

# 방사선의 의학적 이용과 국민건강에 미치는 영향



이 민 재  
고려대학교의과대학교수  
대한핵의학회회장

## 머리말

자연계에는 지구 바깥에서 떨어지는 우주선, 우라늄과 토륨 등의 자연방사성물질에서 발생하는 자연방사선이 있다. 자연방사성물질은 공기, 물, 대지, 건축재료뿐만 아니라 인체에서부터 일반 생물에 이르기까지 많은 적든간에 함유되어 있다. 인류는 태고적부터 이와 같은 환경속에서 생존하면서 진화하여 왔다. 인류가 자연방사선의 존재를 알지 못하였던 것은, 방사선은 눈으로 보거나, 귀로 듣거나, 접촉할 수 있거나, 맛이나 냄새로 기미를 알 수 있는 것이 아니며, 오관(五官)으로 감지할 수 없었기 때문이다.

1895년에 뢰트겐이 X선을, 1896년에 베크렐이 우라늄으로부터 방사선을, 이어서 1898년에 퀴리부처가 라듐을 발견함에 따라 인류는 처음으로 방사선이나 방사능의 존재를 알게 되었다. 그 후 이 분야의 과학과 기술이 괄목할 정도로 진보를 이룩하게 된 것이다.

## 아소토프

아이소토프는 원자(原子核)의 형제이다.

원자핵의 종류는 양자의 수와 중성자수의 조합에 의해 이루어진다. 양자수가 같으면서 중성자수가 다른 원자끼리는 질량이 다르나 같은 화학적 성질을 나타낸다. 즉, 같은 원소에 속하고 있다. 이들의 원자끼리는 형제와 같은 것으로서, 아이소토프(동위체, 또는 동위원소)라고 부른다.

아이소토프끼리를 구별하여 나타내기 위해, 양자와 중성자수의 합계(질량수)를 원소기호의 왼쪽 위에 붙여쓴다. 수소(H, 원자번호 1)은 양자를 1개 갖는 원소로서  $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^3\text{H}$  등 3개의 아이소토프가 있다.  $^2\text{H}$ 는 중수소(듀트리움),  $^3\text{H}$ 는 3중수소(트리튬)라 한다. 또한 산소(O, 원자번호 8)는 양자를 8개 가진 원소로서,  $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$  등의 아이소토프가 있다. 질량수를 원소기호의 왼쪽 위에 쓰는 경우와, 원소기호 다음에 붙여쓰는 경우가

있다. 다시 말해서  $^{16}\text{O}$  대신 O-16(또는 산소-16)으로 쓴다.

$^1\text{H}$ 의 원자핵은 양성자 1개만으로 되어 있으나, 다른 원자핵들은 반드시 양성자와 중성자로 구성되어 있다. 가벼운 원소들은 중성자수와 양성자수가 같으나, 무거운 원소들은 중성자수가 더 많아지게 된다. 예를들면  $^{16}\text{O}$ 의 원자핵은 양성자 8개, 중성자 8개로 되어 있으나, 라듐-226( $^{226}\text{Ra}$ , 원자번호 88)의 원자핵은 양성자 88개와 중성자 138개로 되어 있다.

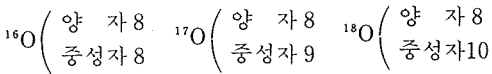
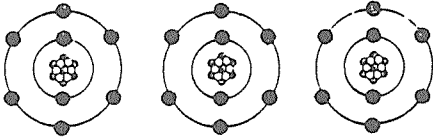


도표. 산소의 아이소토프 : 위 도표에서 보는 바와 같이 원자핵의 양성자는 8개로 되어 있다.

### 방사선의 종류

우리들이 한마디로 방사선이라고 부르고 있는 것에는 여러가지 종류가 있다.

방사선에는 앞에서 서술한 바와 같이, X선,  $\alpha$ 선,  $\beta^-$ 선,  $\beta^+$ 선,  $\gamma$ 선, 중성자선, 전자선, 양성자선, 우주선\*등이 있다. 이들 방사선을 성질에 따라 분류하면 다음 도표와 같다.

또한 자연계에 존재하는 방사선을 자연방사선이라 부르고, 인공적으로 만든 것을 인공방사선이라고 부른다.

방사능과 방사선과의 관계는 전등과 광선과의 관계로서 비유할 수 있다.

「방사능」과 「방사선」은 아주 흡사한 말이므로 혼동하기 쉽다. 방사성동위원소를 전등에 비유한다면, 방사선은 전기불에 해당하고, 방사능은 전기불을 방출하는 능력과 성질을

갖고 있는 전등의 필라멘트로 비유할 수 있다.

방사선은, 방사능을 지니고 있는 것, 즉 방사성동위원소로부터 방출되는 것에 한하지 않고 그 이외에 가속기, 원자로 등에서 만들어진 것이나 우주선이 있다.

### 방사선

#### 1. 전자과방사선

- ① X선(제동X선·특성X선 등, 원자핵 이외의 현상에 따라 발생한다.)
- ②  $\gamma$ 선(원자핵의 에너지 상태의 변화에 따라 방출된다.)

#### 2. 전기를 띤 입자선

- ①  $\beta^-$ 선(원자핵에서부터 방출되는 전자)
- ②  $\beta^+$ 선(원자핵에서부터 방출되는 양전자)
- ③ 전자선 : (가속기로 만든다.)
- ④  $\alpha$ 선(원자핵에서부터 방출되는 헬륨 원자핵)
- ⑤ 양성자선(가속기로 만든다.)
- ⑥ 중양자선(가속기로 만든다.)
- ⑦ 기타 중이온 및 중간자선(가속기로 만든다.)

#### 3. 전기를 갖지 않는 입자선

- ① 중성자선(원자로, 가속기, 방사성동위원소 등을 이용하여 만든다.)

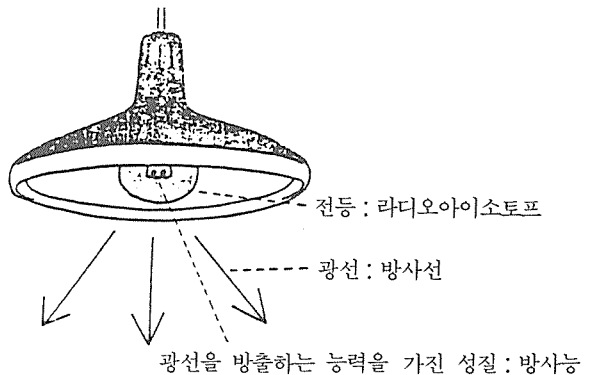


도표. 방사능, 방사선, 방사성동위원소의 관계

\* 우주선 : 지구의 외계에서 날아 온 1차우주선이 대기에 들어와서 2차우주선을 만들게 된다. 1차우주선의 성분은 대부분이 고속양자들이다. 2차우주선은, 1차우주선이 질소, 산소 등의 원자핵과 충돌하여 생성된 고에너지의 원자핵, 중성자, 중간자, 전자,  $\gamma$ 선 등을 말한다.

## 방사선과 물질과의 상호작용

방사선의 작용은, 그 종류와 에너지 또는 충돌하는 물질의 종류에 따라 여러가지 현상이 있다.

방사선의 정체는 고속도로 날아가는 입자로서 파장이 매우 짧은 전자파이며, 1개 1개가 큰 에너지를 갖고 있다. 방사선이 물질 속을 통과할 때에는 전리, 여기 등을 일으켜 물질에 어떤 변화를 주고, 이에 반하여 물질이 방사선에 작용되어, 그의 에너지와 진행방향 등을 변화시킨다.\* 이런 현상을 방사선과 물질과의 상호작용이라고 말한다. 상호작용이 일어나는 방법에는 방사선의 종류와 에너지 및 물질의 종류에 따라 다르며 또한 매우 다양하다.

여러 가지의 방사선측정, 방사선이용, 또는 방사선방어 등은 방사선과 물질과의 상호작용의 기구에 대한 충분한 이유를 통하여 비로소 수행할 수 있다.

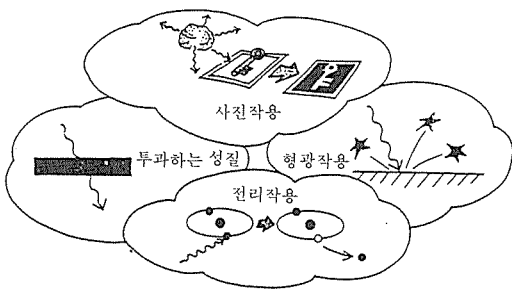


도표. 방사선의 작용은 다채롭다.

### 1. 이용방법의 종류

방사선과 아이소토프의 이용방법은 매우 다양하지만 트레이서이용 및 조사이용의 2개 분야로 크게 구분된다.

#### 트레이서 이용

물질속에 약간의 아이소토프를 혼합시켜

놓으면, 아이소토프로부터 나오는 방사선을 측정기로 추적하므로써 그 물질의 거동을 알 수 있게 된다. 이런 목적으로 사용되는 아이소토프를 트레이서(追跡子)라고 하며 이와같은 이용방법을 트레이서법이라고 한다. 표적이 될 수 있는 아이소토프를 물질에 혼합하였을 때 그 물질의 물리적 거동을 알기 위한 목적으로 단순히 혼합하는 경우와, 그 물질과 동일한 화학적 거동을 일으키기 위하여 그 물질을 구성하는 원자의 일부를 아이소토프로 치환(置換)시킨 것을 혼합하는 경우가 있다. 전자에 이용되는 아이소토프를 물리적 트레이서라 하며, 후자에 사용하는 아이소토프를 화학적 트레이서라고 한다. 후자의 경우 아이소토프로서 표시하는 것은 표지라고 하며, 이렇게 하여 만들어진 화합물을 표지화합물이라고 한다.

#### 조사이용

가속기 또는 아이소토프로부터 나오는 방사선을 조사의 목적으로 이용할 때, 조사되는 물질중에는 ;

- (1) 화학변화가 일어나지 않는 경우
- (2) 화학변화가 일어나는 경우
- (3) 원자핵반응이 일어나는 경우

등 3가지로 크게 구별된다.

(1)의 경우는 방사선의 투과, 흡수, 산란의 현상을 이용하는 X선에 의한 진단, 라디오그래피, 두께계와 같은 공업계측, 또한 전리, 여기의 현상을 이용하는 연기감지 또는 야광도료의 발광같은 것을 들 수 있다.

(2)의 경우 플라스틱 같은 고분자화합물의 개질, 방사선 치료, 감균등이 있다.

(3)의 경우로서는 방사화분석 같은 것을 들 수 있다.

트레이서, 조사이용 외에도 연대측정 등과 같은 특수한 이용도 있다.

방사선과 아이소토프는 과학, 기술의 연구수단으로서 광범한 분야에 걸쳐 사용되고 있고, 연구의 진보에 크게 공헌하고 있으나, 본 장에서는 실용적인 이용사례에 중점을 두어

\* 방사선산란 —— 방사선과 물질이 상호작용을 하여 진행방향이 변하는 현상을 산란이라고 한다.

도표 방사선과 아이소토프의 이용방법과 분류

| 이 용 방 법 |              | 이용(방법, 제품)   |   |
|---------|--------------|--|---|
| 트레이서 이용 | 물리적 트레이서     | 유속(流速)·유량(油量)조사, 누설조사, 표사(漂砂)·하니(河泥)의 이동조사 기계의 마모(摩耗) 측정, 윤활유의 순환상황(循環狀況)조사, 용광로의 감손량 측정, 공정해석 |   |
|         | 화학적 트레이서     | 분석화학적 이용, 화학반응기구의 연구, 화학구조의 결정, 생체기능의 연구, 생화학연구, 유전자 공학연구, 의학연구, 체내 진단약, 체외진단약, 신약 개발          |   |
| 조사 이용   | 투과, 흡수, 산란작용 | 계측제어   | 두께계, 액면계, 레벨계, 밀도계, 농도계(濃度計), 설량계(雪量計), 지하검층계, 중성자수분계, 유황계  |
|         |              | 비파괴검사  | $\gamma$ (X)선 라디오 그래피, 중성자 라디오 그래피  |
|         |              | 진 단  | X촬영(撮影), X선투시(透視), X선조영검사(造影檢査), X선 CT  |
|         | 전리, 여기 작용    | 이온발생   | 연기감지기, 형광등의 글로우 방전관(放電管) 표시용 방전관, 진공계, 가스 크로마토 그래피, 피뢰침   |
|         |              | 광(光)의 발생   | 자발광도료(自發光塗料), 베타라이트, 야광 전화다이알표시, 텔레비전 형광, 야광라이트, 비상등구, 아전 표시판, 해저수심 표시판, 군용 등명구, 야간조준대, 경계표시판, 레이저용 낚시찌 |
|         |              | 분 석  | 형광 X선 분석, 유황분석계   |
|         | 화학적작용        | 개질(改質)   | 내열성전선(耐熱性電線), 발포폴리올레핀, 열수축성 튜브, 경화도장, 강화플라스틱, 콘크리트 폴리머, 강화목재  |
|         | 생물학적 작용      | 살균·살충 방충   | 의료용구의 멸균, 검사용구, 실험동물사료, 식품 등의 살균, 해충방지  |
|         |              | 보 존  | 발아방지, 숙도(熟度)조절  |
|         |              | 육 중  | 품종개량, 생육조절  |
| 치 료     |              | 암치료, 갑상선 치료  |   |
| 원자핵반응   | 분 석          | 미량원소분석, 활성적 트레이서법  |   |
|         | 치 료          | 뇌종양 치료   |   |
| 열 원 이 용 |              | 아이소토프 전지   |   |
| 연 대 측 정 |              | 고고학적, 지질학적 시료의 연대측정  |   |

기술하려 한다.

의 료

방사선과 아이소토프는 질병의 진단 및 치료에 사용되어 건강을 지키는 역할을 하고 있다.

X선에 의한 검사

X선이 인체를 투과할 경우에는 장기 또는 조직에 따라 밀도가 다르기 때문에 흡수 또는 산란의 정도가 다르다. 이러한 것을 이용하여, 인체내의 병상을 조사할 수 있다.

투과X선을 형광관 또는 텔레비전에서 그

화상을 보는 것을 X선투시라고 한다. 연속적으로 투시하므로써 움직이고 있는 장기의 상태를 관찰할 수 있다. 투시X선으로 X선필름을 찍거나 형광관상의 영상을 촬영하는 것이, 소위 린트겐 촬영이다.

밀도가 큰 바륨 또는 옥소, 밀도가 작은 공기 또는 탄소가스 등과 같은 조영제를 환자의 체내에 넣어 위, 장, 신장, 심장, 혈관 등과 같은 것을 분명한 사진으로 조영하여 진단에 도움을 줄 수 있다. 이러한 방법은 X선 조영검사라고 말한다.

인체를 여러 각도에서 X선을 쬐어, 투시율을 컴퓨터로 처리하고, 인체의 단면상을 브라운관에 추출하는 방법을 X선 CT검사(컴퓨터 단층촬영법)라고 한다. X선CT검사는 뇌종양, 뇌일혈, 뇌경색의 진단 또는, 간장, 신장 등의 질환을 발견하는데 쓰이고 있다.

도표에는 뇌종양부를 묘출한 것을 예시한 것이다.

### 인비보(invivo) 검사

인체에 아이소토프가 함유된 약품을 투여하여, 이 투여 약품에서 방출하는 방사선을 근거로 진단을 위한 검사를 할 수 있다. 이러한 방법을 인비보 검사라 하며, 인체에 투여하는 아이소토프를 함유한 약품을 인비보 방사성의약품이라고 한다.

아이소토프를 인체에 투여하여 인체의 표면 가까이 설치한 측정기로 체외계측하는 경우도 있지만 아이소토프를 투여한 인체로부터 채취한 혈액, 분비 등의 시료를 계측하는 경우도 있다.

예컨데, 테크네튬-99m( $Tc-99m$ )을 함유한 생리식염수를 혈관에 주사하여, 체외에 방사되는  $\gamma$ 선을 계측할 경우, 심장에서의 혈액의 유출입 또는, 전신의 혈액의 흐름을 정

확히 검사할 수 있게 된다.

미리 인체의 특정한 부위(간장, 신장, 폐, 담낭, 뼈 등)에 집합하는 성질의 약품을  $Tc-99m$ 으로 표시하여, 이것을 환자에 주사하면 검사하려 하는 장기에 섭취된  $Tc-99m$ 으로부터  $\gamma$ 선이 방출하게 된다. 이것을 옥화나트륨( $NaI$ ) 결정으로 장비되어 있는 감마카메라로 감지하여, 전기신호로 변화시켜 컴퓨터로 처리하면, 장기내의 아이소토프의 분포 또는 동작 상태가 화상으로 브라운관상에 영출되거나 사진필름에 기록되어, 질병을 진단할 수 있다.

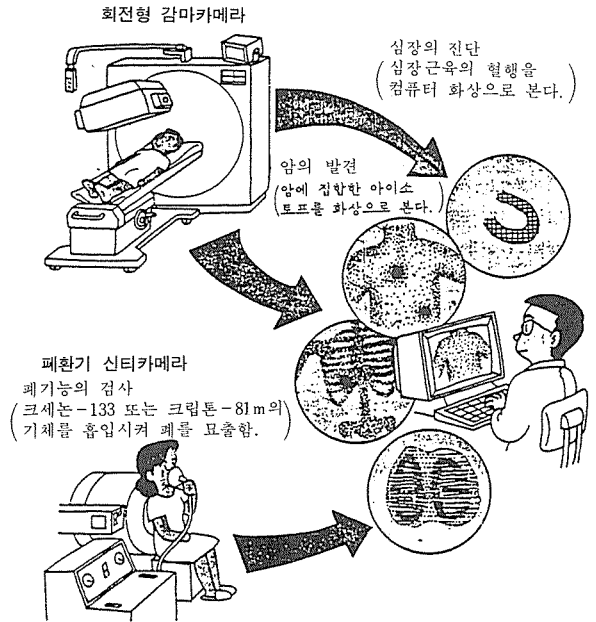


도표. 인체에 아이소토프를 투입하여 체외에서  $\gamma$ -Camera로 촬영해서, 장기의 동작, 병소(病巢)의 유무를 고통없이 단 시간에 진단한다.

\*  $Tc-99m$ 은, 몰리브덴 99(반감기 66시간)가  $\beta$ 붕괴하면 생성된다. 몰리브덴-99는 원자력에서 천연의 몰리브덴에 중성자를 조사하거나, 또는, 우라늄-235의 핵분열생성물에서 분리시켜 만든다. 병원에서는 몰리브덴-99를 넣은 장치(Generator)를 설치하여, 여기에서부터 필요한 만큼의  $Tc-99m$ 를 뽑아낸다. 따라서 몰리브덴-99를 "젓소"라 하고,  $Tc-99m$ 을 뽑아내는 조작을 밀킹(우유를 따낸다)이라 부르고 있다.

갑상선을 묘출(描出)하려면 옥소-123(I-123) 또는 I-131, 심근을 묘출하려면 탈륨-201(Tl-201), 악성종양(암)을 보기 위해서는 갈륨-67(Ga-67), 기체와 같은 것을 흡입시켜 폐의 동작을 조사하기 위하여는 제논-133(Xe-133) 또는 크립톤-81m(Kr-81m)과 같은 아이소토프들이 이용되고 있다.

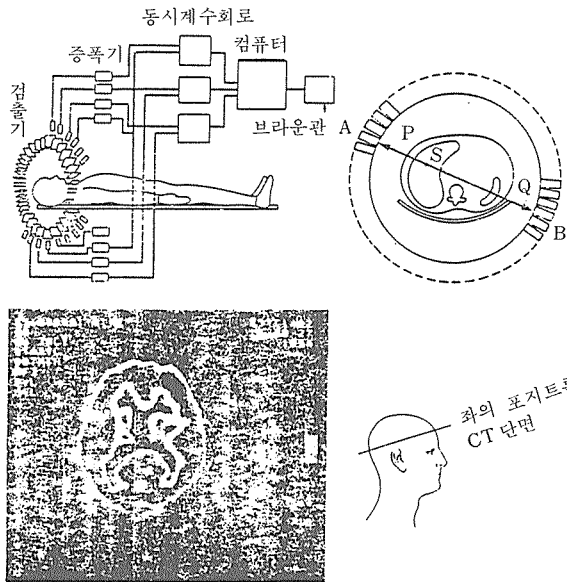


도표. “포지트론 CT” 장치의 원리와 횡단 단층상의 예 : 양전자통과가 일어나는 점부터 수mm 이내의 곳에서 “포지트론”은 전자와 결합하여 소멸한다. 이때, 정반대 방향으로 2개의 소멸방사선이 나오게 된다. 마주보고 있는 이들이 짝을 짓는 소멸 시선을 검출기 A, B로서 검출, 기록하여 컴퓨터로 자료(data)를 처리하여, 신체 심부에서 아이소토프의 동작이나 분포를 체외에서 조사(읽 그림)한다.  
F-18로 표시된 “디오기시글루코오스”(18F. DG)가 뇌내에서 소비되는 대사의 상태를 조사하면 뇌의 질환을 진단할 수 있다.

테크네튬-99m, 옥소-123, 탈륨-201, 갈륨-67 등은 반감기가 6시간부터 3일간의 짧은 것 들이며, 급속히 체내에서 없어진다. 더 우기, 이러한 아이소토프는  $\gamma$ 선만을 방출하고  $\alpha$ 선,  $\beta$ 선을 방출하지 않기 때문에, 신체에 대한 영향이 아주 적으므로 인비보 검사용으로 많이 사용되고 있다.\*

탄소-11, 질소-13, 산소-15, 불소-18과 같은 양전자붕괴를 일으키는 아이소토프로부터 방출되는 양전자(포지트론)는, 가까이 있는 전자와 결합하여 소멸하여, 에너지가 0.511MeV의 소멸방사선 2개가 180도 방향으로 방사하게 된다.

환자에게, 이와같은 아이소토프 표지화합물을 투여해서, 인체의 조사대상 부분의 주위에 배열한 다수의  $\gamma$ 선 검출기로 짝짓는 소멸방사선을 검출하면 양전자를 방출한 아이소토프의 위치를 정확하게 알 수 있다. 컴퓨터를 사용하여 체내의 아이소토프의 농도에 대한 단층상을 묘출하는 방법을 “포지트론 CT”라고 부르고 있다.

사용하는 표지화합물의 성질에 따라, 여러 가지의 의학적 정보를 얻어 낼 수 있다.

상기의 아이소토프는 반감기가 2~110분 정도의 매우 짧은 수명의 것들로서, 이들을 제조하는 소형 사이클로트론이 병원내에 있어야 한다.

### 인비트로(invitro) 검사

인체에서 채취한 시료 또는 검체(혈액 또는 뇨 등)를 시험관내에서 아이소토프를 함유한 시약과 반응시켜, 이것에서 나오는 방사선을 근거로 시료중의 미량성분을 정량함으로써, 질병기를 진단한다. 이러한 검사방법을 인비트로 검사라 하며, 아이소토프를 함유한 시약을 인비트로방사성의약품이라고 한다. 혈액중에 함유된 미량의 호르몬이나 암 같은 것과 관계가 있는 미량물질에 대하여, 건강할 때와 질환이 있을 때의 양이 다른 점을 검사하여 진단을 하는 것이다.

예를 들면, 신생아의 혈액에 함유된 갑상선자극 호르몬의 양을, I-125로 표시한 인비

트로 방사성의약품을 사용하여 조사하게 되면, “구레민”증을 발견해 낼 수 있다. “구레민”증은, 갑상선기능이 선천적으로 저하되고 있기 때문에, 방치해 두면 지능장애를 일으킬 수 있는 병이므로, 태어난 즉시 발견하여 갑상선 호르몬을 투여하게 되면, “구레민”증에 의한 비극을 회피할 수 있다. 일본에서는 1979년도부터 시작해서, 500만인의 신생아에 대하여 일제히 검사를 실시한 결과, 500인 이상의 “구레민”증 신생아가 조기발견되어 적절한 치료를 한 바 있다.

갑상선호르몬 이외에, “인슐린”, 성장호르몬, 갑상선호르몬, 부신피질호르몬, 황체화호르몬 등과 같은 각종 호르몬을 정량해서 검사를 한다든가, 간암에서 나오는 “알파페토프로테인”이나 대장암에서 나오는 태아성항원과 같은 분비물을 측정하여 암의 진단을 실시할 때에도 인비트로 검사가 이용되고 있다.

채혈해서 여러가지 검사를 행함  
(암, 당뇨병, 감염 등의 발견)



도표. 혈액중, 뇨중 등에 함유되고 있는 미량의 호르몬, 단백질, 바이러스 등을 시험관 안에서 정량하여 병을 진단한다.

## 암에 대한 방사선 치료

우리나라의 성인병 중에서도, 일본의 성인병 중에서 사망율이 가장 높은 것은 암에 의한 것으로 나타나고 있다.

암은 건전한 세포가 어떠한 원인에 의해 이상한 세포로 변하여 그것이 급격히 증대하는 것이다.

대량의 방사선은 세포를 괴멸시킬 수 있으며 급격히 증식하는 세포에서는 이러한 작용효과가 특히 크다. 이런 성질을 이용하여, 환부에 방사선을 조사하는 방사선치료법은, 외과수술, 제암제에 의한 화학요법과 함께, 병상에 따라 따로 따로 또는 병합하여 사용하고 있다.

Co-60 원격치료장치를 사용하여 코발트-60으로부터 방출되는  $\gamma$ 선을 가느다란 다발로 조르고, 이것을 체외에서부터 암부분에 집중적으로 쬐여 주거나, 또는 밀봉된 Co-60, Cs-137, Ir-192, Ra-226과 같은 소선원을, 혀암·인두암·자궁경부암 등의 조직에 매입시켜 치료한다.

최근에 와서는 선형가속기나 사이크로트론 등의 방사선발생장치에서 방출되는 원자선, 속중성자선, 양자선,  $\pi$ 중간자와 같은 방사선을 직접 암의 부분에 쬐여서, 암의 세포를 사멸시키는 방법도 이용되고 있다.

옥소가 갑상선에 결집하는 것을 이용해서, 대량의 I-131을 경구투여하여, 갑상선에 집적한 I-131부터의  $\beta$ 선에 의한 갑상선암 또는 기타 갑상선 질환을 치료하는 방법도 있다.

외과적 치료나 재래의 방사선치료로도 곤란한 뇌종양의 치료에 대해서는 중성자를 이용하는 방법도 있다. 붕소(B)의 특수한 화합물을 환자에게 투여하면, 뇌종양의 부분에 집합하게 된다. 이런 부분에 원자로에서 나오는 중성자선을 조사하면 붕소(B)가 원자핵반응을 일으켜  $\alpha$ 선을 방출한다.  $\alpha$ 선은 비정이 짧아서 세포의 크기 정도밖에 날아가지 못하므로, 정상적인 세포에 해를 주지않고, 종양의 세포만을 확실하게 파괴한다.

## 신약개발

아이소토프는 새로운 의약품개발에 역할을 담당하고 있다.

새로운 의약품을 개발함에 있어서는 그 효력과 안전성에 대하여 여러가지 측면에서 다각적으로 조사할 필요가 있다. 이와같은 연구를 추진하는 데 있어서, 트리튬-3(H-3), 탄소-14(C-14), 인-32(P-32), 유황-35(S-35), 옥소-125(I-125), 기타 여러가지의 동위원소들이 트레이서로서 활발히 이용되고 있으며, 이는 신약개발에 없어서는 안 될 요소이다.

의약품을 개발하려면 그 대상 물질을 아이소토프로 표지하여, 이것을 「쥐」와 같은 동물에 투여한 후, 얇게 절단한 조각을 필름에 밀착시켜 감광시키면, 아이소토프의 체내 분포상태를 한눈으로 알 수 있는 사진을 만들 수 있다. 이와같은 기술을 오토라디오그래피라고 한다.

또한, 표지된 물질을 투여한 동물에서 꺼낸 여러가지 장기나 배설물 중에 함유되어 있는 방사능을 측정하므로써 그 물질이 섭취되는 비율이나 배설의 속도 등을 알 수 있다. 이와같이 하여 의약품으로 개발하려는 물질에 대하여 체내에서의 거동을 상세히 조사할 수가 있다.

또한, 개발하려는 약품의 효과나 독성을 조사하기 위하여, 미리 그러한 약품을 투여한 동물과 투여하지 않은 동물에, 단백질, 지방, 핵산성분, 호르몬 등의 체내물질을 아이소토프로 표지한 것을 투여하여 이들 물질의 거동에 대한 약품의 효과를, 방사능측정이나 “오토라디오그래피”의 방법으로 비교하거나 그 약품을 투여한 동물과 투여하지 않은 동물에서부터 채취한 혈액이나 장기사료와, 표지한 체내물질과를 시험관내에 반응시켜, 약품의 효과를 비교하는 것도 있다.

농약의 개발이나 안전성 평가에 관하여서도, 해충과 동식물에 대하여, 상기의 요령으로 실험연구가 일상적으로 수행되고 있다.

## 유전자공학

조직을 바꾸는 DNA 기술을 중심으로한, 새로운 “바이오테크놀로지(Bio-Technology)”의 연구·개발에 아이소토프가 없어서는 안 된다.

최근의 유전자공학의 연구성과에 대하여, 사람을 비롯하여 모든 생물의 유전정보를 맡고 있는 유전자(DNA)의 인위적 조작이 가능하게 되었다. 조직을 바꾸는 DNA 기술에 의하여 생물의 씨를 초월한 유용유전자의 이용이 가능하여 농작물이나 가축의 품종개량, 난치병의 치료에도 응용되어, 새로운 “바이오테크놀로지”는 급속한 발전을 하고 있다.

이들의 연구에 사용되는 아이소토프는 트리튬-3(H-3), 인-32(P-32), 유황-35(S-35), 옥소-125(I-125) 등으로, 미량(微量)의 DNA를 표지하므로써 방사능을 안표로 삼아 DNA를 구성하고 있는 염기의 배열을 조사하거나 특정한 DNA의 염색체상의 위치를 결정할 수 있게 되었다. 그 결과, 여러 유전자의 염기배열이나 성질들을 알 수 있게 되어, 고등동물의 유전자를 대장균에 투입하여 그것을 증식시킴으로써 그 유전자의 산물들을 모을 수 있게 되었다.

인슐린, 성장호르몬, 인터페론과 같은 의약품들이 이러한 방법으로 제조되어 질병의 치료에 사용할 계획이다.

또한 성장호르몬과 같은 유전자를 대장균에서 증식시켜, 이것을 동식물개체에 도입하여 새로운 유전적 형질을 발현시킬 수 있게 되었다.

이러한 유전자의 성질을 조사하는 데에도 아이소토프는 널리 사용되고 있다.