



김형렬 · 가톨릭대학교 의과대학 직업환경의학교실

방사선 노출에 따른 건강장애 및 관리



들어가며

최근 환경분야의 최대 이슈 중 하나가 방사선 노출과 이에 따른 건강의 문제이다. 특히, 일본 원자력발전소 사고가 있고난 후 이 문제가 더욱 국민들의 관심사가 되고 있다. 생선을 먹어도 되는지를 묻는 분들이 계속 늘고 있고, 언론에서는 이런 문제를 다루는 전문가 인터뷰가 이어지고 있다. 과연 생선을 먹어도 될까? 소위 보건분야의 전문가들은 이 문제에 대해 일반인과 어떤 소통을 하고 있을까? 이 문제를 소통하고자 할 때, 기본적으로 방사선에 대한 이해가 필요하고, 개인과의 소통과 집단의 정책 수립을 위해 사용되는 소통은 구분될 필요가 있다. 방사선에 대한 기본적인 이해와, 생선 섭취, 건강검진, 항공기 탑승 등 일상 생활속에서 방사선 노출의 문제와 이에 대한 건강영향에 대해 정리해 보고자 한다.

방사선의 정의와 종류

방사선은 주위의 물질을 이온화 시켜 화학적, 생물학적 변화를 일으킬 수 있는 에너지를 가지고 있는 전리방사선과 전자파, 자외선과 같은 비전리방사선으로 구분할 수 있다. 주로 방사선에 의한 건강영향을 이야기 할 때는 전리방사선의 문제를 다루는데, 여기 지면에서

도 주로 전리방사선에 한정해서 논의하고자 한다. 전리방사선은 물질과 충돌하거나 물질을 통과할 때 진행로상의 원자 및 분자와 충돌하여 그것을 붕괴시킴으로서 이온과 유리기를 생성하는 에너지를 가지고 있다. 이런 기전에 의해 인체에 영향을 미치게 된다. 전리방사선에는 우리가 잘 알고 있는 X-선, 감마선 등과 알파입자, 베타입자, 중성자 등으로 구성되어 있다. 또한, 피폭되는 원을 중심으로 자연방사선과 인공방사선으로 구분하기도 하는데, 일반적으로 전체 피폭량의 80% 이상을 차지하는 자연방사선에는 대지로부터의 방사선, 사람 인체내의 소량 방사성핵종으로부터 발생하는 방사선, 우주선 등이 있다. 대표적인 인공방사선은 의료기기를 통한 방사선, 핵무기 실험으로부터 발생하는 방사성 낙진, 원자력발전소 부산물, 인산비료나 건축재료로부터 발생하는 방사선 등이 있다.

방사선의 단위와 노출기준

방사선은 노출되는 특성에 따라 4가지 종류의 단위가 있다.

1) 조사선량(exposure)

조사선량이란 공간상의 어떤 위치에서 방사선 강도의 세기를 나타내는 양으로, 단위는 뢰트겐(Roentgen,

R)이다. 1 룬트겐은 표준상태에서 1 cm³의 건조한 대기에서 이온화에 의해 1 전하량을 만들 X-선 또는 감마선의 양이다. 방사선원들의 출력을 표현하는데 사용된다.

2) 흡수선량(absorbed dose)

전리방사선에 노출된 물질의 단위질량당 흡수된 방사선 에너지량을 흡수선량이라고 한다. 사용하는 단위는 그레이(Gray, Gy)이며, 1 그레이는 1 kg의 물질에 흡수된 1 J의 에너지와 일치한다.

3) 등가선량(equivalent dose)

방사선이 살아있는 조직과 상호작용할때의 영향은 방사선의 종류에 따라 다르다. 알파입자는 조직적 손상을 유발하는데 있어서 베타선이나 감마선보다 20배 더 효력이 있다. 이것을 고려하여 그레이로 나타내는 선량에 방사선가중계수를 곱한 것으로 시버트(Sivert, Sv)라는 단위를 사용한다.

4) 유효선량(effective dose)

인체 내부에는 다양한 장기나 조직들이 있는데, 이들 각 조직이 같은 등가선량에 피폭되었다고 하더라도 조직의 민감성에 따라 다른 효과를 나타낼 수 있다. 즉, 조직별 상대적인 위험도의 차이인 조직가중계수를 반영한 것이 유효선량이다. 단위는 시버트(Sv)를 사용한다.

직업적으로 방사선에 노출될 수 있는 작업자의 경우, 5년간 100 mSv 이상, 1년 간 최대 50 mSv 이상 노출되지 않도록 관리하고 있다. 일반인들은 1년 간 평균적으로 자연방사선과 인공방사선을 포함하여 평균 3.73 mSv 정도의 노출이 있는 것으로 조사되고 있다(한국원자력안전기술원자료, 2007).

방사선에 의한 건강영향

인체는 방사선이 투과할 때 방사선 에너지를 흡수하

게 되며, 전리현상이 몸안에서 일어난다. 이 과정에서 인체 내의 물이 분해되어 유리산소가 형성되고, DNA를 변화시켜 피폭된 조직에 일시적 혹은 영구적인 변화를 일으키게 된다. 방사선에 의한 건강영향은 일정한 피폭량 이상 노출될 경우 건강영향이 발생하는 결정적 영향(deterministic effects)과 적은 양의 노출로도 확률적 차이를 가지고 발생이 가능한 기전이 있다. 일반적으로 급성방사선조사증후군과 같이 급성 고농도노출에 의해 발생하는 소화기, 호흡기, 피부, 신경계 등의 영향과 이로 인한 급성건강영향을 결정적 영향의 범위에, 유전적 변이와 암발생과 같은 장시간에 걸친 건강영향을 확률적영향이라고 한다.

현재 방사선노출과 관련이 있는 암은 백혈병, 유방암, 갑상선암 등이 잘 알려져 있고, 이 외에도 현재는 거의 모든 암과 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 직업적으로는 누적노출량을 파악하고, 이를 통해 암발생의 인과확률을 계산하여, 암발생과의 관련성을 평가하고 있다.

생활속 방사선 노출

1) 종합검진

문제가 되는 종합검진 항목 중에 CT 검사가 있다. 많은 종합검진기관에서 폐암이나 담도암, 췌장암 등을 초기단계에서 확인하기 위한 목적으로 폐 CT, 혹은 복부 CT 등을 권유한다. 우선 CT는 건강검진 도구가 아니라 진단 도구이다. 진단도구란, 때로는 해가 될 수 있지만, 득이 해보다 많을 때는 해야 하는 검사다. 예를 들어 위암이 있는 사람이 다른 장기로 전이가 있는지 확인하기 위해 여러 부위 CT 검사를 수행할 수 있다. 방사선 노출이라는 해가 있다 하더라도, 다른 장기에 전이가 없다는 걸 확인한다면, 수술적 치료를 통해 완치에 이를 수 있는 이득을 환자에게 제공한다. 그러나 아무런 증상이 없는 사람에게 CT를 이용해서 건강검진을 한다는 것은 있을 수 없는 일이다. 전 세계에서 CT를 건강검

진의 도구로 사용하고 있는 나라는 우리나라가 유일하다. CT 촬영을 통해 노출되는 방사선의 양은 우리가 생각하는 것 이상이다. 다시 말하지만, 그러한 방사선 노출의 위험에도 불구하고, 진단의 과정을 위해 CT는 의학분야에서 꼭 필요한 검사도구이다. 최근 방사선 노출의 양을 제시한 방사선 분야의 권위있는 학술지에 의하면, 흉부 CT를 통해서 노출되는 방사선 노출의 양이 7~10 mSv라고 한다. 원자력 발전소에서 근무하는 작업자가 1년 동안 노출을 제한하는 기준이 20 mSv (5년에 100mSv) 정도이고, 실제 노출되는 양은 2~3 mSv 보다 낮다. 원자력 발전소에서 근무하는 작업자가 1년 동안 노출되는 양의 2~3배의 양을 1번의 CT 촬영을 통해 노출 되는 것이다.

같은 맥락에서 위장조영촬영보다는 위내시경을 하는 것이 더 적절하다. 방사선 노출량도 줄이고, 더 정확한 진단을 수행할 수 있다.

[표 1] CT 검사의 방사선 노출량

CT 검사 부위	노출량 (유효선량, mSv)	동일량 흉부방사선사진 개수
머리	2	150
흉부	10	750
복부	10	750
골반	7	500
복부/골반	15	1100
경추	5	400
흉추	8	550
요추	7	500

2) 생선섭취

일본 정부가 IAEA (국제원자력기구)에 낸 보고서에 의하면, 후쿠시마 제1원전 1~3호기에서 유출된 방사성 물질 '세슘 137'이 1만5000 TBq/kg (테라 베크렐, 1TBq=1조Bq)로, 히로시마 원폭의 168.5배라고 보고

했다. 상당한 수준의 방사성물질이 바다를 오염시켰고, 이러한 오염물질이 생선섭취를 통해 내부 피폭의 원인이 될 것이라는 주장이다. 타당한 우려이며, 이와 관련된 엄격한 관리가 필요하다. 그러나 이러한 노출이 실제 생선섭취를 통해 어느 정도의 노출로 우리 몸속에 흡수될 것이냐는 좀 더 엄밀한 판단이 필요하다. 방사선 노출은 앞서 말했듯 고농도 급성노출에 의해 발생하는 급성조사증후군과 같은 건강영향을 일으킬 수 있지만, 그러한 고농도 노출이 생선섭취를 통해 이루어질 수는 없다. 결국 생선섭취를 통한 방사선 노출이 암발생이나 유전적 변이와 같은 확률적인 영향에 어느 정도의 기여를 할 것이냐의 문제이다. 이런 측면에서 두 가지 요소가 중요하다. 첫째는 누적노출량이며, 둘째는 민감집단에 대한 관리방안이다. 확률적인 영향이란, 연간 1 mSv 노출에 의해 1만명당 1명의 초과 암발생이 20 mSv 노출에 의해 1,000명당 2명의 초과 암발생 위험이 있는 것으로 추정하고 있다. 노출량이 많으면 많을수록 암발생의 위험은 증가한다. 따라서, 그 노출량은 아무리 작더라도 이를 줄이기 위한 노력을 해야 한다. 그러나 방사선과 같은 발암물질을 0으로 줄이는 것은 실제로는 불가능하다. 발암물질 노출을 줄이기 위해 가장 기여도가 높다고 알려진 자동차 매연을 줄이기 위해 자동차 운행을 중단하게 할 수는 없는 것이다. 석유화학 산업을 중단하기도 쉽지 않다. 이런 이유로 관리기준이라는 것을 정해 놓은 것이다. 인류가 감당할 수 있는 수준의 노출량을 정해서, 그로 인해 발생하는 질병의 발생은 감수하고 가겠다는 것이다. 이러한 관리수준, 노출기준은 지속적으로 낮춰야 하고, 이를 위한 기술적, 관리적 수준을 높여야 함은 향후 가장 중요한 과제가 될 것이다. 따라서, 지금 해야 할 노력은 국민들이 섭취하는 생선의 방사선 노출 수준을 정하고, 이를 엄격히 관리하는 것이다. 또한, 그 노출기준이라는 것도 지속적으로 낮추는 노력이 필요하다. 이렇게 잘 관리될 수만 있다면, 불포화지방산, 단백질 섭취를 위해 필요한 생선

섭취는 국민들의 건강을 위해서도 여전히 권장될 필요가 있다. 그러나 불투명한 관리, 노출관리의 불확실성, 일본 원전 사태 관리의 폐쇄성 등이 국민들의 불안을 더 키우고 있다. 이런 선행 노력이 투명하게 이루어진다면 정부에서 생선섭취를 권고하는 것이 합리적인 이야기로 전달될 것이다.

3) 항공기 탑승

북극항로의 개발로 항공기 운행시간이 단축되고, 연료소모가 줄어드는 등의 이익이 증가했지만, 이를 이용한 항공기 탑승객들의 방사선 노출량은 증가되었다. 북극항로 뿐 아니라 일반적으로 항공기탑승에 의해 적은 양이지만, 방사선 노출이 초과로 이루어질 수 있다. 일반적으로 유럽을 왕복 탑승할 경우 추정하고 있는 방사선 노출량은 0.07 mSv 정도로 후부방사선 촬영을 1회 실시하는 정도와 유사하다. 실제 이 정도 노출량에 의해 암발생의 위험이 의미있게 증가한다고 볼 수는 없다. 1년에 관리기준으로 정하고 있는 일반인 노출 수준이 1 mSv임을 감안하면, 1년에 수 차례의 항공기 탑승이 우려할 만한 수준의 방사선 노출이라고 하기는 어렵다. 다만, 직업적으로 항공기를 탑승하는 승무원들의 경우, 그 노출 수준을 엄격히 관리하고, 탑승시간이나 고도 노출 노선의 횟수를 관리할 필요가 있다. 실제, 항공기 승무원들에게 의미있게 유방암과 같은 암발생이 증가했다는 연구가 다수 발표되고 있다. 일반인들의 항공기 탑승으로 인한 방사선 노출은 위험 수준이라고 하기는 어려운 수준이며, 다른 이익을 위해 일정하게 감수해야 할 노출이라고 판단된다.

4) 직업적 노출

직업적으로 방사선에 노출되는 노동자들에게 특히 방사선노출은 암발생 등의 위험을 유발할 수 있다. 직업적으로 방사선에 노출될 수 있는 직업은 원자력발전소 등에 근무하는 작업자, 병원에서 방사선을 이용한

진단검사를 수행하는 종사자, 치료를 위해 방사선에 노출되는 의료인, 제조업에서 비파괴검사를 수행하는 동안 방사선에 노출되는 작업자, 지하 광산에서 근무하는 작업자, 항공기승무원 등이 있다. 이들에 대해서는 연간 방사선 노출량을 누적하여 측정하는 장비를 부착하여 노출량을 관리하고 있다. 이렇게 철저히 관리가 되고 있는 작업자의 경우, 그 노출량을 잘 관리할 수 있는데 반해, 방사선에 노출됨에도 그 노출량이 관리되지 않거나, 사고발생의 위험이 있어, 일시적으로 고농도 노출이 가능한 작업의 경우, 그 위험이 크다고 볼 수 있다. 병원 종사자의 경우에, 수술방, 시술방 등에서 방사선 방호 도구를 사용하지 않은 상태에서 작업을 수행하고 있는 인턴, 간호사 등은 관리되지 않은 방사선 노출 직업군이라고 판단된다. 이들에 대한 적극적인 실태조사와 관리방안이 마련될 필요가 있다.

일반인의 방사선노출에 대한 위험 소통

방사선 노출에 의해 암발생이 가능하다는 것은 이미 확고하게 확립된 근거를 가지고 있다. 현재로서는 방사선 노출은 거의 모든 암발생과 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 또한 원자력발전소 사고 등을 접하면서, 방사선에 대한 불안은 상당한 수준에 이른 것으로 보인다. 이러한 방사선의 위험을 어떻게 관리하는 것이 국민들의 건강불안을 해소하는 것일까? 무엇보다 실제 위험을 그 위험의 크기만큼 느끼고, 이에 대한 적절한 대응이 이루어질 수 있도록 투명한 위험소통이 이루어질 수 있어야 한다. 또한, 위험소통에 있어서, 집단적인 노력과 소통, 개인적인 노력과 소통은 다를 필요가 있다. 즉, 생선섭취에 있어서, 개인에게 생선 섭취를 금지할 수 없거나, 어린이 등 민감집단에 대해서 일정한 제약을 두는 등의 한정된 위험인식을 주는 것과는 달리 집단에서의 위험 인식은 보다 엄격할 필요가 있다. 노출 관리 기준을 가능한 더 엄격하게 낮추고 관리하고자 하

는 노력이 지속적으로 이루어져야 한다. 또한 있는 그대로의 사실을 설명하고, 현재의 근거에 입각해서 불확실한 요소를 명확히 설명하고, 모든 근거를 종합하여 국민들이 행동결정에 도움을 줄 수 있는 좀 더 쉬운 소통이 있어야 한다.

참고문헌

대한예방의학편, 예방의학과 공중보건학, 계축문화사
2011 pp 650-61
Linet MS, Slovis TL, Miller DL, Kleinerman R, Lee C,

Rajaraman P, Berrington de Gonzalez A. Cancer risks associated with external radiation from diagnostic imaging procedures. *CA Cancer J Clin.* 2012 Feb 3. doi: 10.3322/caac.21132. [Epub ahead of print]

National Research Council. *Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation.* 2006.

NCRP Report. 1993.

대한방사선방어학회. 후쿠시마 원전사고로 인한 국내방사선 영향. 토론회 자료. 2011.4.6.

하미나. 일본 원전사고와 방사선노출의 건강영향. 원전사고와 시민건강 토론회 자료집(2011.3.28.) / 환경보건포럼 자료집(2011.4.15.)