

방사선 피폭의 피해와 예방

최 지 혜 | (주) 해마루 소동물 임상의학 연구소 진단 영상팀

대한수

소동물 임상에 있어서 방사선을 이용한 X-ray와 투시 등의 진단 기법이 활용되기 시작한 것은 오래된 일이다. 방사선 장비가 신체 내부의 해부학적인 정보를 제공해 주는 장점을 가진 반면, 백내장이나 방사선 유발암, 유전 인자의 장애 등 방사선 피폭으로 인해 여러 가지 유해한 질환을 유발할 수 있는 단점을 가지고 있다. 이와 같은 방사선으로 인한 인체의 피해에 대해 널리 알려져 있음에도 불구하고, 아직까지 국내 소동물 임상에서는 적절한 차폐 시설이나 수의사의 피폭량 측정이 이루어지지 않고 있는 것이 사실이다. 최근 방사선 구역에 대한 차폐 시설을 법령화해야 한다는 주장이 대두되면서, 방사선 피폭으로 인한 피해에 대해 관심이 높아지고 있다.

1 방사선과 방사선 피해

방사선이란 '에너지가 높아 불안한 상태에 있는 원자 또는 원자핵이 안정된 상태를 찾기 위해 방출하는 에너지의 흐름'으로 자외선이나 적외선, 마이크로파, 라디오파, 전리 방사선 등 그 종류가 다양하다. 전리 방사선은 X-ray와 γ 선, α 선, β 선,

그리고 핵분열 과정에서 방출되는 중성자선 등이 포함된다.

이 중 X-ray는 1895년에 발견되었고, 1896년 방사능이 발견된 후 오래지 않아 방사선으로 인해 인체에 유해한 임상 증상이 나타나기 시작했다. 그 후 산업 사회가 도래하고 방사선의 이용 분야가 급증함에 따라 인류는 스스로를 방사선으로부터 보호하기 위하여 전리 방사선의 생물학적 효과에 관한 연구를 수행하여 왔는데, 이러한 유해한 효과를 막는 것이 방사선 방호의 목적이다.

방사선의 피해는 고선량의 피폭시 주로 세포의 기능 상실로 인해 장기의 기능 부전이 발생할 수 있고, 만성적인 저선량 피폭시 암 발현 확률이 증가하거나 유전적인 결함이 발생할 수 있다. 즉, 방사선에 노출됨으로 인해 발생하는 건강상의 영향은 암의 발생 가능성을 의미하는 확률적인 영향, 후손에게 발생할 수 있는 유전적인 영향, 백내장과 골수 세포 감소 등과 같은 결정적인 영향이 있다.

결정적인 영향은 방사선에 대한 개인의 감수성의 차이가 있기 때문에 증상 발현에는 개인적인

편차가 존재하지만, 일정한 선량 이상에서는 모든 사람에게서 유해한 증상이 나타나게 된다. 피폭 선량이 증가함에 따라 심각도가 같이 증가하게 되는데, 대표적인 장애로 골수 세포 감소, 수정체의 혼탁, 피부 홍반 등이 있으며, 결정적인 영향은 작업자의 총누적선량을 발단 선량 이하로 유지함으로써 방지가 가능하다. 전신 피폭시 선량 준위별 증상은 다음과 같다 (표 1, 표 2).

표 1. 선량준위별 증상

증상	선량(Gy)
백혈구 감소	0.5
남성 일시적인 불임	0.15
남성 영구적인 불임	3.5~6.0
여성의 불임	2.5~6.0
수정체의 혼탁	0.5
피부의 홍반	5
태아의 지능 저하	0.1
심각한 영향의 문턱 선량	~1

표 2. 방사선 선량과 발생할 수 있는 증상

선량(Gy)	증상
0.05~0.25	염색체 이상의 관찰 최소선량
0.25~0.5	백혈구 변화
0.5~0.75	개인적인 혈액상 변화 식별
0.75~1.25	피폭자의 10% 오심
1~2	구토, 무력증, 혈액상의 변화
3~5	조혈기능 장애 (LD50/30*)
7~10	위장증후군 (LD100/30)
15 이상	중추 신경계 증후군 (조기 사망)

확률적인 영향은 장기간 동안 저선량의 피폭에 의해 만성적으로 나타나는 신체 영향으로 잠복기를 지닌다. 암의 발생과 유전적인 장애가 대표적인 경우로, 방사선 유발 백혈병의 경우 잠복기가 대략 8년, 유방암과 폐암과 같은 일반 고형암은 10년 정도의 잠복기를 지닌다. 이러한 방사선 유발암은 방사선 피폭 후 변형되었거나 손상된 체세포가 정상 세포로 회복하지 못하고, 이상 복제 능력을 가진 악성 종양으로 발전하여 나타나는 것으로 추정되며 화학독성을 가진 다른 원인에 의해 발생하는 암과 구별이 되지 않는다는. 물론, 방사선은 여러 가지 발암 인자 중 하나일 뿐이므로 방사선 작업이 반드시 암을 일으킨다고는 단정할 수 없다. 방사선과 암의 관계는 흡연이 폐암을 유발하는 관계와 동일하게 이해할 수 있다. 즉, 담배를 피우는 모든 사람이 폐암에 걸리는 것이 아니라 담배를 많이 피울수록 폐암에 걸릴 확률이 높아지게 된다. 이와 유사하게 피폭한 방사선량이 많을수록 암이 발생할 가능성이 높아진다고 말할 수 있다.

유전적인 영향은 생식 세포의 방사선 피폭으로 유전자 변이가 발생했을 경우 피폭 당사자에게서는 장애가 나타나지 않지만, 후손에게는 이상 유전 형질이 전달되어 유전적인 장애를 유발하는 것이다.

이러한 방사선에 대한 인체의 감수성은 조직의 재생 능력이 클수록, 세포의 분열 기간이 길수록, 형태적, 기능적으로 미분화 단계일수록 높다. 이러한 원리에 따라 인체의 방사선 감수성의 순위는 다음과 같다 (표 3).

표 3. 조직에 따른 방사선 감수성의 순위

방사선 감수성 순위	조직 분류	조직의 특성	조직
1	재생계 (cell renewal system)	간세포(stem cell)가 끊임없이 분열하여 기능세포가 되고 일정 수명 이후에는 사멸하는 과정을 반복하며, 기능세포가 사멸된 만큼 계속 간세포(stem cell)에서 보급을 해 주는 조직	골수, 생식기, 위장상피, 수정체 상피, 피부상피
2	휴지계 (Expanding System)	정상 상태에서는 분열하지 않으나 손상 등의 자극을 받으면 분열	간, 근육
3	정상계 (Stationary System)	분열을 하지 않으므로 수의 증감이 없는 조직	신경

2 방사선 피해에 대한 예방

방사선으로 인한 피해를 줄이기 위해 방사선 시설 종사자에 대한 피폭량을 측정하고, 방사선 구역에 대한 차폐 시설을 실시하게 된다. 국내 수의료법은 아직 이러한 방사선 방호에 대해 법령화되어 있지 않지만, 일본이나 미국 등 선진국에서는 구체적인 방사선 피해 대책이 마련되어 있다.

2.1 방사선 피폭량의 측정

방사선을 측정하는 단위는 조사선량, 흡수선량, 등가선량, 유효선량이 있다.

조사선량은 단순히 공간상의 어느 위치에서 방사선의 세기를 나타내는 양으로서 실무적으로 널리 쓰이는 단위이며 렌트겐(R)을 사용하여 측정한다.

흡수선량은 방사선이 지나가는 자리에 위치한 물체에 흡수되는 방사선량을 의미하는 것으로,

물질의 단위 질량(1 Kg)당 흡수된 방사선 에너지량(J)을 나타낸다. 흡수선량을 나타내는 단위는 라드(rad) 혹은 그레이(Gy)를 사용한다.

같은 크기의 흡수선량을 인체가 피폭하더라도 방사선 에너지의 종류에 따라 인체에서 나타나는 생물학적인 영향은 달라지므로 방사선의 질에 따른 방사선 피폭의 생물학적인 영향을 고려하여 등가선량으로 정의하고 렘(rem) 혹은 시버트(Sv)의 단위로 표현한다.

같은 온도, 같은 흡수선량에서도 가슴과 손바닥이 입는 화상의 정도가 달라지는 것처럼 장기에 따라서 발현하는 증상이 다르며 그 발현 위험도 달라진다. 이와 같이 같은 등가선량에서도 인체 조직이 처하는 위험의 차이를 반영하기 위해 유효선량을 이용한다.

방사선 피폭량 측정은 방사선 작업 종사자의 생애 피폭 기록에 대해 체계적인 관리를 도모함으로써 피폭 저감화를 유도하고 방사선 안전을 증진시켜 종사자의 보건 증진 및 권익 보호에

기여하기 위해 실시한다. 피폭량은 피폭선량계 필름 배지 혹은 TLD(Thermoluminescence dosimeter)를 이용하여 측정하고, 등가선량을 기준으로 mSv 혹은 mRem의 단위로 표시한다. 국내 '진단용 방사선 발생 장치의 안전 관리에 관한 규칙'(보건복지부령)에 의하면 TLD배지를 사용하는 경우 3개월 마다 1회 이상 방사선 피폭량 측정을 받도록 하고 필름 배지를 사용하는 경우 매달 1회 이상 방사선 피폭량 측정을 받도록 하고 있다. 방사선 피폭선량의 허용 기준을 초과한 자는 6개월 마다 1회 이상 방사선 피폭으로 인한 피부 및 눈의 장애 여부에 관한 검사와 혈액의 백혈구수, 적혈구수, 혈소판량을 포함한 과립백혈구(호산구, 호중구 및 호염구를 포함), 단핵구 및 임파구에 관한 검사를 실시하게 되어 있다.

일본의 수의료법은 방사선 구역 종사자의 피해 방지에 대해 법적인 조항을 마련해 두고 있는데 그 내용은 다음과 같다.

❖ 제 13조 : 진료시설의 관리자는 X-ray 진료 종사자 즉, X-ray 장치를 취급하고 관리 혹은 이에 부수적인 업무에 종사하는 자로서 관리 구역에 출입하는 사람이 받는 실효 선량당량이 1년간에 걸쳐 50mSv를 초과하지 않도록 해야 한다.

진료 시설의 관리자는 X-ray 진료 종사자가 받는 조직 선량당량이 눈의 수정체에 있어서는 1년간에 걸쳐서 150mSv를, 기타 조직에 있어서는 1년간에 걸쳐서 500mSv를 초과하지 않도록 해야 한다.

❖ 15조 : 진료 시설의 관리자는 X-ray 종사자에

대하여 선량당량의 기록을 5년간 보존해야 한다. 국내에는 아직까지 수의료법에 이러한 피폭량 측정에 관한 의무적인 조항이 마련되어 있지 않지만 방사선 촬영을 실시하는 의사 자신을 보호하기 위해 피폭량 측정은 반드시 필요하다고 여겨진다. 피폭량 측정을 위한 TLD 배지의 신청은 '방사선 서비스 주식회사'로 하면 된다.

2.2 방사선 차폐 장치

방사선 차폐란 원자력 시설이나 방사선 작업장에서 방사선원 주위의 한정된 영역을 둘러싸서 바깥으로 새어나가는 방사선을 차단하는 것으로 α 선, β 선, X-ray, γ 선 및 여러 가지 에너지를 가지는 중성자선 등이 그 대상이 된다.

차폐에 이용하는 재료는 주로 무거운 원소를 혼합한 중콘크리트, 즉 보통 콘크리트의 골재인 모래, 자갈을 중정석(황산 바륨)으로 치환한 중정석 콘크리트나 철광석, 또는 파쇄를 가한 철콘크리트가 사용되며, 느린 중성자의 흡수력이 좋은 산화 붕소를 콘크리트에 섞어 사용하기도 한다. 또한 산화납을 함유한 납유리도 방사선의 차폐에 유용하고 감마선 조사실의 투시창에 주로 사용한다.

국내에는 동물 병원의 차폐 시설에 관한 법령이 마련되어 있지 않으므로, 농림수산부령으로 되어 있는 일본의 수의료법을 참조해 보도록 하자.

제 7조 :

I. 사람이 상시 근무하는 장소에 있어서 1cm 당 당량이 1주간 계속 1mSv가 되도록 차단물을

설치해야 한다.

Ⅱ. X-ray 진료실임을 표시하는 표시판을 붙여야 한다.

제 10 조 :

X-ray 장치는 X-ray 진료실에서 사용하지 않으면 안된다. 다만, 차단벽 기타 차단물의 외측에 있어서 1cm 선량당량율이 20mSv/hr를 초과하지 않도록 차단한 상태로 X-ray 장치를 사용하거나, X-ray 장치를 이동하여 사용하지 않으면 안되거나, 기타 X-ray 장치를 X-ray 진료실에 두고 사용하는 것이 업무의 성질상 곤란하거나 사용 목적에 방해가 되는 경우에는 예외로 한다.

제 11조 :

진료 시설의 관리자는 1cm 선량당량이 1주간에 300mSv를 초과하는 모든 장소를 관리 구역으로 하여 당해 구역에 그의 사실을 나타내는 표시를 붙여야 한다. 또한 필요한 자 이외에는 위의 관리 구역 내에 들어오지 못하게 조치를 취해야 한다.

제 16조 :

I. 차단벽 기타 차단물을 사용하여 X-ray를 차단할 것

Ⅱ. 원거리 조작 장치 혹은 감자를 사용하거나 다른 방법을 이용하여 X-ray 장치와 인체와의

사이에 적당한 거리를 두어야 한다.

Ⅲ. 인체가 X-ray 에 노출되는 시간을 짧게 한다.

Ⅳ. 보정은 보정 기구 또는 의약품에 의해서 하되 다만 보정 기구 또는 의약품에 의해서 보정하기가 곤란한 경우에는 필요한 방호 조치를 취하였을 때는 이에 구애되지 않는다.

V. X-ray 장치를 사용하고 있을 때는 X-ray 관의 초점부터 3m 이내의 장소에는 필요한 자 이외의 사람이 들어오지 못하게 조치를 취하는 동시에 사람이 들어오는 방향으로 조사하거나 또는 X-ray를 차단하는 조치를 강구하여야 한다.

17조, 18조 : X-ray 장치에 대한 정기 검사를 6개월마다 측정하여 5년간 그 기록을 보존하도록 되어 있다.

위와 같이 일본의 수의법령에서는 방사선 촬영실의 방호와 방사선 촬영기의 위치에 대해 세밀한 법규가 마련되어 있다.

국내에서는 수의법규에 방사선 방호에 대해 구체적인 법령을 마련하고 있지 않지만, 앞에서 언급한 바와 같이 방사선 피폭에 의해 즉각적으로 가시적인 장애가 발생하지 않더라도 앞으로 발생할 수 있는 만성적인 질환이나 유전적인 장애에 대한 예방으로 방사선 차폐와 피폭량 측정은 반드시 필요하다고 생각된다.



부스틴-에스를 비육우에 사용할 수 있습니까?

부스틴-에스는 산유량 증가 및 성장촉진 작용이 있습니다. 이러한 관점에서 보면 비육우에 사용해도 무방하지만 비육우용과 젖소에 사용하는 함량이 틀리므로 그래도 사용하실 수는 없습니다.

비육우 적용함량도 체중 1kg당 0.03~0.06mg투여시 증체효과 및 사료효율도 개선된다는 연구보고가 있으며 현재 저희(LG화학) 바이오텍 연구소에서 제품화하기 위하여 연구가 진행중입니다.