

건강한 삶과 함께하는 방사선의학

김 종 순
한국원자력의학원 원장



서울대학교 의대 학사, 석사, 박사
국립의료원 내과, 핵의학과 과장
미국 MD 앤더슨 암센터 교환연구원
일본 교토대, 독일 울리히 연구소 교환연구원
서울대 핵의학과 초빙교수(1998~)
가톨릭대 의대 방사선과학교실 외래교수
(2005~)
한국수력원자력 방사선보건연구원장
(2001~2007)
한국원자력의학원(KRIMS) 초대 원장(2007~)

과학기술부와 한국과학재단이 후원하고 한국원자력의학원이 주관하는 첫 번째 원자력릴레이포럼에 오신 것을 환영합니다. 원자력 병원에서 치료를 받고 완치되신 환우 모임인 새빛회 회원님들을 비롯하여 멀리 정읍과 대전에서도 많은 분들이 참석해 주셔서 대단히 감사드립니다.

우선, 원자력 릴레이포럼에 대하여 간단한 소개 말씀을 드리겠습니다. 전문가들과 시민이 함께 하는 참여형 교류 행사인 릴레이포럼이 전국을 순회하면서 원자력의 유용성을 국민들에게 전달하고 원자력이 미래 한국의 추진 원동력임을 서로 이해하는 유익한 토론의 장이 되기를 기대합니다.

오늘 포럼에서는 ‘현대인의 건강한 삶과 방사선의학’이라는 대주제로 시작으로 ‘암의 해결사, 방사선의학의 힘’과 ‘이제는 암 치료도 사이버시대’라는 소주제로 강연이

진행되고 강연 후에는 방사선의학의 궁금한 점들에 대해 여러분과 함께 의견을 나누어 보고자 합니다.

포럼이라는 단어는 나눔의 장이라는 의미의 라틴어 ‘포로마노’에서 유래합니다. 로마에 여행가신 분들이 꼭 찾는 관광지가 있는데, 바로 사람들이 다 같이 모이는 곳, 광장입니다. 광장과 같이 사람들이 모여서 지식을 나누는 장소를 의미하는 ‘포이노포’가 포럼이라는 단어로 변천하였다고 합니다. 오늘은 로마가 아닌 서울에서, 현대인의 건강한 삶과 방사선의학이라는 지식에 대해서 나눔을 갖고 조언을 듣는 그런 시간이 되시기를 바랍니다.

제목에서도 언급되는 방사선에 대해서 먼저 생각해 보기로 하겠습니다. 일반적으로 우리는 방사선이라고 하면 두렵다는 생각을 갖고 있습니다. 그러나 병원에서 진찰받

을 때를 생각해봅시다. 일반 병원에서 진찰을 받은 후에 “오늘 X-ray 촬영 하시고, CT 찍으시고, 위투시경 하고 가십시오.”라는 말을 듣고 특별히 겁이 나지는 않으실 겁니다. 오히려 이런 진단을 받은 환자 분들은 다행이라 여기기도 합니다.

즉, 피 검사나 조직 검사 등은 다소 거부감이 있을 수 있지만, 엑스레이 촬영은 통증도 없고 잠시 기계 앞에 서서 심호흡을 한 다음 찍으면 되므로 더 가볍게 느끼는 것입니다. 통증이 없으므로 방사선과 무관하다 생각하는 경우가 많은 것 같습니다.

이처럼 방사선은 그 이미지 상 두려운 측면과 질병을 진단하는 데 필수적이라는 신뢰 측면- 이중적인 면을 가지고 있는 것이 현실입니다. 이러한 양면성에 대해서 설명을 드리기로 하겠습니다.

현대인의 삶과 방사선, 위에서 언급한대로 방사선을 어떻게 사용하느냐에 따라서 방사선은 굉장히 무서운 것과 유익한 것의 두 가지 얼굴을 가지고 있습니다. 다시 말해서 사람을 죽게 할 수도 있고, 또 암에 걸리게 할 수도 있으며 반대로 의학적으로 잘 이용하면 암을 치료할 수도 있고, 우리의 면역 기능을 향상시켜서 우리의 건강을 촉진시킬 수도 있습니다.

방사선은 언제부터 존재했을까? 현대 과학 이론에서는 우주가 처음에 ‘빅뱅’, 즉, 큰 폭발에 의해서 생성되었을 때 ‘빛’으로부터 시작되



<그림 1> 자연에 존재하는 우주 방사선

었다는 것을 알 수가 있습니다. 성경에서도 태초에 빛이 있었다고 하지 않습니까?

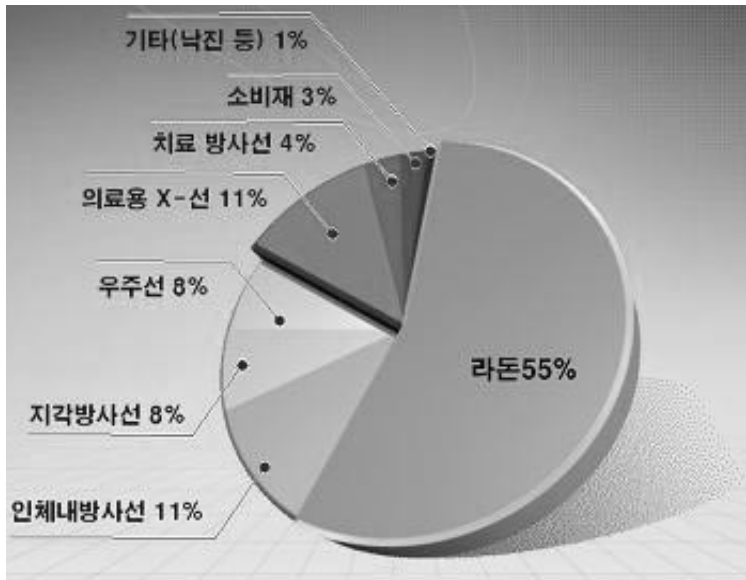
과학 교과서 식으로 표현하면 ‘태초는 방사선으로부터 시작되었다’라고 할 수 있을 만큼 우주의 탄생과 동시에 천만분의 일초 순간에 방사선이 함께 발생하였습니다.

빛과 동시에 방사선의 일종인 소립자가 생성되고, 이어서 3분 만에 현재 우리가 현대 의학에서 굉장히 중요하게 여기는, 그리고 앞으로의 방사선 치료에 있어서 매우 중요한 입자들-양성자와 중성자가 높은 에너지를 갖는 상태로 생성되었습니다. 또, 그로부터 10만년 후에는 물질의 기본적인 입자인 원자가 형성되고 원자가 모여 중입자로, 중입자들이 뭉쳐져서 항성이 되고 이렇게 계속 진화하게 되어 오늘과 같이 생명체가 사는 아름다운 지구의 모습이 되었습니다. 즉, ‘태초부터 빛과 동시에 방사선은 시작되었다’ 이렇게 말씀드릴 수 있습니다.

오늘날은 어떻습니까? <그림 1>에서 보시는 것과 같이 세 사람이 숲이 우거진 호숫가에서 골프를 치고 있습니다. 그런데 이를 가만히 들여다보면 골프를 치는 중에도 사람들은 우주로부터 오는 방사선을 적절하게 받고 있습니다. 그리고 물에서, 땅에서도 방사선이 나오고, 마시는 공기에서도 적절한 방사선이 포함되어 있어서, 그런 환경 속에서 우리는 건강한 삶을 유지하고 또 살아갈 수 있습니다.

우리 생명체의 진화가 이러한 방사선에 의해서 이루어지기 때문에 아마 방사선이 없다고 한다면 이들은 골프를 치는 것이 아니라 ‘원숭이에서 더 이상 진화하지 않았을 수도 있다’ 라고 이야기할 수도 있을 것입니다.

국제방사선연구학회에서는 ‘방사선 없이 우리는 살 수 없다 (We can not live without radiation.)’라는 말을 하였듯이 방사선은 우리가 살아가는 데 꼭 필요한



<그림 2> 환경 방사선 발생원

존재합니다.

만약에 방사선이 어느 날 갑자기 없어지면 어떻게 될까요? 우리가 '공기와 물이 갑자기 없어지면 어떻게 될까?' 하는 것처럼 생태계의 상당한 혼란이 올 것으로 보고 있습니다. 그래서 혹자는 이러한 방사선을 '비타민 R'이라고도 이야기 합니다.

그럼, 우리 주위에 있는 방사선들을 하나씩 살펴보겠습니다. 공기 중에는 방사선이 있는데 그 대부분은 자연 상태에 존재하는 라돈 가스입니다. 한 마디로 말하면 자연 방사선의 대부분은 라돈 가스에서 기인한다고 할 수 있습니다.

또, 방사선은 조금 전에 말씀드렸던 대로 하늘로부터 내려오고, 또 땅으로부터 올라오고, 여기 계시는 분들끼리도 서로 주고받습니다. 인체 내에는 각자의 고유한 방사성 물질을 가지고 있는데 자기

스스로도 방사선의 영향을 받지만 옆에 있는 사람에게도 영향을 주는 형태로 존재합니다.

이처럼 자연 속에 존재하는 방사선을 통틀어 자연 방사선이라고 합니다. 이런 자연 방사선은 우리가 1년 동안 받는 방사선의 약 82%를 차지하고 있습니다.

나머지 18% 중 15% 정도는 인류가 필요에 따라 인위적으로 만든 방사선량입니다. 인류는 기술의 발달에 의해 방사선을 인위적으로 만들 줄도 알게 되었습니다. 우리가 불을 만들어 사용하듯이 방사선도 만들어 쓰게 되었고, 그 대표적인 것이 바로 의료용 방사선입니다. 엑스레이 촬영으로 질병 진단도 하고, 방사선으로 치료도하는 상황에서 인류가 받는 방사선량은 평균치로 15% 정도입니다.

인류가 편리한 생활을 위해 만들어낸 기타 비이온화 방사선(전자

파)이 나머지 약 3% 정도입니다. 대표적인 예는 전자 제품, 가전 제품 등 전자파의 영향으로 받게 되는 것들입니다. 우리가 거실에서 텔레비전을 시청할 때도 방사선이 방출되고, 또 냉장고에서도, 또 핸드폰을 사용할 때도 우리는 방사선의 영향을 받고 있습니다.

나머지 약 1% 정도가 우리가 무섭다고 생각하는 히로시마 또는 나가사키에 투하된 원자폭탄 및 수차례에 실시된 핵실험 등에 의해 부가적으로 생성된 방사화된(방사능) 분진들에 의한 잔류 방사선입니다.

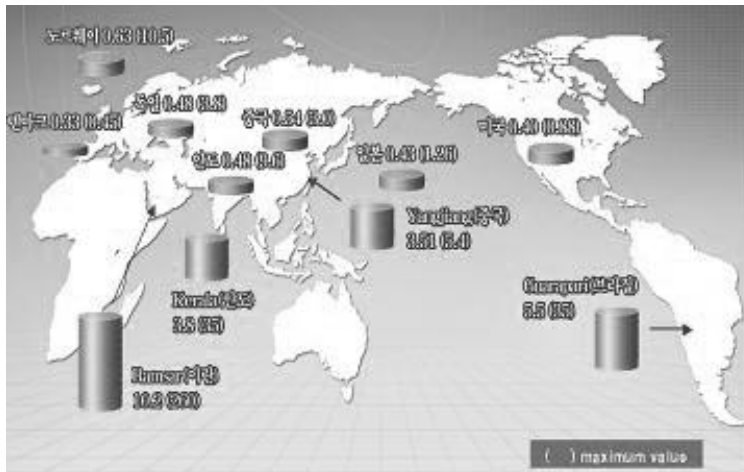
또 원자력발전소에서 나오는 방사선의 미세한 양, 병원에서 방사능 물질에 오염이 된 일부 폐기물 등을 다 합치면 약 1% 정도가 됩니다.

이와 같이 의료적 또는 산업적 목적에서 만들어진 인위적 방사능 물질에 의한 방사선을 환경 방사선이라고 있다고 할 수 있습니다.

이것을 좀 이해하기 쉽게 수치적으로 말씀을 드리면, 우선 여러분들이 엑스레이 가슴 사진을 한 번 찍는다고 하면 보통 10밀리렘 정도의 방사선량을 받습니다.

엑스레이가 인체를 투과할 때 에너지가 인체에 흡수되어 이온들을 분리시키는 생물학적 영향의 정도를 나타내는 단위가 밀리렘입니다. 일만(10000) 밀리렘 정도의 방사선을 받아도 인체에는 아무런 영향이 없습니다.

여러분이 잘 아시는 위 투시의



<그림 3> 지역별 자연 방사선량

경우, 요즘은 내시경을 많이 하지 만 내시경 검사가 두려우신 분들은 위 엑스레이 사진, 위 투시를 촬영하게 되고 이때 약 1,500밀리렘 정도의 방사선 피폭을 받습니다.

또 여기에 계신 여러분들 거의 모두 CT 촬영을 한 번씩 해보셨을 것입니다. 1년 동안에 지구에서 CT 진단을 약 20억 건 정도 촬영하는 것으로 알려져 있습니다. CT 촬영시 받는 선량은 1,500밀리렘(1.5렘) 정도로 우리는 이로 인한 별다른 증상을 느끼지 못합니다.

방사선 치료로 암세포를 죽이기 위해서는 600렘 정도를 수차례를 거쳐 여러 방향으로 나누어 조사하여 피부와 같은 정상 조직을 보호하면서 암을 치료하기도 합니다.

또한, 요즘 비행기를 타고 해외 여행을 많이 하는데, 예를 들어 유럽 여행을 파리에 한 번 다녀온다고 하면 받는 방사선량은 12밀리렘 정도입니다. 파리 한 번 갔다 오면 가슴 엑스레이 한 번 찍은 것과 동등한 양의 방사선을 받았다고 할

수 있습니다.

승무원의 경우 1년에 100번 정도를 항해한다고 가정하면 승무원들의 방사선 피폭량이 다른 직업적으로 방사선을 다루는 사람보다 더 많을 수 있는데, 이러한 사실이 요즘 주목을 받고 있습니다.

그 외의 다른 이유로부터 즉, 음식물, 우주 방사선 등으로부터 받는 자연 방사선은 연간 240밀리렘, 인간이 만들어낸 방사선까지 해서 약 350밀리렘 정도가 됩니다.

흥미로운 사실은 나라별로 자연 방사선량이 다릅니다. 우리나라도 평균적으로 0.35렘, 즉, 350밀리렘 정도인데 우리나라에서 방사선량이 높은 지역은 예전에 우라늄광이 있었던 옥천입니다(0.43렘). 다른 곳은 거의 다 비슷한데 세계적으로 4개 지역의 경우는 상당히 높은 방사선량 - 우리나라보다 10배 내지는 30배 정도의 높은 방사선량을 보이고 있습니다. 수치적으로 보면 이 지역에서 생활하시는 분들은 가만히 앉아서 CT를 몇 장 찍는 셈이

됩니다.

이런 지역에서는 방사선에 의해 암이 발생할 수 있고 기타 각종 나쁜 영향을 줄 수 있을 것으로 생각되어 학자들이 조사를 하였는데 결과가 반대로 나오는 지역이 많다고 합니다. 오히려 암 발생률이 다른 평균 지역보다 적고 수명도 길었다는 보고가 발표되었습니다. '왜 이런가?' 하는 의문과 함께 이에 관한 연구가 시작되었다고 합니다.

그 한 예로 일본의 많은 관광지 중 천연 방사선 온천으로 유명한 미사사 온천 지역의 주민들의 암 발생률이 일본의 다른 지역의 암 발생률보다 현저하게 낮다는 결과가 보고 되었습니다.

그 원인에 대한 연구 결과로 저선량 방사선의 긍정적인 자극 효과라는 '호르메시스(hormesis)'의 효과라는 결론을 도출하였습니다. 이 효과는 방사선뿐 아니라 주위의 모든 자극제가 되는 화학 물질, 운동, 스트레스 등에도 같은 효과로 적용됩니다.

언론에 나온 한 자료에 의하면, 우리가 오래 살기 위한 방법으로 여러 가지를 언급하고 있습니다. 이중 대표적인 3가지로 적게 먹고(小食), 체온을 낮추고, 적절한 자극을 받는 것을 제시하고 있습니다.

여기서 주목하고자 하는 것이 적절한 자극인데, 자극이 없이 살면 오히려 빨리 죽는다고 합니다. 자극의 정도가 어느 정도 적절한 양이면 신진 대사가 촉진되고 반대로

너무 많은 양이면 오히려 나쁜 영향을 미친다는 것입니다.

아스피린이 그 예인데 적절히 사용하면 동맥경화증 예방에 좋다고 합니다. 중전에는 500mg짜리 밖에 없었고, 유아용 어린이 아스피린이 100mg짜리였는데 100mg짜리를 먹으면 동맥경화 예방이 되지만, 500mg짜리 먹으면 효과가 없다고 합니다. 옛날에는 자살하기 위해 아스피린을 먹기도 하였는데 500mg짜리를 50~100알 정도 먹고 응급실에 실려 가는 경우도 있었다고 합니다. 이러한 경우는 우리 몸의 피가 산성이 되어 사망에 이르는 것이고, 이처럼 많은 양을 쓰게 되면 굉장히 해로운 반면, 적당량을 쓰면 우리 몸에 자극적인 좋은 효과를 줄 수 있습니다.

스트레스도 마찬가지입니다. 스트레스가 전혀 없는 생활을 하면 너무 스트레스가 없어서 오히려 우울증에 걸리기 쉽다고 합니다. 즉, 스트레스가 너무 많으면 만병의 근원이 되지만 스트레스가 전혀 없어도 우리 몸의 면역 기능이 저하되는 등 해로운 결과를 초래하게 됩니다.

운동 역시 적절한 운동이 필요하고 너무 과도한 운동은 해롭다고 할 수 있습니다. 성인병 예방을 위해 권장하는 4가지 운동 - 유산소 운동, 관절 운동(스트레칭), 근력 강화 운동 그리고 평형 감각 운동을 적절히 활용하면 오래 건강하게 사실 수 있습니다.

또 술을 빼놓을 수가 없죠. 와인



<그림 4> 호르메시스 효과와 장수의 상관 관계

한 잔, 식사시 약주 한 잔 하는 것은 오히려 장수하는 결과를 가져오며 이는 과학적으로 알려진 사실입니다. 하지만 과도한 음주는 건강을 해치니 주의하셔야 합니다.

또한 이런 원리를 이용해서 우리는 예방 접종을 하게 됩니다. 균을 약하게 하여 소량으로 투여하면 면역력이 생겨 후에 강한 균이 들어와도 이겨낼 수 있습니다. 옛날 임금들이 음식 속에 약간의 비상을 넣어 평소엔 조금씩 비상을 섭취하면 이에 면역이 생겨 나중에 누군가가 암살을 목적으로 음식에 비상을 넣어도 견딜 수 있었다고 하는 것이 비슷한 예입니다.

이런 것들을 통틀어 호르메시스 효과(적은 양은 촉진하고, 많은 양은 해롭다)라 할 수 있겠습니다.

이러한 효과는 실험적으로도 증명되었는데, 쥐에 폐암 세포를 이식하고 소량의 방사선을 쬐었더니 폐암의 전이가 훨씬 줄었다는 보고가 발표되었습니다.

지금까지는 방사선의 긍정적인

면만 언급하였었습니다만, 방사선은 이러한 좋은 점 뿐 아니라 과거 히로시마의 원자폭탄으로 인한 대량 살상, 파괴 등 인류를 위협하는 부정적인 면도 있습니다.

산업체에서 비파괴 검사시 작업자의 실수로 인한 피폭으로 인한 상해처럼 위험한 면이 있는 것이 사실입니다. 이와 같은 사고가 국내에서도 연간 1~2회 정도, 전 세계적으로는 약 100~200건 정도 발생하고 있습니다.

즉, 방사선은 잘못 다루면 위험한 것, 잘 다루면 유익한 것입니다. 이렇게 악마와 천사의 두 가지 얼굴이 있는 것이 방사선입니다.

우리 한반도를 보면 이 두 가지 양상을 관찰할 수 있는데, 현재 우리나라에는 원자력발전소가 고리, 영광, 울진, 월성 등 4 지역에 20기가 가동되어 국내에 40% 정도의 전력을 공급하고 있습니다. 예를 들어 이곳 행사장에 약 10개의 상들이 있는데 이 중 4개 정도는 원자력발전소에서 온 전기로 밝은

빛을 발한다고 할 수 있겠습니다.

또한 대전의 대덕 연구단지에는 원자력의 평화적인 이용을 위한 연구용 원자로가 가동되고 있으며, 이는 기초 과학의 발전에 큰 기여를 하고 있습니다.

반면에 북한에는 영변 원자력 시설이 있는데 이는 발전용이 아니라 논란과 함께 국제원자력기구(IAEA)를 비롯한 세계 각국의 관심의 대상이 되기도 했습니다.

또한 남한보다 질 좋은 우라늄이 생산되고 있는 우라늄 광산, 함경북도에 위치한 대포동 미사일 기지 등도 모두 핵무기를 만들 목적으로 운영되었던 시설들입니다. 이 두 가지, 남한과 북한의 차이에서 방사선(원자력)의 군사적 이용과 평화적 이용이라는 두 가지 얼굴을 볼 수 있습니다.

지금부터는 오늘 의 주제에 관련되어 말씀을 드리겠습니다. 방사선이 원자력 발전분야 외에 의학, 공업, 농업, 산업 분야에까지 유용하게 사용되고 있고, 또 그 중에서도 방사선 의학 부분, 특히 암의 진단과 치료 중심으로 이용되고 있는 내용을 살펴보겠습니다.

방사선의학은 방사선의 특성을 난치성 질환의 진단과 치료 분야의 의학에 적용하는 첨단 융합 기술입니다.

난치성 질환의 진단과 치료에는 여러 분야가 있습니다. 그 중 가장 대표적인 것이 암을 정복하는 분야인데, 의외로 암이라고 하는 것은 굉장히 단순하게 생각할 수 있습니

다.

암은 조기 검진만 된다면 95% 이상 완치가 가능합니다. 하지만 늦게 발견하면 아무리 우수한 기술의 방사선 치료와 항암제를 이용한다 하더라도 상당히 큰 고통과 비용을 수반하게 됩니다. 따라서 암에 대해서는 가장 중요한 것이 '조기 발견'이라고 이야기 할 수 있습니다.

그래서 그 다음으로는 암을 조기 발견할 수 있는 여러 가지 방사선 의학의 힘을 보여드리겠습니다.

암이라는 것은 일단 수술로 제거할 수만 있다면 간단합니다만, 수술로 제거하기가 어려운 경우, 암세포만을 선별적으로 제거함으로써 후유증을 최대한 줄여야 암의 완치가 가능합니다.

이렇게 선별적으로 암세포만 죽이는 방사선 의학의 힘을 오늘 이 자리에서 소개해드리도록 하겠습니다.

우선 우리 몸속에서 발생하는 암세포를 어떻게 찾을 수 있을까요? 19세기 후반에, 윈트겐은 암실에서 음극선 실험을 하는 중에 부인의 손을 감광지에 올려놓고 세계 최초의 엑스레이 뼈 사진을 관찰하게 되었습니다. 이후 엑스레이는 인체 내 병변을 찾는 데 유용한 방법으로 사용되었고 영상의학의 발전이 진일보하는 계기가 되었습니다.

하지만, 심장 주변에는 대동맥, 대정맥, 폐, 혈관 등 각종 장기와 조직이 중첩되어 있어 엑스레이만으로는 병변 발견이 쉽지 않았습니

다. 이를 보완하기 위해, 일반 엑스레이 촬영과 달리, 인체를 부분적으로 단층화 하여 2차원 영상으로 정밀하게 진단하는 CT가 개발되었습니다.

CT의 발달로 신체 조직이 겹쳐 보이는 부분도 구분이 잘 되어 정확한 진단이 가능하게 되었으며, 한편 강력한 자장으로 발생하는 신호를 이용하여 생체 임의의 부위에서 단층상을 얻을 수 있는 최첨단 의학 장비인 자기공명영상장치(MRI)의 개발로 병변을 진단하는 새로운 영상기술도 보급되었습니다.

MRI는 엑스레이처럼 이온화 방사선이 아니므로 인체에 무해하고, 3-D 영상화가 가능하며 컴퓨터 단층 촬영(CT)에 비해 대조도와 해상도가 더 뛰어납니다.

이러한 장점으로 인해 널리 쓰이고는 있지만, 검사료가 비싸며 촬영 시간이 오래 걸리는 단점이 있습니다. 또한 검사 공간이 협소하여 혼자 들어가야 하므로 중환자나 폐소 공포증이 심한 환자는 찍을 수 없는 제한적 요소가 있습니다. MRI는 주로 중추신경계, 두경부, 척추와 척수 등 신경계통의 환자에게 이용되며 이용 범위가 넓습니다.

최근에는 방사성 동위원소와 반도체 기술이 융합된 기술 집약적인 영상 진단법이 개발되어 미세 암의 위치와 병기를 판단하는 데 많은 도움을 주고 있습니다.

양전자단층촬영기를 이용한 분

자 영상은 정교한 진단 영상 장비와 시스템을 이용, '신호 전달 분자'를 볼 수 있게 해주는 기술입니다.

즉, 분자의 화학적·생물학적 특성을 영상을 통해 보는 것인데 이를 통해 질병의 진행 정도를 규명하거나 치료에 따른 효과를 평가해볼 수 있습니다. 이는 특히 심장혈관·종양·신경 분야에 유용합니다.

분자 영상 기술이 가져올 가장 획기적인 변화는 질병을 증상이 나타나기도 전에 발견할 수 있다는 것입니다. 이를 통해 의료진은 환자 개인의 건강 상태와 질병 단계에 맞는 치료를 계획할 수 있게 되었으며, 치료 결과에 대한 평가도 가능해졌습니다.

궁극적으로 분자 영상 기술의 발전은 의료 비용을 줄일 뿐 아니라, Early Health (조기 진단과 치료) 실현을 가져올 것으로 기대됩니다.

세계보건기구(WHO)의 보고에 따르면, 전 세계적으로 2000만 명의 새로운 암환자가 매년 발생할 것이라고 합니다. 우리나라도 2007년 현재 제1의 사망 원인은 암입니다.

계속되는 환경 오염과 변화하는 생활 양식, 평균수명 연장 등으로 암 환자는 계속 증가하리라는 것이 전문가들의 전망입니다.

우리나라 사람에게는 전통적인 식습관과 생활 습관의 영향으로 간암과 위암, 자궁경부암이 많으며 대장암, 췌장암, 폐암, 유방암도 급증하고 있습니다. 우리나라에는 많

지 않지만, 정신편열증과 같은 뇌 질환도 증가하는 추세입니다. 최근 치료율이 많이 향상되었지만 여전히 암은 인류가 극복해야 할 난제인 것입니다.

일반 건강 검진에서 많이 촬영하는 가슴 부위의 엑스레이 영상에서는 뼈와 근육 등은 잘 보여주지만, 정상의 진단을 받은 환자의 경우라도 양전자 단층 촬영(Positron Emission Tomography :PET) 영상에서는 미세 암세포가 자라는 것을 발견할 수도 있습니다.

포도당에 방사성 핵종을 함유하는 의약품(방사성 의약품)을 사용하여 분포 영상을 얻음으로 인체의 생리적 및 병리적 상태를 규명할 수 있고 암세포의 크기와 위치를 조기에 진단 할 수 있습니다. 이외에도 PET는 암의 병기 결정, 악성도 측정, 전이 부위 진단, 치료 효과 확인, 재발 부위 확인 등 응용 분야가 다양합니다.

양전자 단층 촬영은 양전자 방출 핵종을 포도당(또는 대사 물질)에 표지된 방사성 의약품을 인체에 투여 후 체내 분포를 영상화하여, 각 장기의 대사, 수용체 분포, 생합성 등의 기능을 영상화하므로 해부학적 영상법에 비하여 많은 장점이 있습니다. 즉, CT나 MRI 등은 어떤 병소가 있다는 사실을 쉽게 알 수 있지만 암의 판단이 어려운 반면, PET는 쉽게 암의 진단을 확인할 수 있습니다.

방사성 의약품을 이용한 영상법은 인체 내의 암 진단뿐만 아니라

순환기의 심장질환, 심장병 진단에도 사용됩니다.

정상인과 심장병 질환을 갖는 환자의 심장 운동을 영상화 할 수 있으며 정상인의 심장은 수축과 이완을 활발하게 전 근육을 다 이용하는 반면, 심장병 질환을 갖는 환자의 심장은 수축과 이완이 비교적 작고, 움직이지 않는 부위도 볼 수 있습니다. 이런 부위는 심근경색증으로 진단하게 됩니다.

중추신경계로의 응용으로는 최근 개발된 뇌 PET를 이용하면 알츠하이머병(치매)을 구별할 수 있어 신속 치료가 가능하다는 연구 결과가 보고 되었습니다.

치매 환자나 코카인 중독 환자의 두뇌 영상을 보면 질환에 따라 뇌 활동도의 양상이 다름을 알 수 있는데 이것은 유사한 양상의 뇌 활동을 보이는 환자를 진단하는 판단 기준이 되고 있습니다.

평균 수명이 늘어남에 따라 노인성 치매의 발생률도 증가되고 있어 조기 질환 검진은 더욱 중요한 예방법이 되고 있습니다.

또한 치매와 관련된 여러 질환 중 임상적 증상으로 감별이 어려운 경우에도 PET를 이용하여 조기 노인성 치매의 특징적인 뇌 대사 변화를 감별함으로써 치매의 종류를 판별하는 데 많은 도움을 줍니다. 따라서 상세한 임상 소견과 신경학적 검사와 더불어 PET 결과가 노인성 치매의 진단을 더욱 정확히 하게 됩니다.

최근에는 초기 치매 환자의

PET 영상은 향후 치매의 진행 정도를 예측하는 인자라고 밝힌 연구들이 발표되었습니다. 우리 병원에 서도 신경과와 신경정신과의 치매 클리닉을 통하여 치매 환자의 FDG PET 검사를 시행하고 있습니다.

최근 기억력 감퇴를 호소하는 69세 남자 환자의 경우에 뇌 MRI에서는 특이한 소견이 없었지만, PET 스캔에서 양측 두정엽의 뇌 대사가 비교적 대칭적으로 감소되어 나타났습니다. 임상적 소견과 PET에서의 특징적인 대칭적 두정엽의 대사 감소로 알츠하이머병으로 진단할 수 있습니다.

MRI로 방사선 손상과 뇌종양 재발의 감별은 어려운 경우가 많은데, 최근 이러한 경우에 포도당 섭취 차이를 바탕으로 하여 방사선 손상과 뇌종양의 재발을 판별하며 PET의 이용이 증가되고 있습니다.

3년 전부터 기억력과 인지 능력의 저하로 진행성 치매 질환을 의심하는 63세 환자의 PET 스캔의 경우에도 알츠하이머병에서 보이는 뇌 대사의 특징인 양측 두정엽과 측두엽의 대사 감소가 뚜렷하게 관찰됩니다. 이에 비하여 전두엽의 대사는 유지되어 있고, 양측 운동 및 감각을 담당하는 감각 운동 피질에서의 대사는 정상적으로 보입니다. 전형적인 알츠하이머병 환자의 PET 스캔 소견으로 임상적으로 중증의 치매와 잘 일치되는 경우입니다.

우리 뇌는 신경 세포들이 네트워크를 이루어 서로 전기적 신호와

화학적 신호로 전달을 합니다. 각 영역의 뇌는 각기 맡은 역할이 있고 상황에 따라 뇌의 활동 부위가 다름을 영상화 할 수 있습니다. 음악을 들을 때에는 활동을 하는 영역과 불쾌한 그림을 볼 때, 혹은 유쾌한 생각을 할 때 등 뇌의 활동 영역이 다름을 PET를 이용하여 증명할 수 있습니다.

실제 관찰 대상자가 특정 활동을 하고 있는 동안 뇌의 활동도를 PET로 얻은 영상에서 많은 차이를 발견하게 됩니다. 이러한 뇌 영상은 정상인과 비정상의 경우를 비교하여 질병을 찾는 데 중요한 표준으로 사용 할 수 있고 관련된 연구가 지속적으로 진행되고 있습니다.

앞에서 언급하였던 MRI, CT와 PET는 각각 다른 기능 영상을 얻는 데 사용되고 있습니다. 우리 인체 내 기관의 구조적 영상은 CT나 MRI를 이용하고 분자 생물학적이능 영상은 PET로부터 얻습니다.

두 영상을 융합하면 기능적이며 구조적인 융합 영상으로 질병을 판단하는 데 정밀 진단이 가능합니다. 현대 과학 기술의 발달로 PET와 CT의 융합 영상은 질병진단에 많은 도움이 되리라 기대합니다.

또 다른 응용의 예로 방사성 의약품을 이용하여 골 및 골수계의 질환을 판단할 수 있습니다.

인간의 골격은 208개의 뼈로 구성되어 중추 골격과 부속 골격으로 구분되는데 정상 성인의 전신 골 스캔에서 전신의 뼈에 균등한 방사능 섭취를 보이는 반면, 전이성 골

종양 환자의 경우 적골수가 분포한 전신의 뼈에 불규칙한 다발성의 방사능 섭취 증가의 소견이 보입니다. 방사선의 또 다른 응용에는 뼈 질환을 검진할 수 있는 것입니다.

건강한 삶의 첫 걸음은 정기적인 검진으로 조기에 암을 발견하는 것이나, 조기에 발견하지 못하는 경우에는 암을 치료해야 합니다.

암을 치료하는 방법으로는 수술, 항암 치료, 방사선 치료가 있으며, 방사선 치료는 고통스러운 수술 없이 암세포만 골라 치료하는 무혈무통의 치료 방법입니다.

방사선을 이용하여 암을 치료하는 사이버나이프 방사선 수술은 메스(칼)없는 무혈 수술이므로 병변 부위를 잘라내지 않고 암세포를 생물학적으로 죽여 체외로 배출시키는 방법입니다.

해부학적 수술과는 달리 방사선 치료는 시술 후에 바로 사회 생활이 가능합니다.

심부에 위치한 암세포의 치료 시 피부에 방사선의 영향을 줄이기 위해 여러 방향에서 정교하게 암세포만을 집중적으로 조사하게 되는데 이러한 정교한 조절에는 미사일 기법이 이용 됩니다. 방사성 옥소 치료로 전 후의 영상을 비교하면, 치료 후의 영상에는 병변의 크기가 많이 작아짐을 볼 수 있습니다.

최근에는 암세포만 표적으로 치료하는 방사 면역 치료법이 개발되어 시술되고 있으며, 기존의 치료 방법에 비해 효과적입니다.

엑스레이 외부 방사선 치료는 국

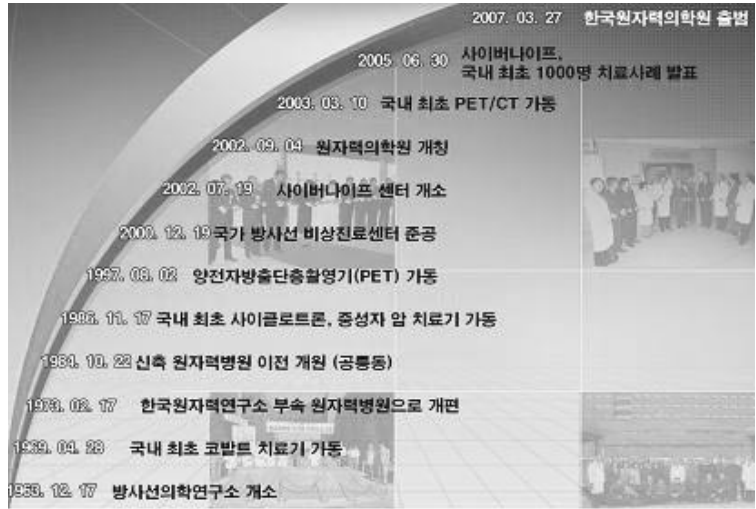
부적으로 방사선이 조사되는 병변만 치료되고 전이된 병변에는 치료 효과가 없습니다. 화학요법은 전신에 퍼진 암세포를 찾아 치료하는 반면에 다른 정상 조직에도 영향을 줍니다.

이러한 단점을 보완하는 방사면역 치료는 암세포만 찾는 물질에 방사성 동위원소를 표지하여 전신의 암세포만 치료하는 가장 이상적인 치료 방법입니다. 전신에 암세포가 전이된 환자에 방사면역법으로 치료한 사례입니다. 위암과 전이된 암 세포들이 치료되어 사라지는 것을 PET 영상으로 확인할 수 있습니다.

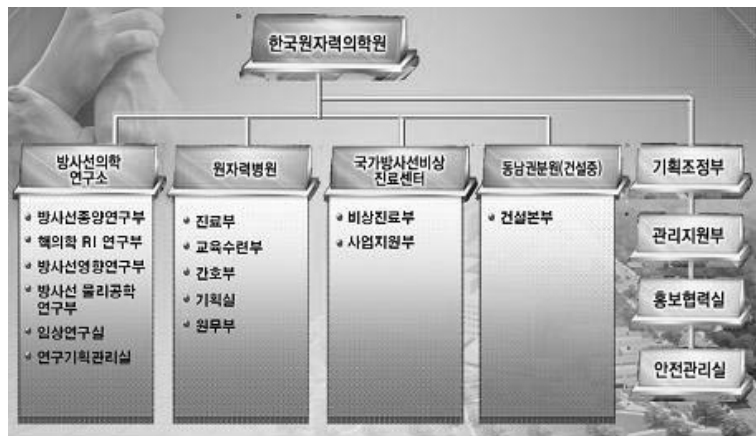
자세한 방사선 치료법의 역사나 기기에 대해서는 다음 주제 발표에서 자세히 듣기로 하시고, 여기서는 방사선 의학의 선도적 기관인 한국방사선의학원의 역사와 역할에 대해 알아보고 마치고자 합니다.

한국원자력의학원은 방사선 및 방사성동위원소 이용진흥법에 의거 2007년 3월에 새롭게 설립되어 방사선 등의 의학적 이용 및 연구개발과 암 진료, 국가적인 방사선 비상 진료, 관련 전문 인력 양성 등 다양한 업무를 수행하는 국내 유일의 방사선 의학 연구 기관으로, 이번 원자력 릴레이 포럼을 통해 국민들이 궁금해 하는 방사선 의학에 대해 좀 더 친숙하게 접근할 수 있을 것으로 기대하고 있습니다.

한국원자력의학원은 1963년에 방사선의학연구소로 개소를 하여



〈그림 5〉 한국원자력의학원의 역사



〈그림 6〉 한국원자력의학원 조직도

1973년에는 한국원자력연구소 부속 원자력병원으로 개편되었습니다. 2000년도에는 국가방사선비상진료센터가 준공되어 방사능 재난에 대비하는 기능이 추가되었습니다.

2002년에는 진료의 기능에 연구의 기능을 겸비한 원자력의학원으로 개칭이 되었으며 2007년에는

방사선 및 방사성동위원소 이용진흥법에 의거 국내 유일 방사선의학 연구 기관으로 출범하게 되었습니다.

이와 같은 과정을 통해 설립된 한국원자력의학원은 관련법에서 명시한 임무를 수행하기 위해 방사선의학연구소, 원자력병원과 국가방사선비상진료센터로 구성되었습



<그림 7> 한국원자력의학원의 소명

니다.

방사선 및 방사성동위원소 이용진흥법에서 명시한 한국원자력의학원의 임무는 그대로 정관에 반영되어 있으며, 방사선 등의 의학적 이용에 관한 사업을 포함한 방사선 의학, 방사성 동위원소 생산 및 국가 방사선 비상 진료 등 연구 교육 기관과 의료 지원 기관의 역할을 책임 있게 수행하도록 규정하고 있습니다. 정관의 10가지 임무는 다음과 같습니다.

1. 방사선 등의 의학적 이용에 관한 사업
2. 방사선 의학에 관한 연구 및 기술 개발
3. 방사선 의학에 관한 정책 연구
4. 방사성 동위원소의 생산·분배 및 연구
5. 국가 방사선 비상 진료·교육 및 연구 개발
6. 방사선 의학 연구 분야의 전

문 인력 양성

7. 방사선 의학 연구개발 등의 국내외 협력
8. 원자력 시설 주변 지역의 의료지원 사업
9. 정부에서 위탁받은 사업
10. 암병원 등 의학원의 목적 달성을 위하여 필요한 사업

국내 유일의 방사선의학연구소는 핵의학, 방사선생물학, 방사선 종양학, 의공학, 생명공학 기술을 기반으로 방사선 및 방사성 동위원소의 의학적 이용 연구에 매진하여 방사선 의학 기술의 선진화를 통한 국민 보건 증진 및 삶의 질 향상을 추구하고 있습니다.

최근에는 국내 개발 의료용 사이클로트론을 전국 7개 권역별 가속기연구소에 공급하여 방사선 의학의 균형적 발전에 기여하고 있으며, 또한 베트남을 포함한 동남아시아 국가로의 수출도 진행 중에

있습니다.

40여년의 축적된 임상 진료 기술과 80여명의 암전문의로 암 정복의 역사를 이끌어온 원자력병원은 세계 최고의 암 전문 연구 병원으로 거듭 태어나기 위해 이행 연구를 활발히 추진중입니다.

또한 가장 먼저 선택받는 병원이 되기 위해 미국의 MSKCC 암 전문 병원을 포함한 세계 우수 연구 기관들과 공동 연구를 추진 중입니다.

국가방사선비상진료센터는 원자력 또는 방사선 사고 및 방사선 테러 등 방사선(능)에 의한 국가적 재난 발생시의 의료 대책을 수립하여 피폭 환자의 상해를 줄이고 우리 국민의 건강을 보호하는 기능을 수행하고 전국의 병원들과 연계하여 교육 및 훈련을 실시하고 있습니다.

원자력 시설 주변의 의료 지원 사업의 일환으로 추진중인 동남권 원자력의학원은 동남권 지역의 방사선 연구 개발의 중심지로서 중입자 치료기 등의 최첨단 치료 기기의 개발 도입으로 원전 및 인근 지역 주민들에게 최고의 암 진료 및 치료 서비스를 제공하여 첨단 방사선 의학 기술의 지방 확산에 기여하고자 합니다.

끝으로, 한국원자력의학원은 우리나라의 방사선 의학을 선도하는 기관으로서 여러분 모두의 건강한 삶을 위해 암이 정복될 때까지 연구실의 전등을 소등하지 않고 연구에 매진 할 것을 약속드립니다. ☼