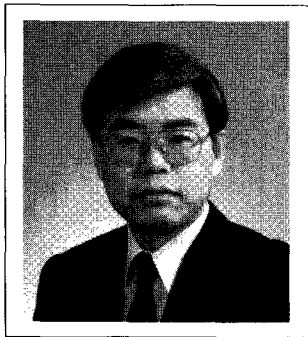


# RI 이리듐-192의 이용현황과 전망

류 성 렬

원자력병원 연구부장



이리듐-192(Ir-192)는 각종 형태의 암 조직의 특성에 맞게 변형하여 적절히 사용되는 특수치료용 동위원소로서, 반감기가 74일로 짧으며 에너지도 낮아 보관·관리가 용이하고, 금속 철선 형태로 제작되어 인체내의 암조직에 바늘 상태로 자입하는데 편리하게 사용되므로 근접치료에 가장 보편적으로 사용된다. 또한 라듐(Ra-226)이나 세슘(Cs-137)과 달리 시술하는 의료진의 방사선피폭에 전혀 문제가 없다. 원자력병원 연구팀은 최근 이를 이용, 안구 적출없이 안구암흑색종을 치료하는 신기술을 개발한 바 있다.

**방**

사선치료란 암조직에 고에너지 방사선을 照射하여 암을 치료하는 것을 말한다.

치료라는 것이 우리 몸의 질병을 정상으로 회복시키는 것이라 할 때, 방사선에 의한 암치료란 방사선의 생물학적 작용으로 암세포가 죽어서 없어지는 것이며, 이때 정상세포, 즉 정상 인체장기는 손상을 입어서는 안된다.

암세포는 정상으로 존재하던 세포가 유전적 명령체계의 지배를 벗어나서 제멋대로 증식하고, 또한 독소를 내뿜는 비정상 세포로 바뀌기 때문에 암조직세포는 처음 발생한 장기의 정상 조직세포와 한데 엉켜 있다.

따라서 암세포를 사멸시키는 치료적 기술을 가할 때 주위 정상세포가 손상받을 우려가 항상 존재한다.

그러므로 정상세포 손상을 최소화하고 암세포만 제거할 수 있는 기술이 암치료 성공을 좌우하는 중요한 열쇠가 된다.

방사선치료는 방사선 線源으로부터

일정한 거리에 중심을 맞추어 그 중심점에 암조직의 중심이 위치하도록 한 후 방사선을 조사하는 遠隔治療가 있고, 방사성동위원소를 작은 침이나 시드(seed) 형태로 가공하여 암조직에 직접 찔러넣어 가까운 거리에서 방사선이 조사되도록 하는 近接治療가 있다.

이러한 치료방법의 차이는, 암세포가 분포하고 있는 범위는 치료범위 이내에 최대한으로 포함되도록 정상세포는 최소한으로 포함시키려는 방법의 차이이다.

원격조사치료(또는 외부조사)는 선원으로부터 일정한 거리를 유지하여 방사선을 조사하여 치료하므로, 암조직에 원하는 양의 방사선이 조사될 때에 주위 정상조직에 방사선 손상이 전혀 없도록 할 수가 없다.

그러나 근접치료는 암조직 내에 방사선 선원을 삽입하여 방사선이 암세포에 골고루 조사되도록 하고, 선원으로부터 일정한 거리에 떨어져 있는 주위 정상조직에는 방사선이 미치지 못하게 되어, 정상조직 손상을 피하면서

치료할 수 있는 소기의 목적을 달성하는데 매우 효과가 높다.

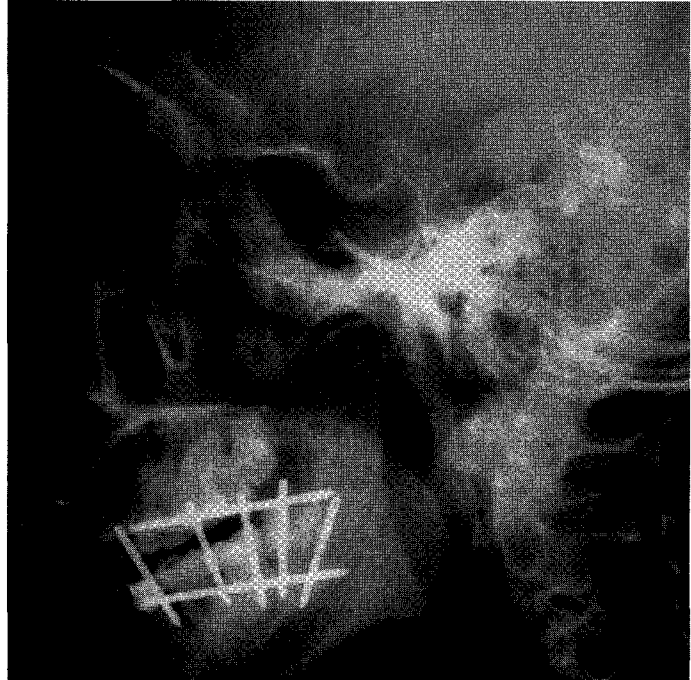
근접조사치료에는 자궁처럼 한쪽이 막혀있는 구조에 밖에서 조직손상을 주지 않고 삽입할 수 있는 腔內治療 (Intracavitary Radiotherapy), 암조직속에 직접 바늘을 찔러 삽입하는 刺入治療 (Interstitial Radiotherapy), 양쪽 끝이 막힘이 없이 터널로 된 구조속에 삽입하는 管內治療 (Intraluminal Radiotherapy), 표재성암에 동위원소를 밀착하여 방사선이 조사되도록 하는 接觸治療 (Contact Therapy) 등이 있다.

**근접조사치료용 방사성동위원소**

근접조사 치료기술은 퀴리부인이 라듐(Ra-226)을 발견한 직후부터 암 치료에 이용되었고, 본격적인 임상응용은 20년경부터 활발히 진행되었으며, 그후 제2차대전까지는 주로 라듐이 사용되었다(사진 1).

그러나 라듐은 반감기가 1,600년이고, 라돈가스를 지속적으로 방출하므로 보관·관리에 부담이 많으며, 수술시 의사 및 의료진의 방사선피폭이 많아 사용이 기피되고 있다.

라듐의 대체품으로 개발된 것이 세슘(Cs-137)이며, 이는 금속으로 되어 단단하고 에너지도 적당하여 자궁암 강내치료용으로는 현재에도 널리 사용되고 있으나, 세슘 또한 반감기가 30년으로 길고 자입치료용으로는 너



〈사진 1〉 라듐침을 설암에 자입한 모습. 7개의 침이 사다리 모양으로 설치되었다.

무 굵으며 수술시 의료진의 방사선피폭이 많아 사용에 한계가 있다.

이리듐은 반감기가 74일로 짧으며, 에너지도 낮아 보관·관리가 용이하고, 금속 철선 형태로 제작되어 인체내의 암조직에 바늘 상태로 자입하는데 편리하게 사용되므로 근접치료에 가장 보편적으로 사용되는 동위원소이다.

특히 나일론 튜브를 체내에 먼저 자입·설치한 후 환자를 방사선 차폐가 된 방에 옮겨놓고 이리듐을 튜브내로 삽입하는 후삽입술(Afterloading)을 할 수 있으므로 수술하는 의료진의 방사선피폭이 전혀 문제될 것이 없는 장

점도 있다.

이리듐 192는 원자로에서 생산되는 동위원소이며, 현재까지는 서울 공릉동 트리가마크 III 원자로에서 생산하였으나, 앞으로는 대덕단지 「한라로」에서 더욱 고품질의 의료용 이리듐을 생산할 예정이다.

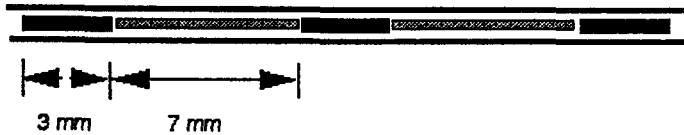
그외에 사용되는 방사성동위원소는 코발트(Co-60), 방사성 금(Au-198), 방사성 옥소(I-125), 팔라듐(Pd-103) 등이 있다(표 1).

코발트는 세슘처럼 강내치료에 흔히 사용되며 방사성 금, 옥소-125, 팔라듐 등은 암조직에 자입한 후 제거하지 않는 영구 삽입술에 사용된다.

〈표 1〉 근접조사치료에 사용되는 방사성동위원소

종 류	동 위 원 소 기 호	반 감 기	평 균 감마선에너지 (MeV)	반가층 두께* (mm)
라 둌	Ra-226	1,600년	0.83	8.0
코 발 트	Co-60	5.26년	1.25	11.0
세 슴	Cs-137	30.3년	0.662	5.5
이 리 둌	Ir-192	74.2일	0.38	2.5
금	Au-198	2.7일	0.412	2.5
옥 소 125	I-125	60.2일	1.028	0.25
팔 라 둌	Pd-103	17.0일	0.021	0.008

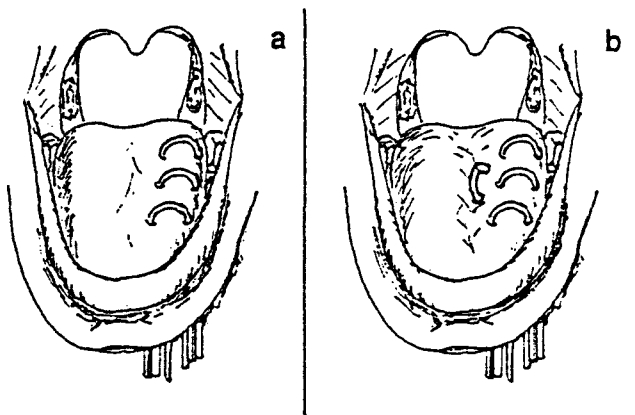
\* 반가층 : 방사능을 차폐하는데 기준이 되는 두께. 두꺼울수록 방사선피폭 위험이 높다.



Dia. of ribbon : 0.9 mm

Dia. of seed : 0.5 mm

〈그림 1〉 이리듬-192 리본의 구조



〈그림 2〉 설암에 이리듬 자일용 나일론튜브를 삽입한 모양. 헛비닥 왼쪽에 튜브가 집중 설치되어 있다.

방사성 이리듬의 제작

이리듬은 금속형태로 되어 있는데, 이리듬-191과 193이 혼합된 전단계 물질을 원자로에서 放射化(Activation)시키면 이리듬-192와 194가 혼합된 동위원소로 바뀐다.

이때 194는 반감기가 19시간이고 192는 174일이므로, 1주일 정도의 냉각기를 지나면 194는 없어지고 이리듬 192만 남는다.

이리듬은 가는 철사 모양, 철사모양을 짧게 자른 시드 모양, 또는 U자형으로 구부린 헤어핀 모양 등 사용하기에 편리한 여러 형태로 제작할 수 있다.

한국원자력연구소 원자로에서 생산·공급되는 이리듬-192는 시드형으로 굵기가 0.5mm, 길이가 3mm로 라이터 돌 모양의 원주형이다.

시드는 스테인리스 스틸로 밖에서 감싸고 있어 베타선이 모두 흡수되고 감마선만 방출된다.

원자로에서 생산된 이리듬 시드는 나일론 튜브에 일정한 거리를 두고 배열하여 이리듬 리본을 만든다(그림 1).

리본은 시드를 7mm 간격이 되도록 배열한 것을 표준으로 하였고, 그렇게 함으로써 시드 중심점 대 중심점까지 거리가 1cm가 되게 된다.

이때 시드 개당 1mCi가 되도록 하면 1cm 길이당 방사능이 0.6mg Ra Eq가 된다.

라듐인 경우 방사능 강도의 표준형이 1cm 길이당 0.66mg이므로, 이리듬 에너지와 환산할 때 이리듬 리본의 표준형의 방사능 강도도 1cm 길이당 0.6mg Ra Eq가 되어도 방사능이 비슷하므로, 자입시술시 라듐 침과 배열을 동일한 방법으로 시술하였을 때 오차가 적어 적절한 치료가 된다.

### 이리듬 자입치료

이리듬 자입치료는 대상이 표면에 서 몸속 깊이 있지 않은 암일 경우 시술이 간편하므로 주로 두경부암이 대상이 된다.

두경부암 중에도 구강암이 주 대상이 되며(그림 2), 보통 외부조사로 원발부위와 경부 임파절에 광범위한 일차 치료를 한 후 고선량이 필요한 원발부위에 추가로 자입치료를 하는 경우가 대부분이다.

때로는 경부전이암이 만져지는 경우, 또는 침윤의 정도가 심하여 접촉치료에 의해 치료가 힘든 피부암·피부전이암 등에서도 가능하다.

또한 유방암 또는 회음부의 전이성 및 원발성 암에서 적절한 외부조사를 한 후에도 일정한 크기로 남아있는 암이 있을 때에 자입치료로 제거가 가능하다.

자궁암이나 외음부암 또는 항문암 등이 회음부로 전이된 예가 여기에 속한다.

체내에 깊숙이 발생한 암의 경우에

는 수술로 환부를 노출한 후 그 속에 직접 나일론 튜브를 설치한 후 그 속으로 이리듬을 삽입하여 자입치료를 할 수 있다.

요즈음은 CT, MRI 등 영상진단기가 발달되어 체내 깊숙히 발생한 암을 수술하지 않고도 정확한 위치를 찾을 수 있으므로, 직접 긴 바늘을 사용하여 깊숙한 곳의 암조직에 나일론 튜브를 설치, 그 속으로 이리듬을 삽입할 수도 있어 어떠한 장소에서 발생한 암이라도 모두 자입치료가 가능하다.

따라서 자입치료의 조건은 크기가 3~5cm 이하인 암이고, 바늘로 튜브를 박아넣을 수 있어야 하며, 대개는 한 개의 동떨어진 암조직을 형성한 것이어야 한다.

이러한 경우는 암종류에 상관없이 원칙적으로 자입치료를 할 수 있다.

단 제일 중요한 것으로는 시술하는 의사가 많은 경험을 가지고 자입을 성공적으로 할 수 있어야 한다.

대개는 전신마취를 한 상태에서 시행하므로 마취에 무리가 없는 신체조건을 갖추는 것도 필요하다.

### 이리듬 강내치료

자궁암과 같이 외부로부터 접근이 용이하면서 일정한 크기의 터널 형태를 갖춘 해부학적 구조를 가진 장기에 삽입치료를 하는 것을 강내치료 또는 관내치료라 한다.

대부분 자궁암 치료가 주 대상이다.

자궁은 두꺼운 근육으로 되어 있으므로 동위원소 삽입기구가 수십시간 동안 안전하게 유지될 수 있다.

자궁암 강내치료에 사용되는 동위원소는 자궁암 치료에 가장 좋은 에너지를 가지고 있고, 가공이 간편한 세슘(Cs-137)이 주종을 이룬다.

관처럼 생긴 몸속의 장기는 비인두·식도·담도·기관(지) 등이 있다.

이곳은 이리듬 삽입기구를 삽입하기가 매우 간편한 곳도 있지만 피부를 뚫고 찢어 넣어야 하는 곳도 있다.

기관지는 호흡에 지장을 주므로 단시간에 방사선을 조사한 후 즉시 제거해야 하지만 되풀이하여 삽입할 수도 있다.

강내치료 또는 관내치료는 상황에 따라 치료시간·삽입방법·삽입기구 등이 다르기도 하고 단시간에 대량조사하고 빨리 제거해야 할 경우도 있으므로, 이리듬을 5 내지 10Ci로 대량의 방사능을 가진 것으로 제작하여 사용할 수 있다.

이때 이리듬 삽입을 수동으로 직접 조작하면 시술 의료진의 방사선피폭이 많아 위험하므로, 기계적 장치를 이용하여 원격조정으로 삽입한다.

짧은 시간에 대량조사가 가능하므로 수회에 걸쳐 되풀이 치료하는 것이 원칙이다.

### 이리듬 접촉치료

구강암 등 비교적 표재성이지만 해

부학적 구조가 독특하여 자입치료가 부적당할 때 사용하는 방법으로서, 암조직이 있는 장기의 모양에 맞게 특수기구를 제작하여 이리듬을 암조직 표면에 밀착시켜 치료하는 것이다.

### 1. 구강내 접촉치료

입천장·잇몸 등에 발생한 암은 그 모양의 특수성으로 침을 자입하기가 불편하고 대부분 표재성이므로 접촉치료가 더 안전하다.

암이 발생한 장소에 꼭 끼는 형태로 접촉기구를 제작하고, 그 외벽에 이리듬을 삽입할 수 있는 나일론 튜브를 장치하여 입에 물고 있도록 한다.

이것은 마치 치과에서 이빨의 본을 뜰 때 특수물질을 입에 물고서, 치료해야 할 이빨 주위의 해부학적 구조를 확인하는 것과 유사하다.

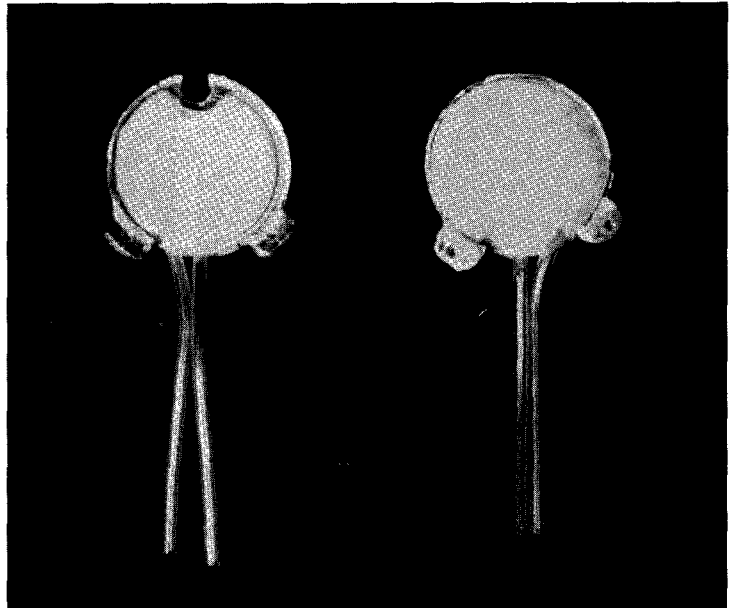
### 2. 안구암 접촉치료

안구 후면에 잘 발생하는 안구암에서 사용하는 근접조사치료이다.

수술에 의한 안구적출을 하지 않고 암을 성공적으로 치료할 수 있는 방법이다.

안구를 마취하에 뒤로 돌려 후면의 암발생 부위를 노출시킨 후 특수 접촉기구를 부착하고 난 뒤 다시 안구를 제 위치로 환원한 후 기구에 장치되어 있는 나일론 튜브내로 이리듬을 삽입한다.

접촉기구는 이물질감을 줄이기 위



(사진 2) 안구암 접촉치료용 특수기구. 순금으로 만들며 나일론투브가 장치되어 있다.

해 순금으로 제작한다.

순금 특수장치는 이리듬을 안구 후면에 접촉설치하는 목적도 있지만, 순금이 이리듬에서 방출되는 방사능을 일부 차폐함으로써 안구 후방의 시신경 및 뇌조직의 방사선피폭을 최소화하는 효과도 있어 정상장기를 보호하기 위한 것이다.

### 기타 특수 부위의 치료

#### 1. 담도암 관내치료

담도암은 간에서 담즙이 만들어져 간담관을 통해 담낭에 고였다가 총수담관을 통해 십이지장으로 배출되는 통로인 담도에 발생한 암으로, 간담관·총수담관·담낭 모두에 암이 발

생할 수 있다.

담즙의 통로는 직경이 평균 1cm 밖에 안되는 좁은 터널로 되어 있으므로, 암이 발생하면 조기에 담도가 폐쇄되어 환자는 황달이 발생한다.

담도암은 주위 장기와의 구조적 특수성으로 수술로 제거를 못하는 경우가 많다.

이때 옆구리나 복부 피부를 뚫고 간을 통과하여 담도에 튜브를 설치한 후 그 속으로 이리듬을 삽입하면 담도의 관내치료를 할 수 있게 된다.

수술 불능인 담도암은 조기 담도 폐쇄로 간이 망가져서 치사율이 매우 높은 암인데, 관내치료로 담도 폐쇄를 풀어줌으로써 장기간 생존이 가능하게 된다.

## 2. 뇌암의 정위적 자입치료

뇌암은 두개골 속에 존재하므로 진찰에 의해 암을 만져보거나 진찰할 수 없고, CT, MRI 등 컴퓨터 영상진단에 의해 크기나 위치를 찾아낼 수 있다.

따라서 뇌암의 방사선 치료는 주로 외부조사를 하지만 때로 자입치료가 필요할 때가 있다.

그러나 손으로 만지면서 삽입할 수가 없어 두개골을 측정하여 두개골 밖에서 일정한 방향과 깊이로 암조직까지 바늘을 찔러 넣는 뇌정위적 수술이라는 고도로 전문화된 기술을 통해 삽입이 가능하다.

뇌조직에 정위적으로 튜브를 고정 한 후 위치를 정확히 확인한 후 이리듬을 삽입하면 정확한 뇌조직 자입치료가 된다.

### 치료성적

근접치료의 목적은 국소 방사선 선량을 최대한 높이고 주위 정상 조직선량을 최소한으로 하여 방사선 치료성적을 향상시킴으로써 암치료 효과를 높이는데 있다.

암이 치료가 되었다는 것을 표현할 때 사용하는 말이 있는데, 원발부위에 병소가 제거되고 다시 재발하는 것을 국소관해라고 한다.

원발병소에서 멀리 떨어진 장기에 전이된 암까지 제거되고 재발하지 않으면 장기간 생존이 가능하므로 이를 표현하는 방법은 5년 생존율이다.



원자력병원의 방사선치료 장면

즉 5년 이상 생존하면 완치되었다고 할 수 있다.

따라서 근접치료는 국소관해율을 높임으로써 5년 생존율을 향상시킬 수 있는 방사선치료의 특수요법인 것이다.

원자력병원에서 과거 10년간 근접치료한 건수는 총 5,000명을 넘었고, 그 중 자궁암 강내치료를 제외한 특수요법은 총 400여명에게 시행하였으며, 그 결과 두경부암의 국소관해율은 96%, 골반회음부암의 국소관해율은 82.3%였다.

안구암은 현재 5명을 치료한 결과 5명 모두 최고 2년까지 재발하지 않고 지내고 있으며 시력도 손상이 없다.

담도암은 치료가 안되면 3개월 이내에 사망하는 것이 일반적인 현상인데, 근접조사 치료한 환자는 최소 11개월 이상 생존하였다.

기타 뇌암, 또는 다른 특수치료에서도 높은 국소 관해율을 얻을 수 있었

다.

자궁암이 근접조사치료의 90%를 차지하며, 자궁암은 근접치료에 의해 완치율이 높은 암이다.

1기는 90%, 2기는 75%, 3기는 60%의 5년 생존율을 얻고 있다.

### 결론

근접치료는 방사선 치료의 성격향상에 매우 유용한 치료술로서, 사용하는 방사성동위원소는 질환에 따라 차이가 있으나, 그 중 세슘(CS-137)은 자궁암 치료에 주로 사용되지만 대상이 국한되어 있고, 이리듐-192(Ir-192)는 작은 시드 모양으로 제작되어 각종 형태의 암조직의 특성에 맞게 변형하여 적절히 사용되는 특수 치료용 동위원소이다.

앞으로 「하나로」에서 더욱 고품질의 이리듐이 생산되면 그 사용범위가 확대될 것으로 생각된다. ☞