

휴대 전화 사용과 종양의 위험성에 대한 메타 분석

명 승 권

국립암센터 암역학연구과

I. 서 론

2011년 5월 31일 세계보건기구(World Health Organization, 이하 WHO) 산하 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer, 이하 IARC)에서는 보도자료를 통해 무선전화(휴대 전화)사용과 관련하여 뇌종양인 신경교종(glioma)의 위험성이 높아진다는 근거 하에 무선주파수 전자기장(RF EMF: Radiofrequency Electromagnetic Fields, 이하 전자기파)을 ‘인체에 발암이 가능한 것(Group 2B: possible carcinogenic to humans)’로 분류하였다^[1].

전 세계적으로 50억명이 휴대 전화에 가입한 상황에서 전자기파의 노출로 인해 건강상의 부작용 가능성에 대해 우려가 제기되어 2011년 5월 24일부터 31일까지 프랑스 리옹의 IARC에서 14개 국가 31명의 과학자로 구성된 working group이 이 문제를 집중적으로 평가하고 논의하였다. 그 결과, 휴대 전화 사용자에서 신경교종(glioma)과 청신경종(acoustic neuroma)의 위험성은 그 근거가 ‘제한적(limited)’으로, 다른 종류의 암에 대해서는 ‘불충분(inadequate)’한 것으로 결론을 내렸다. 마찬가지로 직업적 및 환경적 노출 역시 ‘불충분’으로 결정을 내렸다. Working Group은 그 위험성에 대한 양적인 평가를 내리지는 않았으나, 한 연구 결과를 인용해 매일 30분간 10년 이상 휴대 전화를 사용하는 경우 신경교종의 위험성이 40 % 증가했음을 언급하였다.

Working group의 의장인 남가주대학교의 조나단 사멧 박사는 ‘휴대 전화 전자기파를 발암 물질 분류와 관련해 Group 2B로 분류한 것은 충분한 근거가 있

며, 이것은 약간의 위험성이 있을 수 있기 때문에 향후 휴대 전화와 악성종양의 관련성에 대해 엄중히 감시해야 할 필요가 있다’고 주장했으며, IARC 소장인 크리스토퍼 와일드 박사는 ‘추가적인 장기 연구가 필요하며, 결과가 나오기 전이라도 헬즈프리나 문자 메시지 사용 등 노출을 줄이는 구체적인 대책이 필요하다’고 말했다. 관련 내용은 ‘The Lancet Oncology’ 2011년 7월호에 발표가 되었다^[2].

이번 IARC의 휴대 전화 전자기파를 발암 물질 Group 2B로 분류한 것은 약 15년 전부터 대중적으로 사용하면서 최근에는 소아 및 청소년까지 휴대 전화 사용이 증가하고 있는 상황에서 휴대 전화 사용으로부터 올 수 있는 건강에 대한 잠재적 위험성에 대한 경고로 볼 수 있다. 현재 휴대 전화 사용과 암의 발생 사이에 확실한 인과관계가 밝혀지지 않았더라도 사전 경고의 원칙(precautionary principle)에 입각해서 정책 입안자는 이에 대한 추가적인 연구에 대한 지원과 함께 국민들의 휴대 전화 사용으로 인한 전자기파 노출을 최소화 할 수 있는 방안을 제시해야 할 것을 의미한다.

본 글은 IARC의 발표가 있기 전 필자가 2009년 11월에 Journal of Clinical Oncology에 ‘Mobile phone use and risk of tumors: a meta-analysis’라는 제목으로 발표한 환자-대조군 연구의 메타 분석을 정리한 것으로 휴대 전화 사용과 종양의 위험성에 대한 역학적 근거를 제시하고자 한다^[3].

II. 본 론

2-1 메타 분석의 이해

2-1-1 메타 분석의 근거 수준

구체적인 연구 방법에 앞서 익숙하지 않은 독자를 위해 메타 분석에 대해 간단히 소개를 하고자 한다. 연구 디자인(study design)은 연구 디자인들의 근거 수준에 따라 분류할 수 있다. 근거 수준이 낮으며 가장 빈번히 수행되는 연구부터 근거 수준이 높으며, 빈도가 낮은 연구 순으로 *In vitro* 실험실 연구 → 동물 연구 → 전문가의 생각이나 의견 → 환자 증례 보고 → 환자군 연구 → 환자-대조군 연구 → 코호트 연구 → 무작위, 이중맹검 임상시험 → 체계적 종설 및 메타 분석으로 분류된다. 즉, 메타 분석은 연구 디자인별로 근거 수준을 매겼을 때 가장 높은 근거 수준에 해당한다.

2-1-2 메타 분석의 개념

1998년 마크 엘우드(Mark Elwood)의 저서 ‘Critical Appraisal of Epidemiological Studies and Clinical Trials’에 의하면 메타 분석이란 ‘유사한 연구 디자인으로 수행된 여러 연구들의 결과를 종합하는 방법으로 모든 연구들이 제공하는 정보를 합쳐서 통합 효과 추정치를 제공한다’라고 정의되어 있다. 여기서 메타(meta)라는 단어는 초월한 것을 의미한다⁴⁾. 즉, 메타 분석이라는 것은 개별 연구를 분석이라고 한다면 그러한 분석들을 초월한 ‘분석들의 분석(analysis of analyses)’을 말한다.

한편, 연구 논문을 크게 두 가지로 나누면 원저(original article)와 종설(review article)로 나눌 수 있고, 종설은 다시 narrative review(서술적 종설: 공식명칭은 없어 편의상 서술적 종설이라 부른다)와 systematic review(체계적 종설)로 나눌 수 있다. 서술적 종설은 어떤 하나의 주제에 대해 한 분야의 저명한 전문가가 문헌을 고찰한 후 주관적인 평가를 바탕으로 질적으로 요약하여 결론을 제시하는 ‘전통적인(traditional)’, ‘비체계적인(non-systematic)’ 종설을 말한다. 이에 반해 체계적 종설은 저명한 전문가가 아니더라도 한 주제에 대해 체계적으로 개별 연구를 수집하고 선택

한 후 객관적인 해석과 평가를 통해 양적으로 요약하기 때문에, 다른 사람이 같은 자료를 가지고 분석했을 때도 재현성이 있는 결론을 제시할 수 있다. 이러한 체계적 종설에 있어 양적으로 통합할 때 사용되는 흔한 방법이 바로 메타 분석이다. 그래서 대개의 메타 분석 논문은 ‘체계적 종설(systematic review)’과 ‘메타 분석(met-analysis)’이라는 부제가 붙는다.

2-1-3 메타 분석의 과정

메타 분석의 과정은 먼저 주제를 선정하는 것인데, 어떤 특정 연구 주제와 관련한 연구 결과가 일관되지 않고 결론이 나지 않아 논쟁이 되고 있는 경우에 유용하다. 의학 및 공중보건분야에서 주로 다루어지는 메타 분석의 대상 연구 디자인은 환자-대조군 연구(case-control study), 코호트연구(cohort study), 무작위대조군임상시험(randomized controlled trial: RCT)이 있다. 이론적으로 최소한 2개의 논문이 있으면 메타 분석을 수행할 수 있지만, 대개의 경우 최소한 5편에서 10편 이상의 논문은 되어야 학술지에 실릴 가능성이 높아진다.

두 번째로 연구 계획서를 작성하는데 연구 계획서는 메타 분석 논문 제목, 연구 디자인, 배경, 목적, 방법 등을 포함한다. 특히 연구 방법에서는 어떤 검색어(keywords)를 가지고 어떤 데이터 베이스를 대상으로 어떤 개별 연구들을 선택할지(selection criteria)를 미리 정해야 한다.

다음 단계로 정한 검색어를 이용해 인터넷 데이터베이스에서 개별 논문을 검색하게 되는데, 주요 데이터베이스로는 PubMed(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>), EMBASE(<http://www.embase.com/>), Cochrane Library(<http://www.thecochranelibrary.com/view/0/index.html>) 등이 있다. PubMed는 미국을 중심으로 한 세계 여러 나라의 학술지들을, EMBASE는 유럽을 중심으로 한 세계 여러 나라의 학술지들을, Cochrane Library는 주로 무작위대조군 임상시험 논문이 잘 정리되어 있다.

3개의 데이터베이스에서 검색된 논문 리스트를 End-note 등의 프로그램으로 불러 온 후 2인의 연구자가 독립적으로 논문제목(title)과 초록(abstract)을 읽으면서 미리 정한 논문 선택 기준(selection criteria)에 맞는 논문을 1차 선별한다. 1차 선별을 통해 걸러진 논문들의 원문을 입수한 후 본문을 검토하면서 메타 분석에 사용될 논문을 최종적으로 선택한다.

최종 분석에 포함된 개별 연구의 특성을 요약하여 Table을 작성한다. 특성에 포함되는 내용은 연구명(제1저자 및 발표 연도), 연구 국가, 연구 디자인, 연구 기간, 연구 대상자 특성 및 대상 수, 원인 요인, 결과 변수, 효과 크기, 보정 요인(adjustment) 등이며, 이를 통해 개별 연구의 특성을 파악할 수 있다.

메타 분석에 흔히 사용되는 통계 소프트웨어 패키지로는 Stata가 대표적이다. 엑셀 파일에 개별 연구의 효과 크기(이분변수의 경우 odds ratio나 relative risk 및 95 % confidence interval)를 테이블 형태로 요약한 후 Stata에 복사한 후 명령어를 이용하여 메타 분석을 시행하여 숲도표(forest plot)와 출판평향(publication bias) 여부를 나타내는 깔때기도표(funnel plot)를 얻는다. 통계 분석 시 모든 개별 연구를 포함하여 주요 결과에 대한 숲도표를 얻어내며, 각종 개별 요인에 따라 하부 그룹 메타 분석(subgroup meta-analysis)을 시행한다. 개별 요인은 연구의 질적 수준(높음 대 낮음), 연구 디자인, 약 용량, 성, 연령, 연구 국가, 연구비 출처 등 연구 주제에 따라 다양하다.

마지막으로 얻어진 분석 결과를 바탕으로 메타 분석 논문을 작성하는데, 일반적인 원저 논문과 같이 도입(introduction), 방법(methods), 결과(results), 고찰(discussion) 순으로 작성한다. [그림 1]은 논문의 검색에서 선택까지의 과정을 네모상자와 화살표를 이용해서 알아보기 쉽게 제시하고, [그림 2] 이하는 주요 연구 결과를 그림으로 나타낸 숲도표 및 깔때기도표를 제시하면 된다. <표 1>은 최종 분석에 포함된 논문들의 특성을 요약정리하며 이하 표에는 개별 논문들의 질

평가표 및 하부 그룹 메타 분석의 결과를 요약하면 된다.

2-2 메타 분석의 주요 통계 용어

2-2-1 효과 크기(Effect Size)

규명하고자 하는 인과관계의 두 가지 변수, 즉 원인 변수와 결과 변수 사이에 관련성의 정도를 측정하는 측정치를 효과 크기(혹은 유효 크기)라 한다. 비연속 변수인 이분변수(dichotomous variable)의 경우에는 교차비(odds ratio: OR) 혹은 상대 위험도(relative risk: RR)가 있으며, 95 % 신뢰구간(confidence interval)에 1이 포함되는 경우에는 유의하지 않은 것으로 해석한다. 연속변수의 경우에는 표준화 평균차(standardized mean difference: SMD, Hedge's g)가 효과 크기로 사용되며 이는 비교하고자 하는 두 군 간의 평균의 차이($m_1 - m_2$)를 통합 표준편차(s)로 나눈 값을 말하며, 95 % 신뢰구간에 0이 포함되는 경우에는 유의하지 않은 것으로 해석하며, 코헨의 어림 법칙에 의거 0.2~0.3의 경우 약간의 효과(차이), 0.5 근처는 중간 정도의 효과, 0.8 이상은 큰 효과가 있는 것으로 판정한다.

2-2-2 이질성 검정(Test for Heterogeneity)

연구들 간 차이 혹은 변이를 이질성이라 하며, 이에 는 임상적, 방법론적, 통계적 이질성의 3가지 종류가 있다. 통계적 이질성의 경우에는 개별 연구의 효과 크기들이 연구들 간에 차이가 많이 나는 것을 의미한다. 이질성 검정에는 Cochran's Q가 사용되었는데, 검정값 Q의 p 값이 0.1보다 낮은 경우 이질성이 있다고 판정한다. 2000년대에 들어와서는 Cochran's Q와 자유도(degrees of freedom)를 이용한 Higgins I²를 많이 사용하는데, I² 값이 50 %보다 큰 경우 이질성이 있다고 판정한다.

2-2-3 고정효과모형 및 무작위효과모형(Fixed-effect Model and Random-effects Model)

메타 분석의 모형에는 고정효과모형(fixed-effect mo-

del)과 무작위효과모형(random-effects model)이 있다. 최종적으로 분석에 포함된 연구들에서 ‘연구간변이(between-study variation)’ 즉 이질성이 없는 경우에는 고정 효과 모형이나 무작위 효과 모형이나 통합 효과 추정치(summary estimate)가 유사하지만 이질성이 있는 경우에는 무작위 효과 모형을 통해 산출된 95 % 신뢰구간이 고정 효과 모형으로부터 산출된 것보다 더 넓고 크게 나오는 경향이 있다. 즉, 고정 효과 모형에서는 유의한 차이가 있다고 하더라도 무작위 효과 모형에서는 유의한 차이가 없는 것으로 결과가 나올 수 있다. 원칙적으로는 두 모형의 결과를 제시하는 것이 바람직하나, 편의상 이질성이 없는 경우에는 고정 효과 모형 결과만, 이질성이 있는 경우에는 무작위 효과 모형을 제시하면 된다.

고정 효과 모형에는 대표적으로 역분산법(inverse variance method 혹은 Woolf method), 만텔 한젤법(Mantel-Haenszel method), 피토법(Peto method)이 있고, 무작위 효과 모형에는 더시모니언 레어드법(DerSimonian & Laird method)이 있다.

2-2-4 통합 효과 크기(Overall Effect Size)

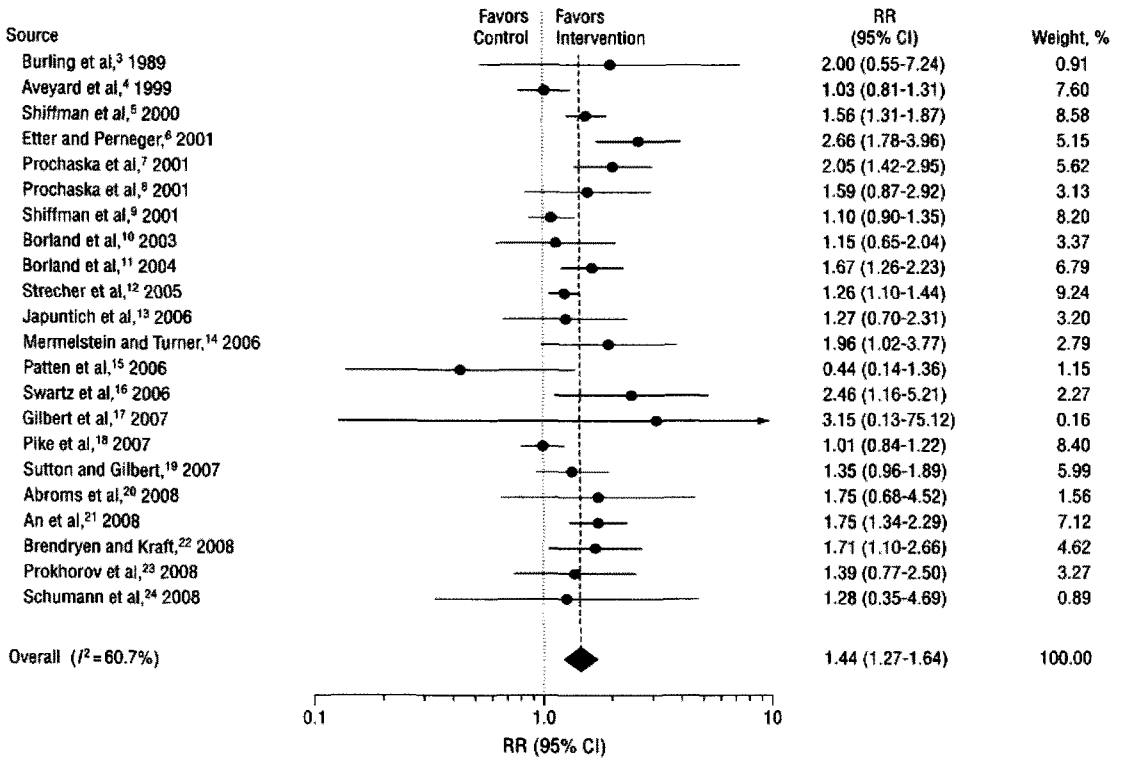
간단히 말하면 메타 분석이란 개별 효과 크기를 종합하여 통합 효과 크기(통합에 해당하는 용어로는 overall, summary, common, pooled 등이 있다)를 산출하는 것이다. 달리 말하면 평균적인 효과 크기를 산출한다고 볼 수도 있는데, 이러한 통합 효과 크기를 산출하기 위해서 개별 효과 크기에 일반적으로 개별 연구의 연구 대상 수에 비례하는 ‘가중치(weight)’를 주어 통합 효과 크기를 산출하는 것이다. 예를 들면, 개별 연구 결과의 교차비(OR)를 전부 통합하여 평균적인 교차비를 산출하는데 있어 개별 교차비에 가중치로서 역분산(분산은 연구 대상 수에 반비례한다)을 곱한 후 개별 역분산을 합친 값으로 나누어 통합 교차비와 95 % 신뢰구간을 산출하는 것이다.

2-2-5 숲도표(Forest Plot)

[그림 1]⁵⁾에서 보는 바와 같이 숲도표(forest plot)란 개별 연구 결과와 함께 통합 효과 크기와 95 % 신뢰구간을 요약적으로 보여주는 도표로서, 메타 분석의 결과를 일목요연하게 보여줌으로써 이해하기 쉽도록 해준다. X축은 효과 크기를 나타내며 1을 기준으로 우측은 결과 변수의 위험성을 높이는 것으로 해석하며, Y축은 개별 연구를 나타낸다. 가장 하단의 통합 효과 크기와 95 % 신뢰구간을 읽는 것이 핵심이며, 95 % 신뢰구간에 1이 포함되는 경우에는 효과 크기의 값과 상관없이 유의한 관련성이 없는 것으로 해석한다.

2-2-6 출판 편향 및 깔때기도표(Publication Bias and Funnel Plot)

출판 편향이란 체계적 오류(systematic error)로서, 통계적으로 유의한 연구 결과 혹은 긍정적(positive)결과를 보이는 연구들이 학술지에 출판이 쉽게 되며, 결과적으로 메타 분석에 포함될 경향이 높은 것을 말한다. 즉, 유의하지 않은 연구 결과나 부정적(negative)결과가 나온 연구들 특히 연구 대상수가 작은 연구들의 경우 출판이 잘 되지 않거나 지연이 되어 메타 분석이 포함이 되지 않을 가능성이 많기 때문에 이 경우에는 메타 분석을 시행했을 때 그 효과가 과장될 가능성이 많음을 의미한다. 이러한 출판 편향 유무를 확인하는 방법으로 X축은 개별 연구의 효과 크기, Y축은 개별 연구의 표준오차(standard error: 연구 대상수가 작을수록 값이 커지는 경향이 있음)를 높은 값에서 0까지 기준으로 도표에 개별 연구들의 위치를 표시하면, 출판 편향이 없는 경우 대칭적으로 뒤집어진 깔때기 모양을 보이게 되는데, 이를 깔때기 도표라 한다. 시각적으로 뒤집어진 깔때기(삼각형)의 양쪽 끝 어느 한 아랫부분에 논문이 표시되지 않는 경우에 출판 편향이 있다고 판정하게 된다. 수치상으로는 Egger's test의 경우 p 값이 0.05보다 작은 경우 출판 편향이 있는 것으로 판정한다.

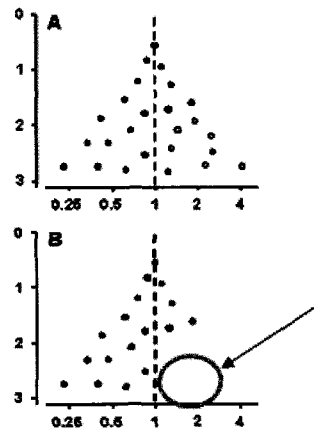


[그림 1] 숲 도표(Forest plot). [출처: Myung et al., Arch Intern Med 2009.]

[그림 2]에서 A는 출판 편향이 없는 경우, B는 출판 편향이 있는 경우를 나타낸다.

III. 연구 배경

International Telecommunication Union의 자료에 따르면 전 세계적으로 휴대 전화 사용 인구는 100명당 12.2명에서 2007년에 49.5명으로 급격하게 증가하였다⁶⁾. 휴대 전화와 같은 이동 전화의 경우, 전화가 걸려오거나 통화하는 도중에 주파수 800~2,000 메가헤르쯔(MHz)의 무선주파수 전자기장(radiofrequency electromagnetic field, 이하 EMF)에 노출되는데, 이러한 EMF의 발암의 가능성에 대한 우려가 제기되어 왔다^{7),8)}. EMF가 세포증식과 종양유전자 전사의 활성화에 잠재적 효과가 있다는 몇몇 *in vitro* 연구들이



[그림 2] 깔때기도표(Funnel plot)

발표되었지만, EMF의 종양 발생에 있어 생물학적인 효과와 기전은 아직 불분명하다. 한편, 약 10여년 전

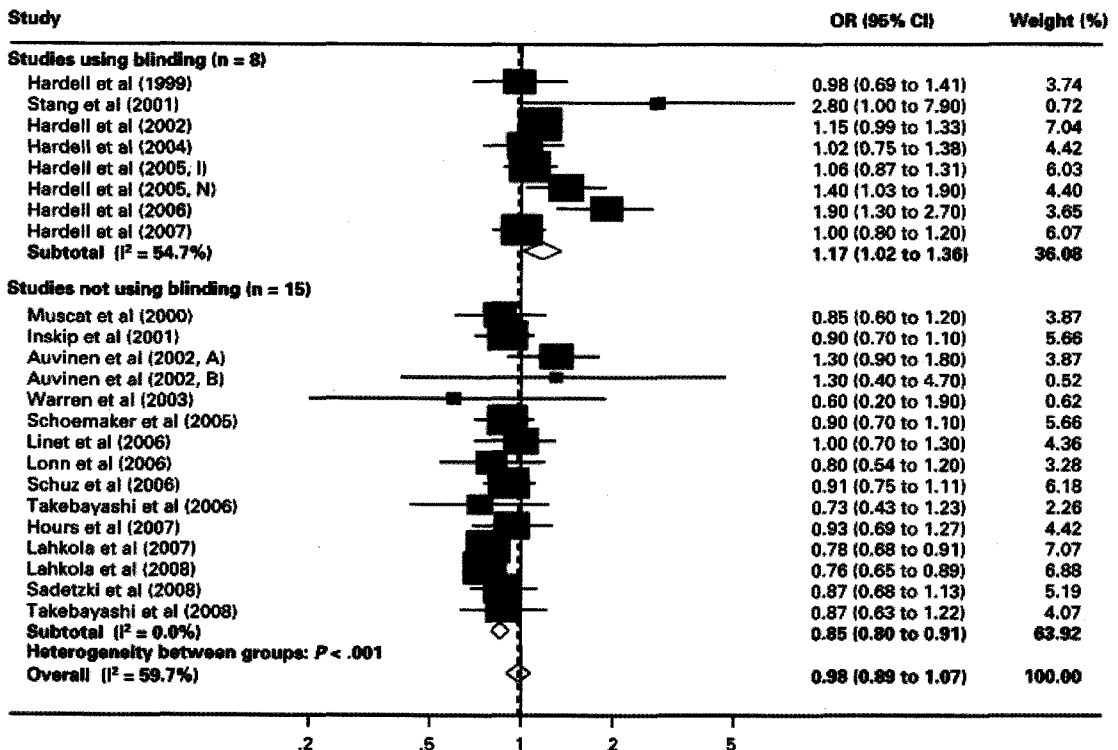
부터 이동 전화 사용과 암을 비롯한 각종 종양(주로 뇌종양, 두경부종양, 임파선암, 고환암 등)의 관련성을 알아본 환자-대조군 방법을 이용한 수십 편의 연구 결과가 발표되었지만, 연구마다 결과가 다르게 나왔다. 본 연구는 현재까지 발표된 휴대 전화 사용과 종양의 위험성에 대한 환자-대조군 연구들의 결과를 메타 분석한 결과다.

IV. 연구 방법 및 결과

1999년 이후 2008년 8월까지 국제학회지에 발표된 이동 전화(주로 휴대 전화)의 사용과 종양 발생의 관련성에 대한 원저는 48편이다. 이 중 대부분은 연구 방법 중 환자-대조군 연구이며, 후향적 코호트 연구

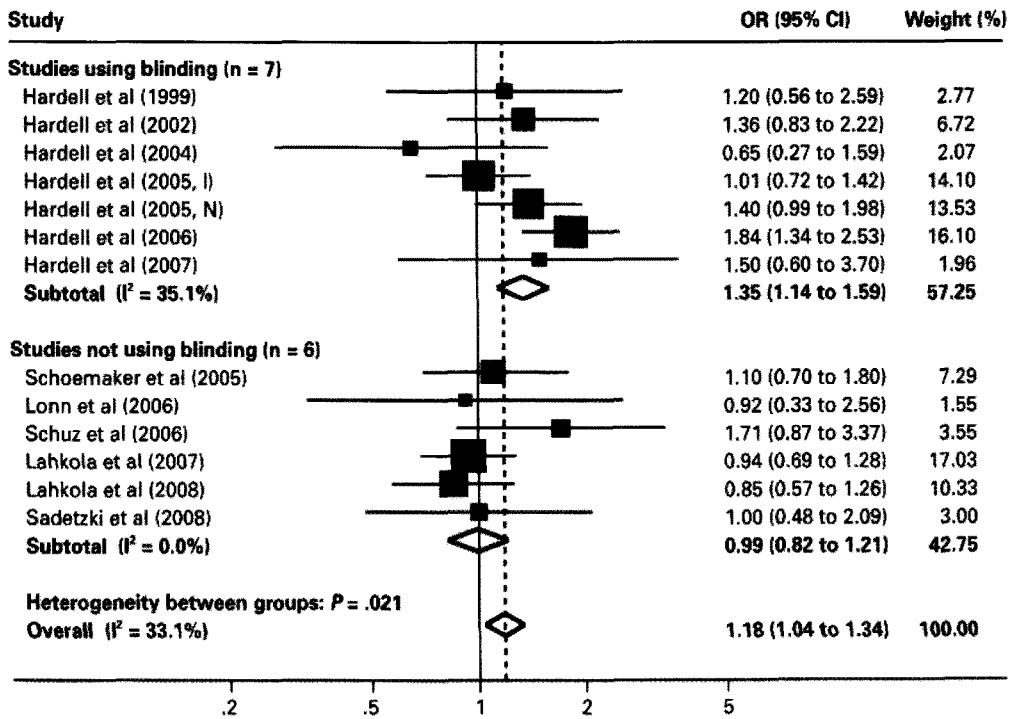
는 2편 정도에 불과하다. 그래서 본 연구에서는 2008년 8월에 주요 핵심 데이터베이스인 펍메드(PubMed), 엠베이스(EMBASE) 및 코크런(Cochrane Library)을 통해 문헌 검색을 시행한 후 환자-대조군 연구만을 메타 분석의 대상으로 선택하였다.

최종적으로 3만 7천 여명의 연구 대상자 중 1만 2천여명의 환자군과 2만 5천여명의 대조군으로 이루어진 23개의 환자대조군 연구 결과를 통합하여 메타 분석한 결과, 이동 전화(주로 휴대 전화)를 사용하는 사람은 사용하지 않거나 거의 사용하지 않는 사람에 비해 종양(악성종양 및 양성종양)이 발생할 위험도(교차비, odds ratio)가 0.98(95% 신뢰구간, 0.89~1.07: 신뢰구간이 1을 포함하는 경우 관련이 없음 의미)로 유의한 관련성이 없었다(그림 3). 그런데 중요한



[그림 3] 휴대 전화 사용 유무와 종양의 위험성(n=23). [출처: Myung et al., J Clin Oncol 2009]

설문조사 시 눈가림(blinding)법을 사용한 연구(n=8)와 사용하지 않은 연구(n=15)로 나눈 하부 그룹 메타 분석 포함.



[그림 4] 휴대 전화 10년 이상 사용한 사람과 거의 사용하지 않은 사람의 종양 발생의 위험성(n=13).

[출처: Myung et al., J. Clin. Oncol. 2009]

설문조사 시 눈가림(blinding)법을 사용한 연구(n=7)와 사용하지 않은 연구(n=6)로 나눈 하부 그룹 메타 분석 포함.

것은 23개 연구 중 눈가림법(정보를 수집하는 단계에서 연구 대상자가 환자군 혹은 대조군 중 어느 군에 속하는지 연구자가 모르게 함으로써, 이동 전화 사용 여부 등에 대한 정보를 편견 없이 수집하여 연구 결과의 정확도나 신뢰성을 높이기 위해 사용되는 방법)을 사용한 8개의 연구만을 종합했을 때에는 이동 전화 사용으로 인한 종양 발생의 위험도는 1.17배(95% 신뢰구간, 1.02~1.36; 신뢰구간에 1이 포함되지 않으면 통계적으로 유의함)로 통계적으로 유의하게 높이는 것으로 나타났고, 눈가림법을 사용하지 않은 15편의 연구를 종합했을 때에는 교차비가 0.85(95% 신뢰구간, 0.80~0.91)로 오히려 위험성을 낮추는 것으로 나타났다([그림 3]).

또한, 눈가림법 유무와 상관없이 10년 이상 장기

적으로 이동 전화를 사용한 사람은 그렇지 않은 사람에 비해 종양이 발생할 위험도가 1.18배(95% 신뢰구간, 1.04~1.34)로 통계적으로 유의하게 높게 나왔다.

또한, 연구자 그룹별 및 연구의 질적 수준별로 세부 분석을 시행했을 때 다른 결과가 나왔다. 지금까지 나온 논문들을 크게 3개의 연구자 그룹으로 나눌 수 있다. 즉, 스웨덴의 하텔 박사팀, 세계보건기구 산하 국제암 연구기구(IARC) 주관 다국가 인터폰 연구(INTERPHONE study)팀, 그 외 개별연구자 그룹으로 나눌 수 있는데, 연구자별 하부그룹 메타 분석 결과, 7편의 하텔 박사팀의 논문은 이동 전화 사용이 종양의 발생을 1.15배 의미 있게 높이는 것으로, 9편의 인터폰 연구팀의 논문은 0.83배 의미 있게 낮추는 것으로, 나머지 그룹은 0.99배로 관련성이 없는 것으로 나타났다.

V. 고 찰

본 환자-대조군 연구의 메타 분석의 주요 결과는 23편을 전부 종합했을 때는 휴대 전화 사용과 종양 발생 사이에 관련성이 없었으나, 눈가림법을 사용한 연구, 10년 이상 사용한 경우, 하델 박사팀의 연구만을 따로 하부 그룹 메타 분석을 시행한 경우 휴대 전화 사용이 종양의 발생 위험을 높이는 것으로 확인되었다.

연구자 그룹별로 결과가 차이가 나는 이유를 분석한 결과, 연구의 질적 수준이 중요한 요인이라는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 23개 논문의 질적 수준을 8개 항목으로 평가한 결과, 질적 수준이 높은 연구들은 대부분 하델 박사팀의 논문이 포함되었고, 인터넷 연구팀의 연구는 1편을 제외하고 질적 수준이 낮은 연구로 분류되었다. 이를 테면 하델 박사팀의 논문은 대부분 연구 대상자로부터 정보를 수집할 때 눈가림법을 사용하였고, 연구 대상자들의 최종 응답률도 환자군과 대조군 간에 큰 차이가 없어 질적 수준이 높았다.

이번 메타 분석에서는 연구의 질적 수준 외에도 연구비의 출처에 따라 결과가 차이가 나는 것을 확인할 수 있었다. 대부분의 인터넷 연구는 국제암퇴치연맹(UICC)의 지원을 받았고, 국제암퇴치연맹은 또한 이동 전화 제조회사 포럼(MMF)과 GSM 협회로부터 자금을 원조 받았지만, 과학적 독립성을 인터넷 연구팀의 개별 논문에 명시하였다. 비영리단체인 이동 전화 제조회사 포럼(MMF)은 단체의 결성 목적 중의 하나가 이동 전화와 건강에 관련한 연구 프로젝트에 대한 자금 지원이며, 세계보건기구의 전자기장 프로젝트의 권고안에 따라 수행되고 있음을 밝히고 있다. 하지만, 하델 박사팀과 달리 전반적으로 인터넷 연구팀의 연구 결과들은 일관되게 이동 전화 사용과 종양 발생이 관련성이 없음을 보여주고 있는데, 이러한 이유가 단지 연구의 질적 수준에 기인한 것인지 아니면 다른 이유가 있는지 명확하지 않다.

VI. 결 론

현재까지 휴대 전화 사용과 종양의 위험성에 대한 사람을 대상으로 한 연구는 환자-대조군 연구 방법이 대부분이다. 환자-대조군 연구 방법은 선택 비뮴(selection bias)이나 회상 비뮴(recall bias)과 같은 제한점이 있다. 이러한 제한점을 극복하기 위해서는 대규모의 전향적 코호트 연구가 필요하다. 특정 발암인자에 노출되어 암이 발생하기까지는 5~20년 이상 소요되기 때문에 휴대 전화를 사용하지 15년 정도 밖에 되지 않은 상황에서 휴대 전화가 암의 명백한 원인을 밝히기 위해서는 장기간의 추적 관찰이 필요하다. 또한 장기간 대규모의 코호트 연구 결과가 나오더라도 개별 연구마다 다른 결론을 보일 수 있으며, 이 경우 개별 연구 결과를 통합하는 메타 분석이 높은 수준의 근거를 제공할 수 있는 유용한 도구가 될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf Accessed on September 22, 2011.
- [2] Monograph Working Group, "Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields", *Lancet Oncol*, vol. 12, no. 7, pp. 624-626, 2011.
- [3] S. K. Myung, et al., "Mobile phone use and risk of tumors: a meta-analysis", *J. Clin. Oncol.*, vol. 27, no. 33, pp. 5565-6672, 2009.
- [4] Mark Elwood, *Critical Appraisal of Epidemiological Studies and Clinical Trials*. 2nd edn, Oxford University Press, Oxford, 1998.
- [5] S. K. Myung, et al., "effects of web- and computer-based smoking cessation programs: meta-analysis of randomized controlled trials", *Arch. Intern. Med.*, vol. 169, no. 10, pp. 929-937.

- [6] International Telecommunication Union: ITC statistics database. <http://www.itu.int/ITU-D/ICTEYE/Indicators/Indicators.aspx#>
- [7] L. Hardell, C. Sage, "Biological effects from electromagnetic field exposure and public exposure standards", *Biomed. Pharmacother*, vol. 62, pp. 104-109, 2008.
- [8] Health Protection Agency, Radiation: Mobile telephony and health background information. http://www.hpa.org.uk/webw/HPAweb&HPAwebStandard/HPAweb_C/1195733852558?p=1158934607786

≡ 필자소개 ≡

명 승 권



1995년: 서울대학교 의과대학 (의학사)
1996~1999년: 서울대학교병원 인턴 및 가정의학과 레지던트
2002~2003년: 명승권가정의학과의원 원장
2007년: 서울대학교 의학과 (예방의학 석사)
2008년 3월~2009년 2월: 미국 UC Berkeley 보건대학원 Visiting Scholar

2003년~현재: 국립암센터 근무

2011년~현재: 서울대학교 대학원 의학과 가정의학 박사과정
현재: 한국메타 분석연구회장, 한국금연운동협의회 [담배없는 세상] 출판위원장 및 만화 [닥터명의 금연클리닉] 연재 중, 대한임상건강증진학회 비타민이사, JAMA, BMJ, Annals of Internal Medicine, Archives of Internal Medicine, Addiction, Cancer Causes and Control, American Journal of Public Health 등 논문심사위원(reviewer), 국립암센터 연구소 암역학연구과 선임연구원, 국립암센터 병원 가정의학클리닉/금연클리닉/암예방검진센터 의사직