

방사선의 핵의학적 이용

박 용 휘

가톨릭대학교 명예교수

인류는 동굴에서 나온 지 백만년만에 드디어 달 표면에 두발을 딛고 서서 20세기를 ‘과학의 세기’라 부르기 에 이르렀으며, 우리는 지금 그 20 세기의 마지막 남은 몇 달을 줄기차 게 살아가고 있다. 이는 실로 태초 폭발이 일어난 지 150억년이 지난 현장이다.

이러한 시점에서 방사선을 핵의 학적으로 이용해온 발자취를 돌이켜보고, 현황을 살피며, 나아가 오 는 21세기에 우리들이 기대하고 또 소망하는 바를 생각해 본다는 것은 참으로 뜻깊은 일이라고 생각한다.

핵의학사

돌이켜 보건대 인류가 방사선을 발견하고 연구·개발하여 스스로의 건강과 복지와 사회 발전을 위해 이 용하기 시작한 것은 이제 겨우 100 년 남짓 밖에 되지 않았다.

우리 모두가 잘 알고 있듯이 방사 선이 구체적으로 과학자들에 의해 파악된 것은 지난 1895년 11월 8일 뢰트겐이 음극선 실험 도중 우연히 X선을 발견한 것이 그 효시가 된 다.

그 이듬해인 1895년에는 우라늄 의 방사 현상이 베크렐에 의해 발견 되었고, 연이어 1898년에는 퀴리 부처가 라듐을 발견함으로써 바야 호로 방사선 시대가 열렸다.

사실 원자에 관한 일류의 생각은 저멀리 기원 전 460년경의 고대 그 리스 시대로 거슬러 올라간다. 그 당 시 철학·과학자의 무리를 이끌었던 류시포스(Leucippos)는 인류 기록 상 처음으로 물질의 근원으로서 원 자설을 주창한 바 있었고, 그를 이어 받은 데모크리토스(Democritos)가 이를 이론적으로 정립하였다.

즉 원자란 ‘수에 있어서 무한이 고 더 이상 쪼개지 못하는 미소한 양의 존재’이며, 나아가 원자는 ‘무

한한 크기의 공허 안에 흩어져 운동 하는 것’이라고 설명하였다.

기록상으로는 그 후 원자에 관한 관심은 중단되다시피 하였으며, 그 러던 중 1661년 보일(Boyle)이 ‘원 소’의 개념을 새로이 도입함으로써 고대의 원자학설이 잿더미에서 불 사조처럼 살아났다.

그로부터 다시 일 세기가 지난 18세기에 이르러 라보아지에 (Lavoisier)는 정밀한 천평을 사용 하여 보일의 학설을 다져 ‘원자와 복합체(compound)’의 차이점을 정립하였다.

19세기초 달톤(Dalton)은 원자설 을 더욱 발전시켜 화학 결합 법칙을 설명하였고, 마침내 1808년 「화학 철학의 새로운 체계(New System of Chemical Philosophy)」라는 논문을 발표, “① 모든 물질이 막대 한 수의 극히 작은 입자, 즉 원자로 이루어져 있고 ② 화학적 결합은 원 자와 원자 사이에서 일어나며 ③ 원



자는 더 이상 쪼갤 수 없고 ④ 같은 원소를 구성하는 모든 원자의 무게는 동일하며 ⑤ 다른 원소를 구성하는 원자의 무게는 서로 다르고 ⑥ 화학적 복합체는 적은 수의 원자로 이루어진다.”고 주장하였다.

이들 여섯 가지 설명 가운데 제1항과 제2항은 지금도 틀림없는 사실로 통용되고 있으며, 그는 또한 수소와 산소 등 원소의 무게를 측정하는 데 성공하였다.

1815년에는 프라우트(Prout)가 원소와 원소 사이에는 일정한 관계가 있다는 가설을 세우고, 1869년에는 멘델레예프(Mendeleeff)가 저명한 주기율표를 발표하였고, 1886년에는 골드슈타인(Goldstein)이 양자를 처음으로 관찰하였으며, 1891년에는 스톤니(Stoney)가 전자를 명명하였다.

이들 일련의 중요한 연구 결과는 19세기에 싹트기 시작한 소립자 과학의 기초가 되었으며 마침내 앞에서 말한 X선과 방사 현상의 발견, 그리고 연이은 라듐의 발견으로 이어졌다.

세기가 바뀌어 1901년 플랑크(Planck)는 에벨기의 흡수와 방출 및 「프랑크 정수」를 발표하였고, 1903년에는 알파 입자와 우주선에 관한 연구 결과가 라더포드(Rutherford)에 의해 발표되었으며, 1905년에는 널리 알려져 있는 $E=mc^2$ 방정식이 아이슈타인(Einstein)에 의해 발표

되었다.

연이어 양자의 존재가 확인되었고, 톰슨(Thompson)은 양자의 계측에 성공하였으며, 윌슨(Willson)은 안개 상자를 발명하기에 이르렀고, 헤베시(Hevesy)는 역사상 처음으로 방사성 원소를 식물의 대사 연구에 이용하였다.

한편 ‘동위원소’라는 말이 1913년 소디(Soddy)에 의해 도입되었으며, 마침내 1919년 라더포드는 라듐의 알파 입자를 공기의 한 성분인 질소에 부딪쳐 양자와 산소 한 분자가 생겨나게 하는 ${}^7\text{N}^{14} + {}^2\text{He}^4 = {}^1\text{H}^1 + {}^8\text{O}^{17}$ 의 핵전환을 일으키는 데 성공하였다.

그 후 가이저(Geiger, 1928)의 방사선 계측기 발명, 로렌스(Lawrence, 1930)의 사이클로트론 제작, 그리고 졸리오-퀴리 부처(Joliot-Gurie, 1934)에 의한 인공 동위원소 제조가 가능해짐으로써 마침내 X선과 더불어 핵에너지가 의학 분야에서 활발히 이용되기 시작하였으며, 이러한 추세는 제2차 세계 대전이 끝난 다음에 가속이 붙어 바야흐로 방사선 시대가 개막되었다.

현대 핵의학의 발전상

여기서 잠시 20세기 후반에 이룩된 현대 핵의학의 발전상을 소개하고자 한다. 핵의학은 크게 진단과 치료 두 분야로 나누어진다.

진단은 다시 스캔 진단(scintigraphic diagnosis)과 시험관 검사(in-vitro test)로 구분하며, 치료는 체내 조사(照射)와 체외 조사로 구분된다.

역사적으로 임상 핵의학의 본격적인 등장은 2차 대전 후 원자력의 평화적 이용이라는 기치 아래 추진된 미국의 맨해튼 계획에서 비롯하였다.

한국에서는 59년 6월 대구 동산병원에서 갑상선 기능 항진증 환자에게 방사선 요드를 투여한 것이 그 효시가 되며, 60년에는 국내 4개 국립대학에 미국 원자력위원회가 기증한 핵의학 기기가 설치되면서 임상 핵의학이 태동하였고, 61년에는 대한핵의학회가 창립되었다.

현재 국내 130개 의료 기관에서 핵의학과가 운영되고 있으며, 전문 진료에 종사하고 있는 전문의와 수련의 수는 각각 124명과 24명이다(전문의 제도는 96년부터 시작).

또한 국가 자격증을 지닌 핵의학 기사의 수는 400명에 이르며 기사를 양성하는 전문대학의 수도 37교를 헤아리고 있다.

임상에서 가동중인 감마 카메라 수는 모두 189대이고, 진단 장치 중 가장 규모가 큰 PET 장치도 3대가 활발히 운영되고 있다.

한편 특기할만한 일은 우리 스스로는 물론 세계 핵의학계가 주목하고 있듯이 최근 몇년 사이에 한국

핵의학의 국제학회 진출이 크게 두드러지고 있다는 사실이다. 98년도와 99년도 미국 핵의학회에서 발표된 논문 수는 각각 38편과 77편으로 세계 5위권 내로 급상승하였다.

신티스캔

진단 핵의학의 중심이라고도 말할 수 있는 신티스캔은 반감기가 6시간으로 비교적 짧고, 방사선 장해나 약물 부작용이 거의 없는 테크네튬-99m을 비롯하여, 요드-131, 요드-125, 인듐-111, 탈륨-201, 인-32 등을 직접 또는 운반 약제에 부착시켜 주사하여, 뇌·심장·골격·갑상선을 비롯한 거의 모든 장기 자체와 각 장기 또는 조직에 생긴 염증·감염·외상·대사 질환·암병변 등 각종 질환을 진단할 수 있는 획기적인 영상법이다.

신티스캔은 비침습적이고 매우 안전할 뿐만 아니라 시행이 간편하다는 이점을 지니고 있다. 그러면서 신티스캔은 X선·CT·MRI 또는 초음파 검사와는 달리 장기나 조직의 형태나 구조는 물론 기능과 대사, 그리고 생화학적 변화까지도 분자 차원에서 사진으로 촬영하여 분석·파악할 수 있기 때문에 분자 의학(molecular medicine)의 발달에 큰 몫을 하게 될 전망이다.

즉 신티스캔을 이용하면 다른 진

단법으로는 알아내지 못하는 생화학적 내지는 분자 의학적 정보를 영상으로 찍어낼 수 있다.

임상에서 신티스캔 진단의 영역과 대상은 근골격계·심혈관계·간담도·췌장계·호흡기계·비뇨·생식계를 비롯하여, 내분비계·종양·뇌신경계·타액선을 포함한 소화기계·유방 등 거의 모든 장기를 총망라하다시피 넓혀져 있고, 병리학적으로는 염증·종양·대사·외상 및 선천성 질환이 진단의 대상에 모두 포함되어 있다.

신티스캔은 특히 종양·심근 질환·근골격 질환 및 뇌 질환을 진단하고 해명·이해하는 데 괄목할만한 기여를 하고 있다.

○ 신티스캔 장치 및 부속기기

고성능 감마 카메라(single/dual/triple-head), SPECT(planar/pinhole/coincidence) 및 판톰·선량 계측기·방어 장비 등이 널리 보급되었으며, PET와 사이크로트론 또한 점차로 보급 되어가고 있다.

○ 신티스캔과 치료에 쓰이는 핵종 스캔 진단에는 테크네튬(99m-Tc)·갈륨(67-Ga)·요드(131-I, 125-I)·탈륨(201-Tl)·인듐(111-In) 등이 사용되고 있으며, 치료에는 인(32-P)·사마리움(153-Sm)·레늄(188-Re)·스트론튬(89-Sr) 등이 사용되고 있다. 이들 중 특히 테크네튬과 레늄은 쉽게 운

반할 수 있고 어디에나 설치가 가능한 생산기(generator)방식으로 만들어져 있다.

○ 장기 스캔의 종류 및 목표

① 갑상선 기능 검사 및 스캔 (Thyroid Scan)

내분비 질환 중 가장 흔한 갑상선 기능 항진 및 저하를 비롯하여 갑상선 선종·암·갑상선염 등을 진단하는 데 가장 효율적이며 정확한 검사이다.

② 간 및 담낭 스캔(Hepatobiliary Scan)

간염·농양·경화·암·혈관종(hemangioma)·여성에게 많은 간선종(adenoma) 및 과형성(hyperplasia) 등 각종 간 질환과 선천성 담도 폐쇄(biliary atresia), 담낭염 등의 진단에 널리 이용되는 검사로서, 간 질환의 screening과 간담도계 질환의 정밀 진단에 핵심적 구실을 한다.

③ 심장 및 순환 기계 스캔 (Cardiovascular Scan)

발생 빈도가 급격히 늘어나고 있는 관상 동맥 질환을 비롯한 혈관 협착 내지는 폐색을 진단하고 수술 또는 확장술 후 경과를 관찰하는 데 요긴하게 쓰이며, 특히 심근 질환의 진단에는 탁월한 정밀성을 가지고 있다.

④ 근골격 스캔(Musculoskeletal Scan)

암의 전이·종양·골절·감염·

대사 질환· 각종 관절염 등을 비롯하여 연조직 병변까지도 진단한다. 특히 전이암· 골절 및 감염의 진단에는 다른 어느 검사보다도 그 높은 sensitivity가 입증되어 골관절 질환의 진단에는 필수적인 검사이다. 골(骨) 스캔은 암의 병기 결정(cancer staging)의 필수적이며, 두부에서부터 발끝까지를 한눈에 볼 수 있기 때문에 X선 검사· CT 검사· MRI 검사에서 미처 파악되지 않는 병변을 진단할 수 있다. 또한 골 스캔은 근골사· 연조직류마티즘· 연조직 스포츠 손상(sports injuries)을 진단하는 데도 큰 몫을 한다.

⑤ 폐 스캔(Pulmonary Scan)

폐의 환기(호흡), 순환, 기관지 및 기관지 점막 보전 상태 등을 영상으로 촬영하는 검사로서 기관지염, 기관지 천식, 흡연 및 공기 오염에 의한 기관지 변화를 조기에 진단할 수 있어 신속하고 예방적 치료를 가능하게 한다.

⑥ 뇌 스캔(Brain Scan)

뇌의 혈류 동태, 각종 퇴행성 병변, 염종 및 종양 등 진단에 뛰어난 효율성을 가지고 있어, 이미 임상 진료와 사회 의학에서 문제가 되고 있는 stroke, transient ischemic attack (TIA), Alzheimer병, Huntington's chorea, schizophrenia 등 각종 뇌 질환의 진단에 필수 불가결한 검사이다.

⑦ 신장 스캔(Renal Scan)

신장 스캔은 배설 기능 검사와 신피질 스캔으로 구분되며, 현재 임상 및 기초 신장학에서 매우 중요한 검사법의 하나도 널리 활용되고 있으며, 신 이식술의 필수 사전 검사의 종목이기도 한다.

⑧ 비장 스캔(Splenic Scan)

비장의 종양· 외상· 각종 감염· 조혈질환· 교원병· 문맥성 고혈압 등의 진단에 이용되고 있는 간편한 검사이다.

⑨ 유방 스캔(Breast Scan)

암을 비롯한 유방 질환의 진단에 이용되며, 특히 암의 국소 림프선 전이를 발견하는 데 큰 몫을 한다.

⑩ 림프계 스캔(Lymphatic Scan)

전신에 널리 퍼져 있는 림프계의 영상 검사 방법으로 오래 전부터 많이 이용되고 있으며, 암의 전이 또는 림프계 폐색성 질환의 진단에도움이 된다.

⑪ 종양 스캔(Tumor Scan)

신티스캔은 폐암· 뇌암· 골암· 간암· 위장관암· 유방암· 부인암 등의 진단에 널리 활용되고 있다.

⑫ 기타

핀홀 스캔(pinhole scan)은 영상 확대를 통해 근골격계 질환의 진단에 크게 기여하고 있으며, SPECT 및 PET는 면역체 검색· 종양 진단· 신경 전달 물질 및 신경 수용체 검사의 위력을 발휘하고 있다.

기초 핵의학

핵의학 치료는 진단에 비해 상대적으로 더디게 개발이 되어왔다. 지금까지 임상에서 시행되고 있는 핵의학 치료로는 요드-131을 이용하는 갑상선 기능 항진증과 암의 치료, 스트론튬-89와 사마륨-153을 이용하는 골통증 치료, 그리고 인-32를 이용하는 과다적 혈구혈증 등을 손꼽을 수 있다.

그러나 97년 이후 레늄-186에 의한 골통증 치료, 요오드-131에 의한 대장암· 백혈병 및 뇌종양 치료, 인-32에 의한 류마치스성 관절염과 혈우병의 치료, 이트륨-90 또는 팔라듐-103을 이용한 전립선암의 치료 등 수많은 동위원소 치료가 활발히 연구· 개발되고 있다.

방사선 방어

방사선이 의학 분야를 비롯한 모든 과학 분야는 물론, 각종 산업의 현장에서까지 널리 이용되고 있는 현실점에서 방사선 방어는 초미의 관심사가 아닐 수 없게 되었다.

우리는 방사선의 유용성과 위험과 방어에 관한 깊고 넓은 학술 연구를 통해 최신의 지견(知見)을 얻어내야 하고, 나아가 방사선의 이로운과 해로운을 분명히 정립함으로써 방사선의 올바른 이용을 적극적으로 권장하여 인류 복지를 도모하

여야 하며, 동시에 일반 대중이 지니고 있는 방사선에 대한 불필요한 두려움을 없애주도록 최선을 다하여야 할 것이다.

그러기 위해서는 우선 무엇보다도 크고 작은 방사선 재해에 관한 최신 지견을 가지고 있어야 한다. 일반적으로 히로시마 및 나가사키 원폭 피해를 비롯한 미국의 쓰리마일 아일랜드 원자력발전소와 옛 소련의 체르노빌 원자로 사고와 같은 대형 사고에 대해서는 많은 정보와 관심이 있으나, 임상에서 일어날 수 있는 소소한 사고에 대해서는 상대적으로 관심이 덜하다.

그러나 국제원자력기구(IAEA)가 98년 5월에 수집·발간한 「Working Material」(1998)에서 보듯이 임상 방사선 치료 과정에서 일어나는 사고의 사례도 결코 적은 것이 아니며, 적절히 주의하고 대처를 하면 얼마든지 예방할 수 있다는 사실을 지적해 두고자 한다.

최근 들어 국내외적으로 여러 가지 심각한 환경 오염 중 하나로 핵확산, 유해 방사선 및 유해 잔파 등에 대한 사회적 및 생물학적 문제점이 알려짐에 따라 방사선 방에 대한 대중의 관심이 자못 높아져 가고 있다.

이미 유관 학회는 지금까지 이에 관한 학술적 연구를 수행해왔고, 또한 미흡하기는 하나 그런대로 일반 대중의 궁금증을 풀어 주고 불필요한 공포감을 덜어 주기 위해 노력을

기울여 왔으며, 앞으로 그와 같은 계도적 사업은 대중의 일상 생활속까지 깊고 차원 높게 파고들어가야 하리라 믿는다.

이제 21세기가 불과 석달 앞으로 다가와 있는 이 시점에서 지난 한 세기 동안 인류 문화에 지대한 영향을 끼쳐온, 그리고 우리의 일상과 뿔레야 떼놓을 수 없는 방사선의 이용과 방에 대한 학술적 연구와 국민 홍보는 참신한 목표 설정 아래 지속적이고도 강도 높게 펼쳐져 나가야 할 것이다.

사실 지금까지는 원자로 건설을 위한 장소 물색에 필요한 최소한의 일과성 홍보를 빼놓고는 방사선에 관한 홍보나 교육이 전무하다시피 하였다. 그 때문에도 많은 국민들이 혜택이 지대한 핵의학이나 원자력 발전에 관해서 올바른 지식을 갖추지 못하고 오히려 위험하게까지 생각하고 있는 실정이다.

따라서 당국과 학회는 마땅히 학술적이고 객관적인 입장에서 원자력 에너지의 유익성과 안전성을 확언해주고 보장해 줌으로써 근거 없는 막연한 불안감을 해소시키는 데 앞장서야 할 것이다. 그러기 위해서는 당국은 학회의 권위를 인정하고 학회는 당국과의 긴밀한 협동 아래 꾸준히 국민 계도 사업을 펼쳐 나가야 할 것이다.

또한 의료 방사선 안전 규제의 현실화와 완화가 요청되고 있다.

미국과 같은 선진 국가에서는 방사선의 의학적 내지는 산업적 이용에 적용하는 각종 규제가 해당 분야의 전향적 안전과 발전을 도모하기 위하여 갖추어져 있다.

그러나 일본과 같은 관치 국가에서는 오히려 발전을 가로막고 어렵게 만드는 경향이 있다는 말을 들은 적이 있는데, 이는 사실에 가까운 평이라고 생각한다.

과학 선진 대열에 낀 우리나라에서도 관련 법 규제를 실천이 가능하고 발전에 도움이 되는 방향으로 재정비하여 일본형을 탈피하여야 한다고 생각한다. 실질적이고 합리적인 법규를 만들어야 할 것이다.

최근 국제원자력기구(IAEA)와 세계보건기구(WHO)는 의료 분야에서의 안전 규정에 대한 관심을 다시 환기시키면서 품질 보증(QA) 및 정도 관리(QC)를 강조하는 분위기가 정착되어가고 있다.

핵의학의 전망과 제언

핵의학은 전형적인 '20세기 의학'의 하나로서 임상 진료는 물론, 기초 의학 발전에 지대한 영향을 끼치는 새로운 범주에 속하는 의학이면서, 이미 의과학 분야에서 확고한 자리매김이 되어 있다. 핵의학은 말하자면 의학에서의 '도전과 응전'의 한 좋은 모델이라고 볼 수 있다. 신티스캔은 임상에서 널리 사용

하고 있는 X선·CT-스캔·MRI 및 초음파 검사 등 여러 가지 영상 검사법에 비해 진단 특이성과 예민도가 높으며, 특히 감염·종양·외상의 조기 진단에 큰 도움이 된다.

신티스캔은 안전하고 시행하기 간편하며 무엇보다도 형태학적 정보 못지않게 생리화학적 프로필까지도 영상을 이용하여 정성·정량할 수 있기 때문에 새로운 우수한 임상 진료의 수단으로써, 그리고 동시에 기초 연구 방법으로써 크게 각광을 받고 있으며, coincidence SPECT를 이용하면 positron imaging이 가능하므로 새로운 기자재와 방사성의약품이 개발되면 각종 수용체(receptor)와 유전자의 영상이 현실화 될 날도 멀지 않을 것이다.

다시 말해 핵의학은 전자·기계공학적으로, 그리고 방사화학·약학적으로 더욱 개발되고 다져짐으로써 분자 차원에서의 참신한 영상 검사법으로 탈바꿈하게 될 것이며, 따라서 그 보급도는 놀라운 수준이 되리라 전망된다.

참고로 98년 2월, 3월과 7월호 <Journal of Nuclear Medicine>에 발표된 프로스트 및 설리반 보고서(Frost & Sullivan Report)를 보면 20년 후 미국 내 핵의학 진단용 시약의 시장은 현재의 5억 달러선에서 34배가 되는 170억 달러선으로 늘어날 것으로 체계적인 조사 결과 나타났다.

한편 앞서도 언급하였듯이 핵의학 치료는 지금까지 몇몇 제한된 질환에만 적용이 되어왔다. 그러나 97년을 한 고비로 새로운 확대된 영역으로서 연구와 개발의 붐이 일고 있다는 사실을 강조하고 싶다.

위에서 말한 프로스트 및 설리반 보고서에 의하면 미국 내 시장에서의 핵의학 치료제 연간 소득 실적과 예상치는 96년도에 4,800만 달러였던 것이 2001년에는 약 10배로, 2010년에는 약 40배로, 그리고 2016년에는 무려 100배에 가까운 4억3,600만 달러로 늘어날 것이 예상되고 있으며, 이 지표 하나만 보더라도 치료 핵의학의 장래는 밝다못해 폭발적으로 발전할 것이 예상된다.

이상과 같은 사실과 앞으로 기대되는 바를 알고 보면 우리로서 당연히 몇 마디 제안을 하지 않을 수 없게 된다.

무엇보다도 당국과 사회는 몇 달 앞으로 다가온 21세기를 향해 세계가 얼마나 구체적이고 실천적으로 달라져가고 있는가를 직시하고 선진 대열에 끼 수 있는 이 모처럼의 기회를 살려나가야 할 것이다.

다행히도 학계와 기술 분야는 이미 세계 무대 진출의 기반을 닦아 놓은 셈이다. 그리고 산업계 또한 많은 노력을 기울여 왔다. 이제 우리가 절실히 요망하는 것은 당국의 재정적 뒷받침이다. 물론 돈이 모든 것은 아니다.

그러나 요람기를 지나고 성장기를 벗어난 우리 핵의학과 핵의학 산업계가 국제적으로 활동하기 위해서 필요로 하는 것은 우수한 인력과 충분한 장비 및 최소한의 재정이다.

핵의학이 다가오는 21세기에 암을 비롯한 많은 난치병의 치료와 극복을 제일 과제로 삼아 맹렬한 속도로 치달고 있다는 엄연한 세계적 조류를 볼 때, 그와 같은 당국의 지원은 상호 발전의 요체이자 생명선이라고까지 말할 수 있을 것이다.

그런 관점에서 볼 때 원자력 관련 분야의 연구비를 대외 교섭을 통해 더욱 늘리고 풍부하게 만들어 원자력 관련 모든 분야가 경쟁적이지 아니라 유기적이고 협동적으로 발전해 나가게 되기를 간절히 바란다. 우리는 모두 같은 울안에서 세계를 향해 살고 있는 공동 운명체라고 생각하고 있기 때문이다.

맺음말

이상에서 원자력 에너지를 중심으로한 방사선의 의학적 이용에 관한 역사와 현황과 가까운 장래에 예상되는 발전 방향에 대해서 말하였으며, 아울러 방사선 방어의 문제점과 대중 홍보에 대해서 언급하였다.

끝으로 의학이 분자생물학적 차원에서 전개되리라 예상되는 이 시점에서 핵의학의 중요성을 재삼 강조하는 바이다.