



## 방사선 및 방사성동위원소 이용기술개발(2)

### 3. 의학적 이용

국내의 의료분야 이용 기술 개발의 현황을 살펴보면 방사선과 방사성동위원소는 의료, 공업, 환경, 식품, 농업, 생명공학 등에 광범위하게 이용되고 있고, 지속적으로 확대되어 가고 있으며, 의학 분야에서 방사선의 이용은 암, 심장질환, 뇌혈관질환 등 각종 난치성질환의 진단 및 치료에도 그 의존도가 갈수록 커져가고 있다. 지금까지는 의공학, 전자공학, 의학물리학의 발달에 힘입어 방사선 장비와 진료 기술의 발달이 방사선 관련 의료 분야의 이용을 주도해 왔으나, 최근에는 분자 생물학적인 연구 성과와 방사선 기술이 접목되면서 폭발적인 상승 효과를 기대하게 되었다.

암 치료 분야를 예로 들면, 방사선 치료를 받는 환자의 수가 매년 10여%씩 많은 숫자로 증가하고 있다. 그러나 방사선 치료비가 원가 수준에도 못 미쳐서 대부분의 국내 방사선 치료 기관이 적자를 면치 못하는 상황

에서 보여준 증가라는 점을 감안할 때 의료용 방사선 수요를 짐작할 수 있다. 국내에서 암 환자는 매년 10만여 명이 발생하고 있으며, 이중 25% 이내인 2만5천여명 이하가 방사선 치료를 받고 있다. 선진국에서는 암으로 진단 받은 60-70%의 환자가 방사선 치료를 받고 있어서, 재정적인 여건과 함께, 인적 기술적 상황이 개선되면 그 수요는 폭발적으로 증가할 것으로 예상된다.

한편 방사선 치료 및 관련 장비들은 대부분 수입에 의존하고 있으며, 국내 방사선 의료기기의 개발 및 공급 현황은 거의 전무하다시피 할 정도로 열악한 수준인 것이 사실이다. 그러나 한국인에게 적합한 치료 방법의 개선과 이를 위한 통계자료의 구축, 산업화의 계기를 마련하면 잠재적 가능성이 큰 분야이므로 큰 시장이 형성될 수 있을 것으로 사료된다.

국민의 복지 증진과, 관련 산업의 활성화, 방사선 혹은 원자력에 대한 국민 이해 증진이라는 세 가지 목표를 달성하기 위해서는



이 분야에 대하여 인적, 기술적 기반이 열악한 국내의 연구소나 대학, 산업체에 동기를 부여하고, 조직적이고 정책적인 지원이 필요하다고 하겠다.

세계적인 추세를 살펴보면 방사선과 방사성동위원소를 이용한 의료분야의 수요는 국내에서와 마찬가지로 증대하고 있다. 방사성동위원소를 이용한 영상 진단이 암, 심장병, 뇌신경질환 등에서 광범위하게 이용되고 있다. 특히 PET의 진료 체계 수요가 급증하고 있어 미국의 경우 지난 3년간 두배의 성장이 이루어지고 있다. 방사선 치료는 기술적인 측면에 있어서 좌표화, 정량화, 최적화된 방사선 치료로 진행되어 가고 있으며 이를 위한 장비, 기술의 수요도 함께 증가하고 있다. 방사선 치료와 관련된 새로운 기술들이 계속 소개되고 있으며, 한발 앞선 기술 개발과 산업화를 위한 국가 간의 경쟁이 치열하게 이루어지고 있다. 최근 들어 방사선 분야의 분자 생물학적 연구는 BT 응용 방향으로 나아가고 있으며 이에 필연적으로 학제간, 산학연협동 연구 시스템 구축이 절실히 요구되는 상황이다.

최근 국내 의료분야 이용 현황에 있어서 방사선은 암, 심장질환, 뇌혈관질환등 각종 난치성질환의 진단 및 치료에 활발히 이용되고 있으며, 방사선 진단 없이는 임상의학이 성립되지 못할 정도로 중요한 위치를 차지하고 있다. 특히 감도 및 해상력이 탁월한 단층촬영인 단일광자방출단층촬영술(SPECT) 및 양전자방출단층촬영술(PET)를 이용한 핵의학적 진단이 종합병원을 중심으로 국내에서도 활발하게 이루어지고 있으며 감마선, 양자선, 중성자선 등을 이용한 외부방사선 치

료는 암 치료에 매우 효과적인 것으로 널리 사용되고 있다. 일부 선진국에서는 양성자 및 중성자를 이용한 치료가 실험적으로 시행되고 있으나 국내에서는 전무한 상태이다. 이는 국내 방사선 의료기기의 개발 및 공급 현황이 매우 열악한 수준이고 국내연구소나 대학, 산업체의 인적, 기술적 기반이 매우 열악하기 때문이다.

베타선 방출 핵종(I-131, Y-90, Sm-153, Ho-166, Re-188 등) 표지 치료용 방사성의약품을 이용한 암 등 난치성질환의 치료 방법 개발이 선진국을 중심으로 활발히 진행되고 있으며 국내 기술 수준도 상당한 수준에 이르고 있다. 특히 Y-90, Ho-166, Re-188 등을 이용한 관상동맥 등의 혈관 내 근접 방사선 치료가 새로운 분야로서 임상적용이 활발해질 전망이다. Ho-166을 이용한 간암, 류머티스 관절염 등의 치료용 방사성 의약품 또는 치료 기구가 개발되어 상품화 단계에 이르고 있다.

2000년 우리나라 의료계에서 일년간 약 35만 건의 핵의학 영상검사와 약 770만건의 체외검사(방사면역측정법)가 시행되었다. 또한 약 5,000건의 방사성핵종 치료가 시행되었다. 같은 해 우리나라 전체에서 발생한 10만여명의 암환자 중 2,300명이 방사선 치료의 혜택을 받았을 것으로 추정하고 있다.

최근 5년간 국내 방사선의 의료분야의 이용 기술 개발은 활발하게 진행되어 가고 있다. 단적인 예를 들면 학문적으로 실질적인 세계 학회인 미국 핵의학회에서 우리나라에서 발표하는 연제수가 급증하여 1차 원자력 중장기 연구사업의 효과가 나타났으며, 2001년 6월 미국 핵의학회에서는 한국에서 제출된 논문의 수가 전체 연제 수의 6%인 85편이



표4.1.1. 2001년 미국 핵의학회 발표 논문의 국가별 순위

국 가		발표 논문수	백 분 율
미	국	583	43%
독	일	183	14%
일	본	168	13%
한	국	85	6%
네	덜	61	5%
프	랑	55	4%
카	나	41	3%
영	국	38	3%
이	태	36	3%
벨	기	29	2%
중	국	26	2%

발표되어 표 4.1.1에 나타난 바와 같이 전체 4위를 차지하게 되었고, 방사선을 이용한 진료 기술, 암 치료 등 의학적 측면에 기여도가 증가하고 있다.

#### 4. 방사성동위원소 및 방사선 시설확충 및 기반기술 확보 분야

X-선 발생장치는 국내에서 의료, 산업, 분석용 등으로 2만 여대 이상이 보급될 정도로 이용이 매우 활발하며 국내 산업체가 의료용 X-선 발생장치를 개발하여 세계시장에도 일부 공급하고 있으나 비파괴검사용 X-선 발생장치의 경우 일부 전문업체에서 부품생산과 유지 보수 기술만이 확보된 상태이다. 현재 산업체에서 전자선가속기 26기, 의료계에서 40기를 보유하고 있으며 주로 전선/케이블 가교, 플로올레핀폼 생산, 타이

어경화, 암치료 등의 분야에 사용되고 있다. 그러나 국내에서는 관련장치개발은 초보적 단계여서 가속기의 제작 생산기술을 발전시키고 가속 입자 종류, 에너지와 빔 전류에 따라 다양한 소규모의 가속기 생산을 산업화할 필요성이 있으며 가속기 이용분야의 확대를 위해 대용량 가속기를 도입 그 활용 범위를 확대시켜야 할 것이다. 최근 전자가속기를 이용한 배연 처리기술이 실용화 직전에 있으며 국내 산업체가 러시아와 기술 제휴로 전자가속기를 개발, 보다 저렴한 가격으로 보급할 수 있는 좋은 여건이 마련되어 산업화가 가능해질 것이다.

또한 양성자를 중심으로 한 이온빔의 활용은 1960년대 초에 이온주입에 의한 반도체에서의 불순물 도입법이 개발되어 큰 성과를 거두었으며 그 후 Microelectronics의 발전에 크게 기여하였다. 최근 이온원, 가속기,



Electronics, 진공기술, 주입기술 등의 복합기술인 이온조사나 이온주입기술은 급속히 진전되어 이온빔 주입 응용분야로 급속히 확대되었다. 예를 들며, 방사화분석, 반도체제조, 금속 및 고분자 표면개질 등의 재료과학 이외에도 핵융합, 원자력, 우주과학, 의료분야에 이르기까지 실로 다양하다. 그러나 국내에서는 주로 반도체 제조와 금속표면 개질에 활용되고 있고 금속표면 개질용 소형 이온빔 발생장치를 일부 생산공급하고 있는 수준이며 전반적으로 연구개발의 제반여건이 열악한 상태이다. 싸이클로트론 시설은 선진 산업국가 뿐만 아니라 개발도상국에서도 점차 그 수가 증가할 것으로 예상하며 핵물리, 원소분석, 암치료, 동위원소 생산 등 여러 가지 목적으로 활용되고 있으며 산업국가중에서 미국, 서유럽국가, 일본 등을 중심으로 방사성동위원소 생산에 사용되는 싸이클로트론이 현재 약 200대가 있는 것으로 IAEA가 추산하였다. 특히 미국에서는 FDG 표지 화합물의 사용이 FDA의 승인을 받으면서 단수명 방사성 동위원소 생산용 싸이클로트론의 수요가 급속히 발생하고 있다. 국내에서도 양전자방출 단층촬영술(PET)의 발달과 진단에 활용도가 높아짐에 따라 양전자방출핵종을 주로 생산하는 베이비 싸이클로트론은 병원에서 직접 운영하면서 비교적 짧은 반감기의 핵종(F-18, O-15, N-13, C-11 등)을 생산현장에서 이용하고 있는 추세여서 병원내에 소형 가속기의 설치가 계속 증가될 전망이다. 국내의 싸이클로트론은 전기종 수입에 의존하고 있어 기술 종속에 따른 기기의 고가 구입과 유지보수 비용의 문제가 있다. 따라서 원자력중장기 개발사업으로 개발된 PET용

13 MeV 싸이클로트론 기술을 산업화하여 국내의 시장에 보급하도록 한다. 현재 선진국에서는 암 치료 장치로 선택적 치료가 가능한 이온빔 싸이클로트론 치료기의 보급이 급속히 확대되고 있다. 이에 따라 벨기에, 독일, 일본, 미국 등은 암 치료를 위한 중대형 이온빔 가속장치의 상업화 하여 치료용 양성자 싸이클로트론 가속기 판매를 하고 있다. 국내에는 이온빔 치료용 가속기가 아직 설치되어 있지 않으나 국립 암센터나 원자력병원에서 대형 싸이클로트론 가속기의 도입이 가시화 될 전망이다. 중대형 가속기의 기술은 단순한 원자력 의료장비로 사용 될 뿐만 아니라 핵 파쇄 중성자발생장치, 신중 방사성 동위원소 개발장치, 양성자그래피장치, 리토그래피장치, PIXE장치 등 선진국형 산업 기반 기술에 이용되고 있어 이에 대한 기술 개발이 필요하다.

포항 방사광 가속기와 연계하여 방사선 및 동위원소 이용분야의 조직을 구성하여 하나로 더불어 연구중심체를 이루어 활성화하고자 하였으나 팔목할 만한 성과를 내지 못하여 추후 방사선을 활용분야에 도움을 줄 수 있는 관련 장비나 인력을 확보할 수 있는 방안이 필요하다.

연구용 원자로는 대부분 1950년대부터 1970년대에 건설된 것으로서 중성자 발생원으로서 가장 널리 사용되어 왔으며 대부분 노후화되어 그 활용이 제한되어 있다. 현재 세계 시장에 공급되는 대부분의 방사성동위원소는 연구로와 가속기에서 조사되어 생산되는데 세계적으로 500 여기의 연구로가 가동되고 있고 이 중 300 여기가 부분적으로 방사성동위원소를 생산하고 있다. 대표적인 것



으로 네덜란드의 Petten에 있는 HFR, 스웨덴의 R2, 미국 ORNL의 HFIR 및 ANL의 ATR, 캐나다의 NRX 및 MAPPLE, 벨기에의 BR2, 러시아의 SM-3, 남아공화국 SAFARI-1, 호주 ANSTO의 HIFAR, 인도네시아의 RSG-GAS 등이 있으며 연구로 및 관련 이용시설은 대부분 국립연구기관에 설치되어 비영리로 운영되고 있다.

국내에도 한국원자력연구소에 소형연구로 TRIGA-Mark II, III가 건설되어 1970년, 1995년까지 각각 사용되었다. 그러나 이들의 노후화와 이용의 한계성으로 인하여 새로운 중형급(30 MW) 연구용 「하나로」의 건설이 국내기술진에 의해 1985년도부터 시작되어

1995년 임계에 도달하여 현재 24 MW로 운전하고있다. 「하나로」 원자로 성능면에서 최대 열중성자 속 밀도가  $5 \times 10^{14} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{sec}$ 로서 세계 10위권 내에 들어가는 우수한 연구로이다. 「하나로」의 활용분야는 크게 핵연료 및 노재료 성능검사, 방사성동위원소 생산, 중성자빔 이용연구, 방사화분석 등이며 1992년부터 시작된 원자력 중장기계획의 지원으로 이들 활용시설을 구비해 가고 있다. 대부분의 선진국들의 경우와 같이 연구로는 다목적뿐만 아니라 특수목적 즉, 방사성동위원소 생산, 재료시험, 의료용 등의 전용 원자로 건설도 장기적 측면에서 이루어져야 할 것으로 생각된다. **KRIA**