 연령이 많아지면서 폐암 발생률 증가 속도가 상대적으로 일반인구보다 늦어 고연령층에서 발생률 차이가 줄어들어 나타난 결과인, 젊은 연령층 진폐증자에서 폐암이 호발한다는 사실은 동일하나 그 차이가 줄어들었는데 이는 시간이 가면서 진폐증자의 연령이 늘어나 폐암 발생 고위험군인 젊은 연령층 진폐증자가 줄어들면서 위험도가 희석되었기 때문으로 판단된다.

일반적으로 진폐증 병형이 심할수록 폐암 발생률이 높을 것이라고 생각할 수 있는데, 대음영 진폐증자에서 발생한 폐암자의 절대수가 적어 직접적 비교에 다소 무리가 있지만 본 연구에서는 과거 연구와 마찬가지로 진폐증 병형이 미약한 1형 및 2형 진폐증자의 4년 평균 폐암 발생률이 진폐증 병형이 심한 3형이나 대음영 진폐증자의 폐암 발생률보다 높다. 이는 일반적으로 병형이 심할수록 연령이 많다는 점을 고려할 때, 병형 차이보다 상대적으로 젊은 연령층에서 일반인구에 비해 발생률이 더 높다는 점이 크게 작용한 것으로 판단된다. 따라서 진폐증자에서는 진폐증의 병형(진폐증의 정도)이 폐암을 유발하는 중요한 결정요인이 아니라, 진폐증 자체(즉, 진폐증을 일으키는 원인)가 상대적으로 젊은 연령층에서 폐암을 많이 유발하는 것이라고 판단하는 것이 타당하다.

흡연이 폐암의 가장 중요한 발암물질이라는 사실은 잘 알려져 있다. 그러나 본 연구에서는 확인할 수 없었으나 과거 연구에서 흡연력을 알 수 있었던 일반인구 중 폐암자와, 진폐증자 중 폐암자의 흡연 상태와 흡연량 모두 서로 차이가 없었다. 물론 두 모집단의 흡연력 비교가 아니고 이미 질병이 발생한 폐암자끼리만 비교한 것이라는 한계는 있지만, 본 연구의

대상인 진폐증자 대다수가 광업 종사 경력자라는 점, 우리나라 광업 근로자 대다수가 종사한 직종(지하 작업)의 특성상 하루 8-10시간의 작업 중에는 전혀 흡연할 수 없다는 점, 진폐증이 있을 경우 호흡기 증상이 병형 정도와 반드시 일치하지는 않지만 진폐증자에서는 기본적으로 여러 가지 호흡기 증상이 나타나 흡연자라 하더라도 계속 흡연하기가 힘들다는 점, 그리고 본 연구에 포함된 진폐증자 모집단의 병형이 1형 이상으로 여러 호흡기 증상이 충분히 나타날 수 있다는 점 등을 감안한다면 진폐증자에서 나타난 높은 폐암 발생률을 흡연으로 설명할 수는 없다.

진폐증자에서 발생한 폐암의 세포 형태도 일반인구에서 발생하는 폐암과 크게 다르지 않아, 진폐증에서 발생한 폐암 중에서 세포 형태(폐암 종류)에 따라 진폐증으로 인해 발생하였을 것이라고 판단할 수 있는 근거는 찾을 수 없다.

본 연구에서도 과거 연구와 같이 진폐증자에서 폐암을 진단하는데 이용하는 진단방법이 일반인구에서 폐암을 진단하는데 이용하는 방법과 차이가 없었고, 본 연구에서는 일반인구와 비교하지 못했으나 과거 연구에서는 진폐증에서 발생한 폐암자를 치료하는 방법도 일반인구 중 폐암자와 다르지 않았다. 물론 각종 진단방법을 사용한다는 것이 확진되었다는 것과 반드시 일치하지 않고, 각종 치료방법에 대한 반응이나 예후가 일반인구와 같다고 단정할 수는 없지만 최소한 진폐증 자체가 폐암을 진단하고 치료하는데 특별히 장애가 된다고 판단할 근거는 없는 것이다.

1998년도 연구에서 40세 이상 전체 남자 진폐증자 중 발생한 폐암자 165명을 기준으로 매년 33.0명, 광업에 종사하였던 진폐증자에서 발생한 폐암자 159명을 기준으로 매년 31.8명의 폐암자가 발생할 것이라고 추정하였다. 본 연구결과 40세 이상 전체 남자 진폐증자 중 매년 평균 35.5명,

광업에 종사하였던 진폐증자에서는 매년 평균 34.0명이 발생하여 일반인구의 같은 기간 평균 폐암 발생률 75.6이 97.7로 증가한 점에 비추어 볼 때 다소 낮게 나타났는데, 이는 폐암을 진폐증의 합병증으로 인정한 초창기인 1997년에 확인된 폐암자가 27명에 불과한 점을 고려할 때 진폐증자에서 발생한 폐암이 모두 확인되지 않았기 때문으로 판단된다.

참고문헌

보건복지부, 한국중앙암등록본부. 한국중앙암등록 사업 연례 보고서, 1999-2002

임정기, 이경수, 송군식, 김상진. 진폐건강진단 정도관리 방안에 대한 연구. 서울:대한방사선의학회, 1995

최병순. 진폐증의 연구와 진단을 위한 방사선학적 방법들의 비교-단순 방사선검사와 컴퓨터단층촬영. 대한산업의학회지 1995; 7(2):390-424

최병순. 한국의 석탄광업에서 발생한 진폐증의 실태: 발생에 관여하는 요인 및 발생률. 대한산업의학회지 1996; 8(1):137-152

최병순, 임정기, 정호근. 진폐증 판독을 위한 교육자료 및 표준사진개발과 이를 통한 진폐 건강진단의 방사선학적 정도관리방안 구축. 인천:한국산업안전공단 산업보건연구원, 1996

최병순, 최정근, 김성진, 임영, 고재욱, 정효철, 천용희, 진영우, 김지홍, 배근량. 진폐근로자에서 발생한 진폐증과 폐암의 관련성. 용역연구보고서, 1999

최병순. 진폐증의 실태와 대책. 대한의사협회지 1997a; 40(5):609-615

최병순. 진폐소견의 판독에 영향을 미치는 요인. 대한산업의학회지 1997b; 9(4):614-627

최병순, 임정기, 정호근. 단순 흉부방사선사진 진폐소견의 판독 일치도. 대한산업의학회지 1997; 9(3):411-429

통계청. 연앙 추계인구. Available from: URL:http://www.nso.go.kr/cgi-bin/sws_999.cgi

통계청. 사망원인통계연보, 1998-2001

Amandus HE, et al. Reevaluation of silicosis and lung cancer in North Carolina dusty trades workers. Am J Ind Med 1992; 22:147-153

Amandus H, Costello J. Silicosis and lung cancer in U.S. metal miners. Arch Environ Health 1991; 46:82-89

Ames RG. Gastric cancer in coal miners: some hypotheses for investigation. J Soc Occup Med 1982; 32:73-81

Ames RG, Gamble JF. Lung cancer, stomach cancer, and smoking status among coal miners. Scan J Work Environ Health 1983; 9:443-448

Armstrong BK, McNulty JC, Levitt LJ, Williams KA, Hobbs MST. Mortality in gold and coal miners in Western Australia with special reference to lung cancer. Br J Ind Med 1979; 36:199-205

Atuhaire LK, Campbell MJ, Cochrane AL, Jones M, Moore F. Mortality of men in the Rhondda Fach 1950-80. Br J Ind Med 1985; 42(11):741-745

Browne K. Asbestos-related disorders. In: Parkes WR, editor. Occupational lung disorders. 3rd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann Ltd., 1994: 411-504

Carta P, Cocco PL, Casula D. Mortality from lung cancer among Sardinian patients with silicosis. Br J Ind Med 1991; 48:122-129

Chen SY, et al. Mortality experience of haematite mine workers in China. Br J Ind Med 1990; 47:175-181

Chen J, et al. Mortality among dust-exposed Chinese mine and pottery workers. J Occup Med 1992; 34:311-316

Chia SE, Chia KS, Phoon WH, Lee HP. Silicosis and lung cancer among Chinese granite workers. Scand J Work Environ Health 1991; 17:170-174

Chiyotani K, Saito K, Okubo T, Takahashi K. Lung cancer risk among pneumoconiosis patients in Japan with special reference to silicotics. IARC Sci Publ 1990; 95-104

Costello J, Ortmeyer CE, Morgan WKC. Mortality from lung cancer in U.S. coal miners. Am J Public Health 1974; 64(3): 222-224

Costello J, Graham WG. Vermont granite workers' mortality study. Am J Ind Med 1988;13:483-497

Enterline PE. Mortality rates among coal miners. Am J Public Health 1964;4(5):758-768

Enterline PE. A review of mortality data for American coal miners. Ann N Y Acad Sci 1972; 200:260-272

Finkelstein M, Liss G, Krammer F, et al. Mortality among workers receiving compensation awards for silicosis in Ontario 1940-1985. Br J Ind Med 1987; 44:588-594

Hessel PA, Sluis-Cremer GK, Hnizdo E. Silica exposure, silicosis, and lung cancer: a necropsy study. Br J Ind Med 1990; 47:4-9

Hnizdo E, Sluis-Cremer GK. Silica exposure, silicosis, and lung cancer: a mortality study of South African gold miners. Br J Ind Med 1991; 48:53-60

Hodgson JT, Jones RD. Mortality of a cohort of tin miners 1941-1986. Br J Ind Med 1990; 47:665-676

IARC. IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans: Silica and some silicates. Vol. 68. Lyon: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, 1997

ILO. Guidelines for the use of ILO international classification of radiographs of pneumoconioses. Geneva:International Labour Office, 1980

Infante-Rivard C, Armstrong B, Petitclerc M, Cloutier L-G, Theriault G. Lung cancer mortality and silicosis in Quebec, 1938-1985. Lancet 1989; 2:1504-1507

Kuempel ED, Stayner LT, Attfield MD, Buncher CR. An exposure-response analysis of mortality among U.S. coal miners. Am J Ind Med 1995; 28(2):167-184

Lagorio S, Forastiere F, Michelozzi P, Cavariani F, Perucci CA, Axelson O. A case-referent study on lung cancer mortality among ceramic workers. IARC Sci Publ 1990;21-28

Liddell FD. Mortality of British coal miners in 1961. Br J Ind Med 1973; 30:15-24

Lynge E, Kurppa K, Kristofersen L, Malker H, Sauli H. Silica dust and lung cancer: results from the Nordic occupational mortality and cancer incidence registers. J Natl Cancer Inst 1986; 77:883-889

Mastrangelo G, Zambon P, Simonato L, et al. A case-referent study investigating the relationship between exposure to silica dust and lung cancer. Int Arch Occup Environ Health 1988; 60:299-302

Matalo NM, Melville RK, Gorishek WM, Dixon JA. High incidence of gastric carcinoma in a coal mining region. Cancer 1972; 3(29):733-737

Mehnert WH, et al. A mortality study of a cohort of slate quarry workers in the German Democratic Republic. IARC Sci Publ 1990; 55-64

Meijers JM, et al. Epidemiologic studies of inorganic dust-related lung diseases in the Netherlands. Exp Lung Res 1990; 16:15-23

Meijers JM, Swaen GM, Slangen JJ, Vliet KV, Sturmans F. Long-term mortality in miners with coal workers' pneumoconiosis in the Netherlands: a pilot study. Am J Ind Med 1991; 19:43-50

Merlo F, Doria M, Fontana L, et al. Mortality from specific causes among silicotic subjects: a historical prospective study. IARC Sci Publ 1990; 105-111

Miller BG, Jacobsen M. Dust exposure, pneumoconiosis, and mortality of coalminers. Br J Ind Med 1985; 42:723-733

Morgan WKC, Gee JBL. Asbestos-related diseases. In: Morgan WKC, Seaton A, editors. Occupational lung diseases. 3rd ed. Philadelphia: W.B.Saunders Company, 1995: 308-373

Ng TP, Chan SL, Lee J. Mortality of a cohort of men in a silicosis register: further evidence of an association with lung cancer. Am J Ind Med 1990; 17:163-171

Ong T, Whong WZ, Ames RG. Gastric cancer in coal miners: an hypothesis of coal mine dust causation. Med Hypotheses 1983; 12:159-165

Pairon JC, Brochard P, Jaurand MC, Bignon J. Silica and lung cancer: a controversial issue. Eur Respir J 1991; 4:730-744

Rockette HE. Cause specific mortality of coal miners. J Occup Med 1977; 19(12):795-801

Rom WN. Asbestos-related diseases. In: Rom WN, editor. Environmental and occupational medicine. 3rd ed. Philadelphia:Lippincott-Raven Publishers, 1998; 349-375

Rooke GB, Ward FG, Dempsey AN, Dowler JB, Whitaker CJ. Carcinoma of the lung in Lancashire coalminers. Thorax 1979; 34:229-233

Sherson D, Svane O, Lynge E. Cancer incidence among foundry workers in Denmark. Arch Environ Health 1991; 46:75-81

Spivack SD. Silica and lung cancer. Lancet 1990; 335:854-855

Stocks P. On the death rates from cancer of the stomach and respiratory diseases in 1949-1953 among coal miners and other male residents in countries of England and Wales. Br J Cancer 1962; 16:592-598

Tornling G, Hogstedt C, Westerholm P. Lung cancer incidence among Swedish ceramic workers with silicosis. IARC Sci Publ 1990; 113-119

Vallyathan V, Green FHY, Rodman NF, Boyd CB, Althouse R. Lung carcinoma by histologic type in coal miners. Arch Pathol Lab Med 1985; 109:419-423

Weeks JL. Health hazards of mining and quarrying. In: Stellman JM, editor. Encyclopaedia of occupational health and safety. 4th ed. Geneva: ILO, 1998; 74.51-74.55

Whong WZ, Long R, Ames RG, Ong TM. Role of nitrosation in the mutagenic activity of coal dust: a postulation for gastric carcinogenesis in coal miners. Environ Res 1983;32:298-304

Wu ZL, Chen JK, Ong T, Matthews EJ, Whong WZ. Induction of morphological transformation by coal-dust extract in BALB/3T3 A31-1-13 cell line. Mutat Res 1990;242:225-230

Ziskind M, Weill H, Anderson AE, et al. Silicosis in shipyard sand blasters. Environ Res 1976; 11:237-243