

原子力發電과 環境安全



21

韓國電力公社 原子力安全室 제공

第 4 篇 主要 參考資料

V. 外國의 무뇌아 發生 사례 조사

1. 조사 개요

1989년 8월 영광원자력발전소에서 근무한 경력이 있는 한 작업자가 자신의 부인이 두 차례에 걸쳐 무뇌아를 유산하였으며 이것이 방사선에 의한 영향이라 주장함으로써 사회적으로 커다란 논란이 되었다. 이에 따라 원전을 운영하고 있는 외국에서 유사한 사례가 발생한 경우가 있는지 여부를 조사하게 되었다.

조사자료는 미국내의 지난 25년간의 의학관련 자료를 컴퓨터로 검색을 의뢰하여 그중 뇌신경계통의 하자사례(특히 무뇌현상)가 거론되거나 연구된 200여건을 추출하여 조사하였으며, 불란서, 영국 등의 전력 관련기관에는 해외사무소를 통해 문의하여 조사하였다.

2. 연구조사 내용

가. 신체 기형, 특히 신경계통의 하자발생에 대한 병리학적 원인 추적과 분석은 그 성격상 범위가 광범위하고 결론을 내리기가 어려운 분야로 일단 현재까지 자료상의 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

- ① 무뇌아 현상은 전세계적으로 발생하는 것임.
- ② 발생원인이 다양함.
- ③ 일반적으로 3개월 이상된 남자 태아에게 더 많이 발생됨.
- ④ 쌍둥이에게는 더 많이 발생되며, 특히 쌍둥이가 많은 집안에서의 쌍둥이 출신의 엄마가 출산한 자녀들 중에서 많이 발생함.
- ⑤ 지역적으로 대서양 연안에서 더 많이 발생하며 일본의 경우에는 상대적으로 적게 발생하고 있음.
- ⑥ 기타 부위의 신체 기형현상과 상관관계를 갖고 있는 것으로 보고되고 있음.

나. 이상 200여 무뇌현상 연구사례에서 방사능

과의 연관성을 언급한 경우는 없으며, 다만 1985년 12월 "American Journal of Medical Genetics"라는 의학지에서 남미의 무뇌아 출산원인을 분석, 발표한 바 있는데 무뇌아 출산율이 통상 10,000명당 6명이며 그 원인이 부모의 혈통과 출생전 환경요소에 있다고 하면서 동 요소로는 산모의 질병, 약물복용과 방사능 피폭을 열거한 바가 있으나 미국 워싱턴주의 해포드 원자력연구소에서 일하는 근로자의 건강과 방사능과의 상관관계를 24년간('57~'80) 조사한 연구보고서의 결론에 의하면 무뇌아 출산과 부모의 방사능 피폭과는 인과관계가 성립될 수 없다고 언급하고 있다.

다. 무뇌아 사례를 연구하여 원인을 분석한 자료의 내용을 보면 대체로 높은 재발률, 비정상적인 부모의 세포조직 및 가문내 사례 다발현상 등을 열거하며 유전적인 요인이라고 지적하는가 하면 다른 연구는 세포조직의 유실을 원인으로 주목하고 있으며 또 일부에서는 동 원인이 많은 요인에 기인된 것이라고 하면서 기형의 발생이 신체에 비정상적 열을 발생시키거나 제반 금속물질(아연 등)에 과다하게 노출되는 데에서 비롯되는 것이라고 분석하고 있다.

라. 상기에서 보듯 무뇌아를 포함한 뇌신경계통의 기형발생 원인에 대한 연구가 과거부터 현재까지 20여년간 계속되고 있지만 구체적 원인에 대한 뚜렷한 결론이 없이 뇌신경계통의 기형발생 사례가 증가되고 있는 형편이며 원자력발전소가 많고 인구가 조밀한 일본이나 프랑스에서는 오히려 무뇌아 발생률이 낮다는 점에 주목할 필요가 있다.

마. 무뇌아 발생과 관련한 현시점에서의 연구자료 중 몇 가지를 요약, 발췌해 보면 아래와 같다.

○1986년 뉴질랜드 의학잡지에 의하면, 무뇌아의

발생이 환경적 요인에서 비롯된다는 뚜렷한 증거가 있게 될 것이라고 가정하면서 뇌신경계통의 기형발생률이 1968년도 천명당 1.17명에서 1983년도에는 천명당 0.39명으로 떨어졌는데, 특히 여아의 기형률이 현저하게 떨어졌다고 밝힌 바 있음.

○미국에서의 뇌신경계통 기형발생률은 천명당 1.4~1.6명이며(사산아 제외) 기형발생 원인에 대한 이해, 영아 치료 및 뇌신경계통 기형예방 사례가 늘어나고 있다고 1986년 1월호 Obstetric Gynecology지에서 발표한 바 있음.

○영국 Columbia에서 발행되는 한 의학잡지의 1985년 12월호에 무뇌아 발생사례 456건(출산: 181, 사산: 275)을 조사하여 발표하였는데 이 연구보고는 동 연구가 뇌신경계통의 기형원인이 무수히 많다는 심증을 굳혀주고 있다고 밝혔음.

○의학잡지의 여러 기사에서는 무뇌아 등 뇌신경계통의 기형 발생과 쌍둥이 가계와의 상관관계를 다루고 있는데 쌍둥이일지라도 하나는 정상이고 다른 하나가 기형인 경우가 있으며 기형아가 발생한 가계에서는 쌍둥이 출산사례가 유달리 많다고 지적하였고 또한 기형아를 출산한 모친의 가문에도 쌍둥이 출산사례가 현저하다고 하였음.

○1984년 11월 한 연구발표에 의하면, 모친이 한번 무뇌아를 출산하면 다음 아이도 무뇌아로 출산되는 확률이 정상인의 확률보다 3배 이상 높다고 보고하였음.

○또 다른 기사는 모친의 전체 혈청내 아연농도와 무관하게 무뇌현상과 태아의 복부 혈청내 아연농도 증가와의 상관관계를 연구하였는데 뇌신경계통이 기형인 태아는 아연을 흡수하는 하되, 정상적으로 사용치는 않는다고 1984년 4월 Neurology에서 발표하였음.

○1984년 Human Genetics지에서는 독일의 경우 2차 세계대전중과 직후의 뇌신경계통 기형발생률이 일시적으로 높았었다고 하면서 이후에는

현수준인 천명당 1~1.5명으로 기형발생률이 원상회복됐다고 보고하고 있음.

○영국에서는 지역별 무뇌아 발생사례의 비교 연구가 있었는데 1957년~1980년 사이에 랭카셔 지방 무뇌아 출산사례 174건과 브리스틀지방의 무뇌아 사례(1948~1975)를 비교·분석한 결과 기형발생률이 현저한 차이가 있음을 밝히고 이는 기형원인이 복잡·다양함을 반증하는 것이라고 하였음(Journal of Medical Genetics, 10, 1983).

○기타 다음의 여러 발표를 보면 동 사례의 다양함을 엿볼 수 있음.

- 모로코에서는 남아의 무뇌아 발생률이 여아보다 높게 나타나고 있음.
- 미국 LA 지역에서는 쌍둥이가 혼자 태어나는 아기보다 무뇌아 발생률이 높게(쌍둥이: 천명당 1.6명, 홀둥이: 천명당 1.1명) 나타나고 있으며 1966년에서 1972년 사이의 조사에 따르면 천명당 0.52명의 무뇌아가 발생하는 것으로 나타나고 있음.
- 캐나다의 연구보고서에 따르면 1969년부터 1972년까지 무뇌아로 사망한 468건의 사례를 분석·조사한 결과 식수에 함유된 아연 등 14개 성분의 집중연구를 포함한 제반 환경적 요인과 무뇌아 발생률과는 뚜렷한 함수관계가 성립되지 않는다고 결론을 내린 바 있음.

3. 기타 조사결과

불란서 전력공사, 라하그(La Hague) 재처리 설비현장 그리고 불란서 반핵단체중의 하나인 Les Verts 등에 문의한 결과 원전 주변에서 방사선으로 인한 무뇌아 유산이나 기형아 출산사례는 없었다고 밝혔으며 영국 중앙전력청(CEGB)과 핵연료공사(BNFL)에서도 유사사례가 없었다는 것이었다.

일본의 경우 동경전력 소유 후쿠시마 1, 2호기 근무자중 115명이 염색체 이상을 주장한 사례가

있었으나 이상염색체는 증식되지 않고 사멸되기 때문에 직접 암의 발생이나 유전장애를 일으키지 않는다는 방사선 전문가의 의견이 발표되었으며 무뇌아 사례는 없었던 것으로 밝혀졌다.

VI. 무뇌아 출산관련 국내전문가 의견

1. 연세대의대 산부인과 K교수

무뇌아에 대한 국내의 정확한 통계는 없으나 지난 '79년부터 '86년 사이 연세대 세브란스병원에서 출산한 신생아 16,041명중 25명이 무뇌아인 것으로 집계되어 어림잡아 1천명당 1~2명 꼴이라는게 의학계의 대체적인 추정이다.

무뇌아 출산은 지역, 인종, 계절 등의 요소와 태아의 성과도 관련이 있다. 태아의 성에 있어서 여아인 경우 7대 3의 비율로 남아보다 더 발생률이 높으며 영국 등 북유럽지역은 1천명당 8명, 미국 등지는 1천명당 2명꼴로 무뇌아가 태어난 것으로 보고되어 있다.

무뇌아는 태아의 뇌하수체의 발육부전으로 호르몬 분비가 더디어 진통이 일어나지 않아 임신기간이 연장되는 수도 있다.

임신 초기 3개월내에 초음파 양수검사 등을 통해 미리 확인하는 것이 중요하다. 임신 초기 아연 결핍 등 임신부의 영양상태는 무뇌아 발생의 중요한 원인의 하나이므로 임신 초기의 적절한 영양공급이 중요하다.

무뇌아를 잇달아 출산하는 재발률은 3% 수준(미 보스톤대 유전센터 소장 밀턴스키박사)이며 국내에서도 네 번이나 잇달아 무뇌아 출산을 한 끝에 아연 및 엽산공급 등 임신중 영양요법으로 정상아를 분만한 사례도 있다(동아일보 '89. 8. 1. 10면).

2. 원자력병원 내과 H과장

우리나라의 경우 무뇌아의 자연발생률이 매우

낮은데다 전국적인 통계가 없어 무뇌아의 출산을 특정환경이나 직업과 연결짓는 것은 무리이다.

라돈이나 라듐 등 방사능 피폭에다 분진공해까지 겪는 열악한 작업환경에 처해 있는 탄광지역에서 오히려 기형아 출산 가능성이 높는데 아직껏 이 지역에서의 무뇌아 출산사례가 보고된 일이 없다.

미국의 경우 첫번째 무뇌아를 출산할 가능성은 1만명당 6~7명으로 조사되어 있다. 한번 무뇌아를 낳은 경험이 있는 부인이 두번째 무뇌아를 낳을 가능성이 매우 높아 20명중 1명으로 나타나고 있다(경향신문 '89. 8. 2. 8면).

3. 연세대의대 소아과 K교수

국내에서 무뇌증 태아가 얼마나 발생하고 있는지 정확한 통계가 집계된 것은 없지만 신촌 세브란스병원의 경우 신생아중 연평균 1명꼴로 발생하고 있다. 그러나 임신 도중 태아가 무뇌증인 것으로 밝혀져 유산시킨 뇌아를 포함하면 그 수는 더욱 늘어날 수 있다.

무뇌증의 정확한 원인을 밝혀내기는 매우 힘들다. 유전, 약물중독, 방사능오염의 가능성도 배제할 수 없다(서울경제신문 '89. 8. 3. 13면).

4. 순천향의대 산부인과 C교수

1년간 1백명의 태아를 혈액검사해 기형여부를 연구한 적이 있다. 연구결과에 의하면 태아 1백명중 17명에게서 염색체 구조이상 발견됐다. 결국 태아의 17%가 선천성 기형 또는 유전질환을 갖고 태어나는 셈이다. 이같은 염색체 이상이 연간 70여만명에 달하는 신생아중 0.5%인 3,500명 정도에 이를 것으로 추정된다.

그러나 이들 모두가 방사선 장해에 의한 기형아 출산은 아니다. 유전적 결함에 의해 기형아가 발생할 가능성은 방사선 장해외에도 임신중 약물중독 등 다른 원인에 의한 것이 훨씬 많은 까닭

이다(국민일보 '89. 8. 3. 10면).

5. 인도주의실천의사협의회 및 국내 핵의학 전문가

뇌없는 뇌아는 우리나라에서 태아 1천명당 1~2명꼴로, 영국 등 유럽국가에서는 1천명당 7~8명꼴로, 상당히 높은 빈도로 태어나고 있으나 정확한 원인을 모르고 있고 방사선 피폭과의 연관성을 밝힌 사례 또는 연구보고는 현재까지 단 한 건도 없는 것으로 나타났다(한겨레신문 '89. 8. 4. 8면).

6. 서울대 의대 J교수

무뇌아 발생은 유전적인 요인과는 별 관계가 없으며 환경요인 등과 관련이 깊은 것으로 여겨지고 있다.

비타민의 일종인 엽산이 산모에게 부족할 때 '뇌없는 태아'를 가지는 경우가 있으며 이때 부족한 엽산을 산모에게 투여, 치료하고 있다는 정도만 뇌없는 태아와 관련한 원인 연구로서 보고되고 있을 뿐 다른 원인을 밝힌 연구는 거의 없는 실정이다.

김씨가 방사능에 노출됐더라도 이것을 부인의 뇌없는 태아 유산과 관련 짓기 어렵고 이를 의학적으로 증명하기란 불가능에 가깝다(한겨레신문 '89. 8. 4. 8면).

7. 원자력병원 J부장

방사능 피폭으로 기형아를 생산하게 되는 것은 대부분 여자가 피폭했을 때이고, 남자가 피폭했을 때는 그 확률이 현저히 떨어진다.

방사능에 노출됐을 때 인체가 받는 영향은 기형아 출산보다 암 발생률이 높아진다는 것이 임상적으로 증명되어 있다(조선일보 '89. 8. 6. 8면).

8. 한양대학교 Y교수

방사선 영향으로 무뇌아 대신 소두아가 출산된 케이스는 몇 건 있었다. 하지만 이들 케이스는 모두 장기 피폭자였던 경우로 3년간 3차례 걸쳐 단지 70일간 근무했던 영광원전 직원의 무뇌아 출산 가능성은 납득하기 어렵다.

우리가 일상생활에서 받는 「자연방사선」만 해도 연간 240밀리렘에 달하지만 문제시되고 있지 않다.

영광원전 직원의 무뇌아 출산은 결코 방사선과 관계없다(한국일보 '89. 8. 10. 8면).

9. 시카고 러시메디칼대학 K교수

무뇌아는 신경관결손증의 하나로 二分背柱(背柱裂의 한 종류)와 함께 가장 자주 관찰되는 기형출산의 하나다. 그 빈도는 0.1%(1천명중에 하나)며 영국 북부의 스코틀랜드와 웨일스지방 사람들(빈도가 150~200명중에 하나)을 제외하고는 동·서양 각 인종에 큰 차이가 없다고 본다.

어떤 여성이 신경관결손증(무뇌아도 포함)이 있는 태아를 잉태했다면 그후에도 재발 가능성이 높다. 영광에서 문제가 된 부인의 경우가 바로 이런 유전적 배경을 갖고 있는 것을 나타낸다.

필자의 개인경험으로도 한 여성이 두 번 이상 무뇌아를 임신한 예를 세 번이나 보았다.

한 사람에게 두 번이나 무뇌아가 생겼다는 것을 꼭 방사능 피해라고 단정짓기는 어렵다. 역학적 조사로써 그 지방 사람들이 다른 지방 사람들보다 빈도가 높다 하더라도 방사능 조사와 연관짓는 데는 어려움이 많다.

가장 확실한 것은 높은 양의 엽산(Folic Acid·비타민의 하나) 섭취가 이 빈도를 줄인다는 연구 결과가 있으며 임신부가 「산전비타민(Prenatal Vitamins)」을 쓰는 것이 큰 도움이 된다.

설사 방사능이 무뇌아 발생에 연관이 있다 하더라도 방사능의 기형효과는 임신 초기의 태아에

게 직접 방사능을 쏘었을 경우 나타나며 아버지에게 조사된 것과는 연관성이 없다 하겠다. 왜냐하면 방사능이 남성의 정충형성에 변이를 일으켜 무뇌아가 생길 것이라는 추정은 의학적으로 무리가 있다(중앙일보 '89. 11. 7면).

10. 기타 전문가 의견

방사선량이 25,000밀리렘 이하의 선량에서는 장해에 따른 임상증상은 거의 나타나지 않는다.

150,000밀리렘 이하의 방사선에 피폭될 때 방사선 숙취증상이 나타나며 400,000밀리렘 정도면 30일 이내에 50%의 사망률을 보인다. 100%의 확률로 사망하자면 650,000밀리렘 이상의 방사선량에 피폭되어야 한다.

방사선은 10~30년간 잠복했다가 암이나 백내장을 일으키기도 하는데 1000밀리렘을 전신에 쏘었을 경우 치사성 암발생률은 1백만분의 1 정도로 추정되고 있다.

최근 3년 동안 3차례에 걸쳐 약 70일간 영광원전에 근무한 김모씨의 부인 박모씨의 무뇌아 유산을 일으킨 주범으로 지적되는 방사선 피폭의 위험은 앞으로 진상규명 조사와 결과가 나와봐야 알겠지만 객관적으로는 근무중 치명적인 피폭의 가능성은 미약해 보인다.

태아에 영향을 미칠 유전자가 돌연변이나 뇌발육부전 등의 염색체 이상을 일으키기에는 김씨의 원전 근무기간이 짧다.

오히려 원전에서 자연적으로 유출되는 방사선에 의한 환경오염이 임신부인 박모씨에 영향을 끼쳤을 가능성을 배제하지 않는다. 방사선에 의한 환경오염은 음식물, 공기, 호흡 등 여러 경로를 통해 주변마을에 확산, 산모에 유전적 영향을 끼칠 수 있다(국민일보 '89. 8. 3. 10면).

11. 학계 의견

뇌없는 태아는 신생아 1천명당 1~2명꼴로 발

생하는 기형아로, 방사선에 의해 무뇌아가 발생했다는 국내 보고는 아직 없었고 무뇌아의 대부분이 유전적·환경적 요인이 복합적으로 나타난다(세계일보 '89. 8. 5. 8면).

Ⅶ. 원전 종사자 및 주민 역학조사

1. 개 요

역학(疫學)이란 어떤 질병의 발생과 그 정도를 조사하는 학문분야를 말하는데, 이런 역학조사는 인간에게 직접적으로 적용할 수 있는 자료를 제공하여 주는 유일한 방법이어서 방사선 위험도를 평가할 수 있는 주요한 수단이 된다.

방사선 피폭은 피폭받은 선량과 선량률의 정도에 따라 여러 가지 영향을 유발시킬 수 있는데, 원자력발전소에 근무하는 작업종사자의 직업상 방사선 피폭 및 원자력발전소의 방사성 유출물에 의해 미소하나마 피폭 가능성이 있는 인근 주민의 방사선 피폭은 지극히 낮은 수준의 저선량 및 저선량률에 의한 피폭으로 분류될 수 있다. 이와 같이 원전 작업종사자와 주민이 받는 저선량 및 저선량률에 의한 인체 영향으로서는 확실적인 면에서 아주 희박하게 암이 발생할 가능성이 있기 때문에 역학조사도 암발생을 주요대상으로 한다.

하지만, 이러한 역학조사를 통하여 얻어진 자료 등을 이용하여 통계학적으로 충분히 의미있는 정확성을 가진 방사선 위험도를 평가해 내는 데에는 조사대상의 규모, 피폭량의 분포 정도 및 암의 종류 등과 같은 제약조건 등이 있다. 즉, 자연적으로 발생하는 암의 숫자에 비해 저선량 방사선 피폭으로 인해 추가로 발생하는 암의 숫자가 매우 적기 때문에 저선량 방사선 피폭으로 인한 발암현상을 역학조사를 통하여 분간해 내는 것은 매우 어렵다.

그러므로, 어떤 특정한 경우의 발암현상이 방사선 피폭으로 인해 발생하였다고 단정할 수는 없고, 단지 어떤 집단에서의 암 발병확률이 정상상

태보다 증가한 것을 분간함으로써 발병원인을 추측해 볼 수 있는 것이다.

방사선의 확률적 효과와 방사선 피폭량간의 상관관계를 가장 잘 조사한 보고서는 미국의 National Academy of Science에서 간행한 BEIR(Biological Effects of Ionizing Radiations) 보고서이다.

동 보고서에 의하면 자연적으로 1,000,000명의 출생아중 약 107,000명의 신생아에서 유전적 결함을 발견할 수 있다고 하는데 만약 이들의 부모 모두가 1,000밀리렙의 방사선에 피폭이 되면 유전 장애를 가진 신생아 출생이 5~75명 정도 증가한다고 하니 1,000밀리렙 방사선 피폭의 유전적 영향은 약 0.0005~0.00075%에 지나지 않는다고 할 수 있겠다.

방사선의 확률적 효과중 가장 중요시 되는 피해가 유방암, 백혈병, 갑상선암 등의 암 발생이다. 방사선의 발암성 연구에는 수년에서 수십년간의 긴 잠복기간이 소요되어 조사에 어려움이 있으나 역시 BEIR 보고서에 의하면 미국의 경우 자연적으로 발생한 암으로 인해 사망자가 전체 사망자 수의 16.38%를 차지하고 있는데 약 10,000밀리렙의 방사선 피폭 결과 추가 발생한 것으로 예상되는 암환자 수는 1,000,000명당 약 766~2,255명 정도로 추산되어 1,000밀리렙의 방사선 피폭은 자연발암이 차지하는 사망률 16.38%를 약 0.01~0.02% 증가시키는 효과를 가져다 준다.

따라서 이같은 방사선에 의한 미세한 영향을 흡연이나 기타 사회환경적 요인 등에 의한 암발생 영향과 분간해 내기란 더욱 어려운 것이다.

그래서 저선량 및 저선량률에서의 방사선 피폭으로 인한 방사선위험도 평가는 직접적인 관찰을 통해 정밀하게 얻어질 수 있는 것이 아니고, 대부분의 경우에는 고선량 및 고선량률에서의 방사선 피폭으로 얻어진 역학조사 결과 등을 외삽하여 위험도 평가가 이루어지고 있다.

다음에 세계 각국에서 현재까지 시행된 원자력

발전소 주변 인근 주민 및 원전 종사자들에 대한 역학조사 사례를 수집·정리하였다. 이러한 역학조사들은 수천, 수만명의 작업자 또는 주민들에 대한 자료의 수집, 정리 및 처리, 분석과정 등을 거쳐야 하기 때문에 역학조사 전문집단에 의해 최소한 7~8년이 소요되는 방대한 양의 작업이다.

2. 외국의 역학조사 사례

가. 미국 산 오노프레 원전 인근 주민에 대한 역학조사

1968년에 상업 가동을 시작한 미국 산 오노프레 원자력발전소 주변의 암 및 전체사망률 변화 경향을 조사하였다. 이 발전소로부터 중대한 방사성물질의 누출은 없었다. 조사한 내용은 유아 사망률, 소아백혈병 사망률 및 전체사망률 및 암에 의한 사망률 등이다. 조사결과에 의하면 발전소 건설기간인 1960년부터 1968년까지의 사망률과 상업 가동을 한 시점인 1969년부터 1978년까지의 사망률은 변함이 없는 것으로 나타났다.

유아사망률, 소아백혈병 그리고 전체사망률은 시간이 지남에 따라 전반적으로 매우 빠르게 감소하였으며, 전체 암사망률은 폐암사망률의 큰 증가 때문에 미세하나마 약간 증가하였다.

이 발전소로부터 방출된 방사성물질의 양이 자연방사선 준위와 비교해 볼 때 큰 차이가 없는 미미한 정도였으며, 이로 인한 발전소 주변의 인근주민들에게서의 암 및 기타 요인으로 인한 사망률의 변화 추세에 특이한 또는 이상한 영향은 미치지 않았던 것으로 나타났다.

나. 미국 칼버트 크립스원전 작업종사자에 대한 역학조사

1975년에 상업 가동을 시작한 미국 칼버트 크립스 원자력발전소에 종사하고 있는 볼티모어 전

력회사 소속 직원 4,960명과 계약회사 직원 4,001명을 포함하는 총 8,961명의 남자 작업종사자에 대한 집적선량을 조사하였고, 이들의 신체에 대한 영향을 평가하였다. 조사대상인 작업종사자들은 원자력발전소의 건설단계에서부터 시작하여 1984년 말까지 추적되었는데, 이들의 일인당 평균 추적기간은 5.4년이었다. 집적선량은 전력회사에 의해 보관된 선량기록 자료와 미국 원자력 규제위원회에서 보관하고 있는 자료들로부터 구했다.

모든 작업종사자들의 평균 집적선량은 2,100밀리렘이었으며, 이중 전력회사 직원의 평균집적선량은 1,300밀리렘으로서 계약회사 직원의 평균집적선량 3,000밀리렘보다 훨씬 낮았고, 전력회사 직원의 60% 이상이 그리고 하청회사 직원의 50% 정도가 직업선량이 1,000밀리렘 미만인 것으로 나타났으며 최대집적선량은 47,000밀리렘 정도인 것으로 조사되었다. 한편, 집적선량이 5,000밀리렘 이상인 작업종사자들은 전력회사 직원의 경우 6%, 하청회사 직원의 경우 17.5%인 것으로 나타나 약 3배 가량이 차이나는 것으로 나타났다. 이와 같이 계약회사 직원들의 피폭이 높은 이유는 예상되었던 바와 같이 이들이 주로 방사선량률이 높은 핵연료 교체 및 보수작업에 투입되었기 때문이다.

이들 조사대상집단의 1984년말까지의 사망자수를 미국의 일반인들에게서 예상되는 사망자수와 비교하였다. 표4·7에서와 같이 조사대상자 가운데 188.8명의 사망이 예상되었으나 실제로는 161명이 사망하여 평균 사망률보다 15% 정도 적은 것으로 조사되었다. 이는 소위 말하는 "Healthy

<표4·7> 死亡人員 調査結果

성 별	인원수 (인)	총인원 (인·년)	사 망 자 수		
			조사결과	평균예상치	비 율
남	7,964	43,720	161	188.4	0.85
여	168	450	0	0.4	0
계	8,132	44,170	161	188.8	0.85

Worker Effect” 즉, 전력회사나 하청회사 등의 직원이 평균에 비해 우월한 생활수준을 유지하기 때문에 개인의 건강관리 상태가 평균보다 앞서기 때문인 것으로 추정된다.

다. 영국 세라필드 원자력설비 주변의 역학조사

영국 세라필드 원전 주변의 어린이 백혈병과 임파선암의 발생이 원자력설비와 관련이 있는지 규명하기 위하여 영국 사우스햄턴 대학의 마틴 제이 가드너교수와 5명에 의하여 조사되었으며 조사내용은 다음과 같다.

(1) 방법 및 결과

'50~'85년 사이 서부 켈럼비아지역에서 출생한 25세 미만의 젊은층 중 백혈병과 임파선암 발생 원인 확인결과를 주거지 행정지역을 고려하여 성별, 출생일별로 지역대조표본(Area Control)과 직업대조표본(Local Control)으로 나누어서 비교한 결과, 지역 및 직업대조표본에 대하여 백혈병만에 관한 것과 백혈병 및 눈-홉킨즈 임파선암 발생의 상대적 위험도가 나타났다.

(2) 태아의 방사선(X-RAY) 피폭

산부인과 기록 및 질문서를 통하여 얻어진 임신중 복부 방사선치료와 관련된 백혈병과 Non-Hodgkin's 임파선암에 대한 상대적 위험도는 과거 연구하여 발표된 결과들과 비슷하였다.

(3) 바이러스 감염 등 기타 위험요소

임신중 바이러스 감염으로 병원기록에 확인된 것은 1건에 지나지 않아 자료분석은 설문서 자료 분석에 국한했고, 수두, 대상포진, 유행성감기, 홍역 및 풍진에 대한 조사결과 특이한 사실이 나타나지 않았다.

25세 이상 어머니가 낳은 아이의 상대적 위험도는 1내외였고 40세 이상된 어머니가 낳은 경우

다른 연령층에 비하여 상대적 위험도가 4 정도로서 가장 높았다.

나이에 따른 상대적 위험도는 아버지의 경우에는 뚜렷한 경향이 나타나지 않았고, 신생아 체중(산부인과 기록)은 별다른 관련성이 없었으며, Hodgkin's 임파선암의 경우 부모의 나이 등의 요소들과는 아무 관계가 없었다.

(4) 습관에 대한 설문

생활습관 등은 백혈병 및 Non-Hodgkin's 임파선암 발생과 관련이 없는 것으로 나타났고, 5세 이하의 어린이에 대해 진단해 본 결과 해안에서 높았다는 것이 발병의 원인으로 보이지는 않았다.

산에서 활동한 것에 대한 상대적인 위험도는 현저히 낮았고 생선섭취 습관 분석에서는 상대적 위험도가 나타나지 않았다.

(5) 아버지의 직업 및 세라필드 근무관계

세라필드와 철강, 농업, 화학공장 종사자들의 자녀에게서 상대적 위험도가 높게 나타났으며, 탄광 근로자 자녀의 상대적 위험도가 낮게 나타났으나 해당 기초자료는 그 수가 많지 않았다.

출생신고서에 의하면 아버지가 세라필드 원전에 근무하는 것과 관련한 Hodgkin's 임파선암 발생의 상대적 위험도는 직업대조표본 조사결과 매우 낮게 나타났다(확인사례는 1건임).

(6) 세라필드 원전에서의 방사선 피폭과의 관계

아버지가 원자력 설비에 근무하는 경우 백혈병 발병 위험도가 백혈병 및 Non-Hodgkin's 임파선암의 복합 위험도 보다 높았으며, 다른 때보다 수태시에 근무했던 근로자의 경우 위험도가 더욱 높았고, 백혈병과 Non-Hodgkin's 임파선암의 상대적 위험도는 수태전 방사선 피폭의 경우보다 수태 당시 방사선 피폭을 받은 아버지의 경우 더욱 높았다.

가장 높은 상대적 위험도는(6배 가량 높음) 아이를 임신하기 이전에 10,000밀리렘 이상의 피폭

을 받은 아버지의 경우 또는 임신전 6개월간의 피폭기록이 1,000밀리렘 이상의 경우이다.

이번 연구조사대상 아버지와 관련한 수치를 보면 작업자의 약 9%가 수태전 총피폭량이 10,000밀리렘 이상임을 나타내고 있고 13% 이상에는 수태전 6개월간 1,000밀리렘 이상 피폭받은 것으로 나타나고 있는데 Hodgkin's 임파선암의 경우에는 수태전에 세라필드에 근무한 4명의 아버지 모두가 방사선에 피폭된 기록이 없었다.

(7) 결 론

세라필드 인근 어린이 사이에서 백혈병 특히 Non-Hodgkin's 임파선암의 과잉 발병은 부친의 직업 및 수태전 원전 근무시 외부피폭 선량과 관련이 있는 것으로 나타났으며, 이는 부친에 대한 방사선 피폭이 그들 자손의 백혈병 발병에 관련될 수 있음을 나타내고 있다.

(8) 상기 조사결과에 대한 미국 에너지계발협의회(USCEA) 자료

'83년도 영국 세라필드 핵연료 재처리공장 인근 지역의 유아백혈병 과잉발생 보도 이후 영국 정부는 다글라스 블랙 경으로 하여금 조사위원회를 결성, 조사한 결과 세라필드 인근 마을인 시스케일에서 4건의 유아백혈병이 발생하였으나 방사성 물질 방출과는 무관한 것으로 나타났는데 시스케일의 과잉발생의 경우와 같이 이례적으로 높은 빈도의 유아백혈병 발생은 원전을 보유하지 않은 나라에서도 발생하고 있다.

통계나 확률에 의한 평가작업시 대상이 되는 수가 많지 않을 경우 조사대상 영역을 소폭으로 설정함으로써 발생빈도가 매우 높게 나타나는 경향이 있다.

3. 우리나라 원전 인근지역 역학조사

가. 배 경

영광원자력 발전소 주변주민의 무뇌아 유산과

기형아 출산을 계기로 원전 방사선관리에 대하여 국민과 원전 주변주민들이 막연한 우려와 불안감을 가지게 되었다.

따라서 원전운영에 따른 종사자와 주변주민에 미치는 영향에 대한 인과관계를 규명하는 역학조사를 실시하여 그 진상을 규명코자 제 1 단계로 영광원전 주변주민에 대하여 역학조사를 실시하였다.

- 수행기관 : 서울대학교 병원
- 일정 : '90. 4. 19~'91. 4. 18
- 조사대상

구 분	본조사지역	대조지역
건강실태조사	3000	1000
역학조사	3000	6000

나. 조사 내용

(1) 건강실태 조사

- 문진, 이학적검사 등을 포함한 신체검사
- 백혈구, 적혈구, 혈소판 등의 혈액검사와 혈청 글루코스(Glucose) 단백질치 등의 임상화학검사를 포함한 임상검사
- 갑상선호르몬 측정 등을 통한 핵의학검사
- 방사선 관련 질병 등

(2) 추적검사

- 원전 주변지역 주민의 개인선량과 집단선량 등의 방사선 피폭선량
- 방사선 피폭과 관련한 암, 백혈병 등의 질병 발생 통계자료

(3) 역학적 요인에 관한 조사

- 연령별, 성별 등을 포함한 생물학적 특성조사
- 출생지별, 거주지별 지역특성에 관한 조사
- 직업, 교육정도 등을 포함한 사회경제적 특성
- 음주, 흡연 등의 기호습관과 식이습관
- 과거 질병 병력 등