

이제는 암 치료도 사이버 시대

채 종 서
한국원자력의학원 방사선의학연구소장



오늘 여러분들께 말씀드릴 내용은 방사선의학에서 사용하는 방사선 치료 기기들의 원리와 개발에 대한 것입니다. 이러한 주제가 난해하지만 최대한 이해하기 쉽게 설명하도록 노력하겠습니다.

방사선 치료는 치료 부위를 무작위로 치료하는 것이 아니라 목적에 맞게 환부를 추적해서 치료하는, 소위 말하는 컴퓨터를 이용한 IT 기술을 이용한 치료로 발전해 왔습니다.

원래 방사선은 물리학 분야에서부터 시작되었는데 어떻게 의료에 이용이 되었으며 IT 기술과 융합되었는가에 대하여 소개하고자 합니다.

많은 분들이 "21세기형 질병 치료의 개념이 무엇인가?" 라는 질문을 하곤 합니다. 이 질문에 대한 저의 답변으로 21세기형 치료는 "맞춤형치료"라고 하겠습니다.

첨단 의료, 첨단 기기 등의 이야

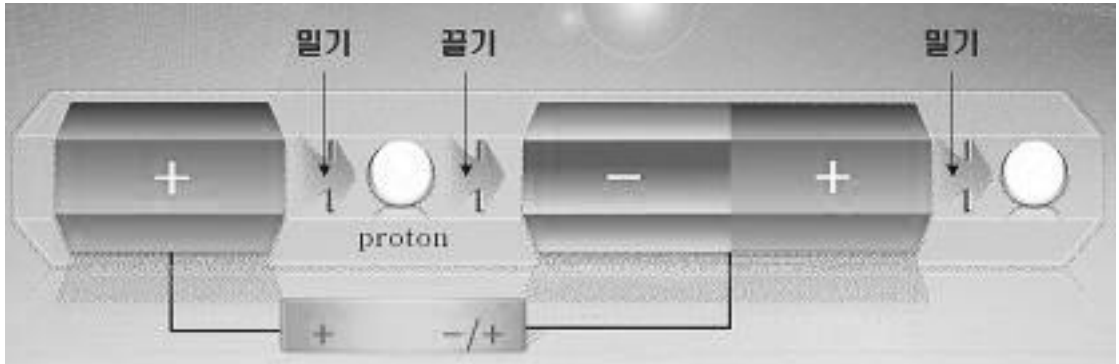
기들을 많이 하는데 결국 고통 없이, 부작용 없이, 그리고 재발 없이 치료하는 것이 맞춤 치료일 것입니다. 첨단 의료 장비의 개발은 바로 이러한 맞춤 치료의 실현을 위해 추진되었습니다. 그리고 이러한 의료용 첨단 장비는 인류의 21세기 골칫거리인 암의 치료에 적합한 방향으로 개발되어 왔습니다.

암은 발병 원인이 정확히 규명되지 않았으며, 일단 발병하면 고통을 주고, 재발이 쉬운 특징을 갖고 있습니다. 주변 정상 세포에 필요한 영양분들을 뺏을 뿐더러 세포 분열이 너무 빨라 잘 죽지 않는 특징도 가지고 있습니다.

또한 암 환부를 절단하는 외과적 수술은 환자에게 많은 고통과 여러 가지 부작용을 수반하기도 합니다.

반면 방사선 치료는 치료하려는 부위에 방사선을 조사하는 무혈 수술로서, 60대 이상의 고령 환자들, 즉 쉽게 외과적 수술을 선택 못하

성균관대학교 공대 학사, 석사, 박사
한국원자력의학원 책임연구원(1983~)
서울산업대학교 겸임교수
한국원자력의학원 방사선의학연구소센터장
한국원자력의학원 방사선의학연구소장(2007~)



<그림 1> 입자빔의 가속 원리

시는 분들에게 좋은 치료 방법입니다.

그래서 이러한 IT 기술을 이용한 방사선 요법이 암 치료에 있어서 21세기형 무혈무통의 맞춤 치료라고 믿는 분들도 많습니다.

방사선 치료는 1895년 뢰트겐이 엑스선을 발견하면서 가능하게 되었습니다. 엑스선, 감마선 또는 전자, 양성자, 중성자와 같은 작은 입자, 즉 아주 미세한 입자들을 높은 에너지로 가속하여 치료를 행하게 됩니다.

먼저 이 작은 알갱이들을 빠른 속도로 가속시켜 신체에 쏘아 보내서 암세포를 죽이는데, 이 입자들을 빠른 속도로 만들어주는 장치가 입자가속기입니다. 그래서 입자빔 치료 장비에는 이러한 가속기 장치들이 모두 내재되어 있습니다.

입자를 가속하는 기본 원리는 양(+)전기적 성질을 가지고 있는 입자들을 대전판 위에 놓으면 양의 성질을 가진 부분에선 밀어주며 음의 성질을 가진 부분에선 당겨주어

입자가 가속이 됩니다.

그네의 운동과 유사하게 일정한 힘으로 주기적으로 밀어주면 그네의 높이가 올라가듯이 입자의 에너지가 증가하게 됩니다. 이러한 작업을 반복하게 되면 입자들이 아주 빠른 속력을 갖게 됩니다.

이때 입자의 속력 단위는 km/h가 아니라 eV 단위를 쓰게 되는데 만약 입자가 100MeV까지 가속되면 물질을 이루는 원자들 사이를 뚫고 진행하게 됩니다.

그래서 치아를 치료하면 인공 치아를 해 놓듯이 이런 입자들을 원자와 원자 사이로 집어넣는 것이 바로 요즘 많은 사람들이 얘기하는 반도체에서 이온을 주입하는 나노 기술입니다.

속력이 더 빨라지면 입사된 입자가 핵 안의 양성자 중성자 사이로 들어가 핵반응을 거쳐 양성자의 수가 증가되어 새로운 원소로 변환이 됩니다. 예를 들어 PET에 사용되는 방사성 동위원소 핵종 불소는 산소 표적에 천만 전자볼트의 양성

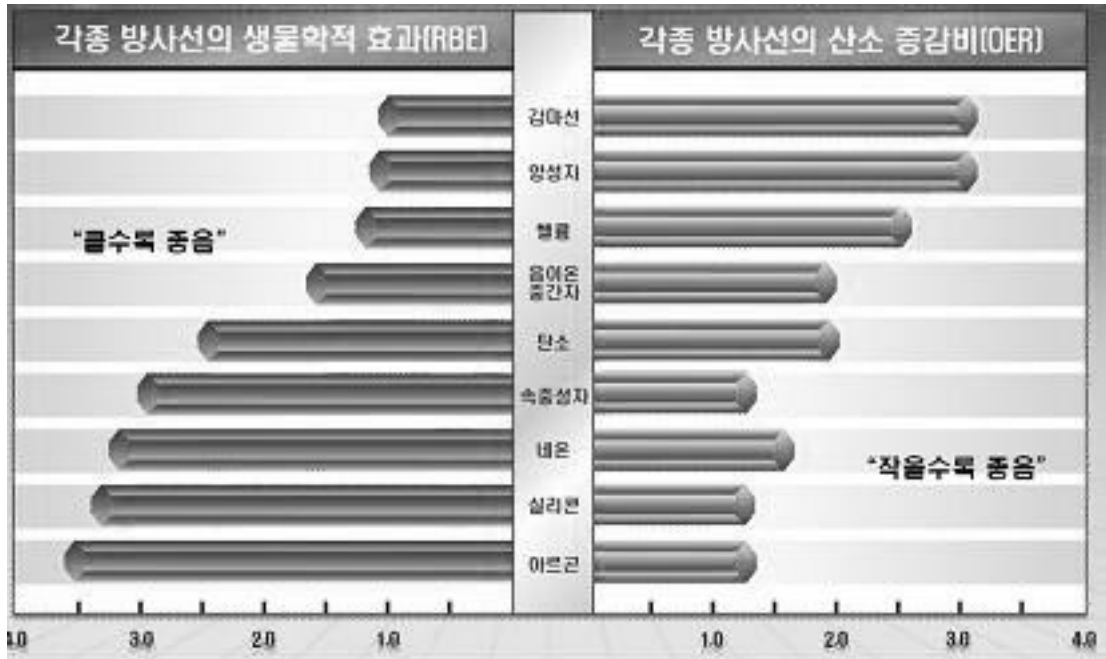
자를 조사하여 핵반응으로 불소를 만듭니다.

이런 작용들 때문에 아마 21세기 중엽이나 22세기 초반에는 핵의 시대가 도래 할 것이라 예상됩니다.

병원에서 방사선 치료를 받으신 분들은 보셨겠지만 우리 한국원자력의학원 가속기개발실에서는 이러한 방사선 치료용 가속기를 만드는 연구를 수행하고 있습니다.

1950년대부터 시작하여 70년대, 80년대까지도 감마선과 코발트-60 이라는 조사 장치를 이용한 방사선 치료가 주가 되었습니다. 이 후에 선형가속기를 이용한 엑스레이 발생 치료 장비를 도입하여 임상에 사용하였습니다.

이러한 장비들의 문제점은 암세포가 아닌 정상 세포들까지 방사선에 피폭된다는 점입니다. 표피로부터 10cm 정도 우리 몸속에 있는 종양을 치료하기 위해 조사되는 엑스레이는 피부와 종양 사이에 있는 정상조직에도 방사선의 영향을 미



〈그림 2〉 입자빔의 종류에 따른 생물학적 효과

치게 합니다.

이러한 불필요한 영향을 줄이기 위해서 사이버나이프가 개발되었습니다. 사이버나이프를 이용한 방사선 치료는 암 세포만 골라서 죽이는 기술로 우리 의학원은 지난 2002년 사이버나이프를 국내 최초 도입하여 2007년 현재 2000여 치료를 눈앞에 두고 있습니다.

또한, 여기에 그치지 않고 1990년대 말부터 유럽과 일본에서 시작된 중입자 치료 기술 도입 등을 추진하고 있습니다.

앞에서 언급하였듯이 방사선을 이용한 치료 기술의 개발 방향은 두 가지가 있습니다.

하나는 IT 기술을 도입하여 최

대한 환부에만 빔을 집중시켜 정상 세포를 보호하는 기술입니다.

소량 소형의 전자 가속기를 제작, 로봇 팔에 부착하여 빔을 정교하게 조절할 수 있게 되었습니다. 컴퓨터로 입자 빔 방향을 제어하여 환부에만 정확히 빔을 조사하는 원리입니다.

또한 동적인 심장 박동을 감지하여 컴퓨터 인공 지능의 판단하에 빔 크기를 조절하는 기술 또한 개발되었습니다.

다른 하나는 생물학적으로 치료 효과가 높은 중입자를 이용한 치료 기술 개발입니다.

양성자나 중성자보다 무거운 탄소, 아르곤, 네온 등을 이용하여 암

을 치료하는 것입니다.

이러한 원리는 1949년 처음으로 개발되었지만 미 버클리 대학에서 네온, 아르곤, 실리콘 등의 탄소 입자를 제외한 방사선 치료가 실패하자 전 세계적으로 그 개발이 늦어지게 되었습니다.

하지만 일본 방사선의학총합연구소(NIRS) 및 독일 국립중이온연구소(GSI)의 탄소빔 치료의 성공으로 인하여 그 탁월한 효과가 알려지게 되었습니다.

보통 꿈의 암치료기라고 하는데 그 이유는 탄소가 인체 성분 중 하나의 구성 요소이므로 부작용이 적고 그 질량이 무거워 신체 내부를 15cm 정도 진행해도 입자 상태에



<그림 3> 국내 기술로 개발된 KIRAMS-13

변함이 없기 때문입니다.

위에서 살펴본 바와 같이 이러한 치료 장비에는 반드시 입자를 가속시키는 입자가속기가 필요합니다.

입자가속기를 세계 최초로 개발한 사람은 어네스트 올란도 로렌츠란 미국의 과학자입니다. 기초과학 분야에서도 가속기의 개발은 큰 공헌이 인정되어 1941년 노벨상을 수상하게 되었고 개발자 이름을 갖는 연구소나 기관들도 미국 내 상당수 존재합니다. 미국 샌프란시스코에 위치한 로렌츠 버클리 국립연구소가 대표적인 예라 하겠습니다.

로렌츠의 동생은 존 로렌츠란 외과 의사입니다. 사이클로트론 발명의 계기는 두 분의 모친이 암 선고를 받은 데서 기인합니다. 다른 방법으로는 치료가 불가하다는 진단으로 두 형제는 방사선 치료를 위

한 입자가속기, 즉 의료용 사이클로트론을 개발하기로 합니다.

두 형제의 노력으로 모친은 방사선 치료를 받고 15년 동안 수명이 연장되어 83세까지 수명을 연장했다는 기록이 있습니다. 당시 평균 수명을 웃도는 나이라고 합니다. 모친을 위한 이러한 효심이 현대 방사선의학의 효시가 되었다고 생각합니다.

가속기에는 로렌츠가 발명한 사이클로트론 가속기뿐만 아니라 더 큰 에너지를 가속 할 수 있는 싱크로트론 가속기, 원형가속기, 선형가속기 등이 있습니다.

엑스선 또는 감마선 치료 장비들은 소형으로 자동 운전이 가능하여 설치가 간단하여 임상 적용이 용이한 반면 중입자 치료기를 사용한 치료를 하려면 거대한 장치들이 필

요하게 됩니다.

거대한 장치와 넓은 치료 공간은 치료 기기의 개발에 제약점이 됩니다.

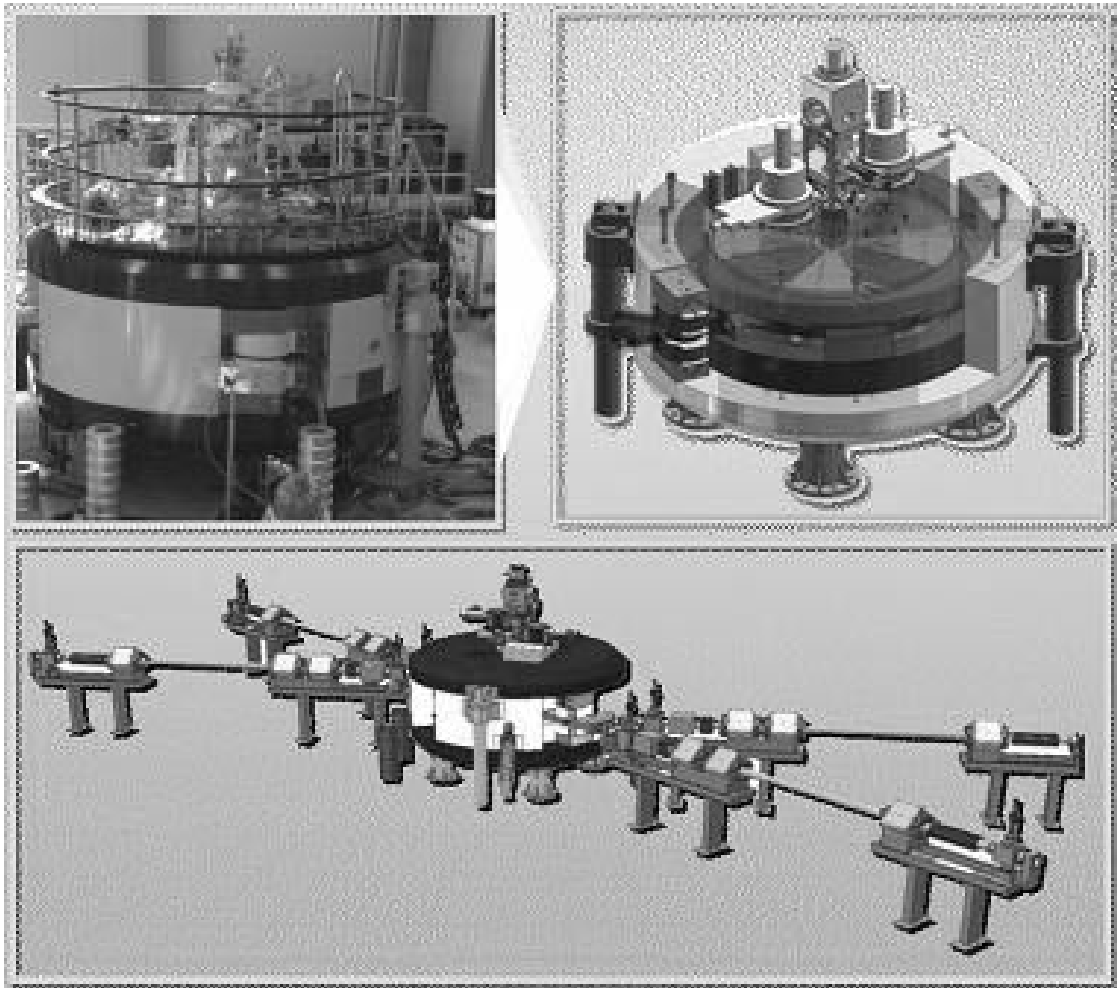
우선 양성자만 하더라도 무게가 몇 백 톤 이상 되는 치료 기기들이 필요하고 그 안에 마치 실험 연구소와 같은 어마어마한 양의 실험 기계나 계측기들이 필요합니다. 양성자보다 훨씬 더 효과가 좋은 탄소도 이런 큰 규모의 가속기 설비가 필요합니다.

거대한 가속기를 작게 만들 목적으로 도입되는 기술이 바로 초전도 기술입니다. 이미 독일이나 일본은 암 치료를 목적으로 한 거대 싱크로트론 가속기들이 모두 설치가 되어 있습니다.

생명이 연장되고 그 노화의 증가로 암 환자가 세계적으로 많이 발생하고 있습니다. 그래서 최근에 이런 방사선 치료 기술들이 활발하게 개발되고 있으며 앞으로 5년 내에 환자들이 그 수혜를 받을 예정입니다. 이온빔치료, 그리고 현재 까지도 양성자 치료를 많이 하고 있는데 근시일내에 탄소나 인공지능 방사선 치료와 같은 새로운 치료가 곧바로 이루어질 것을 저희는 확신하고 있습니다.

우리 한국원자력의학원에서는 인체에 좋은 영향을 줄 수 있는 방사선 기기, 즉 치료나 진단에 도움을 줄 수 있는 그런 유효한 기기들을 개발하고 있습니다.

지난 25년 동안의 경험을 토대로 하여 「KIRAMS-13」이란 사이



〈그림 4〉 정읍 방사선과학연구소에 설치중인 사이클로트론

클로트론을 개발하여 암 진단에 필요한 의료용 동위원소를 생산하고 있으며, 과학기술부와 함께 사이클로트론을 전국 7개 권역에 보급, 연구 부문뿐 아니라 전 국민 의료 보건 향상에 애쓰고 있습니다.

이러한 경험을 토대로 더 큰 규

모의 30MeV 사이클로트론을 개발하여 현재 정읍 방사선과학연구소에 설치하고 있는 중입니다. 다음 목표로는 병원에 설치 가능한 초전도 가속기 개발입니다.

이와 같이 저희 한국원자력의학원은 차세대 방사선 치료 장비 개

발에 박차를 가하고 있습니다. 앞으로 21세기 방사선의학을 저희 한국원자력의학원이 책임질 수 있다는 것을 말씀을 드리면서 이만 마치도록 하겠습니다. ☼