

휴대폰 전자파에 의한 건강장해 규명을 위한 역학적 기반조사연구

안운옥¹⁾ · 김대성²⁾ · 강대회¹⁾ ·
박수경³⁾ · 강종원⁴⁾ · 배종면⁵⁾ ·
유근영¹⁾ · 이경무¹⁾

서울의대 예방의학교실¹⁾,
가천의대 예방의학교실²⁾,
동국의대 예방의학교실³⁾,
충북의대 예방의학교실⁴⁾,
제주의대 예방의학교실⁵⁾

I. 서 론

국내의 휴대폰 사용은 이미 보편화되어 있어, 휴대폰 가입자수는 '99년 10월 현재 2,674만명을 넘고 있으며, 휴대폰 보급률은 44.8 % (세계 6위)에 이르러 국민 2명중 한 명꼴로 휴대폰을 사용하고 있다 (통계청, 1999년 한국의 사회지표). 휴대폰은 824 ~ 849 MHz 주파수대역의 셀룰러 휴대전화와 1,750 ~ 1,780 MHz대의 PCS로 나눌 수 있다. 또한 주파수 914 MHz의 가정용 무선전화인 CTI(Cordless Telephone)에 공중성을 부여함으로써 휴대폰 역할을 할 수 있게 발전해 나가고 있으며, 차세대 이동통신인 IMT-2000은 2,000 MHz 주파수 대역 (1,920 ~ 1,980 MHz)의 사용이 확정된 상태이다. 그러나, 생활의 편의를 제공하는 휴대폰 사용의 급증과 함께 이의 인체 유해성 논란도 더해지고 있다. 휴대폰을 사용할 때 휴대폰 내부의 고주파 회로에 의해서 증폭된 신호가 안테나를 통하여 전자파로 바뀌는 과정에서 안테나에 인접한 인체 두뇌 부분에 영향을 줄 수 있다는 가설이 제기되었는데, 이에 대해서는 아직까지 명확한 결론에 이르지 못한 상황이다.

이미 많은 실험적 연구에서 정상조직의 변성 및 암조직의 발생이 전자파와 매우 유관하다는 결과를 발표한 반면, 현재까지 휴대폰과 질병과의 인과적 관련성에 대한 역학적 연구는 충분히 수행되지 않은 상태인데, 일부 발표되었거나 진행중인 연구결과들(Rothman, K. J. et al., 1996; Dreyer, N. A. et al., 1999; Johansen, C. et al., 2001; Muscat, J. E. et al., 2000; Inskip, et al., 2001)에 의하면, 대체로 휴대폰

의 사용은 사망률, 암발생율과 관련성을 보이지 않고 있다. 그러나, Hardell 등(2000)은 휴대폰 사용방향의 측두부, 후두부 뇌암이 관련되어 있다고 하였으며, Hocking(1998)과 Chia 등(2000)은 휴대폰 사용과 두통 등의 증상유병을 간에 관련성이 있음을 보고하고 있다. 따라서, 휴대폰 사용이 대중화 되기 시작한 것이 얼마 되지 않았다는 점, 휴대폰의 건강영향에 대한 충분한 연구가 이루어지지 않았다는 점 및 관심의 주된 초점이 되는 암 발생의 잠복기가 폭로 후 최소 10년 정도인 것을 감안하면 추가적인 연구를 통하여 휴대폰 사용의 안전성이 검증되기 전까지는 그 건강영향에 대하여 안전하다고 장담할 수 있는 과학적 근거가 없다고 할 수 있다.

휴대폰 전자파의 위해성 여부를 규명하는 것은, 국민보건의 측면에서 매우 시급한 과제이며, 최종적으로 인구집단을 대상으로 하는 역학연구를 통하여 인체에 대한 건강영향 여부를 밝혀야 할 것으로 생각된다. 이미 여러 국가에서 전자파와 관련된 역학적, 실험적 연구가 상당히 진행되었고, 유해성 여부에 대하여 많은 논란이 진행되고 있으나, 국내에서는 이에 대한 본격적인 연구가 미진한 형편에 머무르고 있고, 휴대폰을 사용하는 사람들의 특성 및 이들의 통화패턴과 전자파 노출실태에 대한 기초자료가 부족한 실정이다. 따라서, 본 연구는 『휴대폰 전

자파에 의한 건강장애 규명을 위한 역학적 기반조사 연구』로서, 휴대폰 전자파의 건강장애에 대한 기존 문헌을 고찰하고, 전자파로 인해 발생 가능성이 있는 질병 및 증상에 대한 기술 역학적 연구를 수행하며, 휴대폰 사용자의 전자파 노출과 증상 유병률 조사를 시행하여 차후 수행될 역학연구의 기초자료를 제공하고자 하였다.

II. 본 론

2000년도에 수행된 『휴대폰 전자파에 의한 건강장애 규명을 위한 역학적 기반조사 연구』의 내용 및 범위는 다음과 같다.

1. 휴대폰 전자파의 건강장애에 대한 기존 문헌 고찰
 - 문헌고찰을 통한 차후 연구의 방향 제시
 - 문헌에 제시된 질병과 휴대폰 전자파의 연관성 고찰
2. 전자파로 인해 발생 가능성이 있는 질병 및 증상에 대한 기술 역학적 연구
 - 문헌검토를 통한 전자파와 관련된 질병군의 파악
 - 문헌검토 결과 관련성이 의심되는 질병군에 대한 유병률, 사망률 및 발생을 산출 : 이차자료원을 이용(의료보험자료, 전국사망자료, 암등록자료)
 - 상관분석 연구(correlation study): 휴대폰 사용자 수 추세와 질병발생 추세 간의 연관성 분석
3. 휴대폰 사용자의 전자파 노출과 증상 유병률 조사(exposure & symptom survey)
 - 예비조사: 설문지 개발 및 300여명 대상, 전화 설문, 대학생 및 직장단위 설문조사 실시

- 본 조사 1: 591명 대상, 고교생 및 대학생 설문조사

- 본 조사 2: 472명 대상, 휴대폰 전화를 통한 무작위 설문조사

『휴대폰 전자파의 건강장애에 대한 기존 문헌고찰』에서는 휴대폰 전자파의 건강 유해성을 규명하기 위한 기반조사로서, 기존 문헌조사를 실시하고 휴대폰의 건강영향에 대한 실제 본 연구를 수행하는데 필요한 항목들을 도출하였으며, 『전자파로 인해 발생 가능성이 있는 질병 및 증상에 대한 기술 역학적 연구』에서는 향후의 휴대폰 역학연구의 주 대상이 되는 관련질환들로서 뇌암, 갑상선암, 유방암 등의 발생 및 성별, 연령별 분포를 파악하고 이것과 휴대폰 사용과의 관계를 시계열적으로 파악하였다. 『휴대폰 전자파 노출과 증상 유병률 조사』에서는 2000년 9월에서 12월에 걸쳐, 전화설문 및 고등학생과 직장인을 대상으로 한 예비조사를 거쳐 설문내용을 확정된 뒤(설문문항은 ‘휴대폰 사용관련 문항’, ‘평상시 신체증상 및 휴대폰 사용시 경험하는 증상’, ‘평소 생활습관’ 및 ‘일반적인 사항’의 4부분으로 구성), 591명의 고등학생 및 대학생을 대상으로 한 조사와, 472명을 대상으로 한 휴대폰을 통한 무작위 전화설문조사의 두 가지 본 조사를 수행하였다.

본론에서는 『휴대폰 전자파 관련 질병의 기술 역학적 연구』 결과를 제시하기로 한다.

특정 위해 인자의 인간에 대한 건강영향평가는 인간을 대상으로 한 역학적 연구로 수행되는데 인과적 관련성을 파악하기 위해서는 환자-대조군연구 혹은 코호트연구와 같은 분석적 역학연구가 필요하다. 그러나, 일반적으로 이러한 분석적 역학연구를 수행하기 위해서는 사전에 충분한 기초자료를 확보하고 있어야 한다. 이러한 기초자료에는 유병률, 발생률 그리고 사망률에 대한 자료 등이 있다.

본 연구는 향후의 휴대폰 역학연구의 주 대상이

되는 관련질환들에 대하여 보건복지부의 암등록 자료로부터의 암발생율 파악, 일반 상병자료에서 나타난 휴대폰 관련질환의 기술역학적 분석에 중점을 두었다. 기술역학적 연구로서의 연구결과는 결론적인 의미를 가지기보다는 향후의 분석적 연구를 위한 기초자료의 확보와 인과적 가설의 생성(hypothesis generation)이 주 목표가 된다.

2-1 이용자료 및 관련질환의 선정

기술역학적 지표로서 발생율과 유병율을 파악하였는데, 발생율은 전국 암등록자료의 원자료(raw data)와 서울시 지역암등록자료를 획득하여 이를 분석하여 추정하였다. 유병율은 공무원 및 사립학교교직원 의료보험관리공단의 요양급여청구자료를 응용하여 이차적으로 추정하였다.

2-1-1 뇌 암

최근에 전자기장과 뇌암과의 관련성에 대한 많은 연구가 수행되었다. 1979년 Wertheimer와 Leeper는 1950년에서 1973년 사이의 암으로 사망한 소아들의 집과 대조군의 집 근처의 전기줄의 분포를 비교한 결과 암으로 사망한 소아들에서, 전기줄이 많이 분포된 경우에 신경계통의 암이 유달리 많은 것을 관찰하였다. 이후 스웨덴에서 수행된 두 번째의 환자-대조군 연구에서 전자기장과 신경계암의 강한 연관성이 제시되었다(Tomenius, L. et al., 1986). Savitz 등(1988)은 전자기장과 전기줄의 영향을 동시에 평가한 환자-대조군 연구에서 전자기장보다는 전기줄이 더 신경계 암과의 관련성이 있다고 주장하였다. 다른 환자-대조군 연구에서는 집안에서의 전자기장과 중추신경계암과의 관련성이 없는 것으로 나타났다(Olsen, J. H. et al., 1993). 핀란드에서 수행된 코호트 연구에서는 거주지의 전자기장과 남자 소아에서의 뇌암발생이 강한 연관성이 있음을 시사하였다

(Verkasalo, P. K. et al., 1993). 한편, 네델란드에서 수행된 코호트 연구에서도 전기줄과 변전기 근처에서 거주한 사람에서의 뇌암의 초과발생이 없음을 보고하였다(Schreiber, G. H. et al., 1993).

전반적으로 이제까지 수행된 연구결과들은 전자기장과 뇌암과의 관련성에 대하여 상반된 결과를 나타내고 있다. 그러나, 상당수의 연구결과에서 전자기장과 뇌암과의 인과적 관련성을 시사하고 있다.

2-1-2 갑상선암

갑상선암과 전자기장과의 관련성에 대한 연구는 거의 없다. 현재까지 수행된 역학적 연구결과에 따르면 갑상선암과 전자기장의 관련성을 시사하는 연구는 단 한편 밖에 조사되지 못하였다(Hallquist, A. et al., 1993). 그러나, 이 연구 역시 전자기장을 직접 측정한 연구가 아니라 전자기장 폭로를 직업으로부터 간접 추정한 결과이다. 일반적인 동물실험과 역학연구에서는 갑상선암과의 관련성을 부정하고 있다(Fincham, S. M. et al., 2000). 그러나, 이제까지 알려진 바로는 갑상선암의 주요 위험요인 중의 하나가 전리방사선이며(물론, 전리방사선과 전자기장은 그 인체 영향이 상당히 다르다), 아직 전자파와의 관련성에 대한 충분한 연구가 이루어지지 않았다는 점을 감안하여 추가적인 연구가 필요하다고 할 수 있다.

2-1-3 유방암

알려진 유방암의 가능한 위험요인은 이른 초경, 늦은 폐경, 비만, 호르몬 대체요법 등에 초점을 맞추므로써 전자기파와 유방암의 관련성에 대한 연구는 거의 없었다. 일부의 역학적 연구에서 전기공장 근로자에서 유방암의 초과발생이 있음을 나타내었다. 유방암과 전자기장의 관련성 연구가 힘든 이유는 전자기장의 고품로 직업에서 여성근로자의 수가 적기 때문이다. 유방암과 전자기장의 관련성에 대한

연구들의 폭로를 보면 전기공장, 전화선 작업자, 시스템 분석 및 프로그래머, 라디오파 작업자 등으로서 일부 연구에서는 대응비가 1.3에서 2.2정도로 유의하게 나타난 반면(Coogan, P. F. et al., 1996; Kliukiene, J. et al., 1999; Tynes, T. et al., 1996), 다른 연구들에서는 관련성이 없는 것으로 나타났다(Forssen, U. M. 2000; Zheng, T. et al., 2000; Gammon, M. D. et al., 1998; Feychting, M. et al., 1998). 거주지의 전자기파, 전기담요 등과 유방암과의 관련성에 대한 연구결과는 연구마다 상이하게 나타났다. 그러나, 현재의 추세는 전자기장과 유방암과의 관련성에 대한 생물학적 개연성이 인정을 받고 있으며 몇몇 연구에서 유의한 관련성을 나타내고 있기 때문에 향후의 정밀한 연구가 요구되고 있는 실정이다 (Caplan, L. S. et al., 2000).

2-1-4 백혈병

상당히 많은 연구들이 혈액종양, 특히 백혈병과 전자기장과의 관련성을 시사하고 있다. 이러한 연구에 포함된 직종은 라디오, 텔레비전 수리공, 전기기술자, 전기회사 근로자, 전자제품 조립 근로자, 컴퓨터 기술자, 전화기술자, 통신업 근로자 등이 포함된다. 전자기장 폭로와 관련된 연구들의 메타분석 결과에 따르면 전체적으로 백혈병이 18 % 초과 발생하는 것으로 나타났다(Coleman and Beral. 1988). 그러나, heterogeneity를 보정한 다른 메타분석에서는 그 유의성이 상당히 감소하는 것으로 나타났다(Shore, 1988). 많은 연구들이 전자기장과 백혈병과의 관련성을 시사하고 있지만 또한 상당한 연구들에서 그 관련성을 부정하고 있어서 전자기장과 백혈병과의 관련성에 대하여는 아직 명확한 결론이 내려지지 않은 단계이다.

2-1-5 선천성 기형

선천성 기형과 전자기장과의 관련성에 대하여 명확한 결론을 내리기에는 그와 관련된 연구가 충분하지 않다. 전기담요의 사용과 오로계 선천성 기형과의 관련성에 대한 한 환자-대조군 연구에서 임신 초기 3개월에서의 전기담요 사용이 선천성 요로기형을 일으킬 수 있음을 시사하였다(Li, D. K. et al., 1995). 그러나, 다른 연구결과들에서는 선천성 기형과 전자기장과의 관련성을 찾기 힘들다(Larsen, A. I. 1991; Dlugosz, L. et al., 1992; Robert, E. et al., 1996). 또한 전자기장과의 관련성이 유의하게 나타난 환자-대조군 연구도 다중비교로 인한 통계적 오류의 증가 등의 방법론적인 문제가 있으므로 그 결과를 신뢰성 있게 받아들이기 힘들다.

2-1-6 급성 비인두염

급성 비인두염과 전자기장과의 관련성에 대한 직접적인 연구는 없다. 그러나, 전자기장이 인체의 면역계에 미치는 영향에 대해서는 비교적 많은 연구가 있어 왔다. 면역기능을 떨어뜨리는 것으로 평가한 일부 연구가 있는 반면(Marino, A. A. et al., 2000; Tuschl, H. et al., 2000), 그렇지 않은 것으로 나타난 연구들도 상당수 있다(Tuschl, H. et al., 1999; House, R.V. et al., 1996; Jonai, H. et al., 1996; Ramoni, C. et al., 1995). 이와 관련한 연구들의 대부분은 전자기장의 발암기전을 이해하기 위하여 수행된 것이지만, 면역기능의 저하로 인하여 발생할 수 있는 흔한 질환인 상기도 감염과의 관련성에 대한 연구는 거의 없다. 상기도 감염 자체는 의학적으로 중대한 질병은 아니지만, 노인, 만성 소모성 질환자 혹은 면역저하질환이 동반될 경우에는 중대한 합병증을 일으킬 수 있다. 또한 상기도 감염 자체는 그 유병율이 다른 질환에 비하여 아주 흔한 질환이기 때문에 보건학적인 중요성도 간과할 수 없다.

2-2 발생률 및 유병률 산출

2-2-1 발생률

발생률은 아래와 같이 산출하였다.

발생률 (incidence rate)
= 특정 기간 동안에 발생가능 인구집단 중 새로이 발생한 환자의 수

발생률은 특정 인구를 일정기간 동안 추적 관찰하여야 산출 가능하며 보건 사회적 중요성보다는 인과적 관련성의 지표로서, 혹은 역학적 지표로서의 가치를 가진다. 분석적 연구에서 수행되는 가설검정에 있어서 유병률보다 유용한 지표이다. 그러나, 암과 같은 드문 질환일 경우 대규모의 일반인구 집단을 대상으로 한 연구가 필요하기 때문에 많은 비용과 시간이 소모된다.

본 연구에서의 연도별 암 발생은 보건복지부에서 관장하는 중앙암등록사업단의 자료와 서울시 지역암등록사업단의 자료를 사용하여 파악하였다. 우리나라의 암등록자료는 중앙암등록 사업과 지역암등록 사업으로 구분되어 있다. 중앙암등록자료는 우리나라의 수련병원으로부터 “새로이 암으로 진단받은 사람”들을 보고 받아 입력되는 것으로서 광범위한 지역을 포괄하지만 완전성이 떨어지는 것으로 알려져 있다. 반면에 서울을 포함한 특정지역에서 수행되는 지역암등록사업은 완전성이 국제적 수준이 근접한 것으로 평가받고 있다.

2-2-2 유병률

유병률은 아래와 같이 산출하였다.

유병률(prevalence rate)
= 특정 시점에서 인구 중 특정 질병을 가지고 있는 사람들의 분율

유병률은 일반적으로 질병발생의 시점을 파악하기 힘든 만성질환의 보건사회적 중요성을 평가하는데 유용하다. 발생률은 과학적 지표로서의 가치가 있는 반면 유병률은 보건정책 수립 및 재원 투자의 우선순위 결정에 유용하게 사용된다. 본 연구에서의 유병률 산출은 의료보험자료를 가공하여 이차적으로 산출하였다. 분모인구는 의료보험공단의 피보험자 및 피부양자가 되며 분자인구는 악성 종양의 경우는 입원진료 실인원수, 선천성 기형의 경우는 외래진료 실인원수, 급성 비인두염의 경우는 실인원수가 아닌 진료일수를 사용하였으며, 급성 비인두염의 유병률의 분모는 전체 보험가입인구에 356를 곱한 것으로 하였다.

2-3 연구결과

2-3-1 뇌 암 (Brain cancer)

1) 발생률

미국을 제외한 여러 나라의 전반적인 추세는 계속 증가하는 양상을 보이고 있다(Nishi, M. et al., 1999; Ruiz-Tovar, M. et al., 1999). 그러나, 이러한 증가양상은 발생률 자체의 증가에 기인하는 것보다는 뇌암발생의 진단율 증가가 더 큰 기여를 하고 있다는 보고도 있다(Davis, F. G. and Preston-Martin, S., 1998).

(1) 성별 분포

중앙암등록자료를 분석한 결과 1997년 현재 10만 명당 발생률은 남자에서 2.26명, 여자에서 1.84명의 발생률을 보이고 있다(표 1). 세계표준인구로 표준화한 결과 남자에서 10만명당 2.36명, 여자에서 10만명당 1.87명으로 표준화하기 전과 비슷한 양상을 보이고 있다. 즉, 남자가 여자보다 1.3 배 정도 높은 발생률을 보이고 있다. 성별 분포의 차이는 시간이

<표 1> 뇌암의 성별, 연령별 발생율(인구 10만명당): 중앙암등록 자료(1993~1997)

연령	1993		1994		1995		1996		1997	
	남자	여자	남자	여자	남자	여자	남자	여자	남자	여자
0~4	1.32	1.13	2.04	1.60	2.27	2.85	1.95	1.45	2.32	1.76
5~9	1.69	1.47	1.86	1.38	1.80	1.60	2.40	1.80	2.10	1.66
10~14	1.63	0.82	1.61	1.77	1.62	2.22	1.77	1.46	1.52	1.35
15~19	1.36	1.09	0.99	0.74	1.09	1.01	1.44	1.33	1.39	1.38
20~24	1.20	1.18	1.17	0.69	1.19	0.94	1.59	0.80	0.97	0.75
25~29	1.16	1.32	1.65	1.46	1.49	1.39	1.40	1.39	1.86	1.20
30~34	2.49	1.88	1.92	1.27	1.95	1.43	2.13	1.48	1.81	1.67
35~39	2.79	1.05	2.04	1.15	2.48	1.80	2.29	1.85	2.29	1.70
40~44	2.85	1.76	2.80	1.53	2.62	1.84	3.40	1.98	2.75	1.98
45~49	2.63	2.26	2.79	1.13	2.61	2.60	2.85	3.35	3.18	2.01
50~54	4.06	2.62	3.23	3.40	4.02	2.20	3.54	3.54	3.92	2.49
55~59	5.15	2.64	4.74	3.28	5.26	3.92	5.90	3.41	4.72	4.32
60~64	6.54	3.72	5.30	2.81	4.77	1.96	7.60	4.16	4.17	5.14
65~69	4.33	3.15	4.92	3.35	5.65	3.37	6.82	4.49	5.18	4.33
70~	2.34	0.83	0.93	0.50	1.60	0.48	1.07	1.15	1.60	0.67
조발생율	2.25	1.57	2.12	1.52	2.25	1.82	2.50	1.93	2.26	1.84
표준화발생율	2.33	1.58	2.21	1.56	2.32	1.90	2.60	1.96	2.35	1.87

지남에 따라 점차 줄어드는 경향을 보이고 있다. 연령에 따른 성별 분포의 변화는 뚜렷히 확인할 수는 없었다.

(2) 연령별 분포

중앙암등록 자료와 서울시 지역암등록자료상에서 공통적으로 소아에서의 뇌암 발생이 어느 정도 있다가 15세 이후에 조금 감소하는 경향을 나타내었다. 30세 이후에 서서히 증가하기 시작하여 50세 이후에 가파른 상승곡선을 보였다. 중앙암등록자료에서는 남자와 여자에서 70세 이후에 감소하는 양상을 나타내었고, 서울시 지역암등록 자료에서는 남자에서는 지속적으로 증가하고, 여자에서는 70세 이후에 감소하는 양상을 나타내었다.

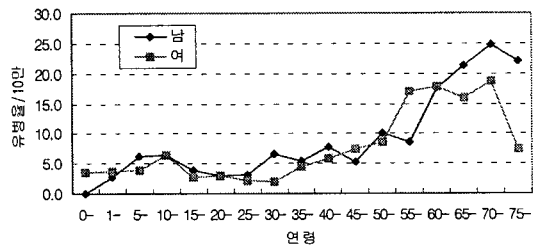
(3) 년도별 변화

중앙암등록자료를 살펴보면 남자에서는 1993년 이후로 뚜렷한 변화가 없었으나 여자에서는 1993년

의 1.57/10만명에서 1997년 1.84/10만명으로 상승추세에 있음을 알 수 있다.

2) 유병율

의료보험공단의 입원자료를 이용하여 유병율을 추정한 결과, 소아에서 10만명당 5명 정도의 유병율을 유지하다가 15세 이후에 유병율이 감소하는 경향을 보였으며 30세 이후에 다시 증가하기 시작하여 50세 이후에 가파른 상승세를 보이는 것은 발생율 자료와 유사하였다(그림 1).



[그림 1] 뇌암의 성별, 연령별 유병율(인구 10만명당): 의료보험자료(1997)

2-3-2 갑상선암

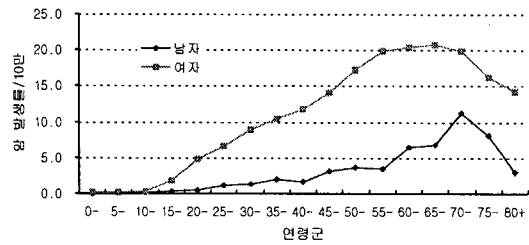
1) 발생률

(1) 성별 분포

갑상선암의 발생률은 1997년도의 중앙암등록자료를 기준으로 여자에서는 10만명당 7.97명, 남자에서는 10만명당 1.56명으로 여자에서 남자보다 약 5.1배 높게 나타났다(표 2). 여자에서 높게 나타나는 정도는 년도에 따라 큰 차이는 없었다. 서울시 지역암등록자료에서는 여자에서 남자보다 4.2배 정도 높게 나타났다. 이러한 성별 차이는 전 연령층에서 고르게 나타났다(그림 2).

(2) 연령별 분포

중앙암등록 자료의 분석결과, 소아기에는 거의 발생이 없다가 연령의 증가에 따라 꾸준히 증가하는 양상을 보였다. 남자에서는 70세까지 서서히 증가하는 양상을 보이며 여자에서는 50대 초반에서



[그림 2] 갑상선암의 성별, 연령별 발생률(인구 10만명당): 서울시 지역암등록자료(1992~1995)

10만명당 12~20명으로 그 발생률이 최고치에 이르며 60세 이후 10만명당 10~18명 정도로 조금씩 감소하는 양상을 보인다. 서울시 지역암등록자료상에서는 남자에서는 70세까지 서서히 증가하여 10만명당 12명 정도에 이르게 되며, 여자에서는 연령증가에 따라 갑상선암 발생률이 서서히 증가하여 60대에 10만명당 20명 정도로 최고치에 이른다. 남여 공통적으로 80세 이후에는 조금 감소하는 양상이 나타났다.

<표 2> 갑상선암의 성별, 연령별 발생률(인구 10만명당): 중앙암등록 자료(1993~1997)

연령	1993		1994		1995		1996		1997	
	남자	여자	남자	여자	남자	여자	남자	여자	남자	여자
0~4	0.00	0.00	0.16	0.31	0.00	0.54	0.00	0.00	0.05	0.00
5~9	0.00	0.06	0.00	0.07	0.06	0.00	0.06	0.07	0.06	0.00
10~14	0.33	0.51	0.15	0.31	0.15	0.33	0.20	0.70	0.15	0.22
15~19	0.19	1.81	0.20	1.59	0.30	2.33	0.55	2.12	0.45	2.12
20~24	0.30	4.23	1.04	3.53	0.62	3.42	0.53	4.46	0.89	4.46
25~29	0.79	5.14	0.96	6.17	1.45	6.94	0.86	7.27	1.13	8.95
30~34	1.02	7.66	1.30	7.84	1.45	8.56	1.45	8.60	1.68	10.18
35~39	1.21	9.05	1.34	8.77	0.57	8.82	1.62	11.77	2.19	12.22
40~44	1.83	9.69	2.31	9.49	1.31	9.54	2.03	12.26	2.23	15.19
45~49	1.67	11.39	2.95	11.38	3.10	13.83	2.94	14.75	2.53	19.36
50~54	2.36	12.18	3.51	15.21	2.77	17.03	4.50	18.08	3.83	20.09
55~59	2.86	13.20	3.53	15.39	3.33	14.36	4.40	16.87	3.75	19.98
60~64	3.10	11.44	4.82	13.56	4.47	13.94	5.37	12.35	5.52	18.22
65~69	3.82	10.13	2.21	12.58	5.65	12.03	4.94	15.72	6.35	18.13
70~	1.37	3.33	0.56	2.09	1.60	2.87	2.32	4.01	1.60	5.16
조발생률	0.97	5.72	1.29	6.11	1.24	6.60	1.49	7.46	1.56	8.76
표준화발생률	1.01	5.25	1.28	5.60	1.28	6.02	1.53	6.73	1.56	7.97

(3) 연도별 변화

중앙암등록자료를 분석한 결과 1993년 남자에서는 10만명당 1.01명 수준으로 발생하는 것이 조금씩 증가하여 1997년에는 10만명당 1.56명으로 약 1.5배가 증가한 것으로 나타났다. 여자에서도 1993년 10만명당 5.25명이 발생하다가 서서히 증가하여 1997년에는 10만명당 7.97명으로 약 1.5배 증가하는 것으로 나타났다.

2-3-3 유방암

1) 발생률

(1) 연령별 분포

중앙암등록자료를 분석한 결과 30세 이후에 급격히 유방암 발생률이 증가하여 40대 말에 인구 10만명당 43~61명으로 최고치에 이르는 것으로 나타났다(표 3). 50세 이후에 발생률이 조금씩 감소하여 70세 이후에는 20대의 발생률과 비슷한 정도까지 떨어지는 것으로 나타났다.

<표 3> 유방암의 연령별 발생률: 중앙암등록 자료 (1993~1997)

연령	1993	1994	1995	1996	1997
0~4	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
5~9	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00
10~14	0.05	0.00	0.11	0.00	0.00
15~19	0.16	0.11	0.16	0.16	0.27
20~24	0.59	0.87	0.94	0.84	0.98
25~29	5.63	4.47	4.88	6.12	6.22
30~34	14.47	13.50	15.63	17.11	18.12
35~39	23.63	24.90	26.25	30.91	35.27
40~44	41.44	35.70	38.56	46.60	59.82
45~49	50.62	47.88	49.62	59.01	62.62
50~54	44.22	46.78	43.15	53.19	61.13
55~59	37.81	34.37	36.95	42.78	56.54
60~64	22.75	25.20	25.92	32.89	38.27
65~69	24.11	20.13	21.34	27.28	26.47
70~	6.67	3.19	3.72	8.02	6.49
조발생률	14.46	13.96	14.91	17.95	20.60
표준화발생률	13.92	13.16	13.70	16.58	18.99

어지는 것으로 나타났다. 서울시 지역암등록자료에서도 40대 말에 10만명당 59명으로 최고치를 이루었으며 이후 점차 감소하는 양상을 나타내었다.

(2) 연도별 변화

중앙암등록자료에 의하면 1995년 이전에는 10만명당 13.2~13.9명 정도의 수준을 유지하다가 1996년 이후에 증가하여 1997년 현재 10만명당 19명의 발생율을 나타내었다.

2) 유병률

1997년의 보험급여자료를 분석한 결과 유방암의 유병률은 30대 초반부터 급격히 증가하기 시작하여 50대 초반에 10만명당 100명 정도의 유병률을 나타내어 발생률의 5배 정도 수준을 나타내었다.

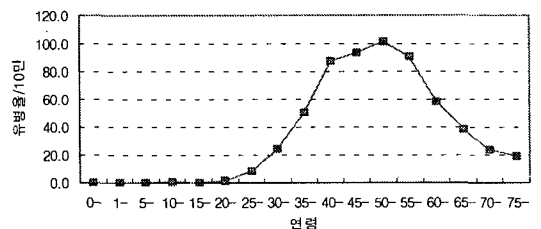
전반적인 연령별 분포는 발생률과 유사한 형태를 보였다(그림 3).

2-3-4 백혈병

1) 발생률

(1) 성별분포

서울시 지역암등록자료에서 여자에서 10만명당 4.0명, 남자에서 10만명당 4.6명으로 남자에서 조금 많이 발생하는 것으로 나타났다. 이러한 경향은 전 연령층에서 고르게 나타났다(표 4).



[그림 3] 유방암의 유병률(인구 10만명당): 의료보험자료(1997)

<표 4> 백혈병의 성별, 연령별 발생률(인구 10만명당):
서울시 지역암등록자료(1992~1995)

연령	남자	여자
0~4	4.8	3.9
5~9	4.2	3.5
10~14	3.1	3.0
15~19	3.3	2.4
20~24	2.8	2.6
25~29	2.5	2.2
30~34	2.9	2.4
35~39	2.7	3.4
40~44	3.2	3.1
45~49	4.2	4.8
50~54	5.4	4.5
55~59	7.3	6.5
60~64	10.6	7.3
65~69	9.0	14.3
70~74	15.1	7.7
75~79	11.2	8.6
80~	10.1	7.8
조발생율	4.5	3.7
표준화 발생율	4.6	4.0

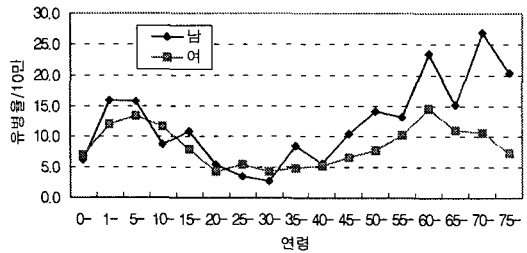
(2) 연령별 분포

백혈병은 0~4세 군에서 남자에서 10만명당 4.8명, 여자에서 10만명당 3.9명으로 비교적 높게 나타났다. 발생율은 20대 말에 최저점을 이루며(남자에서 10만명당 2.5명, 여자에서 10만명당 2.2명), 이후 점차 증가하기 시작하여 70세 전후에서 최고치에 달하여 10만명당 14~15명 정도의 발생율을 보인다.

2) 유병율

백혈병의 유병율은 발생율과 마찬가지로 소아에서 높게 나타나다가 20대까지 점차 감소하며 30세에서 서서히 증가하는 양상을 보인다(그림 4). 여자보다 남자에서 높은 유병율을 보이며 50세 이후에서는 성별 발생율의 격차가 증가하여 남자에서 여자보다 2배 이상의 유병율을 보인다.

2-3-5 선천성 기형



[그림 4] 백혈병의 성별, 연령별 유병율(인구 10만명당): 의료보험자료(1997)

1) 유병율

의료보험 자료에서는 선천성 기형에 대하여 아래의 표와 같이 분류하고 있다. 이는 국제질병분류(ICD-10)에 근거한 것이다. 본 연구에서는 각 선천성 기형의 유병율을 영아 만명당 유병율로 나타내었다. 영아의 유병율은 해당질병의 진료시점에서 만 12개월이 되지 않은 영아들의 유병율로서, 해당질병이 선천성 기형에 국한된다면 선천성 기형의 발생율(incidence among liver birth)에도 근접하게 된다. 그러나, 임상적으로 확인할 수 없는 경미한 선천성 기형은 누락되게 되어 실제의 발생율보다 낮게 추정된다.

2) 성별 분포

전체 선천성 기형은 영아 만명중 남자에서 369명, 여자에서 343명으로 남자에서 조금 높게 나타났다(표 5). 이를 백분율로 표시하면 남자 출생아의 3.7%와 여자 출생아의 3.4%가 선천성 기형으로 진료를 받았음을 의미한다. 선천성 기형중 가장 흔한 것은 순환기계의 선천성 기형으로 전체의 약 3분의 1로 나타났으며 그 다음으로 근골격계 소화기계 순으로 나타났다. 근골격계의 선천성 기형은 남자와 여자에서 비슷하게 나타났으나 고관절의 선천성 기형은 여자에서 약 2배 정도 높게 나타났으며 기타

<표 5> 선천성 기형의 성별, 0세 유병율(영아 1만명당): 의보료협자료(1995~1997)

구 분	성별	1995	1996	1997
이분척추증	남	1.13	1.55	1.57
	여	0.65	0.35	1.04
기타신경계의 선천성 기형	남	3.38	4.03	3.77
	여	2.59	3.15	2.09
순환기계의 선천성 기형	남	98.68	118.73	120.90
	여	95.20	125.95	141.64
토순 및 구개열	남	9.59	7.44	13.82
	여	8.10	7.70	9.05
소장의 결여, 폐쇄 및 협착	남	0.56	0.93	0.00
	여	0.00	0.00	1.04
기타 소화기계의 선천성 기형	남	23.68	29.76	31.72
	여	21.05	18.89	20.53
정류고환	남	5.64	4.65	9.73
	여	0.00	0.00	0.00
기타 비뇨생식기계의 기형	남	7.89	7.44	12.56
	여	3.24	3.85	2.44
고관절의 선천성 변형	남	10.15	15.50	10.68
	여	24.29	23.79	20.18
발의 선천성 변형	남	11.84	22.94	16.33
	여	12.95	17.84	15.66
가타 근골격계의 선천성 기형 및 변형	남	42.01	49.91	46.79
	여	44.36	39.19	43.50
기타 선천성 기형	남	78.38	96.41	96.41
	여	68.32	76.62	80.74
달리분류되지 않은 염색체 이상	남	5.36	3.10	5.02
	여	4.21	3.15	4.87
계	남	298.3	362.4	369.3
	여	285.0	320.5	342.8

부위의 선천성 기형에서는 여자보다 남자에서 높게 나타났다. 소화기계의 선천성 기형은 남자에서 여자보다 1.5배 가량 높게 나타났다.

3) 년도별 변화

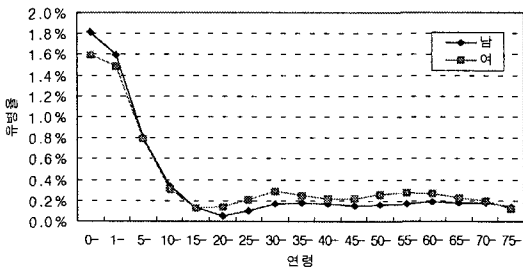
의료보험 급여자료를 분석하여 선천성 기형의 년도별 변화를 살펴보면 여자와 남자에서 공통적으로 점차적으로 증가하는 추세를 보이고 있다. 1993년 현재 영아 1만명당 유병율은 남자에서 249명, 여자에서 261명 정도였으나, 1997년 현재 영아 1만명당 유병율은 남자에서 369명, 여자에서 343명 정도로 약 1.5배 증가하였음을 알 수 있다.

2-3-6 급성 비인두염

1) 유병율

(1) 성별 분포

급성 비인두염은 남성과 여성에서 그리 큰 차이를 보이지는 않으나 전반적으로 여자에서 조금 높은 유병율을 나타내고 있다(그림 5). 1997년 현재 단면적으로 추정된 결과 특정시점에서 여자의 0.34%, 남자의 0.32%가 급성 비인두염으로 치료를 받고 있는 것으로 나타났다. 그러나, 소아에서는 여자보다 남자에서 그 유병율이 조금 높은 것으로 나타



[그림 5] 급성비인두염의 성별, 연령별 유병율: 의료보험자료(1997)

났으며 성인 이후에는 전반적으로 남자보다 여자에서 그 유병율이 높은 것으로 관찰되었다.

(2) 연령별 분포

10세 미만의 인구에서는 1% 이상이 급성 비인두염으로 치료를 받고 있는 것으로 나타났으나 급격하게 유병율이 감소하여 20대 초반에 그 유병율이 0.1% 정도의 최하치를 보였다. 30세 이후에 0.2%까지 증가하여 70세까지 큰 변화없이 전체 인구의 약 0.2%가 급성 비인두염으로 치료를 받는 것으로 나타났다.

(3) 년도별 분포

1997년의 급성비인두염의 유병율은 남자에서 0.32%, 여자에서 0.34%로서 1995년의 급성 비인두염의 유병율은 남자에서 0.28% 여자에서 0.30%와 비교하면 큰 차이가 없으나 조금씩 증가하는 양상을 보였다.

2-3-7 건강장해 가능성이 있는 질병과 휴대폰 사용자 변화 추세와의 연관성 분석

암등록 자료로부터 얻은 암발생 통계치와 휴대폰 사용과의 관련성에 대한 생태학적 분석, 일반 상병

자료에서 나타난 휴대폰 관련 질환과 휴대폰 사용과의 관련성 분석을 수행하였으며, 이는 향후의 휴대폰과 질병과의 관련성을 파악하는 분석역학적 연구를 설계 및 진행하는데 필수적인 자료가 될 것이다.

1) 연구방법

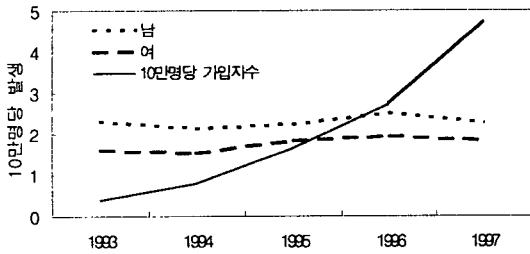
악성종양 중에서 뇌암, 유방암, 갑상선암 등의 악성종양의 발생 및 성별, 연령별 분포를 파악하고 이것과 휴대폰 사용과의 관계를 시계열적으로 파악하였다. 뇌암은 국제질병분류코드 "191" 혹은 "C71"을 사용하였으며, 유방암은 "174"와 "C50", 갑상선암은 "193"과 "C73"을 사용하였다. 년도별 암 발생은 보건복지부에서 관장하는 전국암등록사업의 자료를 사용하여 파악하였다. 전국암등록자료는 우리나라의 수련병원으로부터 "새로이 암으로 진단받은 사람"들을 보고 받아 입력되었으며 1993년부터 1997년까지의 5개년도의 자료를 사용하였다. 휴대폰 사용에 대해서는 정보통신부에서 공개한 년도별 이동전화가입자 현황을 사용하였다. 자료는 ASCII 형태의 원자료(raw data)로 획득하였으며 이를 Windows for SAS program으로 변환하여 분석하였다.

2) 주요 결과

(1) 뇌 암 (Brain cancer)

뇌암의 연령별 성별 발생율은 남자에서는 10만명당 1993년의 2.14명에서 1997년의 2.50명을 나타내었으며 여자에서는 10만명당 1.53명에서 1.93명 정도의 발생율을 가지는 것으로 나타났다. 뇌암발생율의 년차적 추세에서는 증가하거나 혹은 감소하는 소견은 보이지 않았으나, 휴대폰 사용자들의 증가추세와 비교하여 보았을 때 특이한 관련성을 발견하기는 힘들었다(그림 6).

(2) 갑상선암

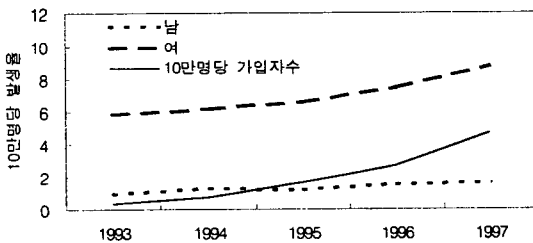


[그림 6] 뇌암 발생률(1993~1997)과 휴대폰 사용자수(1988~1992)의 추세변화: 5년의 시차를 두고 비교

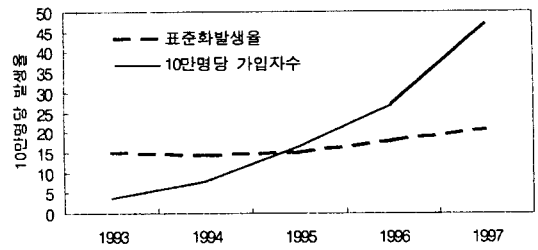
갑상선암은 남자에서 10만명당 1.0~1.56명 정도의 발생율을 나타내었으며 여자에서는 남자의 5배 정도인 10만명당 5.86~8.76명 정도의 발생율을 나타내었다. 남자에서의 발생율은 5개년 관찰시 증가하는 양상을 보이지는 않았으나, 여자의 경우 1993년도에서 1997년도까지 직선적으로 증가하는 양상을 나타내으며, 5년 전의 휴대폰 가입자 증가추세와 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내고 있다 ($r=0.95$, $p=0.01$)(그림 7).

(3) 유방암

유방암 발생율은 '95년도까지 여자 10만명당 14~15명 정도의 발생율을 보였으나 1996년부터 조금



[그림 7] 갑상선암 발생률(1993~1997)과 휴대폰 사용자수(1988~1992)의 추세변화: 5년의 시차를 두고 비교



[그림 8] 유방암 발생률(1993~1997)과 휴대폰 사용자수(1988~1992)의 추세변화: 5년의 시차를 두고 비교

씩 증가하여 1997년에는 10만명당 20.6명의 발생율을 보이고 있다. 그러나 휴대폰 가입자의 증가추세와 비교하였을 때는 그 증가양상에 통계적 연관성이 있다는 결론을 내릴 수는 없었다(그림 8).

3) 요약

유방암, 뇌암에서는 휴대폰 사용과 뚜렷한 통계적 연관성을 보이지 않았지만, 갑상선암과 휴대폰 사용과의 통계적 연관성이 관찰되었다. 그러나, 본 연구는 기술역학적 연구 중 하나인 생태학적 연구로서 본 중간 분석결과만으로는 그 통계적 연관성이 인과적 관련성으로 인하였다고 볼 수는 없으며, 이를 확인하기 위하여 좀 더 세밀한 분석적 연구가 필요하다.

III. 결 론

본론에서 휴대폰 사용과 관련될 것으로 예상되는 질병 및 증상으로 문헌고찰을 통하여 뇌암, 유방암, 갑상선암, 백혈병, 선천성 기형, 급성 비인두염 등을 선정하여 성별, 연령별 발생률 및 유병율을 고찰하였다. 또한, 5년의 시간상의 차이를 두고 휴대폰 가입자수의 추세변화와 비교한 결과, 갑상선암의 경우 여성에서 휴대폰 가입자수와 생태학적인 연관성을

보였다. 그러나, 이러한 연관성이 인과적인 관련성 인인지 그 여부를 알기 위해서는 환자-대조군 연구 또는 코호트 연구와 같은 분석역학적 연구를 수행하여야 한다. 또한, 여러 변수들을 통제된 상태에서 노출과 질병의 관계를 평가하여야 하며, 통계적인 검정력의 향상을 위하여 많은 수의 연구대상자 수를 확보할 필요성이 있다. 휴대폰 전자파의 건강영향에 관한 연구는 휴대폰 이용자 수가 급증하고 있는 만큼 사전예방의 관점에서 지속적으로 수행되어야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] L. S. Caplan, E. R. Schoenfeld, E. S. O'Leary and M. C. Leske, Breast cancer and electromagnetic fields-a review. *Ann, Epidemiol.*, vol. 10, no. 1, pp. 31-44, 2000.
- [2] S. E. Chia, H. P. Chia and J. S. Tan, Prevalence of headache among handheld cellular telephone users in Singapore: A community study. *Environ. Health Perspect.* vol. 8, no. 11, pp. 1059-62, 2000.
- [3] M. Coleman and V. A. Beral, review of epidemiological studies of the health effects of living near or working with electricity generation and transmission equipment. *Int. J. Epidemiol.*, vol. 17, pp. 1-13, 1998.
- [4] P. F. Coogan, R. W. Clapp, P. A. Newcomb, T. B. Wenzl, G. Bogdan, R. Mittendorf, J. A. Baron and M. P. Longnecker, Occupational exposure to 60-hertz magnetic fields and risk of breast cancer in women. *Epidemiology*, vol. 7, no. 5, pp. 459-464, 1996.
- [5] F. G. Davis and S. Preston-Martin, Epidemiology incidence and survival. In: Russell & Rubinstein's pathology of tumors of the nervous systems, 6th ed. Bigner DD, McLenden, R.E, Burner, J. M. (editors). New York: Oxford University Press; pp. 5-45, 1998.
- [6] L. Dlugosz, J. Vena, T. Byers, L. Sever, M. Bracken and E. Marshall, Congenital defects and electric bed heating in New York State: a register-based case-control study. *Am. J. Epidemiol.* vol. 35, no. 9, pp. 1000-1011, 1992.
- [7] N. A. Dreyer, J. E. Loughlin and K. J. Rothman, Cause-specific mortality in cellular telephone users. *JAMA* vol. 282, no. 19, pp. 1914-1916, 1999.
- [8] M. Feychting, U. Forssen, L. E. Rutqvist and A. Ahlbom, Magnetic fields and breast cancer in Swedish adults residing near high-voltage power lines. *Epidemiology*, vol. 9, no. 4, pp. 392-397, 1998.
- [9] S. M. Fincham, A. M. Ugnat, G. B. Hill, N. Kreiger and Y. Mao, Is occupation a risk factor for thyroid cancer? Canadian Cancer Registries Epidemiology Research Group. *J. Occup, Environ, Med.*, vol. 42, no. 3, pp. 318-322, 2000.
- [10] U. M. Forssen, M. Feychting, L. E. Rutqvist, B. Floderus and A. Ahlbom, Occupational and residential magnetic field exposure and breast cancer in females. *Epidemiology*, vol. 11, no. 1, pp. 24-29, 2000.
- [11] M. D. Gammon, J. B. Schoenberg, J. A. Britton, J. L. Kelsey, J. L. Stanford, K. E. Malone, R. J. Coates, D. J. Brogan, N. Potischman, C. A. Swanson and L. A. Brinton, Electric blanket use and breast cancer risk among younger women. *Am. J. Epidemiol.*, vol. 148, no. 6, pp. 556-563, 1998.

-
- [12] A. Hallquist, L. Hardell, A. Degerman and L. Boquist, Occupational exposures and thyroid cancer: results of a case-control study. *Eur. J. Cancer. Prev.*, vol. 2, no. 4, pp. 345-349, 1993.
- [13] L. Hardell, A. Nasman, A. Pahlson and A. Hallquist, Case-control study on radiology work, medical X-ray investigations, and use of cellular telephones as risk factors for brain tumors. *Medgenmed.*, vol. 4, no. 6, E2, 2000.
- [14] B. Hocking, Preliminary report: symptoms associated with mobile phone use. *Occupational Medicine*, vol. 48, no. 6, pp. 357-360, 1998.
- [15] R. V. House, H. V. Ratajczak, J. R. Gauger, T. R. Johnson, P. T. Thomas and D. L. McCormick, Immune function and host defense in rodents exposed to 60-Hz magnetic fields. *Fundam. Appl. Toxicol.*, vol. 34, no. 2, pp. 228-239, 1996.
- [16] P. D. Inskip, E. E. Hatch, P. A. Stewart, E. F. Heineman, R. G. Ziegler, M. Dosemeci, D. Parry, N. m. Rothman, Jr. J. D. Boice, T. C. Wilcosky, D. J. Watson, W. R. Shapiro, R. G. Selker, H. A. Rine, P. M. Black, J. S. Loeffler and M. S. Linet, Study design for a case-control investigation of cellular telephones and other risk factors for brain tumours in adults. *Radiation Protection Dosimetry*, vol. 86, no. 1, pp. 45-52, 1999.
- [17] C. Johansen, J. D. Boice, J. K. McLaughlin and J. H. Olsen, Cellular telephones and cancer-a nationwide cohort study in Denmark. *JAMA*. vol. 93, no. 3, pp. 203-207, 2001.
- [18] H. Jonai, M. B. Villanueva and A. Yasuda, Cytokine profile of human peripheral blood mononuclear cells exposed to 50 Hz EMF. *Ind. Health.*, vol. 34, no. 4, pp. 359-368, 1996.
- [19] J. Kliukiene, T. Tynes, J. I. Martinsen, K. G. Blaasaas and A. Andersen, Incidence of breast cancer in a Norwegian cohort of women with potential workplace exposure to 50 Hz magnetic fields. *Am. J. Ind. Med.*, vol. 36, no. 1, pp. 147-154, 1999.
- [20] G. F. Lafreniere and M. A. Persinger, Thyroid morphology and activity does not respond to ELF electromagnetic field exposures. *Experientia*. vol. 35, no. 4, pp. 561-562, 1979.
- [21] A. I. Larsen, Congenital malformations and exposure to high-frequency electromagnetic radiation among Danish physiotherapists. *Scand. J. Work Environ. Health*, vol. 17, no. 5, pp. 318-323, 1991.
- [22] D. K. Li, H. Checkoway and B. A. Mueller, Electric blanket use during pregnancy in relation to the risk of congenital urinary tract anomalies among women with a history of subfertility. *Epidemiology*, vol. 6, no. 5, pp. 485-489, 1995.
- [23] A. A. Marino, R. M. Wolcott, R. Chervenak, F. Jourd'Heuil, E. Nilsen and C. Frilot 2nd, Non-linear response of the immune system to power-frequency magnetic fields. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, vol. 279, no. 3, R761-8, 2000.
- [24] G. Oftedal, J. Wilen, M. Sandstrom and K. H. Mild, Symptoms experienced in connection with mobile phone use. *Occup. Med.*, vol. 50, no. 4, pp. 237-245, 2000.
- [25] J. E. Muscat, M. D. Malkin, S. Thomson, R. E. Shore, S. D. Stellman, D. McRee, A. I. Neugut and E. L. Wynder, Handheld cellular telephone

-
- use and risk of brain cancer. *JAMA*, vol. 284, pp. 3001-3007, 2000.
- [26] M. Nishi, H. Miyake, T. Takeda and Y. Hatae, Epidemiology of childhood brain tumors in Japan. *Int. J. Oncol.*, vol. 15, pp. 721-725, 1999.
- [27] J. H. Olsen, A. Nielsen and G. Schulgen, Residence near high-voltage facilities and the risk of cancer in children. *BMJ*, vol. 307, pp. 891-895, 1993.
- [28] C. Ramoni, M. L. Dupuis, P. Vecchia, A. Polichetti, C. Petrini, F. Bersani, M. Capri, A. Cossarizza, C. Franceschi and M. Grandolfo, Human natural killer cytotoxic activity is not affected by *in vitro* exposure to 50-Hz sinusoidal magnetic fields. *Int. J. Radiat. Biol.*, vol. 68, no. 6, pp. 693-705, 1995.
- [29] E. Robert, J. A. Harris, O. Robert and S. Selvin, Case-control study on maternal residential proximity to high voltage power lines and congenital anomalies in France. *Paediatr. Perinat. Epidemiol.*, vol. 10, no. 1, pp. 32-38, 1996.
- [30] K. J. Rothman, J. E. Loughlin et al. Overall mortality of cellular telephone customers. *Epidemiol.*, vol. 7, pp. 303-305, 1996.
- [31] M. Ruiz-Tovar, G. Lopez-Abente, M. Pollan, et al. Brain cancer incidence in the provinces of Zaragoza and Navarre (Spain): effect of age, period and birth cohort. *J. Neurol. Sci.*, vol. 164, pp. 93-99, 1999.
- [32] D. A. Savitz, H. Wachtel, F. A. Barnes, E. M. John and J. G. Tvrdik, Case-control study of childhood cancer and exposure to 60-Hz magnetic fields. *Am. J. Epidemiol.*, vol. 28, pp. 21-38, 1988.
- [33] G. H. Schreiber, G. M. Swaen, J. M. M. Meijers et al. Cancer mortality and residence near electricity transmission equipment: a retrospective cohort study. *Int. J. Epidemiol.*, vol. 22, pp. 9-15, 1993.
- [34] R. E. Shore, Electromagnetic radiations and cancer. Cause and Prevention. *Cancer*, vol. 62, pp. 1747-1754, 1988.
- [35] L. Tomenius, 50 Hz electromagnetic environment and the incidence of childhood tumors in Stockholm County. *Bioelectromagnetics*, vol. 7, pp. 191-207, 1986.
- [36] H. Tuschl, G. Neubauer, H. Garn, K. Duftschmid, N. Winker and H. Brusl, Occupational exposure to high frequency electromagnetic fields and its effect on human immune parameters. *Int J. Occup. Med. Environ. Health*. vol. 12, no. 3, pp. 239-251, 1999.
- [37] H. Tuschl, G. Neubauer, G. Schmid, E. Weber and N. Winker, Occupational exposure to static, ELF, VF and VLF magnetic fields and immune parameters. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health*. vol. 13, no. 1, pp. 39-50, 2000.
- [38] T. Tynes, M. Hannevik, A. Andersen, A. I. Vistnes and T. Haldorsen, Incidence of breast cancer in Norwegian female radio and telegraph operators. *Cancer Causes Control*, Mar; vol. 7, no. 2, pp. 197-204, 1996.
- [39] P. K. Verkasalo, E. Pukkala, M. Y. Hongisto et al. Risk of cancer in Finnish children living close to power lines. *Br. Med. J.*, vol. 307, pp. 895-899, 1993.
- [40] N. Wertheimer and E. Leeper, Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am. J.*

Epidemiol., vol. 109, pp. 273-284, 1979.

[41] T. Zheng, T. R. Holford, S. T. Mayne, P. H. Owens, B. Zhang, P. Boyle, D. Carter, B. Ward, Y. Zhang and S. H. Zahm, Exposure to electromagnetic fields from use of electric

blankets and other in-home electrical appliances and breast cancer risk. *Am. J. Epidemiol.*, vol. 151, no. 11, pp. 1103-1111, 2000.

[42] 서울시지역암등록사업단, 서울시 암발생통계 1992-1995, 1998.

≡ 필자소개 ≡

안 윤 옥

- 1972년: 서울대학교 의과대학(의학사)
- 1974년: 서울대학교 보건대학원(보건학 석사)
- 1977년: 서울대학교 의과대학 대학원(의학박사)
- 1980년~현재: 서울대학교 의과대학 예방의학교실 조교수, 부교수, 교수
- 1994년~현재: 대한암학회 이사
- 1998년~현재: 한국역학회 회장
- 2000년~현재: 대한암예방협회 회장

김 대 성

- 1992년: 부산대학교 의과대학(의학사)
- 1998년: 서울대학교 의과대학 대학원(의학석사)
- 1998년: 서울대학교 의과대학 대학원 수료(의학박사)
- 1999년~현재: 가천의과대학 예방의학교실 전임강사

강 대 희

- 1987년: 서울대학교 의과대학(의학사)
- 1990년: 서울대학교 의과대학 대학원(의학석사)
- 1994년: The Johns Hopkins University, School of Hygiene and Public Health, Baltimore, Maryland (Ph. D. in Environmental Health Sciences)
- 1998년~현재: 서울대학교 의과대학 예방의학교실 조교수

박 수 경

- 1991년: 경북대학교 의과대학(의학사)
- 1996년: 서울대학교 보건대학원(보건학석사)
- 1999년: 서울대학교 의과대학 대학원(의학박사)
- 2000년~현재: 동국대학교 의과대학 예방의학교실 전임강사

강 종 원

1991년: 서울대학교 의과대학(의학사)
1994년: 서울대학교 보건대학원(보건학석사)
1998년: 서울대학교 의과대학 대학원(의학박사)
1998년~현재: 충북대학교 의과대학 예방의학교실 조교수

배 중 먼

1987년: 서울대학교 의과대학(의학사)
1994년: 서울대학교 의과대학 대학원(의학석사)
1999년: 서울대학교 의과대학 대학원(의학박사)
1998년~현재: 제주대학교 의과대학 예방의학교실 조교수,
부교수

유 근 영

1978년: 서울대학교 의과대학(의학사)
1981년: 서울대학교 보건대학원(보건학 석사)
1985년: 서울대학교 의과대학 대학원(의학박사)
1988년~현재: 서울대학교 의과대학 예방의학교실 조교수,
부교수, 교수
2000년~현재: 서울대학교 의과대학 예방의학교실 주임교수

이 경 무

1998년: 서울대학교 자연과학대학(이학사)
2000년: 서울대학교 보건대학원(보건학석사)
2000년~현재: 서울대학교 의과대학 예방의학교실 조교