

6 YEARS
Nuclear Medicine
Seoul National University

서울대학교
핵의학
60년사



더 완성하고픈 60년, 그리고 더 기대되는 60년



Medicine is an ever-changing science

Nuclear Medicine is a bridging science to medicine

Nuclear Medicine is an ever-evolving science and medicine

Nuclear Medicine is the bridging medicine to medicine as a core medicine

예부터 예순 살은 자신의 갑자를 다시 맞는 환갑으로, 지나온 일생을 되돌아보고 새로 맞이할 시간과 사람들에 대해 생각해 보는 뜻깊은 기회로 여겨 왔습니다. 서울대학교의과대학 핵의학교실은 1960년 5월 30일 이문호 교수께서 개설한 방사성동위원소진료실에 뿌리를 두고, 1978년 핵의학과 개설, 1997년 핵의학교실 개설 등을 거쳐 환갑을 맞이하게 되었습니다. 큰 스승이신 이문호, 고창순 교수의 불굴의 개척정신, 동원회 여러 교수들의 헌신, 이명철 교수의 열정, 그리고 정준기, 이동수, 정재민, 김상은 교수의 눈부신 학술활동, 지치지 않는 교육활동 및 혁신적 진료 성취가 있었기에 서울대학교 핵의학교실은 국내 핵의학의 산실이자 학술적 동력으로 핵의학 발전을 이끌어 왔습니다.

현재 핵의학은 분자영상 정밀의료를 통한 방사선의학의 중심축으로서 국내외 의학발전을 선도하는 핵심 중의 핵심입니다. 그동안 핵의학은 의학과 과학의 가교 역할 및 학제간 협력으로 항상 변화하는 의료에 새로운 패러다임을 제시하여 왔습니다. 앞으로 다가올 다음 60년에는 더욱 빠르게 변화하고 발전하는 의료 환경이 예

측됩니다. 분자표적치료, 오믹스 기반 의료, 정밀의료, 빅데이터, 인공지능, 원격진료 등 다양한 변화는 이미 진행 중입니다. 학제간 융합연구의 필요성은 더욱 증가할 것이며, 가치를 증명하여야만 의학에서 살아남는 상황이 전개될 것입니다. 최근 우리 교실은 진단동시치료 개념인 테라노스틱스를 자체 개발, 임상에 적극 도입하고 있습니다. 첨단 영상장비인 PET/MRI, 치료용 방사성의약품, 나노 및 유전자치료 기술에 접목한 핵의학 진단치료기술, 빅데이터 및 인공지능 기반 바이오마커 등을 개발하며 새로운 60년을 위한 변화를 추구하고 있습니다. 우리 핵의학교실은 변화에 대응하는 모멘텀을 만들고 선도하기 위해 다시 출발선에 서고자 합니다. 미래를 가장 잘 예측하는 방법은 스스로 만들어가는 것이기 때문입니다.

레오나르도 다빈치는 완벽한 아름다움을 위해 덧칠하고 또 덧칠하느라 다수의 작품을 미완으로 남겼다고 합니다. 그러나 그 미완의 작품들은 하나같이 걸작으로 일컬어지고 있습니다. 우리 교실원들도 그러한 예술가와 같이, 마지막 한순간까지 핵의학을 더 완성하기 위해 노력할 것입니다. 우리는 완성이 아닌, 완성에 이르기 위하여 서로 협력하고 매진하였던 지나온 핵의학 60년의 소중함을 다시 되새기며, 더 나은 새로운 모습으로 항상 변화할 것입니다. 새로 다가오는 핵의학 60년을 기쁜 마음으로 맞이할 것이며 더 큰 완성에 이르기 위해 우리의 열정을 모을 것입니다. 왜냐면, 핵의학은 항상 변화를 주도하고 진화하는 핵심 의학이기 때문입니다.

끝으로, 이 책의 발간을 위해 애쓴 편집위원들에게 감사의 마음을 전합니다.

서울대학교 의과대학 핵의학교실
주임교수 천기정

핵의학 60년을 축하합니다.



서울대학교 의과대학 핵의학교실 60년사 발간을 진심으로 축하드립니다.

우리대학의 자랑이자 큰 스승이신 **故이문호, 故고창순** 교수께서는 1960년대에 국제원자력기구의 지원으로 방사성동위원소진료실을 개설하였습니다. 당시 의학연구는 불모지나 다름없던 시절이었는데, 스승님들의 선견지명으로 씨앗이 뿌려지고 바쁜 임상진료에도 불구하고 밤낮을 가리지 않는 학문연구 열정으로 뚝뚝 뭉친 여러 동문들의 헌신으로 우리대학 핵의학은 뿌리를 내릴 수 있었습니다. 곧이어 서울대학교병원에 핵의학 진료과목이 만들어지고 1997년에는 독립된 핵의학교실이 개설되었으며, 2005년에는 국제원자력기구로부터 ‘핵의학분자영상센터’로 지정받아 글로벌 리더로 성장하였으며, 2018년도에는 이동수 교수가 세계핵의학회 회장에 취임하는 등 명실상부 세계학계의 리더십을 만들어 가고 있습니다.

서울대학교의과대학은 기초의학 중흥을 위한 기반연구 강화, 임상의학뿐만 아니라 다학제간 협력을 통한 의생명연구를 선도할 수 있는 세계적인 연구 중심 대학으로 대한민국을 넘어 세계일류로 도약을 준비하고 있습니다. 올해는 서울대학교의과대학이 서울의대의 전신이라고 할 수 있는 의학교 개교 121주년으로 지난해에는 개학 120년을 되돌아 보며 “선도적 의과학 연구와 실천적 지성의 전당”이라는 비전 선포식을 가진 바 있습니다. 급변하는 세계 의료, 교육 환경에서 서울의대가 지속적 성장을 이어가고 지금까지

의 성취를 뛰어넘는 더 큰 단계로 도약할 수 있는 초석을 다지는 새로운 120년을 준비하는 첫해이기도 합니다.

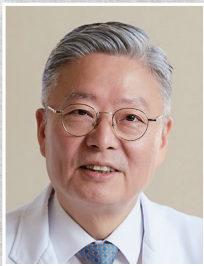
통합적 사고와 학제간 융합의 중요성을 일찍부터 강조한 위대한 스승님의 정신을 이어 받아 다학제간 융합을 통한 학문적 발전을 일찍부터 시도한 핵의학교실은, 따라서 우리 대학에 시사하는 바가 매우 크다고 하겠습니다. 핵의학교실은 초창기부터 의학과 과학의 가교역할 및 학제간 협력연구를 통하여 의학연구를 선도하여 왔고, 최근에는 방사성동위원소 표적치료를 개발하고 국내 임상치료에 도입하고 있으며, 빅데이터 및 인공지능 기술을 이용한 바이오마커 개발, 첨단 분자영상기기 개발, 진단 및 치료용 방사성의약품 개발 등 최신 의료기술 개발 및 의학연구에도 진취적이며 선도적인 모습을 보여주고 있습니다.

앞으로도 핵의학교실의 비전인 “화합과 협력, 창의와 도전, 글로벌 리더십”을 잘 실천하여 핵의학교실의 발전뿐만 아니라 서울대학교의과대학의 세계일류로 도약하는 데에도 크게 기여하기를 기대하겠습니다.

감사합니다.

서울대학교 의과대학
학장 신찬수

서울대학교병원 핵의학 60년을 축하합니다.



서울대학교병원 핵의학 60년사 발간을 진심으로 축하드립니다.

1960년, 故이문호 교수께서 지금은 어린이병원으로 변한 임상의학연구소 자리에 방사성동위원소진료실을 개설하면서 시작된 핵의학진료가 벌써 환갑의 나이가 되었습니다. 그동안 서울대학교병원 핵의학과는 우리나라 핵의학의 산실이자 자타가 인정하는 세계 최고 수준의 핵의학 진료 및 연구센터로 모범적인 역할을 하여 왔습니다. 이는 우리나라 의학 발전과 서울대병원의 진료 및 연구 위상을 선도하는 데 크게 기여하였고 병원장으로서 핵의학과 여러분들에게 진심으로 감사의 말씀도 드리고 싶습니다.

서울대학교병원은 진료를 잘하는 병원을 넘어서 우리 국민들이 건강을 책임지는 마지막 의료기관으로서의 역할, 중증 희귀 난치질환의 연구와 진료를 중심으로 한 4차 의료기관의 역할, 의학 연구 및 의료기술 발전을 선도할 수 있는 국가의료연구중심기관으로서의 역할 뿐 아니라, 4차산업혁명시대에 AI나 빅데이터가 융합된 의료산업 플랫폼을 제공하여 주기를 요구 받고 있습니다.

서울대학교병원 핵의학과는 초창기부터 의학과 과학의 가교역할 및 학제간 협력연구를 통하여 우리나라 의료에 새로운 패러다임을 항상 제시하며 의학연구를 선도하여 왔습니다. 최근에도 방사성동위원소 표적치료를 개발하여 임상치료에 도입하고 있으며, 빅데이터 및 인공지능 기술을 이용한 바이오마커 개발, 첨단 분자영상기

기 개발, 진단 및 치료용 방사성의약품 개발 등 최신 의료기술 개발과 의학연구에도 최고 수준의 업적을 성취하고 있습니다. 이는 우수한 진료역량을 넘어 우리병원이 마땅히 하여야 할 사회적 요구를 충실히 수행하고 있는 것입니다. 신장내과를 전공한 저도 스승이신 이정상 교수님의 가르침으로 1990년대 핵의학교실의 전신이라 할 수 있는 동원회 활동을 하며 방사성동위원소를 이용한 신장학 연구를 수행하였으며, 당시 동원회 및 핵의학과 여러 스승님들의 진취적 생각을 접하고 배울 수 있었습니다. 따라서 핵의학과 교직원 여러분께 60주년을 축하드리는 자리이지만 제 스스로도 축하를 받는 기분입니다.

서울대학교병원을 선도하는 핵의학과 현재의 모습과 같이 앞으로 맞이할 새로운 60년도 최상의 진료와 교육, 연구에 매진하는 핵의학과 모습을 기대하겠습니다.

대단히 감사합니다.

서울대학교병원
원장 김연수

새로 맞이할 60년도 우리 동문들의 선도적 역할을 기대합니다.



핵의학 60년사 발간을 진심으로 축하드립니다.

이문호, 고창순 스승님들의 위대한 정신을 이어받은 서울대학교 핵의학 동문들의 헌신으로 이제는 우리나라 핵의학이 세계 최고 수준의 핵의학 진료 및 연구를 수행하고 있습니다. 서울대학교병원에 방사성동위원소진료실이 설립된 1960년 당시에는 오늘날과 같은 핵의학 분야의 눈부신 발전을 그 누구도 예상하지는 못하였을 것입니다. 우리 동문들이 스승님들의 정신을 이어받아 불굴의 열정과 헌신적 노력으로 우리나라 의학 발전과 핵의학 분야의 진료 및 연구를 선도하여 온 결과라 생각합니다. 스승님들과 동문들에게 무한한 감사와 축하를 드리며, 한편으로는 동문회장으로서 저희 동문들이 자랑스럽기 짝이 없습니다.

지난 60년 동안 서울대학교병원 핵의학과는 의학과 과학의 가교 역할을 충실히 해왔고, 학제간 협력을 통하여 우리나라 의료에 새로운 패러다임을 제시하며 국내 핵의학의 발전과 세계화를 선도하여 왔습니다. 1961년 이문호, 이장규, 고창순 교수 등이 대한핵의학회를 발기하고 창립하였으며, 2000년 이명철, 정준기 교수가 주도하여 아시아지역 핵의학협력회의를 설립하고, 2006년 세계핵의학회를 유치하였습니다. 현재 이동수 동문은 세계핵의학회의 회장으로 세계 학계를 주도하고 있고, 저도 아시아-오세아니아 핵의학 생물학회 회장과 아시아지역 핵의학협력회의 의장으로서 국제

적 리더십을 발휘할 수 있었는데, 모두 훌륭하신 선배님과 뛰어난 동문들의 도움과 노력의 결과라고 생각합니다.

빛나는 업적을 낸 지난 60년에 이어 앞으로 맞이할 60년을 대비하기 위해서는 우리 핵의학이 새롭게 도약할 수 있는 계기를 마련해야 할 것입니다. 다행히 세계적으로 분자표적기반 핵의학치료에 대한 새로운 바람이 불고 있습니다. 진단동시치료의 개념인 테라노스틱스는 방사성추적자 원리를 기반으로 정밀의료, 맞춤형료를 구현하는 우리의 새로운 대표 분야가 될 것입니다. 우리 서울대학교병원핵의학동문들이 다시 한번 선도적으로 활약할 수 있는 분야라고 믿고 있습니다. 지나온 60년의 모습과 같이 새로 맞이할 60년도 국내 최상의 진료와 연구뿐만 아니라 세계 핵의학계를 선도하는 우리 동문들의 활약을 기대하며 축사의 말씀에 대합니다.

감사합니다.

서울대학교 의과대학 핵의학동문회 회장

전남대학교 의과대학

교수 **범희승**

서울대학교 핵의학 60년을 축하합니다.



서울대학교 핵의학 60년사 발간을 진심으로 축하드립니다.

서울대학교 핵의학 역사는 명실상부한 우리나라 핵의학 역사라고 하겠습니다. 1960년 서울대학교 의과대학 부속병원에 방사성동위원소진료실이 개설되면서, 방사성요오드를 이용한 갑상선진료로 우리나라의 진정한 핵의학진료가 시작되었습니다. 1961년에는 서울대학교 교수진들이 주도하여 대한핵의학회를 창립하였습니다. 당시, 이문호, 이장규, 민병석, 고창순, 황기석, 이민재, 김동수 등 7인이 발기하여 같은 해 12월 28일 70명의 회원으로 대한핵의학회를 창립하였는데, 이는 초창기부터 학술적 활동의 필요성을 인식한 故이문호, 故고창순 교수들의 혜안이 있었기 때문일 것입니다.

지난 60년 동안 서울대학교 핵의학은 학술적으로 의학과 과학의 학제간 가교 역할을 통하여 우리나라 핵의학의 학술적인 기반을 완성하고 첨단의료의 새로운 패러다임을 제시하여 왔습니다. 최근에도 방사성동위원소 표적치료, 빅데이터와 인공지능 연구, 바이오마커 발굴, 첨단 분자영상기기와 방사성의약품 개발 등 최신 의료기술 개발분야와 의학연구에서 세계를 선도하고 있습니다. 저도 서울대학교 핵의학교실 의국생활을 통해 여러 스승님의 진취적인 생각과 불굴의 열정을 배울 수 있었고, 대한핵의학회 회장으로서 국내 핵의학의 발전 방향을 제시하고 국제 핵의학 무대에서 리더십을 발휘하는데 큰 도움을 받았습니다. 이는 훌륭한 스승님들의 가르침, 그리고 서울의대 핵의학교실 의국원들의 많은 도움과 노력의 결과라고 할 것입니다.

서울대학교 핵의학 60주년 발간을 맞아 지나온 역사를 되돌아보고 다가올 미래를 준비하는 좋은 계기가 될 것입니다. 대한핵의학회도 다가오는 2021년에 학회 창립 60주년을 맞이하게 되어 그동안 발전하며 지나온 시간을 정리하고 다가올 미래를 준비하고 있습니다. 앞으로 맞이할 새로운 60년에는 우리 핵의학에서 다양한 분자표적 테라노스틱 치료기술이 눈부시게 발전하고 필수적인 임상치료의 하나로 자리잡게 될 것입니다. 지난 60년 동안 그래왔던 것처럼 새로 맞이할 60년 동안에도 서울대학교 핵의학교실의 눈부신 활약이 더욱 기대되는 이유입니다.

감사합니다.

대한핵의학회 회장
성균관대학교 의과대학
교수 이경한

차례

발간사 천기정

축사 신찬수, 김연수, 범희승, 이경한

I. 서울대학교 핵의학 60년사 개괄 / 13

- 1. 서울대학교 핵의학 60년 주요 이정표 14
- 2. Summarized History of 60 Years 41
- 3. 시기별 서울대학교 핵의학 60년 50

II. 주요 분야별 60년사 / 79

- 1. 진료 80
- 2. 교육 및 인력양성 106
- 3. 연구 124
- 4. 대외협력활동 177
- 5. 병원 확장 발전 189

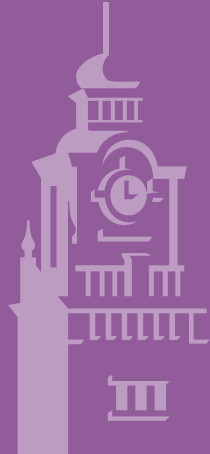
III. 서울대학교 핵의학 60년 구성원 / 201

- 1. 구성원 202
- 2. 인물로 보는 60년 229

IV. 참고자료 / 259

- 1. 연구원, 직원 260
- 2. 진료통계 267
- 3. 주요 논문(2010년 이후) 289

V. 사람과 사람들 / 327



PART

I

서울대학교 핵의학 60년사 개괄

1. 서울대학교 핵의학 60년 주요 이정표

1954 이문호 교수 핵의학 연수

1954년부터 1957년까지 이문호 교수가 독일 Freiburg 대학에서 한국인 최초로 방사성동위원소를 이용하여 철의 체내동태를 연구하였고 박사학위 취득 후 귀국하여 방사성동위원소를 의학연구와 진단 및 치료에 응용하기 시작하였다.



1959 방사성요오드섭취율 측정과 치료 시작

1959년 8월 당시 고창순 내과전공의가 이문호, 남기용 교수의 지도로 서울의대 생리학교실 이상돈 교수실의 우물형 감마카운터를 이용하여 방사성요오드섭취율 측정과 치료를 시작하였다.

1960 방사성동위원소진료실 개설과 장비도입

1960년 4월 국제원자력기구(IAEA) 주최 동위원소 취급 강습회가 서울의대에서 열려 고창순 전공의가 참석하여 기술을 습득하였다. 이어 5월 30일 서울대학교의과대학 부속병원에 「방사성동위원소진료실」이 개설되었다. 초대 실장으로 이문호 교수가 임명되었고, 고창순, 이장규, 강수상 등이 직원 2명과 함께 갑상선 질환과 혈액학 분야에 대한 진료와 연구를 시작하였다.



방사성동위원소진료실 개소식. 초대실장 이문호 조교수, 최문환 서울대총장, 한심석 서울의대부속병원장 등

1961

Dot scanner 등 장비 도입

1961년 서울대학교의과대학을 포함한 6개 국립기관이 미국 원자력위원회로부터 지원을 받아 dot scanner, well type scintillation counter, survey meter, uptake system 등을 진료실에 설치하였다. ^{131}I (갑상선), ^{198}Au -콜로이드(간), ^{59}Fe 와 ^{51}Cr (혈액학) 등을 이용한 진단을 시행하였다.

대한핵의학회 창립 주도

1961년 11월 5일 이문호, 이장규, 고창순 등이 모여 대한핵의학회 발기대회를 개최하였고, 12월 28일 서울대학교의과대학 강의실에서 43명이 참석하여 창립총회를 개최하고 이문호 교수를 초대회장, 황기석 교수를 부회장으로 선출하였다.



초창기 대한핵의학회.
(왼쪽부터 김석근, 김정진, 이문호, 안승봉, 이승택, 권오영, 이장규, 김동집, 고창순)

핵의학 지식 습득 및 확산: 강습회 및 해외연수

1961년 12월 4일부터 4주간 원자력원 주관으로 제1회 방사성동위원소 취급훈련(의학)이 방사성동위원소진료실에서 열렸으며 전공의 고창순이 강사로 나섰다. 이후 회를 거듭하여 개최되었으며 제4회 훈련은 1964년 8월 10일부터 4주간 방사선의학연구소에서 개최되었다.

1962

이문호 교수 삼일문화상 수상

1962년 3월 1일 이문호 교수가 우리나라에서 원자력을 의학적으로 이용하는데 기여한 업적을 인정받아 삼일문화상을 수상하였다.

1965

고창순 교수 외국연수

1965년 고창순 교수(당시 방사선의학연구소 연구관 겸 서울대학교 외래교수)가 필리핀에서 열린 IAEA의 아시아대양주 regional training course에 참석하였고 2주 후 방일하여 일본 방사선의학종합연구소에서 10개월간 연구하였다. 국제원자력기구(IAEA) 장학생으로 이장규, 오인혁도 독일에서 연수하였다.



1966

우리나라 최초 핵의학 국제학술회의 개최

1966년 10월 18~22일 서울의대에서 우리나라 최초의 국제 핵의학 학술회의인 International Nuclear Medicine Symposium을 개최하였다. Dr. Born, Marcial, Wagner, Ter-Pogossian, Bruner 등 세계적인 석학들이 참석하였고 일본에서 Nagai와 Iio 박사가 연수 중이던 고창순 교수의 초청으로 같이 참석하였다.

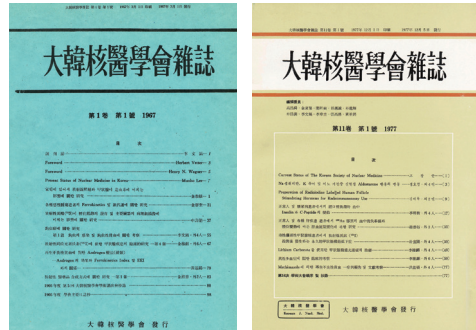


1966년 국제 심포지움 개최 후
(왼쪽부터 박창윤, Ter-Pogossian, Born, Bruner, Wagner, 이문호, Marcial, Nagai, 안치열, 문석현, 이장규)

1967

대한핵의학회지 창간

1967년 3월 1일, 대한핵의학회의 공식 학술지인 「대한핵의학회잡지」가 창간되었다. 회장인 이문호 교수가 창간사를 첫 페이지에 실었고, 국제원자력기구 부회장 Vettor와 존스홉킨스 의학연구소 부교수였던 Wagner가 축사를 기고하였다.



초창기 대한핵의학회 잡지

1969

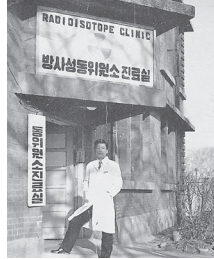
고창순 교수 방사성동위원소진료실장 취임

1969년 8월 고창순 교수가 방사선의학연구소(지금의 원자력의학원)로부터 서울대학교로 옮겨 제2대 방사성동위원소진료실장으로 취임하였고, 이장규 교수가 방사선의학연구소 소장으로서 이임하였다.

1969

감마카메라 도입

첫 감마카메라인 Pho-Gamma II가 도입되었다. 이를 이용하여 영상의 해상력 향상은 물론 정적영상진단에서 동적영상진단으로 발전하는 계기가 되었다. 이 때 영상 촬영요원 김일섭과 임상병리사로는 최초로 서일택이 근무를 시작하였다.



(좌) 감마카메라 도입 기념식
(우) 1969년 방사성동위원소진료실 앞에서 서일택

핵의학 학생강의, 화요세미나 및 동원회 시작

1969년부터 진단방사선과 및 내과 강의 시간에 2~4시간의 핵의학강의가 시작되었고, 1972년에는 여러 블록강의가 개설되면서 핵의학 강의도 포함되었다. 동위원소진료실 내부적으로는 고창순 교수가 1970년 화요세미나를 시작하여 최신연구와 임상응용지견을 교환하였다.

1970

동원회 형성

방사성동위원소진료실을 바탕으로 이문호, 고창순 교수의 제자로 구성된 동원회 그룹이 형성되어 많은 이들이 진료실에서 연구와 진료에 매진하였다. 동원회 그룹은 신장학, 혈액학, 내분비학, 감염학, 류마티스학 등 새로운 내과 분과의 개척에 중요한 기여를 하였고 핵의학 전공 인력 육성에도 큰 역할을 담당하였다.

1971

핵의학 체외검사 시작

1971년 새로운 시료자동처리기와 섬광계수기 등이 도입되면서 핵의학 검체검사법이 임상에 사용되기 시작하였다. 체외검사가 본격화되며 방사면역측정법 연구가 고창순 교수 주도로 시작되었으며 이흥규 등이 이에 기여하였다. 1974년, 상업용 키트를 사용한 T4 측정이 시작되었고, 호르몬을 비롯한 혈액내 미량물질을 정량하게 되었다.

1972

국제원자력기구 지역협력협약(RCA)

1972년 처음 국제원자력기구(IAEA)의 RCA가 발효되어 시작되었다. 고창순 교수는 1984~1986년 이 프로그램의 일환으로 국내 15개 기관이 참여한 외부정도관리 연구를 수행하였고 1989년부터 이 프로젝트의 regional center coordinator로 아시아 지역 정도관리 사업을 주도하였다.

1974

상업용 방사면역측정키트를 이용한 측정 시작

혈액 중 T4 측정은 1970년대 초부터 임상검사로 정착되어 있었으나 1974년 상업용 키트를 사용한 T4 측정이 시작되어 검사가 본격화되었고, 호르몬을 비롯한 혈액내 미량물질을 정량하게 되었다.



1975년 동위원소진료실의 검체검사실

군 원자의학요원 제도 도입

1974년 국방부 군의병과 세부특기로 「원자의학」 분야가 신설되었다. 이명철이 처음으로 원자의학 요원 자격으로 내과에 입국하였고, 이후 1975년 홍기석, 1976년 김명덕 그리고 1978년 정준기 등이 이와 같이 내과에 입국하여 핵의학 전공의의 전신이 되었다.

1975

이문호 교수 학술원상 수상

1975년 9월 16일 이문호 교수가 방사성동위원소를 이용한 혈액학 연구로 학술원 자연과학 부문 저작상을 수상하였다.



1975년 9월 학술원 저작상 수상

1976

우리나라 최초 갑상선흡인세포진단법 개발 및 도입

1976년 2월 이문호, 고창순 교수 지도 하에 홍기석, 정준기, 유명희, 이명식 등이 흡인세포진단을 시작하였다. 이를 바탕으로 병리과와 함께 갑상선 세미나를 정기적으로 열었고 그 결과를 책으로 발간하기도 하였다.

1978

서울대학교병원 핵의학과 개설

1978년 7월 15일 「서울대학교병원 설치령」에 따라 서울대학교병원이 개원하였고 동시에 방사성동위원소진료실도 제2진료부 핵의학과로 승격되었다. 초대 과장 고창순, 의무장 김병국, 기사장 서일택이 임명되었다.

1979

서울대학교병원 신축 본관 이전 및 신규장비 도입

1979년 서울대학교병원 본관이 신축되어 이전하면서 이를 계기로 각종 장비들을 도입하였다. 자동감마계수기, 자동액체섬광계수기, 컴퓨터 결과처리기, 냉동기, 저온 실험실 등이 확보되면서 방사면역측정법의 확대, 검사의 정확성과 효율성 증대를 이룰 수 있었다. Sigma ON 410, ON 420 감마카메라와 PDP 11 컴퓨터 도입으로 간담도스캔, 심장스캔, 신장스캔 등과 같은 영상검사에 동적검사가 본격화되었고 영상의 정량화도 가능해져 기능측정에 있어서 진일보를 이루게 되었다. 또한 이때부터 $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ 발생기를 정기적으로 도입하기 시작하여, 필요에 따라 언제나 검사를 시행할 수 있게 되었다.

1980

수탁검사 제도 시행

1980년 국내에서 최초로 방사면역측정검사에 대한 수탁검사 제도를 시행하여 전국 각 병원으로부터 의뢰해온 검사를 신속히 처리하였다.

초빙교수 제도 시행

1980년 구미각국의 발전된 핵의학의 최신지견을 본 병원에 이식시키고자 초빙교수제도를 신설하였다. 미국 시카고 Michael Reese 병원의 여용연 교수 초청을 시작으로 하였고 그 후 김의신, 백창흠, Gambhir 교수 등을 초빙하여 핵의학 전반에 대한 자문을 받고 기술을 습득하였다.

고용량 방사성요오드 치료 정착

1980년 신축병원에 방사성요오드 치료용 병실을 확보하여 갑상선 전이암 환자를 대상으로 고용량 방사성요오드 치료가 정착되었다.

조보연 교수 핵의학과장 취임

1980년 조보연 교수가 제2대 핵의학과장으로 취임하였다. 1982년까지 과장직을 수행하였으며, 고창순 교수가 과장직을 재수행한 이후 다시 1986년부터 1990년까지 한 차례 더 과장직을 역임하였다.

1981

핵의학전공교수 발령

1981년 핵의학을 전공으로 하는 교수로는 처음으로 이명철 교수가 전임강사로 발령을 받았다. 이후 1985년에 정준기 교수, 1990년에 이동수 교수가 핵의학전공 교수로 발령을 받았다.



1982

우리나라 최초 핵의학 교과서 『임상핵의학』 발간

1982년 11월 9일, 이문호 교수의 회갑을 기념하여 우리 나라 최초의 핵의학 교과서인 『임상핵의학』을 제작, 발간하였다. 이명철 전임강사가 편집실무팀장으로 제작을 주도하였으며 방사성동위원소진료실 동문들이 중심적 역할을 수행하였다.



핵의학 기초연구 인력기반 확충

1982년 방사약학에 대한 진료 및 연구 필요에 부응하여 방사약학 전공자인 정재민을 연구조교로 발령하였다. 이후 정재민은 1993년 의공학 전공자인 곽철은과 함께 전임강사로 발령 받아 방사약학 전공 첫 교수가 되었다.

1983

핵의학 전임의 제도 도입

1983년 핵의학 전임의(fellow) 제도가 도입되어 3월 첫 전임의로 박형근이 발령 받았다. 1984년 박성기, 1985년 박석건, 1986년 범희승, 임상무 등, 이후 매년 1~4명의 전임의가 핵의학 관련 연수를 받아 각 대학병원 및 우수 병원의 핵의학과로 진출하였다.

1984

갑상선 질환에서 면역학적 병인 연구

1984년 TSH 수용체항체 검사를 시행하였고, 1986년 미국 하버드대 연수 후 귀국한 조보연 교수는 각종 갑상선 질환에서의 TSH 수용체항체의 의의, Graves 병 환자에서 갑상선절제술 후의 TSH 결합억제 면역글로불린 변화 등에 대한 논문을 발표하였다. 1989년 서양인과 달리 한국과 일본에는 ‘차단형 항체’가 많다는 사실을 유럽내분비학회에 발표하였으며 1995년에는 갑상선항진증을 일으키는 자가항체의 개인차를 세계 최초로 규명, 세계갑상선학회에서 발표하였다.

제3차 아시아대양주핵의학회 서울 개최

1984년 8월 27~31일 제3차 아시아대양주핵의학회가 25개국 700여 명이 참석한 가운데 서울에서 성황리에 거행되었다. 이문호 교수가 조직위원장으로, 고창순 교수가 사무총장으로, 이명철 교수가 총무로서 활동하였고 아시아대양주 지역에서 대한핵의학회의 위치를 공고히 하는 계기가 되었다. 이 학회에는 노벨의학상 수상자인 Yalow를 비롯하여 Wagner, Ueda 등 세계 각국의 저명한 학자가 참석하였다.



아시아대양주 핵의학회 개막식에서 개회사를 하는 이문호 교수와 사회를 보는 최강원 교수

1985

소아핵의학검사실 설치

1985년 소아핵의학검사실이 설치되어 어린이에 대한 핵의학검사 지원이 강화되었으며 명실공히 종합임상과로 자리 잡았다.

한국방사성동위원소협회 설립

1985년 5월 30일 방사성동위원소 이용 조성, 안전 증진 및 산업 발전에 기여하기 위하여 「한국방사성동위원소협회」가 설립되었다. 고창순 교수가 설립 준비단계에서부터 주도적인 역할을 하여 초대 부회장과 1991~2001년 회장을 역임하였다.

1986

고창순 교수 병원운영 기여

1986년 고창순 교수가 제1진료부원장에 임명되어 병원을 위하여 활동하였다. 이에 따라 조보연 교수가 제2대 핵의학과 과장으로 임명되었다.

SPECT 시작

1986년 6월 1일 핵의학검사법의 획기적인 전환인 SPECT용 감마카메라로 ZLC-75 Rota가 도입되었고, 이를 이용한 뇌와 심장 단층촬영이 시작되었다.



ZLC-75 Rota

항체를 이용한 중앙핵의학 연구

1986년 정준기, 정재민 교수에 의하여 단일클론항체를 이용한 중앙진단 및 영상화 연구가 시작되었다.

내부정도관리업무 정례화

1986년 핵의학 검사의 질적인 수준의 유지와 향상을 위하여 정도관리업무를 정례화 하였다. 영상진단 정도관리를 위해 매일 감마카메라 점검과 방사성의약품 제조 후 방사크로마토그래피를 시행하였고, 체외검사 방사면역측정의 내부정도관리 절차를 확립하였다.



1987

제1차 과 workshop 시행

1987년 4월 18~19일 교수, 전공의를 포함한 전 구성원이 수원 '내일을 위한 집'에서 제1차 과 workshop을 시행하였다. 이후 매년 1회씩 개최하여 단결과 인화를 추구하였으며 과내 직종에 구애 받지 않는 단합과 친절봉사 정신을 함양하였다. 이후 다른 과에서도 이를 벤치마킹하여 워크숍을 진행하는 경우가 많았다.

외부 정도관리 확립

1987년 방사면역 측정법 정도관리를 위해 국제원자력기구(IAEA)와 대한핵의학회에서 공동으로 개최한 방사면역측정법의 data processing course을 주관하였다. 전국의 의료기사를 대상으로 각 검사의 정도관리 전산화를 교육하여 시작하였고 이후 국제원자력기구의 지정기관으로 국내병원 뿐 아니라 아시아 각국의 갑상선호르몬 정도관리를 담당하는 센터로서 역할을 수행하였다.

1988

국제학회 연제 발표 증가

1988년 정준기 교수가 국내에서 이루어진 연구를 미국핵의학회(SNM)에서 처음으로 구연 발표하였다. 미국핵의학회 연제 발표는 1990년대 후반부터 기하급수적으로 늘었으며 2000년대 이후 SNM 발표 연제 수에서 우리나라가 4~5위를 차지하는 데 서울대학교가 중추적 역할을 하였다.

국제학술지 논문발표 활성화

1980년대 두 편에 불과했던 SCI 논문 편수는 1990년대에 들어서부터 급격히 증가하기 시작하였다. 1988년 이명철 교수의 논문이 J Nucl Med에 게재된 것을 비롯해, 정준기, 이동수 교수 등의 논문이 미국핵의학회의 우수논문상을 받았다.

1990

원전지역주민역학조사단 활동 시작

1990년 4월 19일 고창순 교수를 단장으로 하는 원전지역주민역학조사단이 발족하여 원자력발전소 지역 주민들에 대한 기초조사를 시작하였다. 1992년부터는 이명철 교수가 단장, 정준기 교수가 총괄반장으로 조사단 활동을 주도하였다.

기초연구기반 확충

1990년 이명철 교수를 책임연구자로 하여 '방사성동위원소응용물질장려연구센터'로 한국과학재단(현 한국연구재단)의 과학연구센터(Science Research Center, SRC)로 지정받았으며 1994년에는 '동위원소응용물질개발연구센터'로 공학연구센터(Electronic Research Center, ERC)를 수주하여 국내의 핵의학관련 연구자의 대부분이 참여한 대규모 연구를 진행하였다. 이를 계기로 실험실 연구 기반을 확충해 나갈 수 있었다.

이명철 교수 핵의학과장 발령

1990년 이명철 교수가 조보연 교수의 후임으로 세 번째 핵의학과장으로 발령받았다. 이에 따라 정준기 교수가 의무장으로 임명되었고 이동수 교수가 신입 교수로 발령받았다.

1991

동원회 교수 학내외 발전 기여

이정상 교수가 1991년 임상의학연구소장직을 수행한 후 1998년 제24대 의과대학 학장에 선임되었다. 조보연 교수가 1996년 임상의학연구소장, 김병국 교수가 1999년 제주외과대학교 학장, 김성권 교수가 2001년 서울대학교병원 부원장으로 임명되는 등 학내외 및 병원 발전에 기여하였다.

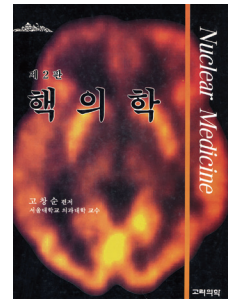
보라매병원 핵의학실 개설

1991년 10월 1일 보라매병원에 핵의학실이 개설되었다. 본원에서 전보된 기사가 각종 호르몬검사 등 핵의학 검체검사를 실시하였다.

1992

핵의학교과서 『핵의학』 발간

1992년 4월 20일 고창순 교수의 회갑에 맞추어 이명철, 정준기 교수가 실무를 맡아 새로운 교과서 『핵의학』 제1판을 발간하였다. 이후 1997년 8월 고창순 교수의 퇴임에 맞추어 제2판이 발간되었다.



1993

핵의학 독립진료과목 개설허가

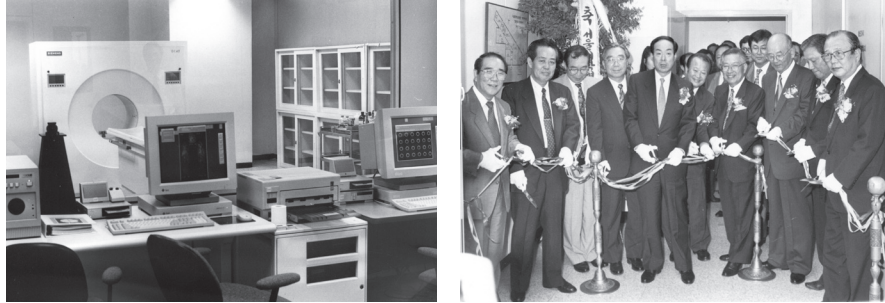
1993년 3월 3일, 대한핵의학회 이사장을 맡은 이명철 교수의 주도적 노력으로 보건사회부령 901호로 「핵의학과」가 새로운 진료과목으로 추가되어 종합병원에서 독립된 진료과목으로 핵의학과를 설치할 수 있게 되었다.

다중헤드 SPECT 카메라 도입

1993년 7월 31일 SPECT를 위한 다중헤드감마카메라 2대(Dual 및 Triple head SPECT 각각 1대)와 전신촬영용 이중헤드감마카메라(Body Scanner)를 도입 설치하였다. 이에 따라 뇌, 심근, 뼈, 신장 SPECT 등을 원활하게 시행하게 되었다.

1994 국내 최초 양전자단층촬영기(PET) 설치

1994년 6월 15일, 고창순, 이명철, 정준기 교수가 10여 년간 노력한 끝에 인체 내 생화학적 변화를 영상화할 수 있는 PET을 우리나라 최초로 설치하여 핵의학 영상검사의 새 장을 열었다. Siemens사의 ECAT EXACT47 장비가 도입되었으며, 이를 기념하여 PET센터 개소식과 함께 국제심포지움을 거행하였다.



(좌) ECAT EXACT47 (우) PET 센터 개소식. 고창순 교수, 이순형 학장, 한만청 원장 등

국제원자력기구 지역훈련과정 유치

1994년 9월 5~16일 고창순 교수를 책임자로 하고 핵의학과 교수들이 교육자로 참여한 IAEA 지역훈련과정(RTC)이 성황리에 개최되었다. 그 후 1996년 8월, 1999년 7월, 2009년 11월 등에도 이러한 지역훈련과정을 개최하였고, 정준기 교수 등이 강사진으로 참여하였다.

핵의학과 LAN 개설

1994년 네트워크(LAN)를 가설하여 병원 내 여러 곳에 흩어져 있는 핵의학과 워크스테이션과 PC를 한데 연결하였으며, 이를 통해 영상과 데이터를 전송하고 공유하도록 운영함으로써 영상 판독을 포함한 환자진료의 효율성을 향상시켰다. 이는 서울대학교병원 진료과 가운데 최초 설치였다.

1995 핵의학전문의 제도 신설

1986년 7월 대한핵의학회의 임시 이사회에서 핵의학 전문의 제도 설립에 대하여 최초로 논의한 후 10여년 만인 1995년 1월 28일, 핵의학전문의 제도가 신설되었다. 이명철 대한핵의학회 이사장이 추진위원장, 정준기 교수와 김종순 동문 등이 실무책임자로서 크게 기여하였다.

제39회 전문의 자격시험 최종 결과표

과목	응시원자	1차합격률 (%)	최종합격자	최종합격률 (%)	서울대학교
총 계	2,987	58.4	1,743	58.4	891
내과	454	29.9	136	30.0	67
외과	222	78.1	174	78.4	78
수업외과	220	87.8	201	91.4	87
상부외과	228	96.5	213	92.7	93
흉심외과	108	91.0	97	89.8	48
장원외과	181	96.6	188	104.0	97
신경외과	124	100.0	130	105.0	67
흉부외과	54	100.0	54	100.0	10
정형외과	66	73.8	50	75.8	25
안과	107	82.9	88	81.7	41
이비인후과	120	98.2	111	92.5	55
피부과	87	100.0	87	100.0	45
비뇨기과	88	93.5	74	84.1	41
진단영상의학과	160	88.4	140	87.5	75
진료영상의학과	18	88.9	16	88.9	10
마취과	155	88.0	149	96.1	75
영상의학과	47	93.6	44	93.6	22
재활의학과	45	100.0	45	100.0	22
중환자과	6	100.0	6	100.0	3
임상신장내과	41	97.6	40	97.6	20
희망의학과	29	100.0	29	100.0	15
예방의학과	27	96.3	26	96.3	13
가정의학과	136	88.0	120	88.0	60
신경안과	150	88.4	134	89.3	67
영상영상의학과	72	100.0	71	98.6	36

제39회 전문의 자격시험

25개 과목 총 2천 6백 75명 최종합격

산업·핵의학 전문의 첫 배출

핵의학 전문의 첫 배출을 보도한 1996년 2월 5일자 병원신문

1995

핵의학과 첫 비전 선정

1995년 과 구성원들의 의견을 모아 “친절한 진료, 앞서가는 연구, 화목한 생활”을 과의 첫 비전으로 선정하였다.

의료용 사이클로트론 설치

1995년 2월 2일 13 MeV의 의료용 사이클로트론(Cyclotron)을 본관 지하층에 설치하였고 가동식을 가졌다.

1996

최초 핵의학 전공의 입국

1996년 3월 1일 핵의학 전문의 제도 시행 이후 첫 핵의학 전공의로 김석기가 선발되어 입국하였다. 그 후 1997년 천기정, 1998년 김유경이 각각 2기, 3기 전공의로 입국하였다. 이후 2003년부터 분당서울대학교병원과 모자병원 협약체결을 통해 전공의 선발이 2명으로 늘어났고, 2005년 국립암센터가 참여하여 선발정원 3명, 2013년 보라매병원 참여로 선발 정원 4명이 되었다.

정준기 교수 핵의학과장 발령

1996년 5월 1일 이명철 교수가 연구부학장으로 임명됨에 따라 정준기 교수가 서울대학교병원 핵의학과장으로 발령받았다. 이명철 교수는 1998년 교무부학장으로 임명되어 이정상 학장과 함께 대학발전에 많은 기여를 하였다.

Korea Night 시작

1996년 교토 아시아대양주핵의학학회에서 이명철 교수의 제안으로 우리나라 핵의학회의 주요 인사들이 학회에 참석한 주요 국제인사들을 초청하여 교류하는 행사를 가졌다. 이러한 행사는 국제적으로 인적 교류를 확대하는 매우 유용한 기회였고, 이후 미국핵의학회, 유럽핵의학회 등의 국제학회에서 지속적으로 Korea Night를 개최하게 되었다.

1997

방사선의학연구소 설립

1997년 3월 1일 방사선의학 연구의 확대와 필요성의 증대에 따라 핵의학과, 진단방사선과, 치료방사선과 등이 협력하여 서울대학교 의학연구원 내에 방사선의학연구소가 설립되었다. 초대 연구소장에는 치료방사선과 박찬일 교수가 선임되었다.

1997

핵의학교실 설립 및 대학원 과정 개설

1997년 4월 10일, 숙원이었던 서울대학교 의과대학 핵의학교실이 설립되었고 초대 주임교수로 이명철 교수가 발령받았다. 교실 설립에 따라 핵의학 대학원 과정이 개설되었으며 첫 핵의학교실 대학원생으로 박사과정 김상은, 석사과정 여정석이 입학하였다.

가정의학 핵의학 教室 신설
서울대, 內科서 100개 教室를 늘려
가정·핵의학 敎室新設
서울대학교 의과대학 핵의학과는 1997년 4월 10일, 초대 주임교수인 이명철 교수를 맞아 100개 교실을 늘리는 쾌거를 이룩했다. 이명철 교수는 "가정·핵의학 敎室新設"을 기점으로 핵의학 대학원 과정도 개설될 예정이다. 이명철 교수는 "가정·핵의학 敎室新設"을 기점으로 핵의학 대학원 과정도 개설될 예정이다.



1998

의과대학 학부 핵의학 교과목 개설

1998년 3월 의과대학 학부 3학년에 핵의학 교과목(1학점)이 개설되었고, 16시간 강의와 2일의 실습시간이 배정되었다. 이후 약간의 변천을 거쳐 2018년 적용 교과과정부터는 핵의학이 4학년 과정으로 변경되어 2019학년도 4학년부터 적용되었다.

한중 핵의학회 창립

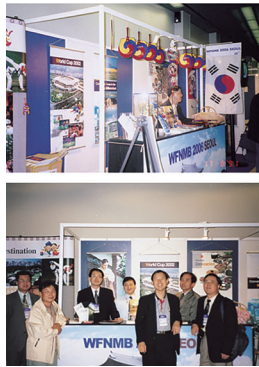
1998년 10월 8~10일 이명철, 정준기 교수의 주도로 중국 북경에서 제1회 한중핵의학회를 개최하였다. 2000년, 우리나라에서 열린 2차 대회에서 일본도 참여를 결정하였고, 한중일 핵의학회로 확대되어 2002년 중국 다롄에서 첫 한중일 핵의학회를 개최하였다.



제1차 한중핵의학회

2000

제9차 세계핵의학학회 서울 유치 및 이명철 교수 차기 회장 선출



2000년 9월 6일 파리에서 열린 세계핵의학학회(WFNMB) 총회에서 우리나라가 2006년 제9차 세계핵의학회를 유치하게 되었다. 이와 더불어 세계핵의학회 차기 회장에 이명철 교수가 선출되었고, 사무총장에 정준기 교수가 임명되었다.

연구교수제도 시행

핵의학과 연구역량을 증진하고 국제적인 연구기관으로서 자리매김하기 위해 우수인력들을 연구교수로 영입하였다. 2000년 김재진 박사가 연구조교수로 발령 받은 것을 시작으로 이후 강주현, 강은주, 김순학, 이운상, 김상희, 윤혜원, 황도원 박사 등이 연구교수로 임용되었다.

첫 서울대학교 핵의학 박사 탄생

김상은이 서울대학교 핵의학교실에서 첫 박사학위를 받았다(지도교수 이명철).

2001

아시아지역핵의학협력기구 발족

2001년 2월 9일 우리나라 주도로 아시아 지역의 핵의학 발전과 상호협력을 증진하기 위하여 아시아지역핵의학협력기구(ARCCNM; Asian Regional Cooperative Council for Nuclear Medicine)를 발족시켰다. 한국을 포함한 아시아 7개국이 설립 회원국으로 참여하였으며, 초대의장으로 이명철 교수가 선출되었다. 2003년 정준기 교수가 의장이 되어 ARCCNM 산하에 Asian School of Nuclear Medicine (ASNМ)을 설립하여 각국의 핵의학교육을 지원하였고, 범희승 동문이 뒤이어 의장으로 활동하였다.

이동수 교수 Nature 논문 게재

2001년 이동수 교수가 서울의대 최초로 국내 수행 연구 논문인 「인공와우 이식 난청환자 뇌의 교차가소성(Cross-modal plasticity and cochlear implants)」을 Nature지에 게재하였다. 핵의학과 학문적 우수성을 알리는 계기가 되었다.

핵의학과 영상 PACS 시작

2001년 5월 진단방사선 영상과 함께 핵의학 영상 PACS 서비스를 시작하여 영상 디지털화의 첫 발걸음을 떼었다. 그동안 필름/사진과 병용 후 2005년 필름을 사용하지 않는 전면 PACS를 실시하였다.

2002

방사선응용생명과학 협동과정 개설

2002년 9월 26일 방사선 의학분야의 연구 활성화를 위하여 의과대학원에 방사선응용생명과학 협동과정 전공이 개설되었다. 초대 주임교수로 이명철 교수가, 제2대 주임교수로 정준기 교수가 임명되었다.

한국 PET협의회 창립

2002년 11월 27일, PET의 보급 활성화를 위하여 한국 PET협의회가 발족되었다. 정준기 교수가 초대 회장으로, 이명철 교수가 기획심의위원회 위원장으로 선임되었다. 2008년 이동수 교수가 제2대 회장직을 맡았다.

분자영상의학회 창립

2002년 12월 10일 서울대학교병원 임상 제2강의실에서 핵의학, 진단방사선학, 분자생물학 등의 여러 연구자들이 참여하는 학술대회 및 창립총회를 갖고 분자영상의학회가 창립되었다. 고창순 교수가 고문으로 학회 설립부터 기여하였고 제2대 회장에 정준기 교수가 선출되었다.



2003

이동수 교수 화이자의학상 수상



2003년 4월 2일 이동수가 교수가 그간의 탁월한 연구 업적을 인정받아 대한의학회 화이자의학상을 수상하였다.

분당 서울대학교병원 핵의학과 개설

2003년 5월 1일, 분당서울대학교 개원과 더불어 핵의학과가 개설되었고, 의무장으로 이원우 교수가 임명되었다. 같은 해 10월 1일 김상은 교수가 과장으로 발령 받았고, 2017년 7월 1일, 이원우 교수가 제2대 과장으로 발령 받았다.

2003

서울대학교병원 첫 PET/CT 도입

2003년 10월 1일 서울대학교병원의 첫 PET/CT로 Philips 사의 Gemini 장비가 도입되어 융합영상 시대를 열게 되었다. 같은 시기에 서울대학교병원 강남센터에도 건강검진용 영상 장비로 PET/CT가 도입되었는데, 이 장비는 2012년 폐기되어 강남센터의 별도 장비운용은 중단되었다.

사단법인 원자력응용의학진흥협회 창립

2003년 10월 14일 원자력응용의학 연구와 그에 관한 학술발전 및 보급에 기여하기 위하여 과기부 관리 사단법인으로 원자력응용의학진흥협회가 발족되었다. 이명철 교수가 초대 회장으로 선임되었다.

2004

이문호 교수 타계

2004년 12월 5일 서울대학교는 물론 우리나라 핵의학의 태두인 이문호 교수가 타계하였다. 2006년 10월 15일, 이문호 교수를 추모하여 청봉사랑기념관이 경기도 광주시 도척면에 개관하였고, 2014년 12월 5일에는 10주기 추모도록집을 발간하였다.

2005

핵의학 기초연구 교수 확충

2005년 핵의학 물리학 전공의 이재성 교수가 발령을 받았다. 2008년 생물학 및 분자영상학 윤혜원, 방사약학 이운상 교수, 이후 분당병원 방사약학 이병철 교수 등이 발령을 받아 핵의학 기초연구 담당 교수진이 꾸준히 확충되었다.

「국제원자력기구(IAEA) 핵의학분자영상 협력센터」 지정

2005년 5월 24일 그동안의 연구업적과 국제적인 협력 활동을 국제적으로도 인정받아 세계 유일의 IAEA 핵의학 분자영상 협력센터로 지정되었고 정준기 교수가 센터장에 임명되었다. 이를 통해서 외국 핵의학자들을 교육하고 공동 연구를 더욱 활발히 진행될 수 있는 토대가 마련하였다.



국제원자력기구 국제협력센터 현판식.
(왼쪽부터 고창순, 정준기, 성상철, 돈디, 사사키, 최석식, 이호인, 왕규창, 이명철)

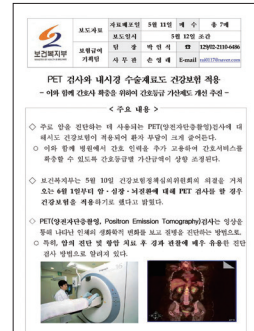
2006

PET 건강보험 적용

2006년 6월 1일 FDG PET이 건강보험의 적용을 받게 되었으며, 여기에 1998~2008년 대한핵의학회 보험이사, 2006~2012년 대한핵의학회 보험이사로 활동한 이동수 교수가 크게 기여하였다. 이로 인해 보다 많은 국민들이 PET을 쉽게 이용할 수 있게 되었고 PET 확산에 큰 계기가 되었다.

이동수 주임교수/과장 취임

2006년 이동수 교수가 핵의학과장 겸 주임교수로 취임하였다.



고창순 교수 흉상 제막



2006년 우리나라 핵의학의 태동기부터 독립, 도약, 발전을 이루기까지의 수많은 업적과 헌신을 기려 고창순 교수의 흉상을 홍기석 동문의 도움으로 제작하였고, 9월 12일 이를 서울대학교병원 핵의학과 회의실에 세우고 제막식을 거행하였다.

아시아분자영상협의회(FASMI) 설립

2006년 분자영상 분야의 발전과 연구 촉진을 위하여 아시아분자영상협의회(Federation of Asian Societies of Molecular Imaging)가 창립되었다. 정준기 교수가 2009년 10월 제2대 의장으로 선임되었다.

세계핵의학학회(WFNMB) 서울 개최

2006년 10월 22~27일 세계핵의학학회 이명철 회장과 정준기 사무총장의 주도로 제9차 세계핵의학학회 학술대회가 6일간 서울 코엑스에서 개최되었다. Henry Wagner 등 주요 해외 핵의학자와 아시아-오세아니아, 유럽, 미국, 중남미, 아프리카의 세계 주요 5개 지역협회 대표자가 참석하였으며 일본 230명, 미국 90명, 중국 77명 등 전세계 75개국으로부터 1,700여 명의 외국인들과 1,800여 명의 국내인사들이 참여하여 성황을 이루었다.



2007

원자력의학포럼 설립

2007년 이명철 교수의 주도로 원자력의학진흥정책 및 연구개발 전략의 발굴, 고급정보 교류, 홍보활동 등을 위해 원자력의학포럼이 결성되었다. 2009년 12월 제2대 회장으로 정준기 교수가 선임되었다.

2008

핵의학과 새 비전 선정

2008년 3월 과 구성원들로부터 새로운 과 비전을 공모하여 『화합과 협력, 창의와 도전, 글로벌 리더십』을 과의 새로운 비전으로 선정하였다.

국가지정연구실(NRL) 지정

2008년 5월 정재민 교수를 책임자로 하여 이재성, 김유경, 이윤상 교수 등이 참여한 “뇌 가소성 연구센터”가 국가지정연구실로 지정되었다.

분당서울대학교병원 권역별 사이클로트론센터 개소



2008년 5월 9일 분당서울대학교병원 내에 국산 사이클로트론(KOTRON 13)을 설치하고 개소식을 가졌다.

제6차 세계동위원소대회(ICI) 서울 개최

2008년 5월 12~16일 이명철 교수가 조직 위원장으로 활동한 제6차 세계동위원소대회가 40여 개국 1,000여명의 동위원소관련 전문가들이 참여한 가운데 역대 최대 규모로 성대하게 진행되었다. 이 대회를 계기로 세계동위원소기구(World Council on Isotopes)가 설립되었고, 이듬해인 2009년 6월 17일 미국 시카고에서 개최된 제2차 세계동위원소기구 대회에서 이명철 교수가 부회장 겸 차기회장으로 선출되었다.



2008

보라매병원 핵의학과 개설

2008년 6월 핵의학검사실만 있던 보라매병원에 핵의학과가 개설되어 영상검사를 포함한 진료를 개시하였다. 초대 과장으로 이호영 교수가 발령받았다. 2012년 이호영 교수가 분당병원으로 이임하고 김유경 교수가 보라매병원으로 이임하여 제2대 과장으로 발령받았고, 2020년 오소원 교수가 제3대 과장으로 발령받았다.

전공의 국외연수 시작

2008년 전공의들의 연구 의욕을 고취시키고 국제적인 역량을 지닌 인재로 키우기 위해서 전공의 국외 연수 프로그램이 시작되었다. 첫 해에 오소원이 선발되어 독일 Bad Berka Zentral Klinik의 Baum 교수에게 3개월간 연수를 다녀온 것을 시작으로 거의 대부분의 전공의에게 해외연수 기회가 주어졌다.

서울대학교 핵의학동문회 창립

2008년 9월 22일 핵의학교실 독립 및 대학원 과정을 통한 비의사 동문의 증가 등에 따라 동원회와 분리하여 핵의학교실 동문회를 창립하였다. 초대 동문회장으로 김병태 교수가 선출되었고, 이어 2013년 이명철 교수, 2018년 범희승 교수가 동문회장으로 선출되었다.



교과서 『고창순핵의학』 발간

2008년 9월 22일 교실동문회와 같은 자리에서 정준기, 이명철 편저의 핵의학 교과서 발간 기념회를 가졌다. 이전 교과서 『핵의학』을 계승하면서 고창순 교수의 핵의학 발전에 대한 공로를 기리기 위해 『고창순 핵의학 3판』으로 명명하였고 이를 고창순 교수에게 헌정하였다. 이후 2019년 『고창순 핵의학 4판』이 개정 발간되었다.



의생명과학관 사이클로트론 설치

2008년 9월 26일 의생명과학관에 산학협동 모델로 사이클로트론을 설치하고 개소식과 함께 기념 심포지움을 개최하였다.

2009

분당서울대학교병원 및 보라매 병원 PET/CT 도입

2009년 1월 분당서울대학교병원에 첫 PET/CT인 Discovery VCT (GE)가 도입되었고 같은 시기에 보라매병원에 GEMINI TF64 (Philips)가 도입되었다.

정준기 교수 바이엘쉐링임상의학상 수상

2009년 3월 19일 정준기 교수가 핵의학 분야에서의 학문적 업적을 인정받아 제5회 바이엘 쉐링 임상의학상을 수상하였다.



WCU 사업 참여 및 김의신 교수 초빙

2009년 교육과학기술부의 세계수준대학(World Class University) 사업에 참여하여 교실 교수들이 「분자의학 및 바이오제약학과」와 「뇌인지과학과」의 겸직교수가 되었으며, 본 사업의 일환으로 MD Anderson 암센터의 김의신 교수와 위스콘신대학 정무경 교수를 겸직교수로 유치하였다. 김의신 교수는 이후 매년 6개월간 서울대학교병원 핵의학과를 방문하여 전공의 및 국제 펠로우 교육에 기여하였다.

분자영상 연구시설/장비 확충

2006년 이동수 주임교수 주도로 생물발광 영상을 획득하기 위해 IVIS (Xenogen)를 도입하였고 2008년에는 의과대학에 Maestro를 도입하여 광학영상을 효과적으로 얻을 수 있게 되었다. 2009년에는 소동물 전용 PET/CT를 도입하였고 분당서울대학교병원에서는 김상은 과장의 노력으로 소동물 전용 SPECT/CT를 도입하였다. 연건캠퍼스에서는 2011년 의생명과학관으로 장비를 통합 이전하여 분자영상센터를 개소하였다.

분당서울대학교병원 원자력기초공동연구소(BAERI) 지정

2009년 12월 18일 분당서울대학교병원이 교육과학기술부로부터 원자력기초공동연구소(BAERI)로 지정받아 차세대 방사화학, 방사선 나노분자영상 등의 연구를 수행하였다.



2010

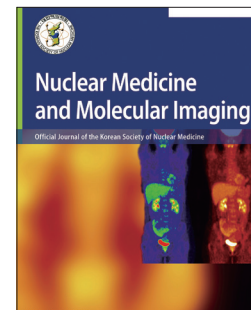
이명철 교수 삼일문화상 수상

2010년 3월 1일에는 이명철 교수가 핵의학 및 관련 분야 연구체계 확립 기여 업적으로 삼일문화상을 수상하였고, 1962년 이문호 교수가 원자력의 의학적 이용 기여 업적으로 수상한 삼일문화상의 역사적 흐름을 계승한 사건이 되었다.



대한핵의학회지 영문화와 『Nuclear Medicine and Molecular Imaging』 명칭 변경

2010년 학술지 국제화의 흐름에 맞추어 정준기 교수가 편집위원장으로 『대한핵의학회지』를 영문으로 발간하기 시작하였고, 이와 함께 명칭도 『Nuclear Medicine and Molecular Imaging』으로 변경되었다. 이후 2014년, 이동수 교수가 편집위원장직을 이어 받아 해외 학자의 편집위원회 참여를 확대하는 등 개편을 시행하였고, 2020년 범희승 동문이 편집위원장이 되었다.



신의료기술평가제도 시행

신의료기술평가제도가 시작되어 새로운 PET 검사가 임상검사로 시행될 수 있는 길이 본격화되었고 이동수 교수가 이에 기여하였다. 2010년 $[^{18}\text{F}]\text{NaF}$ PET과 $[^{11}\text{C}]\text{acetate}$ PET을 시작으로 본원과 분당병원에서 여러 PET 검사에 대한 신의료기술평가를 신청하고 승인받아 임상검사로 도입되도록 하였다.

이명철 교수 핵의학/과학기술 진흥활동

이명철 교수가 한국동위원소협회에서 2001년부터 9년간 부회장직을 수행한 데 이어 2010~2017년 회장직을 맡아 방사성동위원소 이용 과학 및 산업 진흥에 기여하였다. 2016~2019년에는 제8대 한국과학기술한림원 원장직을 수행하며 우리나라 과학기술 진흥에 기여하였다.

ISO 15189 공인메디컬시험기관 KOLAS 인정



2010년 7월 핵의학검사에 대한 KOLAS 인정이 시작되면서 서울대학교 병원, 분당서울대학교병원이 시범인정을 받았고 이듬해인 2011년 11월, 보라매병원이 시범인정을 얻었다. 2015년 5월 서울대학교병원은 본인정도 획득하였다.

2010

방사선색전술, 알파핵종 치료제 등 핵의학치료 확대

2010년 ^{90}Y 표지 microsphere가 의료기기로 허가를 받고 동경맥방사선색전술(TARE)이 신의료기술로 등재되어 핵의학 치료의 영역이 확대되었다. 서울대학교병원은 2009년부터 임상시험 형태로 TARE를 시작하였고 분당병원은 2018년부터 시작하였다. 한편 2014년에는 알파핵종인 ^{223}Ra 을 이용하는 뼈전이치료제인 Xofigo[®]가 식약처 승인을 얻어 임상에서 사용할 수 있게 되었다.

2011

암병원 종양영상센터 개소와 사이클로트론 이전, 신규설치

2011년 서울대학교병원의 암병원이 개원하였다. 센터 형태의 진료 체계에 맞추어 핵의학과도 영상의학과와 함께 종양영상센터를 구성하게 되었다. PET/CT 장비가 모두 암병원 1층(현 지하2층)으로 모두 이전하였고, 신규로 GE사의 사이클로트론이 설치되었다. 기존의 사이클로트론은 가동을 중단하고 1년 이상의 방사능 감쇠 기간을 거쳐 2012년 12월 21~22일에 걸쳐 타 기관으로 양도하였다. 이는 가동 중인 사이클로트론 양도의 국내 첫 사례였다.

분당서울대학교병원 신약개발 연구지원

2011년 분당서울대학교병원에 신약개발 연구지원을 위한 「경기전임상분자영상지원센터」가 김상은 교수를 센터장으로 하여 설립되어 연구자 및 제약사에 영상평가 서비스를 제공하게 되었다. 이를 이어 2014년에는 신약후보물질 평가기술을 제공하는 「신약개발바이오이미징융합기술센터」가 설립되었다.

서울대학교병원 SPECT/CT 최초 도입

2011년 서울대학교병원의 첫 SPECT/CT인 GE사의 NM630이 도입되어 감마영상에서도 새로운 융합영상을 시작하였다.

분당서울대학교병원 ^{11}C 타겟 개발 및 ^{11}C 표지 방사성의약품 생산

2011년 분당서울대학교병원의 한국형 사이클로트론(KOTRON-13)에 장착 가능한 ^{11}C 타겟을 개발하였고, 이를 이용하여 ^{11}C 표지 방사성의약품 생산을 시작하였다. 방사화학 분야의 이병철 교수가 이에 기여하였다.

2012

이명철 교수 명예퇴임

2012년 2월 이명철 교수가 정년에 앞서 명예퇴임하고 가천대학교 의무부총장 겸 길병원장으로 이임하였다. 이에 따라 천기정 교수가 새로 부임하였다.



2012

별관병동 RI 치료병실 개소

2012년 가정의학과 건물 3층(현 2층)에 유방갑상선암 병동이 신설되었고 이에 따라 4월 18일 방사성동위원소 치료병실도 본관 124병동에서 별관병동으로 이전하여 첫 환자를 치료하였다. 3실 4병상을 갖추었으며, 환자의 증가 대비 또는 보호자가 필요한 어린이 환자 등을 고려한 2병상 1실이 개설되었다.

PET/MRI 도입

2012년 암병원 중앙영상센터 내에 새로운 융합영상장비인 PET/MRI가 설치되었다. 일체형 장비인 Siemens의 mMR이 설치되었으며 영상의학과와 긴밀한 협력 하에 진료 및 연구를 수행하게 되었다.



고창순 교수 타계와 고창순펠로우십

2012년 8월 6일 고창순 명예교수가 지병으로 타계하였다. 이듬해, 협력적 리더십을 강조했던 고창순 교수를 기념하여 개발도상국의 핵의학 전공자들에게 교육기회를 제공하는 「고창순펠로우십」 프로그램을 핵의학과에서 시작하였다. 2019년, 고창순 교수는 대한의학회 명예의 전당에 헌정되었다.

분당서울대학교병원 국내 최초 다투레이스-123주사 SPECT 진료 시작

2012년 김상은, 이병철 교수의 노력으로 분당서울대학교병원에서 국내개발 방사성의약품 신약인 ^{123}I -FP-CIT (다트레이스-123주사) 품목허가를 얻었으며, 이를 이용해 국내 최초로 파킨슨병에 대한 도파민수용체 SPECT 검사를 시작하였다.

2013

보라매병원 RI 치료병실 개소

2013년 1월 보라매병원에 방사성동위원소 치료병실이 최초로 설치되었다.

주요 국제학회 개최

2013년 5월 국제방사성의약품학심포지움(ISRS)이 제주에서 열렸고, 10월 IEEE NSS/MIC 학회가 서울에서, 11월 한중일핵의학회가 제주에서 열렸다. 이후에도 2014년 세계분자영상학회(WMIC)가 서울에서, 2019년 세계테라노스틱스학회(TWC)가 제주에서 열리는 등, 주요 핵의학 국제학술행사가 우리나라에서 개최되었으며 교실 교수들이 여러 형태로 주요한 역할을 수행하였다.

2014

대한방사성의약품학회 창립

2014년 2월 20일 대한방사성의약품학회가 창립되었고 정재민 교수가 초대회장으로 선출되었다. 정재민 교수는 2015년 2월 27일 세계방사성의약품학회(SRS) 차기회장으로도 선출되었다.

김상은 주임교수 발령

2014년 7월 1일 이동수 교수에 이어 김상은 교수가 제4대 핵의학교실 주임교수로, 강건욱 교수가 서울대학교병원 핵의학과장으로 발령받았다. 김상은 교수는 2014년 10월 융합과학기술대학원장직도 같이 맡게 되었다.

FDG PET 건강보험 급여기준 변경

2014년 12월 FDG PET에 대한 건강보험 급여기준이 변경되면서 삭감이 급증하였고 전국적으로 PET 검사량이 이후 수년간 40% 가량 감소하였다. 이후 적지 않은 병원에서 핵의학과를 폐쇄하거나 축소하고 전공의 지원도 줄어드는 아픈 계기가 되었으나, 새로운 진료분야를 모색하는 계기가 되기도 하였다.

보라매병원 시설 리모델링 및 PET 검사실 확장

2014년 보라매병원의 전체적 리모델링과 함께 핵의학과 시설도 리노베이션하고 PET 검사실도 확장되었다.



2015

핵의학기술 산업화 추진

2015년 6월 정재민, 이운상 교수가 개발한 ^{68}Ga -MSA에 대한 기술을 CellBion(주)에 이전하여 산업화를 위한 임상시험을 최초로 시행하였다. 이후 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MSA, $^{68}\text{Ga}/^{177}\text{Lu}$ -PS-MA-GUL 표적영상/치료제도 방사성의약품 개발업체에 기술이전되고 임상시험 등을 통해 공동개발되기 시작하였다. 한편 이재성 교수가 개발한 SiPM PET 기술을 이용해 2016년, PET영상기기 전문업체인 Brightonix Imaging을 창업하여 핵의학기술 산업화의 새로운 계기가 되었다. 분당병원에서도 아밀로이드표적영상제 [^{18}F]SNUBH-NM-333을 식약처 IND를 받아 임상시험을 시행하는 등 산업화를 위한 노력을 경주하였다.

강건욱 주임교수 발령

2015년 3월 이동수 교수가 생명공학공동연구원장을 맡게 되고, 7월 16일 강건욱 교수가 제5대 주임교수로 발령 받았다.

Sheikh Khalifa Specialty Hospital 개원 및 핵의학과 개설

2015년 아랍에미리트의 라스알카이마에 설립된 셰이크칼리파병원(SKSH)을 서울대학교병원이 위탁 운영하게 되면서 핵의학과장으로 장성준 교수가 발령 받아 과를 개설하고 운영하기 시작하였다.

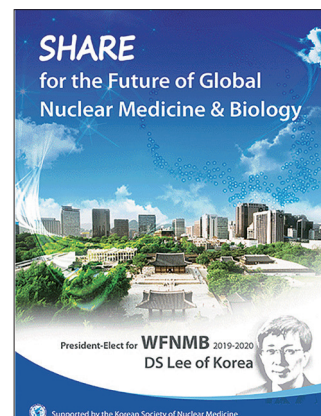
2016

새로운 방사성의약품 품목허가 취득

2016년 서울대학교병원 핵의학과 방사성의약품실에서 [^{18}F]FDG, [^{18}F]NaF, [^{13}N]NH₃에 이어 [^{18}F]DOPA에 대한 품목허가를 취득하였다. 허가품목과 조제실제제 형태로 방사성의약품을 사용하는 체제에서 외부판매가 가능한 품목이 확대되는 추세였으나 이듬해 GMP 시행과 함께 추가적인 병원의 품목허가 취득은 제한되게 되었다.

이동수 교수 세계핵의학회 회장 선출

2016년 11월 바르셀로나에서 열린 세계핵의학회(WF-NMB) 회장선거에서 이동수 교수가 회장으로 선출되었다.



2017

방사성의약품 GMP 시행

우리나라의 의약품실사상호협력기구(PIC/S) 가입에 따라 약품규제가 강화되면서 2017년 방사성의약품에도 의약품제조품질관리기준(GMP)이 적용되었다. 이에 따라 방사성의약품의 생산 및 관리 부담이 급증하였으나 품질관리 수준이 향상되는 계기가 되었다. 서울대학교병원과 분당서울대학교병원은 2017년 GMP 인증을 취득하였다.

핵의학과 의생명연구원 이전

2017년 11월 병원의 시설재배치 계획에 따라 본관 2층 핵의학과 교수실, 행정실, 체외검사실 공간이 수술장 용도로 재배정되면서 핵의학과가 의생명연구원 건물 6층으로 이전하였다.

2018

CZT SPECT 도입

2018년 심장전용 영상장비인 Spectrum Dynamics의 D-SPECT가 도입, 설치되었다. 이는 병원 최초로 도입한 반도체 기반 CZT 감지기를 장착한 장비였다. 분당병원에는 2019년 GE Healthcare NM/CT 870 CZT가 도입되었다.

소아핵의학검사실 통합 이전

2018년 3월 본관 1층 핵의학과와 리노베이션 공사를 거쳐 소아핵의학검사실이 어린이병원 4층(현 3층)에서 이전하여 본관 핵의학검사실과 통합하였다. 병원의 부족한 공간을 감안한 과감한 협력적 조치였으나 긴 동선으로 인하여 어린이 환자들의 불편이 증대되기도 하였다.

정준기 교수 정년퇴임

2018년 8월 정준기 교수가 정년퇴임을 하여 이를 기념하는 국제심포지움을 개최하였다. 최홍윤 교수가 신규로 발령 받았다.



이동수 교수 KOICA 국제협력사업 수행

2018년 이동수 교수는 KOICA로부터 「방글라데시 비전염성질환 치료를 위한 핵의학 기반역량 강화 사업」을 수주받아 수행하기 시작하였다.

2019

분당서울대학교병원, 국립암센터 전공의 분리 선발

전공의에 대한 수련규정 및 관리가 강화됨에 따라 모자병원 협약 관리도 강화되어 분당서울대학교병원과 국립암센터가 각자 별도로 전공의를 선발하게 되었다. 그러나 2019년에는 전국적으로 핵의학전공의 지원자가 급감하여 3개 병원 모두 전공의를 선발하지 못하였고, 2020년에 분당서울대학교병원이 최초로 독자 전공의를 선발하게 되었다.

천기정 교수 핵의학과장 및 주임교수 발령

2019년 4월 천기정 교수가 서울대학교병원 핵의학과장으로 발령 받았고 이어 5월에 제6대 교실 주임교수로 발령 받았다.

¹⁷⁷Lu 치료와 Theranostics 시작

테라노스틱스(theranostics) 개념 확산과 핵의학치료 강화 노력에 따라 ¹⁷⁷Lu SSTR 표적치료에 대한 관심이 증대되었다. 강건욱 교수가 2017년부터 신경내분비종양 환자를 해외 치료센터에 의뢰하여 치료하고 추적관리하는 진료를 시작하였고, 국내 도입 노력 끝에 2019년 10월, 희귀의약품센터를 통한 자가의약품수입 형태로 ¹⁷⁷Lu-DOTATATE 치료를 국내 최초로 서울대학교병원에서 시행하였다.

2020

핵의학과 보건의직 순환보직제 시행

2020년 1월 일반직과 보직자의 경계를 없애고 순환하며 보직을 맡아 업무를 수행하는 순환보직제를 원내 최초로 시행하였다. 이에 따라 기존 보직자 3인이 일반직으로, 보직후보자 3인이 보직자로 발령 받는 인사이동이 시행되었다.

대한핵의학회 발전 기여

2020년 11월 강건욱 교수가 대한핵의학회 차기회장으로 선출되었다. 대한핵의학회는 설립 초기부터 교실 교수들이 크게 기여하여 1961년 이문호 교수가 초대회장을 맡은 이후 고창순 교수가 1975~1985년 이사장, 1988년 회장직을 맡았고, 이명철 교수가 1993~1996년, 정준기 교수가 1999~2002년 이사장직을 맡았다. 이명철 교수는 2006년 실무회장제로 바뀐 이후 첫 회장직을, 이동수 교수, 김상은 교수는 각각 2010년, 2016년 회장직을 수행하였다. 이러한 기여에 따라, 이명철 교수가 2011년 한국핵의학상, 정준기 교수와 이동수 교수가 각각 2014년과 2020년 한국핵의학청봉상을 수상하였다.

2. Summarized History of 60 Years

1) The Radioisotope Clinic and Dong-Won Group (1960~1977)

The Nuclear Medicine of Seoul National University was initiated by the visiting study of the frontier physician scientist Prof. Munho Lee at Freiburg University, Germany. After the Korean War, most of Korean physician scientist chose the United States for learning advanced medicine and medical sciences. However, Prof. Lee visited Freiburg University from 1954 to 1957, to study medical application of radioisotope under supervision of Prof. Ludwig Heilmeyer, and received a doctor degree. From 1926 to 1934, Dr. George Hevesy, a Nobel Prize laureate who first used radioisotopes as tracers for biology, was working at the Freiburg University as a professor. After coming back from Freiburg University, he applied radioiodine to the thyroid disease patients in August 1959, first in Korea.

In late 1950's, the social and academic conditions were also favorable for attempting the new academic field, nuclear medicine. After the World War II, there was worldwide consensus and effort for peaceful use of atomic energy, and International Atomic Energy Agency (IAEA) was founded in 1956. Also in Korea, the Korean Institute of Atomic Energy Research (KAERI) was founded in 1958 based on the special Code on Atomic Energy. In 1960, IAEA provided "Mobile Labs" (a bus equipped with instruments for radioisotope studies) to several institutes including Seoul National University (SNU). Dr. Chang-Soon Koh, a resident at that time, learned about use of radioisotopes from the Mobile Lab. On this background, the "Radioisotope (RI) Clinic" was founded on April 30th, 1960, in Seoul National University Hospital (SNUH), which was the formal beginning of the medical application of radioisotopes in Korea.

The RI Clinic was directed by Prof. Lee and operated mainly by Dr. Koh. In addition, Drs. Jang-Kyu Lee, Seok-Keun Kim, and Su-Sang Kang joined the RI Clinic and worked actively for settlement of practice and research. In the RI Clinic, Korean modern thyroidology and hematololgy were initiated by efforts of these young physician scientists. In 1961, the Atomic Energy Council of the United States donated instruments for radioisotope studies (scintiscanner, scintillation counter, surveymeter, etc.) to 6 national institutes of Korea including SNUH, which prompted rapid development of nuclear medicine in Korea. In 1961, nuclear



medicine practices such as ^{198}Au colloid liver scan and ^{131}I thyroid scan were performed in the RI Clinic. These practices were at the state of art technology at that time, 11 years before world first CT scanner was introduced. Prof. Lee awarded the third Samil Culture Award in 1962, for his devotion to nuclear medicine.

Young physician scientists in the RI Clinic including Drs. Munho Lee, Jang-Kyu Lee, Byung-Seok Min, Chang-Soon Koh, Ki-Seok Hwang, Min-Jae Lee, and Dong-Soo Kim, wanted to have a firm basis for development of nuclear medicine and founded the Korean Society of Nuclear Medicine (KSNM) on December 28th, 1961. Prof. Munho Lee was elected as the first president of the KSNM. The first academic congress of the KSNM was held on November 5th, 1962, and the Korean Journal of Nuclear Medicine, the official journal of the KSNM, was first published on March 1st, 1967.

The members of the RI Clinic has endeavored to promote international collaboration and cooperation from the beginning. In 1965, Dr. Koh attended the symposium of “Radioisotope Regional Application in Asia in Medicine” which was held in the Philippines, and stayed in the Japanese National Institute of Radological Sciences for 10 months as a visiting scientist. As a result of active international collaborations, International Nuclear Medicine Symposium was held in Seoul on October 18th – 22th, 1966. This symposium was the first international medical symposium held in Korea, and was attended by many famous nuclear medicine physicians, such as Drs. Born, Marcial, Wagner, Ter-Pogossian, Buruner, Nagai, and Iio.

In August 1969, Dr. Koh moved back from the Korean National Institute of Radiation Medicine to Seoul National University to be a professor of the RI Clinic. By his joining, the RI Clinic came to settle down and began a quantum jump. At the time, a part of residents in Department of Internal Medicine whose mentors were Prof. Lee and Prof. Koh made a new study group named “Dong-Won”. “Dong-Won” is an abbreviation of the term for radioisotope in Korean. The members of Dong-Won dedicated themselves to research and practice in the RI Clinic. They played important and variable roles covering practice of patients, researches using radioisotopes, and even management of newly introduced gamma camera. At that time, the RI Clinic was a kind of dormitory because members of Dong-Won took the overnight charge in turn. Members of Dong-Won Group later became pioneers in several specific fields of internal medicine such as endocrinology, nephrology, hematology, infectiology, and rheumatology.

In 1969, a new gamma camera Pho-Gamma III (Nuclear Chicago, USA) was installed in the RI Clinic. With the Pho-Gamma III, dynamic image acquisition became available and new nuclear imaging such as hepatobiliary scan, brain scan, gated blood pool scan and serial renal scan were started. Radioimmunoassay was also rapidly developed by joining of a new certified laboratory medicine technologist, Mr. Il-Taek Seo. In 1971, a new scintillation gamma counter was installed, and in 1974, thyronine measurement using a commercialized kit started.

Education of undergraduate students in Seoul National University College of Medicine (SNUCM) was one of the highest priority jobs in this era. Prof. Koh tried his best to have a class in the curriculum of SNUCM, and consequently, a 2-hour class of nuclear medicine was open as a part of Internal Medicine and Radiology in 1969. From 1972, nuclear medicine was included in curriculums of several Block Lectures, a several-week course for a specific topic. In the RI Clinic, "Tuesday Seminar" was set up as a self-education program for professors and residents in 1970. In 1972, the Ministry of National Defense started designation of a resident as a personnel for nuclear medicine. The designated resident did his military service as a nuclear medicine physician in a military hospital, after finishing residency (In Korea, military service is a duty for every man and usual male physicians serve as medical officers). Dr. Myung-Chul Lee was the first designated resident, and he has been recorded as the first nuclear medicine resident in Korea.

Academic activities got more and more active during this era by the dedication of the Dong-won Group members. Prof. Koh became the Director of the RI Clinic in 1971.

2) Opening of Nuclear Medicine Department in Hospital (1978~1993)

The SNUH became an independent organization according to the national Code on SNUH on July 15th, 1978, and the RI Clinic was reorganized to Department of Nuclear Medicine of Seoul National University Hospital (SNUH NM). Prof. Koh was appointed as the first director of the Department. However, in SNUCM, nuclear medicine was still a part of internal medicine, and all the staff physicians were affiliated with Department of Internal Medicine. In 1979, many notable changes of SNUH NM occurred in every aspect, with movement into the brand-new building of SNUH. At this point, many new gamma cameras such as Sigma ON410, ON420 equipped with computer system were installed in SNUH NM. With these new gamma cameras, dynamic studies and quantitative evaluation came to be routine practices.



Also, new gamma counters were installed for clinical laboratory of SNUH NM. $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ generators also began to be used, which made nuclear imaging studies much easier and more flexible.

In 1986, ZLC-75 Rota (Siemens), the first gamma camera for SPECT, was installed. In addition, radiolabeled antibody was first used for in vivo imaging. In the clinical laboratory, radioreceptor studies started for hormone receptor of breast cancer tissue in 1983, and for TSH receptor in 1984. With growth of nuclear imaging and nuclear clinical laboratory, quality control (QC) issue emerged. In 1986, daily QC processes for instruments and radiopharmaceutical compounding were first started. To improve quality of QC processes, an educational course on QC data processing was held in SNUH in 1987, with co-sponsoring of IAEA and KSNM. The education course expanded to include not only domestic technologists but also technologists from many Asian countries.

Although the affiliation was still Department of Internal Medicine, staff members who dedicated to nuclear medicine got their positions during this era. Dr. Myung-Chul Lee was appointed as a lecturer in 1981, who was the first professor fully dedicated to nuclear medicine. Dr. June-Key Chung, the second dedicated professor, started his professorship in 1985 and Dr. Dong Soo Lee, in 1990. Dr. Jae-Min Jeong, a radiopharmacist, joined SNUH NM as a teaching assistant and researcher in 1982, and later became a professor in 1994. In addition to these staff members, many young and active physicians joined SNUH NM to learn nuclear medicine. In 1983, clinical fellowship program of nuclear medicine was started in SNUH and many board-certified doctors on internal medicine or radiology were trained to be nuclear medicine specialists.

Based on all these developments in human resources and academic quality, members in nuclear medicine of SNUH played an leading role in organizing the third Asia and Oceania Congress of Nuclear Medicine, which was held in August 27th, 1984, in Seoul. Prof. Munho Lee served as the chair of the organizing committee, Prof. Chang-Soon Koh, as the secretary general, Prof. Myung-Chul Lee, as the practical manager. This congress was a kind of turning point from which nuclear medicine of Korea was upgraded to be one of the leading societies in the international societies of nuclear medicine. The first Korean textbook on nuclear medicine, entitled "Im-Sang Haek-Eui-Hak (Clinical Nuclear Medicine)" was published in 1982, edited by Prof. Munho Lee.

The identity of nuclear medicine as an independent clinical and academic speciality had been established through successful growth during 1980's. Members of SNUH NM had participated in the Epidemiological Investigation Committee (EIC) on Nuclear Power Plant (NPP) since April 1990. At that time, the birth of an anencephalic baby near the Yeong-Gwang NPP became a social issue, and thus, the EIC was formed to probe into radiation effects on the local residents living near the NPP. Under the direction of Prof. Chang-Soon Koh who was appointed the committee chair, Prof. Myung-Chul Lee and June-Key Chung actively participated in the EIC. It was a turning point for nuclear medicine physicians to recognize social responsibilities as clinical medicine dealing with radioactive materials. Through the experience of the EIC, radiation medicine got recognized as a part of nuclear medicine. In consequence, the Institute of Radiation Medicine in SNUCM was founded on March 1st 1997, by the contribution of Prof. Myung-Chul Lee.

In 1990, Prof. Myung-Chul Lee was appointed as the third director of SNUH NM in succession to Prof. Bo-Yeon Cho who had served as the second director from 1988 to 1990. He was the first department director who dedicated to nuclear medicine.

3) Independence of Nuclear Medicine as a Medical Specialty and Global Cooperation (1994~2006)

In early 1990s, nuclear medicine physicians hoped that unique identity of nuclear medicine would be recognized by medical and general societies. Through Prof. Myung-Chul Lee's and many nuclear physicians' effort, nuclear medicine was approved as an independent clinical practice speciality in March 1993, by the Act 901 of Ministry of Health and Society. Afterward, Korean Board of Nuclear Medicine was established in 1995. Particularly, Prof. Myung Chul Lee dedicated himself to this work as the chairman of the Board of Directors of KSNM. In 1996, Dr. Seok-Ki Kim became the first resident in SNUH NM. Furthermore, Department of Nuclear Medicine was established also in SNUCM on April 10th, 1997. Prof. Myung-Chul Lee became the first chairman of the Department in the University. An independent graduate school program for nuclear medicine was also opened, and Dr. Sang-Eun Kim became the first Ph.D. who got his doctorate degree in the program for nuclear medicine. After the independence of nuclear medicine as a medical specialty, many young NM physicians and scientists gathered in SNUH NM for study and research. Specialists in internal medicine or radiology



were trained in SNUH NM to be a NM specialists, through fellowship course. These young doctors and researchers played great roles in development of nuclear medicine in Korea.

In mid-1990s, epoch-making imaging facilities that are inevitable in patient management were lined up in SNUH NM. Positron emission tomography (PET) and 13-MeV medical cyclotron, were installed in 1994, as the first clinical PET scanner in Korea. At the time, PET was a novel imaging technology that requires vast investment of capital and human resources. The academic tradition of the RI Clinic, that there should be no hesitation or fear in adopting new technologies and advanced sciences, played a big role in establishing PET center in SNUH NM. The installation of PET served as a momentum for nuclear medicine in Korea to take a leading position in medical researches. Additionally, nuclear medicine was recognized as an essential department in hospital for advanced research and patient management. Thus, when Seoul National University Bundang Hospital (SNUBH) opened in 2003, Department of Nuclear Medicine opened with Prof. Sang-Eun Kim as the first department director.

Based on its own experience of growth, SNUH NM began to contribute to worldwide expansion and development of nuclear medicine. In September 1994, a Regional Training Course Workshop entitled “Radioimmunoassay and Immunoscintigraphy for the Early Detection and Management of Cancer” was held in SNUH with support of IAEA. All the faculty members of SNUH NM participated in the preparation and lectures of the course. This historical moment proved that SNUH NM eventually reached a contributing position that helps promotion of nuclear medicine in underdeveloped and developing countries. It was only three decades since the nuclear medicine began in SNUH with the supports from IAEA. In October 1998, Korea-China Congress of Nuclear Medicine was founded to reinforce regional cooperation by the contribution of Prof. Myung-Chul Lee and Prof. June-Key Chung. The first academic meeting was held in Peking, China.

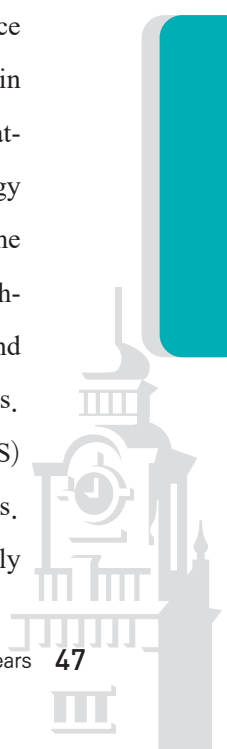
Since beginning of the new millenium, SNUH NM has shown global cooperation based on excellent research competence and experiences of international collaboration. In July 1999, a regional training course workshop of IAEA, entitled “Radionuclide Techniques in the Management of Diabetes Mellitus”, was held in SNUH under direction of Prof. June-Key Chung, and 25 doctors from Southeast Asia were trained. In 2001, Asian Regional Cooperative Council for Nuclear Medicine (ARCCNM) was founded by 7 countries including Korea to promote nuclear medicine in Asia. Prof. Myung-Chul Lee and Prof. June-Key Chung were elected as

the first chairperson and the secretary general, respectively. IAEA recognized these active international cooperation and excellent research potentials, and IAEA designated SNUH NM as the 'Collaborating Center for Nuclear Medicine and Molecular Imaging' on May 24th, 2005. Global leadership of SNUH NM has expanded through the congress of World Federation of Nuclear Medicine and Biology (WFNMB) in 2006. In September 2000, the enthusiasm and devotion of Profs. Myung-Chul Lee and June-Key Chung resulted in winning the election for next hosting place of WFNMB. Profs. Myung-Chul Lee and June-Key Chung were elected as the president and the secretary general of WFNMB, respectively. The congress was prepared by active participation of members and alumni of SNUH NM, and held successfully in September 2006 with a slogan of 'Global Harmonization and New Horizon of Nuclear Medicine'.

The academic tradition of the RI Clinic has been delivered to SNUH NM. SNUH NM exhibited great progressions in the fields of nuclear medicine and related sciences. In 2001, Prof. Dong Soo Lee published an article, entitled 'Deafness: Cross-modal plasticity and cochlear implants', in Nature. This is a representative case to demonstrate the excellent research competence of SNUH NM. Prof. Dong Soo Lee published many excellent research articles, and he was awarded the Pfizer Special Prize of Medicine on March 2nd, 2003, by Korean Medical Association.

4) Maturation of Nuclear Medicine in Korea and New Challenges (2007~2020)

FDG PET has been established as an essential imaging modality for management of cancer patients, and it was included in the coverage of Korean National Health Insurance Service (NHIS) in 2006. The number of PET studies in Korea had been increased up to 407,739 in 2013, from 57,301 in 2005. In 2009, Korean National Evidence-based Healthcare Collaborating Agency (NECA) was established and it worked as the Center for New Health Technology Assessment (nHTA). The nHTA scheme provided a path for new PET technologies to become clinical practices. SNUH NM conducted nHTA processes for many new PET imaging technologies including ^{18}F NaF, ^{11}C acetate, ^{13}N NH₃, ^{11}C methionine, ^{68}Ga -DOTATOC, and ^{18}F -choline PET. All these PET technologies are now established as routine clinical practices. In the field of nuclear laboratory medicine, Korea Laboratory Accreditation Scheme (KOLAS) started in 2009, in agreement with ISO 15189 accreditation system for medical laboratories. SNUH NM was designated as the first KOLAS-accredited institute in pilot accreditation in July



2010, and received official accreditation in May 2015.

Along with such changes, SNUH NM expanded enormously. Cancer Hospital in SNUH opened in 2011, and PET center moved to the brand-new hospital to be the Center for Oncological Imaging. New hybrid imaging scanners such as PET/MR and SPECT/CT were installed, and a new radiopharmaceutical facility equipped with 16.5-MeV medical cyclotron was built. Department of Nuclear Medicine newly opened in Seoul Metropolitan Government (SMG)–SNU Boramae Hospital in 2008, and also in Sheikh Kalifa Specialty Hospital (SKSH) in Ras al Khaimah, UAE, in 2015 (SKSH is now operated by SNUH). Departments of Nuclear Medicine in Boramae Hospital and SNUBH have expanded considerably during last 10 years.

However, a big rebound to these great successes in nuclear medicine occurred in 2014. During the expansion of NHIS coverage against severe diseases like cancer and cardiovascular diseases, Korean Government faced a serious financial strain in NHIS. Thus, it decided to reduce NHIS coverage on FDG PET scan. The number of PET studies rapidly decreased to 216,454 in 2016, from 410,006 in 2014. Consequently, the number of applicants for NM residents in Korea were only two in 2019, whereas it was 22 in 2014. In this year, there was no applicant for resident in SNUH NM. Furthermore, Good Manufacturing Practice (GMP) approval system for radiopharmaceuticals started in 2015. Although GMP approval was an opportunity for improvement in quality assurance, it imposed a great burden in finance and management of radiopharmaceutical productions.

In response to these crisis, SNUH NM made efforts for changes. First, SNUH NM focused on developing radioisotope treatment. In 2010, ^{90}Y -microsphere and transarterial radioembolization (TARE) were approved by Korean Government and it was rapidly adopted in SNUH. In 2014, the first alpha-emitting treatment agent, Xofigo (Bayer), entered Korean market. Since mid-2010s, theranostics has been emerged as a new horizon for nuclear medicine. SNUH NM developed its own ^{177}Lu -DOTATATE for treating neuroendocrine tumor, and started a phase 1 clinical trial in 2020. Also, a ^{177}Lu -labeled agent for prostate cancer is under development, and “Theranostics Center” in SNUH is now planned. Prof. Dong-Soo Lee organized Theranostic World Congress in 2019.

Second, SNUH NM continuously attempted to commercialize NM technology. In collaboration with some venture companies such as CellBion Inc. and Kaibiotech Inc., several new

radiopharmaceuticals for PET imaging or treatment are under development. Particularly, in 2016 Prof. Jae-Sung Lee started a venture company, Brightonix Imaging, which has a high-end technology for SiPM PET. SNUBH NM has launched a Bioimaging Center for Facilitating Drug Development.

Third, SNUH NM endeavored to expand global cooperation and support for developing countries. To facilitate developments of molecular imaging and promote researches in Asia, the Federation of Asian Societies of Molecular Imaging (FASMI) was established in October 2009, and Prof. June-Key Chung was elected as the chairperson. He, as the editor of Korean Journal of Nuclear Medicine, decided to change the title of journal to “Nuclear Medicine and Molecular Imaging” and to publish it in English to share knowledge and experience internationally. Prof. Dong-Soo Lee launched “Dr. Chang-Soon Koh Fellowship” program in 2013, which provide education and training opportunities for NM physicians and scientists in developing countries. He was elected as the president of WFNMB in 2016. Furthermore, Prof. Dong-Soo Lee has received and operated a grant from the Korea International Cooperation Agency (KOICA) and Trans-Eurasia Information Network (TEIN), which supports progression of NM in Asian countries. Prof. Jae-Min Jeong was elected as the president of Society of Radiopharmaceutical Sciences (SRS) in 2015.

Since the beginning of the RI Clinic, SNUH NM continues to dedicate to public interests and development of NM for every people. These efforts were recognized by general medical societies, and Prof. June-Key Chung was awarded Bayer-Shering Prize for Clinical Medicine by Korea Academy of Medical Science on March 19th, 2009. Prof. Myung-Chul Lee was awarded Samil Culture Award on March 1st, 2010, in recognition for his dedication to establishing nuclear medicine and related fields in Korea. His efforts for spreading nuclear medicine and making harmonization between different fields were greatly praised by this award.

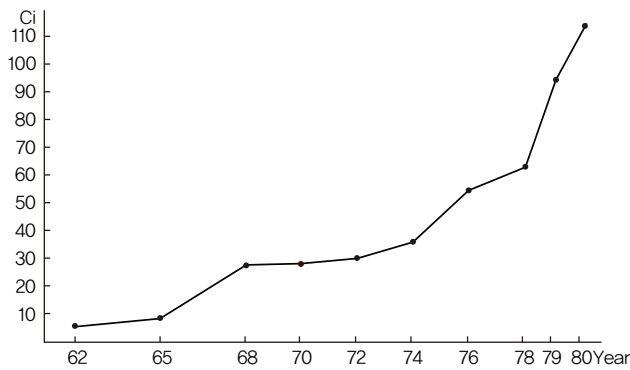


3. 시기별 서울대학교 핵의학 60년

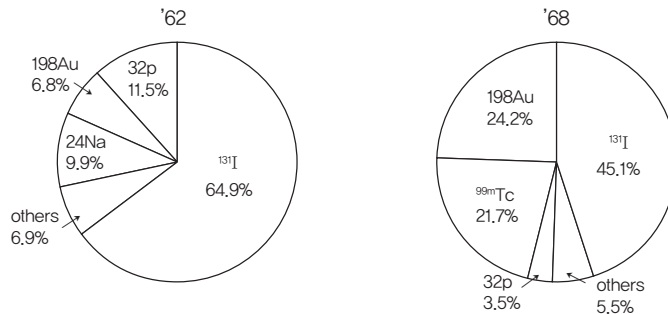
1) 방사성동위원소진료실과 내과 동원회 (1960~1977)

가. 방사성동위원소진료실 개설 배경

방사성동위원소의 핵의학적 이용은 1923년 George C. de Hevesy가 식물에서 방사성동위원소를 추적자로 사용한 것에서 출발한다. Hevesy는 1924년 토끼에서도 방사성동위원소 추적자 연구를 진행하였고 이러한 업적으로 1943년 노벨화학상을 받았다. 임상핵의학은 미국의 Herman L. Blumgart가 1925년 보스톤의 Thorndike Memorial Laboratory에서 Radium C (^{214}Bi)를 이용하여 인체의 순환시간 측정 실험을 진행한 것이 최초이다. 1946년에는 미국 원자력위원회가 동위원소의 핵의학적 사용을 정식 허가하였고 이후 1953년까지 일본, 인도, 파키스탄, 인도네시아 등, 39개국이 방사성동위원소의 핵의학적 사용을 시작하였다. 우리나라에서는 해방과 전쟁 등의 영향으로 1950년대 말부터 방사성동위원소의 이용이 본격화되었다. 특히 1958년 3월, 원자력법이 제정되고, 같은 해 10월 대통령령으로 원자력원 직제가 공포되어 1959년 개원함에 따라 방사성동위원소 및 원자력 이용에 관한 모든 준비체제를 갖추게 되었다.



우리나라에서 핵의학적으로 사용된 방사성동위원소의 총량(이문호, '한국의 핵의학', 한국의 과학 1982;14(1):3-12)



1962년과 1968년 의료용으로 사용한 방사성동위원소 핵종의 구성(이문호, '한국의 핵의학')

한국전쟁 후 대다수의 의학자들이 미국유학을 선택한 것과 달리 내과학교실 이문호 교수는 전임강사 재직 중 독일로 건너가 1954년부터 1957년까지 Freiburg 대학 Heilmeyer 교수에게서 수학하였다. Freiburg 대학은 Hevesy가 1926년부터 1934년까지 교수로 재직하여 방사성동위원소 추적자 연구의 전통이 있는 곳으로, 이문호 교수는 한국인 최초로 방사성동위원소(^{59}Fe)를 이용한 의학적 연구를 수행하고 1957년 11월 귀국하였다.

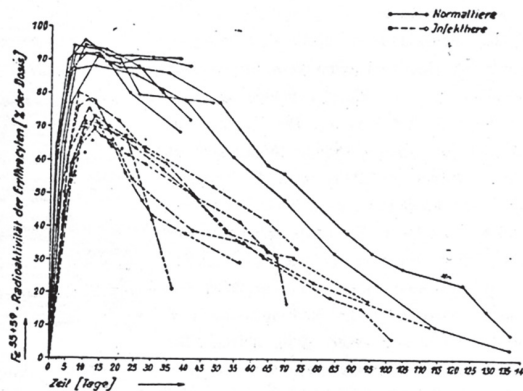
당시 의과대학 생리학교실에서는 방사성동위원소의 기초의학적 이용을 시작하고 있었는데, 남기용 주임교수와 이상돈 조교가 미국 미네소타 대학에서 공부하고 오면서 우물형 섬광계수기 등을 도입하였고, 이것을 기반으로 개에서 ^{51}Cr 과 ^{59}Fe 를 이용한 적혈구 수명과 동태 연구, ^{14}C 을 이용한 탄수화물 대사 연구 등을 진행하였다. 이문호 교수는 1959년 8월 미국 Abbott에서 수입한 방사성요오드(^{131}I)를 이용하여 갑상선기능항진증 환자의 진단과 치료 등 갑상선 연구를 우리나라 최초로 시작하였다. 이문호 교수는 젊은 조교수로서 인력은 전공의 1년차 고창순 한 사람뿐이었고, 장비도 생리학교실에서 빌려 사용해야 했으나, 1959년부터 원자력원 원자력연구진흥연구비를 받아 연구를 시작하였다. 한편 이와 거의 비슷한 시기인 1960년 3월 30일, 미국 보스턴에서 귀국한 대구 동산병원 내과 도상희 과장도 갑상선질환에서 방사성요오드 이용을 시작하였다.

RADIOEISENSTUDIEN ÜBER DEN INTERMEDIAEREN EISENUMSATZ*

Von
Munho Lee

1957년 1월 독일 Freiburg 대학에서 방사성철을 이용해 진행한 이문호 교수의 박사학위 연구("Tierexperimentelle und Klinische Untersuchungen über den intermediären Eisenstoffwechsel.")를 게재한 논문(서울대학술지 1959;8)

(Abb. 1) Inkorporation von Fe^{55+59} in Kaninchen-Erythrocyten unter normalen und infektiösen Bedingungen



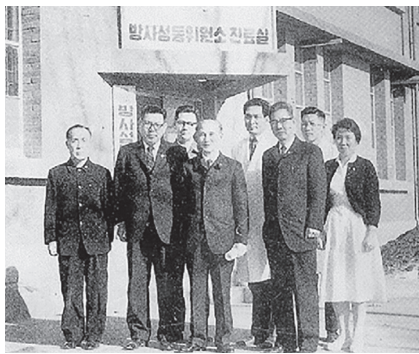
서울대학술지 논문의 그림 1. ^{55}Fe 와 ^{59}Fe 가 130일에 걸쳐 적혈구에 함유되는 동물실험 결과

연도	연구주제	책임자	금액(원)
1959	방사선 장애의 인체 및 동물에 미치는 영향에 대하여	이문호	50,000
1959	개 심장의 C ¹⁴ -glucose 대사에 관한 연구	남기용	50,000
1960	빈혈성 질환이 Fe ⁵⁹ 로 표지된 철중간대사에 관한 연구	이문호	50,000
1960	방사성동위원소를 이용한 간흡충증 환자의 간장대사에 관한 연구	한심석	50,000
1960	Theory and measurement of the life span of red blood cell by means of glycine-2-C ¹⁴	남기용	70,000
1960	갑상선 종양에 관한 연구 (위탁)	나세진*	800,000

* 나세진 학장 명의로 받았으나 실제 연구책임은 이문호 교수가 담당하였고 이것이 논문(대한내과학회지 1961;4:29)에 명기되어 있음 (원자력청 10년사)

나. 방사성동위원소진료실 개설

1960년 5월 30일, 서울대학교의과대학 부속병원에 우리나라 최초의 방사성동위원소진료실(Radioisotope clinic)이 개설되고 초대 실장으로 이문호 교수가 임명되었다. 서울대학교병원은 1964년 4월 1일 “방사성동위원소 등의 관리 및 그에 의한 방사선장해방어령”이 시행된 후, 같은 해 10월 6일 동 법령에 의한 허가사용기관 제1호가 되었다. 방사성동위원소진료실의 설립 목적으로는 첫째, 방사성동위원소를 이용하여 각종 질환의 진단 및 치료에 기여하며, 둘째 이를 학문의 연구에도 활용하며, 셋째 원자력의 평화적 이용, 특히 의학적 이용에 관한 인류의 노력을 실천하는 것을 설정하였다. 실제 출발 당시의 진료실과 연구실은 작은 연구동 1층(지금의 어린이병원 자리)을 차지하였으나 당시 권위적인 의과대학 분위기에서 조교수가 실장에 임용된 혁신적 사건이었다. 개소와 더불어, 내과 출신으로 약리학교실에서 논문연구 중이던 이장규와 약리학교실 강수상 조교, 내과 2년차 전공의 고창순 등이 새로운 학문 연구의 열정으로 참여하였고, 이어 산부인과 대학원생 서병준, 한일병원 내과 김석근, 기생충학교실 한형주 등이 학위 논문연구를 위하여 참가하였다. 당시 이문호 교수와 함께 젊은 연구자들의 열정으로 방사성동



1961년 방사성동위원소진료실을 이끌던 이문호 조교수(의사가운), 서울의대 나세진 학장과 함께



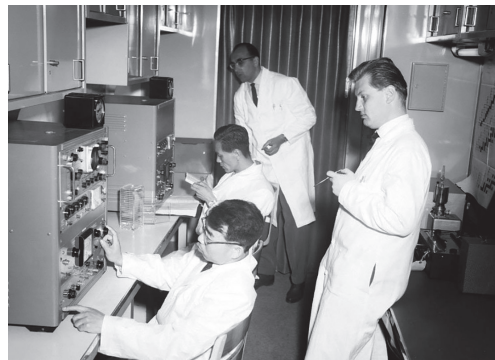
방사성동위원소진료실이 자리 잡았던 구임상연구동 건물 (1970년대 후반 촬영)

위원소진료실은 ‘불 꺼지지 않는 연구실’로 이름 났으며 후일 ‘박사공장’이라는 별칭도 얻었다.

처음 시작할 때는 장비, 인력, 지원이 모두 부족하였으나 이후 원자력원(1967년 원자력청으로 개칭) 및 국제원자력기구(IAEA; International Atomic Energy Agency)의 지원으로 초기 운영이 안정화되었다. 1956년 원자력의 평화적 이용을 기치로 IAEA가 창설되었는데, 1959년 9월, 원자력원은 방사성동위원소 이용 진흥을 위하여 IAEA에 이동실험실(Mobile Laboratory) 지원을 요청하였다. 이에 따라 1960년 3월 25일, 이동실험실이 부산에 도착하였고 바로 서울대학교의과대학으로 이동하여 4월 11일부터 1주일간 6명의 실습담당강사에게 교육을 실시하였다. 이어 4월 18일부터 4주간 원자력원 주관의 “방사성동위원소 이동실험실 취급훈련” 교육을 진행하였다. 이 교육에서는 차내에 탑재된 GM계수기, 서베이미터, 신틸레이션카운터, 디텍터, UV 스펙트로미터 등을 이용하여 방사성동위원소의 취급과 감마선/베타선 계측에 관한 기초적 내용을 강습하였다. 이후 서울, 부산, 대구, 광주 등지에서 대학교수요원 등을 대상으로 4주 과정 교육을 6회 실시하여 선진인력을 양성하였는데, 이는 우리나라 최초의 방사성동위원소이용 강습회였다. 이동실험실은 전국적으로 원자력 관련 최신지견과 방법론을 전파한 획기적인 계기였다. 의학계에서는 유일하게 고창순이 첫 수강에 참여하였고 이후 전공의 신분임에도, 이문호 교수와 함께 각 대학이나 학회에서 강의와 실습 지도를 담당하였다.



1960년 이동실험실

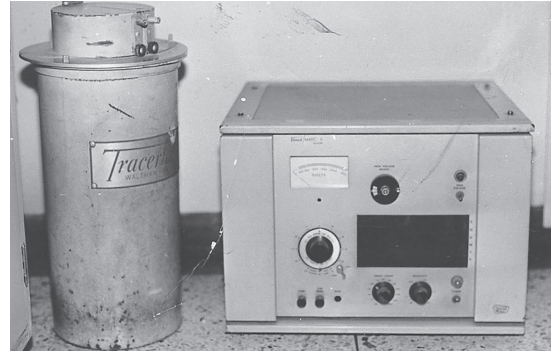


1960년 이동실험실 내부



1960년 방사성동위원소이동실험실 취급훈련 개강식
(서울대학교 의과대학 강의실)

1961년에는 미국원자력위원회에서 원자력원, 서울대학교농과대학, 서울대학교문리과대학, 서울대학교의과대학, 경북대학교의과대학, 전남대학교의과대학 등 6개 기관에 총 \$108,000 상당의 장비를 지원하였다. 이 중 서울대학교의과대학에는 \$15,877의 지원액으로 Tracerlab의 스캐너, 신틸레이션카운터, 스펙트로메터, 서베이미터 등의 기기가 지원되어 '방사성동위원소진료실'이 본격적으로 운영되기 시작하였다. 방사성동위원소진료실 초기에는 ^{59}Fe 와 ^{131}I 이 주로 사용되어 ^{59}Fe 혈액질환 연구, 갑상선기능 연구, 그리고 갑상선질환 치료를 포함한 임상응용으로 확대되었다. 방사성동위원소진료실의 개설은 우리나라에서 현대적 갑상선학과 철동태평가 등의 임상혈액학 연구가 시작되었다는 의미를 가지며, 이후 다양한 연구 및 진료로 방사성동위원소 이용이 확산되었다.



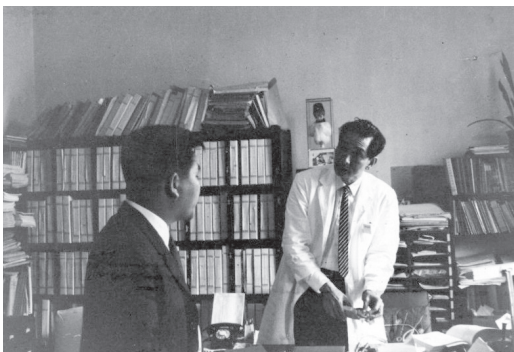
Tracerlab의 섬광계수기

Radioisotopes Used by Radioisotope Clinic (S.N.U.)

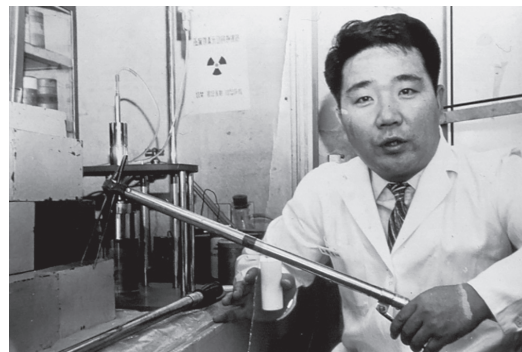
(From Jan. 1962 to May 7th, 1962)

Month	I-131 (mc)	Primary (mc)	C-14 Labelled (uc)	Fe-59 (cu)	RISA (mc)	P-32 (mc)	Au-198 (mc)	T-3 (uc)
Jan.	80						100	
Feb.	80			100		25		
Mar.	100					20		
Apr.	80				1			
May.			100					500
Total	340		100	100		45	100	500

방사성동위원소진료실에서 이용한 방사성동위원소(이문호, '우리나라의 방사성동위원소 이용에 관하여' 최신의학, 1962)



이문호 교수와 고창순 전공의



동위원소진료실의 고창순

1961년 11월, 방사성동위원소진료실 구성원들이 주축이 되어 대한핵의학회가 발기되어 같은 해 12월 28일, 서울대학교의과대학에서 43명의 동호인이 참석한 가운데 창립총회를 개최하고 회칙을 제정하였다. 당시 전체 회원은 70명으로, 초대회장 이문호, 부회장 황기석을 선출하여, 이문호 교수가 1976년까지 회장을 역임하였다. 이후, 고창순 교수는 회장/이사장 체제로 전환된 1976년 제1대 이사장을 맡아 1985년까지 역임하고 1989년 제8대 회장으로 선출되었다. 대한핵의학회는 1962년 11월부터 매년 학술집담회를 개최하였다. 1966년부터는 핵의학 학술대회와 집담회가 분리되었고 1967년에는 핵의학 집담회가 매년 2회 이상으로 늘었다. 1967년 대한핵의학회잡지가 창간되어 연 2회 발행되기 시작하였다. 미국핵의학회가 1954년 일찍 창립되어 1960년부터 학회지를 발간하기 시작하였으나 일본핵의학회는 1964년에서야 시작한 것을 고려할 때 대한핵의학회의 창립은 국제적으로도 매우 앞선 것이었다.

다. 방사성동위원소진료실 활동

1960년대 방사성동위원소진료실은 많은 젊은 연구자들의 활동공간이었다. 고창순은 이성호, 이문호 교수를 지도교수로 하여 1962년 석사, 1966년 박사학위를 취득하였다. 이 외에도 많은 우수한 연구자들이 방사성동위원소진료실 연구를 통해 학위를 취득하였다. 1960년대에는 갑상선학, 혈액학, 종양학 등을 중심으로 연구가 이루어졌고 그 결과 이문호 교수는 '방사성동위원소의 의학적 이용'이라는 업적으로 1962년 제3회 삼일문화상 학술상을 수상하였다.



1963년 내과외국 행사 후 이문호교수와 의국원들. 둘째 줄 가운데가 전공의 4년차 고창순.

1960년대 방사성동위원소진료실을 거친 박사학위 취득자

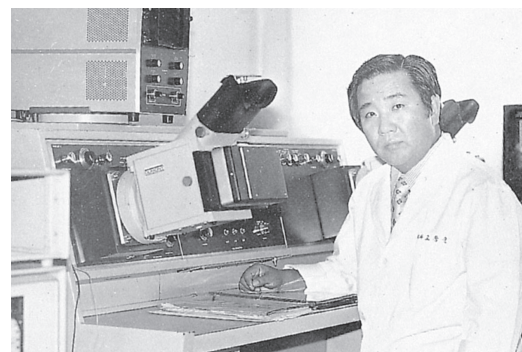
년도	박사학위 취득자
1963	강수상, 김석근, 김주환, 서병준, 신규식
1964	김준동, 박경호, 오인혁, 이장규
1965	김대영, 김성심, 김은배, 김진화, 도상탁, 전택준, 조태룡, 조환구, 최영
1966	고창순, 김우영, 김재영, 정세우, 정원현, 한만청, 현원
1967	강태중, 김공근, 김동집, 김용규, 김용복, 신수룡, 신옥하, 이종구, 이창란
1969	노재성, 이재웅, 이필웅, 홍창기
1970	박길용, 안수벽, 윤조은, 정경태, 최근출

방사성동위원소진료실은 교육과 학술교류 분야에서도 중심적 역할을 수행하였다. 대한핵의학회 학술집담회에 주도적으로 참여하였으며, 국제화에도 노력하여 1966년 10월 18~22일, 우리나라 핵의학 최초의 국제학술회의인 International Nuclear Medicine Symposium을 개최하였다. 이 심포지움은 미국원자력위원회의 후원을 받아 Born, Marcial, Wagner, Ter-Pogossian, Bruner, Nagai, Iio 등 저명한 구미와 일본 핵의학자를 초청하여 우리나라 핵의학 수준 향상의 계기가 되었다. 1960년대 10년 동안 진료는 갑상선을 비롯 여러 질환으로 확대되었으며 진료량은 10배 가량 성장하였다.

1960년대 방사성동위원소진료실의 진료건수

Scan	Year	1962	1966	1970
Thyroid		286 (100)	449 (63)	776 (42)
Liver			38 (5)	694 (38)
Lung			-	17 (1)
Kidney			168 (24)	227 (12)
Brain			5 (1)	47 (3)
Heart			-	-
Bone			-	-
Others			48	76
Total		286	708	1,837

고창순 교수는 1964년부터 1969년까지 방사선의학연구소 연구관으로 재직하면서 서울대학교 내과 외래부교수를 겸직하여 방사성동위원소진료실에 참여하다가, 1969년 8월 서울대학교로 이 임하며 방사성동위원소진료실장을 맡게 되었고 이문호 교수는 1970년 7월 내과학교실 주임교수로 발령 받았다. 고창순 교수의 이임과 함께 우리나라 최초의 섬광카메라 Pho-Gamma II (후에 III로 업그레이드) 등 새로운 핵의학 장비들이 갖춰졌고, 국내최초 핵의학 영상전문가로 김일섭이 근무하면서 본격 핵의학영상진단 시대가 열렸다. Pho-Gamma II는 당시 최첨단 기계로서 고해상도 정적영상 뿐 아니라 동적 영상도 얻을 수 있어 간담도연속영상, 뇌영상, 심장연속영상진단, 신장연속진단 등 새로운 영상이 시작되었고 이를 계기로 1970년대 핵의학영상의 폭발적 성장 시기를 맞게 되었다. 이와 함께 방사면역측정법이 시작되



1969년 Pho-Gamma 카메라 앞의 고창순 교수

고 핵의학 검체검사도 본격화되어 1969년 11월 임상병리사로는 최초로 서일택이 근무를 시작하여 전문성 확보에 큰 기여를 하였다. 1971년에 새로운 감마카운터가 도입되었고, 1974년에는 키트를 사용한 T4 호르몬 측정이 시작되어 혈액내 미량물질을 정량화할 수 있는 방사면역 검사법 효율화의 계기가 되었다.

이 시기부터 이문호, 고창순 교수의 제자로 방사성동위원소진료실에서 활동했던 이들의 친목 모임인 '동원회(同元會)' 명칭과 그룹이 형성되었다. 동원회 전공의들은 방사성동위원소진료실에서 기숙하기도 하면서 연구와 진료를 담당하였고 1969년부터 동원회 그룹의 화요세미나가 시작되어 여러 세부 분야가 교류하는 틀이 되었다. 동원회 그룹의 우수한 인력들은 서울대학교 내 과학교실 교수로 발령받아 여러 내과학 분야의 발전을 견인하였다. 신장학의 이정상(1974년 발령), 김성권(1982년), 한진석(1984년), 안규리(1994), 내분비학의 이홍규(1976년), 조보연(1979년), 혈액학의 김병국(1978년), 박선양(1983년), 감염학의 최강원(1978년), 오명돈(1991년), 류마티스학의 최성재(1980년) 교수 등이 모두 동원회에서 연구를 수행하고 이후 각 전문분과를 개척한 주역이 되었다. 이러한 바탕에는 동원회 그룹의 창의적, 진취적, 협력적 학문 풍토가 있었으며, 이러한 전통은 이후 핵의학의 전통으로도 이어지고 있다.

핵의학이 발전함에 따라 학생과 전공의에 대한 전문적 교육 필요성이 증대되었다. 1969년 의과대학 학부교육에서 진단방사선과학 및 내과학에서 2~4시간을 할애 받아 핵 의학을 강의하기 시작하였고, 1972년부터 여러 블록강의에 핵의학이 포함되었다. 한편, 고창순 교수는 군 병원의 방사성동위원소진료와 군진의학 내 핵의학의 필요성을 국방부에 설득하여, 1974년 '원자의

핵의학과 개설 전 동원회 동문

내과 입국년도	성명
1965	김명재
1966	서환조, 이용국
1967	김정일, 이정상
1968	구인서, 이정자
1969	노홍규, 이홍규
1970	김원동, 송인경, 신현정
1971	고행일, 김병국, 최강원, 최진수
1972	조보연
1973	김광원, 나병만, 박근조, 석창호, 최성재, 홍성운
1974	강진영, 김동순, 이명철, 조경삼, 최인영
1975	김성권, 이종근, 홍기석
1976	김명덕, 박선양, 박정식, 서재현, 유박영, 이권전, 조민구
1977	권인순, 김삼용, 신영태, 정순일
1978	장연복, 정준기, 최두혁, 표희정



학' 이름의 군의병과 주특기를 창설하도록 이끌었다. 이에 따라 서울의대부속병원에 군복무보류 전공의 과정의 하나로 핵의학 수련과정이 생겨 내과에 위임되었다. 1974년 전공의 이명철이 내과에 입국하면서 첫 원자의학 주특기 전공의가 되었고 이어 고창순 교수의 첫 대학원 지도학생이 되었다. 이후 1975년 홍기석, 1976년 김명덕, 1978년 정준기, 1979년 손인, 1980년 김병태, 임상무가 이과정으로 입국하여 이후 핵의학을 이끈 주역들이 되었다.

이처럼 서울대학교 동원회는 핵의학을 주요한 연구방법론으로 하여 여러 새로운 내과 분과학문이 시작되는 산실이 되었고, 이후 핵의학이 독자 전문과목이 되는 징검다리 역할 및 인적 토대 육성의 중요한 기능을 수행하였다.

역대 동원회 회장

순서	회장	기간
1	김명재	~ 1993
2	이용국	1994 ~ 2003
3	신현정	2004 ~ 2007
4	홍기석	2007 ~ 2011
5	김병국	2011 ~ 2012
6	김성권	2012 ~ 2014
7	박선양	2014 ~ 2016

라. 1970년대 동원회의 주요 연구 및 학술 활동

우리나라 현대 임상갑상선학은 방사성동위원소진료실에서 주도하였다 해도 과언이 아니다. 1961년 대한내과학회잡지(4권 3호)에 갑상선종에 대한 방사성요오드 사용경험 보고를 시작으로 많은 연구가 발표되었다. ¹³¹I을 이용한 갑상선 진단과 치료는 계속 확대되어 1962년에 ¹³¹I이 의료용 방사성동위원소 수입량의 65%를 차지하였고 286명의 갑상선 환자가 진료를 받았다. 갑상선기능검사의 하나로 혈청 단백결합요오드(PBI) 측정과 이를 좀더 간편화한 단백결합요오드전환율(PBI CR) 검사가 시행되었는데 이는 방사성요오드표지 T3 적혈구 섭취검사와 함께 방사면역측정법 도입 이전 핵의학 검체검사의 효시로 평가할 수 있다. 1971년 방사면역측정법 체외검사인 인슐린을 시작으로 방사면역측정법이 도입되었고, 방사성요오드표지 T3 적혈구섭취율은 T3 레진섭취율 검사로 발전하였다. 1974년에는 키트를 사용한 T4 측정을 시작하였으며, 갑상선호르몬 등 여러 호르몬과 혈액내 미량물질을 검사하기 시작하였다. ^{99m}Tc 실용화에 따라 ^{99m}Tc-pertechnetate 갑상선섭취율과 스캔이 시도되었다. 1976년부터는 이문호, 고창순 교수 지도 하에 홍기석, 정준기, 유명희, 이명식 등이 우리나라 최초로 흡인세포 진단을 시작하였으며, 장골 골수생검과 철 염색도 이 시기 처음 시작하였다.

혈액학에서는 ⁵⁹Fe 이용이 이어졌는데, 이문호 교수는 1960년 원자력원에서 50,000원의 연구비를 지원 받아 “빈혈성 질환이 Fe⁵⁹로 표지된 철중간대사에 관한 연구”라는 제목의 과제를 수행하였다. 1960년에서 1970년에 걸쳐서는 방사성동위원소를 이용한 구충성 빈혈에 대한 연구를 수행하였다. 이문호 교수가 직접 십이지장충 알을 먹고 감염된 후 철결핍성빈혈에서 철의

동태를 ^{51}Cr 과 ^{59}Fe 이중표지로 관찰하였고 국제빈혈심포지움 등 여러 국제학회에 초청되어 발표하였다. 스스로를 대상으로 한 인체연구로 여러 일간지에서 화제가 되었고 이문호 교수는 이 연구로 1975년 학술원상을 수상하였다. 이 외에도 ^{51}Cr 표지 적혈구를 이용하여 장출혈을 평가하거나 실험이 적혈구 수명에 미치는 영향을 연구하여 보고하기도 하였다. 혈액질환 진단과 치료에 ^{32}P 와 ^{59}Fe 를 이용하는 것이 정례화 되었고, 신장질환에서 신성빈혈과 적혈구수명, 진성적혈구증다증에서 ^{32}P 를 이용한 새로운 치료법 등이 연구되었다.

신장학 분야에서는 고창순 교수가 초기 연구를 주도하여, 1965년 신혈관성고혈압 환자의 ^{131}I -hippuran 신장스캔 소견을 대한내과학회잡지에 보고하였다. 1969년 이문호 교수가 미국 유타대학교를 방문하고 Kolff 교수로부터 혈액투석기를 기증받았고, 다음해 고창순 교수가 솔트레이크시티에 들러 쿼드타입(Quad type Hemodialysis) 혈액투석기를 도입하였다. 이 인공신장기 도입은 후일 서울대학교병원 내과 신장학 분과의 확립 계기 중 하나가 되었다. 1970년대는 한국형출혈열이 신장학 분야 주요 주제로 다루어졌다. 한국형출혈열은 혈액소견 이상, 신장기능 이상, 뇌하수체 이상을 보이는 감염질환으로, 방사성동위원소진료실의 방법론 적용에 적절한 주제였다. 여러 연구가 수년간 연속적으로 이루어졌고, 이러한 연구는 1981년 이문호 교수 저 『한국형출혈열(서울대학교출판부)』 발간으로 이어졌다.

종양 진단과 치료도 방사성동위원소진료실에서 일찍부터 다루어진 주제였다. ^{32}P 를 이용한 식도암 진단과 ^{198}Au 을 이용한 암 치료가 각각 1963년과 1964년, 고창순 교수에 의하여 연구, 보고되었다. 1970년에는 ^{75}Se -selenite를 이용한 종양 추적영상 논문이 발표되었으며 이후에도 종양영상 및 치료에 대한 지속적인 관심이 이어졌다. 소화기학 분야에서는 ^{198}Au -colloid를 이용한 간 스캔이 일찍부터 시작되었고, 이후에도 소화기 관련 연구는 지속되었다. 순환기학 분야에서는 1963년 방사성동위원소를 이용한 심기능검사 첫 논문이 대한내과학회지에 발표되었고, 이후 1972년 방사성동위원소 심혈관조영술 연구를 발표하기도 하였다. 홍창기(소화기학, 한심석 교수 지도)와 이종현(호흡기학, 김경식 교수 지도)이 타분야 전공자로서 고창순 교수 및 동원회 그룹과 긴밀하게 협조하며 공동연구를 진행하는 등, 동원회 그룹의 연구는 타 분야와 협력적 관계를 유지하며 공동연구를 다수 진행하였다.

2) 병원 핵의학과 개설과 발전기반 구축 (1978~1993)

가. 서울대학교병원 신축, 법인화 및 핵의학과 신설

1964년, 당시 한심석 병원장이 시계탑 건물을 제외한 서울대학교부속병원 건물의 재래식 구조, 노후화, 공간부족 등을 고려하여 완전히 새로운 병원 신축 추진을 결정하였다. 재원 문제로 난항을 겪다가 1967년 11월 China Medical Board 원조에 의해 병원설계전문가 화이팅사무

소가 설계에 착수하였고 1968년 3월 16일 기공식을 가지고 1973년까지 기초공사와 골조공사가 진행되었다. 그러나, 계획재검토와 설계변경이 1971년까지 이어졌고 1972년부터 1975년까지는 차관 도입을 타진하며 공사가 지연되는 등 많은 장애가 발생하였다. 1975년에는 의과대학과 치과대학을 제외한 문리대 등이 관악캠퍼스로 이전하였다. 차관도입 결정 후 1976년부터 공사를 본격화하여, 1978년 10월 16일 완공하였고 1979년 1월부터 전 부서가 신축병원으로 이전, 1979년 2월 5일 외래진료를 시작하였다. 이와 같이 대규모 차관과 정부재정이 투입되자 병원의 자체 수익을 늘려야 할 필요가 생겼고, 효율적 운영을 위한 의사결정권 및 책임경영체제 확보를 위하여 병원 법인화가 결정되었다. 1977년 12월 22일 「서울대학교병원설치법」이 국회를 통과하였고, 1978년 7월 15일 특수법인 서울대학교병원이 출범하게 되었다.

출범 당시 「서울대학교병원설치법 시행령」에 따라 제1, 2, 3진료부문과 관리부문을 두었는데, 핵의학과가 제2진료부 산하로 신설되면서 내과 소속 진료실에서 독립 과로 격상, 새출발을 하게 되었다. 고창순 교수가 제2진료부원장 겸 초대 핵의학과장으로, 김병국 교수가 의무장으로, 서일택이 초대 기사장으로 발령 받았다. 병원 설계 초기인 1970년 핵의학 담당 직원은 6명, 영상검사는 간스캔 등 14종목, 검체검사는 T4 resin uptake 1종이었던 데 반해, 병원이 완공된 1978년에는 직원 15명, 영상검사 18종목, 검체검사 23종목, 검사건수는 17,000건으로 성장하였다. 설계 시 6평 정도가 방사면역측정실로 계획되었는데, 이와 같은 검사량 성장에 따라 신축건물 이전 시점에 1층 1파트 공간으로는 영상검사만 이전할 수 있었다. 방사면역측정실로 계획된 공간은 실방 명칭을 종합조작실로 바꾸어 영상검사를 위한 방사성동위원소 작업, 분배, 저장실로 사용하였고, 검체검사실은 인근 공간이 없어 분리되게 되었다. 당시 2층 4파트는 산부인과 병실이었는데 입구쪽 절반은 병실로, 안쪽은 핵의학부 검체검사실로 사용하게 되었고 핵의학과장실이 앞쪽에, 검사실은 뒤쪽에 자리잡게 되었다. 수 개월 후 산부인과 병실이 이전하고 임상검사와 혈청검사실이 이전해 와서 2층 4파트 전체가 검사실이 되었다.

1979년 1월, 주요 영상장비를 이전하여 신축병원 핵의학과 시대를 시작하였다. Pho Gamma



III 감마카메라, Spectroscaler와 우물형 감마선계측기 등이 이전되었고, Sigma ON410, ON420 감마카메라와 Gamma 11 컴퓨터시스템이 도입되어 심장 동적영상 및 심박출을 검사, 신장 동적영상검사를 시행하게 되었다. 컴퓨터의 응용으로 영상의 정량화가 가능해졌으며 DYNA 4/15 감마카메라, 컬러스캐너 등도 신규도입 되었다. 우수한 시설/장비와 함께 핵의학 기술직의 전문성도 높아져 검사종목과 건수가 급격히 확대되었다. 검체검사 측면에서도 다시로 자동계측 감마카운터가 도입되어 방사성면역측정검사의 정확성이 눈에 띄게 향상되었다.

나. 핵의학 전임의와 핵의학전공 교수

1978년 당시 제1진료부 내과는 호흡기, 순환기, 소화기, 혈액종양, 내분비신, 신경내과 분과를 두고 있었다. 핵의학과는 독립과로 격상되었으나 내과 전공의가 순환근무를 하였고 동원회의 전통이 계속 이어져, 동원회 소속 전공의가 핵의학 연구와 진료를 담당하는 주축이 되었다. 이들 중 일부는 군 핵의학 전문요원으로 이후 국군수도병원, 국군서울지구병원, 국군대전지구병원 등에서 핵의학 담당 군의관 복무를 하였다. 동원회에서 활동한 전공의들은 이후에도 서울대학교를 비롯한 여러 병원에서 내분비학, 혈액학, 감염학, 류마티스학 등 여러 내과 분과를 개척하고 심화 발전시켜 나간 주역이 되었다.

한편, 1983년 처음으로 핵의학과에 전임의 정원이 배정되어 박형근이 첫 핵의학 전임의가 되었다. 전임의 연수과정은 기존 전문의들이 핵의학에 대해 전문성을 높이는 과정이 되었고, 특히 서울대학교병원 외부에서 수련 받은 전문의들이 핵의학 전임의 과정을 거치는 경우가 많았

핵의학과 개설 후 동원회

내과 입국년도	성명
1979	김승택, 문희범, 손인, 유명희, 윤휘중, 한진석
1980	김병태, 박난재, 안용태, 안일민, 오하영, 이기상, 임상무
1981	궁성수, 김소연, 박성기, 신성해, 안규리, 이영열
1982	박석건, 오연상, 이명식, 이훈용
1983	문대혁, 이동수, 윤성철, 이재훈, 이종석
1984	김대중, 김상은, 서철원, 송영기, 오명돈, 이근후, 정문현
1985	고은미, 김순배, 김윤권, 이상구, 이홍복, 최창운
1986	박수길, 양성현, 이종호, 채동완
1987	김양수, 김윤구, 배현주, 엄재호, 윤형진, 이경한
1988	김근호, 김성민, 이제환, 조종태, 최윤호
1989	백경란, 신형식, 양원석
1990	김연수, 이진학, 임춘수, 정운철
1991	여정석, 이중건, 정철원, 주권욱



다. 핵의학 전임의 과정은 핵의학에 대한 전문가 양성 역할과 더불어 핵의학 전공에 대한 정체성을 높임으로써 군 핵의학 전문요원 제도와 함께 향후 핵의학 독립 진료과와 전문의 제도 신설에 중요한 계기가 되었다. 핵의학 전임의 연수과정을 거친 많은 이들이 향후 여러 병원에서 핵의학과 개설을 담당하였는데, 대표적으로 1986년 범희승(전남대학교병원 핵의학과 개설), 이명혜(서울아산병원), 1988년 양승오(을지대학병원), 1989년 문대혁(서울아산병원), 1990년 김덕윤(경희대학병원), 1992년 배상균(고신대학교병원, 인제대학교해운대백병원), 1993년 김종호(가천대길병원) 등이 전임의 과정을 거쳤고, 이들은 각 병원에서 핵의학과를 개설하고 초기 기반을 닦는 데 큰 역할을 하였다.

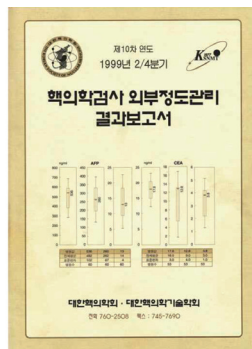
이 시기 핵의학 발전에 가장 크게 기여한 것은 핵의학전공 교수진 및 전문인력의 확충이었다. 1981년 이명철 교수가 전임강사로 발령 받아 핵의학을 주전공으로 하는 첫 서울대학교의과대학 교수가 되었고 1990년 조보연 교수의 뒤를 이어 첫 핵의학전공교수 과장이 됨으로써 핵의학 독립적 발전의 상징이 되었다. 이후 1985년 정준기 교수, 1990년 이동수 교수가 충원되면서 전문 인력풀을 확대하였다. 진료 및 연구에서 방사약학에 대한 필요성이 증대하여 1982년에는 방사약학 전공자인 정재민을 연구조교로 발령하여 학위 등의 연구를 함께 수행하였다. 학위 취득 및 해외 연수 후 정재민은 1993년 의공학 전공자인 광철은과 함께 핵의학교실 전임강사로 발령 받아 방사약학 전공의 첫 서울대학교의과대학 교수가 되었다.

다. 핵의학 진료 확대

핵의학과가 신축병원으로 이전하여 시설과 장비가 향상되고 병원 진료과로 격상됨에 따라 진료 수준이 크게 향상되었다. $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ 발생기를 정기적으로 사용하게 되면서 필요에 따라 연제나 영상검사를 할 수 있게 되었다. 1980년 신축병원 내 치료병실을 확보하여 갑상선암 환자를 대상으로 고용량 요오드치료를 안전하게 시행할 수 있게 되었으며, 같은 해 외부검체 수탁 검사 제도를 시행하여 서울대학교병원 외부에 검사서비스를 제공하기 시작하였다. 자동감마카운터, 자동액체섬광계수기, 컴퓨터결과처리기, 냉동기 등을 도입하고 저온 실험실을 갖추어 검사의 정확성과 효율성을 향상시켰다. 1983년 인체조직시료에서 유방암환자의 호르몬 수용체 측정, 1984년 TSH수용체 항체검사를 시작하여 방사수용체검사(radioreceptor assay)를 본격화하였다. 1985년 10월 16일 어린이병원 개원에 맞추어 소아핵의학검사실을 개설함으로써 명실공히 종합임상과로 자리 잡았다. 1986년에는 SPECT용 감마카메라인 ZLC-75 Rota (Siemens)가 도입되어 뇌와 심장에 대한 단층촬영이 시작되었다.

핵의학 진료의 양적 성장과 함께 진료의 질 관리에 크게 관심을 쏟게 되었다. 1986년부터 영상진단 정도관리를 위해 일일기기점검을 정규화하였고 방사성의약품 제조 후 방사크로마토그래

피를 시행하여 방사성의약품 품질관리를 하였다. 같은 해, 방사면역측정법 정도관리를 위해 표준혈청을 이용한 내부정도관리를 확립하였으며, 이듬해인 1987년에는 방사면역측정법 정도관리의 국내 확산을 위해 국제원자력기구(IAEA)와 대한핵의학회가 공동으로 개최한 방사면역측정법 data processing course를 정준기 교수, 서일택 기사가장이 주축이 되어 주관하였다. 이러한 국제협력 경험이 밑바탕이 되어, IAEA의 “갑상선호르몬 정도관리센터”로 지정받아 한국 뿐 아니라 아시아 각국을 담당하는 정도관리센터로서 역할을 수행하게 되었다. 1991년에는 보라매 병원에 핵의학실이 개설되었는데, 의료진은 없었으나 본원에서 보건직을 파견하여 검체검사를 담당하게 하였다. 1993년 SPECT용 이중헤드와 삼중헤드 감마카메라, 전신촬영용 이중헤드 감마카메라 각 1대가 도입되어 검사량 증가에 대응함과 동시에 향상된 품질의 영상을 제공할 수 있게 되었다. 과 업무 증가와 함께 내부 단합과 의사소통의 필요성이 증가하여 교수, 의료진과 직원이 모두 참여하는 과 워크숍을 1987년 4월 시작하였다.



라. 연구역량 및 대외활동 성장

핵의학 전문인력 보강과 진료/연구시설 및 장비 확충에 힘입어 핵의학 연구는 1980년 이후 급격한 수준 향상을 보였다. 1984년 TSH수용체항체 검사를 시작하면서 조보연 교수가 각종 갑상선 질환에서 TSH수용체항체의 의의, 치료효과, 활성 차이를 연구 발표하였고 서구와 다른 갑상선항체 경향을 발표하기도 하였다. 1986년 정준기, 정재민 교수는 단일클론항체를 표지하여 중앙진단영상에 활용하는 연구를 시작하였다. 연구가 활성화되며 국제학회 연제발표가 증가하여 1988년 정준기 교수는 국내에서 수행한 연구로는 최초로 미국핵의학회에서 구연발표를 하였다. 1980년대에 SCI논문 발표가 2편에 불과하였으나 1990년대 접어들며 국제학술지 논문발표가 급증하였다. 이와 함께 연구과제 선정도 활성화되었다. 1990년 이명철 교수를 책임연구자로 하여 한국과학재단(현 한국연구재단)으로부터 ‘방사성동위원소응용물질장려연구센터’로 과학연구센터(SRC) 지정을 받았으며 이는 이후 1994년 ‘동위원소응용물질개발연구센터’로 공학연구

센터(ERC) 지정을 받는 성과로 이어졌다. 이러한 연구센터 사업에는 국내 핵의학관련 연구자 대부분이 함께 참여함으로써 대규모 연구를 진행할 수 있었으며 이를 계기로 실험실 연구 기반을 확충해 나갈 수 있었다. 또한 1990년 4월 19일 고창순 교수를 단장으로 이명철, 정준기 교수 등이 참여한 원전지역주민 역학조사단 사업을 시작하였다. 8년간 진행된



이 사업은 원자력발전소 지역 주민들에 대한 기초조사, 역학적 조사를 수행하며 외부협력연구의 또 다른 기반이 되었다. 1992년 이명철 교수가 단장, 정준기 교수가 총괄반장직을 이어 받아 수행하였으며 이후 의과대학 의학연구소 산하 원자력영향연구소에서 수행되었다.

축적된 연구, 진료, 인적 기반을 바탕으로 핵의학 발전에 대한 자신감이 증가하였다. 1982년 방사성동위원소진료실 동문들이 주축이 되어 우리나라 최초의 핵의학교과서인 『임상핵의학』(이문호 교수 편저)을 발간하였고, 이로부터 10년 뒤인 1992년 4월 20일에는 고창순 교수 편저로 새 교과서 『핵의학』을 발행하였다. 한편, 대규모 국제학회인 아시아대양주핵의학학회(AOFNMB)를 유지, 개최하는 성과를 내기도 하였다. 1980년 필리핀 마닐라에서 열린 제2차 AOFNMB 대회에서 이문호 교수가 회장으로 만장일치로 선출되어, 대회 조직위원장 이문호, 부회장 박수성, 사무총장 고창순, 재정담당 박용휘 교수로 집행부를 구성하고 김병국, 조보연, 이명철 교수가 실무위원직을 맡아 준비하였다. 1984년 8월 27일부터 31일까지 25개국 700여 명이 참석한 가운데 제3차 AOFNMB 대회를 성황리에 개최하였다. 1977년 노벨생리학상을 수상한 Rosalyn Yalow, 세계핵의학회장을 역임한 Ueda 교수와 Johns Hopkins 대학의 Wagner 교수도 특별강연자로 참석하는 등, 발전된 우리나라 핵의학 위상에 걸맞는 규모와 운영을 자랑하였다.

이와 같이 이 시기는 병원 대내외 측면 모두에서 괄목할 만한 성장과 함께 내실을 다져가 핵의학이 독립 전문과목으로 발전할 수 있는 역량을 축적한 시기였다.

3) 핵의학전문의 제도, 교실 개설과 세계화 (1994~2006)

가. 전문의제도 신설과 교실 개설

1970~1980년대 우리나라 핵의학 진료량 성장에 비하여 학술활동이나 진료수준 향상은 상대적으로 미흡했는데 이에 대한 근본 원인으로 핵의학 전담인력 부재가 지적되었다. 내과 또는 진단방사선과 소속 핵의학 세부전공자로는 높은 수준의 연구나 진료를 담보하기 어려웠기 때문이다. 또한, 독립 전문과가 아닌 상태에서는 충분한 행정 지원을 받을 수 없었고, 새로운 전공

의나 전임의를 위한 체계적 교육 시스템도 갖출 수 없어 전문지식 창달 기반을 갖출 수 없었다. 서울대학교병원은 일찍이 이를 인식하여 1978년 국내 최초로 병원 내 핵의학과를 개설하였고, 진료과목 독립과 핵의학전문의 제도 추진에도 주도적으로 활동에 나섰다.

1986년 7월 대한핵의학회는 핵의학전문의 제도 추진 방향을 논의하기 시작하였고, 1989년 5월 이명철 교수를 위원장으로 전문의 추진위원회가 구성되었다. 1990년 2월 의사협회에 전문과목신설제안서를 접수하였으나 당시 전문과목 추가에 부정적이던 정부와 의료계 분위기 탓에 보류되었다. 1992년에 접어들며 직업병과 응급환자 문제가 점차 대두되며 사회적으로 산업의학과 응급의학 전문의의 필요성이 제기되어 의사협회의 전문과목 신설 반대 입장이 후퇴하게 되었다. 당시 대한핵의학회 이사장 이명철 교수는 전문의제도 위원회를 구성하여 전문과목신설제안서를 다시 제출하였는데, 9월 의사협회 공청회와 「전문과목신설 심의위원회」에서 핵의학을 포함한 3개 과목 신설 요구가 모두 부결되었다. 이에 대한핵의학회는 진료과목 인가를 먼저 추진하였고 1993년 3월 3일 보건사회부령 제901호로 의료법 시행규칙이 개정되어 핵의학 진료과목 인정이 공포되었다. 1993년 3월 의사협회에서 전문과목 신설에 대해 공청회가 다시 열렸으나 반대 입장만 재확인되었다.

수 차례에 걸친 실패에도 전문의제도 신설은 지속 추진되었고, 핵의학의 독립 필요성을 보건사회부, 과학기술처 등 정부부처와 의료계에 꾸준히 설득한 끝에 1994년 6월 마침내 의사협회로부터 긍정적 입장을 얻어내었다. 1994년 8월 개정안이 입법예고 되었고, 1995년 1월 28일 보건복지부(1994년 12월 부명 개칭)에서 신설 전문과목 설치를 위한 「전문의 수련 및 자격 인정 등에 관한 규정」 개정안을 대통령령 제14526호로 공포하였다. 대한핵의학회에서는 서울대학교병원을 비롯한 11개 병원에 각 1명의 전공의 정원을 배정하였고, 1996년 1월 제1차 핵의학전문의 시험이 치러진 뒤 1996년 3월 제1기 핵의학전공의로 김석기가 입국하였다.

이러한 상황변화에도 불구하고 서울대학교의과대학 내에서 핵의학은 내과학교실 소속(고창순, 이명철, 정준기, 이동수)과 의공학교실 소속(정재민, 광철은)으로 나뉘어 있었다. 의대 학부과정의 핵의학 역시 내과학과 방사선과학 등 9개 과목에 흩어져 있었고 실습은 내과와 방사선과학 중 일부가 배정되어 있었으며 독자적 대학원생을 교육할 수도 없었다. 1995년 당시는 이미 8개 이상의 의과대학에 핵의학교실이 개설된 상태였다. 독립적 연구, 학생 교육, 전문인력 양성, 수준 높은 임상진료 등에 이와 같은 교실의 부재가 큰 제약이 되어 핵의학교실 설립이 추진되었다. 1996년 11월 교실설립신청서를 고창순, 이명철, 정준기, 이동수, 정재민, 광철은 교수 연대명의로 제출하여 1997년 2월 3일 이순형 학장이 주관한 의과대학 제1차 기획위원회에서 가결되었고, 3월 7일 제2차 전체주임교수회의와 4월 8일 제2차 전체교수회의에서 승인되었다. 초대 주임교수로 이명철 교수가 임명되어 1997년 4월 10일 핵의학교실 개설 기념식을 거



행하고 독립 교실로서 출발하게 되었다. 1998년 교실 첫 대학원생으로 박사과정 김상은이 입학하였고 의과대학 학부과정에 핵의학 교과가 개설되었다. 1996년 핵의학과장으로 발령 받은 정준기 교수가 1998년 제2대 주임교수로 임명되었다.

이와 같은 핵의학 진료과목 독립, 핵의학전문의 제도신설, 의과대학 핵의학교실 개설 등은 향후 핵의학이 폭발적으로 발전하는 데 중요한 계기가 되었다.

나. PET 도입과 분당서울대학교병원 핵의학과 개설

양전자단층촬영기(PET)는 초기 상용화기인 1980~1990년대는 물론 현재도 고가의 의료영상 장비이지만, 높은 영상품질과 정량성, 방사성추적자 디자인의 유연성 등으로 현대 핵의학에 불가결한 필수장비이다. 1970년대 중반 세계적으로 PET이 보급되기 시작한 이래 국내에서도 관심을 가지는 핵의학 전공자들이 늘어났다. 1981년 $[^{11}\text{C}]\text{NMSP}$ 뇌신경수용체 영상을 보고한 Johns Hopkins 병원의 Henry Wagner 교수가 1984년 아시아대양주핵의학회에 참석한 것을 계기로, 이명철 교수가 같은 해 12월 Johns Hopkins 병원에서 PET 관련 연수를 시작하였다. 1987년 이명철 교수의 귀국과 함께 PET 도입 노력이 본격화되었다. 이명철 교수는 고창순 교수와 함께 병원 집행부에게 PET의 필요성을 꾸준히 설득하면서 한편으로는 PET에 대한 이해 저변을 넓히기 위해 원내외에서 활발한 강의활동을 하며 관련 임상과와 함께 PET 센터추진위원회를 만들기도 하였다. 이러한 노력의 성과로 1993년 최종 도입결정이 이루어졌다. OECF/L(일본해 외경제협력기금) 차관을 재원으로 하여 1993년 8월 Siemens ECAT EXACT47이 계약되었고 사이클로트론도 같은 해 10월 EBCO TR13/8이 계약되었다. 이때 EBCO 사이클로트론은 캐나다 국외에 처음으로 설치된 것이었다. 장비 도입가는 PET 300만 \$, 사이클로트론 300만 \$, hot lab 설비 150만 \$ 가량으로 전체적으로 750만 \$에 이르렀는데, 1994년 서울대학교병원 전체 세출이 1,674억 원임을 고려하면 매우 과감한 투자였다.

1993년 연말 병원본관지하 전산실 위치에 약 116평 공간을 할당받아 공사를 시작하여 1994년 5월 PET 스캐너를 설치하였다. 사이클로트론은 설치가 예정보다 지연되어 원자력 병원의 협조를 얻어 EBCO와 Triumf로부터 ^{18}F 생산용 타겟을 제공받아 ^{18}F 생산에 성공하였고, 이를 이용하여 FDG를 수작업으로 합성하였다. 개소 전 시범적으로 뇌종양 환자에서 촬영한 FDG PET이 우리나라 최초의 FDG PET 영상이 되었다. 1994년 6월 15일



사이클로트론 가동식

국내 최초의 PET센터 개소식을 거행하였고, 이어서 M. C. Besozzi, H. Fukuda, Y. Sasaki, F. Wong, T. Suhara 등 외국 저명인사를 초청한 국제 PET심포지엄을 열었다. 1994년 9월 Triumph의 협조로 $^{82}\text{Sr}/^{82}\text{Rb}$ 발생기를 병원에서 직접 제작하여 국내 최초의 ^{82}Rb 심근 PET 영상을 얻었고, 1994년 11월 19일 사이클로트론에서 1 MeV 빔 인출에 성공하였다. 1995년 2월 2일 사이클로트론 가동 기념식을 거행하였다. 이후 본격적인 사이클로트론 가동으로 FDG를 생산하였고, 5월 ^{15}O water, 6월 ^{13}N ammonia와 ^{11}C methionine을 생산 시작하였다. 그 이후로도 계속 새로운 방사성의약품을 개발하여 다양한 방사성의약품을 개발, 합성하였다.

PET은 도입 초기 신경학 분야 연구와 진료에 주로 이용되었다. 다른 분야 활용촉진을 위해 1994년 임상 의사를 위한 『PET Reference Book』을 발간하였고 이후 종양학 분야 이용이 점차 증가하였고, 2000년대 중반 이후에는 종양질환이 전체 검사의 90% 이상을 차지하게 되었다. 2003년 10월 서울대학교병원 첫 PET/CT인 Philips Gemini를 설치하였고, 2007년 10월 추가 PET/CT로 Siemens Biograph40을 설치하였다. 2005년 3월 $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ 발생기를 국내 최초 도입하여 ^{68}Ga 표지 방사성의약품 연구를 시작하였다.

PET 도입은 당시 막대한 초기 투자비용으로 인하여 많은 노력을 필요로 하는 일이었지만, 미래를 내다보는 핵의학과와 병원의 과감한 투자였으며 이러한 결정이 옳은 것이었음은 현재 우리나라에 150여 대의 PET 장비가 설치되어 한해 30만 건 이상 PET 검사가 시행되고 있는 현실을 통해 확인할 수 있다. PET 도입 후 10여 년이 지난 2006년, FDG PET이 건강보험급여에 포함되면서 핵의학은 새로운 도약의 계기를 얻게 되었다.

핵의학이 주요 진료로 인식되면서 2003년 분당서울대학교병원 개원과 함께 핵의학과가 개설되었다. 2003년 3월 이원우 교수가 의무장으로 발령받아 과 개설의 실무를 맡았고, 10월 김상은 교수가 성균관대학교에서 이임하여 과장으로 발령받았다.



분당서울대학교병원 직원 (2008년)

다. 세계핵의학회 개최와 국제적 위상 제고

2000년대 우리나라 핵의학은 160여 명의 전문의가 120여 개의 의료기관에서 활동하고 국제적으로는 미국핵의학회 발표 논문 수로 세계 4~5위의 높은 국제 위상을 갖게 되었다. 반면, 1990년대 이후 핵의학의 급격한 발전으로 발생된 이해관계 상충에 대한 해결이나 정책개발 필요성이 증가하게 되었고 핵의학 재도약의 원동력이 필요하게 되었다. 이러한 여러 문제점 개선과 지속 발전을 위해 대내외적 역량 결집을 도모하고자 대규모 학술행사의 필요성이 대두되었다. 1996년 교토 제6차 아시아대양주 핵의학회 중 개최된 세계핵의학회(WFNMB) 각국 대표자 회의에서 대한핵의학회 이사장 이명철 교수는 개최지 선정 경쟁에 지원하였다가 전략적 사퇴를 하였다. 이후 활발한 교류 및 홍보활동을 지속하여, 2000년 9월 6일 파리 세계핵의학회 각국 대표자 회의에서 이명철 교수가 차기 세계학회장으로 선출되고 2006년도 세계핵의학회를 우리나라에 유치하였다. 이에 따라 2002년부터 2006년까지 이명철 교수가 세계핵의학회 회장, 정준기 교수가 사무총장, 연세대학교 이종두 교수가 재무이사로 활동하였다. 재임기간 각국을 방문하며 각국의 핵의학 홍보 및 학회활동을 자문하고 독려하였으며 세계 핵의학 지도자들의 활발한 교류 및 협력을 위하여 Global Cooperative Council을 구성하였다.

대회 조직위원장 이명철 교수, 사무총장 정준기 교수, 학술위원장 김병태 교수 등의 면밀한 준비를 거쳐 2006년 10월 22~27일 서울 코엑스(COEX)에서 제9차 세계핵의학회 학술대회가 Global Harmonization and New Horizon of Nuclear Medicine이라는 주제로 개최되었다. 총 68개국에서 3,688명이 참석하여 총 1,127개의 초록이 발표되었고 5개의 plenary session, 15개의 심포지움, 24개의 교육프로그램, 50개의 구연 세션 등이 성황리에 진행되었다. 학술대회의 성공적인 개최를 위하여 많은 대한핵의학회 회원과 함께 서울대학교 핵의학교실원과 동문들이 노력하였다. 성공적인 대회 개최를 통해 50여 년간 핵의학 발전에 애써온 많은 이들의 노력과 업적이 널리 인정받게 되었고, 의학계뿐만 아니라 여타 학계, 정부, 일반인에 이르기까지 핵의학에 대한 인식을 드높이는 계기가 되었다. 대한핵의학회 내적으로는 학회원들의 자부심을 높이고 힘을 결집하였으며, 이를 밑바탕으로 지속적인 발전의 원동력을 얻은 것으로 평가 받았다.

세계핵의학회를 전후하여 아시아지역 핵의학에서 우리나라의 위상도 제고되었다. 이명철, 정준기 교수는 동아시아 지역내 협력을 추진하여 1998년 10월 8~10일 제1차 한중핵의학회를 중국 베이징에서 열었고 2000년 서울에서 열린 제2차 한중핵의학회에 일본핵의학회 이사장을 초청, 협의하여 한중일 핵의학회를 통합개최하기로 하여 2002년 중국 다롄에서 첫 한중일 핵의학회를 열었다. 한편, 아시아 전역으로 협력발전의 범위를 확대하기 위하여 2001년 2월 9~11일 제1차 집행위원회를 홍콩에서 열고 아시아지역핵의학협력체(ARCCNM)를 발족시켰다. 이명철 교수가 초대 의장을 맡고, 정준기 교수가 2003년 2월 제2대 의장을 맡았다.

아시아 및 세계 수준의 핵의학 협력활동과 함께 국제원자력기구(IAEA) 활동에 적극 참여하여 수차례 지역단위 교육프로그램을 개최하고, 각종 연수교육에 강사 및 전문가를 파견하였다. 정재민 교수가 개발한 $^{188}\text{Re-lipiodol}$ 과 $^{188}\text{Re-tin colloid}$ 등의 방사성의약품을 IAEA 지원 연구과제를 통하여 세계 10여 개국에 공급하여 방사성의약품치료 확산에 중요한 기여를 하기도 하였다. 2004년 당시 서울대학교병원 핵의학과는 1백여 명의 구성원이 있었고 연간 3만여 건의 영상검사, 55만여 건의 검체검사, 1천여 건의 치료를 시행하였고 매년 SCI급 학술지에 30~40편의 논문을 발표하면서 미국핵의학회 발표 연제 수에서 세계 최상위권을 차지하고 있었다. 이러한 임상적, 학문적 역량과 글로벌 리더십, 국제기구에 대한 기여도가 널리 인정받아, 2004년 국제원자력기구 총회에서 부카트 사무차장이 이명철 교수에게 IAEA협력센터 설립을 제안하였다. 당시, IAEA는 원자력개발과 응용활동을 10개 분야로 나누어 각 분야마다 세계적으로 우수한 기관 10개를 협력센터로 지정하고 있었다. 이에 따라 2004년 12월 서울의대 핵의학교실이 IAEA로부터 전세계 유일의 「핵의학 분자영상 협력센터」로 공식 지정을 받았으며 정준기 교수가 초대 센터장이 되었다. 이는 우리나라와 서울대학교 핵의학의 우수성을 전세계적으로 인정받는 사건인 동시에 서울대학교병원이 개발도상국 핵의학 발전과 확산을 지원하는 국제적 공공의료 역할을 담당함을 보여주는 사례였다. 이듬해인 2005년 5월 24일 협력센터 개소식과 기념심포지움을 가졌다. 이후 세계 각국에서 매년 6~7명의 의사와 핵과학자, 방사선사 등이 IAEA 및 각국 정부 지원으로 서울대학교병원 핵의학과를 방문하여 핵의학기술을 전수받았다.

라. 연구역량의 강화와 인적기반 확대

이 시기 서울대학교 핵의학 연구역량은 비약적으로 발전하였다. 1995년 이후 매년 10여 편의 SCI급 국제학술지 논문을 발표하기 시작하였고, 2000년대에는 연간 30~40편으로 증가하였다. 국제논문발표 수가 급격히 증가함과 동시에 수준도 크게 높아졌다. 갑상선암에서 ^{131}I 과 FDG 섭취의 역상관관계를 보고한 정준기 교수의 1999년 논문과, 심근줄기세포영상을 위한 NIS유전자 이입 형질전환마우스를 개발, 보고한 이동수 교수의 2005년 논문이 각각 *Journal of Nuclear Medicine* 우수논문상을 받는 등, 연구업적에 대한 외부의 높은 평가도 이어졌다. 특히, 이동수 교수는 2001년 「Deafness; cross-modal plasticity and cochlear implants」 제목의 논문을 서울대학교의과대학 자체 연구로는 처음으로 *Nature*지에 게재하였고, 이러한 업적으로 2003년 화이자의학상을 수상하였다.

연구역량 강화는 젊은 핵의학의사와 핵과학자들에 의해 한층 탄력을 받았고, 강화된 연구역량은 다시 우수한 인력들을 끌어들이는 선순환 구조가 만들어졌다. 이 시기 전국적으로 핵의학이 급성장함에 따라 젊은 교수들이 서울대학교병원에서 초기 연구나 진료 업적을 쌓은 후 다



른 병원에서 핵의학 발전의 주요 역할을 담당할 수 있도록 하였다. 이에 따라 2000~2002년 재임한 여정석 교수가 서울아산병원으로, 2002~2005년 재임한 소영 교수가 건국대학교병원으로, 2004~2007년 재임한 강원준 교수가 신촌세브란스병원으로 이임하였다. 타 병원에서 전공의 과정을 마치고 서울대학교병원에서 핵의학전임의 과정을 거친 이들은 여러 병원에서 핵의학과 개설이나 발전에 큰 역할을 하였다. 1994년 현인영(원자력병원 내과 수련), 1995년 김은실(전남대병원 내과), 1996년 윤석남(한양대병원 내과), 1996년 송호천(전남대병원 내과), 1998년 임석태(전북대병원 내과), 2000년 민정준(전남대병원 핵의학), 2001년 정환정(전남대병원 핵의학), 2002년 황경훈(아주대병원 핵의학), 2005년 석주원(부산대병원 핵의학) 등이 전임의 연수를 거쳤다.

1996년 시작한 핵의학전공의 과정은 핵의학 인적기반 확대의 중요한 계기가 되었는데, 서울대학교병원수련 또는 서울대학교졸업 동문들이 초기에 많은 부분을 차지하였다. 2000년 김석기(본원 수련)와 최준영(졸업동문, 삼성서울병원) 등 전국에서 7명이 제1기 핵의학전공의로서 전문의가 되었다. 2001년은 천기정(본원) 등 8명, 2002년은 김유경(본원), 김병일(졸업동문, 원자력병원), 윤준기(졸업동문, 삼성서울병원), 황경훈(졸업동문, 아주대병원) 등 8명이 전문의가 되었다. IMF 구제금융 등 전국적 경제위기의 여파로 핵의학 지원자가 감소하여 핵의학전공의 과정을 거친 전문의는 2003년 1명, 2004년 2명으로 줄었으나 2005년과 2006년 각 5명으로 점차 회복되었다. 동원회 소속으로 내과 전문의였던 이원우, 강원준은 경과규정 적용을 받지 못하여 각각 서울아산병원과 서울대학교병원에서 2년간 핵의학 추가수련을 받았다.

이 시기에 핵과학자도 풀도 크게 확충되었다. 1994년 이재성이 학생인턴으로 시작하여 2001년 박사학위를 취득하고 2005년 교수로 발령받았는데 핵의학물리학, 기기 등의 연구에서 많은 우수한 업적을 내었다. 1998년에는 이운상이 방사화학 연구원으로 합류하였고 2006년 박사학위를 취득하고 2008년부터 서울대학교와 병원의 교수로 재직하며 방사성의약품 개발 및 임상협력연구를 수행하였다. 2006년에는 분당병원에 방사화학 전공의 이병철 박사가 합류하여 진료와 함께 심화된 핵의학 연구의 틀을 마련하였다. 이외에도 강은주(인지과학), 강주현, 김순학(분자영상/생물학) 교수 등이 연구교수로 활동하여 핵의학 연구의 폭을 넓혔다. 또한 이러한 인력풀 확대에는 연구협력이나 협동과정 등으로 전일제 대학원생의 참여가 가능해진 영향이 컸다. 이운상은 서울대학교약학대학과 연구협력을 통하여, 이재성은 의용생체공학협동과정으로 학위연구를 하였다. 2006년에는 이용진이 전일제 대학원생으로는 처음으로 정준기 교수를 지도교수로 하여 중앙생물학협동과정에서 학위를 받았다.

이와 같이 이 시기에는 핵의학진료 증가, 연구역량 강화, 인적 기반 확충 등이 균형을 갖추며 핵의학 발전을 견인하였다.

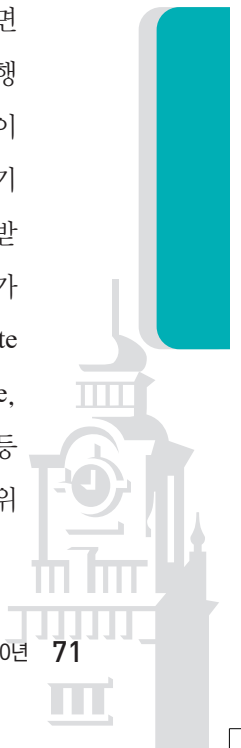
4) 핵의학 성숙과 새로운 변화 (2007~2020)

가. 핵의학 진료의 급성장과 제도 변화

2000년대 들어 PET은 암환자 진료에서 필수장비로 떠오르며 보급이 확대되어 갔다. 2003년 전국 27대이던 PET 장비는 2004년 41대, 2005년 59대로 매년 50% 가까운 증가를 보였다. 이 즈음, 2006년 6월 1일 FDG PET이 건강보험 급여에 포함되면서 우리나라 핵의학은 급성장의 계기를 맞게 되었다. 당시 의료비 부담이 사회적 문제가 되고 복지강화가 주요 정책목표로 떠오르자 정부에서 건강보험 보장성강화를 추진하게 되었고 그 일환으로 PET이 급여항목으로 전환되었다. 급여화와 함께 검사수가가 약간 감액되었으나, 검사량은 폭발적 증가세를 보였다. 2005년 57,301건이던 전국 PET검사는, 급여화 당해년도인 2006년 100,031건으로 75% 증가하였고 2007년 184,824건으로 다시 84% 증가하였다.

2013년에는 전국 PET검사건수가 407,739건, PET장비 보급이 163대, 핵의학진료를 실시하는 의료기관이 164개에 이르렀다. 선도적으로 PET진료를 시작한 서울대학교병원은 상대적으로 완만한 변화를 보였으나 역시 2005년 2,877건이던 총 PET검사가 2006년 4,610건, 2008년 8,319건, 2013년에는 13,126건으로 증가하였다. PET을 포함한 핵의학진료량의 급성장은 인력 수요 증가로 이어졌고 핵의학전공의 지원자도 증가하였다. 2003년 2명, 2005년 5명에 불과했던 핵의학 신규 전문의는 2008년 10명, 2011년 20명, 2014년 22명에 이르렀고, 2015~2017년에도 매년 17~20명이 전문의자격을 새로 취득하였다. 서울대학교병원은 2003년 분당병원, 2005년 국립암센터, 2013년 보라매병원과 각각 모자병원 협약을 체결하고 전공의 정원을 늘려 매년 2~4명의 전공의를 수련시키게 되었다.

2009년 한국보건 의료연구원(NECA)이 설립되고 2010년 신의료기술평가제도가 본격화되어 새로운 PET영상검사 임상도입의 제도적 절차가 마련되었다. PET영상은 약품과 행위 양 측면에서 규제를 받고 있는데 방사성의약품은 조제실제제신고 혹은 품목허가의 절차가 있었으나 행위에 대해서는 PET을 모두 동일행위로 볼지, 방사성의약품이 다르면 다른 행위로 볼지 논란이 되며 임상화가 막혀 있었다. 이 시기에 대한의학회 보험이사 이동수 교수의 참여로 신의료기술평가제도가 정비되면서, 방사성의약품이 다르면 다른 행위로 간주하여 신의료기술평가를 받는 것으로 정리되었다. 서울대학교병원은 분당병원 및 국립암센터와 협력하여 신의료기술평가 신청 및 평가 과정을 주도하였고, 2010년 처음으로 ^{18}F NaF (분당병원 신청) 및 ^{11}C acetate PET (국립암센터 신청)이 신의료기술승인을 받게 되었다. 이후에도 ^{13}N NH₃, ^{11}C methionine, ^{68}Ga -DOTATOC, ^{18}F -choline PET 등 서울대학교병원에서 새로운 PET검사를 신의료기술로 등재시켰다. 2018년부터는 방사성의약품이 달라도 대상, 목표가 같고 동일검사원리이면 동일행위로 간주하도록 일부 개편되었다.



또한 2009년 ISO 15189 공인메디칼시험기관 인정제도가 공고되어 핵의학검체검사에 대한 한국인정기구(KOLAS) 평가 및 인정이 제도화되었다. 경영시스템, 문서관리, 검사장비와 인력, 검사 및 품질관리 절차 등을 평가하여 국제표준인정을 부여하는 제도로 핵의학검체검사 정도 관리의 연장선으로서 신뢰도를 향상시킬 수 있는 계기였다. 2010년 7월 서울대학교병원을 제 1호로 하여 분당병원 등 6개 의료기관이 시범인정을 받았고, 2011년 11월 보라매병원도 시범 인정을 얻었다. 2015년 5월에는 본인정도 획득하여 검체검사정도관리 우수기관으로서의 위상을 공고히 하였다.

이와 같이 핵의학의 질적, 양적 성장을 지원하는 제도적 기반이 마련되어 가는 도중, 2014년 12월 FDG PET에 대한 건강보험급여기준이 변경되며 핵의학계는 큰 어려움을 겪게 되었다. 4대중증질환 보장성 강화라는 정책목표를 추진하며 건강보험재정절감책을 찾던 정부에서 FDG PET 급여기준을 축소하고 무리한 사후 삭감을 지속하면서 전국적으로 PET검사 행위량이 급감하였다. 2014년 410,006건이던 전국 PET검사는 2015년 222,903건으로 46% 감소하였고 2016년은 216,454건으로 더욱 감소하였는데, 여기에 더해 4~5% 가량의 삭감이 이어졌다. 서울대학교병원도 2014년 13,062건에 이르렀던 FDG PET검사가 2015년 9,798건으로 25% 감소하였다. FDG PET을 주 진료로 하던 중소병원에서는 핵의학진료를 중단하는 경우도 늘어났고 전공의 지원도 급감하여 2019년에는 전국에서 2명만이 전공의 과정에 들어왔고, 서울대학교병원도 전공의를 선발하지 못하였다. 한편, 갑상선암은 과잉진단 및 치료 논란에 따라 전국적으로 방사성요오드치료가 급감하게 되었다. 이러한 외부 상황은 진료의 분야와 영역을 확대, 다양화해야 한다는 큰 과제를 핵의학에 안겨 주었다.

2017년 방사성의약품에 대한 의약품제조품질관리기준(GMP) 적용이 시작되면서 이 또한 새로운 과제가 되었다. 우리나라는 2014년 국내 GMP 규정체계를 유지하면서 의약품실사상호협력기구(PIC/S)에 가입하였으나 GMP제도 선진화를 목표로 여러 제도를 개정하였다. 이 가운데 하나로 2015년 7월 방사성의약품에 대한 GMP를 도입하였고 유효기간을 거쳐 2017년 GMP 심사가 시작되었다. 품목허가 대상인 FDG를 생산하기 위한 각 병원 방사성의약품실은 GMP 기준에 부합하는 제품표준, 품질관리, 제조관리, 제조위생관리 등을 시행하여야 했는데, 적지 않은 시설, 장비, 인력 투자를 요하는 과정이어서 생산원가부담이 크게 증가하였다. 반면 GMP 적용으로 방사성의약품 제조관리에 대한 인식이 개선되고 품질관리 수준이 개선되는 계기가 되기도 하였다. 서울대학교병원과 분당병원은 2017년 GMP 인증을 취득하였고 2020년 1주기 재 인증을 성공적으로 마쳤다.

나. 병원의 성장과 핵의학과 외적 변화

서울대학교병원은 국가중앙병원 및 세계적 최고병원을 지향으로 발전을 추구하였으며, 이는 핵의학과에도 큰 영향을 미쳤다. 2011년 3월 25일 암병원이 개원하여 One stop total care와 통합진료시스템을 지향하여 센터 진료체계를 구성하였고, 이에 본관지하의 PET센터를 이전하여 영상의학과와 함께 암병원 1층(현 지하2층)에 중앙영상센터가 개설되었다. PET영상의 주 활용분야가 암진료임을 반영한 변화였으나, 신경질환이나 심장질환의 PET 진료도 계속 이어졌다. 개원과 함께 최첨단 융합영상장비 PET/MR (Siemens mMR)을 영상의학과와 공동운영하기 시작하였다. 일체형 장비로서 PET과 MR의 동시영상획득이 가능하였으며 이후 많은 연구와 진료에 활용되었다. 같은 해, 또 다른 융합영상장비인 SPECT/CT가 도입되어 감마영상에서도 새로운 변화가 시작되었다. 암병원에 GE의 PETtrace 사이클로트론이 신규 설치되어 생산가능한 방사성동위원소 종류를 확대하였고 수준 높은 방사성의약품 생산시설을 갖추었다. 2010년 이후 $[^{13}\text{N}]\text{NH}_3$, $[^{18}\text{F}]\text{FP-CIT}$, $[^{18}\text{F}]\text{florbetaben}$, $^{68}\text{Ga-DOTATOC}$, $^{18}\text{F-choline}$ PET 등 여러 PET 영상이 새로운 임상검사로 도입되었다. 기존 사이클로트론은 1년 이상의 방사능안정화 및 준비를 거쳐 2012년 12월 21일 원외로 반출하였다. 이는 사용 후 사이클로트론을 양도, 이전한 국내 첫 사례였고, 이후 구 PET센터 부지는 다양한 용도로 온전히 활용할 수 있게 되었다. 유방감상선센터는 암병원에 합류하지 않고 소아별관으로 이전하게 되어, 본관 124병동에 있던 치료병실은 2012년 4월 18일 별관병동에 3실 4병상으로 이전하였다.

병원 성장과 함께 분당병원 핵의학 진료도 국내최고 수준으로 고도화되었다. 2008년 권역별 사이클로트론센터 사업을 통해 국산 KOTRON 13을 설치하여 다양한 방사성의약품의 생산, 연구, 진료가 가능해졌고, 2011년에는 ^{11}C 타겟을 개발하여 이용 핵종을 확대하였다. 2012년에는 분당병원에서 개발에 크게 기여한 국내 방사성의약품 신약 $^{123}\text{I-FP-CIT}$ (다트레이스-123)를 이용하여 국내 최초로 파킨슨병에 대한 도파민수용체 SPECT를 임상검사로 시작하기도 하였다. 2017년 이원우 교수가 제2대 과장으로 발령받아 발전을 이끌고 있다. 보라매병원은 2008년 6월 기존 핵의학검사실에 영상검사까지 확장하여 핵의학과를 개설하고 초대 과장으로 이호영 교수를 발령하였다. 2009년에 PET/CT를 도입하였고 2013년 1월 보라매병원 최초의 방사성동위원소 치료병실이 설치되었다. 병원 현대화 및 신축에 따라 2014년 핵의학과를 리모델링하고 PET 검사실도 확장하였다. 2012년 김유경 교수가, 2020년 오소원 교수가 각각 과장으로 발령받았다. 2015년 서울대학교병원이 아랍에미리트의 라스알카이마에 Sheikh Khalifa Specialty Hospital (SKSH)를 위탁운영하기 시작하면서 핵의학과가 개설되었다. 장성준 교수가 과장으로 발령받았고 3명의 직원이 파견되어 꾸준히 성장하고 있다. 반면, 강남센터는 2003년부터 운영 중이던 PET/CT를 2012년 폐기하고 건진 PET을 중단하였다.



병원의 성장과 진료변화에 따라 지하개발을 통한 공간 확장과 재배치가 진행되었고 핵의학과는 과 이기주의를 배격하고 병원 정책에 적극 협조하였다. 수술장 공간부족 문제해결을 위하여 2017년 11월 본관 2층의 교수실, 행정실, 체외검사실을 의생명연구원 6층으로 이전하였고, 이듬해인 2018년 3월에는 어린이병원 공간부족 해결 협조를 위해 어린이병원 4층(현 3층)의 소아핵의학검사실 공간을 반납하고 본관1층 핵의학과로 통합 이전하였다. 한편 이때 최초의 CZT검출기 장착 영상장비(D-SPECT)가 도입되었다. 과의 하드웨어적 변화와 함께 운영시스템에도 새로운 변화를 추구하였고, 1년여의 준비를 거쳐 2020년 1월 병원 최초의 순환보직제를 시행하였다.

다. 새로운 핵의학의 길 모색

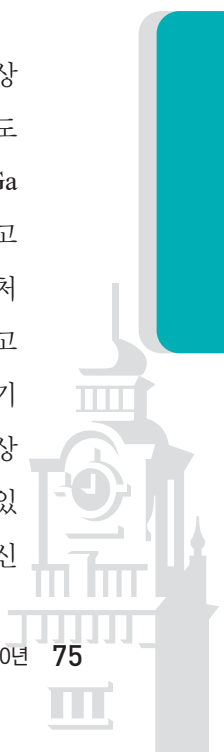
FDG PET 건강보험급여화를 전후하여 핵의학 진료량이 크게 증가하면서 큰 인력충원이 이루어졌다. 2006년 이동수 교수가 주임교수 겸 과장으로 임명되어 이러한 변화를 이끌었다. 2007년 강건욱 교수가 국립암센터에서 서울대학교병원으로 이임하고, 김유경 교수가 분당병원에 발령받았다. 2008년 팽진철, 이호영 교수가 각기 서울대학교병원과 보라매병원에, 2011년 오소원 교수가 보라매병원에 임상교수로 발령받았다. 2012년 천기정 교수가 고려대병원에서 서울대학교병원으로, 김유경 교수가 분당병원에서 보라매병원으로, 이호영 교수가 보라매병원에서 분당병원으로 이임하였다. 세대교체로 볼 수 있는 인적 변화도 있었다. 2015년 강건욱 교수가, 2019년에는 핵의학전공의 출신으로는 최초로 천기정 교수가 주임교수로 임명되었다. 2018년 최홍윤, 2020년 송요성 교수가 각각 서울대학교병원과 분당병원에 임상교수로 발령받았다. 한편, 2012년 8월 6일에는 서울대학교병원 핵의학을 시작하고 발전의 토대를 만든 고창순 명예교수가 안타깝게도 타계하였다. 핵의학전문의 독립을 이끌고 세계학회를 유치하여 성공시키는 등 핵의학의 전성기를 이끈 두 주인공인 이명철 교수는 2012년 명예퇴임과 함께 가천대학교 의무부총장으로 이임하였고, 정준기 교수는 2018년 정년퇴임 후 국립암센터로 이임하였다. 핵의학기초과학 전공자의 교수임용도 이어졌는데, 2008년 윤혜원 교수가, 2019년 분당병원 이병철 교수가 임상교수로 발령받았고, 2008년과 2010년에는 이운상, 황도원 교수가 연구교수로 발령받았다. 이 시기 핵의학 외연을 확장하기 위한 노력들이 본격화하였다. 이동수, 이재성 교수는 2009년 세계수준의 연구중심대학육성사업(WCU)에 참여하여 각각 분자의학 및 바이오제약학과와 뇌인지과학과 겸직교수가 되었으며, 이 사업의 일환으로 김의신 교수가 서울대학교에 매년 6개월씩 방문하여 전공의 및 국제펠로우 교육에 적극 참여하기 시작하여 2020년 현재까지 이어지고 있다.

핵의학의 급격한 성장과 2014년 이후 제도변화에 의한 어려움이라는 양단의 경험을 동시에 가진 이 시기에 핵의학의 새로운 길을 모색하기 위한 여러 시도가 있었다. 연구 측면에서는 분

자영상 전반을 핵의학 내로 받아들이면서 분자영상 시설, 장비가 확충되었고 2011년 의과대학 융합관으로 장비를 집중하여 분자영상센터를 개설하였다. 같은 해 분당병원은 내외부 연구지원을 위한 「경기전임상분자영상지원센터」 사업을 수행하여 여러 연구자에게 서비스를 제공하게 되었다. 2002년 시작된 분자영상의학회는 2004~2006년 정준기 교수가 회장으로 재임하며 분자영상학회로 이름을 바꾸어 지속되고 있다.

FDG PET을 중심으로 한 진단영상의 비중이 과다해지는 데 대한 대응으로 치료분야가 강조되었다. 먼저 2010년 ^{90}Y -microsphere를 이용하는 방사선색전술(TARE)이 신의료기술로 허가를 얻고 원발성/전이성 간암에 높은 치료성적을 보이면서 많은 관심을 끌었다. 영상의학과에서 중재적 기술을 통해 시행되지만 ^{90}Y 제품의 준비, 관리, 후처리 등에 핵의학적 관리가 필요하며 특히 선량평가와 투여량 계산 등의 과정이 필요하여 심사평가원 행위분류에서 영상의학과/핵의학과가 행위에 대한 공동관리과로 인정되었다. 서울대학교병원은 2009년 연구단체에서부터 영상의학과와 함께 적극적으로 참여하였다. 2014년에는 Bayer의 알파핵종(^{223}Ra)치료제인 Xofigo[®]가 국내시판되기 시작하였다. 2010년 중반 테라노스틱스(theranostics; 진단병합치료)라는 개념이 등장하면서 서울대학교병원 핵의학과도 새로운 치료의 임상화에 많은 노력을 기울였다. 강건욱 교수가 원자력연구원 등과 ^{177}Lu 소마토스타틴수용체 표적치료제 개발연구를 수행하였는데, 해외에서는 상품화(Lutathera[®])가 되었음에도 엄격한 신약개발절차로 인하여 국내 도입이 제한되자 2017년부터 해외치료센터와 연계해 치료, 추적관찰하는 진료를 시작하였다. 환우회 조직을 지원하는 등 다각적인 노력으로 2019년 희귀의약품으로 국내 도입이 가능해졌으며, 같은 해 9월 서울대학교병원에서 국내 첫 Lutathera 치료를 시행하였다. 2020년 천기정 교수가 카이바이오텍 및 셀비온과 협력하여 국산 ^{177}Lu -DOTATATE 치료제 및 ^{68}Ga -PSMA 표적영상제 상용화를 위한 임상시험을 시작했다.

이와 같이 단순 연구를 넘어 실제 임상화, 산업화를 위한 노력도 계속되었다. 정재민, 이운상 교수가 개발한 ^{68}Ga -MSA는 2015년 6월 셀비온(주)에 기술이전되어 실용화를 위한 의뢰자주도 임상시험을 최초로 거치게 되었다. 이후 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MSA도 의뢰자주도 임상시험에 들어갔으며 ^{68}Ga 과 ^{177}Lu 으로 표지한 PSMA 표적 영상제 및 치료제도 2020년 현재 임상시험 시작을 예정하고 있다. 분당병원도 자체적으로 개발한 아밀로이드표적영상제 [^{18}F]SNUBH-NM-333을 식약처 IND허가를 받아 임상시험을 시행하는 등 여러 방사성의약품의 산업화를 위한 노력을 경주하고 있다. 핵의학기와 영상기술에 대한 산업화도 추진되어, 이재성 교수는 2016년 PET영상기기 전문업체인 Brightonix Imaging을 창업하였다. SiPM PET에 대한 고유기술을 가지고 해외영상기기업체인 Aspect Imaging과 제휴하여 PET/MR 장비를 상용화하는 등 실용화를 추진하고 있다. 분당병원은 산업화지원에도 노력을 기울여 2014년 신약후보물질 평가기술을 제공하는 「신



약개발바이오이미징융합기술센터」를 설립하였다.

한편, 우리나라 핵의학의 성장경험을 개발도상국에 나눠줌으로써, 협력적 연대와 함께 국제적 공동발전을 추구하고자 하는 새로운 시도도 있었다. 이전부터 IAEA, 서울대학교병원, 또는 핵의학과 자체 지원으로 개발도상국의 핵의학/핵과학자에게 서울대학교병원 연수기회를 제공하는 국제펠로우십 과정이 있었는데, 고창순 명예교수 타계 후 2013년부터 이동수 주임교수가 이를 「고창순프로젝트」라는 이름으로 확대 개편하여 다양한 아시아권 국가에 연수기회를 제공하였다. 이동수 교수는 이를 한층 확대하기 위하여 한국국제협력단(KOICA) 사업에 지원하여 2018년부터 「방글라데시 비전염성질환 치료를 위한 핵의학기반역량강화사업」을 수주하여 수행하기 시작하였다. 이는 신진 핵의학/핵과학자 장기연수, 단기초청워크숍 개최와 현지방문/원격교육, 웹기반 교육지원 플랫폼 구축 및 교육 등을 통해 방글라데시의 핵의학 수준 향상을 지원하는 것으로서 서울대학교병원의 공공성을 국제적 수준까지 끌어올린 사업의 하나로 평가받았다.

라. 대내외 활동 및 기여 확대

서울대학교 핵의학교실의 학내, 학외, 사회, 국제적 활동과 기여는 그 폭이 더 넓어지고 심화되었다. 2014년 10월, 김상은 교수가 제4대 융합과학기술대학원장직을 맡아 한차례 연임하며 2018년 9월까지 직을 수행하여 지속가능한 성장과 본격적 국제화의 틀을 닦았다. 2007년 이명철 교수가 제3대 원장직을 맡았던 생명공학공동연구원을 2015년 3월 이동수 교수가 제7대 원장으로 이어받아 관악캠퍼스와 연건캠퍼스의 생명공학 공동연구 활성화를 집중 추진하였다. 2019년 4월에는 강건욱 교수가 부원장직을 맡았다.

대한핵의학회는 2006년 이명철 교수가 실무회장으로 바뀐 뒤 첫 회장을 맡았으며, 2010년 이동수 교수, 2016년 김상은 교수 등이 회장으로 재임하며 학회 발전을 이끌었다. 2020년 11월에는 강건욱 교수가 차기회장으로 선출되었다. 정준기 교수는 대한핵의학회지 편집위원장으로 재임하던 중 2010년 『대한핵의학회지』를 학술지 국제화의 흐름에 맞추어 영문 발간으로 변경하고, 이와 함께 명칭도 『Nuclear Medicine and Molecular Imaging』으로 변경하였다. 이후 2014년, 이동수 교수가 편집위원장직을 이어받아 해외 학자의 편집위원회 참여를 확대하는 등의 개편을 시행하였고, 2020년 범희승 동문이 편집위원장직을 이어받았다. 우리나라에서 가장 대표적인 핵의학교과서의 전통도 이어갔다. 2008년 9월 22일 교실동문회와 같은 자리에서 정준기, 이명철 편저의 핵의학 교과서 발간 기념회를 가졌다. 이전 교과서명 『핵의학』을 계승하면서도 고창순 교수의 핵의학 발전에 대한 공로를 기리기 위해 『고창순핵의학 3판』으로 명명하여 고창순 교수에게 헌정하였다. 이후 2019년 정준기, 이동수, 김상은, 강건욱 교수 편저로 『고창순 핵의학 4판』이 발간되었다.

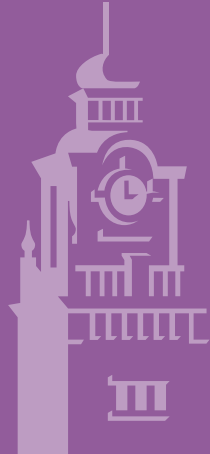
교실 교수들의 활발한 국제활동도 계속되었다. 2006년 분자영상 분야의 발전과 연구 촉진을 위하여 아시아분자영상협의회(Federation of Asian Societies of Molecular Imaging; FASMI)가 창립되었는데, 초기부터 적극적 참여를 해온 정준기 교수가 2009년 10월 제2대 의장으로 선임되었다. 2013년 5월 국제방사성의약품학심포지움(ISRS)이 제주에서 성황리에 열렸다. 이를 주도한 정재민 교수는 2014년 2월 창립된 대한방사성의약품학회에서 초대회장으로 선출되었으며, 이듬해인 2015년 2월 27일 세계방사성의약품학회(SRS) 차기회장으로도 선출되었다. 이재성 교수는 2013년 10월 열린 IEEE NSS/MIC 학회에서 organizer로 기여하였다. 2016년 11월 바르셀로나에서 이동수 교수는 우리나라의 핵의학 성공경험 확산을 기치로 내걸고 세계핵의학회(WFNMB) 회장으로 선출되어 2019년부터 회장직을 시작하였다. 한편, 이동수 교수는 테라노스틱스의 중요성을 강조하여, 2019년 세계테라노스틱스학회(TWC)를 국내 유치하여 제주에서 개최하였다.

이러한 다양한 활동들에 대하여 외부의 높은 평가와 영예로운 수상도 있었다. 2009년 3월 19일 정준기 교수가 핵의학 분야에서의 학문적 업적을 인정받아 대한의학회가 주관하는 바이엘쉐링 임상의학상을 수상하였다. 이듬해인 2010년 3월 1일에는 이명철 교수가 핵의학 및 관련 분야 연구체제 확립에 기여한 업적으로 삼일문화상을 수상하였는데, 이는 1962년 이문호 교수가 원자력의 의학적 이용 기여 업적으로 수상한 삼일문화상의 흐름을 계승한 역사적 사건이 되었다.

이명철 교수는 2011년 제1회 한국핵의학상을 수상하였으며, 정준기 교수는 2014년, 이동수 교수는 2020년, 각각 한국핵의학청봉상을 수상하였다.







PART

II

주요 분야별 60년사

1. 진료

서울대학교병원의 핵의학 진료는 1959년 8월 이문호 교수가 방사성요오드를 이용하여 갑상선 섭취율, 배설률을 연구하고 갑상선기능항진증을 치료하며 시작되었다. 1960년 5월 30일 국제원자력기구의 지원을 받아 의과대학 부속병원에 방사성동위원소진료실이 개설됨으로써 진료가 본격화되었고, 그 이후 지난 60년간 비약적으로 성장하였다. 서울대학교병원 핵의학 진료는 크게 갑상선 질환 등의 방사성동위원소치료, 체내 영상검사, 체외 검체 및 생리학적 검사의 세 분야로 나뉘며, 각각 초기부터 현재까지 지속적 발전을 이어 오고 있다.

1960년대는 태동기로서 방사성동위원소 이용 진료를 시작한 시기이다. 1959년 저용량 ^{131}I 을 이용한 갑상선 치료가 처음 시작되었고, 1961년 미국 원자력위원회에서 서울대(농과대학, 문리과대학, 의과대학), 경북대, 전남대, 원자력청 등 6개 기관에 당시 금액으로 \$107,226에 해당하는 장비를 기증하며 진단평가가 시작되었다. 이 때 들어온 Tracer Lab의 scintiscanner(dot scanner), 우물형 섬광계수기, 서베이미터, 섭취측정시스템 등이 핵의학 진료의 출발점이 되었다.

1970년대에 정착기로 들어서며 본격적 핵의학 진료가 시작되었다. 치료 측면에서는 갑상선 기능항진증에 대한 방사성요오드치료가 본격화되었다. 1969년 우리나라 처음으로 감마카메라(Pho-Gamma II, Nuclear Chicago 사, USA)를 도입하여 뛰어난 품질의 핵의학 영상을 얻을 수 있었다. 연속검사 형태로 초보적인 동적(dynamic) 스캔을 시행할 수 있게 되었다. 1969년 방사면역측정법을 실험적으로 시작했다. 곧이어 상업용 키트가 나오고 1971년 섬광감마계수기가 도입되어 검체검사가 본격화되었다. 1978년 7월 15일 특수법인 서울대학교병원으로 발전하면서 방사성동위원소진료실이 제2진료부 핵의학과로 승격되고 1979년 1월 신축병원으로 이전을 완료하며 새로운 발전의 계기가 마련되었다.

1980년대 발전기에는 현재까지 이어지는 임상진료의 틀이 갖추어졌다. 1979년 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 발생기가 이용되기 시작했고, 감마카메라와 컴퓨터시스템이 도입되어 제대로 된 동적 스캔이 가능해지면서 특히 심혈관촬영술, multigated blood pool scan 등 심장병 진단에 사용하였다. 1986년 SPECT 검사를 시작했으며, 80년대 후반 뇌단락기능검사, 고환스캔, 레이노스캔 등 다양한 특수검사가 정착되었다. 1986년에는 어린이병원 내 핵의학검사실이 개설되었다. 검체검사는 검사종목의 확대와 자동화가 이루어졌으며 방사수용체 검사도 시작되었다. 치료 분야에서는 전용 치료병실을 갖추고 갑상선암에 대한 고용량 ^{131}I 치료를 시행하였고 치료 환자도 꾸준히 증가하였다.

1990년대 도약기에는 진료 장비와 체계의 현대화, 정밀화가 이루어졌다. 1990년 삼중헤드 감마카메라 등 다중헤드 감마카메라가 일반화되었고 영상 및 검체검사가 큰 폭으로 증가하였다.

IAEA 후원 아래 우리 과 주관으로 방사면역측정법 외부정도관리 시스템을 개발하였고, 1990년부터 전국 핵의학 검사실에서 시행하고 있다. 진료 서비스 강화를 목적으로 연중무휴검사 시스템, LAN을 이용한 결과조회시스템 등을 도입하였다. 1994년 국내 최초의 PET과 사이클로트론을 도입하여 PET 검사를 시작하였다. 난치성 갑상선암의 ^{131}I 치료에 레티노이드 병합요법, 최대안전용량 치료법 등이 사용되었고, 건수가 많지는 않았지만 갑상선암 이외의 방사성동위원소 치료 다양화가 이루어졌고 1998년 치료병실이 핵의학과 소속으로 변경되었다.

2000년대는 핵의학 진료의 안정화와 함께 FDG PET이 비약적으로 성장하였다. 2003년 첫 PET/CT가 도입되었고 2005년 핵의학영상 전문 PACS가 시작되었다. 2006년 FDG PET이 건강보험 급여에 포함되면서 서울대학교병원은 물론 전국적으로 진료량이 급증하였다. 반면 일반 영상과 검체검사는 성장세가 둔화하거나 정체 양상을 보였다. 새로운 PET 영상법의 임상도입도 제도적 미비로 지연되었다. 갑상선암의 급증에도 불구하고, 치료병실을 확장하지 못하여 방사성동위원소치료의 양적 성장에 제한을 받았다. 2003년 분당서울대학교병원, 2008년 보라매 병원에 핵의학과가 설치되었다.

2010년대는 핵의학 진료의 성숙과 함께 여러 난관에 직면하였고 이를 새로운 시도와 도전으로 극복하고자 하는 노력이 이어졌다. 2011년 암병원 종양영상센터 개설과 PET/MR 도입, 2015년 UAE SKSH 핵의학과 개설 등 외형적 확대가 있었고, ^{90}Y -미소구 방사선선택술, ^{223}Ra -Xofigo 등 새로운 치료가 도입되었다. 그러나 2014년 FDG PET 건강보험급여기준 개정으로 진료량의 급격한 감소와 갑상선암 과잉진단 논란에 따른 방사성요오드치료 급감, 2017년 방사성의약품 GMP 시행에 따른 수익성 악화 등 다양한 어려움이 발생하였다. 이에 대해 2010년 본격 시행된 신의료기술평가제도를 통한 새로운 PET 영상의 임상실용화, theranostics 개념에 따른 새로운 진단/치료법 개발 및 도입, 다양한 임상시험의 유치 등 적극적 자세로 난관을 극복하고 또 한번 도약하고자 노력하고 있다.

1) 갑상선 진료 및 방사성의약품 치료

가. 갑상선 진료 및 치료

갑상선질환 진료와 방사성요오드치료는 1960년대 서울대학교 핵의학 초창기부터 시작된 핵의학 진료의 기본으로서 갑상선질환 치료는 지속적으로 변화하였으나, 방사성요오드치료는 현재까지 꾸준히 이어지고 있는 중요한 핵의학 진료분야이다.

1957년 프라이부르크 대학에서 귀국한 이문호 교수는 전공의 고창순과 함께 1959년 방사성요오드 섭취율 측정과 치료를 국내 최초로 시행하였다. 이때 시작된 방사성요오드 치료는 갑상선기능항진증, 갑상선결절, 암 등을 대상으로 주로 15 mCi 이하, 최대 100 mCi의 ^{131}I 치료

용량을 사용했으며 통원 및 자가격리 치료 방식 모두를 활용하였다. 1970년대까지는 연간 100여 명 가량의 환자가 방사성요오드 치료를 시행 받았고, 방사성동위원소진료실에서 진료받은 갑상선질환 환자는 꾸준히 증가하였다. 1978년 병원신축과 더불어 핵의학과의 독립하고 124병동 11, 12호실에 치료방사선과와 함께 이용할 수 있는 차폐병실이 마련되면서 고용량을 포함하는 방사성동위원소 치료가 본격화되었다. 1980년대 후반에는 연간 500여 건의 외래치료(5~30 mCi)와 100여 건(100 mCi 이상)의 입원치료가 시행되었다. 영상 및 치료에 사용한 ^{131}I 사용량은 1979년 1,175 mCi에서 1985년 6,241 mCi, 1990년 7,565 mCi로 증가하였다.

1990년대에는 핵의학의 전문진료과목 독립(1993년)에 따라 진료가 급증하였다. 2000년 ^{131}I 사용량은 40,990 mCi로 1990년의 5배가 넘었다. 이명철, 정준기 교수의 외래진료도 독립진료과목인 핵의학과 외래로 변경 개설되었다. 방사성요오드 치료 건수가 더욱 증가하여 1996년 연간 700여 건에 이르렀다. 1998년 124병동 12호실에 대해 관련 법규에 맞추어 별도 정화조 설치 공사를 시행하였다. 2000년대에는 전국적으로 갑상선암이 급증하면서 방사성요오드 치료도 크게 증가하였다. 2009년에는 30 mCi 이하 저용량을 사용하는 외래 치료 환자가 1,680명, 입원 병실 제약에도 불구하고 100 mCi 이상을 사용하는 입원환자는 226명으로 급증하였다. ^{131}I 사용량도 2009년에는 80,402 mCi에 이르렀다. 2007년 강건욱 교수가 이임해 오면서 외래를 추가 개설하였고, 2010년 병원내 암센터 개원에 따른 센터 중심 진료체제로의 변화 추세에 맞추어 갑상선센터핵의학과로서 진료하기 시작하였다. 2000년대 말부터 2011년까지는 입원 환자에 비해 병실이 모자란 상태로 치료를 더 늘리지 못하였다.

2011년 암센터 개원과 함께 124병동에 있던 방사성동위원소 치료병실 이전이 기획되어 2012년 4월 18일 별관병동에 갑상선센터 방사성동위원소치료 병실을 개설하였다. 총 3개로 1인실 2개와 2인실 1개로 구성, 최대 4인까지 입원이 가능한 치료병실을 구축하였다. 치료병실 이전 및 갑상선센터를 통한 외래진료가 확대되면서 치료환자 수가 증가하여, 2013년에는 입원환자 573명(연인원)과 외래환자 2,659명(총 진료수)을 진료하는 등 갑상선질환에 대한 핵의학 치료가 크게 성장하였다. 그러나 2014년 이후 건강검진에 의한 미세갑상선암 과잉진단 논란이 사회적 이슈로 떠올랐고, 이후 급격히 갑상선암에 대한 수술이 감소하여 2014년에는 전국적으로 갑상선암 수술이 감소하기 시작하였다. 이에 따라 갑상선암 방사성동위원소치료도 줄어들기 시작하였으며, 세계적으로 치료지침이 적극적 치료에서 능동적 감시의 형태로 점차 변하면서 갑상선암의 방사성동위원소치료 건수 및 용량의 감소 추세가 이어지게 되었다. 2018년 이후에는 30 mCi 초과 입원 환자가 다시 늘어났으나 외래로 치료받는 환자는 지속적으로 줄어들고 있다. 이는 최근 추세에 부합하여 중간 및 고위험군 갑상선암 환자에서 방사성요오드치료를 선택적으로 시행하는 데 따른 것으로, 이와 같은 진료형태 변화 및 용량 다변화로 대응하고 있다.

갑상선 질환 진료 및 방사성동위원소 연간 치료 건수

연도	핵의학 치료 외래 (진료환자 수)	핵의학 치료 입원 (입원일 수)	¹³¹ I (외래)	¹³¹ I (병실)
1967	533		123	
1970	776			
1975	4,129			
1980			137	
1985			214	
1990			367	
1995	458	45	430	
1998	1,016	394	597	
2004	1,784	342	888	29
2007	2,329	368	1,278	217
2009	2,228	395	1,680	226
2013	2,649	573	1,219	342
2015	2,659	251	537	115
2018	2,057	627	174	339

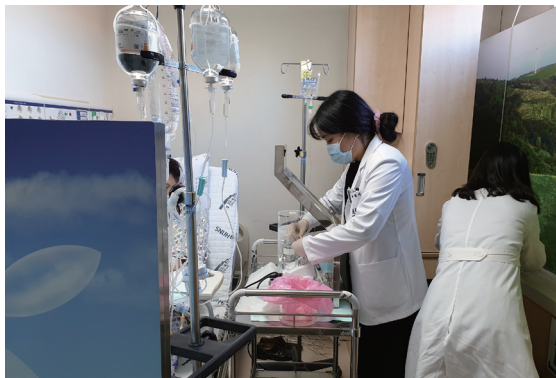
나. 기타 방사성동위원소치료와 테라노스틱스

1990년대 이전에는 방사성요오드치료 외 다른 핵종을 활용한 치료가 연간 10여 건 이내로 적지만 다양화되었다. 1960년대 이래 계속되어 온 ³²P 치료가 간헐적으로 이어졌고 ¹³¹I-MIBG, ⁸⁹Sr 치료 등이 시행되었다. 2000년대에는 ⁹⁰Y-Zevalin 치료가 추가되어 연간 3~6건 가량 시행하였고, ⁹⁰Y-미소구를 이용한 방사선색전술 다기관 임상시험에도 참여하였다. 2010년대 이후부터는 진단과 치료를 동시에 시행할 수 있는 방사성의약품 기반의 테라노스틱스가 핵의학 분야의 큰 흐름이 되면서 핵의학 치료가 다변화되었다. ¹³¹I-MIBG는 ¹²³I-MIBG를 통한 진단과 치료를 동시에 시행하는, 비교적 오랫동안 진행해온 테라노스틱스로서 2010년대에는 꾸준히 연 10여 건 정도를 수행하였다. 간암 치료에 대한 선택적 내부방사선치료로서 ⁹⁰Y-SIR-sphere 및 ⁹⁰Y-Therasphere가 2010년부터 시작되어 현재까지 꾸준히 증가하고 있다. 현재는 ²²³Ra (상품명 조피고) 및 ¹⁷⁷Lu-DOTATATE (상품명 루타테라) 등이 각각 전립선암의 뼈전이 및 신경내분비종양 치료약제로 사용가능한 상태이다. 2010년대 말까지 신경내분비종양에 대한 ¹⁷⁷Lu-DOTATATE는 국내 도입이 어려워 강건욱 교수 외래진료 후 독일이나 동남아 등 치료제 사용이 가능한 국가로 원정치료를 보내는 어려움을 겪었으며 이를 해결하는 것이 최대의 과제였다. 2019년 프랑스 AAA의 루타테라가 희귀의약품센터를 통해 도입이 가능해져 2019년 10월 국내에서는 최초로 ¹⁷⁷Lu-DOTATATE 치료를 시행하였다. 한편 천기정 교수가 우리나라 카

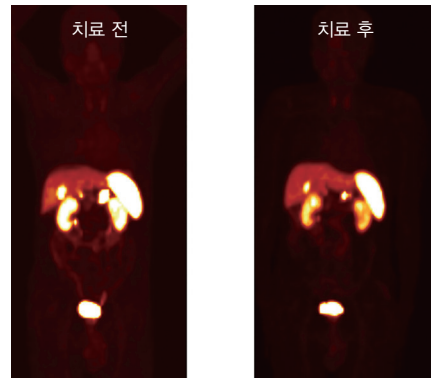
이바이오텍의 ^{177}Lu -DOTATATE (SNU-KB-01)에 대한 임상화를 추진하여 2019년 1상 임상 시험 승인을 받았고, 2020년 국내 테라노스틱스 최초로 임상실용화를 위한 임상시험을 시작하였다. 2020년은 국내 핵의학의 테라노스틱스 원년이라고 할 수 있을 정도로 서울대병원에서의 치료가 급증하였다. 이와 더불어 핵의학치료의 범위가 넓어져, 2020년 서울대병원과 셀비온의 ^{68}Ga -PSMA-NGUL 및 ^{177}Lu -PSMA-DGUL의 임상시험 두 건이 승인받아 전립선암의 새로운 테라노스틱스 도입이 시작되었다.

갑상선 이외의 핵의학치료 연간 건수

연도	^{32}P	^{131}I -MIBG	^{89}Sr	^{90}Y -Zevalin	^{90}Y -SIRsphere	^{90}Y -Therasphere	^{223}Ra	^{177}Lu -DOTATATE
1967								
1970	3							
1975								
1980	2							
1985	3							
1990	9							
1995	8	7	10					
1998	4	3	2					
2004			3					
2007		1	6	6				
2009		1	2	3				
2013		27			12			
2016		8				33		
2018		6				71		
2019		11				68	2	1
2020 (~10월)		7				79		56



^{177}Lu -DOTATATE 치료



본원 ^{177}Lu -DOTATATE 치료 전후

2) 체내 영상검사

가. 방사성동위원소진료실 시기

1961년 도입된 Tracer Lab의 scintiscanner(도트스캐너)를 이용해 ^{198}Au 콜로이드를 이용한 간스캔과 갑상선스캔 등을 시행하였다. 1964년 ^{131}I -hippuran을 이용한 신장기능검사(renogram)와 ^{51}Cr -RBC를 이용한 비장스캔도 시작하였다. 1969년 서울대학교병원 최초의 감마카메라인 Pho-Gamma II (Nuclear Chicago)가 도입되었다. 이로써 영상의 해상도 향상은 물론 '동적스캔'이 시작되는 계기가 되었다. 간담도 연속영상, 뇌영상, 심장 연속영상, 신장 연속영상 등의 진단법이 시작되어 이용이 확대되었고, 1965년 703건에 불과하던 영상검사는 1970년 1,793건으로 급증하였다. 이 당시 가장 큰 비중을 차지한 영상검사는 갑상선, 간, 신장스캔이었고, 1970년대 중반 뼈스캔이 도입되었다.

나. 신축 병원 이전과 핵의학과 개설 및 성장

1979년 1월 신축병원으로 이사를 완료하면서 새로운 영상 장비들이 대거 도입되었다. Picker의 PDP11 컴퓨터시스템과 Dyna 4/15, Ohio Nuclear의 Sigma 410과 Sigma 420을 도입하고 감마카메라를 Pho-Gamma III로 업그레이드하였다. 이 가운데 PDP11 컴퓨터 시스템은 본격적인 동적검사(dynamic study)를 시행할 수 있는 장비로서, 이때부터 심장의 일회통과검사, 심박출률 측정 등 구미의 선진화된 검사를 대부분 국내에서도 할 수 있는 능력을 갖추게 되었다. 컴퓨터의 응용으로 동적검사만이 아니라 영상 정량화가 가능해짐으로써 기능 측정의 진일보를 가져왔다. 또한 1979년 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 발생기를 수입하기 시작하여 상시검사 체계를 갖추었다. 1980년 8,417건의 영상검사를 시행하였고, 갑상선, 간, 신장스캔에 더해 심장과 뼈스캔이 중요한 검사가 되었다. 검사의 종류는 꾸준히 증가하여 1982년에는 ^{67}Ga 스캔 및 ^{201}Tl 심근스캔, 게이트 혈액풀스캔 등을 시작하였다.

1980년대 중반까지 여전히 갑상선과 간이 가장 중요한 검사부문이었는데, 1985년에는 갑상선과 간스캔이 전체 영상검사건수의 65%를 차지하였다. 1986년에는 전체 영상검사 14,699건 중 간스캔이 6,481건, 44%로 최고에 이르렀으나 이후 초음파와 CT의 발전으로 간스캔은 점차 감소하였다. 1986년 Siemens의 ZLC-75 Rota 감마카메라가 도입되면서 최초로 SPECT가 가능해졌다. ZLC-75 Rota는 원래 설계상 이중헤드인데 예산 부족으로 한쪽은 dummy head인 상태로 도입되었으나 SPECT 영상을 시행함으로써 뇌, 심장을 중심으로 여러 분야의 핵의학영상검사에서 많은 발전을 가져왔다. 1985년 10월에는 소아 핵의학검사실이 설치되어 어린이에 대한 검사 지원을 강화하였다. 이때부터 핵의학검사의 양적 확대와 함께 질적 수준의 유지와 향상을 위하여 정서관리업무를 정례화하여, 감마카메라 기기점검(매일)과 방사성의약품 조

제 후 정도관리(방사크로마토키프)를 시행하였다.

1988년에는 골밀도측정기를 도입하여 골밀도검사를 시행하기 시작하였고, 특수분야 검사가 신규로 활발히 추가되어 뇌단락기능검사, salphingogram, penogram 등을 시행하기 시작하였다. 1989년에는 뇌 SPECT와 심근 SPECT가 일상 검사로 시행되었고, 1990년에는 미국 NIH에서 연수하고 귀국한 정준기 교수가 항CEA항체, 항과립구항체 등 단일클론항체를 방사성동위원소 표지한 방사면역신티그래피를 임상에 도입 시도하였다. 1991년에는 뼈스캔, 심근 SPECT 등의 검사수요가 늘어 적체가 심해짐에 따라 야간검사를 실시하기도 하였다. 1990년 이동수 교수 발령으로 뇌, 심장 영상검사가 더욱 성장하였다. 1994년 이중헤드 Prism 2000과 삼중헤드 Prism 3000 감마카메라가 설치되어 SPECT가 더욱 활성화되었고 1995년에는 디아목스부하뇌관류 SPECT, 게이트심근관류 SPECT를 임상화하였다. 1995년 연간 검사건수는 16,932건이었는데, 뼈스캔이 가장 많이 시행한 검사가 되었고 뇌와 심장검사의 비중도 높아졌다. 갑상선검사는 여전히 증가 추세였으나 간스캔이 대폭 감소하였다.

다. PET 도입 및 체내영상검사의 안정적 발전

1994년 우리나라 최초 PET인 Siemens의 ECAT이 설치되어 6월 15일 개소식을 열었다. EBCO의 사이클로트론은 11월에 설치가 완료되어 1995년 2월 2일 기념식과 함께 본격 가동을 시작하였다. FDG PET이 가장 중요한 검사였으나 ^{11}C , ^{13}N , ^{15}O , ^{18}F , ^{82}Rb 를 이용한 다양한 검사도 시행되었으며, 1995년 한 해 473건의 PET 검사를 시행하였다.

초기에는 신경과, 정신과적 질환에서 PET 이용이 많아 약 30~40% 가량을 차지하였으나 2000년 이후 뇌 PET에 비해 종양 분야에서 PET 이용이 폭발적으로 증가하여 2009년에는 PET 검사의 95% 이상이 종양 FDG PET 검사였다. 1998년부터 FDG를 외부판매하기 시작하여 삼성서울병원과 상호판매하였고 2000년 이후 PET 설치 병원이 늘어나면서 판매량이 늘어났다. 다양한 PET이 진료용, 연구용으로 시행되었으나 임상진료용으로는 FDG와 ^{11}C -methionine을 생산하였다. 2006년 6월 1일 FDG PET 건강보험 급여화와 함께 검사량이 급증하여 2005년 2,877건이던 총 PET 검사가 2006년 4,610건으로 증가하였다.

2000년에는 본원 체내검사실 리모델링 공사를 시행하여 쾌적한 환경으로 개선되었다. 2001년 병원 PACS 도입과 더불어 핵의학도 전환을 시작하여 2005년 전면 PACS를 시작하였다. 2003년 서울대학교병원 최초 PET/CT인 Philips의 Gemini가 본원과 강남헬스케어센터에 도입되어 본격적인 융합영상시대를 시작하였다. 건강보험급여 이후 급증한 PET/CT 검사 수요에 대응하기 위해 2007년 11월 Siemens의 Biograph가 추가 도입되었고 늘어난 임상수요에 대응해 2007년 강건욱 교수가 국립암센터에서 이임해 오면서 전문의교수 정원도 5명으로 늘어났

다. 소아핵의학검사실은 2007년 감마카메라 1대를 추가 도입하였고, 2008년 어린이병원 리모델링 공사에 따라 4층으로 검사실을 이전하였다. 2008년 심근 SPECT 전용 장비인 Philips의 CardioMD가 도입되었다.

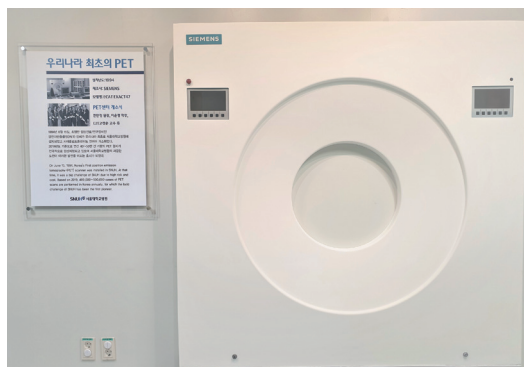
핵의학이 필수진료분야로 인식되면서 분당병원이 2003년 개원하며 핵의학과를 개설하였고 보라매병원도 2008년 기존 핵의학검사실을 핵의학과로 확대개편하였다.

라. 핵의학영상검사의 새로운 변화

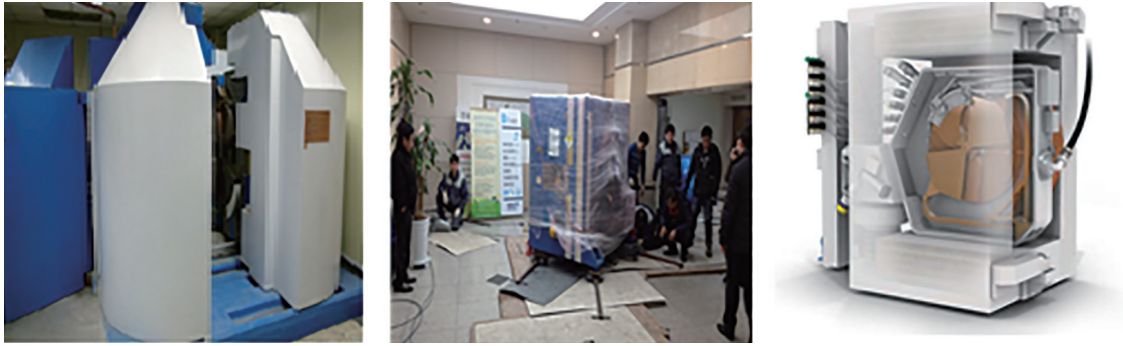
2011년 3월 25일 암병원 개원은 전체적 진료량 증가와 새로운 장비 도입의 계기가 되었다. 암병원 중앙영상센터에 서울대학교병원 최초의 SPECT/CT인 GE Discovery 670 과 함께 새로운 PET/CT인 Siemens mCT 40 등이 도입되었다. 환자 검사를 중단하지 않기 위하여 각 장비의 이전 또는 설치 시마다 3회에 걸쳐 시설검사를 받는 노력을 하였다. ECAT은 국내 최초 PET 스캐너로서의 역사적 가치를 고려하여 중앙핵의학검사실에 부조형태의 기념물로 보존하였다. 신규로 GE 16.5 MeV 사이클로트론 PETtrace 800을 설치하여 4월 9일 시험가동을 하였다. 신규 사이클로트론은 고체 타겟을 사용할 수 있어, 9월 ^{64}Cu 및 ^{124}I 를 시범 생산하였다. FDG 자동주사장치를 추가도입하여 근무자의 방사선 피폭을 획기적으로 줄이기도 하였다. 2012년 6월 mCT64가 도입 설치되었고, 11월에는 융합형 PET/MRI인 Siemens mMR이 도입되면서 새로운 첨단융합영상을 임상에 제공하였다. 핵의학과와 영상의학과의 PET/MRI를 공동으로 운영하면서 각 분야의 전문화된 기술과 지식을 공유하여 임상진료 및 연구에 많은 공헌을 하였다. PET센터가 암병원으로 이전하면서 1994년 설치되었던 EBCO TR-13 사이클로트론은 교육 및 연구목적으로 12월 21일 성균관대학교에 이전하였다. 해체운반 과정에 많은 제도적, 기술적 어려움이 있었으나 서울대학교병원과 한국원자력안전기술원 간 협력을 통해 극복하였고, 성공적으로 사이클로트론을 타 기관으로 이전설치한 국내 최초 사례가 되었다.



융합형 PET/MRI 스캐너



우리나라 최초 PET인 ECAT 기념물



Cyclotron 세대교체; 2011년 EBCO TR-13을 성균관대학으로 이전하고 신규 도입

2016년부터 병원의 공간재배치 계획이 본격 진행되었고 이 과정에서 핵의학과는 일부 손실에도 불구하고 병원 발전계획에 적극 협력하였다. 수술장 확충계획에 따라 2017년 본관 2층 의국, 교수실, 체외검사실을 의생명연구원 6층으로 이전하였고, 본원 체내검사실은 공간 활용도를 높이기 위해 11월 판독실, 영상분석실, 탈의실 등을 재배치하였다. 같은 해 CZT 감마카메라로는 최초로 Spectrum Dynamics의 D-SPECT가 도입되었다. 2018년 병원의 어린이병원 공간부족 해소방안에 협력하여 150 m²의 검사실면적을 어린이병원에 제공하고 소아핵의학검사실은 본원 체내검사실으로 통합하였다. 이에 따라 소아핵의학검사실에서 Ecam 감마카메라가 본원과 암병원에 각각 1대씩 이전 설치되었다. 또한, 핵의학과 감마카메라 노후화에 따라 2019년 GE의 NM830, 2020년 Siemens의 Symbia Evo Excel이 새롭게 도입되었다.

이 시기 외부 제도 변화에 따라 새로운 핵의학진료의 변화로 대처하였다. 신의료기술평가 제도가 정착하면서 2010년 4월 ⁹⁰Y-미소구를 이용한 방사선색전술, 10월에 ¹¹C-acetate PET, ¹⁸F-fluoride PET 등이 신의료기술로 인정받았다. 특히 새로운 PET 신의료기술 인정은 교실의 주도적 지원 하에 분당병원과 국립암센터가 협력하여 이룬 성과로서 핵의학영상검사 확대의 길을 제시하였다. 2012년 ¹³N-ammonia PET, 2014년 ⁶⁸Ga-DOTATOC PET, 2018년 ¹⁸F-choline PET 등도 서울대학교병원에서 신의료기술허가를 이끌었다. 2015년 ¹⁸F-FMISO PET, 2017년 ¹⁸F-FET PET도 신의료기술로 인정받았다. 2016년 10월에는 ¹⁸F-FDOPA에 대한 품목허가를 얻었다. 이 외에 새로운 PET 검사로서 2012년 ¹⁸F-FP-CIT, 2015년 ¹⁸F-florbetaben PET 등이 시작되었고, 검사종류 증가에 따라 PET 오더명을 체계적으로 일제 정비하였다.

2018년 방사성동위원소 진료재료 중 방사성의약품의 도입전 심의가 약사위원회로 이관되어 약사위원회 산하 방사성의약품소위원회에서 관장하게 되었다. 한편, 2015년 7월 방사성의약품에 대한 GMP 의무화가 시행되어 TFT를 구성하여 준비를 시작하고 12월 시설공사를 시작하였다. 2017년 3월 분배용 핫셀 설치 등 시설공사가 완공되었고, 4월 식품의약품안전처로부터 현

장평가를 받아 최종보완을 마친 11월 20일 GMP 적합인정을 받았다. 외부 전문업체에 GMP를 위한 컨설트를 의뢰하지 않고 방사성의약품실 직원들이 주도적으로 자료를 수집하고 가이드라인을 분석하며 미국 국립보건원, 존스홉킨스병원 등 해외연수를 통해 GMP 운영절차 및 시설 설계 등을 고안한 끝에 이룬 성과였다.

병원 내부 시스템 개편작업도 이어졌다. 2016년 11월 운영을 시작한 차세대 HIS 구축 작업에 적극 참여하였으며, 하반기부터 홈페이지 개편 작업을 시작하여 외부인용 extranet과 직원용 intranet을 분리하고 영문, 모바일 홈페이지를 추가한 개편이 2017년 3월 완료되었다. 방사성 동위원소 진료재료 중 체내영상검사 관련 방사성의약품에 대한 관리가 약사위원회로 이관되어 2018년도 계약부터 약사위원회 산하 방사성의약품소위원회에서 담당하게 되었다. 또한 2018년, 다양한 검사들이 공존하는 영상검사실 특성을 고려하여 과거 각 검사별 업무 진행상 문제점들과 개선내용을 토대로 검사지침서를 세부적으로 강화하여 업그레이드하였다. 또한, 검사가 다변화되고 급격한 핵의학 기술발전을 적용하기 위해 프로토콜의 전문적 검토와 신규 기술의 빠른 적용을 목표로 영상검사 프로토콜을 정례화를 추진, 2020년 핵의학과 영상검사 프로토콜 위원회를 구성하였다.

이 시기 건강보험급여기준의 변경에 따라 FDG PET 진료량의 급격한 변화가 있었다. FDG PET은 2014년 급여기준 변경에 따라 2015년 전년 대비 25% 감소하였다. FDG PET 급여기준 변경에 따른 일종의 풍선효과로 뼈스캔이 증가하면서 감마카메라 영상이 지속적으로 증가하고 있으며 FDG PET은 2019년 들어 전년 대비 9.5% 증가하는 등 회복세를 보였다. FDG PET의 급여기준 변경에 따른 검사 감소와 회복세에 더해 PET검사가 다변화됨에 따라 ⁶⁸Ga-DOTA-TOC, ¹⁸F-choline, ¹⁸F-florbetaben, ¹⁸F-FP-CIT 등 다양한 목적의 검사가 증가하면서 핵의학영상검사는 양적 성장 뿐만 아니라 검사의 다양화로 이어지고 있다.

전체 영상검사건수

연도	갑상선	소화기계	비뇨기계	뇌신경계	순환기계	근골격계	PET	기타	합계
1965	541	38	124	0	0	0	0	0	703
1970	776	715	227	47	28	0	0	0	1,793
1975	1,114	88	144	15	3	1	0	0	1,365
1980	2,466	3,886	573	31	740	721	0	0	8,417
1985	3,093	6,117	840	52	1,510	2,444	0	108	14,164
1990	3,410	1,009	1,068	687	1,639	4,661	0	133	12,607
1995	4,224	491	1,141	1,085	2,542	6,475	473	501	16,932
2000	3,615	249	1,016	461	2,598	8,133	1,039	1,516	18,627
2005	5,592	444	975	1,126	5,915	12,275	3,151	601	30,079

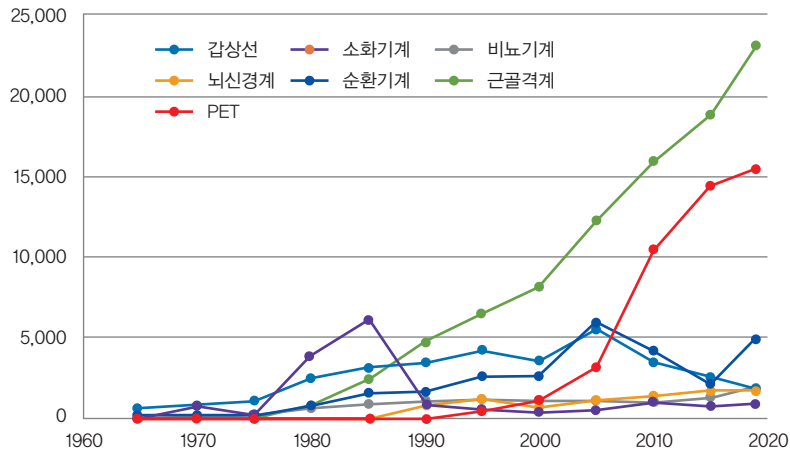
2009	3,869	636	1,027	1,376	4,690	16,450	9,384	25	39,369
2010	3,472	840	1,010	1,373	4,167	15,976	10,473	1,775	39,086
2015	2,487	742	1,264	1,791	2,154	18,903	14,462	2,454	44,257
2018	1,680	996	1,520	1,494	5,029	22,436	14,162	1,701	49,018
2019	1,733	867	1,832	1,561	4,913	23,208	15,508	1,675	51,297

동위원소 구입량

(단위: mCi)

	^{99m} Tc	¹³¹ I	¹⁹⁸ Au	⁶⁷ Ga	²⁰¹ Tl	¹²³ I	기타	합계
1964~1969	80	4,841	2,380	0	0	0	145	7,446
1973~1980	101,235	10,150	3,562	0	0	0	473	115,420
1981~1990	906,370	54,505	280	1,791	960	0	81	963,987
1991~2000	1,444,500	244,791	0	1,209	17,767	1,225	281	1,710,664
2001~2009	1,803,050	555,403	0	328	77,850	4,781	580	2,523,892
2010~2019		549,298	0		70,809	5,562		

영상검사 건수 변화 (1965~2019)



우리나라 최초의 핵의학 장비와 진료

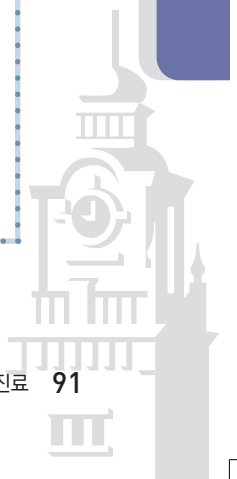
방사성동위원소의 의학적 이용은 서울대학교와 대구동산병원이 국내 최초로 다뤘었다. 1959년 대구동산병원 내과 도상희 과장이 치료에 필요한 장비를 도입하여 1960년 3월 30일 첫 치료를 시작하였다. 서울대학교에서

는 생리학교실 조교 이상돈이 1955~1957년 미네소타 대학에 석사과정 유학 후 귀국하며 섬광계수기를 들여왔고 1959년 8월 이문호 교수가 1년차 전공의 고창순과 함께 생리학교실 장비를 이용하여 갑상선 검사와 치료를 시작하였다. 1961년 도상희 과장은 대한의학협회지(4권 1호)에 정상인과 치료 증례를 보고하였고, 이문호 교수 등은 같은 해 대한내과학회지(4권 3호)에 방사성요오드치료에 대해 보고하였다. 서울대학교병원은 의료기관과 비의료기관을 통틀어 정부에 등록한 방사성동위원소 허가사용기관 제1호가 되었다.

검체검사용 임상장비로는 미국 원자력위원회의 기증으로 1961년 6개 기관에 들어온 Tracer Lab의 갑상선섭취측정시스템과 우물형섬광계수기가 최초이다. 서울대학교병원에서는 혈액량 및 적혈구수명측정(1964년), 총 T4 방사면역측정(1970년), T3섭취율 및 키트를 이용한 T4 검사(1974년), T3와 AFP(1976년), HBsAg과 인슐린(1977년) 등을 국내 최초 임상검사로 시작하였다. 핵의학 영상장비로는 1961년 들어온 Tracer Lab의 rectilinear 도트스캐너가 국내 최초이다. 1963년에는 컬러사진이 가능한 도트스캐너인 Picker의 Magnascanner가 방사선의학연구소(현 원자력병원)에 최초 도입되었다. 최초로 도입된 감마카메라는 1969년 방사선의학연구소에 도입된 Picker의 Dyna Camera와 서울대학교에 들어온 Nuclear Chicago의 Pho-Gamma II였다. 최초의 SPECT용 감마카메라는 1986년 서울대학교에 도입된 Siemens의 ZLC-75 Rota이다. 이 장비는 원래 이중헤드로 되어 있었으나 예산문제로 dummy head를 가진 단일헤드 장비로 도입되었다. 다중헤드 감마카메라는 서울아산병원에서 1989년 개원시 Siemens의 이중헤드 BodyScan을 최초 도입하였고 1991년 삼중헤드 감마카메라인 Trionix Triad88을 도입하였다.

PET은 서울대학교병원과 삼성서울병원이 비슷한 시기에 도입하여, 서울대학교병원은 1994년 5월, 삼성서울병원은 7월 설치하였다. 그러나 서울대학교병원에서는 EBCO의 사이클로트론 설치가 지연되어 원자력의학원의 사이클로트론을 이용해 생산한 ^{18}F 으로 fluoride, FDG PET 등을 시행하였고 6월 15일 개소식과 국제심포지움을 개최하였다. 이후에도 사이클로트론이 정상화된 1994년 11월까지 한동안은 ^{82}Rb 발생기를 이용해 심근 PET 영상만을 시행하여야 했고, 1995년 2월 2일 사이클로트론 가동기념식을 가졌다. 삼성서울병원은 PET과 사이클로트론 모두 무리 없이 설치되어 자체 생산한 FDG로 7월 14일 첫 PET 영상을 얻었고 1994년 11월 9일 정식 개소하였다.

융합영상장비인 PET/CT 도입은 서울대학교병원이 약간 뒤처졌다. 2003년 원자력병원, 서울아산병원, 한일병원 등에서 PET/CT를 먼저 도입하였고, 서울대학교병원에는 2003년 11월 본원과 강남센터에 Philips의 Gemini 장비가 동시 도입되었다. PET/MRI는 2011년 8월 부산대병원에서 직렬형 장비인 Philips의 Ingenuity TF PET/MRI가 우리나라 최초로 도입되었다. 일체형 PET/MRI는 2012년 7월 영남대병원에서 Siemens의 mMR을 국내 최초 도입하였고, 서울대학교병원은 2012년 11월 동일기종 장비를 도입하였다. SPECT/CT는 cone-beam CT를 장착한 GE Hawkeye가 2003년 국내 최초 도입되었고 온전한 진단용 CT를 갖춘 융합형 SPECT/CT는 2010년대 들어와서 국내 도입되었다. 서울대학교병원에는 2011년 GE의 NM630이 최초 도입되었다. CZT 검출기 장착 스캐너는 2016년 서울대학교병원에 Spectrum Dynamics의 D-SPECT가 국내 세 번째로 도입되었고, SPECT/CT로는 2019년 분당병원에 GE NMCT 870이 국내 최초 도입되었다.



3) 체외 검체검사

가. 방사성동위원소진료실 시기

서울대학교 핵의학 검체검사의 시작은 1962년 갑상선호르몬(T3)의 적혈구섭취 검사로서, “ ^{131}I -triiodothyronine 적혈구 섭취율 측정법을 중심으로 한 갑상선 기능검사의 비교관찰”이라는 제목으로 1962년 대한내과학회잡지에 게재되었다(5권 8호 523). 1969년에는 spectrophotometer 등의 기기가 설치되었고 Coulter counter의 효시인 자동혈구측정기가 동물실험에 이용되었다. 국제 혈액학 측정치 표준화작업에 참여하여 여러 동물의 혈액량을 비롯하여 철동태를 측정하는 연구가 이루어졌으며 적혈구수명측정법 국제표준화 정립에 중추적 역할을 하였다. 장출혈 진단을 위한 생물학적 검사법으로 적혈구에 방사성동위원소(^{51}Cr)를 표지, 주사 후 대변의 소각 잔여 무기물에서 크롬 방사선량을 측정하는 검사를 시행하기도 하였다. 1970년 방사면역측정법이 시작되어 시험관내 검사법이 임상의학에 널리 이용되기 시작하였다. 1971년 병원에서 새로운 감마선계측기를 도입하였으며 검체검사가 본격화되어 방사면역측정법에 대한 연구가 시작되었다. 1974년에는 키트를 사용한 T4측정이 시작되었고, 호르몬을 비롯한 혈액 내 미량물질을 정량하게 되었다.

나. 임상서비스의 확대

1978년 신축병원 건립을 계기로 도입된 자동감마선계측기, 자동베타선계측기는 방사면역측정법 검사의 정확성을 눈에 띄게 향상시켰다. 이들 기계가 가동된 1979년은 미량물질과 호르몬 정량으로 인하여 검체검사가 병원전체 환자의 진단과 치료에 결정적인 영향을 미치게 되는 시기로 바뀐 첫 해였다. 신축병원으로 1979년 1월 이사를 완료하고 한편 방사면역측정실에 Packard 자동감마선계측기 및 컴퓨터 결과처리기 3대가 가동되고 저온실험실, 냉동기 등이 확보됨에 따라 ferritin, hCG 등 각종 호르몬 19종의 신규검사종목을 추가하였으며 이와 더불어 정도관리에도 역점을 두었다. 또한 측정기 및 초자기구 세척기의 자동화 등으로 검사의 효율성이 크게 향상되었다. 1980년에는 전국 각 병원으로부터 수탁검사 제도를 시행하여 지역사회 및 국민보건향상에 기여하게 되었고, 우리나라 중심검사실로서의 위치를 다지게 되었다.

1983년 방사수용체검사를 실시하기 시작하여 인체조직시료에서 에스트라디올수용체와 프로게스테론수용체 등 유방암환자의 호르몬 치료 마커를 측정하게 되었고 1984년 TSH수용체 항체검사도 시작하여 본격적인 방사수용체 검사 시기로 접어들었다. 직접 제조하거나 상품화된 표준혈청으로 방사면역측정법 내부정도관리체계를 확립하였고 Bactec system을 이용한 결핵균 배양동정 및 감수성검사도 이 시기 시작하였다. 산부인과에서 난임, 인공수정/시험관아기 진료가 본격화되면서 1984년 에스트라디올(E2) 측정을 매일 검사로 시행하게 되었다. 1985년 소

아병원이 신축되었고 소아검체에 대해서도 본원으로 이송하여 모든 종목의 검사를 시행하였다. 1987년 신생아 TSH (neonatal TSH), 마이크로솜항체, 갑상선글로불린항체 등의 검사를 시작하였고, 1988년 미량알부민검사가 시작되었다. 1991년에는 산부인과 시험관아기 프로그램 지원을 위하여 E2, LH, FSH 검사를 연중무휴로 전환하였고 아세틸콜린수용체 항체 검사도 시작하였다. 1992년에는 C형간염 항체검사인 HCV Ab 검사를 추가하였다.

1994년 검사실과 내과 외래 사이에 LAN을 설치하여 검사결과보고의 신속성과 편의성을 향상시켰고 1995년에는 산전감별검사를 시행하였다. 1998년에는 사구체여과율(GFR) 측정을 시행하여 신장내과 분야의 기준검사로 활용하게 하였다. 병원 전산화가 확대됨에 따라 검체검사결과 병실조회시스템이 개발되었다. 2000년에는 유방암 검진검사인 CA15-3과 성장호르몬 IGF-1, BP-3 검사로 종목이 확대되었다. 2003년 말 헬스케어시스템 강남센터가 개설되면서 갑상선호르몬, 종양표지자 등 10여 종목이 진단 기본검사종목에 포함되어 검사건수가 증가하기 시작했고 한때 전체검사건수의 25% 가량을 차지하기도 하였다.

2000년대 이후 의료기술 변화와 함께, 진단검사의학과와 경쟁 양상이 나타나며 검체검사 분야에 많은 변화가 나타났다. 생물학적 검사 가운데 사구체여과율(GFR) 측정은 현재까지 임상에 이용되고 있으나 적혈구량측정, 적혈구수명측정, 철대사측정, 실링검사 등은 국내 이용이 줄어들어 실질적으로 검사가 없어졌다. 검체검사에서 1970년대에는 갑상선호르몬이 가장 주된 검사였고 1980년대에는 간염 항원 항체 검사가 중심이었는데, 1990~2000년대를 거치면서 간염 관련 검사는 진단검사의학과와 확대와 함께 많이 줄어들었고, 종양표지자 검사가 증가하여 갑상선호르몬과 종양표지자가 검체의 대부분을 차지하게 되었다.

다. ISO 15189 국제기준의 정도관리 강화와 새로운 변화

검체검사 외부정도관리는 1989년에 시작되어, 서울대학교병원 핵의학과와 중추적 역할 하에 대한핵의학회사업으로 현재까지 이어지고 있다. 2010년 경 검체검사 경쟁력 강화를 위한 외부협력사업으로 ISO 15189 국제기준에 따라 핵의학검사수행능력을 공식 인정하는 KOLAS (Korean Laboratory Accreditation Scheme) 국제공인메디컬시험기관 인정사업이 추진되었으며 서울대학교병원이 2010년 7월 국내 최초로 시범인정을 받았다. KOLAS 인정은 미국, 독일, 일본 등 34개국 2,200여 기관들이 받았으며, 호주는 ISO 15189 공인기관에만 의료보험을 적용하는 등 기관의 정도관리에 대한 국제적 공식 인정이다. 인정을 통하여 검사의 질 향상과 표준화를 통한 신뢰도 향상을 이룰 수 있으며, 국제적 동등성을 확보함으로써 국내인정기관의 검사 결과가 국제적으로 통용될 수 있는 장점이 있다. 시범인정 5년 후인 2015년 KOLAS 본인정을 받았으며, 2016년에는 국제평가사가 방문하여 사후관리평가를 받았다. 4년마다 시행하는 의료

기관 평가 시 KOLAS 공인메디컬시험기관 인정을 받은 기관은 인정 평가결과를 수용하여 중복평가를 면제받는 성과를 이루었다.

2011년에 free alpha subunit 검사를 시행하였다. 2015년에는 강남센터에서 건강검진으로 의뢰되던 검체검사 항목이 강남센터 자체검사로 전환되어 18% 정도 진료량이 감소하는 어려움이 있었다. 같은 해 핵의학과 검체검사실이 임상의학연구소 건물로 이전 결정되어 공사를 시작하였으며, 2017년 10월에 교수실, 행정실, 체외검사실이 병원 본관 2층에서 의생명연구원 6층으로 이전을 완료하였다. 2018년 10월에는 검체검사가 예약검사로 전환되면서 7시와 8시 출근자를 두는 등 시프트근무를 시행하여 당일검사를 가능하게 하였으며, 갑상선검사의 검사횟수를 10회로 증가시켜 환자편의를 도모하는 등으로 2% 성장을 보였다. 한편 건강보험급여 질 관리 가산수가 신설되면서 우수인증기관에 대한 검체검사 질가산수가 4%를 받게 되어 병원 수익 개선에 기여하였다. 2019년 4월에 신경내분비종양 마커인 크로모그라닌 A 검사, 9월에 Macroprolactin 검사, free testosterone 등을 신규검사도 추가하였다. 10월에는 ^{51}Cr -EDTA 공급이 중단됨에 따라 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA를 허가초과약제로 승인 받아 사구체여과율 검사에 이용하게 되었다. KOLAS 인정 획득과 유지 등 이러한 여러 성과로 2019년 12월 체외검사실 전 직원이 병원장 표창을 받았다.

검체검사 동위원소 구입량

(단위: mCi)

년도	^{125}I	^{51}Cr	기타	합계
1964~1969		115	0	115
1973~1980	52	51	15	118
1981~1990	280	33	4	217
1991~2000	709	82	2	793
2001~2009	1,361	120	0	1,481
2010~2019	1,078	81	0	1,159

2010년 이후 핵의학과 직원 수상

1. 과 포상

- 2008년 연말 실적평가 은상(연초 과 운영계획서 발표에 따른 연말 실적평가)
- 2017년 유공포상(방사성의약품합성실, GMP 적합판정 획득)
- 2018년 환자경험 우수부서(체내검사실)

- 2019년 유공포상(체외검사실, KOLAS 인정 및 유지, 예약화검사 시행)
- 2019년 소방훈련 우수부서(체내검사실)

2. 개인 원외

- 과학기술정보통신부장관상: 김진의(2015), 노경운(2017), 이홍재(2018)
- 보건복지부장관상: 노경운(2013), 김진의(2018)
- 대한임상병리사협회 우수논문발표상: 노경운(2017)
- 대한핵의학기술학회 우수논문발표상: 이형진(2010), 윤석환(2011, 2019), 권형진(2017)

3. 개인/팀 원내

- 모범직원 시상: 민경선(2010), 김태훈(2011), 이형진(2012), 김정수(2013), 박희원(2014), 도용호, 성용준, 이홍재(2015), 이용석(2016), 김병진(2017), 강신후(2018), 유태민(2019) 등 1978년부터 2019년까지 40명
- 수혈관리위원회 추천 모범직원상: 박민호(2019)
- 병원보 직원칭찬릴레이 주인공: 김종필, 임정진, 이해은(2017), 전재환(2019)
- 학습조직활동 경진대회: 문일상 (2018 동상)
- CP개발 대상: 핵의학과-갑상선센터 (2019 대상, 고용량 방사성요오드치료)

4. 개인 과내

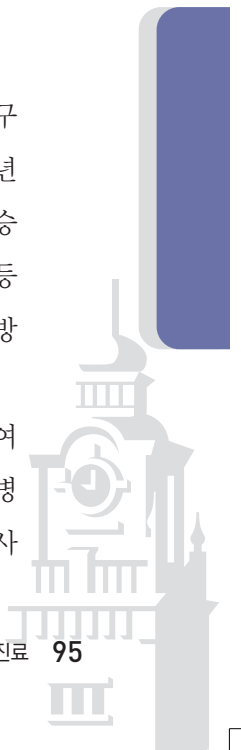
- 2012년 이후 글로벌리더쉽, 창의와도전, 화합과협력, 특별상으로 구분하여 파트별, 직종별로 52명 수상

4) 부문별 구성원 및 운영

가. 체내검사실

서울대학교병원은 지난 60년 간 주요 핵의학기술인력의 교육센터 역할을 하였고, 핵의학 구성원들은 여러 주요 병원에서 핵의학진료를 시작하고 발전시키는 데 크게 기여하였다. 1969년 최초의 감마카메라인 Pho-Gamma 운영은 김일섭이 담당하였다. 1970년 김용봉, 1971년 신승훈, 1973년 장덕상이 입사하여 각각 1~2년 근무 후 경희의료원, 국립의료원, 순천향병원 등 새로이 개설된 핵의학검사실로 옮겼다. 1975년에는 박성욱이 6개월 근무 후 동남보건대학 방사선과 교수로 이직하였고, 최종훈은 10개월 근무 후 목사의 길을 걸었다.

1976년 안순자, 조규진이 입사하였다. 조규진은 우리나라 핵의학영상기술 발전에 크게 기여하였고 2003~2006년 기사장 보직을 수행한 뒤 2006년 말 명예퇴직하였다. 안순자는 임상병리사로서 영상검사를 담당하였고 1980년 미국으로 이민하였다. 1978년 김영현, 최기용이 입사



하였고 김영현은 한양대학병원, 최기용은 현대건설전문대학으로 각각 자리를 옮겼다. 1979년에는 김일태, 진광호가 입사하였다. 진광호는 임상병리사였으나 영상검사를 담당하며 수석기사를 역임하였고 1993년 삼성서울병원 개원 때 실장으로 참여하였다. 핵의학기술학회장을 역임하고 2008년 정년퇴임 후 현재 새한산업에 근무하고 있다. 김일태는 컴퓨터 전공으로 영상분석 업무를 담당하였으며 1982년 미국으로 이민하였다.

1981년 입사한 박장순은 1년 후 부천성가병원으로, 유광열은 1988년 신구보건대학 방사선과 교수로 자리를 옮겼다. 1982년 입사한 전병길은 1993년 아주대학교병원 핵의학과 개설 시 기사장으로 참여하였고 최승환은 1984년 고려대구로병원으로 이입하였다. 1985년 심상미, 이치영, 조시만이 입사하였다. 이치영은 1990년 한일병원 기사장으로, 조시만은 1989년 서울아산병원으로 옮겨 기사장을 역임하였으며, 심상미는 1997년 퇴직했다. 1986년 변대홍, 석재동, 좌성수가 입사하였고 변대홍은 천안단국대병원 개원 시 기사장으로 이입하였다. 석재동은 서울아산병원을 거쳐 삼성서울병원으로 옮겨 실장을 역임하였으며 좌성수는 포항기독병원으로 옮겼다. 안성민은 1년간 수습 후 가천의대 방사선학과 교수로 이입하였다. 1987년 입사한 배원규는 1993년 아주대병원으로, 이원국은 충북대학교병원으로 자리를 옮겼다. 1988년 입사한 서원영은 삼성서울병원으로, 신상기는 서울아산병원 개원 시 이입하였다. 1989년 황길동이 입사하였다.

1990년 송우강, 우재룡이 입사하여 송우강은 삼성서울병원으로 옮겼다. 같은 해 9개월간 영상검사 교육을 받은 김장환과 노준희는 현재 한일병원과 방사선보건연구원에서 근무하고 있다. 1991년 김진의, 1992년 김영석, 송재범, 신성화가 입사하였다. 송재범은 1993년 단국대학교병원 핵의학과 개설 시, 김영석은 2000년 국립암센터 개원 시 이입하였고 신성화는 2004년 건국대학교병원 핵의학과 기사장으로 이입하였다. 1994년 김영준, 박영재, 조성욱, 이경재, 이홍재, 임형태가 입사하였다. 박영재와 이경재는 분당서울대병원으로 자리를 옮겼고, 이경재는 현재 팀장직을 맡고 있다. 임형태는 6년간 근무 후 미국으로 이민하였으며 김영준은 1년 후 한양대병원으로 옮겼다. 1995년 입사한 김재홍과 임대웅은 각각 경상대병원과 타 회사로 옮겼다. 1996년 성영수가 입사하여 방사선안전관리 전담으로 2년간 근무 후 퇴직하였다. 1998년 고길만, 윤상혁, 임정진, 정규일이 입사하여 윤상혁은 국립암센터, 고길만은 분당서울대병원으로 이입하였다.

2000년 김병진, 김재석, 주성우가 입사하여 주성우는 서울성모병원으로, 김재석은 부천순천향병원으로 자리를 옮겼다. 2001년 박주홍, 박진웅, 이충훈, 이형진이 입사하여 박진웅은 건국대학교병원, 이충훈은 국립의료원으로 자리를 옮겼으며 박주홍은 1년 후 퇴직하였다. 2002년 이진호, 정민기가 입사하여 이진호는 건국대병원으로, 정민기는 동국대 일산병원으로 자리를 옮겼다. 2003년 김영선, 김정수, 남궁식, 이양모가 입사하였다. 이양모는 2년 7개월 근무 후 퇴직하였고 김영선은 단국대병원, 남궁식은 건국대학교병원, 김정수는 2015년 동남보건대학교 방

사선과 교수로 이임하였다. 2004년 이보성, 정재훈이 입사하여 2년간 근무 후 각각 국립암센터와 한양대병원으로 이임하였다. 2005년 김홍주가 방사선안전관리 업무로 입사한 후 2008년 퇴직하였고, 2006년 임현진이 입사하였다.

2007년 김태엽, 송호준, 최진욱이 입사하였고 김태엽은 2017년부터 서울대학교병원 노동조합 분회장으로 파견근무 중이다. 2008년에는 권형진, 도용호, 승종민, 윤석환, 정용훈, 주시연이 입사하였고 주시연은 연구원으로 재직하다 2011년 퇴사하였다. 보라매병원 핵의학과가 설립되면서 2009년 우재룡이 수석기사로, 조성욱, 문일상, 성용준, 도용호, 윤석환과 함께 파견되었다. 2009년 김종필, 김하균, 신병호, 최현준, 현준호가 입사하였다. 2010년 전재환이 강남센터에서 핵의학과로 전보되었다. 2011년 우재룡이 보라매병원 기사장으로, 문일상, 조성욱이 각각 소아핵의학검사실과 체내검사실 수석기사로 보임되었다.

2012년 김현주 기사장 퇴임으로 김진외가 기사장으로 보임되고 조성욱 수석기사가 방사선안전관리실 팀장을 겸임하게 되었다. 2014년 UAE SKSH 핵의학과가 개설됨에 따라 김계환, 박주선, 석은미, 정용훈이 파견되었다. 2015년 김현, 하태환이 입사하였다. 2017년 노경운이 기사장에 보임되었고 이홍재, 문일상이 각각 소아핵의학검사실과 중앙핵의학검사실 수석기사로 보직 변경되었다. 2019년 국가시책에 따라 김준, 박주연, 이성태, 이은별이 정규직으로 전환되었다. 2020년 서울대학교병원 내 최초로 순환보직제를 실시하여, 우재룡, 조성욱 수석기사가 검사실 업무담당으로, 김병진, 임정진이 각각 중앙핵의학검사실과 체내검사실 담당 신입수석기사로 보임되었다.

간호사는 1979년 처음 장현숙이 간호부에서 파견되어 검사예약과 접수, 환자관리업무를 담당하였고 조강현, 이영자, 이은주, 박승현, 주영희, 김정희, 김미정, 안지희, 이영미, 최선분, 김정



2020년 체내검사실 구성원

옥, 홍승연, 한현미 등이 근무하였다. 2019년 간호사의 소속이 간호부에서 핵의학과로 변경되었으며 현재 본원에 이미정, 김봉선, 김지현이, 암병원에 강신후, 김연희가 근무하고 있다. 간호운영기능직은 이정신, 최종미, 서봉숙, 김영숙, 최효임, 진소희, 서효영, 정아, 박경옥, 허유진, 유아영이 근무하였고 현재 본원에 최경진, 암병원에 오은영이 근무하고 있다. 운영기능직은 현재 본원에 김은경, 신은영, 암병원에 이해은이 근무하고 있다.

나. 종양핵의학검사실

1994년 국내 최초 PET설치와 함께 PET센터라는 이름으로 PET과 사이클로트론 운영 부문이 시작되었으며, 2011년 암병원 개원과 함께 암병원 종양영상센터 내 종양핵의학검사실로 체계가 개편되었다. 1981년 입사한 김문혜가 1993년 말부터 차폐공사 등 PET 설치 실무작업을 담당하였고, PET센터 개설과 더불어 1994년 이홍재가 입사, 합류하였다. 1994년 5월 보강공사를 거쳐 10월부터 사이클로트론 설치를 시작하였고 1995년 2월 6일 방사성의약품 생산 시작하였다. 이에 따라 1994년 입사한 김용근이 PET센터에서 근무를 시작하였고, 2000년 국립암센터로 옮겨 PET센터 개설 중심역할을 담당하였다. 1984년 입사한 이인원이 1997년 3월부터 PET센터로 옮겨 근무를 시작하였다. 당시 토요일 10시에 정재민 교수 주재 하의 PET센터 운영회의를 진행하였는데, 주5일제 근무가 되면서 목요일 점심시간으로 옮겼다. PET 환자 증가와 방사성의약품 수요 증가로 인하여 1998년 입사한 조영권이 1999년부터 사이클로트론실 근무를 시작하였는데, 현재 청주대학교 방사선과 교수로 재직 중이다.

꾸준한 PET검사 증가로 1998년 입사한 정규일이 2000년 PET센터에 합류하였고 이 즈음 PET검사실과 사이클로트론실이 분리되었다. 1999년 입사한 조용현이 2000년 3월 사이클로트론실로 옮겨 현재까지 방사성의약품 생산과 합성의 중심 역할을 하고 있다. 2000년 이후 전국 각지 병원의 PET센터 개설이 급증하여 서울대학교병원은 PET 기술교육 사관학교로 변모함과 동시에 교육을 통하여 많은 근무자가 타 병원으로 진출하였다. 1999년 강건호, 2000년 박대호가 입사하여 방사성의약품 생산을 담당하였고 정현정은 연구원으로 2001년 2월까지 근무하였다. PET센터 증가 및 FDG 수요 확대에 따라 2004년 강건호는 동강무역으로, 박대호는 경북대학교병원으로 옮겼다. 2000년 입사한 박주홍은 송도병원으로 옮겼고 서석근이 3개월 근무 후 순천향대 부천병원으로 이직하였다. 홍성택이 2001년, 박광서는 2004~2006년 근무 후 국립암센터 사이클로트론실로 옮겼다. 박준형은 2005~2007년 근무 후 분당서울대병원을 거쳐 현재 미국 스탠포드대학병원에 근무 중이다. 2006년 입사한 황기영은 현재 칠곡경북대병원에 근무 중이다.

2003년 입사한 남궁식, 이진호는 2005년 건국대학교병원 핵의학과 개설 시 옮겼고, 그 해 10월 김재일이 입사하였다. 2005년에 김다은과 성용준이 입사하였고 김다은은 PET센터에 근무한

첫 여성 방사선사였으나 동국대 일산병원으로 이입하여 현재 국립암센터에 근무 중이다. 2006년 김승정, 나명대, 백승찬, 유연옥이 입사하여 유연옥은 국립암센터, 백승찬은 원자력병원으로 옮겼으며 나명대는 2008년 퇴직하였다. 2007년부터 체내검사실과 PET영상검사실 순환근무가 본격화하였다. 2008년 이용석, 2009년에는 최현준과 현준호가 입사하였다. 권형진과 이재형이 각각 체내검사실과 체외검사실에서 사이클로트론실로 옮겼다. PET센터에 간호사 인력이 충원되며 강신후가 간호부로부터 전보되어 환자에게 한층 높은 간호서비스를 제공할 수 있게 되었다.

2011년 암병원이 개원하면서 본원 PET센터가 종양영상센터로 이전하면서 이홍재가 종양핵의학검사실 수석기사로 보임되었고 이용석과 이재형이 정규직으로 입사하였다. 홍승연이 간호부에서 종양핵의학검사실로 전보되어 간호사 2인이 근무하게 되었다. 2012년 PET/MRI가 도입되면서 김재일이 업무를 맡았다. 2014년 이해은이 입사하였고 2015년 김연희가 종양핵의학검사실로, 박희원이 사이클로트론실로 옮겼다. 2017년 GMP 시행과 함께 사이클로트론실을 내부적으로 방사성의약품 생산·연구·개발실로 명칭 변경하였고, 동시에 인력이 확충되어 윤창식과 인우진이 정규직으로 입사하였다. 이보은 약사가 사직 후 김호영이 제조관리 약사직을 이어받았다. 2018년 이홍재가 소아핵의학검사실 수석기사로 보직변경되며 방사성의약품 업무를 맡았고, 문일상이 종양핵의학검사실 수석기사직을 맡았다. 2019년 박종범과 김한울이 정규직으로 입사하여 방사성의약품 생산 업무를 임상병리사 7명이 담당하게 되었다. 방사성의약품 제조관리 약사 김호영이 퇴직하고 정인수가 입사하였으나 곧 사직하였고, 원내 약제부 지원자 공모를 거쳐 10월 옥인화가 종양핵의학검사실로 옮기게 되었다. 2020년 문일상이 보라매병원 기장으로 전보되고 김병진이 종양핵의학검사실 수석기사로 보임되었다.



2020년 종양핵의학검사실 구성원



2020년 방사성의약품실 구성원

다. 체외검사실

1960년대 방사성동위원소진료실에는 의료기사 면허소지자가 근무하지 않았다. 의사 중심으로 운영되며 이영숙이 여러 실무를 도와주는 업무를 하다가 1974년 퇴직하였다. 1969년 8월 고창순 교수가 동위원소실로 옮긴 후 같은 해 11월 서일택이 임상병리사 면허소지자로서 처음으로 근무를 시작하였다. 서일택은 우리나라 핵의학기술의 선구자로서 일반행정 업무와 의료보험제도 업무도 담당하였고, 후에 핵의학검사학회장과 핵의학기술학회장을 역임하였다. 국내 최초 PET 센터 개소에 공헌하였고 방사선안전관리업무, 외부정도관리업무에도 많은 기여를 하였다. 고려대학 강사로서 학생교육에도 기여하였으며 1978년 서울대학교병원이 특수법인이 된 후 기사장으로 보임되었고 2002년 말 정년퇴임 후 대한핵의학회 사무국장으로 자리를 옮겨 외부정도관리, 전국 검사현황통계, 의료보험, 핵의학검체검사인증 등 많은 핵의학 관련업무를 수행하였다.

1975년 김현주, 동희초가 입사하여 혈액내 미량물질을 정량화할 수 있는 방사면역검사법이 정착되는 계기가 되었다. 진료실에서 오더가 발행되면 환자가 직접 검사의뢰지를 들고 동위원소실로 와서 접수하고 바로 검사실에서 채혈하여 검사를 하였다. 시험관 1개씩을 일일이 우물형 계수기에 넣어 계측을 하고 종이에 계측수를 기록, 모눈종이에 표준곡선을 그려 결과를 읽었다. 검사종목마다 노트에 기록하고 영상판독지에 결과를 타이프해서 보고했다. 김현주는 1983년 수석기사로 보임되어 검체검사관리, 직원교육, 학회업무, 연구, 외부정도관리 등에 기여하였으며 2007년 기사장으로 보임되었고 2012년 6월 정년퇴임하여 현재 랩케어진단검사센터에서 근무 중이다. 1978년 새 병원 이전을 앞두고 검체검사가 크게 증가함에 따라 인력을 충원하게

되어 박영자, 서미경, 이승관이 입사하였다. 박영자는 이화여대 약대를 나온 약사로서 특채되어 근무하였고 1980년 퇴직하였다. 이승관은 현재 고려대학교 보건대학 임상병리학과 교수로 재직 중이며 서미경은 1984년 퇴직하였다.

1980년 윤성혜, 정운영이 입사하였다. 정운영은 1988년 서울아산병원 개원 시 핵의학과 기사장으로 자리를 옮겼고 핵의학검사학회장, 핵의학기술학회장 역임하였으며 2016년 정년퇴임하였다. 1981년 신숙희, 장철수가 입사하였다. 장철수는 1984년 김천보건대학으로, 신숙희는 1985년 SCL, 함춘임상검사센터를 거쳐 대전보건대학으로, 강형태는 수습생으로서 RI 면허를 취득해 문화재관리국으로 이직하였다. 1982년 박은경이 수습생으로 입사하여 1984년 한강성심병원을 거쳐 제일병원으로 자리를 옮겼다. 박은미는 1982년 일반외과 연구실에서 핵의학과로 전보되었으며 1994년 차병원으로 자리를 옮겼다. 1983년 수습생으로 입사한 장연길은 10월 국립보훈병원 검체검사실 개설로 이직하였다. 강미희, 오정순, 정명화는 개인적 연수 후 순천향병원, 경찰병원, 고대구로병원에 검체검사실 개설 시 이직하였다. 1984년에는 민경선, 신금철, 조미라가 입사하였다. 조미라는 1990년 퇴직하였고 민경선은 2011년 명예퇴직하였다. 1985년에는 이재길, 이정선, 홍명신이 입사하였다.

1988년 김연옥, 유만길이 입사하여 김연옥은 서울아산병원 개원 시 이임하였다. 유만길은 1993년 삼성서울병원 개원 시 이임하였고 원우재는 임상병리과에서 전보되어 2000년 국립암센터 개원 시 기사장으로 이직하였으며 대한핵의학기술학회장을 역임하였다. 1989년 박형기, 홍미경이 입사하여 박형기는 이듬해 동아대학병원 검체검사실 개설 시 이임하였다. 1990년 김동민, 노경운, 장윤균이 입사하였다. 노경운은 2006년 세계핵의학회 기술학회부문 총무를 맡았고 2008년 핵의학검사학회장으로서는 외부정도관리 확대, KOLAS 인정, 키트성능평가 등 여러 공헌을 하였으며, 2007년 수석기사로 보임되었고 2017년부터 기사장직을 수행하고 있다. 장윤균은 9개월 근무 후 한일병원 검체검사실을 개설 시, 김동민은 1994년 아주대학교병원 핵의학과 개설 시 수석기사로 자리를 옮겼다.

1991년 조만익이 입사하여 2003년 분당병원 개원 시 검체검사실 개설에 참여하였다. 1993년 입사한 문우연은 서울아산병원으로 이직 후 2019년 퇴직하였고, 1994년 김태훈, 유태민, 장현영, 박준모, 이선호가 입사하여 이선호는 1994년 서울아산병원으로, 박준모는 10개월 근무 후 여의도성모병원으로 옮겼다. 김태훈은 탁월한 인화력으로 체외검사실 및 과 화합에 기여하였고 검사의 안정화, 표준화에 많은 기여를 하였다. 유태민은 2017~2019년 수석기사를 역임하며 검사횟수 확대와 시프트근무 도입으로 임상서비스를 개선하였고 검사자안전지침, 검사오류방지지침 등을 확립하였다. 장현영은 차기 핵의학검사학회장(2021년)으로 선출되었다. 1995년 박훈수, 1998년 김지나, 신선영, 윤태석이 입사하였다. 윤태석은 현재 부회장으로 노동조



함에 파견근무 중이고, 김지나는 국립암센터 개원 시 옮겼다. 신선영은 2020년부터 수석기사로 근무중이며, 2006년 세계핵의학회 및 세계임상병리사학회 구연연제, 2008년 SCI저널 제1저자 논문 등을 발표하였다. 2001년 문기춘, 박희원이 입사하여 문기춘은 분당병원 개원 시 이임하였다. 2002년 강애희, 김대운, 이현주가 입사하였고 강애희는 보건소 공무원으로 현재 송파구에 근무 중이며 이현주는 2007년부터 보라매병원에서 근무 중이다.

2003년 김지선이 연구원으로 입사 후 신진메디스로 이직하여 국산키트개발에 참여하였고, 안재석은 3년간 근무 후 국립암센터로 이임하였다. 2005년 홍창현이 입사하여 2년간 근무 후 이직하였고, 2006년 입사한 신희정은 2007년 7월부터 정규직으로 근무하고 있다. 2007년 서효열, 임소희, 하동혁, 김희선이 입사하였고, 김희선은 2014년부터 보라매병원에서 정규직으로 근무 중이다. 2013년 최성희가 입사하였고, 2016년 조현수, 2017년 박민호, 2018년 류화진이 정규직 발령을 받았다. 2020년 이해주가 입사하였다. 보라매병원과 본원 간에 정기적으로 순환근무를 시행하였으나, 장기근무를 희망하는 직원들의 장기근무 지원으로 인하여 2019년부터 정기 순환근무가 중단되었다.

검체검사의 변화와 함께 체외검사실은 임상서비스 강화와 정도관리 강화에 노력하여 2019년 체외검사실 전 직원이 KOLAS 인정, 핵의학 검체검사 실시 및 수탁기관인증으로 질가산율 4% 등 성과로 12월 병원 월례회의에서 유공표창을 받기도 하였다. 비예약검사가 예약시스템으로 전환되어 중앙표지자검사는 일 8회, 갑상선기능검사는 일 10회로 검사횟수를 늘렸으며, 7시와 8시 출근자로 시프트 근무를 시행함으로써 결과보고시간을 단축하여 진료서비스와 당일진료환자 만족도를 향상시켰다. 2017년 10월 의생명연구원 6층 현재 위치로 이전하였고 매주 화요일 오후 4시부터 30분 동안 직무교육 및 업무회의를 통해 자기개발과 업무 원활화를 추구하고 있다.



2020년 체외검사실 구성원

보건직 해외연수

서울대학교병원은 1978년 특수법인화를 앞두고 CMB 자금에 의한 직원연수제도가 처음 시행되었다. 보건직으로는 서일택이 1978년 3월부터 3개월간 일본 교토대학병원에서 방사면역측정기술에 대하여 연수하였고 그 해 12월초 조규진이 일본 도쿄도립노인병원에서 영상촬영기술, 김현주가 일본 시즈오카 약대에서 방사면역측정기술을 연수하였다.

이후 영상검사실은 SPECT, PET 영상기술과 장비정도관리, 컴퓨터 응용기술, 방사성의약품 합성기술 습득을 위한 해외연수를 하였다. 1980년 박현숙, 안순자, 1982년과 1992년 진광호, 1985년, 1990년, 2006년에는 조규진이 연수하였다. 1983년 유광열, 1985년 전병길, 1987년과 1994년에 이인원, 1988년과 1992년에 김문혜, 1990년 변대홍, 1998년 임형태, 2000년 신성화, 2002년 김진의, 2004년 이홍재, 2005년 장영수, 2008년 문일상, 2018년 도용호가 일본, 미국, 호주, 대만, 독일 등에서 연수하였다. 검체검사실은 방사면역측정기술과 정도관리에 대하여 연수하였으며 1980년 동희초, 1982년 정운영, 1987년 이재길, 1993년 박은미, 1995년 김현주, 1996년 노경운, 1999년 조만익 2015년 신선영이 홍콩, 대만, 일본, 영국, 싱가포르에서 연수하였다. 연수기간은 초창기 3개월이었으나 1992년부터 2개월로 단축되었고 1998년부터는 다시 1개월로 단축되어 현재에 이르고 있으며 1978년부터 2019년까지 40년간 27명이 총 37회 연수를 다녀왔다.

라. 행정실

1963년부터 이영숙, 채수영이 동위원소실의 전반적인 업무를 보다가 1974년 퇴직하였다. 1973년 고경희가 입사하여 1975년 퇴직하였고, 이어 임상병리사 김현주가 2년여간 동위원소실의 제반 행정업무를 2년간 맡은 뒤 1977년부터 최송희가 5년간 근무하였다. 특수법인 전에는 임영심, 최순혜, 조화자, 권명화가 접수업무를 거쳐 갔다. 1979년 첫 정규사무직 안성란이 입사하여 2년간 근무 후 전보되었다. 1980년대 초반, 이부순, 정명희, 김사임, 박미숙, 이강미, 이기분, 오정미, 최혜현이 의무전사와 접수, 과장실 업무를 담당하였다. 1984년 윤순분이 입사하여 의무전사로 일하다 1994년 퇴직하였고, 1985년 박춘자, 이종금이 입사하여 접수업무에 종사하였다. 이종금은 1986년 전보되었고 박춘자는 1996년 퇴직하였다. 1983년 입사한 곽은자는 과장실에서 근무하였고 1997년 전보되었다.

1986년 김주희, 서영미, 최정희가 입사하였다. 최정희는 의국업무를 시작으로 사무직으로 전환하여 현재 의대와 병원 행정업무 및 연구행정관리 실무를 총괄하는 행정실 책임자로 근무 중에 있다. 김주희는 접수 근무 후 1993년에, 서영미는 의무전사에 종사하다 1989년 전보되었다. 1987년 김순애가 의국업무를 맡았다가 1995년 이직하였고 기우탁은 3년간 사무직에 종사한 후 1990년 전보되어 현재 보라매병원 종합검진센터운영팀장으로 있다. 1990년 노승옥이 사무직으

로 근무하다 1993년 퇴직하였고 후임으로 1993년 최윤희, 남은주, 신은영이 입사하여 현재 신은영은 접수업무, 남은주는 1995년 행정실로 옮겨 의대 학사행정 및 연구관련 행정업무를 맡고 있다. 최윤희는 2002년 전보되었다. 1994년 입사한 주홍녀는 검체검사실 접수업무를 담당하다가 2002년 전보되었다. 1995년 박선경이 입사하여 영상검사실 접수실 근무 후 2000년 퇴직하였고 1996년 황미나가 입사하여 접수 근무 후 1999년 전보되었다. 2000년 최윤정이 입사하여 현재까지 행정업무를 담당하고 있으며 김현화는 14개월 근무 후 전보되었다. 유영주는 2001~2019년, 안미숙은 2003~2006년 근무 후 전보되었다. 2006년 문영실이 전보되어 2018년 3월부터 행정실에서 업무를 함께 담당하고 있다.

1970년대에는 행정업무를 선임기사가 담당하였고 동위원소실장 비서업무, 환자접수업무, 의무타자업무는 고용직이 담당했다. 1978년 특수법인화 이후 기사장제도가 생겨 기사장이 행정을 담당하다가 규모가 커지면서 사무직이 충원되어 행정을 보조하였고 운영기능직은 각 검사실 접수와 의무전사업무를 담당하였다. 1980년대 중반 행정사무직 업무는 주로 교수 비서와 접수 직원으로 구성되어 사무실 정리, 교수 업무보조 등 단순비서업무와 함께 교수 강의자료 작성, 강의슬라이드 필름 제작 등도 담당하였고 부수적으로 대한핵의학회 업무도 담당하였다. 이후 개인용 컴퓨터가 보급되면서 보석글 등을 이용한 워드프로세싱, Lotus, Dbase 등을 이용한 데이터 통계 및 그래프 작성 등 자료분석 업무를 수행하게 되었으며 학회 업무도 타과보다 먼저 컴퓨터로 주소라벨 작업을 시작하여 교수들이 타과에 자랑을 하곤 하였다. 당시 2명의 직원이 비서 및 교수업무를 담당하고 1명의 사무직이 행정업무를 담당하였는데 그 후로 빠르게 사무자동화가 진행되고 1997년 핵의학교실 설립 후 교수와 업무량이 늘어나면서 인원이 충원되었다. 연구관리행정 담당 보조연구원으로 강승현, 김수정, 조예란이 입사하였다. 강승현은 2016년 1월까지 근무하였고, 후임자로 박소정이 2016년 2월부터 2017년 4월까지 근무하였으며 2017년 3월부터 대형과제 행정인력지원으로 신하은이 입사하여 2018년 6월까지 근무하다가 서울대병원에 직원으로 임용되어 전보되었다.

1987년부터 연구과제를 통합 운영, 관리하면서 연구비 사용관리를 행정실로 통합하여 운영하도록 하였다. 수십 개의 연구과제를 동시 수행하며 집행뿐만 아니라 신규과제 신청 시 예산 책정과 과제종료 후 정산을 담당하였다. 또한 핵의학교실, 의과학과, 중앙생물학, 분자의학 및 바이오제약학과 등 교실을 포함한 여러 전공과정에 대한 의대 행정업무와 물리, 뇌과학, 화학, 생물팀 등 여러 팀 소속 연구원과 대학원생들에 대한 행정지원을 맡고 있다.

과의 세계화와 함께 행정업무 역시 국제적으로 변모하였다. 2000년 세계핵의학회 유치가 결정되면서, 준비 실무담당자로 2001년 이순용이 입사하여 2003년 퇴직하였고 후임자로 김승원이 입사하여 학회를 성공리에 마친 2007년에 퇴직하였다. 한연주는 2002년 입사하여 2003년

퇴직하였으며 후임자로 한주형이 입사하여 학회를 끝마친 후 퇴직하였다.

세계핵의학회 개최 이후에도 국제업무의 필요성이 높아져, 임윤희가 2007년 입사하여 2012년까지 IAEA Collaborating Center 업무로 아시아 각 나라 훈련생 연수프로그램 진행 절차지원을 담당하였다. 아시아지역핵의학협력기구(ARCCNM) 사무국으로서 아시아 지역뿐 아니라 국제적 위상이 올라가도록 기여하였으며, (사)원자력응용의학진흥협회, 한국PET협회의 사무국 역할도 담당하여 국내 핵의학 분야의 협력과 발전에 기여하였다. 2011년 고창순프로젝트가 발족되고 2010년 외국인 펠로우 연수자를 시작으로 매년 1~2명의 해외연수자가 생기면서 꾸준히 국제업무를 담당하였다. 임윤희가 퇴직하면서 이해원이 2012년부터 2014년까지 근무하였고, 임수지가 2015년 입사하여 1년 근무하였다. 이동수 교수가 세계핵의학회 회장 선거에 나서며 허희석이 2016년 1월부터 기획 및 국제업무를 담당하고 2017년 퇴직하였고, 10월 김진우가 입사하여 2019년 6월까지 차기회장직 업무를 맡았다. 2019년 6월 이상은이 입사하여 세계핵의학회 사무국 업무 지원, KOICA와 TEIN 사업의 국제행정업무를 담당하고 있다. 다양한 영상데이터 연구수행과 함께 원내에서 선도적으로 화상회의시스템을 도입하면서 전산지원직도 충원하였다. 2006~2010년 장순이 네트워크 및 전산환경 구축 및 운영 업무를 담당하였고, 2011~2012년 장준하, 2012~2015년 오상훈이 근무하였다. 이동수 교수가 KREONET 사업에 참여하면서 2015~2017년 정경식이 첨단초고속망 도입 및 화상회의 시스템 구축에 기여하였고 현재 김동빈이 업무를 담당하고 있다.



2020년 행정실 구성원

2. 교육 및 인력양성

1) 학생, 전공의, 전임의

가. 학부생 교육

1997년 핵의학교실 설립 이전의 학부생 핵의학 교육은 주로 통합(블록)강의 또는 내과 및 진단방사선과 교과목과의 협조를 통해 이루어졌다. 1970~80년대에는 2학년 통합강의 중 혈액학, 내분비학, 순환기학, 소화기학, 신장학 등의 교과목에서 1시간씩을 배정받아 강의하였고, 1990년대에는 중앙학 통합강의에도 강의를 추가되었다. 3학년 과정에서는 진단방사선과학에서 2시간을 할당받아 개론과 영상기법을 강의하였고, 내과학에서는 5시간을 할당받아 핵의학의 임상 적용을 강의하였다.

실습은 1980년 이전까지 3학년 내과 12주 실습 중 수 시간을 교육하였으며, 4학년에 4~12주의 선택과정 교육을 하기도 하였는데 이 때 우수한 연구로 상을 받는 학생도 여럿 있었다. 1980년대 중반 이후 실습 교육은 내과와 더불어 진단방사선과 실습에서도 시간을 할당받아 시행하였는데, 내과 실습에서는 1992년 2시간, 1994년 5시간, 1996년 10시간 등, 시기에 따라 수업 시간을 조정하였고 진단방사선과 실습 중에는 꾸준히 2시간을 교육하였다.

의과대학 학생에 대한 핵의학 교육은 1997년 핵의학교실 설립 이후 본격화되어, 이듬해인 1998년 3월 최초로 3학년 학부 교과과정에 1학점 '핵의학' 교과목이 신설되었다. 이 때 주당 1시간씩(토요일) 한 학기에 걸쳐 19시간의 강의교육을 시행하였고 실습은 여전히 내과학 실습 중 10시간(격주 목요일 오후~금요일), 진단방사선과학 실습 중 2시간(월요일 오후)을 할당 받아 교육하였다. 이후 핵의학 교과목은 3학년 교과과정 중 1학점 과목으로 지속되었다. 실습은 2004년 3학년 임상 통합과정으로 개편되면서 영상의학/핵의학 실습으로 명칭이 변경 신설되어 2주간의 실습 중 둘째 주 8시간(월요일)을 교육하게 되었다. 내과학 실습 중 교육도 여전히 지속되어 8시간(격주 목요일)으로 변경되었다가, 2008년 4시간(격주 금요일 오전)으로 다시 조정되어 총 12시간의 실습 수업이 현재까지 지속되고 있다. 2005년부터 분당병원과 교육을 분담하여, 2개 조로 나눈 뒤 한 조씩 본원과 분당병원에서 동일 교과과정에 따른 교육을 받았다. 2018년 의과대학의 전반적 교육과정 개편에 따라 핵의학 교과목이 4학년 전공필수과목으로 이동되면서 이 해에는 실습 수업이 없었다. 2019년부터는 4학년 실습에서 1주를 나누어 월요일과 화요일 오전에 핵의학 실습을 진행하고 나머지 기간 가정의학 실습을 하게 되었다. 강의는 임상특과 가운데 3시간을 배정 받았다.

또한 2010년대 초까지는 핵의학과가 개설되어 있지 않거나 핵의학 교육 여건이 충분하지 못

했던 대학의 학부생들을 위탁 받아 교육하기도 하였는데, 인하대학교, 제주대학교 등 여러 대학 학생들이 서울대학교병원에서 핵의학 실습 수업을 받았다.

핵의학 강의 수업 내용

연도	강의 구성
1969	핵의학서론, 핵의학 영상형성의 원리, 심맥관계 질환 핵의학, 조혈장기 핵의학, 내분비 질환 핵의학, 위장관 및 간담도계 질환 핵의학, 종양질환 핵의학
2009	핵의학개론 및 영상원리, 방사성의약품, 뼈 및 관절계, 간담도계 및 소화기계, PET, SPECT, 분자핵의학영상, 생물학적 검사와 감염 및 전신질환, 방사성의약품 치료
2019	핵의학원리I (진단), 핵의학원리II (치료), 핵의학적 활용과 분자영상

나. 전공의 교육

1995년 핵의학 전문의 제도가 신설되면서 1996년 첫 핵의학 전공의를 선발하게 되었으나, 그 전부터 서울대학교병원 내에는 핵의학 전공의라는 비공식적 개념이 있었다. 1966년 김명재, 1968년 이정상, 최강원 등이 내과 전공의로써 핵의학에 입문하여 이문호 교수의 대학원 지도 학생으로 방사성동위원소실에서 전일제로 근무하며 연구하였다. 이후 1974년 이명철이 최초로 군진의로 핵의학 전공요원으로 별도 선발되어 내과에 입국하였기 때문에, 실질적인 국내 첫 핵의학 전공의가 되었다. 이명철은 고창순 교수의 지도학생이 되었다. 이듬해 홍기석, 김명덕이 이와 같이 입국하였고, 이후 서울대학교병원 내과의 분과 전공의로써 실질적 핵의학 전공의가 계속 이어졌다(역대 전공의 표 참조). 이 외에도 내분비학, 호흡기학, 혈액종양학, 신장학, 감염학, 류마티스학 등 다른 분과를 주 전공으로 하면서도 핵의학에 대한 열의를 가진 내과 전공의들이 이문호, 고창순 교수 지도 하에 동위원소를 이용한 연구와 진료에 노력하였고, 이들이 동원회라는 모임으로 이어졌다.

핵의학교실 설립 전까지 1970~1980년대에는 내과와 방사선과 전공의 과정 중 내과에서 2명, 진단방사선과에서 1~2명이 1~3개월 파견 근무를 하며 전공의 교육이 시행되었다. 영상판독, 교과서 강독, journal review, 증례토론, 방사성옥소 치료 등으로 수련 교육 일정이 구성되어 있었다. 파견 근무는 점차로 줄어 1990년대 초반에는 내과 1명, 진단방사선과 1명이 1개월씩 파견 근무를 하였고, 핵의학 전공의 제도가 정착된 1999년 이후에는 업무부담보다는 교육적 차원에서 파견이 이루어졌다. 1996년에는 핵의학 전문의 제도 신설 이후 첫 핵의학 전공의로 김석기가 입국하였다. 1999년 IMF 사태의 후폭풍으로 진단방사선과, 임상병리과 등과 함께 핵의학 전공의 지원자가 급감하여 선발하지 못한 해도 있었으나 이후 현재까지 우수한 전공의들의 입국이 지속적으로 이어졌다. 서울대학교병원 전공의 정원은 1996년 이후 현재까지 계속

1명이지만, 2003년 분당병원 전공의 정원 1명이 추가되어 모자병원 협약을 맺고 통합선발하게 되었다. 2005년 국립암센터 전공의 1명도 통합 선발, 교육하게 되었고 2013년부터는 보라매병원 정원 1명이 추가되어 연간 4명의 전공의를 통합선발하였다. 이후 2019년 전공의 모집부터는 분당병원 및 국립암센터에서 독자적으로 전공의를 선발하게 되었고 2020년에는 전공의 수련을 위한 필요 전문의 수가 변경되어 2021년부터는 보라매병원 전공의 정원이 배정되지 않았다. 통합 선발을 통해 선발된 전공의는 각 병원을 순환하며 수련을 받았다.

전공의 수련 과정은 시대에 따라 변천이 있었으나 기초핵과학, 핵의학영상판독, 체외검사, 방사성동위원소치료, 핵의학 기초연구 등을 망라하고 있다. 대한핵의학회 수련규정에 따라 임상 능력 함양을 위하여 내과와 영상의학 파견을 시행하였는데, 1996년 이후 2004년까지는 각 6개월, 2005년 이후는 각 4개월씩 파견하고 있다. 내과와 영상의학 파견은 2개월씩 1년차 및 2년차에 시행하고 있다. 핵의학과는 일찍부터 연구 성과에 따라 전공의 기간 중 1~2회의 해외학

핵의학 전공의 수련 교과과정 (2020)

	1년차	2년차	3년차	4년차
전공의 교육 미션	핵의학의 전문적 지식 및 기술을 습득하여 환자의 진단과 치료에 적극적으로 참여하고, 임상자문과 핵의학의 교육을 담당할 수 있는 능력을 배양하여, 보건향상과 의학의 발전에 공헌할 수 있는 유능한 핵의학과 전문의를 양성함.			
연차별 수련과정	<ol style="list-style-type: none"> 1. 핵의학 검사를 위한 환자 문진, 신체검사, 병력 청취, 타 검사 결과 해석 능력 배양 2. 핵의학 planar scan, SPECT, PET 영상검사의 원리 이해 3. 핵의학 planar scan 검사의 판독 소견서 작성 4. 핵의학 planar scan, SPECT, PET 영상의 검사 프로토콜을 이해하여 최적의 영상을 획득 5. 방사성 핵종 치료에서 환자에 대한 설명과 동의서 취득 6. 치료 병실 입원 환자에 대한 병력 청취, 신체 검진과 입원 진료 7. 영상의학 검사 등 타 검사에 대한 기초적인 이해를 통한 판독 능력 향상 8. 방사성동위원소 투여와 소아 진정에 대한 술기 9. 방사선 안전관리에 대한 지식 습득 10. 핵의학 영상 장비의 조작법 습득 11. 방사성동위원소의 기본 취급 술기 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 의료진 간 의사 소통을 통한 다학제 진료 능력 배양 2. 핵의학 planar scan, SPECT, PET 영상의 검사 프로토콜을 확립하여 최적의 영상을 획득하고, 환자의 병력, 치료 유무 등에 의한 영상 소견의 차이를 반영하여 판독 질 향상 3. 연관 검사 해석 능력 향상을 통한 핵의학 planar scan, SPECT, PET 영상검사의 이해 및 판독 능력 증진 4. 핵의학 SPECT, PET 검사의 판독 소견서 작성 5. 방사성 핵종 치료의 프로토콜을 이해하고 방사선 안전관리 6. 방사성핵종 치료 환자의 외래 진료 능력 7. 방사선 안전관리에 대한 술기 8. 핵의학 영상 장비의 정도관리 9. 피폭관리, 오염관리 지역 등에서의 방사선 장애방어 10. 새로운 방사성핵종이나 새로운 방사성의약품 도입을 위한 제반 사항 이해 		
특기사항	내과, 영상의학과 파견(각 2개월)	내과, 영상의학과 파견(각 2개월)	해외 연수(1 개월), 타병원 파견(1 개월)	

회 참가 기회를 부여하였으며, 2009년 이후부터는 핵의학 전공의 제도의 정착과 발전, 국제적 리더십 확보노력 등에 기반해 전공의 해외파견을 실시하는 등 새로운 시도도 이어지고 있다. 모집 전공의는 2005년 이후 2016년까지 지속적으로 증가 및 유지되어 연 3~4명을 유지하였으나, 2017년 2명, 2018년 1명의 전공의가 선발되었고, 2019년은 1999년 이후 20년 만에 전공의를 선발하지 못하였다.

이 외에도 외부 전공의 위탁교육이 많이 이루어졌으며, 특히 핵의학과가 없는 병원에서 진단 방사선과를 수련 중인 전공의들이 1~2개월간 파견되어 교육을 받았다. 또한, 대한핵의학회 수련기준에 의하여 타병원 핵의학 전공의들도 많이 파견받아 교육하였다.

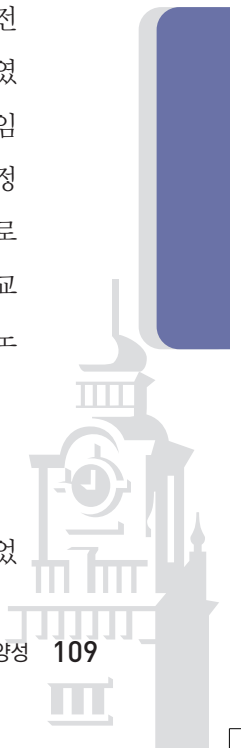
다. 전임의/임상강사 연수

서울대학교병원은 1983년 국내 최초로 핵의학 전임의 연수 과정을 시행하였고 이후 꾸준히 핵의학 전임의 과정을 통해 우수한 전문인력을 핵의학 전공자로 재교육하거나 심화 연수할 수 있도록 함으로써 국내 핵의학 발전의 인적 기반을 탄탄히 하는 데 크게 기여하였다 (역대 전임의 표 참조). 특히, 2000년대 이전에는 타 병원에서 전공의 과정을 이수하고 서울대학교에서 전임의 과정을 통해 핵의학을 심화 연수한 핵의학 전공자 상당수가 전국 주요 병원에서 근무하며 핵의학을 이끌어 왔다. 핵의학 전임의 과정은 주로 연구경험과 업적을 쌓는 데 중점을 두었는데, 이를 통해 PET, 분자영상, 핵의학치료 등 서울대학교가 이끌고 있던 분야의 연구에 본격적으로 참여하게 되는 경우가 많았다. 일례로 전남대학교병원에서 전공의를 마친 민정준은 2000년 서울대학교병원에서 전임의 과정 이후 미국 Sam Gambhir 교수의 연구실로 연수를 다녀와 현재 국내 분자영상학 분야의 핵심 연구자로 활동하고 있다.

전임의 과정은 2000년대 후반 이후에 점차 다변화되었다. 2008년 이후에는 분당병원에서 전임의를 따로 선발하여 분당병원에서 진행하는 독자적인 연구와 진료를 수행하는 역할을 하였다. 또한, 이동수 교수가 서울대학교 융합과학기술대학원 분자의학 및 바이오제약학과의 겸임 교수로서 연구실을 운영함에 따라 전공의 과정을 마친 후 군미필인 남자 전문의는 전임의 과정과 전문연구요원 과정을 연계하여 연구에 중점을 둔 연구전임의 과정을 거치게 되었다. 일례로 2012년 임형준은 연구전임의와 전문연구요원 과정을 거친 후 Wisconsin 대학교 Cai Weibo 교수 연구실에서 연수를 한 뒤 현재 서울대학교 융합과학기술대학원 소속 교수로 핵의학 및 나노의학 분야 연구자로 활동하고 있다.

라. 집담회

학생, 전공의, 전임의, 대학원생 등의 교육에 있어서 집담회는 매우 중요한 교육 공간이었



다. 과내 집담회의 기원은 1960년대 병원 차원에서 행해지던 postgraduate training schedule이었다. 1967년 병원 연보에도 매주 화요일 오전 8시 30분부터 1시간동안 내과 의국에서 열린 'Nuclear Medicine Seminar' 기록이 있다. 고창순 교수가 서울대학교로 복귀한 1970년부터는 동원회 자체의 화요세미나를 개최하였다가 1978년 핵의학과 설립 이후 이를 본격화하였다. 1990년대 중반까지 시행하였으나 이후 각 전문분과의 전문성이 강화되고 수준이 심화됨에 따라 발전적으로 중단하였다. 1980년 당시 오후 4~5시가 집담회 시간이었으며, 월, 화, 목은 textbook review, 수요일은 의공학과 공동 seminar, 금요일 journal review, 토요일 problem case 등으로 짜여 있었다. 1981년에는 nuclear physics 교육이 추가되었다. ERC를 유치하며 금요일세미나가 시행되기도 하였다.

1997년 4월 10일 교실 설립 이후 매일 오전 8~9시는 과내 집담회로서 20년 넘게 이어지고 있다. 1998년까지는 월, 화, 목, 금, 토요일로 주 5회 집담회가 있었으나, 1999년 월요일 집담회가 수요일로 옮겨졌으며, 2003년에는 토요일 집담회가 폐지되었다. 이후 화-금 주 4회 집담회 형식을 유지하다가 연구팀의 주제 다변화 및 현행되는 연구 주제에 대한 토론을 위해 금요일을 전체 교실원을 대상으로 연구팀별 세부 연구 진행을 소개하는 랩미팅으로 변경되었다. 2019년에는 금요일에 한정하여 점심시간에 연구팀별 랩미팅을 진행하기도 하였다. 분당병원에서는 연구 주제 및 임상 케이스들이 다변화됨에 따라 2018년부터 금요일 아침 집담회를 독자적으로 진행하고 있다.

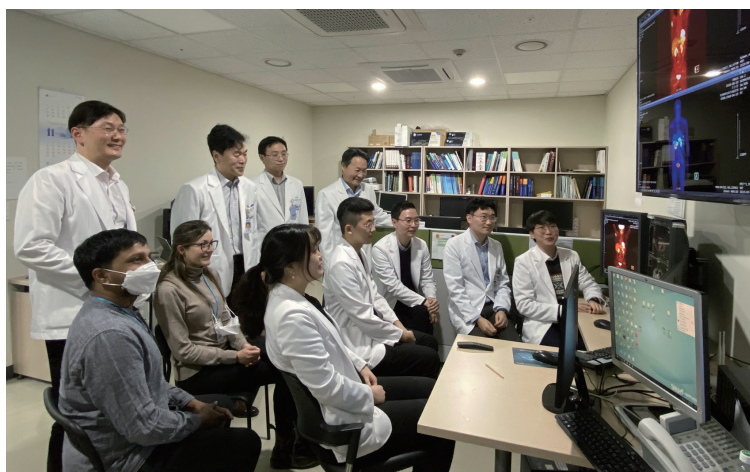
과내 집담회의 초기 주요 구성은 최신 문헌에 대한 초독회, 한 주제에 대한 집중 토론인 미니심포지움, 임상증례에 대한 영상집담회, 물리 및 화학 연구 모임 등이었다. 이후 과내 집담회의 변천 경향은 교육강화와 lab meeting의 전문화, 개별화로 요약할 수 있다. 1999년에는 교육강화를 위해 staff lecture가 추가되었고, 2005년에는 staff lecture가 격주에서 매주로 바뀌었

교실 설립 후 과내 아침 집담회 변천

요일	1996	1999	2003	2009	2019
월	미니심포지움				
화	화학임상연구모임	문헌초독회	문헌초독회	문헌초독회/ 흥미영상	임상중점교육/ 임상케이스리뷰
수		미니심포지움	미니심포지움	미니심포지움	미니심포지움/ Structured Course
목	문헌초독회	화학임상연구모임	화학임상연구모임	Staff lecture	Focused Topic Seminar
금	영상집담회	흥미영상/Staff lecture	흥미영상/Staff lecture	연구모임	연구팀 meeting
토	물리임상연구모임	물리임상연구모임			

으며, 2006년부터는 2개월 남짓 핵의학 전체를 체계적으로 집중 교육하는 Structured Course가 신설되어 현재까지 이어지고 있다. 2014년 이후에는 핵의학과 연관된 분야에 대해 3-4주씩 집중적으로 다루는 Focused Topic Seminar를 신설하였고, 현재까지 활발하게 이루어지고 있다. Structured Course는 2013년 이후 임상주제에 대한 기초 교육 강화를 목표로 하는 임상중점교육과 주로 핵과학 분야의 기초를 다루는 Structured Course로 구분하였다. 2020년 현재, 화요일은 임상중점교육과 각 병원별 case를 다루는 시간으로, 수요일 및 목요일은 Structured Course와 Focused Topic Seminar 및 교수별 Mini symposium을 시행하고 있으며, 금요일은 연구팀별 lab meeting으로 각 시점에서 진행 중인 연구를 다루고 있다. 화요일 임상 주제로 이루어지는 집담회도 성격이 점차 변화하면서, 2000년대에는 흥미영상 위주로 다루다가, 2018년 이후에는 핵의학치료 관련 연구가 진행되고 다양한 치료 방법들이 소개되면서, 임상경과를 평가하고 판단하는 총괄적인 case 리뷰의 형태로 변화였다.

집담회 형식에 있어서는, 정준기 교수의 미국 연수 후인 1990년대 초부터 미니심포지움을 영어로 진행하였고 90년대 후반부터는 흥미영상 집담회도 영어로 진행하여 국제화를 추진하였다. 2005년부터는 3개 병원을 연결하는 화상회의시스템을 서울대학교병원 최초로 도입하여 전공의들의 순환 근무 중에도 무리 없이 교육 프로그램이 이어질 수 있도록 하였다. 2012년 이후에는 교실 내 국제 연수자들이 증가함에 따라 일부 프로그램을 제외한 모든 집담회를 영어로 진행하기도 하였다. 2016년 이후에는 학생 및 전공의의 참여 확대와 커뮤니케이션 증대를 위해 언어를 자유롭게 하였으나, 국제 연수자 참여를 위해 현재까지도 상당수의 집담회를 영어로 진행하고 있다. 뿐만 아니라 화상회의시스템을 보다 확대하고, 집담회를 전국으로 오픈하여 2010년대 이후로는 예외적인 경우를 제외하고는 교육적 목적의 집담회는 다양한 국내 기관에서 접속하여



2020년 의생명연구원 6층 판독실

참여할 수 있도록 하였다. 현재까지도 포괄적인 주제에 대해서는 10여 곳의 기관에서 접촉하여 집담회를 듣고 있으며, 순환근무 중에도 자유롭게 참여하고 토론하는 형태로 이어지고 있다.

2) 대학원 교육

핵의학 연구 인력의 체계적 양성을 위한 대학원 과정은 동원회 시절 이문호, 고창순 교수를 지도교수로 하는 내과학교실 대학원 과정에서부터 비롯되었다. 이후 교실이 설립되면서 1997년부터 의학과 내에서 핵의학 전공 대학원생을 뽑아서 양성할 수 있게 되었다. 이 외에도 학위 과정이 정비되기 전에는 기초과학 분야에서 대학원 과정 중인 학생이 핵의학과에서 연구를 진행하며 핵의학 교수를 공동지도교수로 하여 학위를 준비하기도 하였는데, 정재민, 이재성, 이윤상 등이 대표적이다.

한편, 융합연구라는 핵의학 연구의 특성상 한 가지 분야에 대한 깊이 있는 지식뿐만 아니라 연관 분야에 대한 폭넓은 이해를 필요로 하므로 핵의학물리학, 방사화학, 분자생물학 등을 전공하는 인력들을 상호 연관 하에 체계적으로 교육할 프로그램으로서 대학원 과정이 필요하게 되었다. 이에 따라 핵의학교실 및 이와 비슷한 요구를 가진 다른 교실 또는 의과대학 외의 타 단과대학들이 힘을 합쳐 의과대학 내에 협동과정을 만들어 대학원생을 모집, 지도하게 되었다. 이렇게 만들어진 것이 중앙생물학협동과정, 방사선응용생명과학협동과정, 뇌과학협동과정 등으로 핵의학 기초과학 발전에 크게 기여를 하였다. 2008년 의과대학내에 의과학과가 신설되고, 2009년 WCU (World Class University) 프로젝트의 일환으로 분자의학 및 바이오제약학과와 뇌인지과학과가 출범하였으며, 2012년 방사선응용생명과학협동과정이 융합과학기술대학원내 방사선융합의생명 전공으로 개편됨에 따라 더욱 체계적인 대학원생 교육 및 활발한 연구가 가능해졌다.

가. 내과학 전공 대학원

서울대학교의과대학 초기에는 별도의 대학원 과정 없이 특정 지도교수 밑에서 연구와 논문작성을 지도받고 이를 전공으로 보는 체제였다. 이 당시에도 이문호 교수의 지도로 여러 사람이 학위를 받았으나 정규 대학원 과정이 시작된 이후 1966년 김명재가 처음으로 대학원 석사과정에 입학하였고 1973년 이문호 교수의 지도를 받은 제1호 박사가 되었다. 고창순 교수의 첫 박사과정생은 이명철로 1983년 학위를 받았다. 내과학 교실 소속으로 이문호, 고창순 교수를 지도교수로 하여 핵의학을 전공한 대학원생들은 동원회를 통해 결속을 다졌으며 핵의학교실의 산실 역할을 하였다. 또한 이명철, 정준기 교수가 발령을 받은 뒤에도 핵의학교실 독립 전까지는 내과학교실 소속으로 한동안 핵의학 전공 대학원생을 선발하였다.

나. 핵의학 전공 대학원

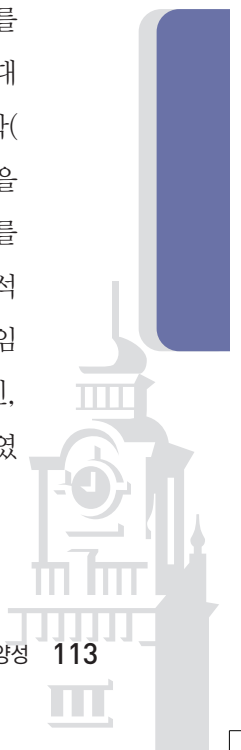
1997년 핵의학교실 설립 뒤 핵의학교실 소속으로 대학원생을 선발하기 시작하였다. 1998년 성균관대학교 교수로 재직 중이던 김상은이 이명철 교수를 지도교수로 하는 첫 박사과정 학생으로, 전임의 여정석이 정준기 교수를 지도교수로 하는 첫 석사과정 학생으로 입학하였다. 김상은은 2000년 핵의학교실에서 배출한 제1호 박사가 되었다. 이후 연평균 석, 박사 각 1명 정도가 입학하고 있다.

다. 종양생물학 협동과정

종양생물학 협동과정은 암에 대한 과학을 통합적으로 교육함으로써 암을 연구하는 세계적인 과학자를 양성하는 것을 목표로 1998년 시작되었다. 암에 대한 통합적 교육을 위해 다양한 분야의 교수진이 협동하여 교육을 담당하고, 졸업 후 생물학의 다양한 분야에서 연구를 수행할 수 있는 역량 함양에 힘썼다. 이에 따라 외국 기관이나 우리나라의 대학, 연구소, 기업 등에서 활동하는 여러 종양생물학 선도연구자를 양성하여 왔다. 특히 의학 전공 학생에게는 기초학문 지식 함양을 위한 생명과학 분야 교육에 역점을 두고, 기초과학 전공 학생에게는 의학 지식 함양을 위한 기초의학 교육에 역점을 두어, 졸업 후 양자가 서로 교감하고 협동하여 BT 분야 연구에 상승효과를 발휘할 수 있도록 하고 있다. 핵의학 교실에서는 정준기 교수가 2006년 이용진을 지도 학생으로 하여 참여 시작하였으며, 2020년 현재 정재민, 강건욱, 천기정 교수가 참여하고 있다.

라. 방사선응용생명과학 협동과정

핵의학 발전을 위하여 방사선을 응용한 각종 생명과학분야와 협동과정을 만들 필요가 있어 1997년부터 이명철 교수가 주축이 되고 정재민 교수와 함께 서울공대 원자핵공학과, KIST를 비롯한 각 분야의 관계자를 설득하기 시작하여 학-연 협동과정 설립을 추진하였다. 그러나 대학본부 차원에서는 진행되지 못하다가, 2003년 의과대학 대학원을 개편하면서 진단방사선과학(현 영상의학)교실 및 방사선종양학교실과 함께 청원하여 전공단위를 설치하고 석사 1명 정원을 배정받았다. 2004년 대대적인 대학원생 정원 감축이 있어, 공대와 약대 등의 감축 정원 일부를 협동과정에 배정 요청하고 본부에서 방사선응용생명과학 협동과정을 승인하여 의과대학 내 석사 정원 1명을 합쳐서 박사 2명 석사 4명의 정원을 배정받았다. 이어 이명철 교수를 초대 주임 교수로 하여 정식 협동과정을 출범하였다. 핵의학교실에서는 이명철, 정준기, 이동수, 정재민, 이재성 교수가 참여하여 김진수, 김수진 박사 등 8명의 박사와 8명의 석사 졸업생을 배출하였으나, 2012년 융합과학기술대학원에 방사선융합의생명 전공이 생기면서 폐지되었다.



마. 뇌과학 협동과정

뇌과학 협동과정은 두뇌 및 신경계의 기초원리를 탐구하고 의학적, 공학적으로 응용할 수 있도록 교육하여, 뇌과학 분야 고급연구인력을 양성하는 것을 목표로 설립되었다. 1998년도에 뇌과학 협동과정 설립의 타당성은 인정되었음에도 입학정원 배정이 되지 않는 초창기 어려움이 있었으나, 2000년 6개 필수과목을 신설하여 준비에 들어가 2001년 석사 입학정원 8명을 배정 받음으로써 설립되었다. 자연과학대학을 주관대학으로 하여 의과대학, 공과대학 등 7개 대학 10개 학과 1개 연구소에 산재되어 있는 뇌과학 관련 교수들을 유기적으로 결합하여 협동 교육을 수행하였고, 핵의학교실에서는 초대 주임교수 이명철 교수와 이동수, 김상은 교수가 참여하여 황도원, 홍수경 박사 등을 배출하였다.

바. 의과학과

2008년 3월 의과대학 대학원에 기존 의학과와는 별도로 의과학과를 설립하고 신입생(석, 박사 정원 각 40명)을 모집하였다. 의과학과는 우수한 비 의과대학 BT 분야 출신 학생을 유치하여 의학지식 생산자로 길러내어 우리나라를 의학 선진국으로 만드는 계기를 마련하고, BT 연구가 실용 및 응용 가능한 결과를 생산토록 유도하는 것을 목표로 하여, 2020년 현재 61명의 참여 교수가 180여 명의 재학생을 지도하고 있다. 의학과 생명과학 지식을 겸비하는 기본 과정과 함께, 신경과학, 면역학, 종양학, 분자의학, 시스템정보, 바이오영상 등 의생명과학 핵심 분야 전문과정 프로그램을 제공하고 있다. 정준기 교수 지도 하에 2013년 김영화 박사가 첫 의과학과 박사가 되었으며, 현재 정재민, 강건욱, 이재성 교수가 참여하고 있다.

사. 인지과학 협동과정

인지과학협동과정은 1993년 인문대학, 사회과학대학, 자연과학대학, 공과대학, 의과대학에 소속되어 있는 교수진으로 구성된 개설준비위원회에서 개설신청서를 제출한 후 1994년 12월 신설이 승인되어 1996년 첫 신입생으로 석사과정 4명, 박사 과정 2명을 선발하였다. 1997년 9월, 연구의 중심기관 역할을 담당하게 되는 인지과학연구소가 신설되었다. 현재 인지과학 협동과정에는 철학, 언어학, 심리학, 신경과학, 컴퓨터공학(인공지능), 인류학, 인지공학 분야의 30여 명의 교수진이 겸임으로 재직하고 있다. 핵의학교실에서는 이동수 교수 지도 하에 김희정 박사가 2012년 첫 학위를 취득하였다.

아. 분자의학바이오제약학과

분자의학 및 바이오제약학과는 WCU (World Class University) 프로젝트의 일환으로 해외초빙교수를 포함한 의학, 약학 분야 다학제 연구 활동을 목적으로 서울대학교 대학원에 2009년

설립되었다. 의생명과학의 기초 학문과 병리생리학, 전임상, 임상 그리고 임상약학 등 응용 학문의 협동 연구를 위한 전문가 양성 프로그램으로 이동수 교수가 참여하고 있으며 학과장을 역임하였다. 2014년 최홍운 박사가 첫 학위를 취득한 이후 여러 전공의, 임상강사 등이 본 과정을 통해 학위를 취득하였다.

자. 뇌인지과학과

WCU (World Class University) 프로젝트의 일환으로, 다양한 뇌인지과학 연구 활동을 목적으로 서울대학교 자연과학대학원에 2009년 설립되었다. 뇌 시스템 수준에서의 신경 활동에 대한 주요 인지 및 감정적 기능들에 따른 사고, 행동 양상과 뇌의 관계를 이해하는 것을 목적으로 하고 있으며 이재성 교수가 2016년까지 참여하였다.

차. 융합과학기술대학원 방사선융합의생명 전공

방사선응용생명과학 협동과정은 협동과정으로서 갖는 제한점을 극복하고자 2012년 융합과학기술대학원 내의 새로운 전공으로 출범하여 방사선의과학, 의생명물리학, 방사선의공학, 방사화학·약학, 나노·분자영상, 영상과학 등 의생명방사선과학 분야 교육 및 연구를 하고 있다. 북미 지역을 제외하고 최초로 방사선의학물리분야에서 CAMPEP 인증을 받는 등 세계적 수월성을 갖춘 교육·연구 기관으로 발전하고 있다. 김상은 교수가 초대 전공과정 주임교수를 역임하며 2019년 최지영 박사가 첫 학위를 취득하였으며, 정재민, 이재성 교수가 겸무로 참여하고 있다.

3) 보건직 교육

가. 과내 보건직 교육

체계적 과내 보건직 교육프로그램은 1979년 1월 신축병원으로 이전 후, 체내검사실내 회의실에서 체내, 체외 전체 보건직이 모여 한 가지 주제를 가지고 발표와 토론을 하게 되면서 시작되었다. 김병국 의무장 지도하에 보건직이 순환하면서 발표와 토론을 하였고 2년 후부터는 각 검사실에서 편리한 시간을 이용하여 교육하게 되었다. 체내검사실 교육은 매주 목요일 4시부터 1시간동안 환자예약에서 필름현상에 이르는 제반 업무에 대해 교육하였고 체외검사실 교육은 매주 목요일 오후 4시부터 30분 동안 각 검사종목별 검체처리부터 최종 검사결과보고까지의 과정에 대해 발표하고 토론하였다. 또한 매년 각 실에서 해외연수를 통해 얻은 새로운 영상기술, 방사면역측정기술, 장비정도관리, 방사선안전관리 등의 정보를 발표하고 자료를 공유하였다. 특히 체내검사실은 교육한 모든 자료를 제본해 둬으로써 이후 입사하는 직원들의 교육에 큰 영향을 주었고, 2001년에는 학회에서 주관한 IAEA 프로그램인 핵의학전문기사를 위한

원거리교육을 수행하였다.

1994년 PET센터 개소는 국내 최초였기 때문에 교육자료가 미흡하였고 이에 따라 보건직만의 교육은 불가능하여 PET 스캐너 원리, 영상재구성 등은 꼭철은 교수와 물리학 전공 강사를 초청하여 교육하였고 사이클로트론과 방사성의약품 생산, 합성은 정재민 교수와 화학자를 통해 교육하였다. 특히 전체 영상검사에서 임상부문은 전공의가 교육에 참여하여 큰 도움이 되었다.

현재 체내검사실은 매주 금요일 오후 5시, 1시간 동안 보건직을 대상으로 핵의학 영상 및 관련질환, 환자처치 등 다양한 주제로 자체교육을 시행하고 있으며, 체외검사실는 화요일 4시 30분부터 30분 동안 검사종목별 검사법, 임상적 의의, 특이사항, 정도관리 등 전반적인 교육을 하고 있다. 강사는 보건직이 순환하면서 발표하고 월 1회는 의사직, 방사약사, 안전관리 담당자가 필요한 교육을 하고 있으며 이러한 프로그램에 힘입어 매년 전체 보건직에서 대한핵의학기술학회에 6편 이상 연제를 발표하고 있다.

특히 2009년에는 물리팀의 협조에 힘입어 캐나다 토론토에서 열린 미국핵의학회(SNMMI)에 구연 1편(조용현)과 포스터 2편(김병진, 이형진)이 채택되어 발표하였고 유럽핵의학회(EANM)에도 포스터 3편이 채택되었다. 이후 2010년에는 SNMMI에 구연 3편과 포스터 1편, 2011년

보건대학 학생실습 교육현황

연도	방사선학과		임상병리학과	
	개수	인원	개수	인원
2001	고려대 등 9개	71	고려대 등 14개	64
2002	고려대 등 8개	88	고려대 등 15개	51
2003	고려대 등 10개	135	고려대 등 13개	46
2004	고려대 등 8개	144	고려대 등 13개	47
2005	고려대 등 10개	140	고려대 등 16개	53
2006	고려대 등 13개	115	고려대 등 18개	45
2007	고려대 등 15개	131	고려대 등 19개	47
2008	고려대 등 14개	119	고려대 등 16개	40
2009	고려대 등 16개	129	고려대 등 19개	40
2010	고려대 등 16개	91	고려대 등 40개	40
2011	고려대 등 16개	135	고려대 등 42개	42
2012	고려대 등 16개	142	고려대 등 41개	41
2013	고려대 등 16개	167	고려대 등 42개	42
2014	고려대 등 16개	169	고려대 등 42개	42
2015	고려대 등 16개	149	고려대 등 43개	43
2016	고려대 등 16개	112	고려대 등 47개	47
2017	을지대 등 16개	99	을지대 등 43개	43
2018	을지대 등 16개	97	을지대 등 45개	45
2019	을지대 등 16개	98	을지대 등 41개	41
계		2,331		859

에는 SNMMI 구연 4편(문일상, 김재일, 조용현, 임현진), 2012년에는 SNMMI 구연 4편(김정수, 이재형, 김계환, 김승정), 2013년에는 SNMMI 구연 3편(이형진, 최진욱, 신병호), 포스터 4편(노경운, 조성욱, 도용호, 송호준), 2014년에는 SNMMI 구연 4편(윤석환, 도용호, 송호준, 현준호), 포스터 1편(문일상), 2015년에는 SNMMI 구연 4편(김병진, 김재일, 전재환, 이용석), 포스터 2편(이홍재, 조성욱), ISRS 포스터 1편(조용현), 2016년에는 SNMMI 포스터 3편(임정진, 권형진, 박찬록), 2017년에는 SNMMI 구연 1편(도용호), 포스터 1편(이홍재), ISRS 포스터 1편(조용현), 2018년에는 WFNMB 포스터 4편(문일상, 김재일, 이용석, 박찬록)과 SNMMI 구연 1편(윤석환), 포스터 1편(김병진), 2019년에는 ISRS 포스터 1편(조용현)과 SNMMI 포스터 1편(권형진), EANM 포스터 1편(김병진) 등을 발표함으로써 보건직이 병원 내 전문화된 역량개발에 머무르지 않고 글로벌 역량을 갖춘 인재로 성장하도록 하고 있다.

나. 보건대학 학생실습교육

핵의학기술 부문 보건대학 학생교육은 실습학생을 받는 것뿐만 아니라 경험과 학식을 갖춘 보건직 전문가가 대학에 직접 출강하는 형태로 이루어졌다. 1980년대 서일택, 조규진이 고려대 보건대학에, 그 이후에는 김진의, 김정수, 박찬록 등이 타대학에 출강하여 영상검사기술을 교육하였으며, 서울보건대학, 신흥대학, 원광대학 등의 강의 요청으로 정윤영, 노경운, 김태훈이 방사면역측정법과 정도관리에 대해 교육하였다. 이러한 경험을 바탕으로 보건대학 교수로 초빙되어 이직하는 경우도 적지 않았는데, 1970년대 박성옥(동남보건대), 이승관(고려보건대), 1980년대 장철수(김천보건대), 유광열(신구보건대), 안성민(가천대), 2000년대 조영권(대구보건대), 2010년대 김정수(동남보건대), 박찬록(전주대) 등이 대학으로 이직하였다.

2001년부터 현재까지 학사교육방침에 따라 전국 보건대학에서 8주간씩, 방사선학과는 핵의학과, 영상의학과, 방사선종양학과를 순환하면서 1월에서 10월까지 실습교육을 받고 있으며 임상병리학과는 핵의학과, 진단검사의학과, 병리과, 신경과를 순환하면서 겨울방학을 이용하여 실습교육을 받고 있다.

다. 기술인력 수탁교육

1978년부터 전국 각 병원에서 동위원소실을 개설하면서 각 병원 직원들에 대한 수탁교육을 의뢰 받아 영상검사, 검체검사 전반에 걸쳐 자세한 이론과 실습교육을 하였다. 1980년대에는 영상검사, 검체검사가 필수적으로 임상에 이용되면서 43명이 교육을 받아 이 시기에 핵의학검사는 큰 발전을 이루었다. 2000년 이후에는 PET 영상검사 교육이 대부분이었고 EIA의 증가로 RIA 교육은 대폭 감소하였다.



기술인력 수탁교육 현황

교육기간	영상검사	검체검사	합계
1978~1980	4	5	9
1981~1990	16	27	43
1991~2000	2	1	3
2001~2009	5	1	6
2010~2019		0	
합계	27	34	61

4) 외부 전문인력 교육 및 외국연수생 교육

가. 연수교육

전공의, 전문의 등 핵의학 전공자들을 주 대상으로 하고 그 외에 핵의학에 관심 있는 다른 의사 및 관련 과학자들을 대상으로 하는 재교육 프로그램으로 연수교육을 개최하였다. 1991년 12월 6일 제1차를 시작으로 2009년 9월 4일 제15차에 이르기까지 평균 연 1회 연수교육을 개최하였으며, 심장, 신경, 종양핵의학 등 질환군별 주제나 SPECT, PET 등 영상법별 주제, 기타 분자영상학, 핵의학뇌영상 등과 같은 방법론적 주제 등을 망라하였다. 2010년대 이후에는 대한핵의학회 연수강좌 구성에 적극 참여하면서 교실이나 병원 차원의 연수교육은 별도로 개최하지 않았다.

서울대학교의과대학 핵의학교실 주최 연수교육

차수	제 목	날 짜	장 소
1	심장핵의학의 최신지견	1991.12.06	서울대병원 임상제1강의실
2	양전자방출단층촬영(PET) 심포지움	1992.10.16	서울대병원 임상제2강의실
3	국제 PET 심포지움	1994.06.15	서울대병원 임상제2강의실
4	신경핵의학의 최신지견	1996.12.06	서울대병원 A강당
5	심근 SPECT의 임상적용	1997.11.08	서울대병원 임상제1강의실
6	종양핵의학회 최신지견	1998.09.26	서울대병원 임상제2강의실
7	PET experience in SNUH	1999.03.06	서울대병원 임상제2강의실
8	핵의학 연구 방법론	2001.03.10	임상의학연구소 1층 대강당
9	분자핵의학 영상	2002.04.27	임상의학연구소 1층 대강당
10	방사성의약품 연구의 최신동향	2003.04.26	임상의학연구소 1층 대강당
11	핵의학뇌영상의 분석과 응용	2004.04.22	임상의학연구소 1층 대강당
12	방사성핵종치료법의 임상이용	2005.07.01	임상의학연구소 1층 대강당
13	핵의학 분자영상 기법	2007.04.27	임상의학연구소 1층 대강당
14	종양 PET의 최신지견	2008.04.24	임상의학연구소 1층 대강당
15	Functional & Molecular Imaging in Preclinical & Clinical Drug Development	2009.09.04	분당서울대학교병원 대강당

나. 교과서 발간

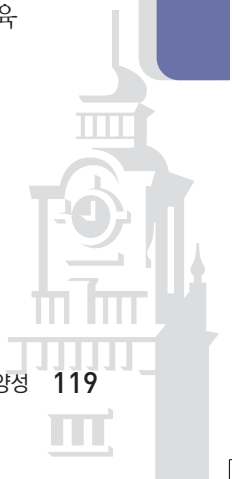
핵의학 전공자뿐만 아니라 타 분야의 연구자 및 학생들에게 핵의학에 대해 교육하여 이해의 저변을 확산시키기 위하여 가장 중요한 것은 참조하기 쉬운 훌륭한 교과서를 보급하는 것이라 할 수 있다. 영어로 된 외국 교과서는 오래 전부터 다양한 것들이 출간되어 있었으나 핵의학 전반을 체계적으로 다루는 우리말 교과서는 서울대학교에서 처음으로 발간하여 현재까지 판수를 거듭해 가며 발간하고 있다.

1982년 10월 6일 이문호 교수의 회갑에 맞추어 우리나라 최초의 핵의학교과서인 『臨床核醫學』이 발간되었다(이문호 저, 여문각, 392 p). 1992년 4월 20일에는 고창순 교수의 회갑에 맞추어 『핵의학』 1판이 발간되었다(고창순 편저, 고려의학, 892 p). 1997년 고창순 교수의 퇴임에 맞추어 제2판이 발간되었으며(고창순 편저, 고려의학, 873 p), 이 책은 학생들을 위해 요약, 재편집하여 『핵의학입문』이라는 이름의 학생용 교과서로 같은 해 발간되었다(핵의학교육연구회 저, 고려의학, 284 p). 이후 여러 교실 내외의 사업으로 인하여 3판 발간이 지연되다가 2008년 9월 이명철 교수의 회갑을 맞아 3판이 발간되었으며(정준기, 이명철 편저, 고려의학 828 p), 이 때 고창순 교수의 업적을 기념하여 『고창순 핵의학』으로 이름을 바꾸었다. 이 책도 학생들을 위해 요약, 재편집하여 2009년 1월 『핵의학길잡이』라는 학생용 교과서를 함께 발간하였다(서울의대 핵의학교실, 핵의학교육연구회 편저, 고려의학, 257 p). 2019년 5월에는 『고창순 핵의학』 제4판이 강건욱, 김상은, 이동수, 정준기 편저로 발간되었다.

분야별 교과서를 발간하거나 외부의 교과서 발간에 교실 차원에서 적극적으로 참여한 경우도 많았다. 2002년에는 『심장핵의학』 교과서를 발간하였고(이명철, 정준기 편저, 고려의학, 150 p), 2004년에는 『Clinical PET: Principles and Applications』 (Edmund E. Kim, Myung-Chul Lee, Tomio Inoue, Wai-Hoi Wong 편저, Springer, 394 p) 발간에 교실 차원에서 적극 참여하였다. 이 외에도 개별 교수들이 여러 교과서 작업에 공저자로 참여하였다.

다. 외국 연수생 교육

1990년대 이후 세계적 수준의 핵의학과로 올라서면서 우리의 발전 경험이 후발 국가의 핵의학 발전에 도움이 되도록 외국의 임상 의사, 핵과학자, 핵의학기사 등을 연수생으로 받아 교육하는 프로그램을 진행 중에 있다.



IAEA Training

2002			
Alexius Y Joe	Germany		2002.6.10~2002.8.10
Anthony Michael Migura	USA		2002.6.29~2002.8.8
Muh. Naeem	Pakistan		2002.8.31~2002.10.31
Cetin Onsel	Turkey		2002.10.13~2002.10.18
2003			
Omur Carikeci	Turkey		2003.3.22~2003.4.4
Muhammad Aleem Khan	Pakistan	Pakistan Atomic Energy Commission	2003.9.1~2003.10.31
2004			
Jasna Mihailovic	Serbia		2004.5.20~2004.5.24
Dharmendra Harichandra	Malaysia		2004.8.1~2004.8.8
Mohd Farid Isa	Malaysia		2004.8.1~2004.8.8
Nguyen Tan Chau	Vietnam		2004.10.1~2004.12.31
Vladimir Obradovic	Serbia		2004.10.18~2004.10.29
Ozcan Senmevsim	Turkey		2004.10.3~2004.11.1
Thi Minh Bao Pham	Vietnam		2004.10.31~2004.11.5
2005			
Thi Minh Bao Pham	Vietnam	Tran Hung Dao General Hospital	2005.4.6~2005.4.16
Dinh noc Duy	Vietnam	Tran Hung Dao General Hospital	2005.4.6~2005.4.16
Sunil Chopra	Malaysia	General Hospital PJalan Residential	2005.9.1~2005.12-31
Salim Abd Talib	Malaysia	Kuala Lumpur Hospital	2005.9.25~2005.12.26
Khalida Khurshid	Pakistan	Pakistan Atomic Energy Commission	2005.11.7~2006.5.6
Afaq Qureshi	Pakistan	Principial Consultant, Nuclr Med, INMOL	2005.11.21~2005.12.5
Viet Truong Van	Vietnam	Cho Ray Hospital	2005.12.12~2005.12.16
Tran Duy Anh	Vietnam	Tran Hung Dao General Hospital	2005.12.4~2005.12.18
2006			
Jasmine Ara Haque	Bangladesh		2006.9.18~2006.12.17
Kanaungnit Kingpetch	Thailand	Chulalongkorn University	2006.11.1~2007.1.31
Sanya Pasawang	Thailand	King Chulalongkorn Memorial Hospital	2006.11.1~2007.1.31
Vera Artiko	Serbia		2006.10.27~2006.11.19
Dragana Sobic-Saranovic	Serbia		2006.10.27~2006.11.19
2007			
Nam Vo Khac	Vietnam	Cho Ray Hospital	2007.9.27~2008.1.26
Diem Duong Phu Triet	Vietnam	University Medical Center	2007.9.27~2008.1.26
Le Doan Pha	Vietnam	Veitnam Atomic Energy Commnis-sion	2007.7.16~2007.7.20
Huu Tan Vuong	Vietnam	Veitnam Atomic Energy Commnis-sion	2007.7.16~2007.7.20

Hoa Binh Pham	Vietnam	Tran Hung Dao Hospital	2007.10.17~2007.10.23
Durr-E Sabih	Pakistan	Multan Institute of Nuclear medicine and Radiotherapy	2007.11.19~2007.11.30
W. Keerthi Kumara	Sri Lanka	University of Peradenlya	2007.12.2~2007.12.14
2008			
Pham Hong Phuc	Vietnam	Tran Hung Dao Hospital	2008.5.6~2008.10.5
AB, AZIZ Aini	Malaysia	Hospital University Kebangsaan	2008.6.9~2009.2.28
2009			
Nguyen Ngoc Duong	Vietnam	Tran Hung Dao Hospital	2009.5.18~2010.10.17
Tanzeel Zehra	Pakistan	Institute NORI	2009.6.15~2009.12.14
2015			
Socheath Ly	Cambodia	Calmette Hospital	2015.4.3~2016.3.31
Kohkon Kumar Nath	Bangladesh		2015.5.4~2015.6.3
Dusika Kimmanthudawage	Sri Lanka	National Hospital Sri Lanka	2015.10.1~2015.12.30
Luong Kinh Lguyen	Vietnam	Cho Ray Hospital	2015.10.5~2015.12.31
Van Tan Ngo	Vietnam	Cho Ray Hospital	2015.10.5~2015.12.31
2017			
Taratip Narawong	Thailand	Rajavithi Hospital	2017.2.20~2017.3.3
Taerakul Tarit	Thailand	Rajavithi Hospital	2017.2.20~2017.3.3
Boonyaleepan Araya	Thailand	Rajavithi Hospital	2017.2.20~2017.3.3

Koh Chang-Soon Fellowship			
Jefferson R. Pagsisihan	Philippines	ST. Luke's Medical Center	2010.6.10~2011.5.30
Amitabh Arya	India	Sanjay Gandhi Post Graduate Institute of medical Sciences	2011.5.16~2012.5.15
Hendra Budiawan	Indonesia	Mochtar Riady Comprehensive Cancer Center	2012.5.21~2013.5.30
Muhammad K Rahim	Pakistan	Nishtar Medical College and Hospital	2013.4.29~2014.4.28
Jamila C. L. Gomez	Philippines	St. Luke's Medical Center	2014.3.1~2015.2.29
Su Thet Oo	Myanmar	North Okkalapa General Hospital, Ministry of Health	2014.3.1~2015.2.28
Azmal Kabir Sarker	Bangladesh	Institute of Nuclear Medicine & Ultrasound	2014.3.1~2015.2.28
Bolormaa Ganbaatar	Mongolia	1st State Central Hospital	2015.3.1~2016.2.28
Apichaya Cliamon	Thailand	Siriraj Hospital, Mahidol University	2015.3.1~2016.2.28
Ivana Dewi Mulyanto	Indonesia	MRCCC-Siloam Hospital Semanggi	2016.3.1~2017.2.28
Qaid Ahmed Shagera	Yemen	Althawrah Modern General Hospital	2016.3.1~2017.2.28
Deverly D. Tumapon	Philippines	Philippine Heart Center	2017.3.1~2018.2.28
Akintunde Taiwo Orunmuyi	Nigerial	University of Ibadan	2017.3.1~2017.10.28
Teck Huat Wong	Malaysia	Hospital Kuala Lumpur	2018.3.1~2019.2.28



Bui Tien Cong	Vietnam	Mach Mai Hospital	2019.3.1~2020.2.29
Febby Hutomo	Indonesia	MRCCC Siloam Hospital	2019.3.1~2020.2.29
Rasna Tiwari	India	Delhi Medical Council	2019.7.1~2020.6.30
Vanessa Murad	Colombia	Fundacion Santa Fe de Bogota University Hospital	2020.11.1~2021.10.30

KOICA Project

2018			
Pupree Mutsuddy	Bangladesh	National Institute of Nuclear Medicine and Allied Sciences	2018.4~2019.3
Sunny Chowdhury	Bangladesh	National Institute of Nuclear Medicine and Allied Sciences	2018.4~2019.3
Afroza Akhter	Bangladesh	National Institute of Nuclear Medicine and Allied Sciences	2018.4~2019.3
Shariful Chowdhury	Bangladesh	National Institute of Nuclear Medicine and Allied Sciences	2018.4~2019.3
2019			
Mohammad Simoon Salekin	Bangladesh	National Institute of Nuclear Medicine & Allied Sciences(NINMAS)	2019.4~2020.4
Mohammed Mehedi Al Zahid	Bangladesh	Institute of Nuclear Medicine and Allied Sciences(INMAS)	2019.4~2020.4
Shafaly Khatun	Bangladesh	Institute of Nuclear Medicine and Allied Sciences	2019.4~2020.4
Jashim Uddin	Bangladesh	Bangladesh Atomic Energy Commission	2019.4~2020.4

SIEMENS Fellowship

2017			
Teik Hin Tan	Malaysia	Sunway Medical Center	2017.4.17~2017.4.21
Farhan Binti Yusof	Malaysia	Sunway Medical Center (Radiographer)	2017.4.17~2017.4.21
Nur Idalia Binti Abudl Majid	Malaysia	Sunway Medical Center (Physicist)	2017.4.17~2017.4.21
2019			
Dale Reiner A. Malonzo	Philippines	The Medical City (Technologist)	2019.3.25~2019.3.29
Noelle Joyce P. Marasigan	Philippines	The Medical City (Technologist)	2019.3.25~2019.3.29
Andrea M. Sumilla	Philippines	The Medical City (Technologist)	2019.3.25~2019.3.29
John Michael B. Medina	Philippines	The Medical City (Technologist)	2019.3.25~2019.3.29

Others			
Tee Yin Tracy Teo	USA	University of Iowa Hospital & Clinic	2015.3.2~2015.3.27
Mai Hong Son	Vietnam	108 Centre Military Hospital	2019.6.10~2019.9.6
Le Phan Duy Khanh	Vietnam	Da Nang Hospital (Nurse)	2019.11.25~2020.1.24
Le Quoc Dung	Vietnam	Da Nang Hospital (Technician)	2019.11.25~2020.1.24
Pham Duy Khiem	Vietnam	Da Nang Hospital	2019.11.25~2020.1.24



3. 연구

1) 연구체계

가. 교실 연구체계 개괄

1960년 방사성동위원소진료실 개설 이후 1980년대에 이르기까지는 동원회 전공의들이 이문호, 고창순 교수의 지도 아래 핵의학 방법론을 중심으로 다양한 분야를 포괄적, 융합적으로 연구하는 체계가 유지되었다. 이를 통해 내과의 내분비학, 혈액학, 신장학, 감염학, 류마티스학 등 여러 전문분과가 동원회로부터 출발하는 성과를 이루었다. 이후 이명철, 정준기 교수가 핵의학과로 발령받고 방사화학 연구조교 정재민이 합류함으로써 임상연구뿐만 아니라 핵의학 기초 분야 연구를 위한 기틀이 마련되었다. 1986년 대형 국책연구과제 수행을 계기로 실험실 내의 기초적인 실험장비를 갖추 수 있었고, 이렇게 만들어진 기초실험실은 이후 생물 연구팀으로 발전하였다. 물리 연구팀을 갖추고자 하는 노력은 고창순 교수가 광철은 교수를 팀에 합류시킴으로써 시작하여 이동수 교수의 노력으로 이재성 교수가 임용됨으로써 틀을 갖추게 되었다.

2020년 현재 교실 연구체계는 핵의학 임상팀, 종양과 뇌 분자영상 연구를 중심으로 하는 생물팀, 방사성의약품의 합성 및 개발을 전담하는 화학팀, 핵의학영상 처리 및 장비 개발을 담당하는 물리팀, 영상을 이용하여 뇌 인지기능을 연구하는 인지신경팀으로 나뉘어 있고, 연구주제에 따라 협력하여 연구를 진행 중이다.

임상팀은 동원회 및 핵의학과 교수들의 꾸준한 전통을 이어 받아 기초과학 분야와의 융합적 교류를 바탕으로 활발한 임상 협력을 추구하고 있으며, 연구주제별로 지도교수와 임상강사 또는 전공의로 팀을 구성하고 있다. 화학팀은 1982년 정재민이 방사화학 조교로 발령받음으로써 팀이 시작되었으며, 1994년 임상교수로 발령을 받으며 체계가 갖추어졌고 이윤상 교수가 2008년 발령받아 연구교수로 있다. 물리팀은 1994년 광철은 교수가 임상교수로 발령받아 첫 체계를 꾸렸으나 이후 광철은 교수가 이직하며 이동수 교수가 물리팀을 담당하였고, 대학원생으로 처음 핵의학과에 들어 온 이재성이 2005년 기금교수로 발령 받으면서 확고하게 연구팀을 구성하였다. 생물팀은 정준기 교수가 김채균 교수를 영입하여 처음 팀을 꾸렸으나 분자생물학 등을 전문으로 담당하는 연구진 보강의 필요성을 절감한 이동수 교수의 적극적 영입으로 강주현(2001~2006), 김순화(2006~2009), 윤혜원(2008~), 황도원(2010~2019), 김미정(2011~2019), 최유리(2018~) 교수 등이 연구교수진을 구성하였고 현재 윤혜원 교수가 임상교수로 있다. 인지과학 연구는 이동수 교수가 인지과학 협동과정에 참여하며 시작되었고 김재진(2000~2002), 강은주(1999~2005) 연구교수의 참여로 팀이 갖추어졌다. 현재 강혜진, 이혜경

연구교수가 팀을 이끌고 있다.

분당서울대학교병원은 2003년 개원 후 김상은 교수가 연구체계를 준비하여 인지과학, 신경 화학, 영상분석팀을 구축하였다. 2007년 권역별사이클로트론연구소 구축사업을 통해 국산 사이클로트론(KOTRAN-13)을 성공적으로 설치하여 운영을 시작하였고 이에 맞추어 이병철 교수가 합류하여 새로운 방사화학팀을 꾸리게 되었다. 이후 지속적인 연구인력 확충으로 문병석 박사(2009~2018)가 합류하여 연구경쟁력을 갖춘 방사화학 연구팀을 구성하였다. 소동물 전용 SPECT/CT(2008년)와 PET/CT(2010년)가 연이어 도입되고 “분당서울대학교병원 전임상·임상분자영상센터”가 설립되면서 연구조직의 기능적 완성도가 절정에 이르렀다. 현재 이병철 교수가 이끌고 있는 방사화학연구팀은 국내 최고수준의 연구역량을 확보하고 있으며 새로운 진단용/치료용 방사성의약품을 연구개발 중이다. 박현수 교수(분당서울대학교병원 연구중점교수)는 신약개발을 위한 핵의학분자영상 기술개발 및 적용에 관한 연구를 수행중이다.

서울대학교 핵의학 연구 Staff

구분	유형	인원
M.D.	전임/기금교수	6
	비기금임상교수	5
Ph.D.	전임/기금교수	2
	비기금임상교수	2
	연구교수	5
	연구직	1
합계		21

(2020년 5월 현재)



화학팀 (2018년)

이와 같이 교실연구체계가 현재의 모습을 갖추었으며, 각 연구팀은 자체 연구수행과 더불어 우수한 핵의학 연구인력을 배출하는 교육기능을 수행하며 현재 21명의 Staff와 32명의 연구원, 학생들이 다양한 분야에서 연구를 진행하고 있다.

나. 화학 연구진

(1) 본원 화학팀

화학팀은 1982년 당시 서울대학교약학대학 석사과정 1년차이던 정재민이 고창순 교수 공동 지도 하에 방사약학 연구를 수행하면서 시작되었다. 본관 3층 체외검사실에 제3실험실을 개설하였고 이후 병원 12층 임상의학연구소로 자리를 옮겨 한동안 연구를 진행하였다. ^{99m}Tc 표지 방사성의약품의 정도관리법을 확립하고, 갑상선기능항진증 환자 혈청 항체를 분석하였고, TSH에 도노마이신을 결합 후 갑상선 표적화 및 약물운반 연구, 사이클로스포린 혈청농도 방사면역측정법 확립, $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$, $^{99m}\text{Tc-ECD}$ 등의 합성연구를 수행하였다. 정재민은 일반외과 박재갑 교수가 확립한 한국인 대장암 세포주 SNU-C1, SNU-C4 등에 대한 단일클론항체 개발로 박사학위를 받은 후 1990-1993년 미국 국립보건원(NIH)에 박사후연구원을 거쳐 1993년 전임 강사로 발령 받았다.

1994년 PET센터 설립과 사이클로트론 도입이 있었고, 이를 바탕으로 새로운 방사성동위원소인 ^{18}F 와 ^{11}C 에 대한 연구가 집중적으로 진행되기 시작하였다. 이후 화학팀 실험실은 임상의학연구소가 가정의학과 병동의 한 층을 사용하는 동안 방사성동위원소 사용 공용구역의 화학용 후드가 설치된 5평 남짓한 공간으로 이동하였다. 1998년 5월 임상의학연구소(현 의생명연구원)가 준공되어 화학팀 합성연구실은 4층 303호 공동실험실로 이전하게 되었으나 후드가 없어 다시 합성용 후드가 설치된 310호로 옮겨 2008년까지 사용하였다. 2008년 5월 서울의대 의생명과학관(현 의과대학) 준공과 함께 새롭게 설치된 사이클로트론실로 옮겨 합성과 방사성동위원소 표지를 같은 장소에서 할 수 있게 되었으며, 현재 후드를 비롯한 각종 유기합성용 장비를 보유하고 있다. 2018년부터는 나노물질 연구를 위한 독립공간으로 의과대학 1층 실험실 벤치 2개를 얻어 나노물질 측정장비 등을 보유한 실험실을 꾸려 연구를 진행하고 있다.

화학팀 초기에는 방사성동위원소 표지 후 생물학적 평가에 이를 이용하여 주로 생물팀과 함께 연구하였으며, 따라서 생물팀과 화학팀의 연구 분야가 혼재하였다. 연구 인력으로는 1989년 홍미경을 비롯하여 1990년 장영수, 1991년 김영주 등이 들어와 연구를 진행하였으며, 1996년 유기합성을 전담하기 위하여 한국과학기술연구원(KIST)의 학생연구원이었던 홍성현이 합류하였다. 이 시기 세포실험 및 소동물실험 등 일부 연구는 제3실험실에서, 합성에 관련된 실험은 가정의학과 내 방사성동위원소 실험실에서 진행하였다. 이후 화학팀은 합성 및 표지를 담당하

는 팀과 생물학적 평가(세포 및 동물실험)를 담당하는 팀으로 세분화된다. 1998년 1월 석사과정생을 마친 이윤상이 합류하였으며, 2000년 석사과정생으로 홍성민(현 동아제약), 2001년 박사과정생으로 김형우(현 한국소비자원)가 합류하였고, 방사선응용생명과학 과정 등을 포함한 의과대학 협동과정이 생기면서 많은 대학원생이 진학하여 연구를 진행하였다. 현재는 2001년부터 PET센터 내에 설치된 유기합성실, 의과학관 사이클로트론실, 그리고 암연구소에서 화학팀 소속 연구원과 학생들이 연구 중이다.

화학팀은 그 동안 여러 연구 주제에 참여하여 많은 논문과 특허를 산출하였으며, 이는 끊임 없는 과내 투자가 있었기에 가능하였다. 1999년 암연구소 설립과 함께 도입된 핵자기공명분광기(NMR)는 화합물 구조를 분석하는 데 필수인 장비로서 다른 기관에 수탁하지 않고 측정하게 됨으로써 유기합성 시간을 단축시켜 국제적 경쟁에 뒤처지지 않도록 하였다. 또한 2006년 액체크로마토그래피-질량분석기(LC-MS)의 도입으로 화합물 분자량을 합성 중간단계에서 확인할 수 있어 보다 효율적인 유기합성이 가능하게 되었다. 이와 함께 산업체 협력으로 의과학관 내 연구용 사이클로트론이 도입되어 방사성동위원소를 이용한 표지실험이 보다 효율적으로 진행될 수 있게 되었다.

화학팀은 과내 다른 연구팀에 비하여 비교적 이른 시기에 해외 우수인력을 유치하였다. 2003년 인도 Mangalore Univ.에서 박사학위를 받은 Ganesha Rai(현 미국 NIH)를 박사후연구원으로 채용하였으며, 이후 Prashant Singe가 박사후연구원으로 채용되었다. 그 뒤로는 인도, 파키스탄 등의 학생을 직접 학위과정생으로 받아들여 Dinesh, Lathika, Vinay, Nadeem 등이 서울대학교 의과대학의 협동과정에서 박사과정을 마쳤다. 국내에서도 대학원생을 선발하여 석사, 박사를 꾸준히 배출하였고, 양보연(현 하버드의대), 문성현(현 하버드의대), 이보은(현 펜실베니아대), 김호영(현 펜실베니아대), 이지연(현 펜실베니아대) 등이 박사를 마치고 대부분 미국 방사성의약품 관련 학과에 재직 중이다. 박지용 박사는 현재 전문연구요원으로 화학팀에 근무하면서 과내외 협력 연구에 주요 역할을 하고 있다. 현재 화학팀은 초기부터 화학팀 책임을 맡고 있는 정재민 교수를 주축으로 연구교수로 재직 중인 이윤상 교수가 이끌고 있으며, 김영주 연구원, 석사과정생 권용경, 이상현, 서혜연과 신재환 박사, 박지용 박사가 함께 연구를 진행 중이다.

(2) 분당 화학팀

2003년 분당서울대학교병원 개원과 더불어 김상은 교수는 지속적인 연구 체계를 준비하여 2007년 권역별사이클로트론 연구소 구축사업을 통해 국산 사이클로트론(KOTRAN-13)을 성공적으로 설치하고 가동을 시작하였다. 권역별사이클로트론 연구소는 FDG 방사성의약품 생산뿐만 아니라 전임상, 임상실험을 위한 다양한 방사성의약품을 합성하고 개발할 수 있는 화학

팀 체계를 갖추었다.

2006년 김상은 교수의 노력으로 미국 일리노이대학교 박사후과정에 있던 이병철이 연구진에 합류하여 분당서울대학교병원 화학팀이 시작되었다. 사이클로트론을 안정적으로 가동하며 ^{18}F , ^{11}C 등을 생산하였고 국내에서는 처음으로 높은 방사성의약품 생산성을 갖는 장비로 업그레이드 하였다. 지속적으로 시설을 확충하여, 2008년 nanoSPECT/CT와 항온항습 동물 사육기, 2009년 ^{18}F 및 ^{11}C 자동화생산장치(TRACERlab FX_{FN} and TRACERlab FX_CPro), 2010년 핵자기공명분광기(NMR), 그리고 2010년 동물세포 배양실을 도입하거나 구축하며 100여 평의 분당서울대학교병원 전임상·임상 분자영상센터를 설립하였다. 본 센터는 방사성동위원소 생산(^{18}F , ^{11}C), 방사성동위원소를 이용한 다양한 표지 실험(연구용 핫셀 3대, 자동화생산장치 2대, HPLC 3대), 새로운 방사성의약품 개발을 위한 유기합성(후드 2대, NMR), 개발된 방사성의약품의 생물학적 평가를 위한 생물팀, 그리고 얻어진 방사성의약품 및 후보물질의 영상평가팀(nanoSPECT/CT)이 유기적으로 한 공간에서 운영될 수 있는 센터로 구성되었다. 이후 경기도 영상분석 R&D 인프라 지원사업 후원으로 2011년 센터 확장(140여 평)과 함께 nanoPET/CT 장비를 추가로 도입하여 경기도전임상임상분자영상지원센터로 확대운영을 시작하였고, 2012년에는 진단 및 치료의약품의 질량분석을 위해 LC/MS를 도입하였다.

분당화학팀 연구진은 2006년 김지선 연구원을 시작으로 2008년 전영신 연구원과 2009년 박사학위를 받은 문병석 박사(현 이화여대서울병원)가 합류하였으며 동년 11월과 12월에 임남희 방사선사, 정재호 연구원 그리고 김정환 연구원을 분자영상, 소동물실험 및 방사화학 전문연구 인력으로 확충하였다. 2010는 이효준 방사선사(현 듀캠바이오), 최미향, 광세훈 연구원이 거쳐 갔으며, 2011년에는 권성란, 김예진 연구원이 개발 의약품 전임상실험 평가를 위한 연구원으로 합류했다. 2012년에는 변형규 방사선사, 2013년에는 최은화 연구원과 조병민 임상병리사가 방사성의약품 모듈 운영과 리간드 합성을 위해 근무하였다. 분당화학팀은 서울대학교 융합과학기술대학원의 방사선융합의생명 전공을 통해 2014년 최지영 박사(2019년 박사취득, 현 서울대학교 BK 박사후과정)와 중국유학생인 육영청 학생(2017년 석사취득, 현 UCLA 박사과정), 2015년 이상희 석박사통합과정, 2017년 이원창 석박사통합과정, 2018년 이소영 석사과정, 2019년 김정민 석사과정 학생들이 열심히 연구에 매진하여 왔다. 해외 우수 박사급 인력 합류도 이어져, 2011년 인도의 Peela Induvadana 박사(National Chemical Laboratory, India)가 핵의학과 해외 의학자연수자로 화학팀에서 연구를 수행하였고, 2016년에는 인도의 Shyamsundar Das 박사(National Chemical Laboratory, India)가 합류하여 현재까지 연구를 하고 있으며 2019년에는 한국연구재단의 해외 우수신진연구자유치사업이 선정되어 파키스탄의 Ali Bahadur (Quaid-i-Azam University, Pakistan)이 연구진과 함께 나노파티클 및 나노캐리어 개발 연구를 하고 있다.

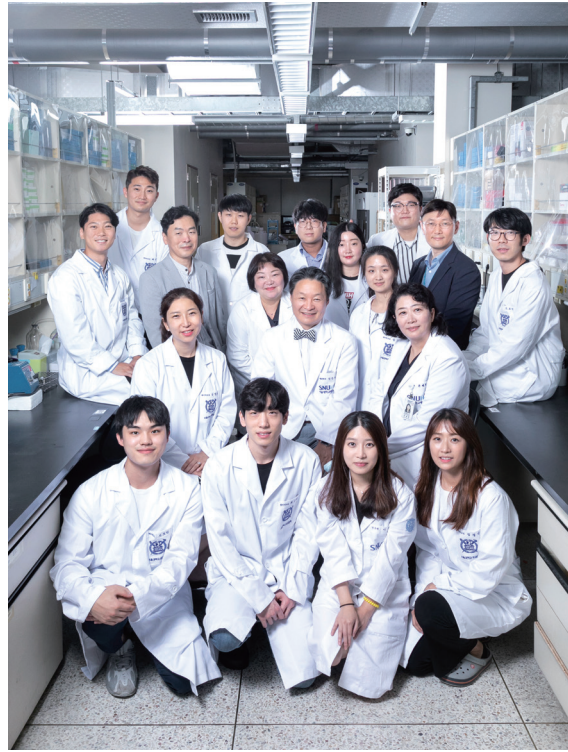
다. 생물학 연구진

생물팀은 정준기 교수가 1985년 부임하여 서울대학교의과대학 암연구소에 자리를 잡으면서 시작되었다. 1989년 미국 NIH에서 방사성동위원소 표지 단일클론항체 활용 진단 및 치료 연구 후 귀국하여 정재민 교수, 염미경(약사), 홍미경 등과 본격적인 연구팀을 구성하였다. 1995년 이용진(현 한국원자력의학원 책임연구원)이 병역특례요원으로 합류하여 항체를 이용한 영상법 개발과 GLUT-1을 이용한 FDG 섭취 기전 연구를 수행하였다. 1998년 종양생물학 협동과정의 개설과 함께 1998년 김보광, 1999년 최용운, 2001년 신재훈, 2002년 김광일(현 한국원자력의학원), 오현정 등을 석사과정생으로 받아들여 핵의학 생물학자 육성을 위한 요람으로 기틀을 다지기 시작하였다.

생물팀은 2001년 강주현 교수(현 한국원자력의학원 방사선의학연구소장)의 부임과 함께 복합적인 리포터 유전자를 이용한 분자영상법 연구를 시작하면서 새로운 연구 방향으로의 전환이 시작 되었다. 2002-2003년 다수의 학위과정생이 들어옴과 동시에 복합 리포터 유전자의 세포 내 변화를 확인하는 연구들이 시작되었는데, 리포터 유전자의 세포 내 발현을 증진시키기 위한 연구(김광일; 현 원자력의학원 선임연구원, 오현정, 소민경; 현 삼성병원 임상강사), 분자영상법을 이용한 DNA 백신의 추적(전용현; 현 대구경북첨단의료산업진흥재단 선임연구원), 종양의 유전자치료와 이의 효과를 영상화할 수 있는 이중 목적 유전자의 개발(정우석), 간암 특이적 분자영상 및 치료법 개발(김영남) 등의 연구가 진행 되었다. 2004년 이후에도 많은 학위과정생들과 함께 핵의학 영상 및 치료기술을 이용한 생물학적 연구가 발전되었다. 질환모델에서 줄기세포 영상법 개발(정혜경; 현 원자력의학원 선임연구원), 암 특이적 microRNA 발현과 표적 유전자 조절의 생체 영상법 개발(김현주), 복합 리포터 유전자를 이용한 암 특이적 영상 및 치료연구(염찬주; 현 아산병원 연구원, 김승후; 현 알파바이로랩 이사) 등 다양한 분야에서 분자영상 기술을 접목한 연구들을 진행하였다.

2007년 강건욱 교수의 부임과 함께 방사성 물질 혹은 항체가 표지된 나노 물질을 이용한 분자영상법 개발 연구가 본격적으로 시작되어 금나노입자(김영화; 현 서울대학교 핵의학과 연구교수), 알부민(송명근; 현 서울대학교 의학연구원 연구교수, 장솔아; 현 방사선진흥협회, 조정환; 현 셀리버리 연구원, 박초롱, 장혜정) 등의 테라노스틱 표적치료법 개발 및 유관기전 연구가 현재까지 지속적으로 진행되고 있다. 이러한 연구를 바탕으로 알부민 기반 나노플랫폼을 확립하고 임상적용의 토대를 마련하게 되었으며, 강건욱 교수는 2017년부터 「바이오나노메디신 쌀롱」을 주관하여 바이오의학을 연구하는 기초 과학자와 임상 의사, 바이오벤처 기업 및 투자 회사가 모두 한자리에 참여하여 최신 의학 연구 관련 공동연구, 기술이전 및 투자의 토론장을 마련하여 나노의학의 임상적용에 기여하고 있다.

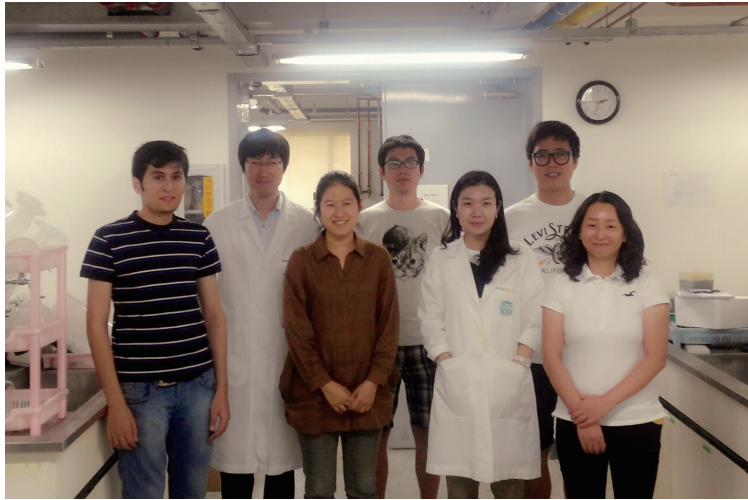
강주현 연구교수 이직 후 2008년 Texas Tech Health Sciences Center, South-West Cancer Center, Masonic Cancer Center 등에서 분자생물학 기반 종양 생성기전 및 치료법을 연구한 윤혜원 교수가 합류하였다. 리포터 유전자 최적화 엔지니어링을 통한 효율적인 테라노스틱 리포터 유전자 개발(김영화), 변형 올리고 miRNA 저해제를 이용한 항암 치료법개발(김현희; 현 경기과학진흥원), NIS 발현증진 물질 발굴(유경현; 현 국민건강보험공단), 면역세포 생체분포 추적용 유전자변형 마우스 개발(송명근), 치료용 줄기세포/면역세포 추적 영상(정태문; 현 ColdSpring Harbor Laboratory, 미국, 박사후연구원), 방사선민감도를 증



분자영상팀

진시키는 항암 유전자 치료법(나주리; 현 Oxford University, 영국, 박사후연구원), 종양미세환경 내의 엑소좀 추적영상(정경오; 현 Stanford University, 미국, 박사후연구원), 분자영상을 이용한 백신 및 신약 후보물질 유효성/안전성 평가(김하; 현 동국대학교 연구원, 배성환, 오세라), FDG 섭취에 영향을 미치는 미토콘드리아 단백질의 역할(이철희; 현 원자력의학원 선임연구원, 이석용), PET/MR을 이용한 염증성질환 바이오마커 TSPO 표적영상(김경민), 종양미세환경에서 종양-면역-섬유아세포 등의 상호작용 (오호림) 등에 관한 연구가 진행되어 오고 있다.

2011년 부임한 김미정 연구교수(현 분당서울대학교병원 영상의학과 연구원)는 갑상선암의 치료효과증진을 위한 다양한 약물의 적용, FDG 섭취에 미치는 탈인산화 효소의 기능에 관한 연구, 갈색지방 분화에 미치는 다양한 약물의 영향에 관한 연구를 수행하였다. 2012년 천기정 교수의 부임과 함께 다양한 진단, 치료용 테라노스틱스 프로브와 임상핵의학과 기초연구를 연결하는 연구를 수행하게 되었고, 관절염모델에서 대식세포의 활성을 표적하는 새로운 프로브의 개발(정석진; 현 Michigan State University, 미국, 박사후연구원), FDG 섭취에 미치는 탈인산화 효소의 기능(이영은; 현 녹십자셀 과장), 갈색지방 표적 핵의학 영상(오호림) 등에 관한 연구가 진행되어오고 있다. 2015년 부임한 송명근 연구교수는 생체유래 알부민 나노입자에 표적물질과 치료약물 등을 연결한 테라노스틱스 프로브의 개발 및 치료효과 증진 기전에 관한 연구를



뇌과학팀

하고 있으며 알부민 나노입자의 세포내 유입에 관여하는 다양한 인자에 관한 연구를 수행하고 있다. 2018년 김영화 연구교수 부임 이후 다양한 생체적합형 나노입자를 활용한 종양 환경에서의 면역 세포간의 상호작용 관찰에 관한 연구와, 생체적합성 미네랄화 나노전달체를 개발하여 임상적용이 용이하고, 인체에 무해한 테라노스틱 나노물질을 이용한 진단 치료법을 개발하는 연구를 수행하고 있다. 또한 2019년부터 팽진철, 최홍운 교수의 참여로 핵의학영상을 통한 면역관문저해제 효과 예측 및 Radiomics를 이용한 다양한 연구도 수행하고 있다. 2020년 원자력의학원에서 근무하던 이철희 연구교수가 본 연구실에 부임하여 FDG 섭취에 미치는 FDG 인산화에 미치는 GLUT와 hexokinase 및 다양한 미토콘드리아 단백질(TSPO, VDAC, ANTs)들의 역할에 관한 연구와 섬유아세포를 표적화하는 FAPi를 이용한 방사성 동위원소 치료를 통한 종양미세환경 변화에 관한 연구를 수행하였다.

현재 복합 분자영상기술은 핵의학과 의 지속적 관심과 투자 속에서 날이 발전되어 가고 있다. 분자영상의 효과적인 발전을 위해서는 고해상도, 고민감도의 소동물 전용 스캐너가 필수적이라 할 수 있는데 2007년 생물발광 영상을 위한 IVIS 장비의 도입과 광학 영상을 효과적으로 얻을 수 있는 Maestro 장비 도입으로 분자영상기술 개발에 박차를 가하고 있고, microPET/CT(2008), microSPECT/CT(2015), PET/MR(2018) 등의 도입과 함께 고해상도 핵의학 영상을 얻을 수 있게 되었고 세계적 수준의 장비 확보를 위한 투자를 지속하며 발전하고 있다.

현재 핵의학 생물연구팀은 강건욱, 천기정, 윤혜원, 팽진철, 최홍운 교수를 주축으로 여러 연구교수진(송명근, 최유리, 김영화, 이철희 교수)과 두터운 학생층과 연구원층(연구원: 배성환; 박사과정: 박초롱, 김경민, 오세라, 오호림, 이석용, 이준현; 연구원: 홍민영, 심유선, 김인우)을 갖추고 있으며 세분화된 다양한 주제를 가지고 연구를 지속하여 다수의 논문과 학회 발표를 통

해 생물팀의 발전을 이끌고 있다. 또한 다수의 핵의학 관련 생물학자(이용진, 김영남, 김광일, 전용현, 소민경, 정혜경, 김현주, 김보광, 최용운, 신재훈, 오현정, 김윤희, 이지영, 김현희, 유경현, 고해영, 고미향, 김승후, 송명근, 김영화, 정태문, 나주리, 정경오, 이철희, 장솔아, 조정환, 장혜정, 이영은, 정석진, 장혜정, 정은진)와 연구원(김하, 배성환, 권준호)들을 배출하여 여러 분야에서 의학 발전에 기여하도록 하였다.

2002년부터는 이동수 교수에 의해 생물학 연구팀 내의 뇌과학팀이 뇌신경과 관련된 생물학적 연구팀으로 분화하였다. 같은 해 석사 과정 김윤희의 입학과 함께 뇌졸중 모델에서의 줄기세포 추적영상 연구가 시작되었고 2003년 석사 과정 황도원의 입학으로 도파민 D2 수용체와 리포터 유전자를 이용한 신경세포 영상연구가 시작되었다. 이후 2005년 김순학 교수(현 관동기톨릭대학교 교수)의 부임과 함께 나노 물질을 이용한 신경분화 영상 및 암 표적 영상의 연구(황도원)와 신경세포 분화와 연관된 miRNA의 생산과 작용을 리포터 유전자 기술로 영상화 하는 기술(고해영, 고미향, 이지영) 연구가 시작되었고 뒤이어 2008년 윤혜원 교수의 부임과 함께 체계적인 연구환경이 구축되면서 테라노스틱스 관련 다양한 진단치료 연구가 추가 및 확장되었다. 소그룹 연구인력을 통해 재생의료 분야 관련 줄기세포 치료제에 대한 체내분포 영상추적 및 뇌질환 표적능 영상화 연구를 진행하다가 국내 나노의학 분야가 태동하면서 다양한 형태의 생체적합성 나노소재를 이용한 융합연구를 추진하여 Nat, Protocol 등 수많은 논문게재와 특허를 보유하고 있다. 또한, 마이크로RNA의 생성에 대한 영상을 최초로 개발하여 국내 RNA 연구를 가속화시켰으며, 이와 관련 새로운 형태의 long noncoding RNA의 유전자 조절기작과 관련 해외 우수대학과 공동연구를 꾸준히 진행하였다. 최근 세포분비 소포체인 엑소좀을 활용하여 포항공대 및 싱가포르 팀과 협업하여 다양한 의생명 응용 연구에 활용하고 있고, 진단분야에서는 서울대 화학과 홍병희 교수팀과 공동연구를 통해 그래핀 나노소재를 이용해 조직내 존재하는 타겟 RNA 발현양을 빠르게 검출할 수 있는 그래핀-FISH기술을 개발하였다. 또한, 알츠하이머 치매를 대상으로 치료제에 대한 새로운 치료기전을 연구함으로써 치료제에 대한 이해수준을 높이고 치료효과를 극대화하는 전략을 마련하고 있다. 즉, 난치성 뇌질환에 대한 기초연구부터 응용연구까지 폭넓게 연구를 수행하고 있으며 이를 통해 향후 기초과학발전에 이바지할 뿐만 아니라 개발된 다양한 신물질/신기술을 실용화할 수 있는 토대를 마련 중이다. 뇌과학팀은 지금까지 이동수교수를 주축으로 황도원, 최유리 교수가 연구 관련 실무지도를 통해 2003년부터 현재까지 수많은 대학원생 및 전공의/전임의들의 석사, 박사학위 취득을 이끌었고(김한영-KIST, 장재호-중외제약, 정다이-국립암센터, 오현정-고려대 연구교수, 이송-아산병원, 진연아-분자영상센터, 천인국-강원대 핵의학과장, 임형준-융합과학기술대학원 교수 등), 이들은 대부분 대학, 병원, 기업 및 정부출연 기관 등에 자리를 잡고 각 분야에서 전문성을 가

지고 연구를 수행하고 있다.

분당병원 생물팀은 교수진의 석사급 연구원(김상은 교수: 정인순 연구원, 이원우 교수: 박소연 연구원, 이호영 교수: 이윤우 연구원, 이병철 교수: 정재호 연구원)을 시작으로 교수 고유연구 및 협업연구를 수행하였고, 현재까지 생물팀으로서 최미향(2010), 권성란(2011), 김예진(2011), 이윤우(2012~), 장희정(2016~), 박도담(2015~2017), 김영랑(2016~2019), 이수정(2019~), 이윤지(2020~) 연구원 등이 근무하였거나 근무 중이다. 박사급 인력으로는 홍수경 박사(2010년 학위취득)가 배출되었고 이후에 한정희 박사(2012~)와 송인호 박사(2018~)가 합류하여 개발된 방사성의약품 후보물질 평가를 위한 *in vitro* 실험, 실험동물에서의 생체분포 및 전신영상 획득 연구 등을 수행하고 있다. 주요 연구성과로는 RGD peptide를 이용한 신생혈관 및 종양 특이적 영상 프로브 개발, 미토콘드리아 외막 단백질인 TSPO에 대한 영상프로브 개발, 알츠하이머병 등을 포함한 퇴행성 뇌질환 영상진단용 프로브개발 등이 있다.

라. 물리학 연구진

1994년 PET이 설치되고 PET 영상 연구에 대한 필요성이 제기됨에 따라 영상 분야에 관한 연구가 본격적으로 시작되었다. 광철은 교수가 1994년 조교수로 임용되고, 그해 겨울 건국대 전산과 석사과정이던 박용우, 성신여대 통계학과를 졸업한 황은경과 서울공대 전기전자제어공학부 3학년이던 이재성이 초기 구성원으로 연구를 시작하였다. 박용우는 C-프로그램에 능통하여 ECAT PET의 압호와 같은 파일 구조를 분석하여 초기 PET 영상처리 연구에 매우 중요한 기여를 하였다. 이재성은 이후 대학원 의용생체공학 협동과정에 진학하여 핵의학교실 겸임 교수인 박광석 교수의 지도학생으로 핵의학영상 연구를 계속하여 2005년 우리 교실 교수가 되었다. 1995년 강원대 물리학과를 졸업한 이태훈이 합류하여, 이동수 교수를 도와 Diamox 뇌혈류 SPECT의 프로토콜을 확립하고 학업을 위해 미국으로 떠났다. 이 당시에 연구기자재라고는 MS-DOS가 설치된 컴퓨터 몇 대가 전부였다.

1996년 초 한양대 물리학과 박사과정 김경민, 단국대 전자공학과 석사과정 양묘근, 이화여대 물리학과 석사과정 안지영이 새로이 합류하였다. 김경민은 물리연구팀장을 맡아 이동수 교수를 도와 물리 연구의 기틀을 닦는 데 중요한 역할을 하였으며, 박사학위 취득 후 일본 국립순환기센터의 Iida 박사에게 사사한 후 귀국하여 원자력의학원 물리연구팀을 창설하였다. 이 당시 이명철 교수가 기획한 G7 의료공학과제가 출범하고 이는 우리나라의 의공학 분야가 발전하는 초석이 되었는데, 광철은 교수팀은 이동형 감마프로브 개발을 시작하며, 양묘근이 PS-PMT와 앵거회로를 이용한 감마프로브 프로토타입 개발을 담당하였다. 안지영은 이재성과 함께 O-15 water PET 연구를 수행하였으며 이대 물리학과로 돌아가 박사학위 취득 후 식약청에 근무하게

되었다. 이진, 백미영 등도 이화여대 물리학과 석사과정 중 우리 교실에서 연구를 수행하여 석사학위를 취득하였다. 이 당시 PET 데이터 저장과 처리를 위해 DEC 알파 서버 1대와 워크스테이션 3대를 도입하고, 추가로 SGI 워크스테이션을 도입하였다. 이는 당시 PC로는 처리가 어려웠던 SPM 분석, 동적 PET 영상처리를 가능하게 하여 많은 연구업적을 생산하는데 큰 기여를 하게 되었다.

1998년 이화여대 통계학과를 졸업한 장명진이 합류하여 SPM, ICA 기법의 기반이 되는 수학, 통계적 지식을 전파하는 역할을 하였다. 이후 서울대 통계학과 이영조 교수 지도로 박사학위를 취득하고 현재 질병관리본부에 근무 중이다. 또한, 이화여대 전자공학과 정소현, 서울대 원자핵공학과 염정렬이 학부 연구원으로 참여하게 되었는데 정소현은 이후 박광석 교수 연구실을 거쳐 UC Irvine에서 광학영상으로 박사학위를 취득한 후 삼성전자에, 염정렬은 동경대 Hiroyuki Takahashi 교수에게서 APD용 ASIC 개발로 박사학위를 받은 후 LG전자에 입사하였으며 현재 고려대 교수로 재직 중이다. 1999년 말부터 서울대 물리학과 대학원생인 서강준, 조성일, 김준식이 들어왔으며 김준식은 컴퓨터공학과 장병탁 교수에게 박사 학위를 받았다.

2000년, 2001년에 동국대 기계공학과를 졸업한 김진수, 인제대 의공학과를 졸업한 신희원, 인제대 전산학과 최흥국 교수의 지도학생이었던 이병일 등이 들어왔고, 이재성이 2001년 3월 박사학위를 받으면서 점차 학생 지도를 담당하게 되었다. 김진수는 방사선응용생명과학 협동과정에 진학해 특유의 끈기와 부지런함으로 후배들의 귀감이 되었으며 협동과정의 첫 박사학위를 배출되어 원자력의학원에 들어갔다. 신희원은 Siemens에 들어가 현재 싱가포르 아시아 본부에서 근무하고 있다. 이병일은 게이트 심장 SPECT 연구로 박사학위를 받은 후 전남대병원 핵의학과 교수가 되었고, 핵의학회 정도관리 이사를 맡아 핵의학영상장비 정도관리 표준을 확립하는데 크게 기여하였다. 현재는 한국광기술원 광융합생명연구본부장을 맡고 있다.

이재성 박사가 미국 Johns Hopkins 대학 Dean Wong 교수 및 Martin Pomper 교수 연구실에서 수용체 PET 정량화와 소동물 PET 연구를 하고 2003년 귀국하면서 물리연구팀을 맡고, 교실의 적극적 지원으로 물리 연구 분야가 제2의 도약을 하게 되었다. 2004년, 2005년에는 포항공대 전자공학과에서 석사학위를 받은 김수진과 배재대 이수진 교수에게 석사학위를 받은 김수미가 차례로 박사과정으로 입학하여 추적자동역학과 재구성 연구를 담당하였고, 서울대 원자핵공학과를 졸업한 김중현이 2004년 석사과정으로 입학하여 소동물 SPECT와 도시메트리 연구를 맡으면서 비로소 연구실의 규모를 갖추었다. 김수진은 비가역추적자에 대한 새로운 정량화 기법을 개발하여 2008년 12월호 JCBFM 표지 논문을 발표하였으며, Yale 대학의 Evan Moris 교수와 Richard Carson 교수 연구실을 거쳐 현재 분당서울대병원에 재직 중이다. 김수미는 컴프턴카메라 영상재구성 분야에서 괄목할만한 여러 업적을 이루었으며 PET 영상재구성 연구의

기틀을 닦는다. 워싱턴 주립대의 Paul Kinahan 교수 연구실에서 CT에 관한 연구를 한 후 원자력연구원을 거쳐 현재는 한국해양기술연구원에 재직 중이다. 김종현은 PET 영상기반 도시메트리 기법 등 다양한 분야의 연구를 수행하고 한국표준과학원에 들어간 이후에도 이재성 교수와 지속적으로 도시메트리에 대한 공동연구를 하고 있다.

2005년 서울시 산학연과제 수주를 계기로 경기대 전산학과 석사인 박상근이 합류하여 프로그램 개발을 담당하게 되었고, 이재성 교수의 의공학과 후배인 오정수 박사와 박사과정 박민재가 합류하였다. 오정수는 박사후연구원 재직 중 이동수 교수와 DTI 분석 연구를 주로 한 후 하버드대학 등을 거쳐 현재 울산의대 서울아산병원 핵의학과 교수로 재직 중이다. 박민재는 유닉스 전문가로 GATE 시뮬레이션 기법을 이재성 교수와 함께 프랑스에서 배워와 연구실 전체에 보급하는 중요한 기여를 하였고, 2010년 이를 활용한 재구성 연구로 박사학위를 받는다. 이후 Johns Hopkins 대학 Benjamin Tsui 교수 연구실과 필립스를 거쳐 서울아산병원 방사선종양학과에서 근무하고 있다. 또한, 뇌영상 분석 및 추적자동력학 연구가 가장 활발하던 당시에는 임상병리사 출신의 홍성탁(2001)과, 방사선사 출신의 한상희(2005), 김승정(2006), 주시연(2008), 유윤혜(2009), 이주희 등이 연구원으로 영상분석과 동물실험 업무에 참여하였다.

2006년 이재성 교수의 특정기초 연구로 본격적인 하드웨어 연구가 시작되는데, KAIST 전자공학과 출신의 권순일, 윤현석이 각각 2006년, 2008년 방사선응용생명과학 의공학과 석사과정으로 들어와 각각 아날로그와 디지털 회로 개발을 맡고, 고대 물리학과 박사과정인 일본 출신 Ito Mikiko와 서울대 원자핵공학과를 졸업한 이찬미가 합류하여 검출기 디자인 및 실험을 맡았다. 이재성 교수와 공동연구를 하던 홍성종 박사가 2007년 서울대 의학연구원 방사선의학연구소 책임연구원으로 발령받아 같이 연구를 하게 되며 이전에 소프트웨어와 하드웨어로 나누어 연구하던 PET 개발이 같은 장소에서 동시에 이루어지면서 비약적인 도약을 하였다. 홍성종 박사는 2009년 을지대 방사선학과 교수가 되어 보건기술직 양성에도 기여하고 있다. PET 하드웨어 연구 초기에는 각종 측정장치가 없어 NIM, VME 모듈들을 건국대 물리학과에서 빌려 사용하는 등 어려움이 많았으나, 교육과학기술부의 특정기초, 고유강점 과제 등을 수행하면서 이러한 인프라를 차차 갖추게 되었다. 권순일과 윤현석은 각각 연구실의 아날로그와 디지털 회로 기술 개발의 초석을 다지고 2011년과 2012년에 JNM에 실린 세계최초 SiPM PET과 PET/MRI 논문의 제1저자가 되었다. 졸업 후 권순일은 UC Davis의 Simon Cherry 교수의 사사를 받은 후 Senior Scientist로 PET 기기 연구를 지속하고 있으며, 이찬미와 윤현석은 한국 원자력안전기술원(KINS)에 들어간다. 이도 미끼꼬는 다양한 DOI PET 검출기를 설계하고, GE Healthcare의 TOF PET/MRI 그룹에 들어가는데 이후 ETH Zurich를 거쳐 현재 LG전자에 재직 중이다. 2009년과 2010년에 이화여대에서 정보통신학과 물리학을 복수전공한 김지후와 고



물리팀

려대 전자공학과를 졸업한 손정아가 방사선응용생명과학 협동과정과에 입학하여 추적자동역학과 영상재구성 연구를 수행하였다. 김지후는 다양한 새로운 방사성추적자에 대한 동역학 모델을 개발하는데 박사 학위 취득 후 하버드대학 Georges El Fakhri 교수와 UC San Fransico 서영호 교수의 사사를 받는다. 손정아는 미술에 관심이 많아 석사학위 취득 후 미디어 아트를 공부하러 UC Santa Barbara에 진학하였다.

2009년 이재성 교수가 WCU 뇌인지과학과에 참여하면서, 서울대 전기공학부를 졸업한 유혜빈과 뉴질랜드 Auckland 대학에서 Biomedical Sciences를 전공한 신성아가 석사과정으로 입학하였다. 유혜빈은 파킨슨병의 DTI 연구를 한 후 UT Dallas 박사과정에 진학하였고, 신성아는 의과학과로 옮겨 박사과정에 진학하는데 김유경 교수의 지도로 보라매병원에서 주로 연구를 수행하였다. 또한, 뇌인지과학과에 참여하였던 Wisconsin신대의 정무경 교수가 WCU 과제가 끝나고 미국으로 돌아가게 되어 그 박사과정 학생이었던 서성호가 이재성 교수의 지도학생이 되었다. 권순일의 대구과학고 동기이기도 한 서성호는 그때부터 추적자동역학을 공부하여 새로운 정량화 기술을 다수 개발하고, 가천의대 뇌과학연구소로 옮긴 후에도 이재성 교수와 공동연구를 계속해서 진행하고 있으며, 최근 배재대 전자공학과 교수로 발령 받았다.

의과학과의 학부 연구생 인턴 프로그램은 학부 학생들에게 연구실의 첨단 연구를 소개하고 연구 경험을 쌓는 좋은 기회가 되었다. 우수한 학생들이 인턴 프로그램을 통한 검증을 거쳐 연구실에 합류하게 되는 긍정적인 면이 많은 한편, 인턴 프로그램 후에 의전원이나 치전원에 진학하는 일도 종종 있었다.

2009년 삼성전자가 의료기기 사업을 신성장동력으로 육성키로 하고 의료기기 사업부를 만들

면서, 의료기기 개발에 관한 관심이 고조되었다. 이에 이재성 교수는 “Time-of-flight PET 핵심 기술개발(2010-2012)”, “뇌질환 임상연구를 위한 7T MR-Compatible PET System 개발(2014-2018)”, “차세대 초저선량 PET 시스템 핵심 기술 개발(2016-2020)” 등 규모가 큰 인체용 PET 시스템 개발과제들을 수주하고, 우수한 대학원 학생들을 계속 유치하여 연구실 규모를 키우고 인프라를 확충하는 한편 과에서는 암병원 중앙영상센터 내의 미니 PET실 공간을 시스템 개발에 할당하여 연구를 적극 지원하였다.

2010년에는 서울대 전기공학부를 조기 졸업한 고근배가, 2012년도에는 고근배의 06학번 동기인 김경윤이 입학할 하며, 같은 해에 원자핵공학과 07학번인 이민선과 전기공학부 09학번인 손정환이 입학할 하고 다음 해에 손정환의 동기인 원준연이 입학할 하면서 PET 시스템 개발의 2세대 진영이 갖추어졌다. 즉, 권순일, 윤현석이 담당했던 회로 설계를 고근배, 손정환, 원준연이 이어받고, Ito Mikiko, 이찬미가 담당했던 검출기 디자인 및 시뮬레이션을 이민선이, 김수미의 영상재구성을 김경윤이 이어받으며 자연스러운 세대교체와 협업이 이루어졌다. 고근배는 우리가 세계적으로 앞서 나가던 SiPM PET 기술을 집약하여 소동물 전용 7T MRI와 결합할 수 있는 고해상도 PET insert를 개발하고, 손정환은 TOF PET의 검출기 및 회로개발을 담당하여 2010년대 중반 당시 세계 최고 시간분해능을 갖는 TOF PET 시스템 개발을 가능하게 하였다. 이민선은 continuous DOI PET 기술을 시스템 레벨까지 끌어 올리고 다양한 새로운 voxel-based dosimetry 기술을 확립하며, 원준연은 새로운 TDC와 QTC 기술을 개발하여 뇌 PET/MRI용 PET insert에 적용하는데, 이 둘은 이러한 연구업적을 인정받아 2019년도에 IEEE NPSS의 Ronald Jaszczak Graduate Award와 Glenn Knoll Graduate Educational Grant를 수상한다. 그런데, 이러한 모든 연구가 가능했던 것은 김경윤이 개발한 3D PET 재구성 및 보정기술 덕분이었다. 2016년 이재성 교수와 고근배, 김경윤은 브라이토닉스 이미지를 창업하고 이어서 손정환이 합류한다. 이민선은 Stanford대의 Craig Levin 교수 연구실을 거쳐 원자력연구원에 들어갔으며, 원준연은 박사학위를 받은 후 삼성전자에 입사하였다.

2011년에 KAIST 예종철 교수의 제자인 정홍 박사가 박사후과정으로, 2012년에는 안현준이 박사과정으로 연구실에 합류하였다. 정홍 박사는 병역특례를 마친 후 덴탈 CT 회사인 HDXwill의 연구소를 맡고 있으며, 안현준은 박사과정 수료 후 서울대병원 방사선종양학과에 들어가 현재 진료조교수로 근무하고 있다. 네팔 B.P. Koirala institute of Health Sciences에서 Senior Demonstrator로 근무하던 Arun Gupta가 2015년 핵의학교실 박사과정에 들어와서 소동물 도시메트리 연구를 담당하여 박사학위를 받고 네팔로 돌아갔다. 2014년 강승관, 2015년 황동휘, 박해욱, 2016년 이승은, 2019년 이수아가 의과학과 석박통합과정으로 들어오고, 삼성전자 의료기기사업부에 소속된 박준영이 2017년 회사의 학술연수 프로그램으로 석사과정에 들어왔다. 2010



년대 말에 deep learning이 크게 유행함에 따라 강승관, 황동휘, 박준영 등이 deep learning 연구에 매진하고 있으며, 박해욱은 아날로그 회로를, 이승은은 image correction 연구를 맡고 있으며 brain PET insert 및 TOF PET 개발을 담당하고 있다. 2020년 김건민, 김대운이 박사과정에, 서민지, 이시영, 심형석이 석박통합과정에 입학하였다.

마. 인지신경과학 연구진

핵의학과 인지신경팀은 1999년 이동수 교수와 박사과정 학생 이재성이 $^{15}\text{O}\text{-H}_2\text{O}\text{-PET}$ 을 이용하여 기억기능을 알아보기 위한 뇌영상 인지실험을 시도하며 시작되었다. 같은 해 미국 Stanford 대학에서 자기공명영상촬영법(fMRI)을 이용한 기억기능연구로 박사후 연구원을 마친 강은주 교수가 방사선의학연구소 책임연구원



인지신경과학팀

으로 핵의학과에 자리잡으면서 본격적인 인지팀 구성이 시작되었고, 국내 뇌 기능 규명을 위한 인지실험 및 인지과학적 접근과 영상분석의 길을 핵의학과에서 열었다고 할 수 있다.

인지팀 초기 연구는 간질환자의 기억기능을 지도화하는 것이었고, 2000년 초반에 성균관대 인지과학과 석사과정 학생이었던 강혜진이 초기 팀원으로 합류하면서 신경과 이상건 교수와의 공동연구로 간질환자를 대상으로 해마 활성화를 위한 연합기억과제 파라다임으로 행동실험 및 심리검사를 비롯한 H_2^{15}O PET 이용 연구가 진행되었다. 2000년 후반에는 서울대 인지과학 석사신입생으로 김희정이 팀에 합류하였다. 강은주 교수는 PET 뿐만 아니라 성균관대 인지과학과 이정모 교수와의 뇌과학 연구과제 공동수행으로 국내 초기단계의 fMRI 연구를 활성화시켰고, H_2^{15}O PET과 fMRI를 모두 이용한 기억기능 규명에 노력을 쏟았다. 그 당시 fMRI 연구가 바탕이 되어 현재 인지신경팀에서는 PET, SPECT, fMRI, MEG의 다양한 신경 영상을 처리할 수 있게 되었다. 2001년 당시 성균관대 인지과학과 박사과정 중의 조상수가 김상은 교수의 공동지도하에 강은주 교수의 지도 학생으로 팀에 합류하였다. 2003년에 강은주 교수가 핵의학교실의 BK21 연구조교수로 승진하였고, 2004년 고려대 교육학과 윤미선 박사가 박사후 연구원으로 함께 하면서 교육학과의 fMRI 연구 활성화에 기여하였다. 강은주 교수가 2005년 강원대 심리학과 교수로 자리를 옮기기 전까지, 인지신경팀은 2001년 이동수 교수의 Nature 논문을 바탕으로 이비인후과와의 공동연구를 시작하였고, 전농에서 발달에 따른 청각피질의 연결성의 변화, 나이에 따른 변화, 수술이후 언어청각능력과의 상관 뇌영역 규명 등의 연구를 잇따라 주요

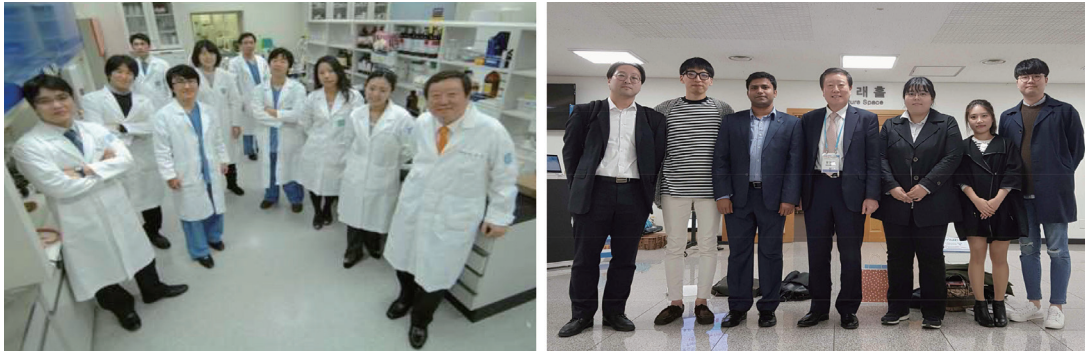
잡지인 Neuroimage에 실었다. 시청각 양상의 통합적 처리 및 독순(lipreading)을 이해하기 위한 노력은 PET 뿐만 아니라 fMRI 연구로 수행되었고, 교차양상처리연구는 김희정의 인지과학 석사논문으로 수행되었다. 2005년에는 경북대 심리학과 출신의 박효진이 인지신경팀에 들어오게 되면서 MEG 연구에 발을 들여놓게 되었고, 새로운 분석방법을 시도하였다.

또한 인지신경팀은 2005년부터 국제적 흐름에 따른 뇌 연결성에 초점을 두어 2009년 FDG PET 영상에서의 뇌 연결성 규명을 위한 임상적용을 시도하였고 이로 강혜진이 뇌신경과학 박사학위를 취득하였다. 또한 소아청소년과와의 공동연구로 ADHD 및 자폐에 관련한 뇌 연결성 규명에도 주력하였다. 2009년 포항공대 컴퓨터공학과 이해경 박사의 합류와 2009년 후반 위스콘신대학 교수이면서 서울대 WCU 뇌인지과학과에 부임한 정무경 교수의 자문에 힘입어 기존의 일반선형모델을 이용한 SPM 분석에서 벗어나 다양한 computational modeling 방법을 개발하게 되었다. 특히 기존 뇌네트워크 구성의 단점을 보완한 퍼시스턴트 호몰로지(persistent homology) 접근의 graph filtration 방법을 도입하여 뇌영상으로부터 유용한 네트워크의 위상수학적 속성을 추출할 수 있는 방법을 개발하면서, PET, MRI, fMRI등에 적용함으로써 새로운 네트워크 모델링 접근의 장을 열게 되었다. 또한 서울대학교 수학과 임선희 교수와 이동수/이혜경 교수의 공동노력으로 위상수학적 뇌 네트워크 정보흐름에 대한 속성을 정량화하는 데 성공하였고, 이에 새롭게 개발한 위상수학적 불변량이 임상적 질병의 예후 예측 및 분류를 위해 활용될 수 있는지에 대한 가능성을 다양한 질환에서 시도 중에 있다. 2012년 강혜진은 통계학과 이영조 교수와의 공동연구로 연구교수로, 2013년 이해경은 의학연구원 연구교수로 승진하였고, 김희정(2012년), 박효진(2013년), 함자랑(2015년), 김은경(2015년)이 박사학위를 배출되었고, 현재는 2020년 인지과학 박사학위를 받은 허영민과 2018년 BK조교수로, 2017년 서울대학교 병원 연구교수로 재직중인 강혜진, 이해경교수가 함께 신경발달장애 및 노화와 관련한 위상수학 기반의 뇌네트워크의 속성을 추출하기 위한 연구 및 인지조절과 관련한 네트워크 특징을 알아보기 위한 연구를 수행하고 있다.

바. 분당서울대학교병원 연구진

분당서울대학교병원 연구팀은 경기도전임상분자영상지원센터를 구심점으로 협력하고 있으며, 시간의 흐름에 따라 주요 연구내용 변화와 더불어 연구체계의 확립 및 발전을 거듭하고 있다. (이병철 교수가 이끌고 있는 방사화학팀은 화학 연구진 항목에서 전술)

2003년 분당서울대학교병원의 개원과 더불어 김상은 교수는 지속가능한 연구체계 확립을 지향하며 인지과학, 신경화학, 핵의학 영상 정량분석 연구에 중점을 둔 연구조직 구축을 시작하였고, 조상수(2001~2008)와 김상은 교수의 지도학생인 홍수경(2003~2010), 박현수(2006~)



분당 연구팀

가 중추적인 역할을 담당하였다. 당시 성균관대학교 대학원에서 이정모 교수의 지도아래 박사 과정을 밟고 있던 조상수는 김상은 교수의 공동지도 아래 인간 인지기능(기억, 주의, 언어, 의사결정 등)의 생물학적 기전을 뇌영상을 이용해 평가하는 연구를 주로 수행하였다. 인간뇌지도화연구(human brain mapping)라고 일컬어지는 이 연구는 당시 인지심리학, 인지과학, 뇌신경과학, 신경생물학 등을 융합한 분야로서 과학계 전반에서 가장 진보적인 연구분야 중 하나로 손꼽혔다. 우수 국내외 학술대회 및 학회지에 우수한 연구성과를 발표하였으며 연구수요가 늘어남에 따라 조상수 박사(2010년 박사학위 취득)의 동문 후배인 윤은진(2005~2014)과 방성애(2006~2014), 박현수가 이어 연구에 합류하였다. 홍수경 박사(2010년 학위취득)는 서울대학교 뇌과학협동과정에서 김상은 교수 지도 하에 실험용 동물을 이용해서 신경퇴행 또는 신경병, 중추신경계작용 약물의 처치에 따른 신경화학적 변화를 평가하는 연구를 수행하였다. 같은 실험동물 연구를 수행했던 정인순 연구원(2004~2015)은 11년 동안 김상은 교수의 연구를 수행하였으며, 뒤를 이어 김영낭(2014~2019), 현재는 송인호 박사(2018~) 등이 연구를 이어가고 있다.

이재성 교수의 지도를 받아 방사성추적자동역학 및 핵의학 영상 정량분석 등을 박사학위과정 기간 동안 연구한 김수진 박사와 김중현 박사가 각각 2008년과 2012년 박사후과정을 거쳤다. 김수진 박사는 박사후과정 동안 PET과 방사성동위원소가 표지된 항정신병약 할로페리돌을 이용해 할로페리돌의 인체 주요장기 및 표적조직 약동학 평가연구를 수행하였다. 김중현 박사는 박사후과정동안 새로운 암 진단용 방사성추적자로서 신생혈관의 바이오마커인 $\alpha_v\beta_3$ 인테그린 수용체에 선택적·특이적으로 결합하는 $^{99m}\text{Tc-IDA-D-[c(RGDfK)]}_2$ 의 인체 분포와 도시메트리 평가 연구를 수행하였다. 김수진 박사와 김중현 박사가 연구실을 떠난 후 박현수 박사가 방사성추적자 약동학 및 핵의학 영상 정량분석 연구를 주도하였다.

박현수 연구교수는 2006년 연구팀에 합류하여 조상수 박사와 함께 연구활동을 시작하였다. 그러나 조상수 박사가 연구팀을 떠난 후 김상은 교수의 권유에 따라 방사성추적자 약동학 및 핵의학 영상 정량분석으로 연구주제를 바꾸었다. 박현수는 알츠하이머병 진단을 위한 새로운 PET

진단용 방사성의약품의 안전성 및 진단 유효성을 평가하기 위한 임상시험에 참여하며 방사성추적자 약동학 및 핵의학 영상 정량분석에 본격적으로 뛰어들었고 이 경험을 바탕으로 마이크로도스 PET을 이용한 약물의 약동학 연구, 핵의학 분자영상을 이용한 약력학 연구로 연구범위를 확장하였다. 2012년 박사학위를 취득하고 2015년부터 연구교수로 발령 받으 후부터 현재까지 신약개발을 위한 핵의학분자영상 기술개발 및 적용에 관한 연구를 수행 중이다.

분당서울대학교병원 연구팀이 우수한 성과를 계속 창출할 수 있었던 데는 서울대학교 융합과학기술대학원에서 김상은 교수 지도 아래 공부한 학생들의 기여가 매우 컸다. 석사과정생 김옥(2013~2015), 신유미(2015~2017), 박소현(2016~2018), 김혜원(2019~), 김수빈(2019~)은 방사성추적자 약동학 및 핵의학 영상 정량분석, 테라노스틱스 핵의학 등을 주제로 학업을 이어가고 있다. 분당서울대학교병원에 사이클로트론이 구축되고 방사화학팀이 꾸러진 후, 소동물 전용 SPECT/CT 시스템(2008)과 PET/CT 시스템(2010)이 연이어 도입되고 “분당서울대학교병원 전 임상·영상 분자영상센터”가 설립되면서 연구조직의 기능적 완성도가 절정에 이르렀다. 손지연은 2003년부터 근무하며 SPECT/CT 시스템과 PET/CT 시스템의 운영자로서 시스템의 이용방법과 유지관리 방법을 확립하는 데 기여하였다. 임남희(2009~2014), 김아란(2014~2017), 강형근(2017) 등이 그 역할을 이어 받았으며, 현재는 박기선이 운영자로서 일하고 있다.

2) 주요 연구주제

가. 핵의학 임상연구: 1960~1980년대

서울대학교병원 동위원소진료실에서 최초로 진행된 임상연구는 갑상선 질환에서 방사성옥소를 이용한 진단 및 치료였고, 이는 동위원소실 최초의 논문 “방사성동위원소옥소(^{131}I)를 사용한 갑상선종 연구” (대한내과학회지 1961;4(3):29-47)로 출간되었다. 1960년대에는 이처럼 갑상선 질환이 주된 임상연구 주제이긴 하였으나 이 외에도 방사성동위원소의 임상 응용을 다각도로 시도해 보던 시기였다. 이 시기 방사성동위원소를 이용한 심기능검사, 간기능검사, 신기능검사 등과 간암, 뇌종양 등 각종 암의 진단, ^{198}Au 을 이용한 종양 치료 등에 관한 임상연구가 행해졌다.

1970년대에도 갑상선 질환이 가장 중요한 축이었으나, 임상연구의 주제가 더욱 다양해졌다. 이는 고창순 교수가 동위원소진료실을 맡으면서 다양한 관심을 가진 전공의나 연구자들이 동위원소를 이용한 임상연구를 수행하였고 동위원소실 자체에서 특정한 연구 방향만을 지향하지는 않았기 때문이다. 이 시기에는 감마카메라의 도입에 의해 영상 연구가 본격화되었고 방사면역검사의 도입으로 혈청학적 검사를 이용하는 임상연구가 증가한 것이 특징이다. 심기능검사, 신장스캔, 간스캔 등이 많이 연구된 영상검사였다.

1980년대에 들어오면서 영상검사에 대한 연구가 좀 더 다양해졌으며 특히 임상 검사의 확대

와 맞물려 뼈 스캔에 대한 연구가 많이 늘어났다. 이 시기에 자주 연구주제로 다루어진 영상 검사는 뼈 스캔, 혈관촬영술, 게이트 혈액풀 스캔 등이었고 이 외에도 심근경색에 대한 ^{99m}Tc -PYP 스캔, 위배출시간검사, 간담도스캔, 신장스캔, 비장스캔 등 다양한 영상검사가 연구되었다. 1980년대 중반으로 접어들면서 갑상선 질환의 임상연구 비중은 약간 감소하였고, 방사면역 검사는 일반적 임상 서비스화가 되어 감에 따라 핵의학 연구주제로서의 비중은 점차 감소하였다. 1986년 SPECT 카메라의 도입과 더불어 심근관류스캔과 뇌관류스캔 등이 1980년대 후반부터 새로운 연구주제가 되어 점차 비중이 커졌으나, 여전히 갑상선 질환과 더불어 다양한 일반 핵의학 영상 검사가 연구 주제의 상당수를 차지하였다.

나. 핵의학 임상연구: 1990년대

1990년대로 접어들면서 종양학 관련 연구는 정준기 교수, 신경학과 심장학 관련 연구는 이동수 교수가 주관하여 담당하게 되면서 연구가 한층 심화되고 충실해졌다.

1990년대 임상 종양핵의학 연구는 갑상선암, 항체를 이용한 스캔 및 치료, 그리고 종양 PET 이 주요 주제였다. 방사성옥소를 이용한 갑상선암의 진단 및 치료는 그 전부터 꾸준히 이어져 온 주제였는데 이와 관련해 스캔의 진단성적, 간이 보이는 것과 같은 특정 스캔 소견의 의의, 혈청 호르몬이나 마커와의 관련성 등이 주로 연구되었다. 단일클론항체를 이용하는 암의 진단과 치료는 정준기 교수의 미국 연수 후 1990년대에 계속 주요 주제로 다루어졌다. 항CEA 항체 등 암에 대한 여러 항체를 방사성동위원소로 표지하는 방법, ^{131}I 이나 ^{111}In 로 표지한 항체를 이용한 동물 종양 모델에서의 진단 및 치료 등이 시도되었다. 항과립구 항체를 이용한 스캔은 종양 등에서의 골수 스캔이나 염증 스캔으로 연구되었다. 종양에 대한 진단 스캔으로 뇌종양에 대한 ^{201}Tl 스캔 등이 연구되기도 하였으나 1994년 PET 도입 이후에는 FDG PET에 연구가 집중되어 1990년대 후반부터 FDG PET을 이용한 종양 진단에 대한 다양한 연구가 이루어졌다. GLUT 등 FDG의 섭취 기전에 대한 연구와 더불어, 뇌종양, 유방암, 부인암 등 여러 종양에서 PET의 유용성을 입증하는 연구들이 이루어졌다. 갑상선암에서 ^{131}I 스캔과 FDG PET 소견의 상관관계를 연구한 흥미로운 논문도 보고되었다.

1990년대 임상 심장핵의학 연구는 주로 심근관류 SPECT 영상법의 발전을 임상에 반영하는 과정이었다. 90년대 초기에는 심장 게이트 혈액풀 스캔을 이용한 기능평가를 80년대에 이어 연구하기도 하였고 항myosin 항체나 ^{99m}Tc -pyrophosphate 스캔을 이용한 심근경색 스캔도 일부 시도되었으나 중심적 연구주제는 아니었다. 관류스캔에서 ^{201}Tl 을 이용한 연구는 1987년, MIBI 이용 연구는 1990년 처음 보고되었는데, 그 이후 방법론 측면에서 관류영상에 대한 연구가 주를 이루었다. 디피리다몰 부하법의 유효성 및 부작용, ^{201}Tl 스캔의 정량분석(1991), 극성지도(polar

map) 이용의 유효성(1993), 게이트 심근 SPECT(1995), 폐/심 섭취비 등 관류스캔의 새로운 영상법 및 분석법들이 도입과 더불어 같이 연구되었다. ^{201}Tl 과 MIBI를 비교하는 연구도 이런 측면의 하나였다. 이어 1990년대 후반에는 관류 SPECT가 정착된 방법론으로 받아들여져 이를 이용한 임상적 의의와 유효성이 많이 연구되었다. SPECT를 이용하여 CABG 수술효과를 평가하거나 SPECT에서 발견된 일과성 심근기질, SPECT를 이용한 예후평가 등이 연구되었다. 이 외에 ^{82}Rb PET, ^{188}Re -DTPA를 이용한 관상동맥 근접조사 등이 이 시기 연구주제로 다루어졌다.

1990년대 임상 신경핵의학 연구는 뇌관류 SPECT가 중심을 이루고 있었고 후반기에 PET이 점차 비중을 키워나갔다. HMPAO를 이용한 뇌관류 SPECT 연구는 1989년 처음 보고하였으나 금세 중심적 위치를 차지하였다. 허혈성 질환에서 CT 및 MRI와의 비교, 뇌동맥류, 간질, 모야모야병 등 질환에서의 적용이 1990년대 전반기에 시도 및 연구되었고, 이를 바탕으로 후반기에는 EDAS 수술 효과의 평가, 간질에서 발작기 및 발작기-간기 감산 SPECT의 이용, 뇌경색에서 교차소뇌해리 등 뇌관류 SPECT를 이용한 임상평가 연구가 이루어졌다. 뇌관류 SPECT 방법론으로서는 ECD 합성법이나 디아목스 SPECT 프로토콜 최적화 연구 등이 다루어졌다. PET을 이용한 연구는 포도당대사율 평가가 연구되었고, 간질에 대한 적용이 임상 연구로서 이루어졌다. ^{15}O - H_2O 을 이용한 PET으로 뇌기능지도를 작성하는 연구가 1990년대 후반에 처음으로 시도되었다. 이 외에 ^{123}I -베타CIT를 도입하여 연구하기도 하였다.

그 외에 일반 핵의학 스캔도 단속적으로 연구되어 보고되었는데, 뼈 스캔을 이용한 강직성척추염이나 신성골이영양증 진단, DMSA 또는 DTPA를 이용한 신장스캔, 캡토프릴 스캔, DISIDA 스캔, 무릎의 뼈관절 SPECT 등이 자주 다루어진 주제였다.

다. 핵의학 임상연구: 2000년대

2000년대 임상연구에서도 여전히 정준기, 이동수 교수가 중심적 역할을 담당하였다. 2000년부터 교수 정원이 확대되어 젊은 임상 담당 교수가 보강되었으나 전국적 핵의학 인력 수요 급증으로 여정석, 소영, 강원준 교수 등이 차례로 이직하게 되어 지속적 연구로 이어지지는 못하였고, 2007년 강건욱 교수, 2008년 팽진철 교수 발령 이후 협력적 임상연구 다양화를 추진하고 있다. 한편 2003년 분당병원 개원과 더불어 김상은, 이원우, 김유경 교수가 임상연구의 또 다른 주요한 축을 담당하고 있다.

2000년대 임상 종양핵의학 연구는 FDG PET의 임상 적용이 중심이었다. 다양한 암에서 FDG PET의 진단 유용성, 영상 소견 분석 등이 주 연구주제로서, 폐암, 유방암, 뇌종양, 갑상선암, 부인과암 등에서 FDG PET의 진단성적, CT 등 다른 영상법과의 비교, 종격동 림프절에 대한 분석 및 감별진단법 등이 다루어졌다. 건강검진용 FDG PET의 진단성적과 같은 한국적 특수성

이 보이는 주제도 있었다. 2000년대 후반기에는 예후와 관련해 폐암, 뇌종양, 간암에 의한 간 이식 등에서 FDG PET의 예후 예측 성능이 연구되었다. FDG 이외의 종양 영상으로는 유방암에서 MIBI 스캔, 뇌종양에서 ^{11}C -methionine PET 등이 연구주제로 다루어졌고 2000년대 말에는 FDG를 이용한 PEM(양전자유방촬영술)이나 ^{11}C -acetate를 이용한 간암, 폐암 영상 등도 연구되었다. 갑상선암도 상대적 비중은 줄었으나 꾸준히 이어진 연구주제로서 FDG PET, ^{131}I 스캔과 혈청 갑상선글로블린 간의 상호관계 등이 주 관심사였다. 방사성동위원소 치료는 중심은 아니었지만 이 시기 꾸준히 모색된 연구주제였다. 2000년대 초중반, 갑상선암에서는 최대한 전용량을 이용한 치료나 레티노이드를 병합한 치료가 시도되었고 ^{188}Re 발생기 공급과 더불어 ^{188}Re -HDD가 개발되어 이를 이용한 간암치료도 다국적 임상연구로 시도되었다. 2000년대 말에는 ^{90}Y -microsphere가 업체 주도의 임상연구로 수행되었다.

2000년대 임상 심장핵의학 연구는 심근관류 SPECT 정량분석법의 정착과 더불어 다양한 질환에서 이를 이용한 활발한 임상연구가 이루어졌으나 2000년대 말로 가면서 점차 연구의 중심에서 벗어나게 되었고, 심근관류 PET 및 심장분자영상이 대안으로 모색되고 있다. 2000년대 초반에는 심근 SPECT 분석방법론과 임상유효성이 주 연구주제로서, 감쇠보정 영상의 효용, 자동정량 소프트웨어에 대한 재연성 평가 및 임상지표 설정, SPECT를 이용한 진단의 예후 예측능, 비용-효과분석 등이 연구되었다. 또한 심근생존능 평가가 주요 주제였는데, FDG PET을 이용한 연구도 있었으나 주로는 ^{201}Tl 지연스캔을 이용한 심근생존능 평가에 대해 지속적인 연구가 이루어졌다. 임상 과에서 SPECT를 주요 평가 수단으로 받아들여, 흉부외과에서는 CABG 수술법 비교평가에, 내과에서는 줄기세포 치료 효과 평가에 이를 이용하여 여러 연구 결과를 내었다. 이와 관련해 FDG로 표지한 줄기세포를 주입하고 전신 분포를 평가하는 의미 있는 연구도 이루어졌다.

2000년대 임상 신경핵의학 연구는 HMPAO SPECT와 FDG PET이 중심으로 이전과 크게 달라지지 않았으나 SPM(statistical parametric mapping) 및 SPAM(statistical probabilistic anatomical mapping) 도입과 더불어 응용의 획기적 확대가 이루어졌고, 이의 연장선에서 개발된 한국인 뇌지도를 이용한 임상 연구도 있었다. 간질은 가장 많이 연구된 분야로서 측두엽, 신피질, 소아 간질 등 여러 세부유형에서 발작기 SPECT와 PET에 대한 진단성적이 연구되었고, SPM과 SPAM을 영상분석에 이용한 간질 진단도 다양하게 시도되었다. 이외에 SPM의 도입으로 인해 정신과 질환에서 SPECT나 PET을 이용해 질환을 평가하거나 기타 신경학적 질환 및 메커니즘을 밝히는 연구가 이루어졌는데, 강박증, ADHD, 가성치매, 알츠하이머 치매, 전측두엽 치매 등의 SPECT나 PET이 연구대상이 되었다. 특히 인공와우 이식 청각장애 환자에서 FDG PET을 이용한 뇌가소성 연구는 Nature지에 게재되었고 이를 이어 피질시각장애에서도 유

사한 연구가 수행되었다. 뇌혈관질환에서 SPECT는 꾸준히 이어진 연구주제였다. 모야모야병이나 경동맥 협착의 수술 전후 평가에서 주요한 임상 수단으로 이용되면서 유효성이 꾸준히 재평가되었고, 특히 이러한 경우에도 SPM과 SPAM을 적용한 연구가 이루어졌다.

핵의학의 전반적 추세를 반영하여 임상 일반핵의학 연구는 크게 줄었다. 무릎에 대한 뼈관절 SPECT, 림프관확장증에 대한 림프신티그라피, 복합부위통증증후군에 대한 뼈스캔 등의 진단법이 간헐적으로 연구주제로 등장하였고 치료법으로는 colloid를 이용한 활액막절제술이 2000년대 초반 잠시 시도되었다.

라. 핵의학 임상연구: 2010년대

2010년대의 임상연구는 보다 세분화되고 여러 임상분야와의 협업을 통한 보다 폭넓은 연구가 진행되었다. 새로운 진단용 방사성의약품 기반의 연구뿐만 아니라, 핵의학 치료에 대한 연구로 확대되었고, 그에 따라 방사성의약품 신약개발 임상시험 등이 진행되기 시작하였다. 갑상선암 분야 연구에서 정준기 교수가 지속적으로 중심적 역할을 수행해왔고, 이동수 교수는 임상 신경핵의학 관련 연구를 진행하였다. 천기정 교수는 임상 분과와의 협업을 통한 다학제 연구 및 핵의학 치료를 위한 임상시험을 주도하였으며 팽진철 교수는 심장 및 순환기 핵의학 연구를 주도하며 종양 핵의학 관련 연구도 다수 진행하였다. 한편, 분당병원에서는, 김상은 교수의 신약개발 및 분자영상 관련 연구, 이원우 교수의 심장 핵의학 연구, 이호영 교수의 다학제간 임상 연구를 추진하면서 독자적인 새로운 연구가 진행되었다. 최근에는 임상 및 기초 분야의 벽이 허물어지면서 다양한 중개연구가 시도되며, 인공지능이 접목된 핵의학 임상 연구 및 정밀의료와 관련된 연구들도 다수 진행되고 있다.

(1) 임상 종양핵의학

2010년대에는 FDG PET의 유용성과 관련된 연구가 지속되었는데, 보다 세분화되고 정량화된 기법들이 다수 활용되었다. FDG PET의 임상적 유용성을 위한 새로운 측정치로서 대사적체적이나 전체 해당량 (total glycolysis) 등을 측정, 3차원 기반의 파라미터 획득이 쉬워지며 임상적 유용성 연구가 다수 진행되었다. 이후, 종양의 디지털화 된 복셀 기반의 연구가 2010년대에 진행되어 Radiomics라는 이름으로 핵의학 영상 기반의 빅데이터 분석의 시작을 알렸다. 한편, 2010년대에는 융합영상 연구가 활발히 이루어졌는데, 대표적인 것이 PET/MR 도입으로 인한 융합연구이다. 기존 여러 PET용 방사성의약품 영상과 MR 영상기법들을 접목하여 임상적 유용성을 찾고자 하는 연구가 다수 진행되었다. ^{11}C -methionine PET의 섭취정도와 MR에서 얻는 확산영상 파라미터를 통합하여 보다 우수한 감별능력을 보이는 연구 등이 대표적이다. 또

한, 종양 분야 연구가 점차 유전체 기반의 연구로 정밀의료 기술로 이어지면서, 종양 유전자 프로파일에 따른 FDG의 섭취 패턴과 같은 연구들이 다수 진행되었다. 이러한 연구는 2010년대 후반 이후에는 유전자 패널의 확대, NGS 수가 도입 및 오믹스기반의 종양치료가 급격히 증가하고, 암면역치료가 폭발적으로 증가하면서 FDG PET을 비롯한 핵의학 영상, 치료의 역할 재정립과 관련된 연구가 진행되고 있다.

2010년대 후반에 이르러서 가장 큰 변화는 핵의학 치료와 관련된 연구가 전세계적으로 큰 관심을 갖기 시작한 점이다. 특히 신경내분비 종양 및 거세저항성 전립선암에서 테라노스틱스가 또 다른 획기적인 암 치료로서 자리잡으면서, 국내 도입과 연구가 시급해지게 되었다. 국내에서는 다국적제약회사 기반의 치료적 방사성의약품 도입을 위해 힘쓰면서, 동시에 신약개발 임상연구를 진행하기 시작하였다. 그 결과, 2019년에는 ^{177}Lu -DOTATATE는 국내 신약으로 임상 시험 승인을 받고 치료적 목적 활용이 가능해지게 되었다.

FDG이외의 종양 영상 연구 역시 활발히 진행되었고, 2010년대 초반에는 신생혈관 연구가 활발히 이루어져 ^{68}Ga -RGD를 활용한 유방암에서의 특성 연구 등이 진행되었다. 그 외에도 ^{11}C -methionine도 여전히 활발하게 쓰이면서, 소아 종양에서의 감별 연구 등이 진행되었고, ^{68}Ga -DOTA-TOC, ^{18}F -choline 등도 종양 영상 연구에 활용되었다.

갑상선암의 방사성요오드 치료와 관련된 연구는 이전보다 감소하였으나, 갑상선암의 유전자 변이 기반의 예후 연구 및 FDG PET, Iodine imaging의 통합 연구, SPECT/CT의 활용 연구 등이 진행되었다. 또한, 갑상선암의 재분화 치료를 통한 방사성요오드치료 연구가 이어졌고, 특히 핵의학 교실에서는 Retinoic acid를 통한 재분화치료의 임상연구 및 진료 활용이 있었다. 재조합 인간 갑상선호르몬을 방사성요오드 치료와 함께 사용할 수 있게 되면서 이에 대한 치료 효과 등의 연구도 활발히 이어졌다.

(2) 임상 심장핵의학

2010년대 임상 심장핵의학 연구는 SPECT에서 보다 다변화되었다. 특히, 심근관류 뿐만 아니라, 점차 만성 심부전 및 동맥경화 단계에서의 예방적 치료 흐름으로 변화하면서 연구 주제 역시 발맞춰 변하게 되었다. 관류 영상은 ^{13}N -ammonia가 사이클로트론을 통해 생산이 가능해지면서, 이를 활용한 다양한 연구가 진행되었다. 특히, 관상동맥 질환에서의 혈류역학의 중요성이 점차 대두되면서 ^{13}N -ammonia PET을 비롯한 정량적 관류의 중요성이 부각되었고, 순환기내과와의 협업으로 심장 혈관의 기능적 연구를 다수 수행하였다. 관상동맥질환에서 분획혈류예비량(FFR)이 주요한 기능적 지표로 대두되면서 SPECT 또는 PET에서 구현된 혈류예비량(CFR)의 생리적 의의에 대한 중요성이 높아졌다. 또한, SPECT에 있어서도, 기존보다 훨씬 민감도가

높은 CZT SPECT가 도입되면서 임상적 유용성에 대한 연구가 진행되었다.

심장핵의학에서도 분자영상 기반의 다양한 질병에 대한 임상연구가 2010년대에는 진행되었다. 특히, 치매 영상에서 활용하던 아밀로이드 PET을 심장 아밀로이드증 영상에도 활용, 진단적 가치를 다루는 연구를 시행하였다. 2010년대 초반에는 심장핵의학 분야에서도 RGD를 활용한 관상동맥질환에서의 신생혈관 영상 등의 연구가 진행되기도 하였다. 또한, 혈관의 동맥경화반에 대한 염증을 영상화 하는 연구가 2010년대에 활발하게 이어져 FDG나 NaF, ^{68}Ga -DOTA-TOC, RGD 등이 이러한 기능적 분자영상 연구에 활용되었다. 최근에는 염증 영상 등이 순환기 영상에 활용되어, ^{68}Ga -MSA 등을 통한 대식세포 영상으로 혈관 염증을 영상화 하거나 폐동맥 고혈압에 대한 바이오마커 연구가 진행된 바 있으며, 점차 분자영상의 활용범위가 넓어지고 있다.

(3) 임상 신경핵의학

2010년대 임상 신경핵의학 연구는 크게 신경퇴행성질환연구, 새로운 방사성의약품을 통한 연구 및 PET/MR과 같은 융합연구가 주도하였다. 특히, 신경퇴행성질환 연구는 Amyloid PET을 필두로 하여 2010년대 초반 활발한 치매 관련 연구가 이어졌다. ^{11}C -PIB는 임상적 활용이 용이한 ^{18}F -florbetaben을 포함한 다양한 ^{18}F 기반 amyloid PET으로 이어졌고, 임상적 유용성이 입증되어 진료에 활용될 수 있는 단계에 이르렀다. 치매와 관련된 아밀로이드 타겟 면역치료들의 다국적 임상시험이 실패하면서 2010년대 중반부터는 amyloid PET에서 Tau PET으로 연구들이 전세계적으로 흐름이 바뀌기 시작하였고, Flortaucipir를 비롯한 여러 Tau PET 방사성의약품들이 현재도 활발히 연구되고 있다. 파킨슨증 영상과 관련하여서는 ^{18}F -FP-CIT PET 및 ^{123}I -FP-CIT SPECT가 꾸준히 증가하였고, 파킨슨증의 진단에 큰 영향을 미치고 있다. 또한, TSPO를 통한 신경퇴행성질환을 비롯한 다양한 뇌질환에서의 염증 영상이 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 분당서울대학교병원에서는 새로운 ^{18}F 기반의 TSPO 방사성의약품을 개발하고 임상에 활용하기 위해 현재까지도 연구를 활발하게 이어오고 있다.

2010년대 중반에는 PET/MR의 도입과 함께 PET의 영상 정보와 MR의 영상 정보를 융합하는 연구가 이어졌다. 초기에는 감쇠보정과 같은 기술적인 문제와 관련된 연구들이 많았으며, 이후에는 FP-CIT의 저하와 연관된 구조적 변화 등을 분석하는 융합영상 기반 연구들이 발표되었다. 2010년대 후반에는 핵의학 뇌영상분야에 인공지능을 통한 연구가 활발하게 접목되었다. 특히 Amyloid 및 FDG PET을 통해 경도인지장애환자의 인지적 기능 예후를 예측하는 연구나, 영상 패턴으로부터 수치화된 이상정도를 평가하는 연구 등이 활발하게 진행되었다. 최근에는 뇌영상의 획득부터 정량분석, 그리고 임상적 평가까지 이미지와 관련된 모든 분야에 인공지능이 접목되고 있다.

(4) 기타 임상 핵의학

2010년대에 이르러서는 기타 임상 핵의학의 연구는 많이 감소하였다. SPECT/CT의 활용이 증가하면서 일부 염증영상이나 근골격계 질환에서의 SPECT/CT의 유용성 관련 연구가 진행되기도 하였다. FDG PET을 통한 말초신경질환연구나 기타 혈관염 등의 염증관련 연구가 이루어지기도 하였다. 비록 과거의 감마카메라 및 SPECT 기반의 양성질환 연구는 많이 감소하였으나, 분자영상 타겟 방사성의약품이 지속적으로 증가하면서 향후 다양한 적용 연구가 가능할 것이 기대된다.

마. 핵의학 방사화학 연구

1979년 ^{99m}Tc 제너레이터(generator)를 사용할 수 있게 되면서부터 핵의학 분야는 큰 부흥기를 맞게 되었다. 1980년대 기초연구도 주로 ^{99m}Tc 을 이용한 연구분야였다. 1982년 정재민이 핵의학교실에 참여하면서 임상에서 사용되는 ^{99m}Tc 표지 방사성의약품에 대한 정도관리법에 관한 연구를 시작으로 방사성의약품을 포함한 방사화학에 관한 연구가 시작되었다. ^{99m}Tc -MAG₃, ^{99m}Tc -ECD 등을 합성 표지하여 *in vitro* 실험 및 동물에서의 영상화를 진행하였고, 이와 함께 방사성의약품의 전구물질합성 등에 관한 연구도 함께 진행되었다. 1990년에 정재민이 미국 NIH에서 연구를 하고 1993년에 귀국한 후에는 ^{99m}Tc -HMPAO와 ^{99m}Tc -MIBI를 키트화하는 기술을 동아제약에 기술이전하여 국산 방사성의약품 산업 진흥에 노력하였다.

1995년 사이클로트론의 도입으로 ^{11}C 및 ^{18}F 의 생산이 가능하게 되어 다양한 화합물에 대한 합성법 연구와 새로운 방사성의약품의 개발이 가능하였다. 사이클로트론 도입 초기 [^{18}F]FDG의 생산법을 확립하였고, 이를 바탕으로 ^{18}F 화학에 대한 기술을 축적하여 간질환자의 뇌영상 연구를 위한 [^{18}F]fluoroethylflumazenil 등을 포함한 수많은 새로운 ^{18}F 표지화합물을 개발하였다. 최근에는 알츠하이머성 치매 진단을 위한 ^{18}F 표지화합물을 개발하였다. 2003년 [^{11}C]methionine 합성법을 확립하고, 이를 위한 자동합성장치를 개발하였다. 이를 [^{11}C]PIB, [^{11}C]Raclopride, [^{11}C]ABP688, [^{11}C]SCH23390 등의 다양한 ^{11}C 표지 방사성의약품의 합성법을 확립하여 여러 임상 연구에 쓰이고 있다. 1996년부터 시작된 ^{188}Re 에 대한 연구는 진단용 방사성의약품이 대부분을 차지하던 핵의학 현장에 치료용 방사성동위원소를 도입하기 위한 노력이었다. ^{188}Re 은 제너레이터에서 용출하여 사용이 가능한 치료용 방사성동위원소로 ^{99m}Tc 과 주기율표상에 같은 족에 위치하여 기존에 ^{99m}Tc 의 표지에 이용되던 킬레이트제에 바로 적용하여 연구가 진행되었다. ^{188}Re 은 치료용인 베타선과 함께 진단용으로 사용이 가능한 감마선을 동시에 방출하기 때문에 체내의 분포를 직접 영상으로 확인할 수 있다는 장점이 있다. ^{188}Re -HEDP를 이용한 뼈전이암의 고식치료, ^{188}Re -DTPA를 이용한 관상동맥의 방사성동위원소 근접치료, ^{188}Re -주석 콜

로이드를 이용한 류마티스성 관절염의 치료, $^{188}\text{Re-HDD/lipiodol}$ 을 이용한 간세포암의 치료 등을 연구하여 정재민교수가 방사성의약품 연구 분야에서 세계적으로 명성을 얻게 된 계기가 되었고, $^{188}\text{Re-HDD/lipiodol}$ 의 경우에는 국제원자력기구의 협력으로 세계 11개국의 다기관임상 시험을 통하여 간세포암에서의 높은 치료효과를 입증하였으나 국정감사에서 한 국회의원의 문제제기에 의하여 현실화의 큰 벽에 부딪혔다. ^{188}Re 방사성의약품의 임상적용이 병원 내 연구윤리심의위원회의 승인을 받아 시행되었더라도 식품의약품안전청의 승인을 받지 않았다는 점이 문제가 되어 기존 ^{188}Re 방사성의약품의 임상적용뿐 아니라 향후 계획되었던 모든 계획도 취소되었다. 이후 모든 방사성의약품, 특히 치료용 방사성의약품 임상적용은 일반 의약품과 마찬가지로 식품의약품안전청의 승인을 받도록 2001년 약사법이 개정되어 방사성의약품의 개발이 어렵게 되었다. 이 후 치료용 방사성의약품에 대한 연구는 한동안 미뤄지고 있다가 최근 ^{90}Y , ^{177}Lu 등의 방사성동위원소를 이용한 방사성의약품 개발이 연구 중에 있다. 이러한 일련의 경험을 바탕으로 대한핵의학회 내 방사성의약품위원회가 가칭 ‘방사성의약품특별법’ 제정을 추진하였으나, 과학기술부와 보건복지부, 식품의약품안전청의 이해가 달라 무산되기도 하였다.

2005년부터 시작된 ^{68}Ga 방사성동위원소에 대한 연구는 PET용 방사성의약품의 다른 방향을 제시하였다. 기존의 PET용 방사성의약품은 주로 사이클로트론이 설치된 장소에서 복잡한 표지 실험을 통하여 생산되고 있었는데, ^{68}Ga 은 제너레이터에서 용출하여 키트에 섞어주기만 하는 간단한 조작방법으로도 생산이 가능하여 사이클로트론이 없거나 충분한 연구기반시설 확보가 어려운 장소에서도 쉽게 PET용 방사성의약품을 생산, 사용할 수 있는 길이 되었다. ^{68}Ga 은 양전자를 방출하고, 반감기가 68분으로 짧아 진단용 방사성동위원소로서 장점을 가지고 있으며, 제너레이터의 모핵종인 ^{68}Ge 의 반감기가 271일로, 1년 가까이 사용이 가능하여 경제적인 방사성동위원소라 할 수 있다. 많은 연구를 통하여 신생혈관형성 과정을 영상화할 수 있는 $^{68}\text{Ga-RGD}$ 를 개발하였고, 심근관류 PET 제제인 BAPEN을 키트로 개발하여 임상 활용도를 높였으며, 체내 대식세포를 영상화할 수 있는 $^{68}\text{Ga-MSA}$ 를 개발하여 현재 심혈관영상 임상연구를 진행하고 있다.

2006년경 시작된 나노입자의 방사성동위원소 표지를 통한 생체내분포 실험 등의 경험을 바탕으로 현재 교내외의 여러 연구팀과 협력을 통하여 방사성동위원소 표지 나노입자의 개발에 참여하고 있으며, 이를 이용한 다양한 다중영상용 프로브를 개발하고 있다. 정재민 교수에 의해 개발된 나노입자의 새로운 친수화법은 다양한 나노입자의 친수화에 사용되고 있으며, 친수화 후에도 일정한 크기의 나노입자를 유지하는 것이 가능하여 앞으로 개발될 나노의약품 개발을 가속화할 것으로 기대된다. 또한 이운상 교수는 2017년부터 나노관련 국제표준화기구인 ISO TC229 나노기술 분야에서 나노물질의 방사성동위원소 표지에 대한 국제표준문서 작업을 주도하고 있으며, 향후 국제표준으로 제정되어 나노의학분야에서 활용될 것으로 보인다.



2011년 개원한 서울대학교암병원 내 중앙영상센터에 새로운 사이클로트론이 설치되어 다양한 PET용 방사성의약품이 임상에 활용될 수 있게 되었고, 방사성의약품 제조 및 품질관리기준(GMP)에 부합하는 시설과 인력, 장비를 갖추고 2017년부터 GMP 적합시설을 운영하고 있다. 2020년 현재 서울대학교병원 사이클로트론연구실에서 생산가능한 방사성의약품은 허가품목 2종, 조제실제제 9종, 연구용제제 28종 등으로 임상진료와 연구에 다양하게 활용되고 있다.

한편 화학팀에서 자체 개발된 방사성의약품의 산업화에도 힘쓰고 있으며, 정재민교수가 개발한 ^{68}Ga -MSA, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MSA, ^{68}Ga -NOTA-GUL, ^{177}Lu -DOTA-GUL 등은 방사성의약품 전문기업인 (주)셀비온에 기술이전되어 임상시험 중이다. 이러한 산업화 노력으로 머지않아 우리 기술로 자체개발한 방사성의약품을 활용한 진단과 치료가 핵의학 현장에서 이루어질 것으로 예상된다.

레늄(^{188}Re) 표지 방사성의약품 개발 이야기

정재민

레늄-188은 반감기 17시간인 베타 핵종(2.11 MeV)으로서 15%의 감마선(155 keV)도 내기 때문에 치료용이면서 동시에 체내 분포를 영상으로도 볼 수 있다. 또, $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ -제너레이터에서 생산할 수 있기 때문에 잘 사용하면 병원에서 매우 경제적으로 사용할 수 있다. 그래서 1996년 국내 최초로 $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ -제너레이터를 도입하여 새로운 방사성의약품을 개발하기 시작하였다.

세계 최초로 ^{188}Re -주석 콜로이드를 개발하였는데 내과 송영욱 교수와 병원 IRB를 통과하고 약 20명의 류마티스 관절염 환자의 무릎에 투여하여 치료 효과를 검증하여 보았다. 그래서 좋은 결과가 나왔지만 김홍신 국회의원이 식약처 허가 없이 투여하였다고 문제를 삼는 바람에 중단되고 말았다.

세계 최초로 간동맥으로 투여하여 간암을 치료할 수 있는 ^{188}Re -HDD/리포솜을 개발하였으나 국내에서는 사용하지 못하였다. IAEA의 Ajit Padhy 박사의 주도로 국제 임상연구 과제를 만들어 우리 병원에서 ^{188}Re -HDD/리포솜을 표지할 수 있는 키트를 만들어 공급하였다. 이 과제에는 한국, 베트남, 인도, 싱가포르, 말레이시아, 콜롬비아, 몽골, 중국, 필리핀, 태국 등 10여 개국이 참여하여 간암 환자를 치료하였는데 좋은 효과를 보았다. IAEA와는 별도로 벨기에에서 키트를 보내달라고 해서 보내줬더니 환자에 사용하여 좋은 효과를 보았다. 그래서 인도에서 본격적으로 간암 환자를 치료할 계획을 세웠으나 Ajit Padhy 박사가 타계하면서 계속 진행되지 못하고 중단되고 말았다.

뼈전이 통증 치료제인 ^{188}Re -HEDP를 개발하여 원자력의학원에서 말기 뼈전이암 환자 3명에 투여하여 좋은 효과를 확인하였으나 연구는 계속되지 못하였다. 먼저 개발한 ^{188}Re -주석 콜로이드를 피부암 치료와 복강내 전이암 치료용으로 사용할 수 있는지 동물실험을 하여 좋은 결과를 얻었으나 역시 임상적인 사용은 하지 못했다.

국내 최초로 $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ -제너레이터를 도입하여 열심히 새로운 방사성의약품을 개발하였으나 국내 제품 허가를 받지 못하고 그냥 연구로만 끝나서 아쉬움이 남는다. 우리나라의 제약 산업이 충분한 수준에 오르지 못했기 때문인 것 같다. 이제는 여건이 나아지고 있어 여러 가지 방사성의약품의 제품화가 성공할 수 있을 것 같다.

바. 핵의학 생물학 연구

(1) 종양핵의학

종양핵의학 연구는 1985년 암연구소에 참여하며 시작되었는데, 초창기에는 정준기 교수를 중심으로 항체를 이용한 영상법 개발과 GLUT-1과 연관된 FDG 섭취 기전 연구를 통한 PET영상의 개발에 중점을 두었다. 이후 종양영상 연구는 분자생물학의 놀라운 발전과 더불어 유전자 조작 리포터 유전자를 이용한 영상법이라는 새로운 시대가 도래 하였고 이에 따라 종양생물학 영상팀도 복합적인 리포터 유전자를 이용한 분자영상법 연구로 방향이 전환하였다.

2000년대 들어 분자영상을 이용한 종양진단 및 치료를 위한 영상 개발에 본격적으로 집중하게 되었고, 리포터 유전자 이입을 통한 소동물 종양모델을 확립하여 종양치료의 효과를 영상화할 수 있는 다양한 방법을 개발하는 데 선도적 위치를 차지하게 되었다. 광학적으로서는 형광단백질과 생물발광효소를 이용한 분자영상법을 개발하였고 핵의학적 영상으로는 갑상선세포막에 존재하는 sodium/iodide symporter (NIS) 유전자를 이용한 분자영상 및 방사성핵종 유전자 치료법 개발에 연구를 집중하였다. 또한 새로운 분자영상용 리포터 유전자로서 광학영상과 핵의학영상을 동시에 가능하게 하는 다양한 리포터 유전자 복합체를 개발하였다. 이는 세포수준뿐 아니라 소동물 수준에서도 동시에 종양의 영상을 가능케 하여 *in vitro*와 *in vivo*의 영상을 연결하는 종양생물학 연구의 기반이 되었다. 또한 NIS를 이용한 방사성핵종 유전자치료의 한계점을 극복하고자 TPO 유전자 주입, p53 유전자 주입 등을 이용하여 방사성핵종 축적을 증진시키거나 retinoic acid 등 NIS 발현 촉진제 및 NIS 활성 증진 약제들의 복합 적용을 통한 항암치료효과를 증진하는 연구 등을 수행하였다. 이러한 연구성과를 바탕으로 정준기 교수는 NIS 분자영상뿐 아니라 리포터 유전자 이용 소동물 영상에서 국제적으로 높은 위상을 갖게 되었다. 또, 종양치료 효과 강화를 위한 암 특이적 유전자 표적 치료법 개발, DNA 백신 등을 이용한 종양 면역치료, NIS를 이용한 방사성 핵종치료 병합 항암치료 등으로 종양핵의학 연구토대를 굳건히 하였다.

윤혜원 교수 부임 이후에도 NIS를 이용한 다양한 종양표적 치료 연구는 계속되었는데, 갑상선암 방사성요오드치료의 심각한 부작용인 침샘 손상 완화를 목표로 역가 높은 NIS 유전자의

siRNA를 이용한 치료법개발, 방사선 민감도를 증진시키는 유전자치료제 (브로모도메인) 병합으로 NIS를 이용한 유전자치료 효과 증진 연구, NIS유전자 엔지니어링을 통한 진단치료용 최적화 합성유전자 (oNIS)를 개발하여 유전자치료에 도입하였다. 또한 oNIS를 이용한 다양한 유전자/세포치료제(면역, 줄기세포 등)의 생체분포, 안전성 및 유효성 평가에 핵의학 영상을 활용하는 연구도 시도되었다. 최근들어 종양연구에서 종양미세환경 내에서의 다양한 세포들(면역세포, 섬유아세포 등)의 상호작용을 규명하는 것에 대한 관심이 커지면서, 섬유아세포표적 FAPi를 이용한 방사성 동위원소 치료를 통한 종양 미세환경의 변화와 이에 관여하는 엑소좀의 역할을 이용해 표적치료항체, 면역관문억제제 치료법과 핵의학치료를 병합하는 연구도 수행하고 있다. 또한 FDG PET의 기본원리가 되는 FDG 인산화에 미치는 GLUT와 hexokinase 및 다양한 미토콘드리아 단백질(TSPO, VDAC, ANTs)들의 역할에 관한 연구는 2020년 이철희 연구교수의 부임과 함께 활성화 되었고, 염증의 마커로서 TSPO (or PBR) 을 표적화하는 프로브의 개발 및 검증에 관한 연구도 분당 방사화학팀 이병철 교수와 함께 수행하고 있다.

2012년 천기정 교수가 부임하면서 임상이행연구로서 종양핵의학 기초연구가 진행되었고, 방사 화학팀과의 공동연구를 통하여 ^{68}Ga -MSA, ^{18}F -FEDAC 등을 이용한 대식세포의 체내분포를 영상화하고, 서울대 수의대와 공동 연구를 통해 대사질환 관련 대식세포 및 다양한 지방세포의 역할에 관한 기초연구를 수행하고 있다. 또한 ^{68}Ga -NOTA-GUL, ^{177}Lu -DOTA-GUL 등을 이용한 전립선 암의 진단치료와 섬유아세포를 표적하는 FAPi를 이용한 종양진단에 관한 임상이행 연구도 진행되고 있다. 2019년 이후 팽진철, 최홍운 교수의 합류하면서 핵의학영상을 이용한 면역관문억제제의 치료효과 예측과 radiogenomics 및 인공지능을 이용한 영상바이오마커 발굴 등 종양핵의학 기초연구도 활발히 수행하고 있다.

(2) 뇌과학

2002년 이동수 교수 주도로 분자생물학을 기반으로 한 생체분자영상 연구가 시작되었으며, 주로 뇌 분야에 초점을 두어 다양한 생물학적 현상을 특정 영상 탐침자를 이용하여 영상으로 평가하는 연구가 시작되었다. 뇌과학팀이라는 소속 하에 처음으로 시도된 연구는 뇌졸중 쥐 모델에서 인간유래 신경줄기세포의 이동 경로를 핵의학적인 방법을 통하여 평가하는 연구를 시작으로 본격적인 연구를 착수하였고, 이를 바탕으로 본격적으로 이식된 줄기세포의 신경세포 분화과정을 영상으로 평가하는 시스템을 개발하였고, 조직특이적인 프로모터의 약한 활성도를 증가시키기 위해 TSTA (two step transcriptional amplification) 방법을 도입하여 광학 활성을 100배 이상 증폭시킴으로써 고민감도의 광학영상을 분화과정 동안 획득할 수 있었다.

신경세포 분화관련 연구는 2010년 황도원 박사의 연구교수 보강으로 다양한 miRNA, ncRNA

의 기능과 관련된 뇌질환 치료제 개발에 관한 연구로 확장되게 되었고, 2012년 최유리 연구교수의 부임과 더불어 퇴행성신경질환과 신경발달장애에 대해 관심을 가지고, 퇴행성신경질환인 알츠하이머병 형질전환 동물모델을 확립하여 영상기반 뇌연결성 분석, 약물에 의한 인지기능 변화, 집중초음파에 의한 뇌청소 기전 연구들이 진행되고 있다. 또한 파킨슨병 동물모델을 제작하여 뇌연결성분석 및 엑소좀에 의한 신경세포 보호 효과를 확인하였다. 특히 miRNA와 long noncoding RNA 등의 새로운 기능이 보고되면서 신경질환관 관련된 역할 및 후성전사체에 대한 연구를 진행하고 있다. 발달장애의 경우 ADHD와 자폐증에 대한 동물모델을 활용하여 인지탐과 함께 영상기반 뇌연결성 분석과 약물에 의한 행동 변화 평가, 그에 따른 뇌연결성 변화가 반영되는지 확인함으로써 정신병의 진단연구에 활용할 수 있게 되었다. 특히 단일세포 전사체 분석 연구가 발달하면서 질병 동물모델 또는 치료에 의한 뇌 변화를 이해하는 도구로 활용하게 되었다. 이러한 단일세포 분석을 통해 뇌의 기능 및 질병 상태에서의 변화를 이해하므로 진단 및 치료제 표적을 제안하고자 하는 연구를 수행하고 있다.

(3) 나노의학

나노의학 연구는 2005년경 이동수 교수의 뇌질환치료 효과를 극대화하기 위한 줄기세포/지지체 복합체 이식술에 대한 연구에서부터 시작되었는데 다양한 나노파이버 생체적합성 지지체 (biocompatible scaffold)를 이용하여 생체내에서 신경줄기세포 및 중간엽줄기세포의 생존, 증식을 영상으로 평가하였다.

2010년 황도원 교수의 부임과 함께, 형광/발광/핵영상/MR영상을 하나의 nanoparticle에서 구현할 수 있는 multimodal nanoparticle을 이용하여 암 추적에 위한 연구를 진행했었고, 나아가 암 특이적인 aptamer나 peptide를 nanoparticle에 conjugation하여 systemic한 injection방법을 통해 다양한 imaging modality를 이용한 암표적 영상연구를 진행하였다. 최근에는 small RNA중 하나인 miRNA생산 및 작용을 평가하는 영상방법을 개발하였고 이에 대한 review논문도 작성한바 있다. 또한, 뇌질환 특이적인 miRNA를 이용하여 뇌질환치료제를 개발하고 이를 영상으로 평가하기 위해 miRNA 및 siRNA를 nanoparticle을 이용하여 뇌에 전달하는 시스템을 개발 중이다.

최근 산화그래핀 신소재를 활용하여 뇌조직에서 발현하는 RNA발현양을 신속하고 간편하게 검출할 수 있는 G-FISH기술을 개발하였다. 그래핀 소재의 형광 소광 특성을 이용하고 단일 RNA가닥의 높은 친화력 특성을 활용하여 관심 RNA양을 측정하는 기술이다. 이를 통해 뇌조직절편 수준에서 특정 관심 RNA의 양을 microscopic 수준에서 형광 영상으로 확인함으로써 향후 특정 질환 관련 RNA 바이오마커양을 측정하여 기초연구 및 진단용으로 활용되기를 기대



한다. 또한, 최근 대부분 세포에서 분비하는 엑소좀과 같은 세포의 소포체의 의생명 응용 가능성이 대두되면서, 엑소좀을 약물전달체나 치료제 자체로 활용하려 시도하고 있다. 또한, 특수제작된 미세유체칩을 기반으로 세포간 엑소좀의 이동을 형광 모니터링 하여 타겟세포로의 전달을 직접 눈으로 확인할 수 있고, 타겟세포의 기능변화를 바로 측정할 수 있는 기술을 개발하여 나노센싱 관련 저널에 게재하였다. 특히, 표적약물 전달체로 활용되기 위해서는 엑소좀의 시간별 체내 분포, 잔류량, 배설경로를 파악하는 것이 매우 중요하다. 이를 위해 본 연구실에서는 처음으로 엑소좀 내부에 방사성핵종을 표지하여 체내에서의 엑소좀 분포 및 배설경로를 관찰함으로써 향후 엑소좀 치료제 개발을 위한 기술로 활용될 수 있는 가능성을 마련하였다.

체내에 투여된 엑소좀의 거동을 모니터링 하고 전신 분포를 빠르게 파악하여 엑소좀 전달체의 표적장기 또는 병변부위 도달 가능성을 예측하는 용도로 사용할 목적이다. 이와 같이 본 연구실에서는 분자영상기술을 활용하여 관심 질환을 손쉽게 진단할 수 있는 차세대 범용 신기술 개발뿐만 아니라 부작용을 줄이고 치료 효율을 극대화할 수 있는 소포체 기반 나노표적치료제를 개발 중이다.

또한 2007년 강건욱 교수의 부임 이후 표적화된 생체적합형 나노 물질을 이용한 분자영상법의 개발 연구도 본격적으로 진행되었는데, 2015년 송명근 연구교수, 2018년 김영화 연구교수 등의 연구진 보강과 더불어 방사성 물질 혹은 항체가 표지된 생체적합형 나노 물질을 이용한 분자영상법 개발 연구와 그 밖에 나노 물질을 활용한 다양한 암 표적화 영상 및 진단 기술 개발에 박차를 가하고 있다. 융합학문으로서의 핵의학, 분자영상의 중요성이 강조되기 시작하면서 의학뿐 아니라 생물학, 생화학, 약학, 화학, 물리 및 재료공학 등과 같은 다양한 분야의 연구와 분자영상 기술의 접목을 위한 노력도 진행 되었다. 이러한 시도의 일환으로 본 연구실 외의 학계와 산업체의 다양한 연구자들과의 협력연구를 통하여 타 분야의 기술을 도입하여 중앙 분자영상의 개발에 적용하고 있으며 이를 통하여 핵의학 분자영상의 적용범위 또한 다양하게 넓히는데 기여하고 있다. 이러한 연구를 바탕으로 다양한 나노플랫폼을 확립하여 임상적용의 토대를 마련하고 있으며, 2017년 이후 바이오의학을 연구하는 기초 과학자와 임상 의사, 바이오 벤처 기업 및 투자 회사가 모두 한자리에 참여하여 최신 의학 연구 관련한 공동연구, 기술 이전 및 투자의 토론장인 “나노메디신 쌀롱”을 주관하여 나노의학의 임상적용에 기여하고 있다.

(4) 테라노스틱스

최근 들어 진단과 치료를 겸하는 프로브의 개발을 기반으로 하는 핵의학 연구가 테라노스틱스의 한 분야로 각광받게 되었고, 다양한 질환 표적물질과 진단, 치료용 동위원소를 이용한 동반진단, 테라노스틱 프로브 및 치료법 개발이 시작되었다.

2006년경부터 이동수 교수의 주도로 생체 적합형 나노물질을 이용한 테라노스틱스 연구가 시작되어, 강건욱, 천기정 교수에 의해서 더욱 심도 깊은 연구가 이뤄져 왔고, 핵의학 방사화학연구팀과의 협력연구를 통하여 표적물질과 나노물질 및 진단 치료를 겸하는 방사성 동위원소를 이용한 테라노스틱 프로브의 개발을 통하여 본격화 되었다. 특히 2015년 무렵부터 알부민 기반의 다양한 테라노스틱 프로브를 개발하여 왔는데, 종양을 표적하는 RGD를 이용하여 ^{68}Ga -RGD, 대식세포를 표적화하는 ^{68}Ga -MSA, 전이성 전립선암을 표적하는 ^{68}Ga -NOTA-GUL, ^{177}Lu -DOTA-GUL의 연구를 통해서 진단과 치료를 겸하는 테라노스틱 프로브의 임상적용을 위한 이행연구를 수행하고 있으며, 2019년에는 제 5회 Theranostics World Congress를 유치하여 국제적인 테라노스틱 연구의 리더로서 자리매김하고 있다.

또한 2008년 윤혜원 교수 부임이후 유전자 엔지니어링을 통한 테라노스틱 합성유전자 개발을 시작하게 되었고, 기존의 분자영상용리포터 유전자보다 10000배 이상 민감한 루시페레이즈 리포터 유전자를 도입하여 면역세포 및 줄기세포 추적을 위한 영상의 개발하고, 각종질환모델에서의 면역/줄기세포의 동태 파악을 위한 최적의 루시페레이즈 유전자발현 마우스도 제작하였다. 이 마우스는 면역세포 치료제의 유효성 및 동태를 파악하는 연구와 백신후보물질의 고속 스크리닝을 위한 생체 내 면역세포 동태파악에 적용하는 연구에 활용하고 있다. 나아가 리포터유전자 엔지니어링을 통한 진단과 치료를 위한 최적의 oNIS를 개발하여 2015년 국내외 특허를 획득하였다. 또한 암 특이적 miRNA 발현을 이용한 anti-microRNA 치료법개발을 위하여 분자영상을 통하여 Peptide Nucleic Acid (PNA)와 Locked Nucleic Acid (LNA) 와 같은 변형된 올리고를 사용하여 그 안정성과 효율성 증진을 영상화 하고 치료/진단용 프로브로서의 가능성제안하는 연구를 수행하였고, 최근에는 섬유아세포 (Cancer Associate Fibroblast)를 표적하는 FAPi (fibroblast activation protein inhibitor)를 이용한 ^{68}Ga -DOTA-FAPi, ^{177}Lu -DOTA-FAPi 의 진단, 치료효과 및 종양미세환경에 미치는 변화를 관찰하고 면역관문 억제제와의 병합을 통한 새로운 치료법 개발에 관한 연구를 진행 중이다.

사. 핵의학 물리학 연구

(1) 핵물리 및 의공학 연구

80년대 초부터 구획모델을 이용한 신장기능 측정, 디컨볼루션 분석을 이용한 심장좌우단락의 정량적 평가 연구 등의 핵의학 물리 및 의공학 연구가 서울대병원 의공학과 민병구 교수팀과의 공동연구를 통해서 이루어졌다. 1982년는 감마프로브형태의 핵청진기를 개발하여 좌심실 기능평가에 활용하기도 하였으며, 1987년에는 골밀도 측정기 개발로 정부연구과제를 수주하기도 하였다. 이명철 교수가 사업기획 책임을 맡았던 보건복지부 G7 선도기술개발사업·의료공

학기술개발 사업에 의해 다목적 이동형 감마프루브 개발이 괄철은 교수 주도로 1995년부터 이루어진다.

1994년 PET과 사이클로트론이 도입되면서 더욱 활발한 물리 및 의공학 분야 연구가 시작되었다. 사이클로트론이 본격 가동되기 전에는 ^{82}Rb 심근혈류 PET에 대한 정량화와 파라미터 영상에 대한 연구가 이루어졌으며, 이후에는 ^{15}O water를 이용한 심근혈류 정량화 연구가 이동수 교수의 지도로 활발하게 이루어졌다. 2001년도에 인자분석 및 독립분석법을(ICA) 이용한 좌심실 입력함수 추출연구가 JNM에 연이어 게재되었는데, 이재성 당시 박사과정생의 ICA 논문은 ICA 기법을 핵의학 영상에 적용한 세계 최초의 연구로 인정받고 있다. 또한, 다중선형최소자승법을 이용하여 ^{15}O water PET 데이터만을 이용한 최초의 심근혈류 파라미터 영상을 개발하기도 하였는데(JNM, 2005), 이동수 교수 연구팀은 이러한 업적을 인정받아 과학재단의 2005년 우수연구과제 50선에 선정되는 쾌거를 이룩하기도 하였다.

1990년대 당시 박사과정이던 김경민, 이병일을 주축으로 한 SPECT 연구 또한 이동수 교수의 지도로 활발하게 이루어졌는데, 영상 대 잡음을 고려한 Diamox SPECT 프로토콜 확립, 심근 SPECT와 토노메트리를 이용한 심근 수축능 평가기법 개발(JNC, 1999), 동적 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO를 이용한 뇌혈류 정량화 기법 개발 등의 주요 연구업적을 이룬다. 몬테카를로 시뮬레이션을 이용한 ^{188}Re 방사선의약품의 도시메트리 연구 또한 당시의 중요한 물리연구 주제였다(EJNM, 2000).

90년대 중반부터 활발하게 이루어진 서울대 핵의학과와 뇌 PET, SPECT 영상분석 연구는 우리나라 신경핵의학 및 뇌기능매핑 분야 발전에 큰 기여를 하였다. 이동수, 이재성 교수는 90년대 중반 이후 기능적 뇌영상 분석분야에 획기적인 발전을 가져온 SPM 기법을 도입하고, 자체적으로 한국인 표준뇌영상과 확률뇌지도 및 이를 이용한 뇌영상 정량화 기법을 개발하였으며, 이들을 전국적으로 보급하는 선구적인 역할을 하여, Nature, NeuroImage, HBM 등의 우수 저널에 많은 뇌기능매핑 관련 논문을 발표하였다. 인공지능회로망을 이용한 뇌 PET 자동진단(IEEE TMI, 2000), 뇌영상 정합 및 퓨전기법 개발 등도 당시의 중요한 연구 성과로 들 수 있다.

이명철 교수가 2002년 방사선응용생명과학 협동과정을 개설하여 대학원 교육이 수월해지고, 이재성 박사가 Johns Hopkins 대학에서 Dean Wong 교수와 Martin Pomper 교수의 지도로 포스트닥 연수를 한 후 2003년 귀국하여 물리 및 의공학연구팀을 맡게 되면서 물리연구 분야도 새로운 전기를 맞게 된다. 뇌수용체 PET에 대한 추적자동력학 기법을 도입하고, SK(주)에서 개발한 신약후보물질 YKP-1358에 대한 도파민 D2 수용체 점유율을 평가하여 신약 개발 및 약동학 연구에 PET을 본격적으로 사용하는 계기가 된다. 또한, 비가역적 결합을 하는 추적자 정량화를 위한 새로운 선형분석 기법인 MLAIR를 김수진 당시 박사과정생이 고안하여 이재성,

김유경 교수가 미국에서부터 고심하던 ^{14}C -MeNTI PET 정량화에 적용하였는데, 이는 25년간 표준 분석기법으로 쓰이던 Gjedde-Patlak 분석법 보다 그 결과가 훨씬 좋아 추적자 동력학 분야의 가장 권위 있는 저널인 JCBFM 표지논문으로 선정된다(2008).

2000년대 들어 분자영상 연구가 활발해 짐에 따라 소동물영상에 대한 관심이 높아지는데, 소동물 PET에 대한 성능평가 기법을 도입하여 KIRAMS와 아산병원에 국내 최초로 도입된 소동물 PET 평가에 적용하고(JNM, 2007), 분당병원의 3중헤드 SPECT를 이용한 소동물 SPECT 영상기법도 개발한다.

2000년대 중반부터 독자적인 PET 시스템 개발이 시작되었다. 2006년 이재성 교수가 2008년에 서울의대 방사선의학연구소 책임연구원으로 합류한 홍성종 당시 가천의대 교수 등과 함께 과학재단 특정기초 과제로 본격적인 소동물 PET 개발을 시작하였는데, 아날로그, 디지털 신호처리 회로와 알고리즘, 영상처리 소프트웨어 등을 순수 자체기술로 개발하여 2010년 1월에 1차 시작품 개발을 완료하였으며, 이를 소동물용 PET과 유방전용 PET으로 확장한다. 또한, PET/MRI를 위한 SiPM PET 개발에서 세계적으로 앞서가는 연구를 하였다. 2006년부터 SiPM PET에 관한 연구를 본격적으로 시작하여 2009년 6월 미국핵의학회에서 세계최초의 SiPM PET 영상을 발표하여 세계적인 주목을 받는다. 배재대 이수진 교수와 공동연구로 진행한 컴프턴 카메라의 영상재구성 분야 역시 세계적으로 앞서 있는 연구 분야로 인정받았다.

2010년대 들어 대학원생들의 세대교체가 점차 이루어지고, PET 시스템 연구가 더욱 고도화되는데 SiPM을 이용한 PET/MRI, HQE PMT를 이용한 TOF PET, 해상도 개선을 위한 DOI PET 개발을 중심으로 연구가 이루어진다. 2011년도 미국핵의학회에서 SiPM PET을 이용한 PET/MRI 영상을 발표하고, 2012년 JNM에 논문으로 실리게 되는데 이는 SiPM을 이용한 최초의 in vivo PET/MRI 영상으로 알려진다.

2013년 10월 말에 서울에서 개최된 IEEE NSS/MIC 학회에서 이재성 교수가 MIC Chair를 맡고, 같은 해 한국공학한림원에서 선정한 “2020년 미래 100대 기술과 주역”(차세대 융합의료 영상기기 핵심기술)에 선정되는 등 핵의학 물리연구팀의 연구 역량이 국내외적으로 인정받는 계기가 된다. 또한, 이를 더욱 발전시켜 소동물 전용 7T MRI에 결합한 SiPM PET insert를 개발하고(JNM, 2016), HQE PMT를 이용하여 세계 최고의 시간분해능을 갖는 전신용 TOF PET 개발을 한다(Med Phys, 2017),

10여 년에 걸친 PET 시스템 개발 연구는 이재성 교수와 고근배, 김경윤이 2016년에 브라이토닉스 이미지를 창업하고 이어서 손정환이 참여하여 PET/MRI용 PET을 생산, 판매하게 되면서 산업화 성과로 이어지게 된다. 창업 초기에 이스라엘의 Aspect Imaging과 함께 미국 NIH/NCI, UC Davis, 원자력의학원 등에 animal PET insert를 공급하는 등 소기의 성과를 올리고

있다. 한편, 연구실에서는 2014년부터 5년에 걸쳐 가천대 정준영 교수 팀과 협력하여, 인체용 7T PET/MRI 연구를 수행하는데 국내에서는 처음으로 뇌 전체를 한번에 스캔할 수 있는 PET 시스템이며, 전 세계에서 최초로 개발된 7T MRI 기반 동시 PET/MRI 시스템이다.

2016년에도 딥마인드 챌린지 매치에서 알파고가 이세돌을 꺾으면서 전 세계적으로 deep learning 열풍이 분다. 이후 deep learning이 영상처리 연구의 중심이 되는데, amyloid PET spatial normalization, fast voxel-based dosimetry, simultaneous activity and attenuation reconstruction 등 기존의 수학적 기법으로는 풀기 어려웠던 난제들을 deep learning 기법을 적용하여 풀어가고 있다. 2018년도에 JNM에 실린 최초의 deep learning 논문 3편 중 2편이 우리 과에서 나오는 등 이 분야 연구에서도 선도적 역할을 하고 있다.

(2) 뇌인지신경 연구

1994년 싸이클로트론이 도입되고, ^{15}O 생산이 가능해지면서 1999년 이동수 교수와 그 당시 박사과정의 이재성 교수가 시작했던 H_2^{15}O -PET을 이용한 기억기능의 뇌 활성화 PET 실험은 국내 최초 핵의학 분야의 뇌 기능 활성화 연구였고, 인지신경팀의 시작이라고 볼 수 있다. 본격적으로 다양한 임상질환과 관련한 뇌 기능매핑연구를 할 수 있는 인지신경팀의 구성은 1999년 책임연구원으로 강은주 박사가 자리하게 되면서부터라고 할 수 있다. 강은주 박사는 University of Illinois at Urbana-Champaign에서 심리학박사를 하고 1996년부터 1998년까지 fMRI를 이용한 기억연구로 Stanford University에서 postdoctoral research associate를 하고 국내로 들어왔고, 1999년 핵의학과에 참여하게 되었다. 그 당시 국내 뇌 기능 영상분야는 그야말로 걸음마 수준으로 강은주 박사는 핵의학 분야 뇌 기능 영상분야의 발판을 마련했다고 볼 수 있다.

초기연구는 간질환자의 기억기능을 매핑하기 위한 시도였다. 정상인을 대상으로 해마 활성화를 위한 기억실험 패러다임을 구성하고, 간질환자에서 인지신경검사를 통한 평가와 행동연구를 바탕으로 H_2^{15}O -PET을 이용하여 기억의 부호화 동안의 뇌 활성화를 관찰하였다. 이러한 연합기억 부호화 패러다임은 뇌 기능 활성화 PET이 특히 내측측두엽 간질환자의 기억기능의 진단평가로의 가능성을 열었다. 또한 2001년 이동수 교수가 Nature에 수술 전 청각영역의 포도당 대사감소는 전농환자의 수술 후 언어청각능력 회복을 예측할 수 있다는 중요한 지표임을 발표하면서 전농환자의 뇌 가소성을 규명하는데 있어 ^{18}F -FDG-PET이 중요한 도구임이 인식되었고, 그 이후로도 현재까지 이비인후과와 지속적인 공동연구를 구축하게 된 중요한 계기가 되었다. 특히 2003년에 핵의학교실 BK21 연구조교수로 강은주 교수가 승진하면서 연구가 더욱 활발하게 진행되었다. 전농환자의 뇌 기능을 규명하기 위한 시도로 발달에 따른 청각피질의 기능성 대사 연결성의 변화, 나이에 따른 대사분포의 변화, 수술전 대사 상태와 수술이후 언어청각

능력과 상관 뇌영역 규명등의 연구를 잇따라 Neuroimage에 발표하였다. 또한 시청각 정보의 통합적 처리 및 독순(lipreading)을 이해하기 위한 노력으로 H₂¹⁵O-PET뿐만 아니라 fMRI를 통해서도 활발하게 진행하였다.

2005년 서울대병원에 MEG 센터가 개소하면서 인지신경팀은 MEG를 통한 연구에도 발을 들여놓았고, 시공간 작업기억의 뇌 기능을 알아보기위한 실험도 진행하게 되었었고, 2005년 핵의학과의 인지신경연구에 큰 기여를 한 강은주 교수는 강원대학교 심리학과로 부임하였다. 이에 인지신경팀은 강은주 교수 지도로 fMRI 연구를 진행 경험을 쌓고 H₂¹⁵O-PET으로 석사수여, 2009년 이동수 교수 지도로 박사수여한 강혜진이 팀을 이끌게 되었다. 컴퓨터 공학 전공의 이해경 박사의 조인으로 Nonnegative tensor factorization, classification 등의 다양한 새로운 계산방법론(computational methods)을 도입하여 새로운 분석방법의 제안을 연구하였다. 이에 더불어 수학통계 전공이면서 뇌 연결성 모델링을 연구하고 있는 정무경 교수의 도움으로 기존 뇌네트워크 구성의 임의성에서 벗어난 새로운 방법론인 persistent homology 기반의 뇌그래프 구성의 틀을 확립하였고, PET, fMRI, MEG, MRI 의 뇌 신경망 특성을 다양한 임상질환에 적용하기 시작하였고, 뇌네트워크에서 위상수학적 모델링을 하기 위해서 수학과 임선희 교수와의 공동연구등을 적극 시도하면서 static 영상으로부터 방법론적으로 새로운 위상수학적 directed weighted graph를 구성할 수 있는 방법론의 틀을 마련하고, 이를 통해 여러 신경계 뇌질환의 임상적 질병의 예후 예측 및 분류를 위한 방법론적 개선에 관한 연구를 이동수 교수의 열정과 함께 진행 중에 있다.

아. 분당서울대학교병원 임상 핵의학 연구

분당서울대학교병원 핵의학과는 특히 신경 핵의학 연구와 분자 영상 연구에 중점을 두고 있다. 질병 특이적 FDG brain PET 소견 등의 연구 외에도 최근에는 김상은 교수가 게임 중독에서의 특징적인 PET의 소견을 발표하여 언론의 주목을 받았다. 그 외에도 도파민([¹⁸F]FDOPA), 세로토닌([¹⁸F]MPPF), GABA 수용체([¹⁸F]Flumazenil), 아세틸콜린에스터라제([¹⁸F]CP118,954) 영상 물질 등 각종 신경계 방사성 의약품을 개발하여 임상 연구에 활발히 이용하고 있다. 도파민 운반체 영상화를 통해 파킨슨병 및 기타 이상 운동 질환의 진단과 평가에 대한 많은 연구가 이루어 졌다. 도파민 수용체 영상화 약제인 [¹⁸F]fallypride, [¹²³I]FP-CIT, [¹⁸F]FE-PE2I를 이용하여 도파민 수용체에 작용하는 약물의 occupancy를 측정하는 연구도 활발하다. 뿐만 아니라 고령화 시대에 나날이 증가하고 있는 알츠하이머 병을 진단, 평가할 수 있는 beta-amyloid 영상([¹⁸F]SNUBH-NM-333) 임상 시험을 국내 처음으로 수행하였으며, 중앙 신생혈관 표적 SPECT 용 암 진단의약품(^{99m}Tc]SNUBH-NM-333)의 성공적인 임상시험과 함께 최근에는 전이체 단백질

질(translocator protein 18 kDa)를 표적으로 한 다양한 리간드를 수년간 개발에 전념하였고, 이를 기반으로 신경염증 PET 영상 방사성의약품 후보물질(^{18}F]BS224)를 개발하여 임상시험 진행중에 있다. “분자영상을 활용한 혁신적 신약개발 솔루션을 제공한다”는 모토로 2008년 3월 분당서울대학교임상·전임상분자영상센터를 개설하여 mechanism-based imaging biomarker 발굴, 질병/표적 특이 분자 영상 프로브 개발, 신약 후보 물질 평가의 분자 영상 기술 개발, 분자 영상을 이용한 질병 기전 연구, imaging-based PK/PD modeling 등의 고유 연구를 수행하였고 이를 확대 발전시켜 2013년 경기도전임상분자영상지원센터로 동물용 SPECT/CT와 PET/CT를 모두 갖춘 센터가 되었다. 2014년에는 그동안 분당서울대학교병원 핵의학과에 축적되어 있던 연구중심의 분자영상을 이용한 신약후보물질 평가기술을 직접 제약산업업체 및 제약관련 연구기관에 세계 최고 수준의 분자영상 서비스를 제공하는 보건복지부지원의 “신약개발바이오이미징융합기술센터”를 2019년까지 성공리에 수행하였으며, 현재까지 신약개발 혁신을 선도하는 센터로 운영 중에 있다.

심장 핵의학에서는 ^{201}Tl 을 이용한 gating의 임상적 의의를 밝히는 연구와, coronary CT와 MR, PET, myocardial SPECT 등 여러 modality 영상을 통합하여 분석하는 시도가 있었다. 종양 핵의학은 GLUT의 발현과 FDG 섭취와의 상관 관계를 보는 연구가 병리과와 활발하게 진행되었다. GLUT의 발현과 FDG PET 소견 연구는 폐암과 내분비 종양, 림프종 등 다양한 종양을 대상으로 시행되었다. 그 외, ^{18}F -NaF bone PET를 임상에 도입하여 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 일변도의 골영상 탈피 시도가 있었다. 또한 폐암에서 PET/CT의 유용성을 밝히는 다국적, 다임상기관 연구에도 참여 중이다.

자. 분당서울대학교병원 핵의학 방사화학 연구

한편 분당서울대학교병원에서는 2006년 미국 일리노이대학교에서 박사후 연구원이었던 이병철 교수가 연구진에 합류하여 방사화학팀이 시작되었으며, 당해 세계핵의학회(9th World Congress of Nuclear Medicine and Biology)에서 젊은 과학자 경쟁 발표 분야에서 ‘Masahiro Iio’상을 수상하면서 분당서울대학교병원의 방사화학분야에 방향족 ^{18}F 표지기술을 정립하고 발전시키기 시작하였다. 2007년 설치된 국산사이클로트론의 안정된 운행 및 국산사이클로트론을 이용한 ^{18}F , ^{11}C 생산 및 방사성의약품 생산을 국내에서는 처음으로 높은 생산성을 갖는 장비로 업그레이드 하여 그 기술을 논문 및 국제 학회에 보고하였고 국산사이클로트론으로 처음으로 13년 가까이 안정되게 운영하고 있는 중이다. 분당서울대학교병원 전임상·임상 분자영상센터는 기반 구축 후 경기도전임상분자영상지원센터로 확대되었고, 이를 기반으로 2014년부터는 보건복지부 지원의 신약개발 바이오이미징 융합기술센터로서 국내 신약개발 제약업체 및 관련 연구기

관에 세계 최고의 분자영상 서비스를 제공하고 신약개발 적용을 통한 신약개발 혁신을 선도하는 센터로서 자리매김하였다. 김상은 교수는 이러한 센터를 도와 성공리에 완성하여 사이클로 트론에서의 방사성동위원소 생산, 방사성동위원소를 이용한 다양한 표지 핫셀름, 새로운 방사성의약품 개발을 위한 유기합성실, 생물학적 평가를 위한 실험공간, 그리고 얻어진 방사성의약품 및 후보물질의 영상 장비실이 유기적으로 한 장소에서 운영될 수 있는 센터를 구축하였다.

연구과제로는 2007년 원자력연구기반확충사업(핵심기초)를 시작으로 2008년에는 5년동안 지원되는 원자력연구개발사업 고유강점기술육성과제, 다수의 대형연구시설 활용 과제, 2012년 보건중재연구 그리고 2014년 중견연구자지원사업 등을 수행하였다. 연구내용으로는 방향족 ^{18}F 표지 원천기술을 이용한 알츠하이머병 진단 의약품(^{18}F)SNUBH-NM-333)을 개발하여 국내, 외 특허 출원, 논문 발표 그리고 국내 최초 알츠하이머병 방사성의약품 개발을 위한 임상시험을 국내 처음으로 수행하였다. 본 연구의 우수성을 인정받아 제 56회 미국핵의학회에서 The young professional committee (YPC)에 선정되어 구두발표를 하였다. 또한 퇴행성 뇌질환 타깃 방사성의약품의 합성 연구를 중점으로 저용량 염기사용 자동화 생산 기술을 개발하여 뇌질환 타깃 방사성의약품의 대량생산 기술을 확보하였으며 이를 이용하여 ^{18}F fallypride (PCT 출원), 확보된 방향족 ^{18}F 표지기술을 이용한 세계 최초 자동화 생산에 성공한 ^{18}F flumazenil, 현재까지 합성할 수 없었던 치매 진단물질 3- ^{18}F donepezil의 표지 성공 및 ^{18}F CFT 연구를 수행하였다. 특히 ^{18}F flumazenil 방향족 ^{18}F 표지기술은 그동안 자동화 합성에 실패한 다른 연구진의 결과를 뛰어넘는 기술로서, 그 표지기술의 우수성을 인정받아 미국의 Stanford의과대학의 Frederic T. Chin 교수팀과 Lawrence Fung 교수팀과 ^{18}F flumazenil를 이용한 공동 임상연구를 성공리에 수행하고 있으며, 오스트리아의 IASON 회사와의 공동 임상연구도 진행 중에 있다. 더불어 마이크로웨이브를 도입한 새로운 개념의 ^{18}F 표지기술로 높은 수율과 순도를 갖는 ^{18}F haloperidol과 ^{18}F N-methylspiperone 표지방법을 개발하였으며 앞서 개발한 저용량 염기 사용 자동화 생산기술과 접목하여 새로운 개념의 microwave가 장착된 자동화 합성장치의 개발에 성공하였다. 중앙 신생혈관 타깃 진단 의약품 개발로서 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 트리카르보닐 전구체를 이용한 진단과 치료를 동시에 구현할 수 있는 cyclicRGD 유도체(^{18}F)SNUBH-NM-505)을 개발하여 성공적으로 뇌암 그리고 폐암 환자에서의 임상시험을 수행하였고 실용화 가능성을 확인하였다. 또한 ^{188}Re 등을 이용한 중앙 신생혈관을 표적으로 하는 중앙 치료 연구를 진행 중이다. 2014년부터는 미토콘드리아 외막에 존재하는 전이체 단백질(translocator protein 18 kDa, TSPO)에 결합하는 신규 PET 영상용 방사성추적자 개발을 한국에서 처음으로 시작을 하였고, 관련되어 4개의 신규 리간드를 개발하고 결과를 논문에 게재하였으며, 본 연구와 관련되어 2016년 대한 방사성의약품학회 춘계학술대회 학술상을 수상하였다. 최근에는 개발된 리간드 중에서 가장 우

수성을 갖는 [¹⁸F]BS224의 전임상 평가를 모두 맞추고 국내 연구진의 기술력으로 개발한 진단 의약품을 갖고 국내 최초로 PET 신경염증 영상화 임상시험을 수행하고 있다.

3) 주요 연구과제 수행

가. 연구과제 수행 역사 개괄

핵의학교실에서 그 동안 수행한 공공의 연구비를 통한 연구는 핵의학 분야의 기초, 임상 등의 발전에 크게 이바지하였다. 최근의 연구비는 주로 교육과학기술부, 보건복지부, 지식경제부, 지방자치단체의 연구과제공모에 응모, 채택되어 진행되고 있으며, 이러한 국가연구비를 사용한 연구를 통하여 국제학회에서의 발표, 국제학술지에의 논문 발표, 국내외 특허의 출원 및 획득 등 가시적인 결과물과 함께, 국내외의 핵의학 기반을 확충하고, 인력을 양성하였으며, 크게는 국가의 핵의학, 원자력 및 보건의로 정책의 방향을 제시하기도 하였다.

(1) 초기 국가연구비 수혜

방사성동위원소진료실 설립 초기 외부 연구비는 1959년 설립된 최초의 국책연구기관인 원자력원(1967년 원자력청으로 개칭)을 통해 지원 받았다. 1959년 이문호 교수는 “방사선 장애의 인체 및 동물에 미치는 영향에 대하여”라는 제목으로 50,000원의 연구비를 지원 받았고, 1960년에는 “빈혈성 질환이 Fe⁵⁹로 표지된 철중간대사에 관한 연구”라는 제목으로 역시 원자력원으로부터 50,000원의 연구비를 지원받는 등 원자력 관련 연구비를 지원 받았다. 한편 1960년 ‘갑상선종에 관한 연구’라는 제목으로 800,000원이라는 당시로서는 큰 연구비를 지원받았는데 이는 당시 학장이던 나세진 교수의 명의로 받기는 하였으나 실제 연구는 이문호, 고창순 교수가 진행하였고, 연구비 사사를 대한내과학회잡지에 1961년 명기하여 발표하였다.

이후 국가연구과제 체계가 정비된 상태에서 최초의 국가연구비 수혜는 1984년 고창순 교수가 총괄책임자, 한국유전공학연구조합을 주관연구기관으로 하여 ‘Hybridoma 기법에 의한 소화기암 진단시약용 단일클론항체 개발’ 과제와 ‘방사성동위원소를 이용한 골밀도측정기 개발’이라는 연구주제로 과학기술처(현 교육과학기술부)의 특정연구개발사업(목적기초) 연구비를 받은 과제이다. 이 연구는 1987년 과제보고서를 제출하였다.

(2) 대규모 국가연구비 수혜 (1987년)

1986년 말 이명철 교수가 미국연수를 마치고 교실로 돌아와 국가연구비의 수혜 필요성을 느끼고, 고창순 교수의 도움을 받아 이흥규 교수를 총괄책임자로 과학기술처의 ‘방사성동위원소를 이용한 노령자 및 각종 대사성 골질환에서 골무기물 함량의 정량적 분석을 위한 기계의 개

발 및 임상응용'(1억5천만원/년)과 조보연 교수를 총괄책임자로 하여 '방사성동위원소 표지-단세포균 항체를 이용한 악성종양의 진단과 치료에 관한 연구'(1억5천만원/년)라는 연구주제로 서울대학교 최초의 대형 규모 국가연구과제를 수행하였다. 이 연구비를 바탕으로하여 교실 내 연구를 위한 실험실의 기반이 마련되었으며, 이와 함께 교실 내 연구비관리제도를 확립하여 이후의 과내의 모든 국가연구과제의 연구비 집행을 투명하게 할 수 있었다.

(3) 원전지역주민역학조사 (1990년)

이후 1990년 '원전 종사자 및 주변 주민에 대한 역학조사'라는 연구주제로 1986년대 우크라이나 체르노빌 원전사고, 1989년 영광원전 주변에서 원전 출입자의 무뇌아 유산 등으로 인하여 사회적으로 불안감이 확대되는 분위기에서 원전 운영 시 부수적으로 발생하는 방사선과 인체와의 영향을 규명하는 대규모 역학조사를 원전 종사자와 지역주민을 대상으로 국가연구비를 받아 추진하게 되었다. 원전 종사자 및 주변주민에 대한 역학조사는 서울대병원을 주축으로 한일병원은 신체검사반을 담당하였다. 각 지역 참여 대학병원과 함께 원전종사자 및 주변주민의 현장 검진을 실시하고 이 시료와 자료를 서울대병원에서 분석하고 결과를 도출하였다. 1992년 이명철 교수가 단장, 정준기 교수가 총괄반장직을 이어 받아 수행하였으며 원전역학조사단의 1단계(1992-1995) 최종보고서를 1996년에 제출하였고, 2단계(1998-2000년) 1차 보고서는 서울대학교 의학연구원 원전역학조사단에 의해 '원전 역학조사의 증장기추진과 방사선 영향의 학술적 연구'라는 제목으로 2000년에 제출되었다. 이후 의과대학 의학연구소 산하 원자력영향연구소에서 추적연구가 수행되었다. 이 두 단계의 보고서는 1990년 이후 장기간에 진행된 대규모 인구 집단을 대상으로 한 자료라는 점에서 그 의미가 크다고 하겠다.

(4) SRC와 ERC 장려센터 (1990, 1994년)

1990년에 한국과학재단(현 한국연구재단)의 과학연구센터(Science Research Center, SRC) 연구과제에 공모하여 '방사성동위원소응용물질장려연구센터'로 지정받아 서울대학교 의과대학 핵의학교실 내에 센터를 설립하고, 국내의 핵의학관련 연구자의 대부분이 참여한 커다란 규모의 연구를 진행하였다. 이때 참여하였던 연구자는 후에 각 기관의 핵의학관련 핵심인력이 되었으며, 참여연구기관으로 핵의학과가 있는 거의 모든 의과대학과 공과대학, 약학대학 등이 대학 연구기관으로 참여하였고, 국가출연연구소로 한국원자력연구소(현 한국원자력연구원), 국방과학연구소 등이 연구에 참여하였다.

이 연구과제는 이후 1994년 시작된 공학연구센터(Electronic Research Center, ERC)과제의 '동위원소응용물질개발연구센터'로 이어졌으며, 서울대, 한국원자력병원(현 한국원자력의학원),

KIST, 울산의대, 삼성의료원, 한일병원 등이 참여하여 운영되었다. 이를 통하여 방사성동위원소 표지물질의 개발에 관한 SRC의 후속연구를 진행하였다.

(5) 융합연구활성화 (1990, 1992년)

1990년대 초반에 고창순 교수가 총괄책임자로 서울대학교, 한국과학기술원(KAIST), 한국과학기술연구원(KIST), 울산대학교 등의 참여로 ‘한국과학기술원부설 의과학연구센터설립 타당성 조사연구’와 ‘의과학 연구 활성화 실천계획 관련 조사연구’를 수행하여 의학과 과학의 융합연구의 필요성을 주창하였다. 1996~1998년 이명철 교수가 보건복지부 G7 선도기술의료공학사업의 기획, 총괄책임을 맡아 국내 최초로 국가지원의 의공학 분야 대형과제를 기획하였고 이는 의공학 뿐만 아니라 핵의학 관련 산업 발전에 중요한 계기가 되었다. 이후 기초과학 분야 출신 연구자가 자연스럽게 핵의학교실에 참여하게 되는 계기가 되기도 했다.

1990년대 초반까지의 핵의학 저변확대 노력에 힘입어 1990년대 중반 이후에는 각 교수별로 3~5 가지 이상의 주제를 가지고 국가연구과제뿐 아니라 각 기관의 고유과제에도 참여할 수 있었고, 이러한 과제수행이 현재 핵의학교실의 연구체계를 이루는데 바탕이 되었다. 이러한 공공의 연구비를 수혜하여 진행된 연구과제는 1980년대 연간 1~3개의 과제가 진행되었던 것이, 1990년대 초 연간 10여 개로 1990년대 중반 이후 연간 20여 개의 과제가 교실 내에서 진행되었으며, 현재는 본원뿐 아니라 분당, 보라매 병원을 포함하여 연간 50여개 주제의 과제가 진행되고 있다(과제수행역사 표 및 그림 참조).

(6) KIST2000 (1995년)

1995년부터 시작된 KIST2000 과제에 이명철, 정준기 교수가 ‘뇌혈류 평가용 방사화합물의 정량분석 및 임상평가’라는 주제와 ‘혈류평가용 방사화합물의 표지 및 생체분포 연구’라는 주제로 참여하여 2년간 KIST의 조정혁 박사와 함께 연구를 수행하였다. 이는 핵과학을 포함한 핵의학 분야가 국가연구정책 방향에 반영되고 있는 것을 확인할 수 있는 중요한 계기가 되었다.

(7) 원자력기초공동연구소 사업 (1999년)

1999년부터 6년간 과학기술부 지원(원자력연구기반확충사업)으로 이동수 교수가 총괄책임자를 맡아 ‘핵의학 영상 처리 기술 개발’이라는 제목으로 수행하였으며, 인제대 최홍국, 성균관대 최용, 배재대 이수진 교수가 세부 및 위탁과제 책임자로 참여하였다. SPECT/PET 영상의 물리적 인공물 보정, 생체 현상의 정량화, 영상도해 및 용량분석 기법 등을 개발하였고, 추적자 동역학 분석 및 응용도 향상 방법, 방출 및 투과영상을 위한 통계학적 영상재구성법 등에 대한 연

구를 수행하였다. 동적 ^{15}O -water PET을 이용한 국소 심근혈류 파라미터 영상기법 개발에 대한 탁월한 연구 성과를 인정받아 한국과학재단의 2005년 대표적 우수연구성과 50선에 선정되었다.

(8) 서울시 전략산업 혁신 클러스터 육성 지원사업 (2005년)

2005년부터 ‘첨단의료영상기술 개발 혁신클러스터’라는 제목으로 이동수 교수가 총괄책임자를 맡아 수행하고 있는 서울시 전략산업 혁신 클러스터 사업은 생체분자영상 신기술, 의료영상 성능 개선/최적화 및 영상 유도 암치료 기술, 고감도 감마선 및 광학 첨단 영상장치 개발 및 산업화, 첨단 의료영상기술 산학연 협력 네트워크 구축, 첨단 의료 영상 기술 산업화 촉진을 위한 기술 및 경영지원을 사업 목표로 하며 서울의대 핵의학교실, 가톨릭의대 의공학교실, 중앙대 물리학과 및 7개 의료영상관련 기업(새한산업, 삼영유니텍, 해동기기 등) 등이 참여하고 있다. 정재민, 김상은, 이재성 교수가 부문책임자로 참여하고 있으며, 분자영상 연구수행을 위하여 소동물 전용 PET/CT를 도입하는 등 우리 과의 연구인프라 구축에 큰 기여를 하고 있다.

(9) 국가지정연구실 (NRL; 2008년)

2008년 정재민 교수는 ‘홍분/억제성 조절성 신경계의 신경가소성 평가 영상 기술 개발’이라는 제목으로 교육과학기술부의 기초과학연구사업의 하나인 국가지정연구실에 선정되었다. 최근 뇌 영상연구의 방향이 기존의 한 가지 수용체나 질환을 타겟으로 하는 방향에서 각 질병이나 현상에 대한 다양한 수용체나 타겟을 동시에 살펴 이들의 상호작용을 밝히려는 경향에 발맞추어 뇌 신경계가 손상되었을 경우 이를 극복하기 위하여 신경계가 어떤 상호작용을 하며 변화하는지 PET용 방사성프로브를 이용, 영상화하여 밝히고자 하는 연구주제이다. 그동안 여러 종류의 뇌영상용 방사성프로브를 개발하거나 합성방법을 확립한 경험, 뇌영상을 평가하여 섭취율, 친화도 등을 평가한 영상평가 기법, 이러한 방사성프로브의 임상적용 경험 등을 활용하여 현재 본원의 정재민, 이재성, 이운상 교수, 분당서울대병원의 김유경 교수, 보라매병원의 이호영 교수 등이 협력하여 각종 동물모델에서 microPET 영상, 정상인과 환자를 대상으로한 PET 영상 등을 획득하여 신경가소성을 평가할 수 있는 영상 기술을 개발 중에 있다.

(10) 공동연구센터 육성사업 (DRC; 2008년)

2008년 원자력연구원과 서울대학교는 방사선융합기술의 선진화, 고도화 및 의료 산업 현장에서 바로 활용이 가능한 방사선융합기술 협동연구를 위한 공동연구컨소시엄 구성(Joint research program)을 합의하였으며, 기초기술연구회 지원으로 서울대학교 차세대융합기술연구원 및 한국 원자력연구원 정읍방사선과학연구소 내에 공동연구센터(Degree & Research Center: DRC) 설

립을 추진하기로 한다. 김상은 교수가 협동연구 책임자를 맡고, 이재성, 이운상, 이호영 교수가 참여하여 공동연구센터를 매개로 하여 RI 활용 질병진단치료기술 및 나노분자영상학, 동식물 융합방사선분자영상기술 연구, 방사선융합화학, 방사선융합생물학 등으로 대표되는 방사선융합 의과학 분야의 공동연구를 원자력연구원 정읍방사선과학연구소와 수행하고 있다.

(11) 나노의학 분야 연구 (2009년 이전)

강건욱 교수는 2005년 고려대학교 안동준 교수가 이끄는 나노바이오연구회와 나노기술연구협의회에서 주관하는 제2차 나노기술종합발전계획에 참여하면서 나노의학 분야의 연구를 시작하였다. 2006~2008년 국립암센터 기관과유사업 “분자영상을 이용한 새로운 HER2 검사법의 개발 및 생체영상화”를 국립암센터 유방암센터 이은숙, 공중보건학의 이호영과 함께 수행하여 “양자 점과 허셉틴을 이용한 유방암 진단 키트와 허셉틴 민감성 HER2 과발현 세포를 검출하는 방법” (특허등록번호 10-0972618)을 개발하였다. 2008년 서울대학교 학제간연구 “핵의학/광학 복합 나노영상을 이용한 감시림프절 검사”를 화학부 정두수 교수와 공동수행하여 형광 실리카나노입자를 개발하였다. 김순학 교수는 강건욱 교수와 2008~2011년 암정복추진연구사업으로 “Optical PET/MRI 영상나노입자를 이용한 종양 표적 및 진단법 개발”을 수행하였다.

나. 최근 수행한 주요 연구과제 (2009년 이후)

(1) 미래기반기술 의학-첨단과학기술 융합원천기술개발

2009년 서울대학교 화학생물공학부의 이윤식, 정대홍 교수 연구진과 이동수, 강건욱 교수가 협력하여 ‘SERS 나노입자를 이용한 다중복합 생체 라만분광영상법 및 진단기술 개발’ 과제를 제안하여 채택되었다. 이 과제사업은 그간 급성장해온 첨단과학기술과 유망 산업분야인 의학이 융합하여 미래성장기반이 될 기술을 개발하는 것이 필요하다는 취지에서 정부에서 추진하였으며, M.D.와 Ph.D.가 융합하여 과제를 개발할 것을 전제로 한 것이었다. 이동수 교수는 이윤식 교수와의 긴밀한 협력을 통하여 나노 의학물질과 라만분광영상법이 의료에 획기적 변화를 가져올 수 있다는 전망 하에 이를 연구하는 과제를 구성하였다. 연간 375백만원으로 2009년 9월부터 시작하여 총 5년간 진행되었다.

(2) 나노의학 분야 연구

강건욱 교수는 2009~2011년 한국생명공학연구원 자유공모과제 “핵의학/MRI/광학 복합나노영상을 이용한 감시림프절 검사”를 (주)바이테리얼즈와 산학협력하여 PET/MRI/광학영상이 동시에 가능한 실리카나노입자를 개발하였다.

2010~2012년 교육과학기술부 일반연구지원사업으로 “방사선표지 형광 나노리포좀을 이용한 선택적 암 진단치료 복합법 개발”을 수행하였고 2010~2012년 보건복지가족부 보건의료 기술개발사업 “바이오마커 특이적 RNA 앵타머를 이용한 생체 분자영상법 개발”을 단국대학교 분자생물학과 정선주 교수와 협동 연구하여 알부민 나노입자를 도입하였다. 2011~2012년 (주)누리비스타 기업체 용역과제로 싱가포르국립대학교 배성태 교수가 개발한 산화철나노입자를 이용하여 “발열성 자기나노입자의 생체영상화 및 거동평가”를 수행하였다. 2011~2012년 교육과학기술부 국제화기반조성사업으로 Nanomedicine 편집장인 영국 UCL Kostarelos 교수와 함께 “한국-영국 나노분자영상 및 세포분열 조작기작 융합연구 협력기반 조성”을 수행하여 국제교류를 하였다.

2012~2017년 원자력연구개발사업 “방사선 테라그노시스 의약품 및 기술 개발”을 수행하여 이윤상 교수와 함께 “알부민 기반 질환 추적 진단 또는 치료 나노플랫폼” (특허등록번호 10-1879682)을 개발하였다. 2013년 서울대학교병원 SK텔레콤 일반지원연구 “다기능성-생체기능성 코어셸 금나노입자를 이용한 암추적 분자영상법의 개발”을 화학부 남좌민 교수와 협력 수행하였다. 2017~2019년 서울대학교병원 집중육성사업으로 “뇌종양의 진단과 치료에 있어서 방사성동위원소 표지 알부민 및 형광염료의 활용 가능성 평가 및 실용화”를 신경외과 백선하 교수와 협력하여 임상연구를 수행하였다. 2018~2020년 원자력연구개발사업 “난치성 뇌종양 치료를 위한 SPARC 표적 알부민 방사선 테라노스틱스 개발”을 수행하여 알부민 기반 나노플랫폼의 응용을 확대하였다. 2019년 미국 컬럼비아대학교 김태완 교수 의뢰로 (주)멜라니스 기업과제 “인체적합성 멜라닌 나노소재 생체 분포추적 기술 개발”을 수행하였다. 강건욱 교수는 2018~2020년 한국연구재단 국책연구본부 나노·소재 분야 전문위원으로 활동하였다.

(3) 질병중심 중개연구

2009년 분당서울대학교병원의 김상은 교수가 주관연구책임자로 보건복지가족부의 보건의료 연구개발사업에 응모하여 ‘알츠하이머병의 신경병리 및 신경화학 영상기술 개발과 임상 적용 연구’라는 제목으로 과제가 채택되었다. 이는 알츠하이머병의 각종 신경병리현상을 영상화할 수 있는 각각의 방사성프로브를 개발하고, 이를 임상에 적용하고자하는 연구이다. 이 연구에서는 서울대학교 융합과학기술대학원의 박원철 교수를 영입하여 알츠하이머 치매 영상에 작은 분자의 PET용 방사성프로브뿐 아니라 나노입자를 이용한 영상을 얻으려는 연구를 진행 중이다. 또한 본원의 우종인 교수가 임상적용연구에 같이 참여하여 알츠하이머성 치매 환자에서 치료약물에 대한 치료효과를 분당서울대병원 이병철 박사가 자체적으로 개발한 PET용 방사성프로브를 이용하여 검증해 내고자 하였다.

(4) 신기술융합형 성장동력사업

2009년 방사성의약품의 산업화를 통한 신성장동력의 확보를 위해 국내의 방사성의약품 관련 연구자를 모두 모아 연 30억의 규모로 과제를 구성하였고, 여기에 정재민 교수가 5세부 책임자로 참여하여 2014년까지 과제를 진행하였다. 연 667백만 원의 연구비를 확보하여 새로운 ^{18}F 표지기술을 개발하였고, 발생기를 통하여 생산되는 PET 방사핵종인 ^{68}Ga 를 활용한 연구의 기틀을 마련하였으며 본원의 이윤상 교수, 분당의 이병철 교수가 함께 참여하였다.

(5) 중앙미세환경 글로벌코어 리서치센터

2011년부터 10년간 서울대 약대-의대 공동연구로 중앙미세환경 글로벌 코어 리서치 센터(센터장: 서영준, 연 30억)에 정준기(2011~2018), 윤혜원 교수(2019~2021)는 3-2세부연구책임자로 참여하여 중앙미세환경의 변화에 따른 중앙 이질성의 변화를 분자영상을 통해 증명하는 연구를 수행하고 있다. 이를 통하여 다양한 중앙 미세환경 내의 세포(중앙세포, 면역세포, 섬유아세포 등)의 실시간 분포를 탐지할 수 있는 민감도를 획기적으로 개선한 다양한 리포터를 개발하고 광학, 핵의학을 통한 다양한 방법으로 영상화 하여왔다. 특히 중앙 미세환경 내의 엑소좀에 의한 세포간의 신호전달과 세포주기의 변화 등을 영상화 하였고 방사선에 의한 중앙미세환경의 변화의 관찰을 통하여 난치성 종양 및 전이, 재발에 관한 다양한 치료법 개발과 유관 메커니즘을 연구 중이다.

(6) 신약개발 바이오이미징 융합기술센터

2014년부터 5년간 보건복지부 임상연구인프라조성사업(연 15억)으로 신약개발 바이오이미징 융합기술센터를 김상은 교수를 센터장으로 수행하였다. 본 교실의 강건욱, 천기정, 윤혜원, 이병철 교수 등과 약리학교실 이형기, 유경상 교수, 대구경북첨단의료산업진흥재단의 김동규, 이태관 박사 등이 참여하여 ICBigD3 라는 이름의 센터로 개방형 신약개발 바이오이미징 네트워크(컨소시움)를 구축하고, 신약개발 바이오이미징 서비스 지원 시스템을 통한 보유기술, 인력, 시설, 장비를 활용하여 신약 후보물질의 비임상 및 임상 시험에서 생체 분자영상 등의 바이오이미징 통합 서비스를 실시하고 바이오이미징 융합 신기술개발 및 임상적용 연구를 수행함으로써 국내 신약개발 고속화에 기여하여 신약개발 바이오이미징 기술개발 및 서비스 확산의 글로벌 센터로 발돋움하였다.

(7) 뇌과학연구

이동수 교수는 뇌영상 기반 뇌연결성 분석에 관한 과제를 지난 2014년부터 3년간 진행된 질환

극복기술개발사업의 ‘알츠하이머치매 치료 효과 평가를 위한 뇌 분자영상 및 뇌 연결성 분석 기술 개발’(연세대학교 김영수 교수와 공동연구)과 2015년부터 5년간 수행된 원천기술개발 사업의 ‘뇌신경발달장애의 뇌회로해석을 통한 진단 및 치료효과 평가기술과 뇌자극이용치료기술 개발’(서울대병원 소아정신과 김봉년 교수와 공동연구)을 수행하여 지속적으로 질병의 특이적 뇌연결성 변화 관찰 기술을 개발하고 있다. 또한 뇌과학원천기술개발사업은 이동수 교수의 단독 과제로 ‘개인 맞춤형 매크로커넥톰 구성 및 활용기술개발’을 통해 뇌영상 기반 특정 뇌질환의 특이적 손상뿐만 아니라 뇌영상을 개인 진단 도구로서 활용하고자 2017년부터 5년간 진행하고 있다.

(8) 7T PET/MRI 개발

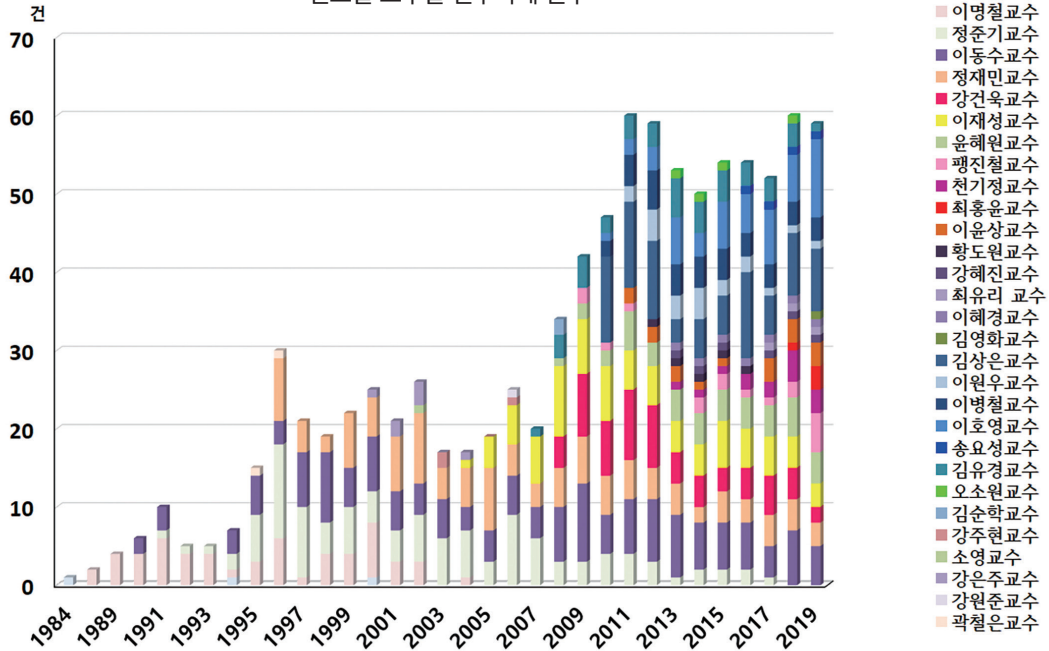
이명철 교수가 2013년 가천길병원장으로 취임하면서, 우리 교실 이재성 교수팀과 가천뇌과학연구소 7T MRI 연구진의 교류가 활발해졌다. 2012년 이명박 대통령과 사우디아라비아 압둘라 국왕의 정상회담에서 체결된 보건의료 분야 협력 사업의 하나로 한국 의료시스템을 사우디아라비아에 수출하는 쌍둥이 프로젝트가 진행되어, 서울대와 가천대가 강점을 갖는 SiPM PET과 7T MRI를 결합한 최첨단 7T PET/MRI 개발 및 수출을 추진하였으나, 정권이 바뀌면서 무산되었다. 그러나 미래창조과학부에서는 이 과제의 중요성을 인지하여 “뇌과학원천기술개발사업”을 통하여 2014년부터 2019년까지 인체용 7T PET/MRI 연구개발을 지원하게 되었다. ‘뇌질환 임상연구를 위한 7T MRI 기반 융복합 영상진단기술 개발’이라는 대과제 명으로 진행된 이 과제에서 이재성 교수팀은 7T MR-compatible PET 시스템 개발을 맡아 국내 최초로 뇌 전체 영상이 가능한 PET prototype을 개발하고 가천대 정준영 교수팀과 함께 7T PET/MRI 동시 영상에 성공했다. 2019년 최종평가에서 최우수 등급인 ‘S’등급을 받았다.

(9) 연구중심병원 사업 (임상)

연구중심병원 사업은 높은 인적 열량을 지닌 우리나라 주요 병원들을 연구개발의 주요인프라로 활용하여 통합 개방함으로써 산, 학, 연, 병 간 연구개발 협력을 촉진하는 것을 목표로 2014년 시작되었다. 특히 비즈니모델과 플랫폼 개발을 중요가치로 뒀으로써 실용화를 달성하고자 하였고 개별 과제당 년 25억 내외로 9년간 사업을 진행하는 대규모 과제로 기획되었다. 서울대학교 병원은 사업 첫해인 2014년, ‘암 유전단백체 기반 맞춤형치료실용화’와 ‘염증재사질환을 극복하기 위한 개방형 플랫폼 구축’이라는 2개의 유닛으로 시작하였고 2018년 유전자-세포-장기 융합 바이오치료 플랫폼 구축 유닛이 추가 되었다. 핵의학과는 제2유닛에 세부과제로 참여하여 6년간 성공적으로 과제를 수행하였으며, 염증영상 신기술개발, 신약후보물질의 영상기반 PK/PD 평가, 약물 유효성 평가, 염증영상 임상 실용화 등에서 여러 성과를 내고 있다.

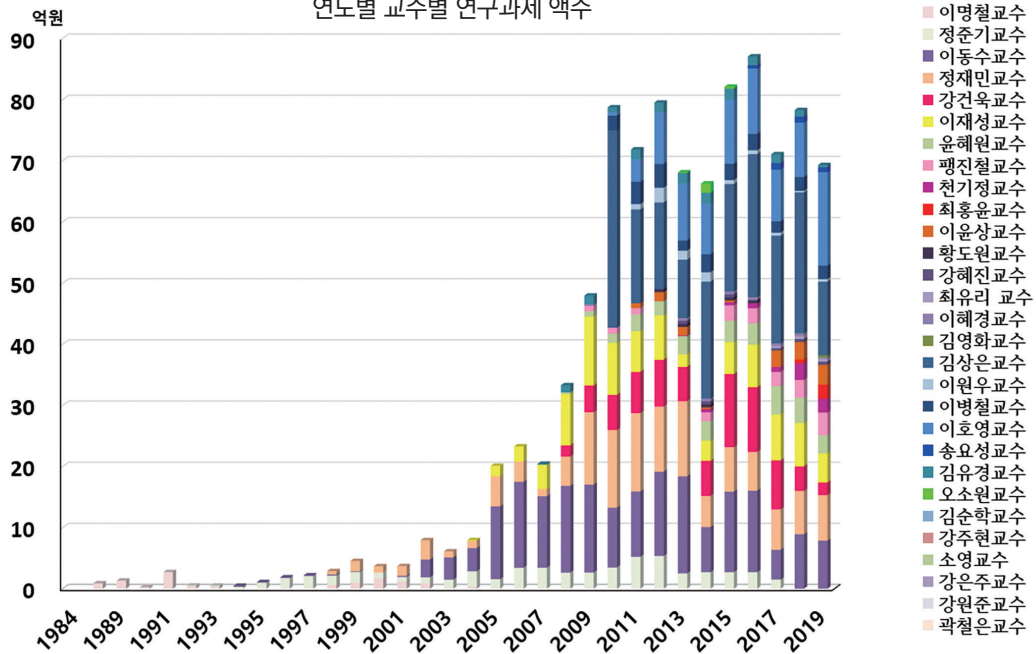


연도별 교수별 연구과제 건수



과제수행 역사 표(건수)

연도별 교수별 연구과제 액수



과제수행 역사 표(액수)

4) 연계 학술활동

가. 논문 및 초록 발표

1960년 개설된 서울대학교의과대학부속병원 동위원소진료실은 많은 연구와 논문의 산실이였다. 1959년 국내 최초로 방사성동위원소를 의학적으로 이용한 이래 발표된 첫 연구 논문은 1961년 대한내과학회지(4(3);29)에 발표된 것으로 이문호, 강수상, 고창순 등 10인의 “放射性同位元素沃素(I131)를 사용한 甲状腺腫의 研究”였다. 이후 1965년까지 이문호 교수의 지도와 고창순 당시 전공의의 주도로 연간 3~6편의 방사성동위원소 이용 논문이 발표되었다. 고창순 교수는 방사선의학연구소 재직 시절 일본 放射線醫學總合研究所에 10개월간 방문하여 연구하였고 이때의 연구를 J Nucl Med에 ‘An approach to developing adrenal gland scanning’ (Nagai T, Solis BA, Koh CS, 1968)라는 논문으로 게재하여 국내 핵의학자의 첫 국제 논문으로 기록되었다. 1969년 고창순 교수가 서울대학교동위원소 진료실로 옮기면서부터 본격적인 논문 발표가 시작되어, 1970년대에는 고창순 교수와 함께 동원회 체계가 구성되면서 연간 6~10편의 논문이 꾸준히 발표되었다. 1971년 고창순 교수는 미국 LA에서 열린 세계핵의학회(미국핵의학회 중 열림)에 참석하여 ‘Renogram in Korean hemorrhagic fever patients’를 주제로 처음으로 국제 학회 발표를 하였다. 이후 미국핵의학회에서는 1988년 정준기 교수가 우리나라에서는 최초로 ^{111}In 표지 anti-myosin antibody에 관한 동물실험 연구로 연제 구연발표를 하였다.

1980년대에 들어 조보연(1979년), 이명철(1981년), 정준기(1985년) 등 교수진의 보강과 전임의 제도 시행(1983년), 우수 전공의 확보 등으로 인적 자원이 늘어나면서 연구 논문이 많이 늘어났다. 1980년대 초중반에 이미 연 10~17건의 논문을 발표하였고, 1980년대 후반에는 매년 20~24편의 논문이 발표되었다. 이와 더불어 논문의 질적 향상도 이루어져 1989년에는 조보연 교수의 논문 ‘HLA and Grave’s disease in Korea’가 처음으로 SCI 학술지인 Tissue Antigen (1987;30:1191)에 게재되기도 하였다.

1990년대에 접어들면서 질적, 양적으로 연구 성과가 향상되는 여러 계기가 마련되었다. 임상, 방사화학, 물리 등 핵의학 각 측면에서 이동수(1990년), 정재민(1994년), 곽철은(1994년) 같이 젊은 교수들이 충원되었고, 1996년부터는 김석기를 필두로 핵의학 전공의가 들어오기 시작했으며 이재성과 같은 우수한 학생들도 합류하였다. 한편 정준기(미국 NIH; 1988~1989), 이동수 교수의 연수(미국 워싱턴대학; 1993~1994)로 새로운 연구 분야가 열렸다. 장비 측면에서도 1993년 이중/삼중헤드 SPECT 카메라, 1994년 PET 및 사이클로트론 도입 등이 이루어졌다. 이러한 성과로 1980년대에는 통틀어 2편 발표되었던 SCI 등재학술지 논문이 1990년대에는 68편으로 증가하였다. 전체 논문 수도 매년 20편 전후를 기록하다가, 1999년에 32편에 이어 2000년에는 40편에 이르게 되었다.

이 시기 정준기 교수는 핵의학 주요 학술지인 J Nucl Med에 교실 처음으로 'Clinical immunoscintigraphy of ovarian carcinoma using iodine-131-labeled 145-9 monoclonal antibody'라는 논문을 게재하였으며(1993), 김석기와 천기정은 핵의학 전공의 최초의 해외 논문을 비슷한 시기에 게재하였으며(Clin Positron Imaging 1999), 이재성은 우리 교실에서 처음으로 IEEE 논문 중에 가장 피인용회수가 높은 IEEE Trans Med Imaging (2000)에 논문을 게재하기도 하였다. 또한, 우수논문상을 수상한 수준 높은 논문도 여럿 발표되었는데 FDG PET과 ¹³¹I 스캔 간의 역 상관관계를 밝힌 정준기 교수의 J Nucl Med 논문(1999)과 심근 줄기세포 영상을 위한 NIS 유전자 형질전환 마우스를 개발, 보고한 강주현, 이동수 교수의 J Nucl Med 논문(2005)은 각각 미국핵의학회지의 우수논문상을 받았다.

국내 연구로 미국핵의학회(SNM)에 발표한 초록은 1990년대에 들어서야 처음 나타났으나 그 이후 급격히 증가하였다. 1995년 SNM 발표 연제는 3개에 불과했으나 1999년에는 26개에 이르렀다. 2000년대는 논문 및 초록 발표 등 연구 성과가 만개한 시기였다. 매년 40~50편 이상의 논문을 발표하였으며 2005년에는 56편으로 역대 최다를 기록하였다. 이러한 성과에는 새로운 연구 분야를 활발히 개척하고 인적 자원을 충원한 것이 주효하였으며, 2004년 개원한 분당병원이 또한 큰 역할을 하였다. 핵의학물리 분야의 이재성(2005~) 교수, 분자영상학 분야의 강주현(2001~2006), 김순학(2006~2009), 윤혜원(2008~), 황도원(2010~) 교수, 방사화학 분야의 이운상(2008~) 교수, 인지정신과학 분야의 김재진(2000~2002), 강은주(2003~2005) 교수 등 다양한 분야를 전공한 연구교수진이 수준 높은 연구를 이끌어 냈고, 우수한 전공의와 학생들이 충원되어 주요 국가연구과제를 수행하며 많은 연구 성과를 내었다.

특히, 2000년대에는 괄목할만한 연구업적들이 많았는데, 대표적으로 이동수 교수는 2001년 'Deafness: cross-modal plasticity and cochlear implants'라는 논문을 서울의대 자체 연구로는 최초로 Nature에 게재하였다. 또한, 정준기 교수의 J Nucl Med 종설논문(2002)인 'Sodium iodide symporter: Its role in nuclear medicine'은 현재까지 382회 인용되었으며 새로운 신생혈관영상용 방사성의약품 개발에 대한 정재민 교수 논문인 'Preparation of a promising angiogenesis PET imaging agent: ⁶⁸Ga-labeled c(RGDyK)-isothiocyanatobenzyl-1,4,7-triazacyclononane-1,4,7-triacetic acid and feasibility studies in mice'은 214회 인용되었다. 김수진 박사의 논문 'Multiple linear analysis methods for the quantification of irreversibly binding radiotracers'은 J Cereb Blood Flow Metab(2008) 표지논문으로 소개되기도 하였다. 또한, 전공의와 학생의 연구업적도 질과 양 측면에서 향상되어, 전공의 최초로 팽진철이 주요 학술지인 J Nucl Med에 논문을 게재하였으며(2001), 이후 이호영, 이종진 등 전공의들이 주요 SCI 학술지에 논문을 게재하였다. SNM 초록 발표도 2000년대에 활발해져 연 30편 가량을 유지하다가

2009년에는 52편에 이르렀으며, 질적으로도 꾸준히 향상되어 매년 많은 발표가 각 분야 하이 라이트 세션에서 그 해의 주요 연구업적으로 소개되기도 하였다. 2010년대 들어 분자영상 연구는 나노메디신과 테라노스틱스 분야로 발전하고, 물리 및 뇌인지 분야에서는 PET 영상기기 개발과 뇌 네트워크 모델링 관련 논문들이 증가하는데 매년 평균 80편(본원: 45, 분당: 18, 보라매: 8) 정도의 논문을 출간하였다. 특히 각 분야에서 획기적인 발전을 선도한 업적들이 많이 있었는데 그 중 대표적인 논문들로는 세계 최초로 SiPM PET을 개발하고 PET/MRI 영상을 얻는데 성공한 ‘Development of small-animal PET prototype using silicon photomultiplier (SiPM): initial results of phantom and animal imaging studies’ (J Nucl Med 2011, 제1저자: 권순일, 교신저자: 이재성)과 ‘Initial results of simultaneous PET/MRI experiments with an MR-compatible silicon photomultiplier PET scanner’ (J Nucl Med 2012, 제1저자: 윤현석, 교신저자: 이재성), 나노입자의 새로운 친수화 기법 개발로 일정한 크기의 나노입자의 구현을 가능하게 한 ‘Nanoparticles modified by encapsulation of ligands with a long alkyl chain to affect multispecific and multimodal imaging’ (J Nucl Med 2012, 제1저자: 이영경, 교신저자: 정재민), Bone SPECT/CT의 정량화에 관한 세계 최초의 임상 논문인 ‘Maximum standardized uptake value of ^{99m}Tc hydroxymethylene diphosphonate SPECT/CT for the evaluation of temporomandibular joint disorder’ (Radiology 2016, 제1저자: 서민석, 교신저자: 이원우), MIT Technology Review에 소개된 ‘Predicting cognitive decline with deep learning of brain metabolism and amyloid imaging’ (Behav Brain Res 2018, 최홍윤, 진경환) 등을 들 수 있다.

또한, 우수 저널의 표지를 장식한 논문들도 많이 나왔는데, 무감정과 우울증을 동반한 알츠하이머 치매 환자의 뇌혈류 이상을 분석한 ‘Regional cerebral blood flow abnormalities associated with apathy and depression in Alzheimer disease’ (Alzheimer Dis Assoc Disord 2012, 제1저자: 강지연, 교신저자: 이재성), 인간 발현에서 최적화된 진단/치료용 합성 NIS 리포터 유전자를 개발한 ‘Codon-optimized human sodium iodide symporter (opt-hNIS) as a sensitive reporter and efficient therapeutic gene’ (Theranostics 2015, 제1저자: 김영화, 윤혜원, 교신저자: 윤혜원, 정준기), 치료용 중간엽 줄기세포의 뇌종양에서의 효과를 보고 다중영상 추적한 ‘Dihydropyrimidine dehydrogenase is a prognostic marker for mesenchymal stem cell-mediated cytosine deaminase gene and 5-fluorocytosine prodrug therapy for the treatment of recurrent gliomas’ (Theranostics 2016, 제1저자: 정태문, 나주리, 교신저자: 윤혜원, 정준기), 클릭화학을 이용 알부민 기반 나노플랫폼을 개발한 ‘Versatile and finely tuned albumin nanoplatfrom based on click chemistry’ (Theranostics 2019, 제1저자: 박지용, 송명근, 교신저자: 이윤상, 강건욱, 임형준) 등이다.



SNM 초록 발표는 2010년대 중반까지는 매년 40~50편 정도의 숫자를 유지하다가 후반기 들어 교실원들이 참석하는 국제학회의 종류가 다양해지고, 전공의 숫자가 감소함에 따라 발표 숫자도 점차 줄어드는 추세이나, 연구의 질 향상을 추구하고 있다.

나. 학술지 활동

서울대학교 핵의학 교수 및 동문들은 대한핵의학회지 등 국내 학술지는 물론이고 다양한 주요 국제 학술지에서 편집위원 및 편집자로 활동하고 있으며 교실 교수들의 대표적인 학술지 편집위원 활동은 다음과 같다.

학술지명	편집위원 활동
American Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging	정재민(2012~), 강건욱(2011~), 이재성(2011~)
Annals of Nuclear Medicine	이명철(2008~), 정준기(2005~)
Asia Oceania Journal of Nuclear Medicine & Biology	강건욱(2013~), 이재성(2013~)
Biomedical Engineering Letters	이재성(2010~, 편집장 역임)
Current Medical Imaging Review	강건욱(2013~)
Electronics	이재성(2020~)
EJNMMI Physics	이재성(2017~)
European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging	이명철(1998~), 정준기(1998~), 이동수(2001~)
IEEE Transaction on Radiation and Plasma in Medical Sciences	이재성(2020~)
Journal of Korean Medical Sciences	팽진철(2014~)
Journal of Nuclear Medicine	이명철(1999), 정준기(1997~), 이동수(2003), 정재민(2013~), 윤혜원 (2018~)
Journal of Radiopharmaceuticals and Molecular Probes	정재민(2015~, 편집장 역임)
International Journal of Molecular Sciences	윤혜원 (2020~)
Medicine	팽진철(2012~)
Molecular Imaging and Biology	정준기, 이재성(2020~), 강건욱(2020~)
Molecular Imaging, Human Gene Therapy	정준기(2005~)
Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine	이동수(2014~2016), 강건욱(2011~)
Nuclear Medicine and Biology	정재민(2009~)
Nuclear Medicine and Molecular Imaging	정준기(1985~ 편집장 역임), 이동수(2005~, 편집장 역임), 정재민(2009~), 이원우, 이재성(2006~), 천기정, 팽진철
Physics in Medicine and Biology	이재성(2013~)
Precision Nanomedicine	이동수(2018~)
Radiation Medicine	이명철(1998~2008)
World Journal of Nuclear Medicine	이명철(2002~), 정준기(2001)

다. 저술 활동

서울대학교 핵의학 교수 및 동문들은 학문적성과의 확산을 위하여 교과서 등 각종 저술 작업을 적극적으로 주도하거나 함께 하여 많은 성과를 내었다.

저서명	저자
臨床核醫學	이문호 저, 여문각, 1982
임상 핵의학 검사 기술학	서일택 저, 고창순 감수, 고려의학, 1987
Progress in thyroidology	고창순 저, 고려의학, 1989
환자를 위한 갑상선	고창순 저, 고려의학, 1990
핵의학	고창순 편저, 고려의학, 1992
Handbook of Targeted Delivery of Imaging Agents	Torchilin VP 편저, 정재민, 고창순 공저, CRC Press, 1995
갑상선백과	고창순 공저, 서음출판사, 1996
핵의학 제2판	고창순 편저, 교실동문 공저, 고려의학, 1997
Nuclear Imaging of the Chest	박용휘, 김의신, Isawa T 편저, 이동수 공저, Springer, 1998
암연구기법	정준기 저, 의학문화사, 2000
심장핵의학	이명철, 정준기 편저, 교실동문 공저, 고려의학, 2002
Brain Imaging Using PET	Senda M, Kimura Y, Herscovitch 편저, 강건욱, 이재성, 이동수, 이명철 공저, Academic Press, 2002
진단방사선학	한만청 편저, 정준기 공저, 일조각, 2003
Molecular Nuclear Medicine: The Challenge of Genomics and Proteomics to Clinical Practice	Feinendegen LE, Shreeve WW, Eckelman WC, 박용휘 편저, 정준기 공저, Springer, 2003
Clinical PET, Principles and Applications	김의신, 이명철, Inoue T, Wong WH 편저, 정준기, 김병태, 이동수, 김상은, 이경한, 김성은, 팽진철, 이호영 공저, Springer, 2004
Sectional Anatomy: PET/CT and SPECT/CT	김의신, Mar MV, Inoue T, 정준기 편저, Springer, 2008
고창순 핵의학 제3판	정준기, 이명철 편저, 교실동문 공저, 고려의학, 2008
핵의학 길잡이	핵의학교육연구회 편저, 고려의학, 2009
순환기학	최윤식, 이영우 편저, 이동수, 팽진철 공저, 일조각, 2010
Moyamoya Disease Update	조병규 편저, 이동수, 팽진철 공저, Springer, 2010
Electronic Circuits for Radiation Detection	Iniewski K 편저, 이재성, 홍성중 공저, CRC Press LLC, 2010
영상의학회 물리학교과서	영상의학회 편저, 이재성 공저, 일조각, 2010
PET-CT Beyond FDG	anti S, Farsad M, Mansi L 편저, 강건욱, 정재민 공저, Springer, 2010
영상의학 제3판	한만청 편저, 강건욱 공저, 일조각, 2010
임상 PET	이명철 편저, 교실동문 공저, 고려의학, 2011
Radiation Technology and Its Applications	Yoo BD 편저, 정재민 공저, Design MORU, 2011

Handbook of Nuclear Medicine and Molecular Imaging: Principles and Clinical Applications	김의신, 이동수, Tateishi U, Baum RP 편저, 이재성, 이운상, 김유경, 이동수, 이호영, 정준기, 팽진철, 천기정, 김석기, 오소원, 강건욱 공저, World Scientific; 2012
Clinical PET and PET/CT: Principles and Applications, 2 nd Edition	김의신, 이명철, Inoue T, Wong W-H 편저, 이호영, 박은경, 김석기, 강건욱, 이동수, 오소원, 김상은, 이종진, 송요성, 이원우, 강원준, 팽진철, 최창윤, 김병태, 정준기, 이경한, 임상무, 최준영, 이재성, 강건욱 공저, Springer, 2013
Medical Imaging: Technology and Applications	Farncombe T, Iniewski K 편저, 이재성, 이동수 공저, CRC Press, 2013
Theranostics, Gallium-68, and Other Radionuclides	Baum RP, Rösch F 편저, Hoigebazar L, 정재민 공저, Springer-Verlag, 2013
한국인의 건강검진	조상현 편저, 팽진철 공저, 고려의학, 2013
Therapeutic Nuclear Medicine	Baum RP 편저, 이운상, 정재민 공저, Springer-Verlag, 2014
Molecular Imaging of Small Animals – Instrumentation and Applications	Habib Zaidi 편저, 정준기, 윤희원, 강건욱 공저, Springer, 2014
Internet Addiction	Montag C, Reuter M 편저, 김상은, 박현수 공저, Springer, 2017
Pitfalls in Musculoskeletal Radiology	Wilfred CGP 편저, 이재성, 양승오 공저, Springer, 2017
Combined Scintigraphic and Radiographic Diagnosis of Bone and Joint Diseases	박용휘 편저, 이원우 공저, Springer, 2017
Radionanomedicine	이동수 편저, 강건욱, 송명근, 황도원, 이운상, 서민석, 임형준, 천기정, 이재성, 서성호, 최홍윤, 하승균, 김용일, 오소원 공저, Springer, 2018
고창순 핵의학 제4판	강건욱, 김상은, 이동수, 정준기 편저, 교실동문 공저, 고려의학, 2019
심부전	대한심부전학회 편저, 팽진철 공저, 대한의학, 2020

4. 대외협력활동

1) 국내 협력활동

가. 대한핵의학회

서울대학교는 대한핵의학회 창립에서 주도적 역할을 하였다. 방사성동위원소의 의학적 이용을 계속 발전시킬 학문적 토대가 필요함을 절감하여 1961년 11월 대한핵의학회 설립을 받기 하였을 때 이문호 교수를 비롯한 이장규, 민병석, 고창순, 이민재 등 동문들이 주축으로 참여하였다. 같은 해 12월 28일 서울대학교 의과대학 강의실에서 43명의 동호인이 참석한 가운데 창립총회를 개최하여 회칙을 채택하고 초대 회장으로 이문호 교수를 선출하여 대한핵의학회가 정식 출범하였다.

1975년까지 학회를 이끌었던 이문호 교수가 1976년 명예회장으로 추대되었으며 고창순 교수가 제1대(1976~1985) 대한핵의학회 이사장, 이장규 교수가 제2대 회장으로 선출되어 학회를 이끌게 되었다. 그 후 고창순 교수가 제8대 회장(1989~1990), 김목현 동문이 제11대 회장(1994~1996), 홍성운 동문이 제16대 회장(2004~2006), 노홍규 동문이 제4대 이사장(1990~1992), 이명철 교수가 제5대 이사장(1993~1996), 정준기 교수가 제7대 이사장(1999~2002), 김병태 동문이 제8대 이사장(2002~2005)을 맡는 등, 학회를 위해 활동하였다. 이명철 교수가 제17대 회장(2006~2007) 역임 시 이사장직을 없애고 회장 단일체제로 정관을 개정 변경하였다. 이후에도 범희승 동문(제19대, 2008~2010), 이동수 교수(제20대, 2010~2012), 문대혁 동문(제21대, 2012~2014), 김상은 교수(제23대, 2016~2018), 이경한 동문(제24대, 2018~2020)이 회장으로 선출되어 활동하였다. 현재 민정준 동문이 제25대(2020~2022) 회장으로 활동 중이며, 강건욱 교수가 차기회장(제26대, 2022~2024)으로 선출되었다. 이 외에도 여러 교수와 동문들이 학회 이사 등의 보직을 맡아 활발히 활동하였다.

대한핵의학회의 공식 학술잡지인 '대한핵의학회잡지' 제1권 제1호는 1967년 3월 1일 창간되었다. 이후 매년 2회씩 발간되다가 1985년 연 4회로 늘려 발행하였으며, 2009년까지 질적 양적 향상을 거듭해오던 중 학회지의 SCI 등재 추진을 결정하였다. 2010년부터 영문으로 전환하고 Springer를 출판사로 하여 Nuclear Medicine and Molecular Imaging이라는 이름으로 출판하게 되었다. 이 과정에서 학회 간행이사 정재민 교수가 크게 공헌하였고 전환 후 첫 편집위원장으로 정준기 교수가 위촉되었다. 이후 이동수 교수가 2014~2020년 편집위원장을 맡아 비공식 impact factor 2.0을 넘기는 등 비약적 발전을 이루었고, 현재 범희승 동문이 편집위원장을 맡고 있다.

나. 대한핵의학기술학회

대한핵의학기술학회는 1976년 12월 5일 동위원소진료실에 근무하는 서울의대부속병원, 고려병원, 원자력병원의 직원 7명이 모여 기술학회의 발족이 필요하다는 공감대를 이루고, 12월 18일 18명이 참석한 송년회장(필동성심병원)에서 정식으로 거론하고 발기인 모임을 가짐으로써 설립되었다. 1977년 1월 5일 원자력병원 동위원소실에서 가칭 준비위원회를 구성하고 학회 명칭을 “대한핵의학기술학회”라 정하고 정관 및 회장단(임원)을 선출하였다. 회장 곽종철(필동성심병원)과 더불어 재무이사로 서일택 당시 수석기사가 선출되었다. 서울대학교병원 서일택 기사가 1993년부터 1995년까지 제9대 회장으로 학회를 이끌었다. 이후 진광호 수석기사(제11대), 조규진 기사장(제12대), 정윤영(제13대), 원우재(제15대), 이인원 팀장(제16대), 조시만(제17대), 노경운 기사장(제18대, 2017~2019) 등이 회장으로 선출되어 학회를 이끌었고, 현재 이홍재 수석기사가 제19대(2020~2022) 회장으로 활동 중이다.

다. 연관 학회 활동

(1) 대한의료정보학회

대한의료정보학회는 정보화 사회로 지향하자는 사회적인 요구에 따라 의료계, 학계, 산업계 인사들이 한데 모여 1987년 9월 25일 창립되었다. 고창순 교수가 대한의료정보학회 초대회장으로 추대되어 학회의 토대를 구축하였으며 제9차 세계의료정보학술대회 조직위원장(1995~1998)으로서 학술대회의 성공적인 개최에 크게 이바지 하였다.

(2) 대한방사선방어학회

대한방사선방어학회는 방사선방어에 관한 제반 연구 및 발전에 이바지하고 학술의 국제교류 및 국제학술단체와의 상호협력 증진에 기여함을 목적으로 1975년 창립총회를 열고 활동을 시작하였다. 고창순 교수가 창립 주역으로 제1, 2대 부회장(1975~1979)을 역임하였고, 이명철 교수가 제16대 회장(2006~2007)으로 학회를 이끌었다. 범희승 동문(2008~2009, 2016~2017), 김종순 동문(2010~2011)이 부회장으로 활동하였으며, 송호천 동문이 대외정책이사(2018~2019), 강건욱 교수가 미래기획위원장(2020~2021) 등으로 기여하였다.

(3) 대한의용생체공학회

대한의용생체공학회는 의학, 생물학에 대한 공학적인 방법과 공학에 대한 의학, 생물학적 지식의 응용에 관한 학술 및 기술의 진흥과 지식의 교류, 사회에 대한 사업의 진흥을 도모하는 것을 목적으로 1979년 창립총회를 개최하고 활동을 시작하였다. 고창순 교수가 제5대 회

장(1985~1987)을 맡았고, 고창순 교수의 제안으로 보건복지부 G7 선도기술의료공학사업이 1996년 시행되어 이명철 교수가 기획 및 총괄책임자를 맡았다. 이명철 교수는 제12대 회장(1997~1999)으로 학회를 이끌면서 1998~1999년 제4차 아태의공학회 조직위원회 부위원장으로 활동했다. 이재성 교수가 2010년부터 편집이사를 맡고 있으며 2016년부터 영문학술지 Biomedical Engineering Letter의 편집위원장을 맡고 있다.

(4) 대한뇌기능매핑학회

2002년 뇌기능 매핑 연구에 관심을 가진 국내 연구자들이 모여 창립되었다. 뇌기능 매핑을 위한 획기적 영상 도구들의 발전을 기반으로 하여 정상적 뇌기능에 대한 이해 증진과 뇌기능 이상과 관련된 질환에 대한 진단 및 치료 활용도 증가를 목표로 한 연구들을 활성화하기 위하여 창립하였다. 이명철 교수가 초대회장을 맡은 후 고문으로 활동하였고, 이동수 교수가 국제이사, 기획이사, 교육이사, 감사 및 제5대 회장으로 기여하였다.

(5) 대한분자영상(의)학회

2002년 12월 10일 분자 수준의 변화를 영상으로 분석 평가함으로써 질병에 대한 이해, 질병의 조기 진단, 분자유전자 수준의 치료를 발전시키고자 하는 목적으로 연구회가 창립되었다. 2004년 분자영상의학회로, 2009년 다시 분자영상학회로 명칭을 변경하였다. 정준기 교수, 문대혁 동문, 이경한 동문 등이 회장직을 맡았고, 강건욱 교수, 민정준, 정환정, 강주현, 김광일 동문 등이 주요 이사로 참여하고 있다.

(6) 대한갑상선학회

갑상선 질환의 급격한 증가를 배경으로, 핵의학을 포함한 여러 다양한 분야의 상호 협력적인 진료와 연구를 위하여 2008년 2월 16일 창립되었다. 2008년 정준기 교수가 초대 부회장, 김종순 동문이 이사장을 맡았다. 조보연 교수(2010), 정준기 교수(2013), 범희승 동문(2021) 등이 회장을 맡아 기여하였다.

(7) 대한방사성의약품학회

대한핵의학회 내의 방사성의약품화학연구회가 2010년 구성되어 정재민 교수가 연구회의 주요 구성원으로 활동하였다. 방사성의약품연구회는 기존 핵의학에서 사용되는 방사성의약품과 새롭게 개발되는 방사성의약품에 대한 연구교류를 목적으로 설립되었으며, 이를 바탕으로 2014년 대한방사성의약품학회가 설립되어 정재민교수가 초대회장으로 2년간 학회를 운영하였다. 2020년 현재 이윤상 교수가 총무이사로 학회 업무를 하고 있다.



라. 유관 기관/단체 활동

(1) 한국방사선진흥협회

한국방사선진흥협회는 방사성동위원소 이용조성, 안전증진 및 산업 발전에 기여하는 것을 목적으로 설립된 단체이다. 1985년 5월 30일 한국방사성동위원소협회 창립총회를 열어 고창순 교수가 부회장으로 선출되었고, 이후 고창순 교수가 제3~5대 회장으로 선임되어 협회를 위해 공헌하였다. 1991년부터는 이명철 교수가 협회 감사, 이사, 부회장으로서, 이어 정준기 교수가 부회장으로서 협회에 기여하였다. 2008년 4월 28일 '방사선 및 방사성동위원소 이용진흥법'에 의한 한국동위원소협회로 변경되어 재창립하였으며, 2014년 사단법인 한국방사선진흥협회로 개칭하였다. 2010~2017년 이명철 교수가 제9~11대 회장을 맡아 협회를 이끌었으며, 특히 재임 기간 정읍연구센터를 설립하였고 숙원 사업이던 협회 회관을 확보하였다. 현재 김상은 교수가 부회장, 강진욱 교수가 이사 및 핵의학발전전략위원장으로 활동하고 있다.

(2) 방사선의학연구소 (현 원자력의학원)

1960년대 방사선의학 연구가 점차 다양해지면서 더욱 효율적인 연구와 이용을 위해 중심기구의 필요성에 부응하기 위해 원자력원은 1962년 11월 26일자로 원자력연구소 안에 방사선의학연구실을 설치했고, 방사선의 의학적 이용에 관한 학술적인 연구를 분장시켰다. 이것이 모체가 되어 다음해 12월 17일 방사선의학연구소로 승격하여 원자력원 직속기구로 독립하게 되었다. 고창순 교수가 1964년부터 1969년까지 동위원소연구실장으로 방사선의학연구소에서 근무하였고, 서울대학교병원 동위원소진료실 멤버였던 이장규 교수가 1969년 2월 15일 제2대 소장으로 취임하였다. 이후 원자력병원으로 변경되었다가 과학기술부 산하 원자력의학원으로 승격되었다. 원자력병원 및 원자력의학원에는 홍성운(부원장), 김종순(의학원장), 임상무(방사선비상진료센터장), 최창운(병원장), 천기정, 김성은, 김병일, 임일한, 이인기 동문 등이 근무하였거나 근무하고 있으면서 한국 핵의학 발전의 견인차 역할을 하고 있다. 원자력병원 시기 고창순 교수, 이명철 교수, 홍성운 동문 등이 이사직을 맡았고, 원자력의학원에서는 이명철, 정준기 교수가 이사를 맡았다.

(3) 원자력연구원

원자력연구원은 원자력연구개발의 종합적 수행을 목표로 1959년 설립된 정부출연 연구기관이다. 비발전 원자력기술 연구 분야에서 핵의학과 밀접한 연관을 갖고 있으며, 특히 방사성동위원소 및 방사성의약품의 생산 연구 분야에서 깊은 협력관계를 맺었다. 이명철 교수가 이사(1997~2003)로 활동하였고, 연구원 소속의 최선주 박사가 교실 겸임교원으로 임용되기도 하였으며 ^{177}Lu -DOTATATE의 초기 비임상 개발 단계에서 국가 과제를 함께 수행하기도 하였다.

(4) 방사선보건원

방사선보건원은 방사선보건 전문기관으로서 김종순 동문이 주도적으로 활동하여 1996년 한일병원 방사선보건연구소로 발족하였으며, 2001년 한국수력원자력(주) 산하로 변경되었다가 2014년 방사선보건원으로 변경되었다. 정준기 교수와 이명철 교수가 원전역학조사 등 여러 협력사업을 공동수행하였으며, 이명철 교수는 2006년부터 현재까지 자문위원장으로 역할을 하고 있다. 방사선의학의 최일선에 있는 핵의학과 밀접한 협력을 하여 왔으며, 김종순, 김소연 동문이 원장을 역임하였다.

(5) (사)원자력응용의학진흥협회

‘(사)원자력응용의학진흥협회’는 세계핵의학회의 운영 및 개최를 위한 법적 기구로서, 원자력응용의학 연구와 그에 관한 학술발전 및 보급에 기여하기 위하여 발족되어 2003년 10월 14일 사단법인으로 설립되었다. 이명철 교수가 초대 회장으로 추대되었으며 정준기 교수가 총무이사, 서일택이 사무국장에 선임되었다.

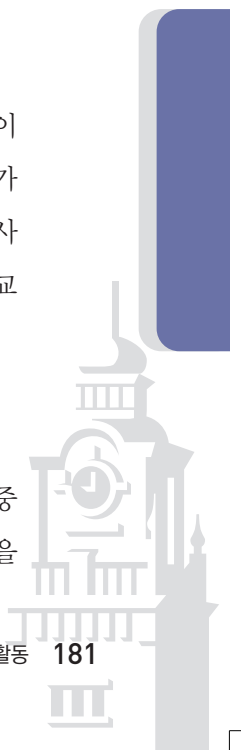
세계핵의학회 개최와 관련된 업무를 비롯 국제원자력응용의학 분야의 과학기술발전에 필요한 대외협력, 조사, 학술 연구 개발에 관한 정보 및 자료의 수집과 교류업무 등을 담당하였으며 원자력응용의학의 국제진흥을 위한 기금 조성 및 국제원자력응용의학 이용에 관한 학술연구 발표회, 토론회 및 강연회 등을 개최하고 원자력응용의학의 이용과 관련된 국내외 제 기관과의 상호 기술협력과 학술진흥 교류활동에 관련된 출판업무 등을 진행해 왔다. 세계학회 개최 후에는 주로 리더십 교육, 핵의학 포럼 운영, 국내외 핵의학진흥사업을 주로 해왔으며, 현재 강건욱 교수가 회장으로 활동하고 있다.

(6) 대한의학회

대한의학회는 1966년 의학협회에서 당시 34개 분과학회를 통괄할 기구로서 시작되었다. 이문호 교수가 기획이사(1969~1971), 부회장(1971~1972) 및 회장(1972~1994), 고창순 교수가 이사(1991~1994) 및 고문, 이명철 교수가 임상의학이사(1997~2000), 이동수 교수가 보험이사(2006~2012) 및 의료정책이사(2012~2015) 등으로 기여하였다. 2019년 3월 26일故고창순 교수는 대한의학회 명예의 전당에 헌정되었다.

(7) 한국과학기술한림원

한국과학기술한림원은 한국 과학기술진흥과 과학기술 정책의 연구, 평가 및 자문에 대한 중추적 역할 수행을 위해 1994년 11월 22일 창립되었다. 고창순 교수가 2007~2010년 이사장을



역임하였고, 이명철 교수가 2011년 의약학부장, 2014년 회원담당부원장을 거쳐 2016~2019년 제8대 원장직을 수행하였으며 2019년부터는 이사장으로 우리나라 과학기술 진흥에 기여하고 있다. 이동수 교수가 2006년 정회원, 이재성 교수가 2007년 준회원이 되었다.

(8) 대한민국의학한림원

2004년 출범한 대한의학한림원은 의학, 치의학, 약학, 영약학, 간호학, 보건학 등 관련 전문 분야의 최고의 석학들로 구성된 단체로, 의학의 지속적인 진흥 창달과 선진화를 선도하며 의학 발전과 국민 건강증진에 이바지하기 위해 설립되었다. 고창순, 이명철, 정준기, 이동수, 김상은 교수와 이경한 동문이 정회원으로 활동하였거나 활동 중에 있다.

2) 국제 협력활동

가. 해외 핵의학회

(1) 미국 핵의학분자영상학회 (SNMMI)

미국핵의학분자영상학회(Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, SNMMI)는 국제적 핵의학 학술활동의 가장 중요한 무대 가운데 하나였다. SNMMI 연례학회에는 1984년 가톨릭의대 박용휘 교수가 국내 처음 연제를 발표하며 참여하였고, 서울대학교에서는 1988년 정준기 교수가 국내에서 이루어진 연구를 처음으로 구연 발표하였다. 연제 발표는 1990년대 후반부터 기하급수적으로 늘어 2001년에는 발표 논문 수에서 4위 국가가 되기에 이르렀다. 미국 핵의학회지(JNM)에는 이명철 교수, 정준기 교수, 이동수 교수 등이 편집위원회에 참여하였다.

(2) 유럽핵의학회 (EANM)

유럽핵의학회(European Association of Nuclear Medicine, EANM) 역시 중요한 학술활동 공간으로 매년 꾸준히 연례대회에 참가하고 있다. 유럽핵의학회지(EJNMMI)에는 이명철 교수, 정준기 교수, 이동수 교수와 문대혁 동문 등이 편집위원회에 참여하였고 이재성 교수가 EJNMMI Physics 편집위원으로 활동하고 있다.

(3) 세계핵의학회 (WFNMB)

세계핵의학회(World Federation of Nuclear Medicine and Biology, WFNMB)는 1974년 도쿄와 교토에서 첫 학술대회를 개최한 이후 서울대학교 핵의학교실에서 적극적으로 참여하였으며 2006년 이명철 교수가 회장으로 서울에서 제9차 대회를 개최하기에 이르렀다. 이러한 국제적 리더십을 계승하여 이동수 교수가 2016년 세계핵의학회 회장으로 다시 선출되었다. 같은

기관에서 2명의 세계핵의학회장이 나온 초유의 사건으로 서울대학교 핵의학교실의 국제적 리더십을 극명히 보여준 계기였다.

(4) 한중일핵의학회

한중일 핵의학회는 동아시아 3국의 핵의학 동반 발전을 위해 서울대학교 핵의학의 주도로 만들어졌다. 일본은 핵의학 학계 및 산업계의 주도로 1992년부터 중-일 핵의학회를 열고 있었으나 우리나라가 함께 하는 모임은 없었다. 이에 이명철, 정준기 교수 등은 동아시아 지역내 협력을 위하여 1998년 10월 8~10일 제1차 한-중 핵의학회를 중국 북경에서 가졌고 2000년 제2차 대회를 춘계 대한핵의학회에 맞추어 서울대학교 호암교수회관에서 개최하였다. 이때 효율적인 3국간의 협력을 위하여 일본 핵의학회 이사장을 초청, 협의하여 다음 대회부터 한-중, 중-일을 통합한 한중일 핵의학회를 개최하기로 하였고, 2002년 중국 대련에서 첫 한중일 핵의학회를 열었다. 격년으로 학술대회를 개최하였으며 2006년 대회 이후 다른 핵의학 학술대회와 일정을 조정하여 2009년으로 옮겨 매 홀수 해마다 개최하고 있다.

(5) 아시아핵의학기술학회 (ASNMT)

아시아핵의학기술학회(Asian Society of Nuclear Medicine Technology, ASNMT)는 2011년 한국, 일본, 대만 핵의학 technologist가 모여 학술교류를 위해 결성되었다.

핵의학기술학의 학술 교류는 2011년 10월 27~29일 일본 TSUKUBA에서 1차 회의 후 한국, 대만 순서로 개최되어 많은 학술 교류가 시작되었다. 2017년 도쿄 ASNMT에 중국이 옵서버로 참석하고 한국에서 열린 제8차 회의에서 중국이 정식으로 가입하였다. 제8차 ASNMT에서는 미국 핵의학기술학회장 Norman Bolus가 참석하여 축하해 주었고 SNMT 현황에 관한 강의로 ASNMT와 SNMT가 교류가 시작되는 계기가 되었으며 2020년 COVID-19로 인하여 제 10차 회의는 2021년도로 연기되었다.

나. 해외 유관학회

(1) 세계분자영상학회 (WMIC)

2000년대 이후 분자영상학이 핵의학의 주요한 분야로 편입되면서 분자영상학회 활동도 지속적으로 확대되었다. 국제 분자영상학회는 AMI (Academy of Molecular Imaging)와 SMI (Society for Molecular Imaging)가 양대 국제학회로 자리 잡고 있었고 2008년부터 FASMI (Federation of Asian Societies for Molecular Imaging)와 ESMI (European Society for Molecular Imaging) 등의 지역 학회와 연합하여 WMIC (World Molecular Imaging Congress)로 공동 학술대회를

개최하고 있다. 이 과정에서 서울대학교 핵의학교실은 중추적 역할을 담당하였는데, 2006년 정준기 교수가 일본 및 대만 분자영상학계 인사들을 모아 FASMI를 창립하는 데 주도적 역할을 하며 제1대 회장을 맡았고, WMIC에서도 2007년 창립되면서부터 20명으로 구성된 집행위원회 위원으로 활동하였다. 정준기 교수 주도로 학술대회 유치활동을 하여 2014년 WMIC를 서울에서 개최하였고, 이는 2010년 일본 교토에 이어 아시아에서 열린 두 번째 WMIC가 되었다. 강건욱, 이재성 교수가 WMIC의 학술지인 Molecular Imaging and Biology 편집위원을 맡고 있다.

(2) 세계방사성의약품과학회 (SRS)

세계방사성의약품과학회(Society of Radiopharmaceutical Sciences, SRS)는 원래 International Symposium on Radiopharmaceutical Sciences (ISRS)가 학회 없이 2년마다 진행되다가 이를 더 조직적으로 운영하기 위하여 생긴 학회이다. ISRS는 원래 International Symposium on Radiopharmaceutical Chemistry (ISRC)로 1976년에 Brookhaven National Laboratory에서 처음 열렸는데, 그로부터 매 짝수년에 열리다가 1993년에 열린 제10차 일본 교토 학회부터 홀수년에 열리게 되었다. 2007년 독일 아헨에서 열린 제17차 대회부터 ISRS로 이름이 바뀌면서 화학 분야뿐만 아니라 생물학 관련 분야를 더 많이 포용하게 되었다. 제20차 대회가 2013년 우리나라 제주에서 열렸고 이 때 정재민 교수가 사무총장직을 맡았다. ISRS는 2003년부터 SRS를 운영하기 시작하였는데 초대 회장은 독일의 August P. Schubiger였고, 정재민 교수는 2017년부터 2019년까지 제8대 회장을 역임하였다. SRS는 방사성의약품과학 분야에서 세계적으로 뛰어난 학자들이 모두 참여하여, 현재 세계의 방사성의약품 분야를 이끌고 있다.

(3) IEEE Nuclear and Plasma Sciences Society (NPSS)

공학 분야에서 가장 큰 전문가 조직인 Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)의 산하학회로 핵 및 플라즈마 과학 분야를 관장하고 있다. 8개의 Technical Committee 중 의료영상 분야 Nuclear Medical and Imaging Sciences Technical Committee (NMISTC)에서 이재성 교수를 비롯한 공학, 물리분야 전공 교실원과 동문들이 활발하게 활동하고 있다. NPSS에서 주관하는 학회들 중 가장 규모가 큰 학회인 IEEE NSS/MIC (Nuclear Science Symposium & Medical Imaging Conference)를 2013년 서울에서 개최하여 이재성 교수가 MIC Chair로 활동하였으며, 2021년 일본 요코하마 학회에서 MIC Co-chair를 맡을 예정이다. 이재성 교수는 또한 NMISTC 활동과 MIC 학회를 관장하는 NMISC의 Vice Chair, Chair, Immediate Past Chair로 6년간 활동하고 있으며(2016-2021), NPSS AdCom 멤버로도 활동(2018-2019)하고 있다. Seoul Chapter에서는 매년 겨울 동계 심포지움을 핵의학 영상 및 기기 연구회, 한국방사

선산업학회와 공동 개최하고 있다. 2019년 이민선, 원준연 동문이 Ronald J. Jaszczak Graduate Award와 Glenn F. Knoll Graduate Education Grant를 수상하기도 하였다.

다. 해외 유관 단체 활동

(1) 세계동위원소대회 (ICI)

세계동위원소대회(International Conference on Isotopes, ICI)는 세계 각국의 동위원소 분야 전문가들이 연구논문을 발표하고 정보를 교류하는 장으로 1995년 베이징을 시작으로 1999년까지는 매 2년마다, 이후로는 매 3년마다 열리고 있는 대회이다. 제6차 ICI 유치는 핵의학계 뿐 아니라 관련 학계, 산업계가 공동으로 이루어낸 주요한 국제협력 성과였다.

ICI는 이전부터 중국이나 일본이 집행위원으로 활동하고 있었던 데 반해 2002년까지 우리나라의 참가는 거의 없었다. 2000년 차기 세계핵의학회장으로 선출된 이명철 교수는 관련 분야 국제협력을 강화하기 위해 ICI를 주목하였고, 국내 방사선기술 산업 육성과 국가간 기술정보 교류 인프라로 활용할 수 있는 좋은 기회임을 정부와 학계에 환기시켰다. 이에 과학기술부에서는 ICI 유치를 추진하기로 결정하고, 2002년 제4차 남아공 케이프타운 대회에 유희열 차관을 대표로 유치위원회를 파견하여 유치활동을 벌였다. 이때 유치에 성공하지는 못하였으나 이명철(서울대), 김종경(한양대), 박경배(원자력연구소) 등이 ICI 집행위원 자격을 얻었고, 2005년 벨기에에서 열린 제5차 대회에서는 과학기술부 최석식 차관을 대표로 30여 명의 전문가가 참가한 유치활동을 벌여 마침내 제6차 대회 유치에 성공하였다.

제6차 ICI는 동위원소협회를 주관단체로 하여 진행되었으며 협회의 김철중 회장이 대회장, 이명철 교수가 조직위원장, 정재민 교수가 학술위원회를 맡아 활동하였다. 대회는 Global Well-being with Isotopes라는 주제를 가지고 서울 웨라톤 워커히 호텔에서 역대 최대 규모로 2008년 5월 12일부터 16일까지 개최되었다. 동위원소 학술대회와 동위원소 전시회에 총 44개국 700여 명이 참석하였고, 동위원소 학술대회에서는 Applied Radiation and Isotopes 등 세계적 저널에 게재된 100여 편을 포함하여 총 600여 편의 논문이 발표되어 세계 전문가들의 많은 관심을 받았으며, 동위원소 전시회의 경우에도 최신 암 진단장비, 치료장비, 첨단 방사선 계측시스템 등 세계 최고수준의 연구 장비 및 기법이 60여 개 전시부스를 통해 소개되었다. 대회 기간 중 동위원소 관련 학술과 산업적 활동에 관해 논의할 지속가능한 기구의 필요성이 제기되었고, 이에 따라 2008년 IAEA 총회기간 중 세계동위원소기구(World Council on Isotopes, WCI)가 창립되었는데 이는 한국이 주도한 국제 동위원소기구라는 의미가 있다. WCI는 초대회장으로 강창순 교수(서울대 원자력공학과)가 기여하였으며 2009년 시카고에서 열린 집행위원회에서 이명철 교수가 회장(2011~2013)으로 선출되었다. WCI는 세계동위원소대회를 총괄 조정하며 2011년 러시아 모

스코바, 2014년 미국 시카고, 2017년 카타르 도하 그리고 2020년 말레이시아 쿠알라룸푸르에서 3년마다 개최되었으며 강건욱교수가 의료이용위원회 위원장으로 활동 중이다. 현재는 WCI 사무국을 한국방사선진흥협회에 두고 있으나 향후 공익법인체로 독립을 위한 노력을 하고 있다.

(2) IAEA RCA

국제원자력기구(IAEA)에서의 RCA(Regional cooperative agreement to research, development and training related to nuclear science and technology)는 핵과학 및 기술의 발전을 위해 전문 인력이나 조직 강화 노력을 위한 협정이다. RCA는 1972년 일본의 지원으로 처음 발표되었고, 회원국은 2001년까지 아시아 지역 17개국이었다. 서울대학교는 고창순 교수가 1984년부터 1986년까지 IAEA의 “Investigation of the reliability of radioimmunoassay of thyroid-related hormones”에 관한 합동 연구 프로그램의 일환으로 국내 15개 기관이 참여한 “External quality assessment in radioimmunoassay of thyroid related hormones in the Republic of Korea” 연구를 수행하였다. 고창순 교수는 1989년부터 이 프로젝트의 regional center coordinator가 되어 국내 뿐 아니라 아시아지역의 정도관리를 주도하였고, 이 프로젝트가 학회와 연결되어 현재까지 각종 방사면역측정법의 외부정도관리를 수행하고 있다.

1986년 IAEA/RCA 본회의를 우리나라에서 개최하였는데 당시 우리나라 RCA 사업은 원자력이용기술이나 방사선방호 협력분야가 매우 취약하여 이에 대한 대책의 일환으로 의학분야 회의를 우리나라에서 처음으로 유치하게 되었다. 당시 결정한 연구 프로그램은 의학 분야로는 “evaluation of liver disease”로 정하고 imaging, RIA 및 이에 대한 quality control 등 3가지로 크게 나누어 사업을 벌이기로 결정하였다.

우선 image 분야는 ‘evaluation of imaging procedures for the diagnosis of liver disease’로 정하고 우선 1단계로 nuclear medicine image로 3년간, 2단계는 ultrasonographic image procedure로 3년간 사업을 시행하고 재원은 일본에서 지원하기로 하였다. RIA 분야는 diagnosis of hepatitis B using RIA로 그 외 정도관리 분야는 quality control of gamma-camera 정하고 이에 따른 각각의 워크숍 및 연수를 시행하기로 정하였다. 이때 이명철 교수가 B형 간염진단, 조보연 교수가 QC of RIA 부분을 수행하였고, 워크숍은 서울대학교병원에서 IAEA 지원하에 Dr. Bergman이 와서 수행하였다.

제3차 회의 후 서울대학교병원에서 1999년 7월 19~23일에 “radionuclide technique in the management of diabetic nephropathy”를 주제로 regional training course가 열렸다. 2000년 7월 27일에는 서울대학교병원에서 “Intravascular radionuclide therapy to prevent restenosis following coronary angioplasty”의 consultants’ meeting이 열려 서울대학교병원에서 개발한

¹⁸⁸Re DTPA 치료법을 표준 방법으로 채택하고 아시아 국가에 보급하였다. 또한 2001년 3월 26일부터 4일간 간질에 대한 IAEA 다국적 공동연구를 위한 coordinator meeting을 서울대학교병원에서 개최하였다.


한편 각종 사업에 대해 과학자 방문, 지역훈련 과정, 전문가과건, 각종 워크숍, 세미나 개최, 지침서 발간 등이 IAEA 참여국에서 주관하여 수행하게 되었고 참여국의 요구에 따라 다양한 프로그램이 현재까지 활발하게 진행되고 있다. 또한 이들 주제별 공동연구사업을 성공적으로 추진하기 위해 주제별 기술 협력 프로젝트(Thematic TC Project)를 추진하여 IAEA는 인프라개발, 인적자원교육, 기자재 공급 등 보조적인 역할을 수행하고 있다. 2000년 2월부터는 IAEA 핵의학 전문기사 원격교육프로그램에 의해 영상분야의 지역교육을 1년간 실시하였는데 대한핵의학회 정준기 이사장이 자문역을 맡았다. 2005년 5월 24일에는 IAEA 핵의학 collaboration center 로 서울대학교 핵의학과가 지정되어, 외국 핵의학자들과의 교육 및 공동 연구의 활성화의 토대를 마련하였다. 2011년 1월부터 2013년 12월까지 RCA는 UNDP와 협력하여 아시아 11개국의 임상핵의학 진흥을 위한 'RCA/UNDP Project on Promoting and Accelerating Nuclear SPECT/PET Imaging Technologies in the Region'을 수행하였으며 김상은 교수가 사업책임자로 활동하였다.

(3) 아시아지역핵의학협력체 (ARCCNM)

아시아지역핵의학협력기구(Asian Regional Cooperative Council for Nuclear Medicine, ARCCNM)는 지역 핵의학 발전을 위해 이명철, 정준기 교수의 주도로 우리나라를 포함한 아시아 7개국이 홍콩에서 모여 창설한 기구이다. 2000년 세계핵의학회 유치 이후 대회의 성공을 위해서나 대회의 성과를 지역적으로 확산시키기 위해서 아시아 지역 핵의학의 발전 촉진이 주요한 관심사로 떠올랐다. 이에 이명철, 정준기 교수는 역내 핵의학 활동을 촉진하고 인지도를 확산시키며 교육수련 지원을 담당할 국제 기구의 필요성을 절감하고, 아시아 지역 핵의학자들을 규합하였고 2000년 두 차례의 준비모임을 거쳐 2001년 2월 9일~11일 제1차 집행위원회를 열고 발족하였다.

ARCCNM은 이후 참가국을 늘려 2010년 현재 우리나라를 포함해 방글라데시, 차이나, 북한, 홍콩, 인도, 인도네시아, 일본, 말레이시아, 몽골, 미얀마, 네팔, 파키스탄, 필리핀, 싱가포르, 스리랑카, 대만, 태국, 베트남 등 19개국이 참여하고 있다. ARCCNM은 조직위원회, 자문위원회, task-force 그룹으로 구성되어 있으며 역내 학술활동 증진, 국제 심포지움을 통한 공동 연구사업 형성, 핵의학 관련 정보 공유, 교육 활동 등을 담당하고 있다. 특히 교육 활동을 위하여 2003년 2월 산하에 Asian School of Nuclear Medicine (초대 학장 Dr. Felix Sundram)





을 설립하여 개별국가 또는 국제 학술대회에서 세션을 열거나 training course를 주최하는 등의 활동을 하고 있다. ARCCNM은 이명철 교수가 초대 의장, 정준기 교수가 초대 사무총장을 담당하였고 정준기 교수가 2003년 2월부터 2대 회장을 맡았다. 그리고 2010년부터 현재까지 범희승 동문이 회장으로 활동하고 있고 이경한 동문이 2011~2012 사무총장, 그리고 2020년부터 강건욱 교수가 사무총장이 되었다.

5. 병원 확장 발전

1) 분당서울대학교병원

분당서울대학교병원은, 개원준비 기간인 2003년 3월 이원우 교수가 개원준비단 조교수로 참가하여 초기 핵의학과 설립에 공헌하였고, 부교수(2008년 10월), 교수(2014년 3월)로 승진한 후 2017년 9월부터 현재까지 과장으로 핵의학과를 이끌고 있다. 개원 후 2003년 10월에는 김상은 교수가 삼성서울병원에서 분당서울대학교병원 부교수 겸 과장으로 이임하여 2006년 10월 교수로 승진하였고, 2003년부터 2017년까지 과장으로서 핵의학과를 이끌었다. 2007년 5월 김유경 교수가 새로이 부임하였고 조교수(2008년 5월) 발령을 받아, 2012년 2월까지 근무 후 서울특별시보라매병원으로 이직하였다. 2007년 6월 이병철 교수가 별정전문직으로 부임하여 조교수(2011년 9월), 부교수(2015년 9월)를 거쳐 교수(2019년 3월)로 근무하고 있다. 2009년 9월 이종진 교수가 조교수 발령을 받아 2011년 2월까지 근무 후 서울아산병원으로 이직하였다. 2012년 3월부터 이호영 교수가 조교수로 부임하였으며, 2014년 3월 부교수(2014년 3월)로 승진하였다. 2016년 3월 송요성 교수가 조교수로 발령을 받았다.



분당서울대학교병원



분당서울대학교병원 핵의학과 직원 (2020년)

분당서울대학교병원 핵의학과는 영상검사와 검체검사 등 핵의학 분야의 모든 진료를 수행하고 있다. 2020년 현재 실시하고 있는 영상 검사는 SPECT 35종(심근, 뇌혈류, MIBG, 기타 등)과 일반 영상 검사 48종 등이다.

2019년 기준으로 영상검사 23,169건(PET 포함), 검체검사 491,235건, 치료 418건을 시행하였다. 특히 암 환자와 퇴행성 뇌질환에 주로 사용되는 PET 검사는 2003년 도입 첫해 293건을 시작으로 2019년에는 총 6,925건을 실시해 도입 첫해와 비교해 23배의 괄목할만한 실적 증가를 이루었다. SPECT 및 일반 영상검사는 2003년 첫해 4,079건에서 2019년에는 16,244건으로 약 4배 증가하였고 검체검사는 2003년 첫해 33,979건에서 2019년 49,1235건으로 14배 성장하는 성과를 거두었다. 방사성요오드를 이용한 치료는 개원 첫해에는 갑상선기능항진증 환자를 대상으로 실시하였고 현재 암환자까지 포함하여 시행하고 있다.

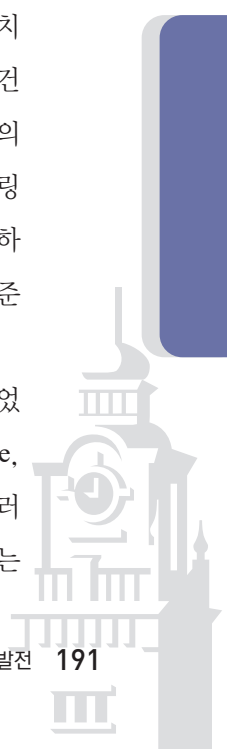
가. 영상검사

분당서울대학교병원 2003년 개원 초 국내 최초 전면 디지털 병원으로 시작하기 위해 수차례의 EMR 전산 테스트를 진행되었으며, 핵의학과 역시 검사용지 없이 환자 병력청취 사항, 의료기사의 검사방법 및 기술내용, 판독의의 판독문 등 모든 내용을 병원 전산화 시스템을 이용하여 네트워크상에서 처리하도록 하였다. 4월 감마카메라 FORTE, VERTEX60, ARGUS 3대를 설치하여 5월 폐 관류, 간담도 검사를 시작으로 4,081건의 검사를 시행하였으며, 7월 1일에는 암환자 진료에 유용한 최신형 PET스캐너가 해동기기와 산학협동으로 설치되어 293건의 검사를 시행하면서 개원 1년 만에 안정적 진료과로 자리를 잡았다.

2004년 순환기계 분야의 심장 SPECT 검사, 중추신경계 분야의 뇌 SPECT 검사, 근골격계의 뼈 검사, 갑상선 검사, 종양학의 PET 검사 증가로 그 해 1만 건 이상의 검사를 시행하였으며, 전년대비 135%의 증가율로 명실상부한 분당서울대학교병원 진료과로서 핵의학과를 확고히 하였다. 2006년 6월 1일자로 PET이 건강보험 급여 대상에 포함됨에 따라 중증 암 환자 기준 FDG PET 검사의 본인부담금이 기존 90만원에서 15만원으로 대폭 감소하였다. 한국인에 흔한 10대 암을 비롯하여 대부분의 암 환자들이 혜택을 보게 되었으며, 암이 의심되거나, 수술을 계획하거나, 암 치료 후 경과 판정 등에 PET 급여가 포괄적으로 확대되었다. 허혈성 심질환 환자의 심근생존능 평가와 부분성 간질 환자도 급여 대상이 되었다. 그로 인하여 종양 FDG PET 검사는 6개월 만에 전년대비 35%의 증가를 보이게 되었다. 2007년 6월 25일 삼중헤드 감마카메라(Triad XLT9)의 도입으로 기존에 2일에 걸쳐 시행할 수밖에 없었던 Diamox Brain SPECT를 1회 내원으로 시행할 수 있게 되어 검사 효율성 증대 및 환자 만족도 향상을 이룰 수 있었으며, 전년 대비 뇌 SPECT 검사는 28%의 증가를 보였다.

2007년 7월 13일 권역별 사이클로트론(KIRAMS-13)을 삼영유니텍과 산학협동으로 설치하며 FDG 자체 생산이 가능해졌다. 2008년에는 고용량 ¹³¹I 치료병실 오픈으로 갑상선 치료환자의 격리치료가 가능해지고 전년대비 ¹³¹I 치료가 123% 증가하였다. 임상진료과의 지속적 요구로 인해 2009년에는 최신 장비인 64채널 PET/CT인 GE Discovery VCT가 도입되어, 기존 PET (Allegro) 장비만 사용할 때 2~3개월에 이르던 검사대기일수를 5일 이내로 줄였으며, 진료량은 전년 대비 35% 증가하였다. 2011년에는 악성 종양의 뼈 전이 평가, 진단, 모니터링에 용이한 ¹⁸F-플루오리드 PET(bone PET)을 신의료기술화하여, 우리나라 최초로 건강보험심사평가원에 영양급여행위평가 신청서를 제출하였다. 2012년에도 도파민 신경세포 손상에 대한 진단 정확성과 정량성이 우수하여 임상진단 및 조기진단, 진행 정도 평가, 치료방법 결정 및 치료효과 판정에 도움을 주는 ¹²³I-FP-CIT 뇌 SPECT 신규검사를 신설하였으며 2013년 1월 건강보험심사평가원에 영양급여행위평가 신청서를 제출하였다. 같은 해, 뇌종양, 전립선암 등의 진단에 유용한 ¹¹C-Methionine PET을 신설하여 현재까지 시행하고 있다. 병원 본관 리모델링에 맞추어서 131병동에 방사성요오드 치료병실을 1실 증설하여 모두 2실의 치료병실을 운용하게 되었고, 2013년 4월 암센터/뇌신경센터가 개원함에 따라 핵의학과와 영상검사건수도 꾸준히 증가하고 있다.

2014년에는 정량적 SPECT 검사가 가능한 SPECT/CT (NMCT/670, GE) 장비가 도입되었고, 이에 따라 SPECT/CT 검사종목을 Hip, Knee, Foot, Hand, Shoulder, C-Spine, T-spine, L-spine 등으로 다양화하였으며 다른 감마카메라 영상검사에도 활발하게 적용하고 있다. 그러나 안타깝게도 2014년 12월 1일자로 FDG PET 급여기준이 축소되어, 급여기준 변경 직후에는



전월대비 28%까지 FDG PET 검사건수가 감소하였다. 그러나 다른 병원들에 비해서는 검사건수 감소 정도가 크지 않았고 이후 검사건수는 점차 회복되었다.

2015년에는 새로운 PET/CT 영상장비인 Siemens mCT FLOW가 설치되었다. FDG PET은 급여기준 제한의 여파를 많이 받았으며, 삭감 사례가 점차 늘어나 이에 대한 이의신청서 작성에 많은 노력을 기울이게 되었다. 이러한 FDG PET 검사건수 감소는 핵의학과 혁신과제로서 “PET 검사 친화도 증대 혁신활동”을 본격 시작하는 계기가 되었고, 대안진료로 ^{18}F Bone PET, ^{11}C -Methionine PET, ^{11}C -Acetate PET 등의 검사를 꾸준히 실시하게 되었다. 정량적 SPECT/CT 검사가 많이 늘어났는데, Kidney, Thyroid, Salivary gland, Bone 등에 적용되어 임상진료과로부터 많은 호응을 받았다. 6월 말 중동호흡기증후군(MERS)이 발병하여 전월대비 30%까지 검사건수가 감소하였으나 이후 검사 건수는 점차 회복되었다.

2016년 7월 말부터 11월까지 과내 리모델링의 일환으로 판독실이 기존 in vitro실 자리로 이동하고, in vitro실은 기존 소아재활치료실 자리로 이동하였다. 또한 핵의학과 과내 혁신활동으로 “핵의학과 교직원 한마음 혁신활동”, “핵의학 진료프로세스 개선 혁신활동”을 통해 자율적 변화를 통한 성장을 시도하였다. SPECT/CT는 지속적으로 활발하게 시행하였고 2016년 12월 2호기 SPECT/CT인 GE NMCT670 pro를 도입 설치하여 CT에 의한 방사선노출량을 줄이고 영상의 질을 향상시켰다. 신규 PET 검사로 ^{18}F -Florbetaben PET을 신설하였다.

2017년에는 핵의학과 자율적 혁신활동으로서 “핵의학과 영상 프로토콜 재정비”, “핵의학 검사 예약/수행 모니터링 개선활동, 처지약품 사용프로세스 개선”을 수행하였다. 치매 진단용 ^{18}F -Florbetaben PET 검사는 FDG PET 다음의 진료량을 차디하며 꾸준히 증가하였으며, 이외에 ^{68}Ga 발생기의 도입과 함께 ^{68}Ga -DOTATOC PET 등을 신설하였다. 2018년에는 “핵의학 치료의 아시아 허브”라는 비전으로 ^{68}Ga -DOTATOC PET에서 섭취가 확인된 신경내분비종양환자들을 말레이시아 Beacon Hospital에 의뢰하여 ^{177}Lu -DOTATATE 치료를 시행하였고(15회), 9월부터는 간암환자에서 ^{90}Y -Therasphere를 이용한 경동맥방사선색전술을 시행하였다(3건). 2018년 PET/CT는 6,357건을 시행하였으며, 감마카메라 영상검사는 15,369건으로 전년대비 약 9% 증가하였다. 신규 PET 검사로서 ^{18}F -FET PET, ^{18}F -Fluorocholine PET을 시작하였다.

2019년 2월 감마카메라 GE NM630의 도입으로 빼스캔 시간을 대폭 줄였다. 아날로그 형태의 PM 튜브 방식에서 CZT 반도체소자 이용으로 개선된 SPECT/CT인 GE NMCT870 CZT)가 12월에 국내 최초로 도입되었다. 감마 신호에 대한 반응속도를 더 빠르게 처리할 수 있어 더욱 뛰어난 이미지 구현이 가능한 장비로서 활발하게 사용하고 있다.

나. 검체검사

2003년 분당서울대학교병원 핵의학과 검체검사실은 감마카운터 2대, RIA-MAT 2대, 자동분주기(Hamilton), cold room, 검체 운송시스템(기송관, 컨베이어) 등 모든 시설을 갖춘 상태에서 개원하였다. 분당서울대학교병원은 대한민국 최초 4-less (paper-less, chart-less, film-less, slip-less) 디지털 병원을 자부하며 명실 공히 최첨단 시스템을 갖추었으며, 핵의학과 검체 검사실도 시설/ 인력/ 장비 면에서 꾸준한 투자와 함께 지속적인 성장을 이루어왔다. 2003년 진료 시작 이후 검체검사는 매년 10% 내외의 꾸준한 증가세를 보여, 2019년에는 491,235건의 검사건수로 개원 당시와 비교하여 3~4배의 증가세를 보였다. 임상수요의 증가에 따라 검사 횟수도 증가시켰고 위탁검사에서 자체검사로 전환한 결과 검사건수의 증가 효과를 얻을 수 있었다. 또한 정확한 결과를 보고하기 위하여 매년 4회 대한핵의학기술학회에서 주관하는 36종목에 대한 외부정도관리에 참여하고 있으며, 이외 종목에 대하여는 기관 간 정도관리를 시행하여 검사 질 유지 및 향상에 노력하는 등, 전 직원들 모두가 크게 기여하고 있다.

2011년에는 DS8150 Auto sampler가 도입되어 RALS 시스템 환경이 만들어져 검체 분주부터 카운터까지 동일한 카세트를 활용하여 검사를 시행하게 되었고 2014년에는 감마카운터 1대가 추가로 도입되어 총 3대의 감마카운터를 보유하게 되어 검사결과를 신속하게 보고할 수 있게 되었다. 2017년과 2019년 Sampler가 2개인 Auto RIA SYSTEM이 도입 되어 다량의 검체를 신속하게 검사하는 데 활용되고 있다.

다. 방사성동위원소 치료

2003년 4월 15일 신규 방사성동위원소 사용허가를 신청하였고 4월 29일 치료에 필요한 개봉방사성동위원소 ^{131}I 뿐만 아니라 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 외 34종, 밀봉방사성동위원소 ^{133}Ba 외 8종에 대해 사용허가를 취득하였다. 6월 18일 ^{131}I 7 mCi 치료를 처음 시작하였다. 2005년부터 치료오더 30 mCi의 증가로 ^{131}I 사용량을 증량하고 ^{131}I Therapy (30 mCi) 오더를 따로 신설하였다. 고용량 갑상선암 환자의 치료를 위해 2008년 1월 본관 13층에 옥소치료병실(1인실)을 오픈하고 75 mCi, 150 mCi, 200 mCi 고용량 치료오더를 신설하였다. 2013년 본관 13층을 리모델링하여 치료병실을 기존 1실에서 2실로 확충하여 사용하고 있다. 2014년 ^{223}Ra Therapy를 신설하여 골 전이로 인한 증상이 있는 거세 불응성 전립선암 환자 치료를 시작하였으며, 2018년 9월부터는 간암 환자에서 ^{90}Y -Therasphere를 이용한 경동맥방사선색전술을 시행하였다. 2020년 ^{177}Lu -DOTATATE 치료를 위한 준비를 진행하였다.



라. 사이클로트론 센터 및 방사성의약품 생산

2004년 당시 과학기술부 산하 과학재단의 원자력연구 기반확충사업의 일환으로 권역별 사이클로트론 센터를 분당서울대학교병원에 유치하기로 하여 2006년 5월 사업에 대한 협정을 체결하였고 경북대(2005년), 조선대(2006년), 부산대(2007년)에 이어 13 MeV 용량 국산 사이클로트론 KOTRON-13을 설치하였다. 본관 지하 3층에 423 m² 규모의 사이클로트론 센터를 짓고 2007년 11월 방사성동위원소 생산허가를 취득, 2008년 1월 제조업 허가 및 FDG 품목허가를 받았으며 5월 사이클로트론센터 개소식을 갖고 6월부터 본격적인 FDG 양산을 시작하였다. 2020년 현재까지 권역별 사이클로트론으로서는 최고의 성과를 보여주고 있다. 뿐만 아니라 각종 방사성 의약품과 분자 나노추적자 등을 직접 생산하여 분자영상 연구에 활발히 사용하고 있다.

2009년 4월 1일부로 산학협동으로 도입되어 사이클로트론이 병원자산으로 등록되었고, 제조소 명칭이 분당서울대학교병원에서 서울대학교병원 제2공장으로 변경되면서 FDG 가격이 1도즈 기준 224,000원에서 280,000원으로 변경되었다. PET/CT 도입에 따라 FDG 수요가 많아졌고 지속적인 성능개선 연구를 통해 사이클로트론 가동률의 안정적 유지는 물론 더욱 효율적인 FDG 생산이 가능해져 2009년 8월부터 서울대학교병원 강남센터에 FDG 판매가 시작되었다. 2011년 7월부터 ¹¹C 생산 장비를 도입하여 ¹⁸F 생산만 가능했던 한계를 극복했으며 ¹¹C 방사성의약품인 아세트산나트륨, 메치오닌, PIB 등을 생산하여 외산 사이클로트론과 견줄 수 있는 성능개선을 이루었다. 2012년 9월 파킨슨병 진단에 이용되는 ¹²³I-FP-CIT 주사액을 생산하여 진료를 시작하였고 이후 여러 조제실제제를 추가 등록하여 진료활동에 질적, 양적 성장을 이루었다.

2017년 11월 방사성의약품에 대한 의약품 제조 및 품질관리기준(Good Manufacturing Practices; GMP) 적합 판정서를 취득하였다. 2018년 1월 1일부터 시행된 GMP는 의약품을 제조하고 품질관리를 거쳐 출하하는 전체공정에 대한 관리기준을 정한 것으로 모든 의약품 제조업체는 이를 반드시 준수해야 한다. 이전까지 방사성의약품은 GMP 적용대상이 아니었으나 2014년 식품의약품안전처가 의약품실사 상호협력기구(PIC/S)에 가입하면서 모든 의약품으로 이를 확대 적용하여 GMP 적합 판정 없이는 방사성의약품 생산이 불가능하게 되었다. 3년 주기로 방사성의약품 GMP 재인증을 받게 되어 있어 2020년 식품의약품안전처로부터 받는 실사 및 재인증을 받았다.

2) 서울특별시 보라매병원

가. 개요

보라매병원은 1955년 서울특별시립영등포병원으로 출범하였고 1987년 본원에서 위, 수탁운영계약을 하게 되었으며 핵의학 검체검사실은 1991년 10월 본관 1층에 면적 40평 규모로 시

작하였다. 새 병원이 신축됨에 따라 검체검사실은 2008년 5월 신관 3층 40평 규모로 이전하였고 영상검사실은 기존 검체검사실을 포함한 주위면적 110평을 우선 개보수하여 2009년 5월부터 영상장비를 설치하고 8월에 진료를 시작하였다.

2013년 1월에는 희망관 4층에 약 10평 규모의 옥소치료병실 2실을 개설하여 운영하고 있다. 보라매병원 핵의학과 교수진의 변천사를 연도별로 살펴보면, 2008년에 이호영 교수가 핵의학과 과장으로 부임하여 체내검사실 개설에 공헌하였다. 2012년 3월 1일 김유경교수가 핵의학과 과장으로 부임하여 2020년 2월까지 핵의학과를 이끌었다. 2020년 3월 1일자로 김유경교수가 보라매병원 홍보실장으로 부임하여 의무장인 오소원교수가 핵의학과 과장으로 승진발령받았다.

나. 2009~2011년

2009년 희망관 1층에 체내검사실을 신설하여 PET/CT 1대, SPECT/CT 1대, 감마카메라 3대를 설치하고 영상검사를 시작하였다. 같은 시기에 핵의학과 외래진료를 시작하였고 ¹³¹I 치료를 개시하였다. 직원은 우재룡 기사장 외 체내검사실 9명, 체외검사실 3명이 근무하였다. 2010년 도용호가 강남센터로 진출되고 김태엽이 전입되었다.

2011년에 감마카메라 1대가 SPECT/CT로 업그레이드 되었으며 조성욱, 장현영, 문일상이 진출되고 임정진, 신희정, 김승정이 전입되었다.

다. 2012~2019년

2012년 3월 2011년 최우수부서 표창을 수상했고 2012년 6월에 1사분기 성과평가 우수부서 표창을 수상했다. 2012년 3월 이호영 교수가 분당서울대학교병원으로 진출되었고, 분당서울대학교병원 김유경 교수가 보라매병원 핵의학과장으로 발령받아 근무를 시작하였다. 2012년에 성용준이 진출하였고 김병진이 전입하였다. 2013년 1월에는 희망관 4층에 약 10평 규모의 옥소치료병실 2실을 개설하였다.

10월에 고객만족도조사 우수부서상, 4분기 성과평가 우수부서상을 수상하였다. 같은 해 윤석환, 김종필이 진출하였고 현준호, 오세문이 전입하였다. 2014년 급격히 증가한 PET 검사로 인하여 안정실 1개실을 증설하였고 판독실 및 진료실을 확장하였다. 같은 해 신선영, 신병호, 김태엽, 이현주가 진출하였고, 김태훈, 최진욱, 김대운, 권형진, 서효열, 장현영이 전입하였다. 2015년에는 임정진, 김승정 직원이 진출하였고 정규일, 송호준 직원이 전입하였다. 2016년 핵의학과 영상검사 시 사용 가능한 환자안전 보조기구 연구라는 주제로 QI 경진대회 금상을 수상하였고 한국의료질향상학회 가을학술대회에 참가하였다. 같은 해 김병진, 김대운, 현준호 직원이 진출하였고 이형진, 이현주, 최현준 직원이 전입하였다. 2017년 김하균, 서효열, 오세문 직

원이 전출하였고 임현진, 박희원, 김현 직원이 전입하였다. 2018년 자동분주기 1대가 도입되었으며 최진욱, 권형진 직원이 전출하고, 박주선, 도용호 직원이 전입하였다. 2019년 정규일, 송호준 직원이 전출하고, 김재일, 전재환 직원이 전입하였다.

라. 2020년

2020년 3월 김유경 교수가 보라매병원 홍보실장으로 발령 받아 의무장인 오소원 교수가 핵의학과장으로 승진 발령받았다. 1월에는 본원 중앙핵의학검사실 문일상 수석기사가 보라매병원 기사장으로 발령받아 근무를 시작하였다. 환경개선 사업을 하여 진료대기실 환자 대기 의자, 오픈형 물품 보관장, 직원 의자 등 가구를 노후 교체하였다. 8월에 체외검사 건수 증가에 대응하고자 감마카운터 1대를 추가 설치하였다. 10월에는 체외검사실 RI 폐수조 방류허용치의 법적 기준 충족을 위해 체외 RI 폐수조를 옥소 RI 폐수조에 연결하는 공사를 완료하였다. 같은 해 이형진, 최현준 직원이 전출하였고 하태환 직원이 전입하였다.



보라매병원 핵의학과 직원 (2020년)

3) Sheikh Khalifa Specialty Hospital (셰이크 칼리파 전문병원)

가. 병원의 설립과 초기 모습 (2014년)

아랍연방공화국(UAE)의 가장 북쪽에 위치한 라스알카이마 초입에 자리 잡은 셰이크 칼리파 전문 병원은, 토후국 중 하나인 아부다비의 왕이며 일곱 토후국(Emirate) 연합정부의 수반(대통령)

령)인 셰이크 칼리파(Sheikh Khalifa bin Zayed Al Nahyan)의 뜻에 의해 전국에 수준 높은 의료 서비스를 골고루 제공하기 위해 설립되었다. 서울대학교병원에서 위탁운영이 결정되고 2014년 9월 개원 준비단으로 서울대학교병원 핵의학과 김계환, 박주선이 도착해서 핵의학과 개설 준비를 시작했다. 이어 2014년 10월 국립중앙의료원 핵의학과장으로 있던 장성준 교수가 2014년 11월과 2015년 2월 2단계로 나누어 개원한 병원의 초기 개원 준비를 위해 핵의학과장으로 부임했다. 2014년 11월 두바이 병원(Dubai Hospital) 핵의학과에서 근무 중이던 사미아 알자루니 (Samya Alzarouni)가 현지 채용으로 합류했으며 이어 서울대학교병원 핵의학과에서 정용훈이 합류했다. 이중헤드 감마카메라(Philips, Brightview)와 PET 장비(Philips, Gemini TF64)가 설치되어 있었고, 병동에는 동위원소 투약 후 환자를 위한 특수 병실이 애초에 두 곳 건설되어 있었다.

구분	직종	이름	입사일(근무기간)
의사	핵의학 전문의	장성준	2014년10월27일
간호사	전문 간호사	석은미	2015년 1월11일
보건의직	핵의학 기사	김계환	2014년 9월 1일
		박주선	2014년 9월14일 (-2017년12월)
		정용훈	2014년11월10일 (-2018년12월)
		사미아 알자루니(Samya Alzarouni)	2014년12월 1일
		승종민	2017년12월18일 (-2019년12월)
		무함메드 무하신(Muhammed Muhasin)	2019년 3월17일
	핵의학 물리학자	사미르 바드완(Samir Badwan)	2014년12월 1일

나. 2015~2016년

2014년 8월 첫 본진이 도착했을 때, 기본적 장비는 설치되어 있었으나 장비의 상태를 확인할 수 없었고, 설치 이후 고온의 환경에 방치되었을 가능성도 있었기에 신뢰할 수 있는 상황이 아니었다. 이에 2014년 12월 이후 핵의학과 기사진과 방사선 안전관리실 인원들은 국가의 규제 기관으로부터 동위원소 및 방사선 사용시설 허가를 받기 위한 실무 작업에 공을 들이면서 동시에 과 운영에 필요한 세부 설비를 하나하나 갖춰나가기 시작했다. 아무것도 없는 상황에서 모든 것을 이 나라에서 기대하는 만큼 맞춰나가기 위해 직원들 각자 최선을 다해 준비했다. 2015년 1월 11일 핵의학과와 다양한 검사에 경험이 풍부한 전문 간호사 석은미가 근무를 시작하면서 약품, 의료 비품, 소모품 등의 관리가 보다 체계적으로 갖추어졌고, 심장 약물부하를 비롯한 약물 투여, 환자 관리 업무에 대한 준비를 시작했다.

2015년 2월 매주 2회 핵의학과 외래가 개설되었으며 갑상선 결절, 갑상선 암, 갑상선 기능

이상 등 갑상선 관련 질환 및 핵의학과 검사 관련 환자에 대한 진료를 개시했다. 당시 내분비내과 진료가 개시되기 전이라 갑상선 및 부갑상선 기능 이상 환자에 대한 진료도 핵의학과에서 임시로 담당하였으며 이후 내분비내과 진료 개시 이후에는 주로 갑상선 결절, 갑상선 암, 갑상선기능 항진증 등의 환자들을 주로 담당하게 되었다. 2015년 4월 7일 방사선 관리 규제 기관으로부터 방사성동위원소 사용 허가를 받고 검사실을 정식으로 운영하기 시작했으며 이후 검사의 종류가 다양해졌다. 2015년 6월 14일 PET 검사를 개시하면서 원내 전문진료센터에 필요한 핵의학 검사를 제공할 수 있게 되었다.

2015년 외래 및 입원 환자 수가 천천히 증가하면서 핵의학과 검사 건수도 차차 증가하기 시작했고 새로이 시작하는 검사들도 늘어나 명실상부한 아랍에미리트연합국 북부지역의 유일한 핵의학 시설로 자리매김을 했다. 이즈음 이 병원과 자매 병원 관계에 있는 셰이크 칼리파 종합 병원(Sheikh Khalifa General Hospital)에서 검사 환자 의뢰를 위한 회의를 갖는 등 주변의 병원에서 환자 의뢰를 시작했다. 점차 검사가 늘어나고 준비해오던 장비와 설비들도 자리를 잡아가면서 좀 더 발전한 모습의 핵의학과로 거듭나게 되었다. 한편, 진료 서비스를 확대해 나가면서 지역 내 교육 활동에도 기여를 하게 되었다. 가까이 있는 국립 샤르자 대학교(University of Sharjah) 공과대학의 원자핵공학과(Department of Nuclear Engineering, College of Engineering) 학생들이 2015년 본 병원 핵의학과로 첫 실습을 나온 이래 매년 의료 현장에서 사용되는 핵물리학, 방사선학, 방사선안전을 공부하기 위해 방문하고 있다. 또한 학기 중에는 초빙 강사로 방사선의 의학적 이용 및 병원에서의 방사선 안전을 주제로 강의를 의뢰받아 교육 활동을 이어가고 있다.

다. 2017~2018년

개원 초기, 준비가 되어있던 차폐 병실은 안전관리실의 의학 물리학자와 차폐 평가, 그리고 실제 병실로의 운용에 대한 고려를 해본 결과 즉시 운용이 어려울 것으로 판단하여 구조변경이 결정되었고 두 곳의 병실 중에 한 곳만 활용하기로 결정해서 최종 구조변경이 2017년 마무리 되었다. 내부 설비와 규정 정비 등 준비과정을 거쳐 2018년 첫 고용량 입원환자를 받기 시작했다. 2017년 12월에는 최초 개원단으로 참여했던 박주선이 한국으로 귀국하고 이어 2017년 12월 17일 서울대학교병원에서 승종민이 파견 근무를 시작했다. 이전까지 방사선 안전관리실에서 근무하던 사미르 바드완(Samir Badwan)은 2018년 1월 핵의학과 소속 물리학자(Nuclear Medicine Physicist)로 발령받아 근무하게 되었다. 2018년 12월에는 정용훈이 귀국했다.

라. 2019년~현재

2019년 3월 두바이 병원에서 근무하던 무함메드 무하신(Muhammed Muhasin)이 근무를 시작했다. 2019년 12월 승종민 기사가 한국으로 귀국하고 2020년 현재 3명의 기사와 1명의 물리학자, 1명의 전담 간호사, 1명의 전문의로 운영되고 있다.

SKSH는 중앙, 신경, 심장 분야를 전문으로 특화하여 진료할 목적으로 준비되어 현재까지 세 가지의 전문 분야(Specialty)와 그 분야를 지원하는 임상 과목들을 중심으로 운영 중이다. 병원 안에서는 물리적으로 영상의학과와 함께 영상센터(Imaging Centre)를 이루고 있으며, 검사와 관련된 병리, 진단의학과 하나의 기능적/행정적 단위를 이루고 있다. 핵의학과는 영상진단 검사 외에도 동위원소치료, 방사선안전관리와 관련한 업무 등을 함께 보고 있으며, 일찍이 2015년 개원시기부터 갑상선암 및 갑상선 일반 질환에 대해 외래를 개설하여 2020년 현재 주 4회의 외래를 유지하고 있다. 이 외래에서는 갑상선 환자뿐만 아니라, 이 인근 병원에서 핵의학적 검사가 필요한 환자들의 검사를 의뢰할 경우 문진과 신체검사 등 필요한 외래 처치도 함께 수행하고 있다.

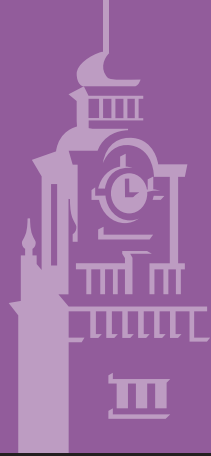
2018년 핵의학과 외래 방문객/입원환자/영상검사

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
외래	116	85	122	102	96	106	146	173	126	135	127	158	1,492
입원					1						1	4	6
검사	203	189	189	227	181	131	235	204	238	244	236	244	2,524

2019년 핵의학과 외래 방문객/입원환자/영상검사

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합계
외래	194	153	159	180	113	154	228	172	179	202	154	120	2,008
입원	5	4	3	4	0	3	2	3	3	1	2	1	31
검사	261	223	229	159	176	198	246	198	244	218	216	198	2,566





PART

III

서울대학교 핵의학
60년 구성원

1. 구성원

1) 교수

가. 주임교수



이문호(1960)

1922 출생 (황해도 해주)
 1946 경성대학 의학부 졸업
 1953~1988 서울대학교 내과학교실 교수
 1960~1969 방사성동위원소진료실장
 1970~1975 내과학교실 주임교수
 2004.12.05 타계



고창순(1969, 1982)

1932 출생 (경상남도 의령)
 1957 일본 쇼와(昭和) 의과대학 졸업
 1959~1962 서울대학교병원 내과 전공의
 1964~1969 원자력원 방사선의학연구소 연구관-실장
 1969~1997 서울대학교 내과학교실 교수
 1969~1978 방사성동위원소진료실장
 1978~1980 서울대학교병원 핵의학과장 (1982~1986 再任)
 2012.08.06 타계



조보연(1980, 1986)

1948 출생
 1971 서울대학교 의과대학 졸업
 1972~1976 서울대학교병원 내과 전공의
 1979~2011 서울대학교 내과학교실 교수
 1980~1982 서울대학교병원 핵의학과장 (1986~1990 再任)
 2011~현재 중앙대학교병원 감상선센터장



이명철(1990)

1948 출생
 1973 서울대학교 의과대학 졸업
 1974~1978 서울대학교병원 내과 전공의
 1981~2012 서울대학교 내과학교실/핵의학교실 교수
 1990~1996 서울대학교병원 핵의학과장
 1997~1998 서울대학교 핵의학교실 주임교수
 2018~현재 단국대학교 특임부총장



정준기(1998)

1953 출생
 1977 서울대학교 의과대학 졸업
 1978~1982 서울대학교병원 내과 전공의
 1985~2018 서울대학교 내과학교실/핵의학교실 교수
 1996~2006 서울대학교병원 핵의학과장
 1998~2006 서울대학교 핵의학교실 주임교수
 2018~2020 국립암센터



이동수 (2006)

1957 출생
 1982 서울대학교 의과대학 졸업
 1983~1986 서울대학교병원 내과 전공의
 1990~현재 서울대학교 내과학교실/핵의학교실 교수
 2006~2014 서울대학교병원 핵의학과장
 2006~2014 서울대학교 핵의학교실 주임교수



김상은(2014)

1958 출생
 1983 서울대학교 의과대학 졸업
 1984~1987 서울대학교병원 내과 전공의
 1994~2003 성균관대학교 삼성서울병원 핵의학교실 교수
 2003~현재 서울대학교 핵의학교실 교수
 2003~2017 분당서울대학교병원 핵의학과장
 2014~2015 서울대학교 핵의학교실 주임교수



강건욱 (2015)

1966 출생
 1991 서울대학교 의과대학 졸업
 1992~1996 서울대학교병원 내과 전공의
 2000~2007 국립암센터 핵의학과장
 2007~현재 서울대학교 핵의학교실 교수
 2014~2019 서울대학교병원 핵의학과장
 2015~2019 서울대학교 핵의학교실 주임교수



천기정(2019)

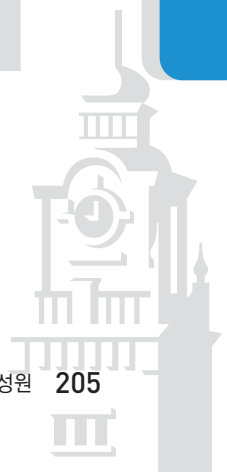
1968 출생
 1993 서울대학교 의과대학 졸업
 1997~2001 서울대학교병원 핵의학과 전공의
 2001~2010 원자력병원 핵의학과장
 2010~2012 고려대학교 핵의학교실 교수
 2012~현재 서울대학교 핵의학교실 교수
 2019~현재 서울대학교병원 핵의학과장 / 핵의학교실 주임교수



나. 교수

이문호 (내과) 서울대학교 의학과 전임교수 (1953~1988)	이장규 (내과) 서울대학교 의학과 전임교수 (1964~1969)
고창순 (내과) 서울대학교 의학과 전임교수 (1969~1997)	김병국 (내과) 서울대학교 의학과 전임교수 (1978~2012)
조보연 (내과) 서울대학교 의학과 전임교수 (1979~2011)	이명철 서울대학교 의학과 전임교수 (1981~2012)
정준기 서울대학교 의학과 전임교수 (1985~2018)	이동수 서울대학교 의학과 임상/기금/전임교수 (1990~현재)
정재민 서울대학교 약학과 기금/전임교수 (1994~현재)	여정석 서울대학교 의학과 기금교수 (2000~2002)
김재진 서울대학교 의학과 연구교수 (2000~2002)	소영 서울대학교 의학과 기금교수 (2002~2005)
강은주 고려대학교 심리학과 연구교수 (2003~2005)	강주현 서울대학교 약학과 연구교수 (2002~2006)
김상은 서울대학교 의학과 전임교수 (2003~현재)	이원우 서울대학교 의학과 기금/전임교수 (2003~현재)
강원준 서울대학교 의학과 진료/임상교수 (2004~2007)	이재성 서울대학교 전기공학부 기금/전임교수 (2005~현재)
김순학 부경대학교 유전학과 연구교수 (2005~2009)	강건욱 서울대학교 의학과 기금/전임교수 (2007~현재)
김유경 서울대학교 의학과 임상교수 (2007~현재)	윤혜원 서울대학교 생물학과 연구/임상교수 (2008~현재)
팽진철 서울대학교 의학과 임상교수 (2008~현재)	이호영 서울대학교 의학과 임상/기금교수 (2008~현재)

이윤상 경희대학교 화학과 연구교수 (2008~현재)	이종진 서울대학교 의학과 진료교수 (2009~2011)
김의신 (분자의학 및 바이오제약학과) 서울대학교 의학과 초빙교수 (2010~현재)	황도원 경희대학교 유전공학과 연구교수 (2010~2019)
이병철 인하대학교 화학과 연구/임상교수 (2011~현재)	천기정 서울대학교 의학과 진료/기금/전임교수 (2012~현재)
강혜진 덕성여자대학교 심리학과 연구교수 (2012~현재)	서효정 서울대학교 의학과 진료교수 (2013~2014)
장성준 한양대학교 의학과 진료교수 (2014~현재)	이혜경 한양대학교 전자통신전파공학과 연구교수 (2014~현재)
오소원 서울대학교 의학과 진료/임상교수 (2015~현재)	송명근 청주대학교 생명과학과 연구교수 (2015~현재)
송요성 울산대학교 의학과 진료/임상교수 (2016~현재)	최유리 세종대학교 생명공학과 연구교수 (2016~현재)
임형준 (융합과학기술대학원) 가톨릭대학교 의학과 전임교수 (2017~현재)	최홍윤 서울대학교 의학과 진료/임상교수 (2018~현재)
하승균 인하대학교 의학과 연구교수 (2018~2019)	김영화 경희대학교 유전공학과 연구교수 (2019~현재)
서민석 서울대학교 의학과 연구교수 (2020~현재)	이철희 건국대학교 생명과학과 연구교수 (2020~2020)



다. 외부겸임교원

성명	위촉기간
김병태	1995.03 ~ 2000.02
이경한	1996.03 ~ 1999.02
임상무	1997.09 ~ 2011.02
최창운	1997.09 ~ 2011.02
김종순	1998.03 ~ 2011.02
조정혁	1998.03 ~ 2000.02
최용	1999.03 ~ 2005.02
김희중	1999.03 ~ 2005.02
범희승	2002.03 ~ 2005.02
지대운	2002.03 ~ 2005.02
김석기	2005.03 ~ 2011.02
홍기석	2008.03 ~ 2011.02
김태성	2008.09 ~ 2011.02
강주현	2009.03 ~ 2011.02
김경민	2009.03 ~ 2011.02
최선주	2010.04 ~ 2014.05
김의신	2010.04 ~ 2010.05
Mei Tian	2010.05 ~ 2011.08

2) 전공의, 전임의, 임상강사, 대학원생

가. 전공의, 전임의, 임상강사

년도	전공의 입국자	전임의/임상강사
1974	이명철(서울대)	
1975	홍기석(서울대)	
1976	김명덕(서울대)	
1977		
1978	정준기(서울대)	
1979	손인(서울대), 한진석(서울대)	
1980	김병태(서울대), 임상무(서울대)	
1981	신성해(서울대)	
1982	오연상(서울대)	
1983	문대혁(서울대)	박형근

1984	김상은(서울대)	박성기
1985	최창운(서울대)	박석건
1986		범희승, 임상무
1987	이경한(서울대)	공성수, 범희승, 이강욱
1988	최윤희(서울대)	고은미, 범희승, 양승오
1989		문대혁, 이범우
1990	여정석(서울대)	김덕윤, 김상은, 이동수
1991		김상은, 최창운
1992	강건욱(서울대)	배상균, 양형인, 최창운
1993	김선욱(서울대), 소영(서울대)	김종호, 이경한
1994	이원우(서울대)	김종호, 이경한, 현인영
1995	강원준(서울대)	김은실
1996	김석기(서울대)	송호천, 윤석남
1997	천기정(서울대)	소영
1998	김유경(서울대)	김경민, 임석태, 소영, 여정석
1999		강건욱
2000	팽진철(서울대)	민정준
2001	이호영(서울대)	정환정
2002	이종진(서울대)	강원준, 김성은, 황경훈
2003	박은경(서울대), 어재선(서울대)	강원준, 최미연
2004	김범산(동국대), 장성준(한양대)	
2005	오소원(서울대), 장수진(경희대), 임일한(서울대)	석주원
2006	강지연(서울대), 이정원(서울대), 송요성(울산대)	
2007	문승환(서울대), 이상미(제주대), 심혜경(고신대)	
2008	권현우(서울대), 임형준(가톨릭대), 이효상(서울대)	팽진철, 김범산(분당)
2009	김석균(전북대), 김철한(서울대), 김용일(서울대), 윤혜전(가톨릭대)	오소원, 이종진(분당)
2010	이은성(이화여대), 천인국(가천대)	어재선, 강지연(분당)
2011	이수진(부산대), 하승균(인하대), 최홍윤(서울대)	남현열
2012	유민영(인하대), 이인기(경북대)	남현열, 서효정
2013	강서영(이화여대), 방지인(중앙대), 박소현(서울대), 서민석(서울대)	김근호, 박경준, 김용일
2014	강연구(서울대), 이현중(서울대), 이정민(서울대)	김우형, 송요성
2015	김지현(건국대), 이리리(충북대), 김현주(연세대), 이환희(경북대)	권현우, 하승균, 김지현(분당), 송요성(분당)
2016	김지영(경북대), 유형지(서울대), 서훈녕(서울대)	유민영, 김지현(분당)



2017	배성우(서울대), 위원석(서울대)	강서영, 서민석, 방지인(분당)
2018	오동규(서울대)	강서영
2019		김현주, 이리리, 이환희
2020	길준형(전남대)	유현지, 김지영(분당)

나. 내과학교실 소속 핵의학 전공 학위 취득자

지도교수	이문호	고창순
1963	박사: 신규식	
1964	박사: 박경호	
1965	박사: 김대영, 김성심, 김은배, 도상탁, 전택준, 조태룡, 조환구, 최영	
1966	박사: 고창순, 정세우, 정원영	
1967	박사: 강태중, 김동집, 김용복, 신수룡, 신옥하, 이종구, 한만청 석사: 김명재	
1968	석사: 강신일, 김기원, 이정상, 이종석	
1969	석사: 구인서, 노홍규, 이경자, 최일영	
1970	박사: 박길용, 정경태, 최근출, 최학룡 석사: 이홍규	
1971	박사: 최학룡 석사: 송인경, 신현정	
1972	박사: 이영우 석사: 김관엽, 김목현, 김병국, 김원동, 최강원	
1973	박사: 구인서, 김관엽, 김명재, 이정상 석사: 고행일, 조보연	
1974	박사: 김동섭, 이경자 석사: 김광원, 최성재	
1975	박사: 김기원, 노홍규, 서환조, 한지영 석사: 조정삼, 박근조	
1976	박사: 강신일, 김기원, 신현정 석사: 김성권, 이명철, 홍성운	
1977	박사: 최강원 석사: 박선양, 이권전	
1978	박사: 김원동, 이홍규 석사: 김삼용	

1979	박사: 김성권, 이종석 석사: 권인순	석사: 신영태, 정순일
1980	박사: 김병국, 송인경, 조보연, 최일영 석사: 김승택, 유명희, 최두혁, 표희정	석사: 손인, 정준기, 표희정, 한진석
1981		
1982	박사: 김광원, 조경삼, 이권전, 최성재 석사: 문희범, 안용태, 윤휘중	석사: 김소연, 신성해, 안일민, 임상무
1983	박사: 김동순, 이증근 석사: 박성기	박사: 강진영, 이명철, 홍기석 석사: 오연상
1984	박사: 권인순, 박선양, 박정식, 안일민, 유명희, 최두혁 석사: 이명식	박사: 정순일
1985	박사: 표희정 석사: 이종석, 이재훈, 이훈용	석사: 문대혁, 이동수
1986	박사: 김삼용, 박근조, 장연복 석사: 김대중, 서철원, 송영기, 정문현	박사: 김명덕, 김소연 석사: 김상은, 오명돈
1987	박사: 윤휘중, 정준기 석사: 서철원	석사: 최창운
1988	박사: 박성기 석사: 박수길, 이종호	박사: 김승택, 박성기, 손인, 신영태, 임상무, 한진석 석사: 김병태, 서교일, 채동완
1989		박사: 송영기 석사: 이경한
1990		박사: 신성해, 이동수, 이명식, 이종석 석사: 배현주, 이상구
1991		박사: 이재훈
1992		박사: 궁성수, 문대혁, 박수길
1993		박사: 최창운 석사: 이가희
1994		박사: 서교일, 서철원 석사: 윤희진
1995		박사: 김병태
1996		박사: 고경수, 이가희 석사: 소영
1997		석사: 김선옥



다. 핵의학교실 설립 이후 박사학위 취득자

년도	지도교수: [전공과정] 취득자
2000	이명철: [핵의학] 김상은
2001	정준기: [핵의학] 강진욱
2002	
2003	정준기: [핵의학] 천기정
2004	이명철: [핵의학] 소영
2005	
2006	이명철: [핵의학] 김재승, 황경훈 / 정준기: [핵의학] 김유경, [종양생물학] 이용진
2007	이명철: [핵의학] 김성은, 박은경 / 정준기: [핵의학] 강원준, 김석기, 김영남
2008	정준기: [종양생물학] 전용현
2009	정준기: [종양생물학] 김광일, 소민경, 정혜경 이동수: [방사선응용생명과학] 김진수, [뇌신경과학] 강혜진, [뇌과학] 황도원 김상은: [뇌신경과학] 홍수경 / 이재성: [방사선응용생명과학] 김수진
2010	이명철: [방사선응용생명과학] 김수미, 정재민: [분자종양의학] 이호영
2011	정준기: [핵의학] 김병일, [종양생물학] 김승후, 염찬주 / 이동수: [핵의학] 팽진철 정재민: [방사선응용생명과학] 디네쉬, 라티카
2012	이동수: [인지과학] 김희정 / 정재민: [핵의학] 어재선, [분자종양의학] 이종진 김상은: [뇌신경과학] 박현수 / 이재성: [방사선응용생명과학] 김중현
2013	정준기: [의과학] 김영화 / 이동수: [인지과학] 박효진 김상은: [뇌신경과학] 김법산 / 이재성: [방사선응용생명과학] 권순일
2014	이동수: [핵의학] 오소원, [분자의학및바이오제약학] 최홍윤 / 정재민: [방사선응용생명과학] 양보연 김상은: [뇌과학] 윤은진 / 강진욱: [핵의학] 임일한, [종양생물학] 송명근
2015	이동수: [분자의학및바이오제약학] 서효정, 임형준, [인지과학] 김은경, 함자량 이재성: [의과학] 윤현석
2016	정준기: [의과학] 정태문, 나주리, 정경오 / 이동수: [분자의학및바이오제약학] 김용일, 오현정 정재민: [방사선응용생명과학] 문성현, 수다카라 / 김상은: [뇌신경과학] 방성애 이재성: [핵의학] 김지후 / [뇌인지과학] 서성호
2017	이동수: [핵의학] 장수진, [분자의학및바이오제약학] 이보은 / 이재성: [의과학] 고근배
2018	정준기: [의과학] 이철희 이동수: [핵의학] Arun Gupta, [분자의학및바이오제약학] 천인국, 하승균 이재성: [방사선응용생명과학] 이민선 / 천기정: [핵의학] 윤혜진
2019	이동수: [핵의학] 권현우, [분자의학및바이오제약학] 이은성 정재민: [핵의학] 김호영, Vinay Kumar Banka, [의과학] 이지연 김상은: [방사선융합생명] 최지영 / 이원우: [핵의학] 이효상 천기정: [핵의학] Adeem Ahmed, [종양생물학] 정석진 / 이재성: [의과학] 손정환, 신성아, 원준연 이호영: [핵의학] 박소현
2020	이동수: [분자의학및바이오제약학] 강서영, 서민석, [인지과학] 허영민 정재민: [의과학] 박지용

라. 핵의학교실 설립 이후 석사학위 취득자

년도	지도교수: [전공과정] 취득자
1996	이명철: [내과학] 강건욱
1997	
1998	이명철: [내과학] 이원우
1999	정준기: [핵의학] 여정석, [종양생물학] 김보광
2000	
2001	이명철: [핵의학] 김수지 / 정준기: [종양생물학] 최용운 / 이동수: [핵의학] 천기정
2002	정준기: [핵의학] 김유경
2003	정준기: [종양생물학] 신재훈 / 이동수: [핵의학] 팽진철 / 정재민: [종양생물학] 서선영
2004	이명철: [핵의학] 이호영 / 정준기: [핵의학] 강원준, [종양생물학] 김광일, 오현정 이동수: [뇌과학] 김윤희
2005	이명철: [핵의학] 이종진 / 이동수: [핵의학] 김석기, [인지과학] 김현승, 김희정
2006	이동수: [뇌과학] 어재선, [방사선응용생명과학] 김중현 / 김상은: [뇌과학] 김범산
2007	이명철: [핵의학] 장성준 / 이동수: [뇌과학] 이지영
2008	이명철: [핵의학] 오소원 / 정준기: [종양생물학] 김승후, 장수진 정재민: [방사선응용생명과학] 이학정 / 이원우: [핵의학] 임일한
2009	이동수: [뇌과학] 고미향 / 강건욱: [핵의학] 이정원 / 이재성: [핵의학] 강지연
2010	정준기: [종양생물학] 김현희, 유경현 / 이동수: [핵의학] 송요성, [방사선응용생명과학] 고해영
2011	이동수: [인지과학] 김은경, 임윤경, 함자랑 / 정재민: [방사선응용생명과학] 이영경, 최재연 김상은: [뇌신경과학] 문승환 / 강건욱: [핵의학] 이효상 이재성: [의과학] 이찬미 / [방사선응용생명과학] 김지후
2012	이동수: [방사선응용생명과학] 진연아 / 정재민: [방사선응용생명과학] 조은아 강건욱: [핵의학] 윤혜전 / 이재성: [뇌인지과학] 유혜빈
2013	이동수: [분자의학및바이오제약학] 방남영, 장재호 / 정재민: [핵의학] 오현정 강건욱: [종양생물학] 장술아 / 이재성: [방사선응용생명과학] 손정아
2014	이동수: [핵의학] 유민영, 최재혁, [분자의학및바이오제약학] 하승균, [인지과학] 허영민 정재민: [방사선융합의생명] 박지용 / 이재성: [의과학] 신성아
2015	이동수: [분자의학및바이오제약학] 김한영 / 김상은: [뇌신경과학] 방지인 천기정: [핵의학] 박소현
2016	정준기: [종양생물학] 배성우 / 김상은: [방사선융합의생명] 김욱 강건욱: [종양생물학] 박초롱 / 천기정: [종양생물학] 이영은
2017	이동수: [핵의학] 심혜경 / 김상은: [방사선융합의생명] Yingqing Lu, 신유미 강건욱: [종양생물학] 조정환
2018	이동수: [분자의학및바이오제약학] 서훈녕, 유현지, 이은지 김상은: [방사선융합의생명] 김가람, 박소현 / 강건욱: [임상의학] 김지현, 이리리 천기정: [핵의학] Bolomaa
2019	이동수: [분자의학및바이오제약학] 이환희, 정다이, [뇌인지과학] 윤지원 강건욱: [의과학] 장혜정 / 천기정: [핵의학] Qaid Ahmed Shagera, 정은진 이재성: [의과학] 박준영
2020	이동수: [분자의학및바이오제약학] 이영선



마. 인물사진: MD 교수, 전임의, 임상강사, 전공의

	강건욱 전공의('92) 전임의('99) 교수('07) 現 서울대		강서영 전공의('13) 임상강사('17) 現 이화여대		강연구 전공의('14) 現 공보의
	강원준 전공의('95) 임상강사('02) 교수('04) 現 연세대		강지연 전공의('06) 임상강사('10) 現 강북삼성		고은미 전임의('88) 現 삼성서울
	고창순 교수('69) 별세		공성수 전임의('87) 現 충북대		권현우 전공의('08) 임상강사('15) 現 고려대
	길준형 전공의('20)		김경민 전임의('98)		김근호 임상강사('13) 現 충남대
	김덕윤 임상강사('90) 現 경희대		김명덕 전공의('76)		김범산 전공의('04) 임상강사('08) 現 이화여대
	김병국 교수('78)		김병태 전공의('80) 교수('95)		김상은 전공의('84) 전임의('91) 교수('03) 現 분당서울대

	김석균 전공의('09) 現 가천대길 병원		김석기 전공의('96) 교수('05) 現 국립암센터		김선욱 전공의('93) 現 삼성서울
	김성은 임상강사('02) 現 고려대		김용일 전공의('09) 임상강사('13) 現 서울아산		김우형 임상강사('14) 現 다원메디스
	김유경 전공의('98) 교수('07) 現 보라매		김은실 전임의('95) 現 한일병원		김익신 교수('10) 現 UC Irvine
	김재진 교수('00) 現 연세대		김종순 교수('98) 별세		김종호 전임의('93) 現 U. Manitoba
	김지영 전공의('16) 임상강사('20) 現 분당서울대		김지현 임상강사('16) 現 대전성모		김지현 전공의('15) 現 전남대
	김철한 전공의('09) 現 고려대안산		김태성 교수('08) 現 국립암센터		김현주 전공의('15) 임상강사('19) 現 국립암센터



	남현열 임상강사('11) 現 창원삼성		문대혁 전공의('83) 전임의('89) 現 서울아산		문승환 전공의('07) 現 삼성서울
	민정준 임상강사('00) 現 전남대화순		박경준 임상강사('13) 現 부산대		박석건 전임의('85) 現 단국대
	박성기 전임의('84) 現 충주의료원		박소현 전공의('13) 現 고려대구로		박은경 전공의('03) 現 Iowa U.
	박형근 전임의('83)		방지인 전공의('13) 임상강사('17) 現 분당차		배상근 전임의('92) 現 해운대백
	배성우 전공의('17)		범희승 전임의('86) 교수('02) 現 전남대화순		서민석 전공의('13) 임상강사('17) 교수('20) 現 서울대
	서효정 임상강사('12) 교수('13) 現 다원메디칼		서훈녕 전공의('16)		석주원 임상강사('05) 現 중앙대

	소영 전공의('93) 전임의('97) 교수('02) 現 건국대		손인 전공의('79) 現 서울손인 내과		송요성 전공의('06) 임상강사('14) 교수('16) 現 분당서울대
	송호천 전임의('96) 現 전남대		신성해 전공의('81) 現 신성해내과		심혜경 전공의('07) 現 해운대백
	양승오 전임의('88) 現 동남권원 자력의학원		양형인 전임의('92) 現 강동경희대		여재선 전공의('03) 임상강사('10) 現 고려대구로
	여정석 전공의('90) 전임의('98) 교수('00) 現 동국대일산		오동규 전공의('18)		오소원 전공의('05) 임상강사('09) 교수('15) 現 보라매
	오연상 전공의('82) 現 오연상내과		위원석 전공의('17)		유민영 전공의('12) 임상강사('16) 現 충북대
	유현지 전공의('16) 임상강사('20)		윤석남 전임의('96) 現 H+양지		윤혜전 전공의('09) 現 이화여대



	이강욱 전임의('87) 現 충남대병원		이경한 전공의('87) 전임의('93) 교수('96) 現 삼성서울		이동수 전임의('90) 교수('90) 現 서울대
	이리리 전공의('15) 임상강사('19) 現 중앙대		이명철 전공의('74) 교수('81)		이문호 교수('53) 별세
	이범우 전임의('89)		이상미 전공의('07) 現 순천향천안		이수진 전공의('11) 現 한양대
	이원우 전공의('94) 교수('03) 現 분당서울대		이은성 전공의('10) 現 고려대구로		이인기 전공의('12) 現 원자력
	이장규 교수('64) 별세		이정민 전공의('14) 現 서울리샤인 의원		이정원 전공의('06) 現 국제성모
	이종진 전공의('02) 임상강사('09) 교수('09) 現 서울아산		이현중 전공의('14) 現 공보의		이호영 전공의('01) 교수('08) 現 분당서울대

	이환희 전공의('15) 임상강사('19) 現 삼성서울		이효상 전공의('08) 現 강릉아산		임상무 전공의('80) 전임의('86) 교수('97) 現 원자력
	임석태 전임의('98) 現 전북대		임일한 전공의('05) 現 원자력		임형준 전공의('08) 교수('17) 現 서울대
	장성준 전공의('04) 교수('14) 現 SKSH		장수진 전공의('05) 現 분당차		정준기 전공의('77) 교수('85)
	정환정 임상강사('01) 現 전북대		조보연 교수('79) 現 중앙대		천기정 전공의('97) 교수('12) 現 서울대
	천인국 전공의('10) 現 강원대		최미연 전임의('03)		최윤호 전공의('88) 現 삼성서울
	최창운 전공의('85) 전임의('91) 교수('97) 現 원자력		최흥운 전공의('11) 교수('18) 現 서울대		팽진철 전공의('00) 임상강사('08) 교수('08) 現 서울대



	하승균 전공의(11) 임상강사(15) 교수(18) 現 서울성모		한진석 전공의(79)		현인영 전임의(94) 現 인하대
	홍기석 전공의(75) 교수(08) 現 덕터홍내과		황경훈 임상강사(02) 現 인하대		Mei Tian 교수(10) 現 Zhejiang U.

마. 인물사진: PhD 교수, 박사학위취득자(2011년 이후)

	강은주 교수(03)		강주현 교수(02) 現 원자력의 학원		강혜진 교수(12) 現 서울대
	고근배 박사(17) 의과학 現 브라이토 닉스		권순일 박사(13) 방사선응용생 명과학 現 UC Davis		김경민 교수(09) 現 원자력의 학원
	김순학 교수(05) 現 가톨릭관 동대		김승후 박사(11) 중앙생물학 現 알파바이 로랩		김영화 박사(11) 의과학 교수(19) 現 서울대

	김은경 (15) 인지과학 現 서울대		김중현 박사(12) 방사선응용생 명과학 現 표준연		김지후 박사(16) 핵의학 現 MGH
	김호영 박사(19) 핵의학 現 U.Penn		김희정 박사(12) 인지과학 現 보라매		김희중 교수(99) 現 연세대학교
	나주리 박사(16) 의과학 現 Oxford U.		문성현 박사(16) 방사선응용생 명과학 現 Harvard U.		박지용 박사(20) 의과학 現 서울대
	박현수 박사(12) 핵의학 現 분당서울대		박효진 박사(13) 인지과학		방성애 박사(16) 뇌신경과학
	서성호 박사(16) 뇌인지과학 現 배재대		손정환 박사(19) 의과학 現 브라이토 닉스		송명근 박사(14) 종양생물학 교수(15) 現 서울대
	신성아 박사(19) 의과학 現 한양대		양보연 박사(14) 방사선응용생 명과학 現 Harvard U.		염찬주 박사(11) 종양생물학



	오현정 박사('16) 분자의학및바 이오제약학 現 고려대		원준연 박사('19) 의과학 現 삼성전자		윤은진 박사('14) 뇌과학 現 보라매병원
	윤현석 박사('11) 의과학 現 KINS		윤혜원 교수('08) 現 서울대		이민선 박사('18) 방사선응용생 명과학 現 KAERI
	이병철 교수('11) 現 분당서울대		이보은 박사('17) 분자의학및바 이오제약학 現 U.Penn		이윤상 교수('08) 現 서울대
	이재성 교수('05) 現 서울대		이지연 박사('19) 의과학 現 U.Penn		이철희 박사('18) 의과학 교수('20) 現 Weill Cornell
	이혜경 교수('14) 現 서울대		정경오 박사('16) 의과학 現 Stanford U.		정석진 박사('19) 종양생물학 現 Michigan U.
	정재민 교수('94) 現 서울대		정태문 박사('16) 의과학 現 Cold Spring Harbor Lab		조정혁 교수('98)

	지대운 교수('02) 現 퓨처켐		최선주 교수('10) 現 KAERI		최용 교수('99) 現 서강대
	최유리 교수('16) 現 서울대		최지영 박사('19) 방사선융합의 생명과학 現 분당서울 대병원		함자량 박사('15) 인지과학 現 동국대일 산병원
	허영민 박사('20) 인지과학 現 서울대		황도원 교수('10) 現 테라베스트		Vinay Ku- mar Banka 박사('19) 핵의학 現 NYU
	Arun Gupta 박사('18) 핵의학 現 BPKIHS		Lathika Hoigebazar 박사('11) 방사선응용생 명과학		Nadeem A. Lodhi 박사('19) 핵의학 現 PINSTECH
	Sudhakara R. Seelam 박사('16) 방사선응용생 명과학 現 BC Cancer		Dinesh Shetty 박사('11) 방사선응용생 명과학 現 Emory U.		

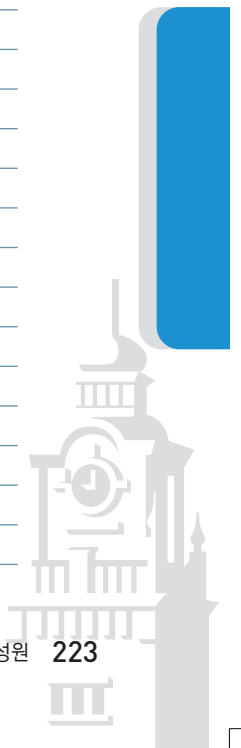


3) 직원

가. 역대 직원(3개 병원)

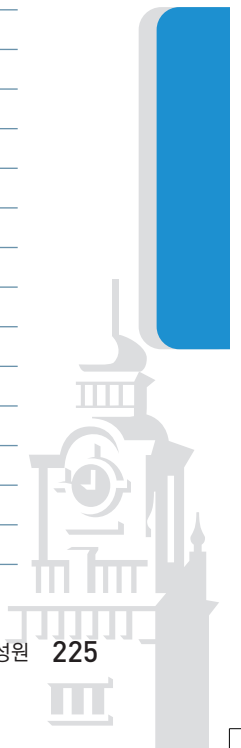
	이름	근무기간	담당업무		이름	근무기간	담당업무
1	강건호	'99.12 ~ '04.01	FDG생산	41	김병진	'00.03 ~ 현재	영상검사
2	강미지	'20.01 ~ 현재	검체검사	42	김봉선	'18.06 ~ 현재	체내검사실
3	강미희	'83.03 ~ '83.12	검체검사	43	김사임	'80.12 ~ '84.10	의무타자
4	강민경	'08.03 ~ '16.10	행정	44	김상언	'09.06 ~ 현재	영상검사
5	강성현	'11.02 ~ '12.09	검체검사	45	김서진	'04.04 ~ '04.06	영상검사
6	강신후	'09.01 ~ 현재	간호	46	김순애	'87.03 ~ '95.03	의국
7	강애희	'02.11 ~ '06.02	검체검사	47	김승정	'06.09 ~ 현재	영상검사
8	강진우	'03.03 ~ '03.12	접수	48	김아름	'12.05 ~ '17.01	접수
9	강형태	'81.01 ~ '82.02	검체검사	49	김연옥	'88.03 ~ '89.02	검체검사
10	고경희	'73.10 ~ '75.05	검체검사	50	김영석	'93.10 ~ '00.07	영상검사
11	고길만	'98.03 ~ 현재	영상검사	51	김영선	'03.02 ~ '06.01	영상검사
12	공범석	'15.11 ~ '17.11	영상검사	52	김영숙	'95.04 ~ '96.04	간호보조
13	곽대자	'83.09 ~ '97.11	비서	53	김영준	'94.06 ~ '95.05	영상검사
14	곽동우	'03.04 ~ 현재	영상검사	54	김영현	'79.05 ~ '81.02	영상검사
15	곽철은	'90.03 ~ '98.12	영상분석	55	김예경	'08.10 ~ 현재	간호
16	권규연	'19.03 ~ '19.11	간호	56	김예영	'17.07 ~ '18.12	약사
17	권명화	'78.07 ~ '84.08	접수	57	김용근	'94.03 ~ '00.12	영상검사
18	권보름	'14.10 ~ '16.05	검체검사	58	김용봉	'70.07 ~ '71.11	영상검사
19	권영란	'91.04 ~ '92.03	검체검사	59	김 옥	'06.11 ~ '08.10	영상검사
20	권원현	'06.11 ~ 현재	검체검사	60	김은경	'16.03 ~ 현재	접수
21	권원홍	'10.03 ~ '12.02	검체검사	61	김일섭	'69.12 ~ '72.07	영상검사
22	권형진	'08.01 ~ 현재	영상검사	62	김일태	'79.06 ~ '82.05	영상분석
23	기우탁	'87.04 ~ '90.04	행정	63	김장환	'90.03 ~ '90.12	영상검사
24	김강민	'09.03 ~ 현재	검체검사	64	김재석	'00.05 ~ '00.12	영상검사
25	김경자	'63.04 ~ '64.03	논문실험	65	김재일	'03.10 ~ 현재	영상검사
26	김경화	'12.10 ~ '14.09	검체검사	66	김재홍	'95.03 ~ '95.10	영상검사
27	김경환	'92.03 ~ '93.08	검체검사	67	김정수	'03.03 ~ '15.02	영상검사
28	김경훈	'05.09 ~ 현재	영상검사	68	김정옥	'02.07 ~ '10.05	간호
29	김계환	'06.03 ~ 현재	영상검사	69	김정의	'84.03 ~ '84.06	영상검사
30	김나경	'16.03 ~ 현재	검체검사	70	김정인	'03.03 ~ 현재	검체검사
31	김다은	'05.08 ~ '06.02	영상검사	71	김정주	'87.03 ~ '88.02	영상검사
32	김대운	'02.03 ~ 현재	검체검사	72	김정희	'91.07 ~ '93.12	간호
33	김도형	'14.05 ~ '16.04	안전관리	73	김종필	'09.08 ~ 현재	영상검사
34	김동민	'90.03 ~ '94.04	검체검사	74	김주희	'86.11 ~ '93.02	의국
35	김동형	'06.09 ~ '07.06	검체검사	75	김 준	'15.08 ~ 현재	영상검사실
36	김명자	'78.07 ~ '81.04	접수	76	김중구	'90.03 ~ '90.06	검체검사
37	김문혜	'81.02 ~ '97.11	영상검사	77	김지나	'98.03 ~ '01.02	검체검사
38	김미정	'94.01 ~ '96.02	간호	78	김지선	'03.02 ~ '09.02	검체검사
39	김민영	'01.09 ~ '03.02	간호	79	김지영	'07.05 ~ '07.08	행정
40	김병성	'92.03 ~ '95.03	검체검사	80	김지용	'15.07 ~ 현재	영상검사

	이름	근무기간	담당업무		이름	근무기간	담당업무
81	김지원	'10.03 ~ '10.12	검체검사	121	박광서	'04.08 ~ '06.08	FDG생산
82	김지현	'19.04 ~ 현재	간호	122	박균석	'64.04 ~ '66.03	영상검사
83	김지현	'08.11 ~ '10.05	영상검사	123	박대호	'00.01 ~ '04.08	FDG생산
84	김진의	'91.03 ~ 현재	영상검사	124	박미선	'16.06 ~ '18.06	검체검사
85	김태엽	'07.09 ~ 현재	영상검사	125	박미숙	'81.02 ~ '84.04	접수
86	김태훈	'94.03 ~ '15.12	검체검사	126	박민호	'15.01 ~ 현재	검체검사
87	김하균	'09.07 ~ 현재	영상검사	127	박병란	'81.02 ~ '81.04	검체검사
88	김한울	'19.06 ~ 현재	FDG생산	128	박선경	'95.04 ~ '00.10	접수
89	김해인	'19.06 ~ 현재	약사	129	박성우	'18.07 ~ 현재	안전관리
90	김 현	'15.03 ~ 현재	영상검사	130	박성욱	'75.06 ~ '75.12	영상검사
91	김현주	'75.04 ~ '12.06	검체검사	131	박승현	'84.07 ~ '87.12	간호
92	김현화	'00.10 ~ '01.12	접수	132	박아름	'19.11 ~ 현재	간호
93	김혜숙	'88.03 ~ '88.05	검체검사	133	박연주	'06.06 ~ '17.06	행정
94	김혜지	'18.07 ~ '18.12	검체검사	134	박영자	'78.03 ~ '80.11	검체검사
95	김호영	'18.07 ~ '19.07	약사	135	박영재	'94.03 ~ '03.02	영상검사
96	김홍주	'05.05 ~ '08.04	안전관리	136	박용찬	'19.08 ~ 현재	간호
97	김희선	'07.01 ~ 현재	검체검사	137	박은경	'82.04 ~ '84.08	검체검사
98	나명대	'06.07 ~ '07.12	영상검사	138	박은미	'82.09 ~ '94.06	검체검사
99	남광현	'19.07 ~ 현재	영상검사	139	박은미	'84.03 ~ '84.10	검체검사
100	남궁식	'03.10 - '05.05	영상검사	140	박장순	'81.07 ~ '82.05	영상검사
101	남동현	'84.02 - '84.06	영상검사	141	박종범	'17.07 ~ 현재	FDG생산
102	남은주	'93.03 ~ 현재	행정실	142	박주선	'12.02 ~ 현재	영상검사
103	노경운	'90.03 ~ 현재	검체검사	143	박주언	'17.03 ~ '19.04	영상검사실
104	노승욱	'90.04 ~ '93.03	행정	144	박주홍	'00.07 ~ '01.10	영상검사
105	노준희	'90.03 ~ '90.12	영상검사	145	박준모	'94.07 ~ '95.04	검체검사
106	도용호	'08.01 ~ 현재	영상검사	146	박준형	'08.02 ~ '14.08	FDG생산
107	동희초	'75.10 ~ '81.04	검체검사	147	박지솔	'18.02 ~ 현재	검체검사
108	류현정	'91.04 ~ '91.07	영상검사	148	박진웅	'01.03 ~ '05.05	영상검사
109	류화진	'17.07 ~ 현재	검체검사	149	박찬록	'11.02 ~ '19.08	영상검사
110	문기춘	'01.03 ~ 현재	검체검사	150	박창혁	'63.04 ~ '64.03	영상검사
111	문영실	'06.02 ~ 현재	행정실	151	박춘자	'85.09 ~ '96.03	접수
112	문우연	'93.10 ~ '94.06	검체검사	152	박현숙	'79.03 ~ '81.06	영상분석
113	문일상	'01.01 ~ 현재	영상검사	153	박현식	'11.01 ~ 현재	FDG생산
114	문종운	'99.03 ~ '00.02	영상검사	154	박형기	'89.03 ~ '90.01	검체검사
115	문향미	'97.10 ~ '98.02	검체검사	155	박훈수	'95.04 ~ '96.03	검체검사
116	문형호	'86.03 ~ '87.02	검체검사	156	박희원	'01.03 ~ 현재	검체검사
117	민경선	'84.03 ~ '11.04	검체검사	157	배원규	'87.03 ~ '88.02	영상검사
118	민소현	'19.11 ~ 현재	간호	158	백범열	'05.03 ~ '07.07	영상검사
119	박경옥	'06.09 ~ '08.05	간호보조	159	백송란	'89.03 ~ '89.05	검체검사
120	박 관	'95.03 ~ '95.08	영상검사	160	백승찬	'06.03 ~ '06.11	영상검사



	이름	근무기간	담당업무		이름	근무기간	담당업무
161	변대홍	'86.09 ~ '96.03	영상검사	201	안선우	'05.10 ~ '06.02	영상검사
162	변숙균	'65.04 ~ '69.03	검체검사	202	안성란	'79.07 ~ '81.02	행정
163	서명진	'14.03 ~ '16.02	검체검사	203	안성민	'86.03 ~ '87.02	영상검사
164	서미경	'78.07 ~ '84.02	검체검사	204	안순자	'76.07 ~ '80.08	영상검사
165	서미혜	'86.03 ~ '87.02	검체검사	205	안은선	'18.06 ~ '19.06	약사
166	서봉숙	'94.10 ~ '95.03	간호보조	206	안재석	'03.10 ~ '06.08	검체검사
167	서석근	'00.08 ~ '00.11	영상검사	207	안지희	'96.03 ~ '97.03	간호
168	서영미	'86.11 ~ '89.04	의무전사	208	안현호	'15.07 ~ 현재	FDG생산
169	서원영	'88.03 ~ '94.01	영상검사	209	양지연	'09.09 ~ 현재	간호보조
170	서은경	'09.09 ~ '10	검체검사	210	염미경	'88.07 ~ '91.08	약사
171	서일택	'69.11 ~ '02.12	검체검사	211	오세문	'09.09 ~ 현재	영상검사
172	서효열	'07.02 ~ 현재	검체검사	212	오시완	'06.03 ~ '07.06	검체검사
173	서효영	'03.04 ~ '04.03	간호보조	213	오은영	'09.08 ~ 현재	간호보조
174	석은미	'14.05 ~ 현재	간호	214	오정미	'82.11 ~ '87.04	행정
175	석재동	'86.03 ~ '87.02	영상검사	215	오정순	'83.03 ~ '83.12	검체검사
176	설정남	'84.04 ~ '93.03	접수	216	오창범	'08.02 ~ '12.06	영상검사
177	설진형	'16.05 ~ '18.04	안전관리	217	옥인화	'19.10 ~ 현재	약사
178	성영수	'96.03 ~ '98.02	안전관리	218	우재룡	'90.06 ~ 현재	영상검사
179	성용준	'05.09 ~ 현재	영상검사	219	원우재	'88.12 ~ '00.05	검체검사
180	성원경	'17.11 ~ '18.10	영상검사	220	위준영	'96.03 ~ '97.05	검체검사
181	성하옥	'85.09 ~ '85.11	접수	221	유광열	'81.06 ~ '88.12	영상검사
182	송남순	'79.04 ~ '84.04	접수	222	유만길	'88.03 ~ '93.10	검체검사
183	송우강	'90.03 ~ '94.01	영상검사	223	유미경	'77.07 ~ '77.12	비서
184	송재범	'92.03 ~ '94.03	영상검사	224	유병주	'92.04 ~ '94.01	안전관리
185	송현순	'74.07 ~ '75.05	검체검사	225	유아영	'09.12 ~ 현재	간호보조
186	송호준	'07.05 ~ 현재	영상검사	226	유연옥	'06.03 ~ '06.07	영상검사
187	승명자	'61.04 ~ '63.03	영상검사	227	유영주	'01.12 ~ '19.04	의무전사
188	승종민	'08.01 ~ 현재	영상검사	228	유태민	'94.04 ~ 현재	검체검사
189	신금철	'84.03 ~ '92.01	검체검사	229	윤상혁	'98.05 ~ '99.02	영상검사
190	신민철	'18.04 ~ '18.06	안전관리	230	윤석환	'08.01 ~ 현재	영상검사
191	신병호	'09.08 ~ 현재	영상검사	231	윤성혜	'80.07 ~ '85.07	검체검사
192	신상기	'88.03 ~ '89.02	영상검사	232	윤순분	'84.10 ~ '94.07	의무전사
193	신선영	'98.03 ~ 현재	검체검사	233	윤정숙	'80.07 ~ '82.06	영상검사
194	신성화	'92.03 ~ '04.11	영상검사	234	윤진규	'13.07 ~ '15.06	영상검사
195	신숙희	'81.10 ~ '85.06	검체검사	235	윤창식	'12.07 ~ 현재	FDG생산
196	신승훈	'71.02 ~ '73.10	영상검사	236	윤태석	'98.03 ~ 현재	검체검사
197	신은영	'93.03 ~ 현재	의무전사	237	이강미	'82.04 ~ '83.10	비서
198	신희정	'06.04 ~ 현재	검체검사	238	이경배	'05.05 ~ '06.01	영상검사
199	심상미	'85.03 ~ '97.10	영상검사	239	이경재	'94.03 ~ 현재	안전관리
200	안미숙	'03.11 ~ '06.02	의무투자	240	이광철	'94.01 ~ '94.03	영상검사

	이름	근무기간	담당업무		이름	근무기간	담당업무
241	이규범	'87.03 ~ '87.07	검체검사	281	이혜은	'12.01 ~ 현재	접수
242	이기분	'82.07 ~ '82.10	행정	282	이홍재	'94.03 ~ 현재	영상검사
243	이문자	'03.02 ~ '08.03	간호	283	이홍진	'07.06 ~ 현재	FDG생산
244	이미선	'06.10 ~ '07.12	검체검사	284	이효숙	'05.01 ~ '09.10	접수
245	이미영	'84.04 ~ '84.12	접수	285	인우진	'14.01 ~ 현재	검체검사
246	이미정	'15.01 ~ 현재	간호	286	임대용	'95.05 ~ '98.05	영상검사
247	이보성	'06.12 ~ '07.08	영상검사	287	임소희	'07.01 ~ 현재	검체검사
248	이보은	'09.04 ~ '17.07	약사	288	임영심	'74.07 ~ '76.03	접수
249	이부순	'78.05 ~ '80.12	의무전사	289	임영희	'80.02 ~ '81.01	검체검사
250	이선호	'94.02 ~ '94.12	검체검사	290	임정진	'99.06 ~ 현재	영상검사
251	이성태	'17.11 ~ 현재	영상검사실	291	임진균	'07.06 ~ '08.03	FDG생산
252	이승관	'78.06 ~ '79.02	검체검사	292	임현진	'06.07 ~ 현재	영상검사
253	이승민	'08.10 ~ '10.05	영상검사	293	임형태	'94.05 ~ '00.05	영상검사
254	이승훈	'12.03 ~ '13.10	영상검사	294	장덕상	'73.10 ~ '75.08	검체검사
255	이양모	'03.03 ~ '05.10	영상검사	295	장동훈	'15.05 ~ 현재	영상검사
256	이영미	'97.03 ~ '02.07	간호	296	장연길	'83.03 ~ '83.10	검체검사
257	이영보	'91.05 ~ '92.04	검체검사	297	장영수	'96.02 ~ '08.06	약사
258	이영숙	'64.04 ~ '74.08	영상검사	298	장윤균	'90.03 ~ '90.12	검체검사
259	이영자	'81.07 ~ '82.07	간호	299	장정길	'63.04 ~ '64.03	영상검사
260	이용석	'08.04 ~ 현재	FDG생산	300	장철수	'81.03 ~ '84.12	검체검사
261	이원국	'87.03 ~ '88.02	영상검사	301	장현숙	'79.04 ~ '80.08	간호
262	이은별	'17.03 ~ 현재	영상검사실	302	장현영	'95.02 ~ 현재	검체검사
263	이은주	'82.07 ~ '84.07	간호	303	전병길	'82.07 ~ '93.11	영상검사
264	이인원	'84.03 ~ 현재	영상검사	304	전억중	'99.12 ~ '99.12	영상검사
265	이재길	'85.10 ~ '88.12	검체검사	305	전재환	'10.01 ~ 현재	영상검사
266	이재영	'14.04 ~ 현재	영상검사	306	전준영	'02.07 ~ '02.11	영상검사
267	이재형	'07.02 ~ 현재	FDG생산	307	전지영	'08.03 ~ '10.02	검체검사
268	이정선	'85.10 ~ '90.04	검체검사	308	전흥기	'83.03 ~ '84.02	영상검사
269	이정신	'93.04 ~ '93.10	간호보조	309	정경은	'03.04 ~ '05.04	접수
270	이정임	'91.03 ~ '92.02	검체검사	310	정규일	'98.03 ~ 현재	영상검사
271	이종금	'85.11 ~ '86.11	행정	311	정명화	'83.03 ~ '83.12	검체검사
272	이지현	'08.03 ~ '08.09	간호	312	정명희	'78.11 ~ '86.12	의무전사
273	이지현	'10.01 ~ '10.02	검체검사	313	정민기	'02.12 ~ '05.09	안전관리
274	이진형	'06.12 ~ 현재	영상검사	314	정수욱	'93.03 ~ '96.01	약사
275	이진호	'02.03 ~ '05.05	영상검사	315	정순우	'05.01 ~ '08.02	간호
276	이충훈	'00.09 ~ '02.07	영상검사	316	정 아	'04.04 ~ '06.08	간호보조
277	이치영	'85.03 ~ '90.07	영상검사	317	정용훈	'08.05 ~ 현재	영상검사
278	이한나	'12.10 ~ 현재	영상검사	318	정용훈	'19.01 ~ 현재	영상검사실
279	이현주	'02.07 ~ 현재	검체검사	319	정유경	'06.03 ~ '06.05	영상검사
280	이형진	'01.03 ~ 현재	영상검사	320	정윤영	'80.04 ~ '88.11	검체검사



	이름	근무기간	담당업무		이름	근무기간	담당업무
321	정인수	'19.06 ~ '19.11	약사	359	최성희	'13.01 ~ 현재	검체검사
322	정재민	'84.05 ~ '88.06	약사	360	최소영	'17.02 ~ 현재	접수
323	정재훈	'04.03 ~ '06.02	영상검사	361	최송희	'77.03 ~ '82.07	행정
324	정현정	'99.12 ~ '01.02	FDG생산	362	최순혜	'76.04 ~ '78.01	접수
325	조강현	'80.08 ~ '81.07	간호	363	최승환	'82.07 ~ '84.04	영상검사
326	조경아	'12.03 ~ '14.02	검체검사	364	최윤정	'00.05 ~ 현재	행정실
327	조규진	'76.07 ~ '06.12	영상검사	365	최윤희	'93.02 ~ '02.11	행정
328	조만익	'91.04 ~ '08.04	검체검사	366	최은미	'79.04 ~ '80.12	접수
329	조미라	'84.02 ~ '90.06	검체검사	367	최은진	'09.11 ~ '11.08	접수
330	조성묵	'12.07 ~ '13.05	영상검사	368	최정희	'86.08 ~ 현재	행정
331	조성욱	'94.03 ~ 현재	영상검사	369	최종미	'93.10 ~ '94.10	간호보조
332	조시만	'85.09 ~ '89.02	영상검사	370	최중훈	'75.07 ~ '76.04	영상검사
333	조영권	'98.03 ~ '00.02	영상검사	371	최진욱	'07.09 ~ 현재	영상검사
334	조용현	'99.03 ~ 현재	FDG생산	372	최현준	'09.07 ~ 현재	영상검사
335	조현덕	'03.05 ~ 현재	영상검사	373	최혜현	'80.10 ~ '86.08	비서
336	조현수	'16.06 ~ 현재	검체검사	374	최효임	'96.04 ~ '98.07	간호보조
337	조화자	'78.04 ~ '80.04	접수	375	추성애	'03.03 ~ '04.12	간호
338	좌성수	'86.03 ~ '87.02	영상검사	376	하동혁	'07.07 ~ 현재	검체검사
339	주성우	'00.08 ~ '00.11	영상검사	377	하태환	'15.05 ~ 현재	영상검사
340	주시연	'08.03 ~ 현재	영상검사	378	한상섭	'93.11 ~ '94.03	영상검사
341	주영희	'87.12 ~ '91.07	간호	379	한현미	'10.05 ~ '18.06	간호
342	주종문	'84.02 ~ '84.03	영상검사	380	허유진	'08.06 ~ '09.11	간호보조
343	주창환	'08.04 ~ '09.05	약사	381	허은정	'11.08 ~ '12.04	접수
344	주홍녀	'94.09 ~ '02.11	접수	382	현의숙	'84.12 ~ '85.09	접수
345	지숙희	'09.06 ~ 현재	간호	383	현준호	'09.05 ~ 현재	영상검사
346	지영식	'09.07 ~ '10.12	영상검사	384	홍명신	'85.03 ~ '90.10	검체검사
347	진광호	'79.05 ~ '93.09	영상검사	385	홍미경	'89.03 ~ 현재	검체검사
348	진소희	'98.08 ~ '03.03	간호보조	386	홍성탁	'01.07 ~ '01.07	FDG생산
349	채수영	'63.04 ~ '74.04	의무타자	387	홍종숙	'66.04 ~ '69.10	검체검사
350	채승남	'16.12 ~ '18.12	간호	388	홍창현	'05.01 ~ '07.01	검체검사
351	천영필	'83.03 ~ '83.10	영상검사	389	홍효연	'12.12 ~ '18.05	간호
352	최경진	'97.06 ~ '99.02	검체검사	390	황경옥	'00.03 ~ '00.03	검체검사
353	최경진	'19.03 ~ 현재	접수	391	황 균	'65.04 ~ '70.03	영상검사
354	최기용	'78.06 ~ '79.05	영상검사	392	황기영	'06.09 ~ '10.01	FDG생산
355	최미숙	'99.11 ~ '00.05	접수	393	황길동	'89.03 ~ 현재	영상검사
356	최상길	'91.03 ~ '92.02	검체검사	394	황미나	'96.03 ~ '99.11	접수
357	최석례	'91.10 ~ '93.03	약사	395	황지원	'05.05 ~ '06.06	영상검사
358	최선분	'09.02 ~ '12.12	간호				

나. 역대 보직자

	<p>서일택 기사장 ('78.01~'02.12) 핵의학기술학회장 ('93~'95)</p>		<p>조규진 체내 수석 ('83.01~'02.12) 기사장 ('03.01~'06.12) 핵의학기술학회장 ('02~'04)</p>
	<p>김현주 체외 수석 ('83.01~'06.12) 기사장 ('07.01~'12.06)</p>		<p>진광호 체내/소아 수석 ('85.09~'93.09) 핵의학기술학회장 ('99~'01)</p>
	<p>이인원 소아/체내 수석 ('97.01~'02.12) 분당 운영팀장 ('03.03~'19.02) 핵의학기술학회장 ('12~'13)</p>		<p>우재룡 체내 수석 ('05.06~'08.08) 보라매 기사장 ('08.09~'19.12)</p>
	<p>김진의 소아/체내 수석 ('07.04~'12.06) 기사장 ('12.07~'17.04) 방사선사협회핵의학기술학회장 ('14~'16)</p>		<p>노경운 체외 수석 ('07.04~'17.04) 기사장 ('17.04~현재) 핵의학기술학회장 ('17~'19)</p>
	<p>이흥재 종양/소아 수석 ('09.11~현재) 핵의학기술학회장 ('20~현재)</p>		<p>조성욱 체내 수석 ('11.03~'19.12)</p>
	<p>문일상 소아/종양 수석 ('12.07~'19.12) 보라매 기사장 ('20.01~현재)</p>		<p>박영재 분당 수석 ('13.03~현재)</p>



이경재

안전관리파트장 ('16.03~'19.02)
분당 운영팀장 ('19.03~현재)
방사선사협회핵의학기술학회장 ('20~현재)



유태민

체외 수석('17.04~'19.12)



임정진

체내 수석 ('20.01~현재)



김병진

종양 수석 ('20.01~현재)



신선영

체외 수석('20.01~현재)

2. 인물로 보는 60년

1) 인물열전: 교수

가. 한국 의료계의 대부 **청봉 이문호**



이문호 교수는 당신의 호 청봉(靑峰)같이 고고하게 구름 너머 높이 계시는 분이였다. 그는 운명적으로 해방 후 일본의학이 몰

려간 뒤 우리나라에 현대의학의 묘목을 심고 가꾸어 번성시키는 주역을 맡았다. 이문호 교수를 통해 “어떤 조건과 상황이 선구자를 필요로 할까?”와 “진정한 선구자가 되려면 무슨 덕목이 필요할까?”를 밝혀 보고자 한다.

선구자는 운명적인 시절을 만나게 된다. 그가 경성제국대학 의학부에 재학 중 해방을 맞아 일본 교수와 의사들이 몰려나가 대학은 빈 공간이 되었다. 몇 명 안 되는 한국인 선배들은 학문세계에는 동떨어져 있어 졸업생들은 자연스럽게 새로운 학문세대가 되었다. 동기생 15명이 『일진회』를 조직하여 학문의 뜻을 세우고 서로 겹치지 않게 전문분야를 정하였고 학생 이문호는 내과(심장내과)를 전공하기로 한다. 이문호 선생은 이 숙명적 상황을 인지하고 능동적으로 대처하면서 기회로 바꾼 것이다.

운명에 대한 자각은 내실을 이루게 한다. 해방 후 미국의학이 휩쓸던 시기에 이문호 교수는 학창시절의 꿈이었던 독일유학을 떠났으나 1년 후, 기대와는 다른 패전국의 부족한

환경에 실망하고 말았다. 귀국하려는 그는 지도교수 Heilmeyer의 권유로 그 당시 첨단의학인 핵의학을 공부하게 되고 3년 후 박사학위를 받아 귀국한다. 프라이부르크 대학에는 radiotracer 원리로 1943년에 노벨상을 받은 Hevesy 교수가 있어 주치의인 Heilmeyer 교수에게 핵의학 연구를 권했던 것이다. 학문적 밑바탕 없이 ‘모래성’ 같은 우리 의학계에서 탄탄한 방법론을 갖춘 그는 연구의 주도권을 잡게 한다. 우연같은 이 운명적 여건을 노력으로 잘 살려서 장래 리더 역할 수행에 필수적인 실력과 업적을 쌓았다.

우선 그는 무엇보다도 부지런했다. 쉬없이 공부와 연구를 하고 학문과 관계된 일을 하였다. 『갑상선학』이라는 우리말 책을 1978년 출판하고, 그 후 『유행성 출혈열』, 『갑상선 세포진단』, 『임상핵의학』 등 선생님과 제자들의 업적을 끊임없이 정리해 14권의 책으로 엮었다. 학술잡지, 의학전문지에 선생님 논문과 글이 언제나 실리고, 사소한 제약회사 잡지 원고 부탁도 마다하지 않았다. 우리 제자들이 논문이나 원고를 작성해 드리면, 그 바쁜 일정에도 하루 이틀이면 교정하여 주었다. 모두 강조하고 있듯이, 인성이 실력 못지않게 중요하다. 이를 바탕으로 그는 타고난 선구자같이 맹활약하였다. 핵의학 방법을 접목시켜 의학 발전에 크게 기여하고 마침내 대한의학회를 설립했다. 기초의학과 임상의학, 각 전문과목 사이에서 생기는 많은 갈등과 문제를 해결하고, 관련 과학분야의 사람을 의학계로 끌어 들였다. 선생님은 서울에서 1980년과 1984

년에 국제학술대회인 혈액학회와 아시아대양주핵의학회를 열어 우리 위상을 높였다. 그야말로 의학계에서 이름에 걸맞는 대부였다.

그는 제자들을 무척 아끼고, 능력을 발휘하도록 좋은 자리를 만들어 주려 하였다. 그 결과 서울의대에 15명이 넘는 제자들이 교수가 되어 소위 「이문호 사단」을 구축했다. 서울대에서 퇴임 후 아산중앙병원 초대원장이 된 것도 제자들의 일자리를 위해서라며, ‘내 어깨를 밟고, 한 단계 더 도약하라’고 제자들을 격려했다. 후에 몇 번 뇌혈관 경색이 있어 걸음과 말이 불편해져 입원했다. 내가 병실을 찾았더니, 동문 주소록 수첩을 보고 계셨다. 많이 잊어버렸다면서 얼굴 사진과 맞추어 제자들 이름을 다시 외우면서.

선생님은 카리스마가 있는 분이였다. 외모도 큰 키에 이목구비가 뚜렷한 얼굴이고, 항상 자리에 잘 어울리는 옷을 안목 있게 입으셨다. 하시는 일도 의학회, 국가고시위원회, 학술원 등 고위 단체의 수장 업무였다. 환자를 볼 때도 감히 범접할 수 없는 권위가 있어서서 외래가 밀릴 때는 300명의 환자를 만나 절에 보았으나 불평하지 않았다.

내가 선생님을 회고할 때 가장 중요하다고 생각하는 덕목은 자기존중이다. 선생님은 당신 일에 대한 자부심이 대단했다. 자신의 일과 성과를 본인이 중요하다고 생각하지 않으면 당연히 다른 사람도 하찮게 여긴다. 자기 존중, 자기 일에 대한 확신이 선생님을 열심히 하게 만들고, 다른 사람들도 인정하게 만들었다. 가치는 본래부터 있는 것이 아니라

우리가 만드는 것이다.

선생님 명성과 성공의 일부는 사모님의 몫이다. 형제자매가 많은 집에서 만며느리 역할을 충실히 했다. 3년간의 독일 연수 때 집안일을 도맡아 하면서, 선생님이 보낸 서한을 정리하고 다듬어 일간지에 『독일에서 온 편지』라는 제목으로 연재했다. 선생님 성북동 자택에서 수시로 제자와 손님을 초대해 만찬을 열고, 제자 교수의 부인모임을 만들어 다독거렸다. 선생님이 돌아가신 후, 유물을 잘 보관하고 정리하여 곤지암에 기념관 「청봉사랑방」을 직접 꾸미고 관리하셨다. 누구나 방문해 보면 중요한 모든 자료를 50년 이상 사모님이 모으고 정리하신 데 감탄을 한다. 선생님의 10주기에 서울대학교병원 의학박물관에 조그마한 자리를 만들어 전시하고, 주요 유품을 도록으로 엮었다. 우리 의학계에 귀중한 사료로 남을 것이다.

나는 청봉 선생의 모든 성과는 일생에 걸친 부단한 노력, 집념, 용기의 결정체인 리더십에서 나왔다고 생각한다. 남아프리카 만델라의 말이다. “용기를 가지고 태어난 사람은 없다. 우리가 결정해 두려움을 이기는 것이 진정한 용기이다.” 나는 이문호 교수의 생애에 비유한다. “리더십을 가지고 태어난 사람은 없다. 우리가 결정해 노력하는 것이 진정한 리더십이다.”

선생님은 나에게서는 커다란 코끼리와 같다. 이 글은 마치 장님인 내가 몸 전체를 못보고 다리, 코, 꼬리 일부만 만지고 코끼리가 어떻게 말하는 것과 같다. 선생님은 내 소견

과 안목으로 나타내기에는 너무나 큰 분이였다. 그래서 선생님 10주기(周忌)에 발간한 화보집에 실린 제자 몇 분의 회고 말씀으로 끝을 마치겠다.

이정상: “교수님께서서는 항상 가까이 계시면서 깊은 뜻과 넓은 마음으로 저희를 헤아려주시며 엄정한 학문의 길을 깨우쳐 주시던 ‘큰 스승’이었습니다. 선생님의 안목과 활동은 저희들이 감히 헤아리기 어려울 정도였습니다. 열악한 의료 환경 속에서도 국제 학술대회를 유치하신 일, 정부로부터 의료인의 국가고시와 학술관계 일을 민간단체로 위임받아 오신 일, 우리의 임상자료를 바탕으로 한글교과서를 출판하신 일 등 이루 헤아릴 수가 없습니다. 선생님은 학문적인 열정이 가득하셔서, 우리나라 내과학, 핵의학, 내분비학, 혈액학 등을 이끄셨고, 대한의학회, 전문의 교육수련제도, 의료인 국가고시 등 제도적인 기반을 정립했습니다. 선생님을 모셔 온 40년의 세월을 되돌아보면, 제가 오늘에 이르기까지 선생님의 보살핌이 얼마나 큰지 새삼 깨닫고, 고난과 영광이 겹쳐진 헤아릴 수 없는 많은 일들이 생각나며 가슴이 저려옵니다. 이 모든 것이 선생님과 함께 하였기에 더욱 아름답고 영광스러운 추억으로 제 가슴 깊이 간직하고 있습니다.”

이흥규: “선생님은 항상 교수는 연구를 해야 한다고 강조하셨습니다. 또 연구를 하려면 연구 시설과 장비가 있어야 하고, 연구팀을 가져야 한다고 했습니다. 여기에 좋은 결과를 얻으려면 열성과 재주 있는 손이 있어

야 한다는 것을 배웠습니다. 선생님에게서 학문하는 기본자세를 배웠지만 아직도 부족함을 뼈저리게 느끼고 있습니다. 아직 해야 할 일이 많은데 선생님은 떠나신 지 오래입니다.”

김병국: “이문호 교수님께서서는 여러 의학 분야를 개척하셨지만, 특히 혈액학에 대한 애정이 남달라 해외유학도 혈액학의 대가인 하일마이어교수에게 갔고 마침 교수님이 동위원소를 이용하기 시작하여 핵의학을 전공하시게 된 것입니다. 이 핵의학방법론으로 갑상선학, 신장학, 감염학 등 관심과 연구가 확대되었습니다. 1979년에는 국내 의료계에서 처음 개최한 국제학술대회인 아시아대양주 혈액학회의 조직위원장을 맡으셨습니다. 참석자가 많고 연제도 많은 성공적인 학회이어서, 힘들었지만 큰 보람을 느꼈습니다. 학회 개최의 노하우 역시 이문호 교수님께서 지도하여 주신 바입니다. 겉으로는 엄하셨지만 항상 제자들을 따뜻한 마음으로 생각해 주셨던 선생님이 그립습니다.”

조보연: “이문호 선생님은 한국에 처음으로 갑상선학을 도입한 창시자입니다. 현대 한국 의학계의 거목이었을 뿐만 아니라 제자에게는 엄격하면서도 자애로운 아버지 같은 분이셨습니다. 학문의 영역에서는 한 치의 오차도 용납하지 않는 엄격한 스승이지만 제자의 일이라면 당신의 일보다 더 애쓰시는 제자 사랑이 남다른 분이셨습니다. 선생님으로부터 학문에 대한 열정과 선후배 동료들을 챙기는 인간성을 배우고 함양할 수 있었습니다.”

홍기석: “한국 의학계의 큰 스승이신 이문



호 교수님께서 타계하신 지 벌써 10년이 되었으나 선생님께서 가지셨던 의학발전에 대한 열정과 제자들에 대한 애정은 오히려 더 크게 기억되고 있습니다. 선생님의 뒤를 따라 의사, 의학자의 길을 걷고 있는 저희 제자들은 선생님이 닦아 놓은 길이 얼마나 밝은 해안을 필요로 했던 것인지 새삼 깨닫고 있습니다. 또 저희가 편히 가고 있는 이 길을 만들기 위하여 선생님이 얼마나 인고의 고통을 감내했는지 상상할 수 있습니다.”

유명희: “1980년대 갑상선 세포검사에 관하여 국내는 물론 구미지역에서도 미처 시행을 안 하고 있는 시기였으나 미래를 내다보시고 갑상선 세포검사를 시작했습니다. 1985년 『갑상선 세포진』 저서의 출간으로 국내 갑상선 결절의 세포검사가 세계적으로 앞서는데 주역이 되었습니다.”

(정준기)

나. 다재다능이란 이런 것.

핵의학계의 레오나르도 **이장규**



과학기술의 중요성이 부각된 1960년대는 우리나라 의료계에도 ‘과학기술입국’의 바람이 불어 여러 분야의 학문적 태동기가 되었다. 핵의학 분야도 우리의 기원으로 삼고 있는 이 시기, 중요 사건마다 빠지지 않고 등장하는 인물 중 하나가 이장규 교수이다.

이문호 교수가 1959년 6월 서울대학교 의과대학 부속병원에서 방사성요오드를 이용한

갑상선요오드 섭취율과 배설률을 측정하면서 부터 우리나라 핵의학과 갑상선학이 학문적으로 시작되었다고 할 수 있겠는데, 1960년 5월 30일 국제원자력기구(IAEA)의 지원을 받아 서울대학교 의과대학 부속병원에 ‘방사성 동위원소 진료실’을 개설하면서 본격적인 핵의학 임상진료를 시작하였고, 이는 서울대학교 핵의학교실의 기원이기도 하다. 독일 함부르크 대학에서 핵의학을 공부하고 귀국한 ‘이장규 교수는 초대 실장이었던 이문호 교수를 도와 갑상선질환에 대한 연구와 진료를 시작하였고 이들이 73명의 갑상선기능항진증 환자와 2명의 갑상선암 환자에게 방사성요오드 치료 성적을 내과학회지에 보고하였는데, 이것이 병태생리학적 접근법으로 진단, 분석, 치료한 국내 갑상선학 연구의 최초 논문이다’라고 조보연 교수는 회고하신다. 1961년 11월 이문호, 이장규, 민병석, 고창순, 황기석, 이민재, 김동수 등 7인이 대한핵의학회를 발기하여 같은 해 12월 28일 70명의 회원으로 창립하였는데 1966년부터는 총무부장에 이장규, 학술부장에 고창순 교수가 선임되었고 이후 이장규 선생님은 이사장, 부회장 및 회장을 역임하시며 오늘날 대한핵의학회의 초석이 되었다.

1962년 트리가 마크 II 연구용 원자로가 가동을 시작하면서 원자로의 평화적 이용 면에서 방사성동위원소의 국내 생산과 의료 분야에 이용이 가능해져, 이를 계기로 원자력원산하 방사선의학연구소가 신설되어 방사선과 방사성동위원소를 이용한 연구와 진료가 시작

되었다. 1969년 서울대학교 의과대학 교수이던 이장규 선생님은 방사선의학연구소의 2대 소장으로 취임하였고 1974년에는 방사선의학연구소 부속 원자력병원의 2대 원장으로서 당시 국내에서는 전무하였던 암전문치료기관의 역할을 수행하셨으며 초창기 대한암학회의 평의원으로서 종양학에서 핵의학의 역할을 굳건히 다지는 데에도 크게 기여하셨다.

그러나 이장규 선생님의 진면목은 여러 방면에 보인 그의 다재다능함이라고 할 것이다. 뛰어난 의학자일 뿐만 아니라, 해학과 재치를 견지한 휴머니스트로 의사 수필가, 뛰어난 바이올리니스트, 식도락을 베푸는 미식가였으며 암병원장으로 느끼고 경험한 죽음에 관한 철학자라고 할 것이다. 클래식 음악에 심취한 이장규 선생님은 서울의대 오케스트라에서 악장 및 지휘자로도 활약하셨는데 그의 원장실에 들른 환자와 지인들에게 직접 바이올린 공연을 하시고 만나는 모든 사람들과 다정한 말을 나누며 맛있는 음식을 선사하는 것을 즐기셨다고 한다.

특히 선생님은 뛰어난 의사 수필가였다. 임상의로 느낀 보람과 애환을 재미있게 표현해 의료계와 일반인의 소통을 돕고 수필집이 종종 베스트셀러에 오르기도 했다. 우리 교실의 정준기 교수는 중고등학교 학창시절에 이장규 수필집을 애독하며 의사로서의 삶을 꿈꾸었고 어느 덧 핵 의학을 전공하는 의사가 되어 있는 자신을 발견하였다고 늘 회고하였다.

그런데 이장규 선생님은 암환자에게 병을 통고하는 것은 너무도 무자비한 일이라고 생

각하셔 ‘불치의 암에 걸렸음을 통고해 주는 일을 거절하는 휴머니스트가 이 세상에 단 한 사람만 남는다면 바로 그 한사람이 나일 것’이라고 하셨다. 오늘날의 관점에서 보면 쉽게 받아들이기 어렵지만, 1970~80년대에는 암환자가 절망하여 나쁜 선택을 하거나 지푸라기라도 잡는 심정으로 사이비치료에 가산을 탕진하는 사례가 많았었다. 이런 사정을 감안하면 휴머니스트인 선생님의 생각이 무리만도 아닐 것 같다.

그래서일까? 이장규 선생님은 자신에게도 암환자임을 최후의 순간까지 통고하지 않으셨는지 1985년 3월 갑자기 별세하셨다. 전 의료계의 애도 속에 명동성당에서 김수환 추기경의 주제로 영결미사가 집전되었고, 우리의 다재다능한 휴머니스트 이장규 선생님은 많은 사람들의 아픔을 치유해주고 영면하셨다.

감히 말씀드리면 이태리 토스카나 빈치 마을에 레오나르도가 있다면 우리 핵의학교실에는 바로 이장규가 있었다.

(천기정/정준기)

다. 한국 핵의학의 기틀을 세우다

범산 고창순



고창순 선생님은 1932년 경남 의령 출생으로 1951년에 서울대학교 의예과에 입학하였으나 일본으로 건너가 1957년 동경에 있는 쇼와(昭和)의대를 졸업하였다. 귀국 후 서울의대 부속병원 내과 전공의 시절인 1960년 스

승인 이문호 교수를 도와 「방사성동위원소진료실」 설립과 대한핵의학회 창립에 관여하였다. 그 후 국내 핵의학 1세대로서 2012년 작고하기까지 평생 동안 방사성핵종을 이용한 진단과 치료, 연구에 헌신했다. 당시로는 상상하기도 힘든 600여 편의 국내외 논문을 발표하였고, 현재 우리 핵의학 연구와 진료가 세계 3-4위 수준의 선진국으로 발전하는 데 기반이 되었다.

또한 선생님은 핵의학적 방법을 이용해서 초기 갑상선학 분야의 연구와 발전에 기여했다. 1960년대 초 방사성요오드의 임상 활용에 대한 대규모 연구를 수행하였다. 이후 60여 년간 서울대학교병원은 우리나라 갑상선학의 메카로 수많은 제자를 양성하고 임상 이용을 주도하였다. 지금 우리나라 갑상선학은 아시아대양주학회와 세계학회에서 일본을 앞서가며 맹활약하고 있다.

그는 서울대학교 의과대학 내과학교실의 교수 겸 방사성동위원소 진료실장으로 방사성동위원소를 임상 현장은 물론 다양한 연구에 활용하였다. 이 과정에서 많은 핵의학 전공 의료인과 과학자 제자들을 양성하고 이들이 전국 의과대학과 병원에 잘 배치되어 핵심 인물이 되었다. 또한 그는 새로운 학문, 특히 의학과 인접 학문과의 융합에 관심이 많았다. 대한내분비학회 회장, 대한내과학회 회장을 역임한 후 대한의용생체공학회, 대한의료정보학회, 대한노화학회, 호스피스학회 등을 창립하고 회장으로서 융합학문 분야로 정착하는 데 기여했다.

이러한 학문적인 업적 이외에도 선생님은 성숙한 인격과 굳은 의지를 갖춘 자아완성으로 모범이 되어 왔다. 25세 젊은 나이에 대장암을 비롯하여 일생 동안 생긴 3번의 진행암을 모두 이겨내고 한국인 평균 수명을 누리셨다. 나는 가까이에서 선생님의 투병 생활을 보면서 환자의 정신 자세가 병의 진행에 얼마나 큰 영향을 주는지 절감하였다. 그는 이 귀중한 경험을 <암에 기죽지 말라>는 책자로 출판하여 지금도 많은 환자에게 희망을 주고 있다.

젊어서부터 생사를 드나드는 힘든 삶을 겪은 선생님은 보통 사람과는 다른 가치관과 생활 태도를 가지게 되었다. 부질없는 자신의 사소한 이익보다는 많은 사람에게 도움을 주는 진실한 자세와 행동으로 일관하였다. 이런 태도는 선생님이 갖고 있던 세상사에 대한 예리한 통찰력, 원만한 대인 관계와 시너지 되어 모두가 win-win 하는 능력을 갖추게 된다. 어떻게 보면 기막힌 질병의 악연을 자기 성찰과 의지로 한단계 높여 좋은 인연으로 바꾼 셈이다.

제14대 김영삼 대통령 주치의로 봉사하면서 그는 마지막 인생의 과업으로 정부의 의학분야 연구비 확보를 구상하였다. 의학과 인접 과학과의 융합연구를 강조하던 그는 1990년대 초 정근모 과기처장관의 부탁으로 '의과학연구 활성화 실천 계획' 연구를 진행하고, 1995년 보건복지부의 보건의료 과학기술 연구기획평가단 단장을 맡아 마침내 보건의료과학진흥법을 주도적으로 만들었다. 이 연구사

업으로 우리나라 의료인들이 의과학적 개념을 가지고 인접 과학 분야와 함께 발전하는 기틀을 마련하였다.

무엇보다도 선생님은 제자들에게 관심이 많고 따뜻했다. 의학 지식뿐만 아니라 인성적인 면에서도 우수한 제자를 키우려고 노력한 진정한 스승이었다. 이용국 선생님의 박사 논문 연구가 부진하자 집에서 이불 보따리를 가져와 연구실에서 같이 자면서 완성했다는 전설같은 이야기가 남아있다. 진료와 연구의 대부분을 제자에게 넘겨 그들이 열매를 따가도록 하고, 후학의 성공을 선생님처럼 기뻐하는 교수는 없을 것이다.

아! 고창순 선생님은 정말 아버지 같은 은사님이셨다.

(정준기)

라. 지치지 않는 호기심과 열정, 오! 캡틴,

마이 캡틴 **김의신**



김의신 교수는 1966년 서울대학교 의과대학을 졸업 후, 잠시 예방의학을 전공하였으며 월남에 군의관으로 참전했다가 미국으로

건너 가, 존스홉킨스 대학에서 내과와 방사선과를 수련 받고 다시 핵의학을 전공한 후 미네소타 대학을 거쳐 마침내 엠디앤더슨 암센터에 스카우트되었습니다. 1980년부터 MD 앤더슨 암센터에서 근무를 시작해 종신교수로 연구에 매진하여 그동안 발표한 논문만 350여 편에 이르는 핵의학 분야의 세계적 권위자

이며 최고의 암 전문가이기도 합니다. 학문적으로 1970년 중반에 이미 방사성 표지 항체를 이용한 암의 영상진단 및 치료에 대한 첨단 연구를 수행하였습니다. 또, PET과 MRI 초창기부터 암 영상분석에 대한 업적을 발표하였습니다.

1991년부터 2012년 은퇴 시까지 미국 최고 의사(The best doctors of America)에 선정되기도 한 김의신 교수는 국내에서도 암 환자와 가족을 위한 강연도 자주 하였습니다. 병원에서는 누구보다도 열심히 핵의학과, 방사선과 진료를 수행하셨고, 한국에서 김의신 교수를 찾아와 도와준 암환자도 천 명이나 될 정도이며, 때로는 집에서 같이 지내면서 항암제 치료를 도와주시기도 하였습니다. 한국계 미국인으로 학문적 명성이 높으니 아시아 국가에서 연수생이 많이 오고 한국에서만 750명의 젊은 교수들이 김의신 교수에게 연수를 받고 돌아가기도 하였습니다. 심지어는 김의신 교수 거주 지역의 경찰들은 한국인이 곤경에 처해 있으면 우선 김의신 교수에게 협조를 의뢰할 정도였다고 하니, 그는 좋은 일, 착한 일, 남을 돕는 일이 일상이며 습관화된 사람이라고 하겠습니까.

김의신 교수가 칠순이 되었을 때의 일입니다. 뉴욕에 살고 있는 따님 부부가 10만 불을 축하금으로 가지고 왔는데, 그는 마땅히 쓸 용도가 없으니 서울대학교병원에 핵의학과에 기부하라고 권하셨고, 따님 부부도 김의신 교수의 뜻을 기꺼이 받아들여 주었다고 합니다. 이 기금은 'Prof. Euishin Edmund Kim



Lectureship Fund'의 이름으로 조성되었으며, 그 후 김의신 교수가 서울대에서 받은 수당과 다른 친지들의 기부가 더해져 어느덧 35만불이 되었으며 의과대학 핵의학 분야의 교육 및 연구 활동과 저명 학자 초청 강연 등 필요한 제반 학술 활동을 지원하는 데 사용하게 되었습니다. 우리 핵의학교실에서는 이 자금으로 매년 세계적인 핵의학자를 초청하여 핵의학 분야의 세계적 강의를 듣고 국제적 학문교류와 협력을 다지고 있습니다. 이외에도 International Young Fellowship 등 김의신 교수가 관여하는 장학 사업이 더 있는 것으로 알고 있으나, 다만 선생님이 밝히지 않으시니 김의신 교수의 습관화된 선행에 대해서 미루어 짐작만 할 뿐입니다. 김 교수는 해외에서 한국의 이름을 빛내고, 미국에 공부하기 위해 오는 1,000여명의 유학생의 생활을 돕는 등의 공로를 인정받아 대한민국 정부로부터 두 차례 국민훈장인 동백장을 수여받기도 하였습니다.

학자로서 김 교수님의 장점은 새로운 지식에 대한 끊임없는 호기심과 열정이라 하겠습니다. 핵의학을 전공한 것도 바로 이런 이유 때문이었다고 합니다. 참석하는 모든 학회나 집담회에서 맨 앞줄에 앉아 중요한 내용은 늘 노트 필기를 하고 사진을 찍으시고 모임이 끝나면 반드시 컴퓨터에 입력하고 정리하시는 선생님의 모습은 가히 핵의학을 전공하는 후학들에게 모범이라고 하겠습니다. 공부가 즐겁고 습관화된 진정한 학자의 모습이라 하겠습니다. 지금도 김의신 교수는, 우리 대학

융합과학기술대학원 World Class University Project로 매년 봄, 가을에 각각 2-3개월을 초빙교수로 방문하시어 대학원생, 전공의 및 외국인 연수생들의 교육과 후학양성에 지치지 않는 호기심과 열정을 보여주고 있습니다.

오! 캡틴, 마이캡틴.

김의신 교수는 “인생에서 성공이란 크고 작은 일에 관계없이 다른 사람에게 좋은 영향력을 주는 것이다”라고 말한 적이 있습니다. 그것이 나비 바람이 되어 또 다른 사람에게 좋은 일을 하게 만들어, 점점 이 세상이 밝아지고 따뜻해지기를 바라는 뜻일 것입니다.

마. 갑상선학의 중심에서 핵의학의 산파로

조보연



조보연 교수는 1971년 서울대학교의과대학을 졸업, 1972년 서울대학교병원 내과전공의를 시작하였고, 동원회에서 이문호, 고

창순 교수에게 사사하며 내분비학을 전공하여 서울대학교병원 내분비내과 교수로서 우리나라 최고의 갑상선질환 전문가가 되었다. 서울대학교병원 신축 후 1980~1982년 고창순 교수가 제2진료부원장직 수행 시 제2대 핵의학과장을 맡았고 1986~1990년 다시 핵의학과장직을 맡아 서울대학교병원 핵의학과 초창기 안정화에 크게 기여하였다. 현재 사용하는 감마카메라 핵의학영상법과 방사면역측정법이 우리나라에 뿌리내리는 시기에 핵의학과를 이끌었으며 핵의학전공인 이명철, 정준기

교수가 일할 수 있는 토대를 만들었다. 1987년 방사면역측정법 정도관리 국제세미나를 국제원자력기구와 함께 개최하여 외부정도관리의 기초를 닦았으며, TSH 결합억제글로불린 정량검사를 통한 Graves병 연구와 일차성접액수종의 차단항체에 대한 국제적 연구를 수행하고, 많은 SCI 논문을 발표하였다. 아시아대양주갑상선학회(AOTA) Daichii 학술상, 대한내분비학회 남곡학술상, 대한내과학회 최우수학술상 등 많은 학술상을 수상하였다. 대한내분비학회 이사장을 역임하였고, 2000년부터 2005년까지 AOTA 회장으로 활동하며 한국 갑상선학을 세계적 수준으로 향상시키는 데 기여하였다. 2009년 대한갑상선학회 창설을 주도하였고, 대한갑상선학회 회장을 역임하였으며 제1회 범산학술상을 수상하였다. 2011년 서울대학교 명예퇴임 후 현재까지 중앙대학교병원 갑상선센터장을 맡고 있다.

조보연 교수는 우리나라 갑상선학을 그 태동기부터 이끌어온 최고의 갑상선학 전문가이면서, 동시에 핵의학이 독립적 학문으로 성장하는 데 도움을 아끼지 않은, 핵의학의 산파이기도 하였다.

바. 창의적 도전과 협력으로 불가능을 가능하게,

핵의학을 개척하다 **이명철**



이명철 교수는 초등학교 시절부터 의사가 되고자 하는 꿈을 갖고 있었다. 어릴 때부터 심한 습진을 앓아 오래 고생하였는데 국립

의료원에서 알레르기 검사를 시행한 후 연구를 처방받았는데 치료를 한 지 3~4주 만에 기적적으로 환부가 모두 깨끗이 나왔다. 이후 의사가 되어 병약한 환자를 기쁘게 해주겠다는 결심을 하고 1967년 서울대학교 의과대학에 입학하였다. 늘 새로운 것을 찾는 도전적인 기질로 학창시절 연극반 활동, 여행, 과대표, 학생회 총무부장 등 다양한 활동을 하였다. 핵의학을 시작하게 된 계기는 1972년 본과 4학년 때, 절친한 초등학교 및 서울의대 동기인 이승규(후일 서울아산병원 외과 교수) 군을 따라 고창순 교수를 찾아간 것이다. 고창순 교수 사무실은 임상의학연구소 건물 1층 방사성동위원소진료실 내에 있었고 이곳은 1960년 우리나라 최초로 핵의학 진료를 시작한 곳으로, 연구 수행 및 학문적 업적 생산의 공장 역할을 하고 있었다. 그러나 핵의학 또는 방사성동위원소의 의학적 이용에 대한 강의 프로그램이 없어 학생들에게는 거의 인지도가 없던 시기였다. 고창순 교수는 *Physics of the Atom* (1969년 Springer사 제2판)를 주며 읽어 보라고 하였다. 세상에 태어나 처음으로 교수님이 소장한 원서를 주시고 공부를 하라고 지도해 주신 사실에 이분을 모시고 무엇이든지 하겠다는 결심을 하였다. 1973년 의과대학을 졸업하고 1974년 고창순 교수가 마련한 첫 군 원자의학 전공 요원으로 서울대학교병원 내과에 들어오으로써 핵의학을 임상 전공으로 표방한 첫 전공의가 되었다. 1978년 새 병원이 완공되면서 핵의학과가 독립되기 전에는 동위원소 관련 교수,

전공의 그룹을 동원회라는 별칭으로 불렀고 1974~76년 선배들의 전통에 따라 동위원소 진료실에서 숙식을 하였다.

1981년 내과학교실 전임강사로 발령받은 이후 핵의학을 의학의 한 분야로 확고히 자리 잡고 융성하게 하는 것을 평생의 목표로 삼아 노력했다. 1981년 미국 Johns Hopkins 의과 대학 Henry Wagner Jr. 교수로부터 C-11 NMSF 뇌 신경수용체 PET영상에 감화를 받아 1984년 서울에서 개최한 제3차 아시아대양주 핵의학회에서 Wagner 교수와 친분을 쌓고 그해 초청을 받아 Johns Hopkins 병원연수(1984.12.~1986.12.)를 하여 PET에 대한 경험을 하고 귀국하였다. 이후 원내외 특강을 하고 당시(1986-90) 서울대학교병원 진료부원장이었던 고창순 교수와 함께 병원 지도부에 대한 설득 등 PET의 국내 도입을 추진하여 1990년 서울대학교병원 제3대 핵의학과 과장으로 취임하고, 1994년 PET을 국내 최초로 서울대학교병원 핵의학과에 도입하여 핵의학 영상검사의 새 장을 열었다. 10년을 기획하고 준비하여 추진한 역작으로 1992년 일본해외경제협력기금(OECF/L) 차관재원으로 사이클로트론을 포함하여 서울대학교병원 장비 1년 예산에 해당하는 750만불이 들어서 700만불의 사나이라는 별명도 가졌다. 이후 대형병원 중심으로 PET가 도입되었는데 수도권 중심으로만 설치되어 있어 과학기술부 권역별 사이클로트론 연구소 구축사업(2004~2008년)을 추진하여 전국에 35개의 사이클로트론과 200여 개의 PET가 보급될

수 있게 촉진하는 역할을 하였다.

또한, 과장 재임 시절 진료과 최초로 내부 전산네트워크를 개설하여, 영상과 데이터를 워크스테이션을 통하여 전송, 공유함으로써 진료의 첨단화를 추구하였다. 한편 과의 역량을 향상, 집중시켜 발전을 이루기 위해 구성원의 결속과 체계적인 리더십 구축에도 많은 공을 들였다. 1987년부터 병원 내 핵의학과와의 결속을 다지기 위해 연례 과 워크숍을 시작하였다. 또 과의 발전과 구성원 간의 화합을 도모하기 위하여 핵의학과의 비전을 공모하여 선정하였는데, 최초로 선정된 핵의학과의 첫 비전은 “친절한 진료, 앞서가는 연구, 화목한 생활”이었다.

1990~96년 서울대학교 환경안전연구소의 운영부장을 맡아 대학본부 관련 업무를 처음으로 맡았다. 의과대학 연구부학장(1996~2000) 및 교무부학장(1998~2000) 직을 맡아 학내 발전을 위해 봉사하였는데 동원회 선배인 이정상 학장(1998-2000)을 보필하기 위함도 있었지만 10년간 준비한 내과로부터 핵의학교실 독립을 추진하기 위함이었다. 1997년 4월 10일 의과대학 핵의학교실을 설립하여 초대 주임교수를 역임하며 핵의학 대학원 과정 지도교수로서, 김상은(최초 서울대학교 핵의학전공 박사)을 비롯하여 많은 핵의학전공 인재를 배출하였다.

핵의학전문회의는 핵의학 발전의 가장 중요한 토대인데 1986년 대한핵의학회 이사 때부터 기획하여 1989년 대한핵의학회에 핵의학전문의 추진위원회를 구성하여 위원장으로

활동하였다. 1993년 이사장으로 취임하면서 노력을 본격화하여 대한의사협회, 대한병원협회, 유관 학회(방사선과, 내과, 임상병리과) 및 보건사회부와 긴밀한 협의와 설득을 지속하였다. 1993년 3월 3일, 의료법 시행규칙 개정을 통해 핵의학 진료과목 인정이 먼저 이루어졌으며, 노력을 시작한 지 10여 년만인 1995년 1월 28일 보건복지부령이 발효됨에 따라 마침내 핵의학 전문의 제도 수립이라는 숙원사업이 성공적으로 마무리되었다. 이러한 성취의 바탕에는 반대와 수차례의 좌절에도 포기하지 않고 다방면의 인사들과 네트워크를 형성하고 설득, 협력 작업을 지속하였기 때문이었다. 대한핵의학회 내에 신경핵의학연구회(2000년), 심장핵의학연구회(2002년) 등 연구회 신설을 지원하여 핵의학전문의와 기초분야 전문가, 연관 임상분야 전문가 등의 소통을 통하여 핵의학 발전을 도모하고자 하였다. 학술적 측면뿐만 아니라 다양한 이슈에 대하여 핵의학계의 다양한 인사들이 모여 친목을 다지고, 당면과제를 토의하는 자리가 필요하다고 판단하여 1988년부터 윈터미팅을 만들어 매해 겨울 핵의학 의사 및 핵과학자와 함께 핵의학발전을 위한 토론의 장을 열었다.

한편, 규모가 작을 수밖에 없는 핵의학의 발전을 위해 활발한 국제 활동을 벌였다. 1984년 조직위원장 이문호 교수, 사무총장 고창순 교수 아래 실무위원으로서 제3차 아시아대양주 핵의학회 서울 개최를 준비하면서 초청연자 선정을 하기위해 도쿄대, 교토대, 국립방사선종합연구소, 군마대, 지바대

등 일본 전역을 돌며 유명 핵의학자들과 만났으며 이는 지속적으로 교류로 이어지고 후일 한중일 및 아시아지역 리더십을 갖는데 밑거름이 되었다. 개발도상국 및 후진국의 핵의학연구 및 산업을 발달시켜 궁극적으로 세계 핵의학의 공동발전을 도모할 수 있는 정책을 제시하였다. 그 일환으로 2001년 아시아지역 개발도상국의 핵의학을 지원하고 또한 2006년 개최될 세계핵의학회 참여를 도모하기 위해 아시아지역핵의학협력기구(Asian Regional Cooperative Council for Nuclear Medicine; ARCCNM)를 창설하고 초대 의장(2001~2003년)으로 활동하였고, 산하기구로 아시아핵의학학교(Asian School of Nuclear Medicine)를 설립하여 개발도상국 의사들의 교육을 지원하였다. 또한 국제원자력기구(IAEA) 활동에도 적극적으로 참여하여 수차례 지역단위 교육프로그램을 우리나라에서 개최하였고, 각종 연수교육에 강사 및 전문가를 파견하였다. 그 결과 2004년 IAEA 총회에서 세계핵의학 발전에 기여한 공을 인정받아, 그 해 12월 서울의대 핵의학교실이 전세계 유일의 IAEA 공식 '핵의학 분자영상 협력센터'로 공식 지정받았다. 당시 IAEA는 원자력 개발과 응용활동을 10개 분야로 나누고 각 분야별로 우수 기관 10개를 협력센터로 지정하였는데, 핵의학 분자영상 분야에서는 서울의대 핵의학교실이 유일하게 선정되었다. 이는 우리 지식과 기술을 후진국을 비롯한 전세계에 보급하여 핵의학을 활성화시키는 계기가 되었으며, 이후 서울대학교 핵의학교실이 세계



적인 교육연수센터로 거듭나게 되었다. 이후 세계 각국에서 매년 2~3명의 외국인의사 및 핵과학자, 핵의학전문기사들이 IAEA 및 해당 정부의 지원을 받아 서울대학교 핵의학교실에서 연수를 하고 있다. 한편 이명철 교수는 남북교류협력에도 관심을 가져 북한에 핵의학영상 장비 및약품 등을 지원하는 사업을 주도하였다.

우리나라 핵의학 위상을 국제적으로 높이고 개도국의 핵의학 발전을 위해 1996년부터 아시아대양주핵의학회, 미국핵의학회(SNM), 유럽핵의학회(EANM) 등 국제 핵의학 학술대회에서 코리아나이트를 10년간 매년 개최하는 등 세계핵의학회 유치사업을 주도하여 2000년 파리에서 세계핵의학회 회장으로 선출되었고 2006년 제9차 세계핵의학회를 서울에서 성공적으로 개최하여 한국의 핵의학을 널리 알렸다. 당시 세계핵의학회 회장(2002~2006년)으로 활동하면서 여러 나라를 방문하며 각국의 PET 홍보 및 관련활동을 자문하고 독려하여 2003년 중동지역 걸프지역 핵의학협력기구 창립을 지원하였다. 또한 세계 핵의학 지도자들과 활발한 교류 및 협력을 위하여 IAEA, 미국핵의학회, 유럽핵의학회, 세계핵의학회(WFNMB) 회장단, 국제보건기구(WHO)를 위시한 국제기구 대표자, 각국의 핵의학회장 등으로 구성된 Global Co-operative Council을 구성하여 전 세계적으로 핵의학 관련활동을 유기적으로 연결하고 긴밀하게 상호 협력할 수 있도록 하였다. 이러한 학술적, 정책적 리더십으로 2003년 이후 미

국핵의학회지, 유럽핵의학회지, 세계핵의학회지 등의 편집위원으로 활동하고 있다. 한편, 세계핵의학회의 성공적인 개최는 결과적으로 국내 핵의학을 일반인 뿐만 아니라 의학계, 정부 등에 인식시키는 계기가 되었다. 2006년 제17대 대한핵의학회 회장으로 취임하여 학회에 대한 주요 봉사를 하였고 특히 학회의 활동을 강화하기 위하여 이사장 중심제를 회장 중심제로 일원화하는 학회 정관개정을 변경하였으며, 대한핵의학회로부터 2011년 제1회 한국핵의학상을 수상하였다.

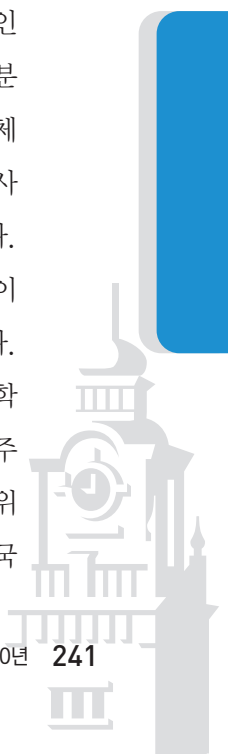
이명철 교수는 핵의학과 연계된 의학, 과학의 다양한 학술분야 발전이 의학계 대내외적으로 핵의학 등 방사선의학의 입지를 단단히 하고, 정부를 비롯하여 연관 학계 및 산업계의 지지를 받을 수 있다는 신념하에 연관 학문 진흥에 노력하였다. 대한의학회 임상의학이사(1991~1994년)를 맡아 의학발전을 위해 봉사하였다. 당시 의약학 및 의공학 분야에 독자적인 정부지원 연구비 지원이 이루어지지 않았는데 고창순 교수의 지도하에 1993년 과학기술처 특정연구 “의과학 연구 활성화 실천계획 관련조사 연구”를 수행하고 1994년 보건복지부 평가단을 창설하였고 G7의약학 및 의공학의 독립적인 연구비 지원체제를 과학재단과 별도로 만들었다. 1996년 보건복지부 G7 선도기술의료공학 사업 기획책임자 및 총괄연구책임자(1996~98)가 되었다. G7의공학 과제를 통하여 전국 의과대학에 의공학과를 설립하는 기폭제가 되었고 1998년 대한의용생체공학회 회장을 역임하면서 처음으로 산

학연 연계회의를 매분기 개최하여 산학연간의 긴밀한 유대와 의공학 발전을 위한 상호 협력 방안 모색을 시도하여 1998년경 의공학 벤처 회사 설립 붐을 일으키는 계기가 되었다. 이러한 의공학분야 발전에 기여한 중요한 업적으로 대한의용생체공학학술상을 수상 받았다. 2002년 뇌기능매핑 연구에 관심을 가진 연구자들이 모여 창립한 대한뇌기능매핑학회에 초대 회장을 맡아 신생 학회의 발전 초석을 놓았다. 1990년대 PET와 fMRI 등 기능적 뇌 영상을 이용한 뇌기능 국소화 연구가 활발히 발전하면서 관련 연구자들의 조직화가 필요해졌을 때, 핵의학, 영상의학, 의공학, 심리학, 통계학 등 다양한 전공의 연구자들을 하나로 묶는 데 주요한 역할을 수행하였다.

의학분야 뿐만 아니라 과학기술 전반에 관한 발전을 위해 힘을 썼는데 한국과학기술한림원에 의사로서는 최초로 제8대 원장(2016~19)을 맡아 ‘한국차세대과학기술한림원(Y-KAST)’을 신설하여 만 45세 이하 유수의 젊은 과학자들을 성장시켰으며 그 후 이사장(2019~현재)을 맡고 있다. 한국과학기술단체총연합회에서 보건부분 부회장(2011~14)을 맡아 수행하였다. 또한 대통령이 의장을 맡는 국가과학기술자문회의 부의장(2016~17)을 역임하였다.

1998년 원자력진흥계획 수립에 방사선 및 방사성동위원소 분과의장을 맡게 되었다. 당시 원자력 관련 연구는 발전분야와 비발전분야의 비중과 연구의 수준은 9:1정도로 비발전분야가 턱없이 부족했다. ‘비발전(非發電)의

발전(發展)’을 주장하며 방사선 발전의 전도사 역할을 하기 시작했다. 핵의학 발전에는 방사성동위원소의 생산 및 공급, 방사선 기기의 개발, 방사선안전 기술의 확보 등이 필수적이다. 이와 같이 의학, 공학, 기초과학 분야와 산업계를 망라하는 원자력 연관 산업 및 학술이 함께 협력하며 공동 발전을 추구하는 것이 상호 간에 필수적이라는 판단 하에 이명철 교수는 원자력 분야 전반의 산업과 학술 발전에 두루 힘썼다. 한국원자력연구소와 한국원자력의학원 방사선의학연구소 등에서 오랜 기간 이사로 재임하면서 방사선의학연구를 지원하였다. 세계핵의학회의 운영 및 개최를 지원하기 위한 중심 기구로 (사)원자력응용의학진흥협회를 설립하여 초대회장(2003~2009년)을 맡았다. 이 협회는 원자력응용의학연구와 관련된 학술발전 및 보급을 목적으로 하여 핵의학 분야 전공자들에 대한 리더십 교육, 핵의학포럼 운영, 국내외 핵의학진흥사업을 벌였다. 2010년 원자력의학기술 발전을 위해 원자력의학포럼 발족을 주도하며 발기인 대표를 맡기도 하였다. 또한, 주로 비발전 분야의 방사선 이용과 관련하여 핵심적인 단체인 (사)한국방사성동위원소협회(현 한국방사선진흥협회)에서도 많은 활동을 주도하였다. 고창순 교수의 권유로 1991년 감사가 된 이후 25년간 이사, 부회장, 회장을 역임하였다. PET 보급을 활성화하기 위하여 2002년에 학계와 산업계가 망라된 한국PET협회를 주도적으로 결성하였고, 협회산하 기획심의위원회 초대위원장으로 활동하기도 하였다. 국



내 원자력 연관 산업 발전에 관한 이명철 교수의 관심은 세계로도 이어져 원자력 연관산업의 국제적 발전을 진흥시키기 위한 노력으로 연결되었는데, 그 대표적인 예가 세계동위원소대회(ICI; International Conference on Isotopes)이다. 1995년 설립된 ICI는 세계 각국의 동위원소 전문가들이 모여 연구논문을 발표하고 정보를 교류하는 장으로 부상하였으나 우리나라의 참여와 활동이 전무하였다. 세계핵의학회장으로 선출된 뒤 국제적 협력을 중점 추구하던 이명철 교수는, 원자력관련분야 국제협력을 강화하기 위해 세계동위원소대회를 주목하고, 국내 방사선기술산업 육성과 국가 간 기술정보 교류 인프라로 활용할 수 있는 좋은 기회임을 정부와 학계에 환기시켰다. 이에 핵의학계를 비롯하여 원자력관련 학계, 산업계가 힘을 모아 ICI를 유치, 2008년 제6차 세계동위원소대회를 조직위원장으로 서울에서 성공적으로 치루었다. 한편 이 대회 기간 중 동위원소 관련 학술과 산업적 활동에 관해 논의할 국제적 기구의 필요성이 제기되어 2008년 IAEA 총회기간 중에 한국의 주도로 세계동위원소기구(WCI; World Council on Isotopes)를 창립하였고, 제2대 회장으로 선출되어 활동하였다(2011~14).

미래창조과학부(現 과학기술정보통신부)가 국책사업으로 추진한 방사성동위원소 생산을 주목적으로 하는 수출용 신형연구로 실증사업 추진위원장(2013~현재)으로 활동하고 방사성의약품 산업화를 위한 GLP, GMP 시설을 구축하는 방사성동위원소 이용 신개념 치

료기술 개발 플랫폼 구축 사업 추진위원장(2014~18)으로서 2020년 국가RI신약센터가 출범하게 하였다.

1993년 핵의학과 가장 밀접한 분야 중 하나인 대한방사선방어학회에 참여하며 학회의 규모를 증대시켰고, 제16대 회장(2006~2007년)으로 학회를 이끌면서는 방사선방어에 관한 제반 연구 진작, 학회지 국제화를 추구하였다. 또한 방사선안전에 대한 국민의 관심이 커지는 시기를 맞아 대외협력위원장으로 방사선안전에 한 인식을 확산시키는 데도 노력하여 2015년 대한방사선방어대상을 수상하였다.

서울대학교 의학연구원 내에 진단방사선, 치료방사선과 교수들과 함께 방사선의학연구소를 창립, 발전시키며 제3대 방사선의학연구소장을 역임하였다. 인력양성의 필요성을 충족하고자 1997년부터 정재민 교수와 함께 서울공대 원자핵공학과, KIST 등 각 분야의 관계자들을 설득하여 2002년 9월 서울대학교 대학원 협동과정 방사선응용 생명과학 전공을 개설하여 초대 주임교수를 역임하였다.

방사선에 대한 올바른 인식 및 문화 확산을 위하여 설립된 방사선선진문화 포럼에서 회장으로 활동하며, 과학계와 문화계를 망라하는 각계각층의 인사들과 함께 모임을 이어오고 있다.

방사선의학 뿐만 아니라 바이오IT 융합분야의 발전을 위해 헌신하였는데 2006년 서울대학교는 KAIST와 함께 인천자유경제구역 내 청라지구에 국제과학복합연구단지인 “국제

과학복합연구단지(BIT Port)” 설립을 추진하였다. 이는 우리나라의 앞선 BT, IT 기술을 기반으로, 이들을 융합하여 실용화 및 산업화를 촉진하는 기반을 만드는 야심찬 계획의 추진단장을 맡게 되었다.

이 사업의 추진과 연계하여, 서울대학교 생명공학공동연구원(Bio-MAX Institute) 원장(2006~2010)으로 임명되었다. 생명공학공동연구원은 다학제적 공동 연구를 통하여 BT 신산업 창출을 목표로 하며 이명철 교수는 남다른 국제감각으로 덴마크 메디콘밸리 연합(Medicon Valley Alliance), 독일 브라운호퍼 연구소, 일본 고베 바이오클러스터, 미국 UC버클리 의생명공학부 등과 활발한 연구협력협정을 맺었다. 또한 KOREA 바이오경제포럼을 창립 운영하여 생명공학의 실용화를 위한 산학간의 협력 및 교류를 활성화하였다. 2010~12년 재단법인 서울대학교발전기금 부이사장으로 임명되어 서울대학교병원과 협력하여 병원 예우 프로그램을 제고하여 기부자들의 높은 호응을 얻었다. 또 두산그룹, 부영그룹으로부터 50억~100억 원에 이르는 인문관 및 사회공헌센터 건립기금을 모금하는 등 많은 성과를 냈다. 이 외에도 여러 분야나 조직에서 많은 역할을 하였다. 서울대학교병원 병원역사문화원의 전신인 초대 병원역사연구실장(2005~2007), 범부처신약개발사업단 이사장(2013~2015), 원자력진흥위원(2013~현재), 수출용신형연구로 실증사업 추진위원장(2013~현재), 한국바이오경제포럼 창립 및 초대회장(2008~2010), 방사선

보건원 자문위원장(2006~현재), 원자력연구소 이사(1997~2003), 한국원자력의학원 이사(2007~2009), KAIST 이사(2015~2018), 원자력국제협력재단 이사(2006~2016), 충남대학교병원 사외이사(2017~현재), 한국암연구재단 이사(2009~현재), JW신약(주) 사외이사(2020~현재)로 역임하였거나 하고 있다.

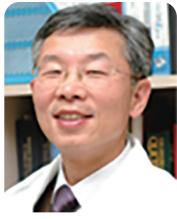
한편 개혁자 정신으로 앞서 발전해 온 경험을 살려 서울대학교와 서울대학교병원을 벤치마킹하여 발전하고자 하는 다른 기관의 발전을 지원하기 위하여, 가천대학교 길병원 병원장(2012~13), 최초 민간인 신분 국군수도병원장(2014~16)을 맡았다.

이명철 교수는 평소 “Something special, Something different, Something impossible” 한 것을 추구하여야 한다고 하며 어떠한 일이던 인생에서의 성공 동력은 비전과 변화와 네트워크의 크기와 비례한다는 신념을 갖고 강조하고 있다. 그리고 도전정신이야말로 인생의 원천이라고 하였다. 그리고 “아는 것이 힘이 아니고 사람과 함께 하는 것이 힘이다”라고 확신한다. 이러한 수많은 업적은 비전을 가지고 도전하며 열정적으로 실행하는 리더십의 결과이기도 하지만 그가 늘 강조하는 인적네트워크의 힘이었다. 2010년 10월 9일 조선일보는 이명철 교수가 3000명의 자주 연락하는 사람과 스스로 만든 정기모임 45개가 있다고 소개하면서 인맥의 달인이라고 보도한 일화가 있다. 이러한 평생의 업적으로 2010년 삼일문화상, 2012년 과학기술훈장 창조장(1등급), 2014년 옥조근정훈장을 수여하였다.



사. 부드러운 듯 날카로운 카리스마로

핵의학연구를 이끌다 정준기



책을 좋아하던 소년, 의대에 가다 - 소년 정준기는 중학교시절 춘원 이광수의 <사랑>을 읽고 주인공 안빈에게서 “유명한 문학가 이면서 뜻한 바가 있어 의사가 되어, 환자를 잘보는 유능한 의사이며 탁월한 연구를 진행하고 인격적으로 훌륭한” 의사로서의 태도를 동경하게 되어 의학을 전공하게 되었다. 안빈의 실제 모델이고 탁월한 의술 실력과 박애정신을 통해 한국의 슈바이처라고 불리우던 장기려 선생도 소년 정준기의 롤모델이 되었다.

새로운 분야에 첫발을 떼다 - 의대생 정준기는 의과대학 졸업 후 진로를 고민하던 중, 방사성동위원소와 핵의학에 대한 고창순 교수님의 강의에 감명을 받고 혈육처럼 지도해 주시던 이상료 선생님의 새로운 분야로 추천을 받아 핵의학에 입문하게 되었다. 이 역시 이광수의 <사랑>의 영향이 있었는데, 주인공 안빈처럼 내과를 선택했고 진료와 연구를 병행하기 위해서 핵 의학을 선택한 것 같다. 당시만해도 핵의학은 독립분야가 아니라 장래를 예측하기 어려웠으나, 새로운 분야인 만큼 개척할 것도 많고 임상의학이지만 연구자로서의 생활도 가능한 점이 핵의학의 매력이었다고 <젊은 히포크라테스를 위하여>에서 회고하고 있다.

국내 핵의학의 세계화에 이바지하다 - 핵

의학자로서 정준기는 세계적인 추세에 발맞춰 1995년 국내 핵의학 전문의 제도를 신설하는데 기여했고, 국내 160여개의 의료기관에 핵의학 시설을 보급하는데도 앞장섰다. 1997년 대한핵의학회 총무이사로 북경에서 제1회 한중일 핵의학회를 설립하는데 주도적 역할을 하였다. 2001년에 창립하여 지난 20년 동안 아시아지역 핵의학 발전의 원동력이 되고 있는, 아시아지역 핵의학협력기구인 ARCCNM (Asian Regional Cooperative Council of Nuclear Medicine) 도 우리나라의 주도로 설립되었는데 핵의학자 정준기의 글로벌 리더십을 보여주는 대표적 업적이다. 이후 2002년 세계핵의학회 사무총장을 역임하여, 2006년 한국에서 세계핵의학회 학술대회를 성공적으로 개최하는데 기여했으며 미국핵의학 연례학회에서 한국의 연제발표가 4위에 이르도록 국내 핵의학 연구의 세계화에 기여하였다. 또한 2002년 박재형, 서진석, 권익찬 등과 함께 분자영상의학 심포지엄 및 연구회 설립을 통해 대한 분자영상학회를 창립하는데 앞장섰다. 뿐만 아니라 2006년 일본, 대만 분자영상학회회장 등과 함께 한국 분자영상학회 회장으로서 아시아분자영상학회협의회 (FASMI, Federation of Asian Society of Molecular Imaging)의 창립을 주도하였고 2014년 세계분자영상학회를 유치하고 조직위원장으로 활동하였다. 개인적으로도 국내외 학술논문 500여편 (13000회 이상의 인용), 핵의학관련 학술서 20여권을 저술하는 등 뛰어난 연구업적으로 대한민국 의학한림원 정회원으로 선

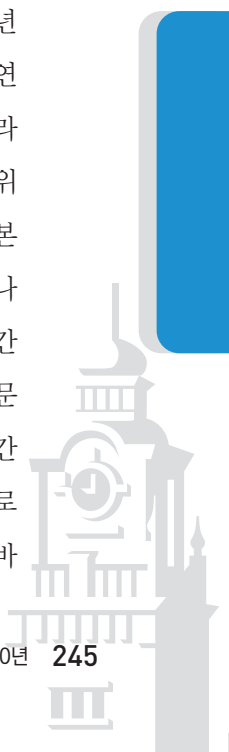
정되었고, 미국핵의학회로부터 “Outstanding Clinical Investigation Award”, 대한의학회로부터 “바이엘쉐어링임상의학상”, 대한핵의학회 “청봉상”, 대한갑상선학회 “범산학술상”등을 수상하여 국내핵의학을 세계최고의 수준으로 끌어올리는데 선도적 역할을 하였다.

아시아에 핵의학을 심다 - 글로벌 리더로서의 정준기는 아시아 지역의 핵의학의 쇠퇴의 원인으로 핵의학 전문가의 부족과 이에 따른 장비 및 시약 등의 부족 등의 악순환이 문제임을 깨닫고, 이를 극복하고자 아시아 지역의 핵의학교육과 인지도 향상에 앞장섰다. 2003년부터 10년간 ARCCNM 의장을 역임하여 연례학술대회와 조직위원회활동을 통해 아시아지역의 핵의학 전문가의 교육과 교류를 활성화하고, 아시아지역의 핵의학교육을 위해 ASNM (Asian School of Nuclear Medicine) 을 2003년 설립하고 핵의학 전문가를 양성하고 이들을 통한 핵의학의 인지도를 넓히는데 기여했다. 창립당시 ARCCNM 은 한국, 일본, 중국, 타이완, 홍콩, 몰골, 필리핀, 베트남, 미얀마, 타이, 인도네시아, 말레이시아, 싱가포르, 스리랑카, 인도, 방글라데시, 파키스탄등 17개국에서 출발하여 이후 네팔과 북한이 가입하여 19개 국이 되었고 모든 회원 국가에서 임상진료에 이용하고 있다. 이를 통해 회원국들이 활발할 교류와 소통을 통해 새로운 정보를 공유하고 조직적인 협조시스템이 구축하여 작동하게 되었고, 교육을 담당하는 단체도 있어 도움을 받을 수 있게 되었다. 이러한 활동을 통해 아시아 개발도상국의 첨단

의료환경 구축에 헌신해 왔으며, 이로 인해 “핵의학을 쉽게 가르쳐주는 한국선생님”으로 아시아 핵의학자들에게 칭송 받게 되었고 핵의학에 대한 도전을 물리치고 도약하는 지혜를 나누는 데 앞장서고 있다.

준비된 의학역사문화원장 - 2011년 11월 서울대병원역사문화센터 원장으로 임명되어 핵의학 초창기 진흥 사업의 경험과 인문학적 소양을 바탕으로 병원사연구, 의학박물관의 재구성, 의학과 연관된 인문학 심포지움 등을 통해 원내외로 의학역사문화원의 존재와 역할을 알리는데 기여하였다. <예술속의 의학> 등의 심포지움 주제로 의학과 인문학의 소통과 대중문화까지 아우르는 강의를 기획하고, 이후 <병원에 오면 교양이 보인다>로 발전하게 되었고, 친숙한 테마의 박물관 전시 기획 등을 통한 대중화에 앞장섰다. 재임기간중 “대한의원”의 시계탑 복원, 지식영선생 사료 확보를 통한 “지식영전” 개최, 서울대학교 병원 사 발간 등 중요한 업적을 남겼다.

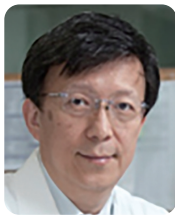
의사 정준기 작가가 되다 - 2018년 33년간 재직했던 서울대의대를 정년퇴임하고 연구와 집필에 힘쓰고 있으며 <젊은 히포크라테스를 위하여>, <소소한 일상 속 한줄기 위안>, <참 좋은 인연>, <의학의 창에서 바라본 세상>, <33년의 연가>, <이세상의 오직 하나>, <다른 생각 같은 길> 등의 산문집을 출간하여 작가가 되었다. 또한 서울대학교병원 문학회 회장으로 2019년 “함춘문학”지를 창간하였다. 그간 정준기는 의학자이자 수필가로써 삶의 다양한 모습을 독특한 시각으로 바



라보고 따뜻하게 감싸 안는 글을 써 왔다. 진료와 연구의 삶에 관한 소회로 “지난날의 실수와 좌절이 지금 나를 만드는 밑거름이 되었다 믿는다. 인생살이의 고통이 큰 만큼, 생명의 환희도 더 크다. 산이 높으면 계곡도 깊기 때문이다” <소소한 일상 속 한줄기 위안> 라고 이야기하고 있다.

아. 핵의학, 익히는 것이 아니라 극복하는 것

이동수



이동수 교수에게 핵의학은 단순히 익히는 것이 아니라 의학의 한계를 극복하고 독창적 분야로 개척하는 아주 훌륭한 의학적

도구라고 하셨습니다.

이동수 교수는 초창기부터 핵의학영상을 이용한 추적자동역학과 영상처리기술 분야를 개척하여 이 분야를 전공하는 핵의학물리학자들을 양성하여 이들 중 이재성 교수 등, 많은 이들이 현재 핵의학 발전에 종사하는 주요 핵의학물리학자로서 학술 및 병원활동을 하고 있습니다. 특히 뇌 영상의 분석에 있어서 선구적으로 뇌 영상의 통계적 처리기술을 도입 및 개발하였고, 이에 따라 핵의학 유관 학회인 대한뇌기능매핑학회 창설을 이끌었습니다. 이동수 교수가 선구적으로 확산시킨 뇌의 통계적 분석기법은 현재 많은 병원에 보급되어 진료에 활용되고 있습니다. 이러한 연구의 결실로서 2001년 Nature에 서울의대 교수로는 처음으로 이비인후과와 함께 연구한

논문을 게재하였습니다. 이러한 이동수 교수의 업적은 대외적으로도 널리 인정받아 2003년 대한의학회 주관 화이자의학상 본상을 수상한 바 있습니다.

최근까지도 이동수 교수는 차세대 핵의학의 한 분야가 될 수 있는 나노의학 분야에 관심을 경주하여 많은 연구성과와 함께 대한나노의학회 창설이라는 결실을 내어 2012년 대한나노의학회 초대 회장을 역임하는 등 대외적으로 핵의학의 학문적 위상을 제고하였으며, 방사성동위원소 표지 나노물질을 이용한 진단동시치료(theranostics)와 체내동반진단(in vivo companion diagnostics)을 가능하게 할 기초 기전 및 전임상 연구를 활발히 진행하여 핵의학 진단동시치료 개념 확립에도 큰 기여를 하였습니다.

이동수 교수는 후진 양성에 대한 중요성을 일찍부터 인식하여 소속 대학과 병원의 자원 역량을 동원하여 전국 전공의 및 전임의를 대상으로 한 교육프로그램을 개인적 열정으로 꾸준히 이끌어 왔습니다. 2003년 시작되어 간헐적으로 개최된 전국 전공의 대상의 리더십 워크숍에 적극적으로 참여 및 후원을 하였고, 이어 직접 주도적으로 이를 개최하여 전공의들의 학회 활동에 대한 관심을 고취시키고 병원 내 타 전문과 의사 및 타 직종과의 관계에서 리더십을 발휘할 수 있도록 하였습니다. 2010년부터는 이를 다양한 주제의 학술적 워크숍으로 확대하여 1년에 2회씩 방사성의약품화학, 추적자동역학, 분자영상학 등의 기초과학은 물론 임상이나 제도적 주제

를 다루는 전국전공의워크숍으로 확대발전시켰습니다. 이를 통하여 기초 핵과학이나 제도적 동향에 노출될 기회가 많지 않은 중소규모 병원의 전공의/전임의들이 이에 대한 관심과 지식을 얻고, 타 병원 동료와 교류할 수 있는 기회를 가지는 등 핵의학회 후진 양성에 많은 발전을 이루었습니다. 또한, 학생 교육에도 크게 기여하여 2013년 융합과학기술대학원분자의학 및 바이오제약학과 과장, 2015년 서울대학교 생명공학공동연구원장을 맡으면서 서울대학교의 연구인프라 확대뿐 아니라 핵의학 연구 및 교육을 확대하는 것에 기여하였습니다.

이동수 교수는 핵의학 진료 활성화를 위한 국내 제도적 기반 마련에도 큰 기여를 하였는데, 대한핵의학회의 보험이사(1998년~2008년), 보험위원장(2002년~2010년), 대한핵의학회 회장(2010년~2012년)을 수행하며, 2006년 FDG PET의 보험급여 시행은 임상전문과로서 핵의학의 성장에 큰 기여를 한 주요 업적 중 하나입니다. 이동수 교수는 이 시기 대한핵의학회 보험이사로서 적절한 보험 적용증 및 보험수가 설정 작업을 이끌었고 이러한 노력의 결과로 FDG PET이 임상적으로 활성화되는 큰 계기를 가질 수 있었습니다. 이 외에도 상대가치 제도 도입, 검체검사 수가 조정, 신의료기술평가 제도 도입 등 급변하는 건강보험 제도 환경 하에서 핵의학 의료행위가 제도적 불이익 없이 발전의 기반을 갖추는데 이동수 교수의 역할은 매우 주요하였으며, 대한핵의학회만이 아니라 대한의학회

의 보험이사직과 상대가치위원회 위원장직 등도 수행하여, 임상핵의학 진료가 제도적 환경 개선을 통한 적절한 의학적 이용으로 환자에게 도움을 주는 진료과목으로 발전하는데 크게 기여하였습니다.

이동수 교수는 2014년부터 대한핵의학회지인 Nuclear Medicine Molecular Imaging (NMMI) 잡지의 편집장으로 재직하며 영문 학술지로 개편된 이후의 NMMI가 국제학술지로서 안정적으로 자리를 잡도록 하는데 많은 노력을 경주하였습니다.

저명한 국내외 연구자를 Associate Editor로 포함하여 Section Editor로서의 실질적 역할을 수행하도록 하고 수준 높은 종설 논문을 유치하였으며, 논문심사의 품질을 개선하는 등 많은 발전을 이루었습니다. 현재 NMMI는 PubMed에 등재되어 영향력 지수는 지속적으로 상승하고 있으며(h5-index 18, 핵의학분야 10위, 출처: google scholar), 가까운 시기에 대한핵의학회의 숙원 중 하나인 SCI(E) 등재도 이루어질 수 있을 것으로 기대됩니다.

국내 핵의학 위상의 세계화 및 국제적 리더십 확보로 시야를 넓힌 이동수 교수는, 2013년부터 개발도상국의 차세대 리더를 양성하기 위한 장기연수 프로그램인 Koh Chang-Soon International Fellowship 프로그램을 만들고 적극적으로 운영하여, 매년 2~3명의 개발도상국 핵의학 분야 젊은 의과학자를 초청하여 11개국 14명의 차세대 미래 리더들을 양성하였습니다. 그뿐 아니라, 이동수 교수는 핵의학 분야의 국제적 저변 확대 및 우리나라



의 리더십 확보의 중요성을 인식하여 2016년 'SHARE for the Future of Global Nuclear Medicine and Biology'이라는 비전을 국제사회에 제시하여 세계핵의학회의인 World Federation of Nuclear Medicine and Biology (WFNMB)에서 회장으로 당선되었고 집행위원회에서 회장당선자로 2년(2017~2018) 및 회장으로서 2년(2019~2020)동안 세계 핵의학 발전을 위한 리더십을 수행하고 있습니다. 이 기간 동안, 이동수 교수는 선진국 중심으로 운영되어 온 국제핵의학분야의 리더십에서 아시아, 아프리카, 중남미 등의 개발도상국이 함께 참여하는 핵의학 분야 국제적 리더십 확보 방안 마련을 위한 다양한 활동을 진행 중이며, 국제적 동반성장을 위한 대한핵의학회의 국제적 리더십 및 위상 고취에도 기여하고 있습니다. 특히, 이동수 교수는 아시아권 핵의학의 동반 발전이 우리나라 핵의학의 미래에 중요함을 인식하여, 아시아권 개발도상국에 대한 우리나라 핵의학의 실질적 리더십을 마련하고자, 국제협력사업(KOICA) 및 국제연구망활용사업(TEIN)에 제안하여 아시아권을 포함한 개발도상국들을 대상으로 핵의학 전문인력 양성 프로그램을 운영하여 우리나라가 주도하는 핵의학 저변 확대에 그의 열정을 쏟고 있습니다.

특히 핵의학 분야에서 치료의 중요성을 일찍부터 간파한 이동수 교수는 방사성동위원소를 이용한 테라노스틱스 및 핵의학치료 활성화를 위한 노력을 경주해 왔습니다. 그동안 테라노스틱스 기반 핵의학치료 분야는 독일,

호주, 미국 등 주로 유럽 국가들을 중심으로 활발히 진행되어 왔으며, 관련 국제학술대회인 테라노스틱스 학술행사도 이들 선진국 중심으로 운영되어 왔습니다. 이동수 교수는 테라노스틱스의 중요성을 인식하고, 국제학술행사에 우리나라 젊은 연구자들의 참여 및 연구 네트워크를 구축할 수 있도록 적극 주선하였고, 아시아권 개발도상국의 참여 확대에 주력하여, 2019년에는 우리나라가 제5차 테라노스틱스 국제학술대회(Theranostic World Congress, TWC) 프로그램을 주관하여 제주에서 개최하였으며, 이는 국내 치료 핵의학분야의 발전의 계기 및 우리나라 핵의학의 치료분야 활성화에 크게 기여하는 계기를 마련하였습니다.

지난 30년 동안 핵의학교실 교수로 재직하며 이동수 교수는, 국내 핵의학 분야를 개척하여 그가 얻은 성과와 지식을 나누고 국내외적으로 보급하여, 새로운 비전을 제시하고 미래 핵의학의 국제적 리더십을 주도적으로 만들어 왔다고 하셨습니다.

자. 우리나라 방사성의약품학의 개척자

정재민



정재민 교수는 1977년부터 1982년까지 서울대학교 약학대학 약학과에서 학사학위를 마치고, 1982년 동 대학 석사과정으로 진학하여 당시 생화학 분야의 대가였던 이상섭 교수의 연구실에서 생화학 연구를 시작하

였다. 석사과정 1년 차 후반에 고창순 교수의 제안으로 핵의학에 입문하여 방사성의약품 연구를 시작하였다. 1984년에 동 대학에서 박사과정을 시작하여 고창순 교수와 약대 이상섭 교수의 공동지도로 한국인 대장암 세포주 SNU-C1, SNU-C4 등에 대한 단일클론항체를 개발하는 연구를 하여 1989년에 박사학위를 받았다. 1990년부터 1993년까지 미국국립보건원(NIH)의 백창흠박사 연구실에 박사후 연구원으로 연수를 하면서 당시 각광을 받던 단일클론항체 등의 방사성동위원소 표지 연구를 하였고, 1993년 다시 서울대학교병원으로 돌아와 사이클로트론 설치와 PET센터 설립에 기여하였다. 1994년에 서울대학교 의과대학의 전임강사로 시작하여 현재에 이르기까지 교수직을 맡고 있다.

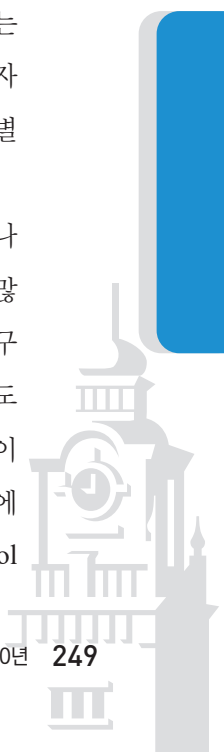
정재민 교수는 국내에서는 최초로 단일클론항체에 ^{99m}Tc 표지법을 확립하였고, 각종 ^{99m}Tc 표지 방사성의약품을 합성 및 표지하였으며, 특히 동아제약과 HMPAO와 MIBI의 키트화 공동연구를 하여 기술이전을 실시한 적이 있다. 또한 ^{123}I 표지 CIT 등 포함한 SPECT용 방사성의약품의 표지기법을 확립하여 신경과의 전범석 교수와 파킨슨병 진단 연구에 기여하였다. 사이클로트론의 도입과 함께 많은 PET용 방사성의약품을 국내 최초로 합성하여 서울대병원의 임상 PET 및 연구에 크게 기여하였고, 이 중 [^{18}F]fluoroflumazenil은 연세대학교의 이종두 교수의 cerebral palsy 연구에 사용되어 좋은 결과를 발표한 적 있다. 또한 발생기(generator)에서 생산

되는 PET용 방사성동위원소인 ^{82}Rb 와 ^{68}Ga 에 관한 연구를 국내 최초로 시작하였는데, $^{82}\text{Sr}/^{82}\text{Rb}$ -generator를 국내 최초로 제작하여 ^{82}Rb 을 공급함으로써 심근 혈류 PET 연구에 기여하였고, ^{68}Ga -BAPEN의 키트화에 성공하였으며, 각종 ^{68}Ga 표지 방사성의약품을 개발하였다. 특히 ^{68}Ga -RGD는 IAEA의 다국적 임상시험에 들어가기도 하였다.

1990년대 중반부터는 치료용 방사성동위원소인 ^{188}Re 을 이용한 다양한 방사성의약품을 개발하였고, 이 중 ^{188}Re -HDD/Lipiodol을 이용한 간암 치료법은 IAEA의 다기관임상시험에 채택되기도 하였다. 또한 ^{188}Re -주석콜로이드는 송영욱 교수와 류마티스 관절염 환자에 대한 임상연구에 적용하여 좋은 결과를 얻었고, 나아가 IAEA의 다국적 임상시험에 채택되었다.

정재민 교수는 방사성의약품 관련 제도 개선에도 힘써 대한핵의학회의 핵과학이사를 역임하면서 방사성의약품의 병원 내 사용은 '제조'가 아니라 '조제'라는 선진국에서 통용되는 인식을 많은 연구자, 임상 의사, 식약처관계자 등에게 교육하였고, 이는 '방사성의약품 특별법' 입법 추진의 배경이 되었다.

정재민 교수는 국내에서는 아직 불모지나 다름없었던 방사성의약품 연구에 뛰어들어 많은 노력으로 국내연구를 이끌어 국내의 연구수준이 미국, 유럽과 어깨를 나란히 할 정도로 양적, 질적으로 성장할 수 있게 하였다. 이러한 노력의 결과 기초 핵의학 연구 분야에서 세계적으로 저명한 저널인 Nucl Med Biol



의 편집위원이 되었고, 또한 서강대학교의 지대윤 교수가 2013년 국제방사성의약품과학심포지움(ISRS) 학회를 국내 유치하는 데도 도움을 주었다.

2014년 국내의 방사성의약품과학 관련 연구자의 학술과 교류의 장인 대한방사성의약품학회 설립에 주요역할을 하였으며, 초대회장을 2년간 역임하였다. 정재민 교수는 뛰어난 학술, 연구와 뛰어난 친화력으로 국제방사성의약품과학회(Society of Radiopharmaceutical Sciences, SRS)의 회장에 2015년에 선출되었고, 2017년부터 2년간 회장을 역임하였다.

정재민 교수는 핵의학교실의 화학팀이 지금의 공간, 시설, 인력 등 연구 인프라를 갖추 수 있도록 지난 30여 년간 노력하였으며, 이를 바탕으로 2008년에는 그 동안의 연구 역량, 국책연구과제 수행능력을 인정받아 과학기술부의 국가지정연구실(NRL)로 지정되었다.

최근 방사성의약품산업화에 역점을 두고 있으며, 국내기업에 기술이전한 심혈관질환 진단용 ^{68}Ga -MSA, 감시림프절 진단용 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MSA, 전립선암 진단용 ^{68}Ga -NGUL, 전립선암 치료용 ^{177}Lu -DGUL 등의 산업화에 노력하고 있어, 곧 자체 개발한 방사성의약품이 임상에서 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

차. 핵의학, 신약개발의 꿈 김상은



1992년 핵의학 펠로우로서 핵의학 수련 과정을 마친 김상은 교수의 첫 번째 세부전공 분야는 신경 핵의학이었다. 김상은 교

수는 미국 존스홉킨스 병원 유학 당시 길지 않은 기간이었음에도 불구하고 의도적으로 존스홉킨스 병원의 3개 핵의학 연구그룹의 주요 멤버로 참여하면서 신경핵의학 연구와 진료에 필요한 다양한 지식, 기술, 경험을 쌓았다. 특정 지도교수의 연구실에 소속되어 공부하고 연구하는 통상적인 관례에 비추어 봤을 때 매우 이례적인 유학 활동이었으며 본인의 집념과 노력 없이는 할 수 없는 일이었다.

1994년 미국 유학을 마친 후 삼성서울병원에 재직하면서 신경핵의학 진료, 연구, 교육에 많은 업적을 남기며 국내 신경핵의학의 기반을 구축하고 발전을 이끌었다. 특히 신경화학 영상을 통하여 핵의학 진료와 연구의 새로운 분야를 개척했다. 김상은 교수는 핵의학이 임상 진료뿐만 아니라 의생명과학 연구의 한 축으로 자리 잡기 위해 기초의과학, 화학, 약학, 물리학, 공학 등 관련 분야와의 협력과 융합이 매우 중요하다고 믿었으며 이를 위한 학문 및 연구 네트워크 구축에 공을 들였다.

2003년 분당서울대학교병원으로 자리를 옮기게 되면서 핵의학의 또 다른 분야를 개척하기 시작한다. 바로 핵의학분자영상의 신약개발 응용, 즉 '의약품영상'이다. 신약후보물질을 포함하는 의약품의 생체 약동학, 약력

학, 안전성 및 유효성 등을 핵의학분자영상으로 탐구하는 것이다. 신경핵의학 전문가인 그는 신경전달물질 시스템에 작용하는 약물이 비교적 명확한 신경화학 기전과 약물-표적 상호작용을 지니고 있어 핵의학분자영상의 중추신경계 작용 약물 개발에 결정적인 기여를 할 수 있음을 실증해 왔다. 이를 ‘의약품영상’으로 확장하고자 했다. 제약기업 및 연구기관의 신약개발연구자들과 성실하게 교류하며 핵의학분자영상을 신약개발 현장에 접목하기 위해 부단히 노력했다. 또 ‘의약품영상’을 뒷받침하는 방사성추적자화학의 발전을 위해 노력했다.

2008년 김상은 교수는 전임상·임상 분자영상센터를 설립한다. 병원 지원과 중앙정부, 경기도의 연구비 지원을 받아 시설, 장비, 전문 인력을 구축했다. 이 과정에서 이루 말할 수 없는 재정적, 행정적, 제도적 난관에 부딪혔으나 김상은 교수는 열정과 집념을 바탕으로 이를 해결하고 돌파했다. 당시의 여건에서는 기적 같은 일이었다. 센터의 활동을 통해 ‘의약품영상’의 이론, 실기, 실증을 쌓으며 ‘의약품영상’의 기술적 정체성을 확립해 나갔다. 제약기업과 신약개발연구기관에서는 신선한 충격으로 받아들이며 커다란 관심을 보여 매년 10건 이상의 공동연구를 수행했으며 그들이 개발 중인 신약후보물질의 생체 약동학, 약력학, 효능 등을 핵의학분자영상으로 탐구하였다. 이러한 성과는 국내외 학술대회에서 여러 차례 발표됐다. 2011년 10월 일본 스쿠바에서 열린 CJK Meeting에서 당시 참석한

故 헨리 와그너 교수로부터 ‘핵의학의 새로운 유망 분야’라고 극찬을 받은 바 있다. 이에 자극을 받아 일본 오사카 대학에서도 유사한 기능의 센터를 설립했다.

이러한 노력의 결실로 2014년 김상은 교수는 보건복지부의 연구비 지원으로 신약개발 바이오이미징 융합기술센터를 설립한다. 보건복지부로부터 5년 동안 75억 원의 연구비 지원을 받는 서울대학교 국가지원연구소로, 센터의 활동을 통해 신약개발 바이오이미징 서비스, 기술 개발, 인력 개발, 정책 개발 등을 수행했다. 국내외 40여 개 제약기업 및 바이오벤처에 핵의학분자영상을 이용한 신약개발 바이오이미징 서비스를 제공함으로써 신약개발의 새로운 지평을 열었으며 제약산업 발전에 크게 기여했다. 아울러, 규제기관과 지속적으로 소통하여 핵의학분자영상이 신약 허가 와 관련된 규제과학의 제도권 내로 진입하는데 결정적인 역할을 했다. 김상은 교수의 이러한 성과로 김상은 교수는 ‘핵의학분자영상의 신약개발 응용’이라는 새로운 핵의학 분야의 개척자로 불리우는 데 손색이 없다.

2014년 김상은 교수는 서울대학교 융합과학기술대학원 원장으로 새롭게 변신한다. 융합학문인 핵의학 학자인 그에게 딱 맞는 직책이었다. 김상은 교수는 융합은 혁신의 도구이며 융합을 통한 혁신을 위해서는 과학기술 간의 단순 융합을 넘어 과학기술, 인문학, 사회과학, 법제도, 문화예술 등이 융합하는 거대융합이 필요함을 역설하며 융합인재 양성에 헌신했다. 또 2018년부터는 국내 120여



개 산학연 융합기관으로 구성된 미래융합협의회 회장으로 활동하면서 융합 생태계 구축에 기여하고 있다.

김상은 교수는 끊임없이 변화를 추구하는 멀티플레이어로, 그에게는 신경핵의학 전문가, 핵의학분자영상을 활용한 의생명과학 연구자, 새로운 핵의학 분야의 개척자, 산학연 협력의 선도자, 정책기관 및 규제기관과의 소통자, 융합 선도자와 같은 수식어가 어색하지 않다. 김상은 교수의 변화와 변신은 지금도 지속되고 있다.

카. 경계란 없다, 내가 하는 것이 바로

핵의학 강건욱



강건욱 교수는 이명철 교수의 3학년 PET 강의에 감화를 받아 1990년 4학년 선택과정으로 한 달간 핵의학과 실습 후 핵의학

을 전공하기로 결정하고 1992년 핵의학 전공을 위하여 내과에 입국하였다. 1994년 핵의학과 서버 및 네트워크 관리를 하며 서울대학교병원 최초로 인터넷을 연결하였고, 핵의학과 웹사이트(<http://nm.snu.ac.kr>)를 최초로 제작하고 운영하였다. 1995년 전공의 최초로 해외 국제학회에서 구두발표하여 일본핵의학회 아시아오세아니아 젊은 연구자상을 수상하였다. 1996년 내과전문의 핵의학전공 최초로 공중보건지가 되었으며 1999년 서울대학교병원 핵의학과 전임의 중 핵의학 선택과정 학생을 지도하여 NeuroImage에 논문을 실어

한국과학기술단체총연합회 과학기술우수논문상을 수상하였다.

2000년 전임의를 마치고 핵의학전문의가 됨으로써 핵의학전공의를 하지 않은 마지막 세대가 되었다. 2000년 국립암센터에 전국최연소 핵의학과장으로 부임하여 2001년 국립암센터 개원에 이바지하여 보건복지부장관 표창을 받았다. 2001년 핵의학교실 2호 박사를 취득하고 정보전산팀장, 암정보연구과장을 역임하면서 2005년 국가암정보센터를 발족시켰다. 국립암센터의 사이클로트론, PET/CT, SPECT/CT 도입을 하였다. 2003~2004년 스탠포드대학 분자영상프로그램 Gambhir 교수 연구실에 방문과학자로 연수를 다녀오면서 동물용 PET/CT, 동물용 MRI, 생체광학영상 장비를 도입하고 나노바이오연구회에 참여하여 새로운 연구에 매진하였다. 2007년 서울대학교 핵의학교실 기금부교수로 발령을 받고 2014년부터 2019년까지 서울대학교병원 핵의학과장, 2015년부터 2019년까지 서울대학교 핵의학교실 주임교수를 맡았다. 테라노스틱스 분야의 임상 도입을 확대하고자 부단한 노력을 수행하였는데 국내 제도적 한계로 핵의학치료 도입이 어려운 상황에서 2017년부터 신경내분비종양 환자들을 진료하며 국외 치료의뢰 체계를 운영하였고 2019년 ¹⁷⁷Lu-DOTATATE 치료를 국내 최초로 시행하였다.

강건욱 교수는 대내외 활동으로 핵의학 저변을 넓히는 데 크게 기여하였다. 2013년 국제방사선방호위원회(ICRP) 의료분과 위원으로 선출되어 방사선안전 국제권고 발간에 참

여하고 있으며 전문가들과 함께 “방사능 무섭니?” 책자를 발간하는 등 일반인, 학생, 전문가들을 위한 방사선안전 교육을 하고 있다. 과학기술부, 보건복지부, 원자력안전위원회, 식품의약품안전처 등 정부 R&D기획에 참여하고 있으며 2010년 “방사성동위원소 이용 신약개발 플랫폼 구축사업”을 발의하여 추진하였고 2016~2017년 미래창조과학부 X-프로젝트 추진위원회 위원장을 역임하여 미래창조과학부장관표창을 받았다. 나노의학 연구를 주도하고 기획하면서 2017~2018년 대한나노의학회 회장을 역임하였다. 이러한 연구를 보다 실용적으로 융합하고 산업화하여 임상 활용까지 이어지도록 하기 위해, 산업계 및 학계의 전문가들의 네트워크를 통한 혁신을 도모하는 바이오나노메디신살롱을 2017년부터 운영하고 있다. 활발한 진료 및 연구와 대내외 활동을 통해 핵의학의 저변을 넓히는 데 큰 공헌을 하고 있으며, 2020년 대한핵의학회 차기회장으로 선출되었다.

2) 인물열전: 보건직

가. 핵의학 검체검사 초창기 개척자

서일택 (회고담)



군에서 제대한 젊은 나이에 방사성동위원소를 처음 만나 34년을 친구 같이 보냈습니다. 임상병리학과를 전공하여 모든 검사를 할 수 있었으나, 핵의학검사는 처음이어서 고창순교수님의 지도와 전공의 선생님들이 가르쳐 주

서 많은 검사를 할 수 있었습니다. 몇 가지는 아직도 기억에 강하게 남아 있습니다.

갑상선기능검사의 하나로 혈청단백결합요오드(PBI)를 측정하기 위해서 혈청을 분리한 다음, 화덕에 넣어 유기성분을 태워버리고 시험관에 남은 재(무기요오드)에다 발색시약을 첨가하여 분광광도계(Beckman DU-240)로 흡광도를 측정하여 혈청중의 옥소(iodine)를 정량하는 연구가 있었습니다. 장출혈을 확인하기 위하여 ⁵¹Cr 표지 적혈구를 환자에게 주사하고 5일간 대변을 받아서, 공업연구소 화덕을 빌려 대변을 고열로 태워 재를 만들고 여기서 방사능을 측정하는 연구도 있었습니다. 5일간의 대변 양도 많았지만 냄새 때문에 힘들어하며, 그래도 좋은 결과가 궁금하여 이런 저런 것 가리지 않고 공업연구소 화덕 앞에서 기다리던 때가 엇그제 같습니다. 정상인 철대사측정을 위해, 자원하여 ⁵⁹Fe 정맥주사를 맞기도 했습니다. 주사 후 일정시간마다 채혈하여 혈장 방사능을 측정하여 철대사를 평가했는데, 이후 제법 오랜 시간이 지났는데도 전신오염감시기를 통과할 때 정보가 올렸습니다. 가운이 오염되었나 했지만, 혈액을 채혈하여 측정하였더니 철대사측정검사를 위해 투여한 ⁵⁹Fe 방사능이 검출되는 에피소드도 있었습니다.

원자력병원에서 근무하시던 고창순 교수님이 오시면서 영상검사는 김일섭 선생에게, 검체검사는 군에서 갓 제대한 저에게 담당하도록 하셨습니다. 둘이서 각각 Pho Gamma II 카메라와 우물형 감마선계측기(TracerLab)를 담당하며 의욕을 가지고 출발한 1969년 11월부터 새

로운 핵의학검사의 시대를 열기 시작하였습니다. 환자에게 $^{198}\text{Au-colloid}$ 3.7 MBq을 정맥주사하고 눕혀 놓으면, 감마카메라 검출기가 몸에서 방출되는 방사능을 섬광으로 받았습니다. 50만 계수가 검출되면 이 섬광을 흑백필름으로 받아 의학사진실에 보내 인화하고, 이를 기다리고 있다가 받아 인화된 사진을 병록지에 붙여서 판독실로 보내면 의사가 판독하는 순서로 진행되었습니다.

검체검사에 이용한 감마선계측기는 현재와 같이 자동화되어 있지 않고 수작업으로 진행되었습니다. 예컨대, 방사성요오드가 표지된 인슐린과 혈장, 항체를 시험관에 넣고 24시간, 이어 제2항체를 넣고 18시간 반응시킵니다. 원심분리하여 상층액을 버리고 시험관 벽에 묻은 액체를 여과지로 조심스럽게 닦아낸 다음 검체반응시험관의 남은 침전물 방사능을 우물형 감마선계측기에서 계측하였습니다. 계측기 덮개를 열고 검체를 넣고 덮개를 닫고 타이머를 1분에 고정하고 reset을 누른 뒤, 1분이 되면 계수가 정지하는데 이를 재빨리 노트에 기록합니다. 같은 방법으로 50개의 검체를 반복하면 약 2시간 이상 계측기 앞에서 정신을 집중해야 했습니다. 그러다 계측값 기록을 깜박하고 다시 해야 하는 일도 빈번했습니다. 계측이 끝나면 계산자를 사용하여 측정값을 계산하고 결과를 기록하여 외래와 병실로 보내면 검사가 완료되었습니다. 1978년 새 병원으로 이전하면서 자동감마선계측기도 도입되어 검체를 트레이에 꼽아두면 자동으로 검체가 well에 들어가고, 설정에 따라 계측시

간도 자동으로 되고 다음 검체가 계측되었으며, 계측값도 바로 자동으로 프린트되었습니다. 결과 계산은 수작업으로 그래프지에 표준곡선을 작성하고 값을 찾는 방법이었지만 그 전보다 얼마나 많이 쉬워졌는지 모릅니다. 이후에도 계속 발전하여 현재는 표준곡선도 작성하지 않고 감마선계측기에서 바로 결과를 내고 그 값을 병원정보시스템(HIS)에 그대로 전송하고 있으니 많이도 변했습니다.

검체(혈청)를 시험관에 분주할 때 유리로 만들어진 마이크로피펫(일명 람다 피펫)을 사용하였는데 10, 20, 25, 50, 100, 500 마이크로리터(μl)의 용량이 있었습니다. 이를 이용해 입으로 흡입하여 분주하는데 감염성 있는 혈청의 흡입분주를 무방비로 수없이 시행하였고, 방사성물질도 입으로 흡입하여 분주하였으니 지금 생각하면 있을 수 없는 일이었습니다. 방사성물질을 사용하는 유리 주사기는 방사능오염물이어서 자체에서 세척, 건조, 멸균하였습니다. 사용한 주사기를 흐르는 물에 담가두었다가 다음날 세척하여 150도 건조기에서 1시간이상 건조 멸균했습니다. 주사바늘도 세척하여 방포에 순서대로 꼽아 동일하게 건조 멸균하여 사용하였습니다. 주사바늘은 반복 사용하다 보니 끝이 무더져서 솟대에 갈아 사용하기도 하였으며, 주사기와 주사바늘 연결 부위가 부러져 사용을 못하게 되는 일이 빈번히 발생하였습니다. 수량이 적어 하루에 2번씩 세척, 건조, 멸균이 흔한 일이었는데 지금은 1회용 주사기나 진공채혈시험관을 사용하므로 이런 일이 50년 전에 있었다

는 것을 생각이나 할까요.

지금 검사실 환경과 비교하면 모든 것이 부족한 과거였으나 그때는 부족한지 모르고, 새로운 검사법이 개발되어 도입되면 밤과 낮의 구분 없이 정성을 다하여 검사방법을 정착시키고 개선하였습니다. 새로운 검사법이 도입되면 두려움보다는 어떻게 정착시켜 환자진단에 유용한 결과를 얻을까 연구하고 공부하는 즐거움이 앞섰습니다. 바뀐 환경에서도 이러한 즐거움은 계속 이어져가기 바랍니다.

나. 국제적 리더십 확대의 주역

조규진 (회고담)

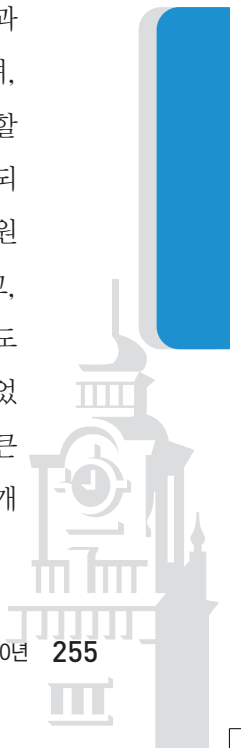


병원에 제직하면서 많은 일들이 있었지만, 기억에 크게 남는 것은 국제원자력기구(IAEA)에서 주관하는 DAT 교육과정을 1999년 6월부터 2년 6개월 동안 어려운 가운데 진행한 성과와 2006년 세계핵의학회(WFNMB)를 위하여 2002년 핵의학기술위원회를 처음 구성한 후 많은 노력과 회원들의 성원에 힘입어 기술학회 세션을 성공리에 마친 일이다.

IAEA에서는 아시아, 남미, 아랍, 아프리카, 유럽 일부 지역 등 개발도상국을 대상으로 방사성물질을 다루는 국가에 대하여 DAT 교육을 시행하는 프로그램이 있었다. 특히 방사성동위원소를 인류복지 및 평화적 목적에 이용하는 교육프로그램의 한 분야로 핵의학전문기사의 육성에 목표를 두고, IAEA(RCA) DAT 교육을 실시하게 되었다. 그 당시 우리

나라 주무관청은 과학기술부이며, 정부에서도 일정 금액을 IAEA에 지원하고 있었다. 우리나라에서는 정준기 교수님이 IAEA와 창구역할을 하고 있었다. 대한핵의학회에서도 핵의학전문기가 탄생하였고, 이런 기회를 이용하여 핵의학회에서는 핵의학전문기사(CNMT) 육성 기반구축과 함께 CNMT 조직 구성까지 바라고 있었다. 따라서 대한핵의학회에서는 핵의학기술학회와 공동으로 교육을 추진하였으며, 대한핵의학회 정준기 교수님과 대한핵의학기술학회 조규진이 IAEA와 연락 업무를 담당하게 되었다.

1999년 7월 교재 번역을 시작하였으며, 2000년부터 7개 병원 112명을 대상으로 이론교육을 시작하였다. 2001년 2월 중간평가를 2차에 나누어 90명 대상으로 하였다. 2차 교육 시행 후 7월에 교육생 56명이 최종 평가에 응시를 하여 모두 합격하였다. IAEA DAT 교육에 대해 긍정적 평가로는 교육 수료자들이 자국에서 CNMT를 양성하는 동기부여 계기가 되었고, 외국의 핵의학기술 교육수준과 국내 교육수준을 비교하는 기회가 되었으며, 또한 교육생들에게 어학을 좀더 많이 활용할 수 있는 기회를 제공했다는 점 등이 제시되었다. 반면, 부정적 면으로는 교육생이 병원에 정상근무하면서 교육을 받기가 어려웠고, 교육기간이 너무 길어 교육생이 지쳐서 중도에 포기하는 경우가 많았다는 점 등이 있었다. 또한 교육수준은 일부를 제외하고는 큰 차이가 없었고, 체외검사(In Vitro)의 교재 개발이 부족하였다.



2006년 제9차 세계핵의학학회 학술대회를 위하여 기술학회 부분은 당시 핵의학기술학회 회장인 조구진을 위원장으로 하여 위원회를 국내분야와 국제분야로 구성하였다. 국내준비를 위해 25차례 회의를 통하여 위원회별 활동사항을 점검하며, 진행과정에서 부족한 부분을 보완하였다. 2005년 핵의학기술학회 임원진 교체에 따라 조구진은 국제학회 회장으로, 신임 정운영 회장은 국내학회 회장으로 역할이 분담되었다. 각분과별 위원장들도 현 핵의학기술학회 임원진으로 교체하는 것이 업무 중복을 피할 수 있어 준비위원장들을 일부 교체하였다. 국내준비는 새 임원진이 구성됨에 따라 업무 인수와 파악에 많은 시간이 소요되어 4개월 간 정례회의를 실시하지 못하였다. 그러나 4월부터 업무를 다시 시작하였고 세계핵의학학회 준비를 튼튼하게 하기 위해 전 임원진이 참여하는 임원초청행사를 대전 원자력에너지연구소에서 실시하였으며 철저한 업무 인수인계를 통하여 공백이 없도록 하였다.

2006년 10월 22~27일 동안 화창한 날씨에 열린 세계핵의학회는 예상 참가인원 2,500명보다 많은 3,688명이 참가등록하였고, 의료기사는 401명 참가하였다. 기술학회 분야에는 국제학술위원회 기술학회부문 회장 Valerie R. Cronin와 미국핵의학기술학회 회장 Scott Holbrook, 일본핵의학기술학회 회장 Hiroyoshi Fukukita를 비롯하여 차기 세계핵의학회 개최국인 남아프리카공화국 핵의학기술학회 회장 및 국제학술위원회 기술학회 분과위원들이 참석하였다. 각 분야별 학술 프로그

램은 전체 프로그램 중 구연에 51.5%로 가장 많은 연제 발표가 있었으며 CME 24.7%, Symposia 15.5%, Plenary Session 5.2%, Categorical Seminars 3.1%로 전문적이고 미래지향적인 논문발표가 있었다. 학술프로그램은 분야별 골고루 분포되어 발표가 있었다. 특히 PET/CT와 SPECT/CT 분야가 예전에 비해 많아 전체주제의 15%를 차지하고 있었으며 Oncology & Therapy 분야도 12%로 예전에 비해 많은 논문 발표가 있었다. 국가별 등록 현황은 한국이 81.1%로 가장 많았으며 이어서 일본 12.5%, 체코 2.8%, 러시아 1.5%, 필리핀 1.0%, 남아프리카 1.0% 순이며 주로 한국, 일본에서의 등록이 많았다. 중국은 의료기사와 의사간의 구분이 없어 의사로 등록하였으므로 국가별 의료기사 등록 현황이 없는 것으로 나왔다. 상대적으로 미국이나 유럽에서 참여가 저조함을 보였으며, 이것은 지리적 원인도 있겠지만 국제교류와 홍보의 부족으로 인한 것으로 평가되었다.

핵의학의 국제화, 세계화 시대에 봉사의 기회와 더불어 많은 성과를 얻은 경험이었다.

다. 변화의 시기 과의 중심을 지키다

김현주 (회고담)



1975년 4월 10일 고창순 교수님(당시 방사성동위원소실장) 면접 후 바로 직접 데리고 서무계에 방문하여 공무원 인사기록 관련 서류를 챙겨주시고, 4월 12일부터 교수

님 방에서 근무를 시작하였다(근무하던 분이 2주 전 결혼 앞두고 퇴직함). 3년 정도 비서 역할을 하면서 틈틈이 검사실 업무를 배웠으며, 임상병리사로서 검사실 업무를 하겠다고 요청하였다. 당시에는 교수님 일반 업무 보조와 논문 정리를 하고, 갑상선 스캔과 간스캔 검사 후 판독하여 주시면 타이핑하여 결과를 보내고, 타대학 특강시에는 늘 동행하여 강의 보조로 슬라이드를 돌렸다. 당시 서울대 축구부 지도교수로 토요일 오후에는 특별한 일이 없으면 교수님께서 직접 운전하시고 조규진 선생님과 같이 동행하여 축구경기를 보았는데, 당시에 교수님께서 학생들보다 훨씬 잘 뛰어서 무척 놀랐다.

1978년 고려병원(현 강북삼성병원)에서 RIA 검사실을 개설하면서 월급은 당시 두 배로 스키아웃 제도가 있었으나, 교수님께서 병원이 특수법인이 되고 해외연수를 다녀와야 하니 그냥 본원에서 계속 근무하라고 하였다. 방사성동위원소실은 환경미화원이 없어 매일 가장 먼저 출근하여 청소하고 쓰레기통 비우는 것으로 업무를 시작하였으며, 매일 출근하면서 중앙공급실에 들러 전날 퇴근 시 맡긴 유리주사기와 주사바늘을 찾아와서 번호를 맞추었다. 유리시험관에 채혈하고, 혈청유리시험관에 검사 후에는 모든 유리 시험관을 비누로 세척하고 클리닝 용액에 하루 담근 후 다시 세척하여 건조기에 말려 재사용하였다. 1980년대 TSH는 제2항체법으로 검사소요시간이 4일 걸렸고, T4는 알코올 용액으로 추출 후 상층액으로 검사했으며 모든 검사는 원심분리기를 이

용하여 결합형과 유리형을 분리하였다. 1979년 국제혈액학회(조직위원장 이문호 교수, 총괄업무 김병국 교수) 행사에서는 한 달간 학회업무 보조를 하기도 하였다.

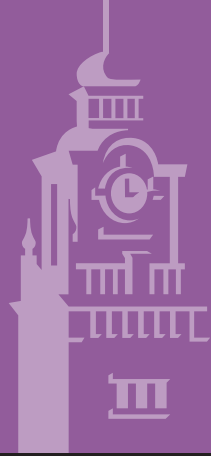
이명철 교수님과 전직원이 모여 빙고게임을 하였는데 1등 상품으로 Casio 공학용 계산기(당시 3만원)를 받아 이 계산기를 이용하여 mean, SD, CV%를 구하였다. 2003년에는 강남건진센터 캐치프레이즈 공모에서 ‘백세청춘 우리가 만들어갑니다’로 은상과 상금 35만원을 받았는데 한강고수부지에서 본원, 삼성서울병원, 서울아산병원 등 동문들과 족구경기를 하고 찬조를 하였다. 토요일이면 종종 전직원이 종로 4가 또는 오장동 함흥냉면에 들러 회냉면을 즐겼으며, 단체로 단성사, 피카디리 등 영화관람을 하였다. 개원기념일에는 불암산 등산 후 태능 배밭에 갔는데 전 직원이 종로 5가에서 만나 버스를 타고 가다보면 늘 태릉 입구에서 민방위훈련에 걸려 버스에서 내려 건물 귀퉁이에 있다가 다시 버스를 타고 갔었다. 핵의학과 특성 상 타병원 오픈 시 이동이 잦았다. PET센터 수석기사 공석으로 4급이 수석기사 업무를 대행하였는데 인사과에 요청하여 4급이지만 수석기사 수당을 받게 하였다. 또한 사무직은 장기간 순환근무가 없다보니 승진기간이 지났음에도 승진이 안되어 인사과에 과 특성을 설명하고 요청하여 5급에서 4급 사무직으로 승진시키기도 하였다.

1983년 최연소 3급 수석기사로 임용되었고, 1978년부터 전국적으로 핵의학과에 RIA



검사실이 개설될 때 교육을 담당하였으며, 진료과에 각종 연구용 검사 지원을 하였으며, 처음으로 핵의학 외부정도관리 협회를 제조하여 핵의학 검체검사 외부정도관리 사업에도 기여하였다.





PART

IV

참고자료

1. 연구원, 직원

1) 역대 연구원

연번	이름	근무기간	소속팀	학위(입학당시;진학;최종)
1	정재민	'82.03 ~ 현재	화학	학사;석사;박사
2	홍미경	'89.03 ~ 현재	화학	학사
3	한미경	'89.07 ~ '91	제3검사실	학사
4	황만용	'92.09 ~ '93	제3검사실	학사
5	김영주	'94.01 ~ 현재	화학	학사
6	이재성	'94.07 ~ 현재	물리	학사;석사;박사
7	황은경	'94.12 ~ '95.05	제3검사실	학사
8	박용우	'94.12 ~ '96	영상분석실	학사
9	이용진	'94.12 ~ '06.04	생물-중앙	석사;박사
10	김중길	'95.01 ~ ?	제3검사실	학사
11	김재균	'95.12 ~ '97.10	생물-중앙	박사
12	양묘근	'96.01 ~ '97.06	물리	학사
13	김경민	'96.01 ~ '99.11	물리	학사;석사;박사
14	안지영	'96.02 ~ '01.03	물리	학사
15	장영수	'96.02 ~ '08.06	화학	석사;박사
16	홍성현	'96.04 ~ '99.07	화학	학사;석사
17	이진	'97.01 ~ '99.05	물리	학사
18	이은경	'97.03 ~ '97.10	화학	석사
19	봉정균	'97.03 ~ '97.10	물리	학사
20	김보광	'98.01 ~ '00.02	생물-중앙	학사;석사
21	백미영	'98.01 ~ '00.02	물리	학사;석사
22	이윤상	'98.01 ~ 현재	화학	석사;박사
23	장명진	'98.09 ~ '02	물리	석사
24	정소현	'99.01 ~ '02	물리	학사;석사
25	최용운	'99.02 ~ '01.02	생물-중앙	학사;석사
26	서강준	'99.12 ~ '01.02	물리	학사;석사
27	강은주	'99.12 ~ '05.02	인지신경과학	연구교수
28	홍성민	'00.01 ~ '02	화학	학사;석사
29	김영애	'00.01 ~ '01.03	물리	학사
30	강혜진	'00.04 ~ 현재	인지신경과학	학사;석사;박사
31	염정열	'00.07 ~ '01.06	물리	학사;
32	조성일	'00.08 ~ '01.02	물리	학사
33	김준식	'00.08 ~ '01.02	물리	학사
34	김희정	'00.09 ~ '12.12	인지신경과학	학사;석사;박사
35	조현주	'00.11 ~ '00.11	물리	학사
36	문인섭	'00.11 ~ '03.02	PET센터	학사
37	신재훈	'00.11 ~ '03.02	생물-중앙	학사;석사
38	김진수	'00.12 ~ '07.09	물리	학사;석사;박사

39	김형우	'01.02 ~ '08.12	화학	석사;박사
40	최경목	'01.03 ~ '01.09	인지신경과학	학사
41	조상수	'01.03 ~ '06.02	인지신경과학	석사;박사
42	신희원	'01.07 ~ '03	물리	학사
43	이병일	'01.09 ~ '06	물리	석사;박사
44	강주현	'01.10 ~ '02.11	생물-종양	박사연구교수
45	윤현미	'01.12 ~ '02.09	물리	학사
46	오현정	'01.12 ~ '03.02	생물-종양	학사;석사
47	윤영현	'02.01 ~ '03.03	화학	석사;박사
48	김광일	'02.02 ~ '09.02	생물-종양	학사;석사;박사
49	김숙아	'02.03 ~ '03.03	인지신경과학	학사
50	김윤희	'02.04 ~ '06.04	생물-뇌과학	학사;석사
51	소민경	'02.11 ~ '08.12	생물-종양	학사;석사;박사
52	이현정	'03.02 ~ '03.03	인지신경과학	학사
53	서선영	'03.02 ~ '03	화학	학사;석사
54	김현승	'03.02 ~ '04.02	인지신경과학	학사;석사
55	배여울	'03.02 ~ '04.08	인지신경과학	학사
56	류정화	'03.02 ~ '03.08	화학	학사
57	전용현	'03.03 ~ '08.08	생물-종양	학사;석사;박사
58	황도원	'03.03 ~ '19.08	생물-뇌과학	학사;석사;박사
59	김성봉	'03.05 ~ '03.07	인지신경과학	석사
60	정우석	'03.05 ~ '06.08	생물-종양	학사
61	황수영	'03.08 ~ '04.08	인지신경과학	학사
62	조혜주	'03.09 ~ '03.12	인지신경과학	학사
63	윤미선	'03.09 ~ '04.02	인지신경과학	석사;박사
64	김정희	'03.09 ~ '04.08	인지신경과학	석사
65	손지연	'03.12 ~ 현재	전임상분자영상-분당	학사;석사
66	이윤상	'04.03 ~ '05.02	인지신경과학	학사
67	정인순	'04.04 ~ '15.01	신경화학-분당	석사
68	김정태	'04.05 ~ '04.08	인지신경과학	석사
69	Ganesha Rai	'04.07 ~ '05.12	화학	박사
70	김영남	'04.07 ~ '07.02	생물-종양	석사;박사
71	김중현	'04.07 ~ '12.08	물리	학사;석사;박사과정
72	윤현석	'04.07 ~ '15.12	물리	학사;석박통합과정
73	이태선	'04.09 ~ '04.12	인지신경과학	학사
74	김수진	'04.09 ~ '09.08	물리	학사;석사;박사
75	이학정	'04.09 ~ '14.04	화학	학사;석사;박사과정
76	조상수	'04.10 ~ 현재	인지신경과학-분당	박사
77	류창형	'04.10 ~ '05.03	인지신경과학-분당	학사;석사
78	김승후	'04.11 ~ '11.01	생물-종양	학사;석사;박사
79	염찬주	'04.11 ~ '11.02	생물-종양	학사;박사
80	김수미	'04.01 ~ '10.08	물리	학사;석사;박사
81	이은주	'05.02 ~ '06.02	인지신경과학-분당	석사
82	황지희	'05.02 ~ '06.02	인지신경과학-분당	학사;석사



83	박창수	'05.02 ~ '06.02	인지신경과학-분당	석사
84	박소연	'05.02 ~ 현재	신경화학-분당	석사
85	정혜경	'05.02 ~ '08.09	생물-중앙	석사;박사
86	이지영	'05.03 ~ '07.01	생물-뇌과학	학사;석사
87	김현주	'05.03 ~ '09.02	생물-중앙	학사;석사;박사
88	라민균	'05.03 ~ '05.08	물리	학사
89	오정수	'05.03 ~ '06.12	물리	박사
90	윤은진	'05.04 ~ '14.02	인지신경과학-분당	학사;석사;박사
91	박효진	'05.04 ~ '13.04	인지신경과학	학사;석박통합과정
92	한상희	'05.08 ~ '06.09	물리	학사
93	최기준	'05.11 ~ '06	물리	학사
94	김지선	'05.12 ~ '11.02	화학-분당	석사
95	김순학	'06.01 ~ '09.03	생물-뇌과학	연구교수
96	홍수경	'06.03 ~ '08.09	신경화학-분당	석사;박사
97	박민재	'06.03 ~ '10.05	물리	석사;박사
98	Prashant	'06.06 ~ '07.08	화학	박사
99	방성애	'06.07 ~ '16.02	인지신경과학-분당	석사;박사
100	Dinesh Shetty	'06.08 ~ '11.05	화학	석사;박사
101	이병철	'06.09 ~ 현재	화학-분당	박사
102	박상근	'06.09 ~ '10.12	물리	경기대 전자계산학과
103	박현수	'06.11 ~ 현재	영상분석-분당	석사;박사
104	권순일	'06.12 ~ '13.02	물리	학사;박사
105	김현희	'07.04 ~ '09.08	생물-중앙	학사;석사
106	임윤경	'07.04 ~ '11	인지신경과학	학사;석사과정
107	이애리	'07.07 ~ '07.12	생물-뇌과학	학사
108	고해영	'07.07 ~ '09.11	생물-중앙	학사;석사
109	김영하	'07.08 ~ '08.01	생물-뇌과학	학사
110	최재연	'07.11 ~ '11.07	화학	학사;석사과정
111	고미향	'07.12 ~ '09.03	생물-뇌과학	학사;석사
112	양보연	'08.01 ~ '14.02	화학	학사;박사
113	김영화	'08.01 ~ '13.12	생물-중앙	학사;박사
114	전영신	'08.03 ~ '09.04	화학-분당	석사
115	유경현	'08.03 ~ '10.06	생물-중앙	학사;석사
116	Lathika Hoigebazar	'08.03 ~ '11.02	화학	석사;박사
117	주창환	'08.04 ~ '09.12	화학	학사
118	윤혜원	'08.08 ~ '11.02	생물-중앙	박사
119	김은경	'08.09 ~ '09.08	인지신경과학	학사;석사과정
120	김수진	'08.10 ~ 현재	영상분석-분당	박사
121	문병석	'09.01 ~ '19.02	화학-분당	박사
122	이찬미	'09.01 ~ '10.12	인지신경과학	학사;석사
123	진연아	'09.01 ~ '11.08	생물-뇌과학	학사;석사
124	이또오 미끼꼬	'09.01 ~ '12.03	물리	학사;석사;박사
125	함자량	'09.01 ~ '15.09	인지신경과학	학사;석사;박사
126	김지후	'09.01 ~ '17.01	물리	학사;석사;박사

127	고근배	'09.01 ~ '17.04	물리	학사;박사
128	이지연	'09.01 ~ '19.01	화학	학사;석사;박사
129	조혜림	'09.03 ~ '09.05	물리	학사
130	이규입	'09.03 ~ '09.05	생물-뇌과학	학사
131	이혜경	'09.03 ~ 현재	인지신경과학	박사
132	이영경	'09.03 ~ '11.02	화학	학사;석사
133	이보은	'09.04 ~ '17.02	화학	석사;박사
134	한현정	'09.04 ~ '09.10	인지신경과학-분당	석사
135	장신정	'09.05 ~ '11.11	생물-종양	학사
136	오현정	'09.05 ~ '16.04	생물-뇌과학	학사;석사
137	송명근	'09.07 ~ 현재	생물-종양	석사;박사
138	손경일	'09.08 ~ '11.01	화학-분당	석사;박사과정
139	이 송	'09.09 ~ '13.03	생물-뇌과학	박사
140	장재호	'09.09 ~ '12.12	생물-뇌과학	학사;석사
141	나주리	'09.09 ~ '16.08	생물-종양	학사;석사;박사
142	임남희	'09.10 ~ '11.09	전임상분자영상-분당	학사
143	유은혜	'09.10 ~ '11.04	물리	학사
144	정재호	'09.11 ~ 현재	신경화학-분당	석사
145	김정환	'09.12 ~ 현재	화학-분당	학사
146	조은아	'10.02 ~ '17.03	화학	학사;석사;박사중퇴
147	유혜빈	'10.03 ~ '12.02	물리	
148	손정아	'10.09 ~ '13.08	물리	석사
149	Sudhakara Seelam	'10.08 ~ '17.01	화학	박사
150	방남영	'11.03 ~ '13.08	WCU	학사;석사
151	김은경	'11.03 ~ '17.03	인지	
152	정태문	'11.03 ~ '16.02	생물-종양	학사;석사;박사
153	문성현	'11.03 ~ '16.08	화학	학사;박사
154	김호영	'11.03 ~ '19.08	화학	학사;박사
155	장솔아	'11.09 ~ '13.08	종양	학사;석사
156	최재혁	'11.09 ~ '14.02	뇌과학	학사;석사
157	신성아	'12.03 ~ '19.02	물리	학사;석사;박사
158	안현준	'12.03 ~ '19.02	물리	학사;박사
159	함자랑	'12.03 ~ '15.02	인지	학사;박사
160	김경운	'12.03 ~ '17.04	물리	학사;박사
161	이철희	'12.03 ~ '18.08	종양	학사;박사
162	이민선	'12.03 ~ '19.02	물리	학사;박사
163	손정환	'12.03 ~ '19.02	물리	학사;박사
164	Vinay K. Banka	'12.03 ~ '19.02	화학	학사;박사
165	허영민	'12.09 ~ 현재	인지	학사;석사;박사
166	김한수	'13.02 ~ '14.12	뇌과학	석사연구원
167	원준연	'13.03 ~ '19.02	물리	학사;박사
168	박지용	'13.03 ~ 현재	화학	학사;석사;박사
169	김한영	'13.09 ~ '15.08		학사;석사
170	이영은	'13.09 ~ '16.02	종양	학사;석사



171	정석진	'14.03 ~ '19.02	종양	학사;박사
172	배성우	'14.03 ~ '16.01	종양	학사;석사
173	강승관	'14.03 ~ 현재	물리	학사;박사과정
174	박초룡	'14.03 ~ '19.12	종양	학사;석사;박사과정
175	M. K. Bakht	'14.09 ~ ?	종양- 핵의학	석사;박사과정
176	김경민	'14.09 ~ '20.02	종양	학사;박사과정
177	김아란	'14.08 ~ '17.01	전임상분자영상-분당	학사
178	신재환	'15.12 ~ 현재	화학	박사
179	조정환	'15.03 ~ '17.08	종양	학사;석사
180	박해욱	'15.03 ~ 현재	물리	학사;박사과정
181	Arun Gupta	'15.03 ~ '18.08	임상	석사;박사
182	김도현	'15.07 ~ '18.10	뇌과학	석사연구원
183	Nadeem A. Lodhi	'15.09 ~ '19.08	화학	석사;박사
184	황동휘	'15.09 ~ 현재	물리	학사;박사과정
185	박도담	'15.01 ~ '17.06	전임상실험-분당	학사
186	정유진	'15.07 ~ '17.06	방사화학-분당	학사
187	배성환	'16.12 ~ '20.07	종양	석사연구원
188	G. B. Borjigon	'16.03 ~ '18.02	임상	학사;석사
189	이은지	'16.03 ~ 현재	뇌과학	학사;석사;박사과정
190	오세라	'16.03 ~ 현재	종양	학사;박사과정
191	오호림	'16.03 ~ 현재	종양	학사;박사과정
192	정다이	'16.09 ~ '19.02	뇌과학	학사;석사
193	이승은	'16.09 ~ 현재	물리	학사;박사과정
194	김영낭	'16.03 ~ '19.05	전임상실험-분당	학사
195	임관미	'16.05 ~ 현재	임상실험-분당	학사
196	박기선	'16.06 ~ 현재	전임상분자영상-분당	학사
197	유정민	'16.10 ~ '17.02	방사화학-분당	학사
198	권준호	'17.01 ~ '19.02	종양	석사연구원
199	장근녕	'17.03 ~ '19.03	뇌과학	학사;석사
200	박준영	'17.03 ~ '19.02	물리	학사;석사
201	장혜정	'17.03 ~ '19.02	종양	학사;석사
202	Qaid A. Shagera	'17.03 ~ '19.02	임상	학사;석사
203	오진혜	'17.03 ~ 현재	뇌과학	학사;석사과정
204	윤지원	'17.09 ~ '19.02	뇌과학	석사편입-석사
205	기영욱	'17.09 ~ '19.08	뇌과학	박사편입
206	정은진	'17.09 ~ '19.08	종양	학사;석사
207	이석용	'17.09 ~ 현재	화학	학사;석사과정
208	강형근	'17.01 ~ '17.12	전임상분자영상-분당	학사
209	육영청	'17.03 ~ '18.12	방사화학-분당	석사
210	김유경	'17.07 ~ '18.08	전임상실험-분당	학사
211	송인호	'17.11 ~ 현재	전임상실험-분당	박사
212	이영선	'18.03 ~ '19.02	뇌과학	학사;석사
213	권용경	'18.03 ~ '20.08	화학	학사;석사과정
214	이현구	'18.07 ~ '19.08	종양	석사연구원

215	김효영	'18.07 ~ '19.08	종양	학사연구원
216	서혜연	'18.09 ~ 현재	화학	학사; 석사과정
217	이상현	'18.09 ~ '20.08	화학	학사; 석사과정
218	김지현	'18.08 ~ 현재	방사화학-분당	석사
219	이수아	'19.03 ~ '20.02	물리	학사; 석사과정
220	김 현	'19.09 ~ 현재	뇌과학	학사; 석사과정
221	권석준	'19.09 ~ 현재	뇌과학	학사; 석사과정
222	Azmal K. Sarker	'19.09 ~ 현재	임상	석사; 박사과정
223	서민지	'19.09 ~ 현재	물리	학사; 석사과정
224	이수정	'19.07 ~ 현재	전임상실험-분당	학사
225	황지희		인지신경과학-분당	학사; 석사
226	박창수		인지신경과학-분당	석사

2) 역대 직원 해외연수

연수기간	이름	연수국	연수기관	지도교수	연수내용
'78.03~05	서일택	일본	Kyoto University Hospital	Kanji Torizuka	방사면역측정기술
'78.12~'79.03	조규진	일본	Tokyo Metropolitan Geriatric Hospital	Masahiro Iio	촬영기술
'78.12~'79.03	김현주	일본	Bioorganic Chemistry College of Pharmacy, Shizuoka	Noboru Yanai-hara	방사면역측정기술
'80.02~05	박현숙	미국	Michael Reese Hospital	Steven Pinsky	컴퓨터응용기술
'80.06~09	동희초	홍콩	University of Hong Kong Robert Black College	J. Prestoy	방사면역측정기술
'80.10~'81.01	안순자	대만	Veterans General Hospital	Shin-Hwa Yeh	방사성의약품합성기술
'82.04~06	진광호	일본	Gunma University	Teruo Nagai	감마카메라정도관리
'82.12~'83.03	정윤영	대만	Veterans General Hospital	Shin-Hwa Yeh	방사면역측정법 정도관리
'83.06~08	유광열	일본	Kyoto University Hospital	Kanji Torizuka	컴퓨터응용기술
'85.02~07	조규진	미국	Michael Reese Hospital	Pinsky	촬영기술
'85.12~'86.03	전병길	일본	National Institute of Radiological Sciences	Toshiyaki Kumatory	방사성의약품정도관리
'87.01~04	이인원	일본	Osaka Cardio-vascular Center	Tsunehiko Nishimura	핵의학장비정도관리
'87.08~10	이재길	일본	Kyoto University Hospital	Kanji Kasagi	방사면역측정법 정도관리
'88.09~11	김문혜	일본	Kyoto University Hospital	Kanji Kasagi	핵의학 컴퓨터이용
'89.06~07	서일택	미국	George Washington University Medical Center	Chang H. Paik	방사수용체 검사 및 방사성의약품

'89.10	염미경	태국	IAEA/WHO/RCA program		IAEA/WHO/RCA Training Course
'90.02~04	조규진	호주	IAEA/WHO/RCA program Royal Prince Alfred Hospital	Brian Hitton	IAEA/WHO/RCA Training Course
'90.06~09	변대홍	일본	Kyoto University Hospital	Kanji Kasagi	SPECT 이용기술 습득
'92.03~04	김문혜	호주	IAEA/WHO/RCA program		감마카메라정도관리
'92.07~08	진광호	미국	University of Pennsylvania Hospital	Abass Alavi	SPECT 기술습득
'93.08~10	박은미	일본	Aging and Cencer, Tohoku University	Hiroshi Fukuda	방사수용체검사기술
'94.02~03	이인원	미국	Cleveland Metro Clinic	Batec	SPECT 도입에 따른 기술연수
'94.12	서일택	일본	Osaka City University	Hironobu Ochi,	중간관리자 교육
'94.12	김문혜	일본	Osaka Cardio-vascular Center	Tsunehiko Nishimura	PET 도입에 따른 연수
'95.09	정수옥	태국	IAEA/WHO/RCA program	IAEA	HBsAg 검사법
'95.09~10	김현주	일본	Kyoto University Hospital	Junji Konishi	RIA 정도관리
'96.10~11	노경운	영국	Hammersmith Hospital	Chapuman	RIA 정도관리
'98.06~07	임형태	미국	Royola Medical Center	Robert Henkin	영상검사기술
'99.10	조만익	일본	Daiichi Radioisotope Laboratory	Junzo Okuda	RIA 정도관리
'00.06~07	신성화	미국	Johns Hopkins Medical Institute	Zsolt Szabo	SPECT 기술연수
'02.05~06	김진의	미국	M.D. Anderson Cancer Center	Euishin E. Kim	심근SPECT 기술연수
'04.06~07	이홍재	미국	University of Pennsylvania	Abass Alavi	PET 선진기술
'05.09	장영수	미국	Winship Cancer Institute, Emory University	Jonathan W. Simons	방사성의약품 합성, 개발
'06.06	조규진	미국	M.D. Anderson Cancer Center	Euishin E. Kim	관리자 연수
'08.06	문일상	미국	M.D. Anderson Cancer Center	Euishin E. Kim	PET 영상 신기술
'12.08	신선영	싱가폴	Singapore General Hospital	Sidney Yu	체외검사 및 정도관리
'18.08	도용호	독일	Klinikum rechts der Isar	Wolfgang Weber	핵의학치료기술 습득

2. 진료통계

1) 서울대학교병원 본원

가. 진료량

영상검사 계열별 비율

단위 %

연도	갑상선	비뇨기계	소화기계	뇌신경계	순환기계	근골격계	PET	기타
1968	91.1	8.9						
1970	43.3	12.7	43.9	2.6	1.6			
1975	81.6	10.5	6.4	1.1	0.2			
1980	29.3	6.8	46.2	0.4	8.8	8.6		0.1
1985	21.8	5.9	43.2	0.4	10.7	17.3		0.8
1990	27.0	8.5	8.0	5.4	13.0	37.0		1.1
1995	25.7	6.9	3.0	6.6	15.4	39.3		3.0
2000	20.6	5.8	1.4	2.6	14.8	46.2		8.6
2005	18.5	3.3	1.2	3.6	20.2	41.3	9.3	2.5
2009	10.0	2.6	1.4	3.3	11.2	42.1	24.2	5.2
2010	8.9	2.6	2.1	3.5	10.7	40.9	26.8	4.5
2011	7.8	2.9	2.2	3.2	9.6	38.3	31.0	4.9
2012	7.4	2.7	2.2	2.9	9.0	41.7	29.8	4.3
2013	6.2	2.3	2.1	2.6	5.9	39.3	36.0	5.6
2014	5.7	2.6	1.8	2.2	5.6	37.6	39.0	5.4
2015	5.6	2.9	1.7	4.0	4.9	42.7	32.7	5.5
2016	4.4	3.3	1.6	3.7	9.5	42.8	30.9	3.9
2017	3.0	3.3	1.9	3.1	9.9	44.6	30.8	3.4
2018	3.4	3.1	2.0	3.0	10.3	45.8	28.9	3.5
2019	3.4	3.6	1.7	3.0	9.6	45.2	30.2	3.3

단반감기 동위원소 생산량

(단위: mCi)

	¹⁸ F	¹¹ C	¹⁵ O	¹³ N	⁶⁴ Cu	¹²⁴ I	합계
1995	26,634						26,634
1996	26,095						26,095
1997	23,116		1,920	98			25,134
1998	39,045	831	3,120	473			43,469
1999	31,536	476	2,220				34,232
2000	53,234	1,138					54,372
2001	52,735	632					53,367
2002	73,637	535					74,172
2003	203,868	1,198	5,340				210,406
2004	154,456	1,264	1,520				157,240
2005	120,091	1,680					121,771
2006	119,867	3,551	630				124,048
2007	89,160	2,411					91,571
2008	183,576	12,423	320				196,319
2009	154,209	9,245	5,760				169,214
2010	176,566	7,413	320				184,299
2011	358,787	7,675					366,462
2012	665,094	27,064		100	60		692,318
2013	677,427	34,827	10,800	30,600	390	5	754,049
2014	740,644	36,626		29,850	20		807,140
2015	614,919	50,354		26,250			691,523
2016	631,162	45,405	160	29,100			705,827
2017	719,139	25,598		12,300			757,037
2018	748,249	38,480	240	15,450			802,419
2019	835,650	48,050	480	16,260			900,440
계							

¹⁸F-FDG 생산량, 사용량, 판매량

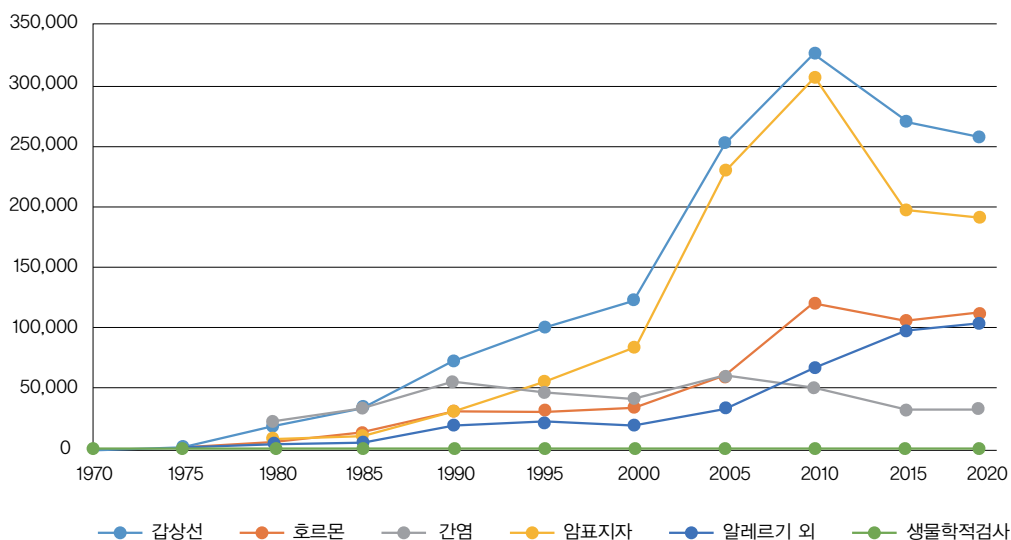
(단위: mCi, 원)

	생산량	사용량	판매량	판매금액
1995	26,634	4,460		
1997	23,116	7,190		
1998	39,045	8,940	66	1,650,000
1999	31,536	10,200	264	6,300,000
2001	52,735	13,180	8,429	248,805,700
2003	203,370	23,030	16,042	441,155,000
2005	113,845	28,340	2,592	71,280,000
2007	86,648	52,490	2,540	58,674,000
2009	152,593	58,165	0	
2010	176,566	81,170		
2011	358,787	91,920	520	12,012,000
2012	665,094	100,813		
2013	677,427	118,650		
2014	740,644	135,300	160	3,696,000
2015	614,919	101,160		
2016	631,162	98,580	280	12,320,000
2017	719,139	105,720	160	6,160,000
2018	739,949	95,710	570	25,080,000
2019	826,900	92,680	580	25,520,000

검체검사 계열별 건수

연도	갑상선	호르몬	간염	암표지자	알레르기 외	생물학적검사	합 계
1970	74					34	108
1975	2,192	589			39	18	2,838
1976	4,226	844		550	20	23	5,663
1977	5,874	2,168	227	860	153	30	9,312
1980	18,901	4,507	22,254	7,336	3,410	68	56,476
1985	34,579	14,405	33,855	10,936	6,034	37	102,729
1990	73,523	32,002	54,199	30,510	18,938	134	182,859
1995	100,547	31,057	47,022	55,345	21,605	73	255,649
2000	123,320	34,518	41,365	84,268	19,374	27	302,872
2005	253,065	58,412	60,704	230,167	32,894	134	635,376
2009	333,466	107,584	62,474	320,809	44,349	432	869,114
2010	326,005	120,847	51,234	308,277	67,055	469	873,887
2011	317,247	112,077	52,087	293,270	90,159	497	864,337
2012	352,409	112,994	49,094	302,442	96,880	335	914,154
2013	346,358	113,101	46,969	306,078	107,393	413	920,312
2014	319,921	106,636	30,304	288,735	103,224	266	849,086
2015	269,112	105,947	31,532	197,847	96,835	311	701,584
2016	263,228	112,754	34,310	193,312	110,055	329	713,988
2017	253,731	108,342	29,564	191,809	100,257	342	684,045
2018	251,811	118,516	32,292	195,654	99,812	398	698,483
2019	257,420	111,623	33,619	191,838	104,152	164	698,816

검체검사 건수 변화 (1970~2019)



나. 장비

(1) 영상검사 장비

설치년도	장비명	제조사	모델명
1961	Scintiscanner		
	Rate meter system 2 channel		
1965	Spectrophotometer	BECKMAN	DU-2400
1969	Curimeter	ALOKA	F 38-11
	Gamma Camera	Nuclear Chicago	PHO GAMMA III
1977	Color Scanner		
1978	Gamma Camera System		Gamma 11 System GM-11PE DISITAL
	Spectro scaler	PICKER	111A
	Gamma Camera Scintillation	Nuclear Chicago	PHO GAMMA III
1979	Radiochromatogram scanner		7201
	Gamma Camera System	Ohio Nuclear	SIGMA 420
	Gamma Camera System	Ohio Nuclear	SIGMA 410
	Gamma Camera System	PICKER	DYNA 4/15
	Color Scanner		500/D 63020-G
1982	Gamma Camera (Detector for scintillation)		MEDX-S37
1985	Multi format imager		6825
1986	Fluorospectrophotometer		Farrand 3
	Gamma Camera System	SIEMENS	LEM
	Gamma Camera System		ZLC 75 ROTA
	Data processing computer system		MAX DELTA
1988	Dichromatic bone densitometer		
1989	Gamma Camera system	SIEMENS	ZLC 750 Orbiter
1994	Gamma Camera Whole Body Scan	SIEMENS	Body Scan
	Gamma Camera (SPECT)	PICKER	PRISM 2000
1995	Hot Cell	CAPINTEC	
	Cyclotron (PET Radioisotope)	EBCO	TR-13
	PET(Positron emission tomography)	SIEMENS	EXACT 47
	Beta flow detector system	GILSON	
	UV/VIS Spectrophotometer	HP	HP 8452 A
	Personal contamination monitor	BERTHOLD	LB 1043BX0
	Gamma Camera (SPECT)	PICKER	PRISM 3000
1996	Gamma Camera	ADAC	Solus
	Gas Chromatography	HP	5890II PRUS
	High Performance Liquid Chromatography		
	FDG Chemistry for PET		

1997	High speed image processing comp		
	High speed image processing comp		
	SUN Workstation Comp	SIEMENS	Ultra60
2001	Double Hot Cell	HEXCO	SYSTEM
2002	Gamma Camera	SIEMENS	E.CAM
	Vertex Gamma Camera	ADAC	ultra high tier
	Automatic F-18 FDG Labelling Sys.	IBA	W/Taget
2003	Gamma Camera	ADAC	FORTE
	Dose Calibrator	CAPINTEC	CRC-15R
	Fusion PET scanner	PHILIPS	Gemini
2005	Gamma Camera	ADAC	Sky Light
	FDG Module	EBCO	
2006	Gamma Camera	SIEMENS	E.CAM
	Gamma Camera	SIEMENS	E.CAM
	Gamma Camera	SIEMENS	E.CAM
2007	HPLC System	GILSON	321
	Gamma Camera	SIEMENS	E.CAM
	PET-CT Scanner	SIEMENS	Biograph 40
2008	Cardiac Gamma Camera	PHILIPS	CardioMD
	Gamma Camera(3-head)	TRIONIX	TRIAD XLT-9
2010	Thyroid Uptake System		Captus 3000
	Defibrillator		M-Series
	Clean Bench[RI 분배용 제작]		180LFC
	Clean Bench[Generator 저장용 제작]		150LFC
2011	Cyclotron	GE	PETtrace 10
	PET-CT Scanner	SIEMENS	MCT40
	SPECT-CT Scanner	GE	Discovery NM/CT 670
2012	PET-CT Scanner	SIEMENS	MCT64
	SPECT-CT Scanner	GE	Discovery NM/CT 670
2013	PET-MRI Scanner	SIEMENS	mMR
	HPLC System	Gilson	381H4A014
2015	Radiopharmaceutical Synthes Module	GE	Tracelab FXCpro
	HPLC Systems	Gilson	381H4A014
2017	Gas Chromatography		Clarus 680 GC
	Automated Synthesis for Radiopharmaceuticals	GE	Fastlab 2
2018	Gamma Camera (SPECT)	Spectrum Dynamics	D-SPECT
2019	Dual Head Gamma Camera	GE	NM 830
2020	Dual Head Gamma Camera	Siemens	Symbia Evo Excel

(2) 검체검사 장비

설치년도	장비명	제조사	모델명
1970	Spectro Scaler, Gamma Counter	PICKER	
1979	Liquid scintillation Counter	PACKARD	B-3255
	Centrifuge(Refrigerated)	DUPONT	Rc-5B
1984	Centrifuge, Refrigerated	DAMON	DPR-6000
1986	Ultracentrifuge		OTB-75B(52960)
	Gamma Counter	PACKARD	Multi-PRiAS 5304
	Gamma Counter four Detector	PACKARD	PRIAS
1989	Liquid Scintillation Counter	PACKARD	TRI-CARB 2200CA
	Gamma Counter (auto multidetector)	PACKARD	COBRA 5010
1995	Table top Refrigerated Centrifuge	HANIL	UNION 32R
	Centrifuge(Large Capacity Refrigerated)	HANIL	UNION 5KR
	Bead Washer	ABBOTT	PROQUANTUM
1996	Gamma Counter (auto multidetector)	PACKARD	COBRA QUINTOM
	Autosampler	ML AT PLUS 2	ML AT PLUS 2
1997	Dynamic Incubator	ABBOTT	COMMANDER
2000	Automatic RIA System	STRATEC	RIA-MAT 280
2004	Gamma Counter		Wallac 1470
2005	Tube & Bead Washer	HOIL	Multi-Washer 50
2006	Autosampler	HAMILTON	Microlab AT Plus 2
2007	Ultra Refrigerated Centrifuge	KUBOTA	5930
	Autosampler	TECAN	Freedom EVO
	Shaking Water Bath		CYROMAX 929
2012	Gamma Counter		Gamma-10
	Refrigerated Centrifuge	KUBOTA	5930
	Auto washer		Multi-Washer 50
2013	Automation Radioimmunoassay Analyzer		GammaPro
2015	Auto sampler		DS8150
2016	Gamma Counter		DREAM GAMMA-10
	Auto washer		TW300
	Auto washer		Multi-Washer 50
2017	Refrigerated Centrifuge	KUBOTA	5930
	Refrigerated Centrifuge	KUBOTA	5930
	Refrigerated Centrifuge	KUBOTA	59360
2018	Auto Sampler		MASSIA DS 8150
	RI Hood		BH5 HEAVY
	Refrigerated Centrifuge		5930
2019	Automation Radioimmunoassay Analyzer		Dream Gamma 10
	TLC Scanner		AR-2000



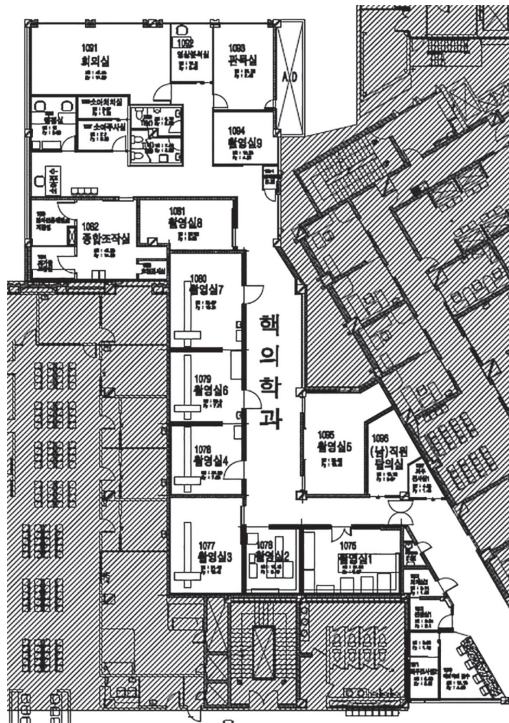
다. 시설

(1) (구)방사성동위원소진료실

별관 연구동 건물(현 어린이병원) 1층에 위치하였다.

(2) 체내검사실

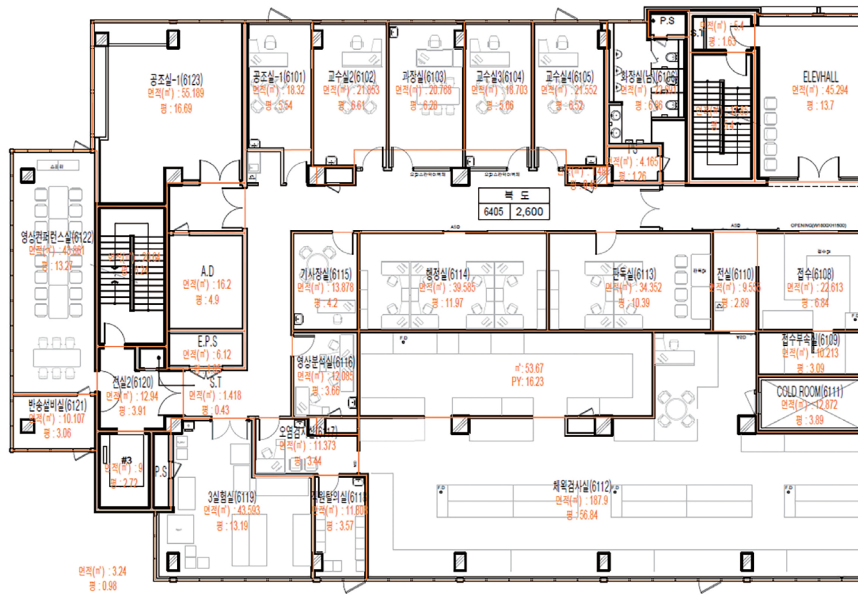
1979년 1월, 본원 1층 1파트로 이사 후 작은 시설변경이 있었으며 개보수를 위해 잠시 본원 지하 1층으로 옮겨 진료하였고 2000년 7월 현재 장소로 이전하였다. 면적은 207평이다. 2017년 11월에는 단계적 리모델링 공사를 거쳐 판독실, 영상분석실, 탈의실 등을 재배치하였다.



본관 1층 체내검사실 평면도 (2020)

(3) 체외검사실

1979년 1월, 설계당시 면적으로는 이전이 불가능하여 병실이었던 본원 3층 4파트로 이사하였고 핵의학동을 신축하여 1985년 12월, 본원 2층 8파트에 자리 잡았다. 개보수를 위해 2000년 8월 본원 지하 1층으로 옮겨 진료하였다가 과장실, 교수실을 포함하여 2001년 5월 다시 이전하였고 면적은 210평이었다. 부족한 교수실 2실은 13층에 위치하였다. 2017년 10월 교수실, 행정실, 체외검사실이 병원 본관 2층에서 의생명연구원 6층으로 이전하며 체외검사실이 기존 196평에서 206평으로 소폭 확장되어 보다 쾌적한 환경에서 핵의학 검체검사를 수행하고 있다.



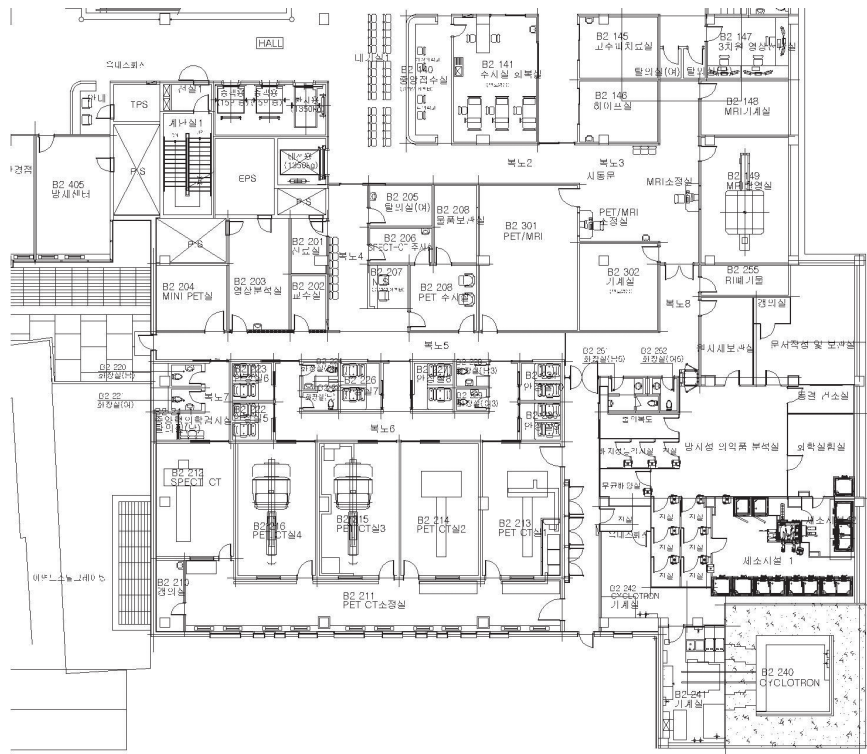
의생명연구원 6층 핵의학과 평면도 (2020)

(4) 소아핵의학검사실

1985년 소아병원 개원 시 지하 1층에 위치하였고 어린이병원 전체 개보수 계획에 의해 개보수 후 2009년 7월 4층으로 옮겼다. 면적은 47평이었다. 2017년 어린이병원의 공간부족 해소를 추진하는 병원에 협력하여 소아핵의학검사실은 본관 1층 핵의학과에 통합하였다.

(5) 중앙핵의학검사실 (구 PET 센터)

1994년 6월 본원-소아병원 연결복도 지하 1층에 위치하였으며 2007년 9월 신규장비 설치로 인해 대기실을 분리, 복도 건너편으로 이전하였다. 면적은 180평이었다. 2011년 암병원 개원으로 시설, 장비 등을 새로운 환경에 걸맞게 개편하였으며, 암병원 내에 영상의학과와 함께 개설한 중앙영상센터 중앙핵의학검사실로 변경하였으며, 새로운 영상장비와 사이클로트론을 도입하였다.



암병원 지하2층 중앙핵의학검사실 평면도 (2020)

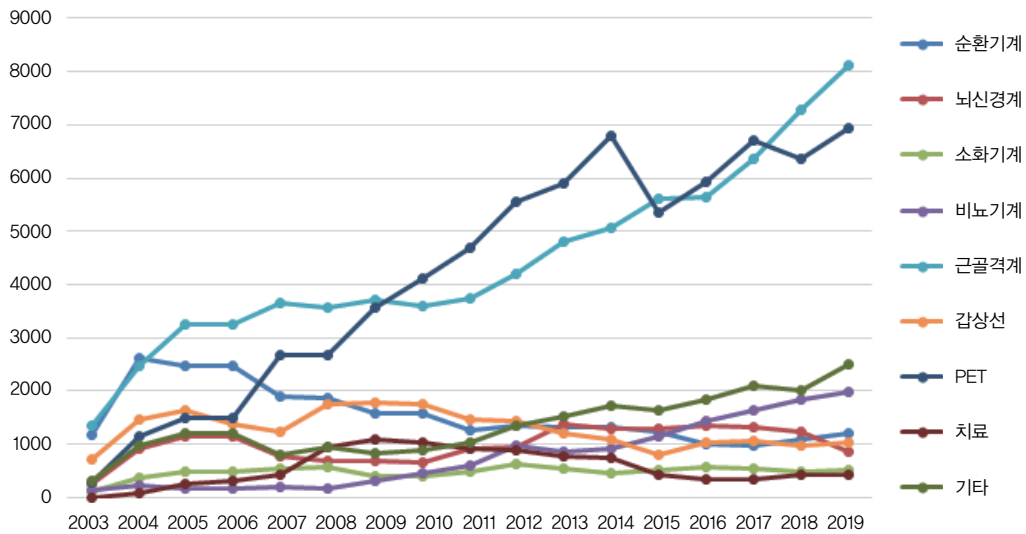
2) 분당서울대학교병원

가. 진료량

분당병원 전체 영상검사건수

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
순환기계	1,165	2,631	2,487	2,487	1,910	1,875	1,591	1,585	1,266	1,356	1,335	1,308	1,249	1,014	986	1,103	1,206
뇌신경계	265	927	1,135	1,135	783	696	684	651	931	945	1,387	1,300	1,296	1,365	1,318	1,224	868
소화기계	103	384	501	501	531	585	412	396	482	638	537	463	512	586	545	488	513
비뇨기계	153	237	164	164	203	180	326	463	600	976	851	905	1,145	1,448	1,627	1,845	1,972
근골격계	1,360	2,470	3,257	3,257	3,647	3,555	3,701	3,606	3,749	4,209	4,809	5,073	5,625	5,637	6,364	7,284	8,134
갑상선	704	1,463	1,626	1,374	1,246	1,745	1,780	1,760	1,458	1,424	1,197	1,091	814	1,038	1,050	983	1,040
PET	295	1,138	1,495	1,495	2,669	2,670	3,578	4,118	4,695	5,568	5,892	6,799	5,368	5,942	6,716	6,367	6,937
치료	2	86	252	321	437	945	1,083	1,021	917	896	789	750	424	348	355	423	418
기타	327	965	1,201	1,201	813	938	836	894	1,029	1,342	1,520	1,724	1,649	1,844	2,102	2,009	2,499
Total	4,374	10,301	12,118	11,935	12,239	13,189	13,991	14,494	15,127	17,354	18,317	19,413	18,082	19,222	21,063	21,726	23,587

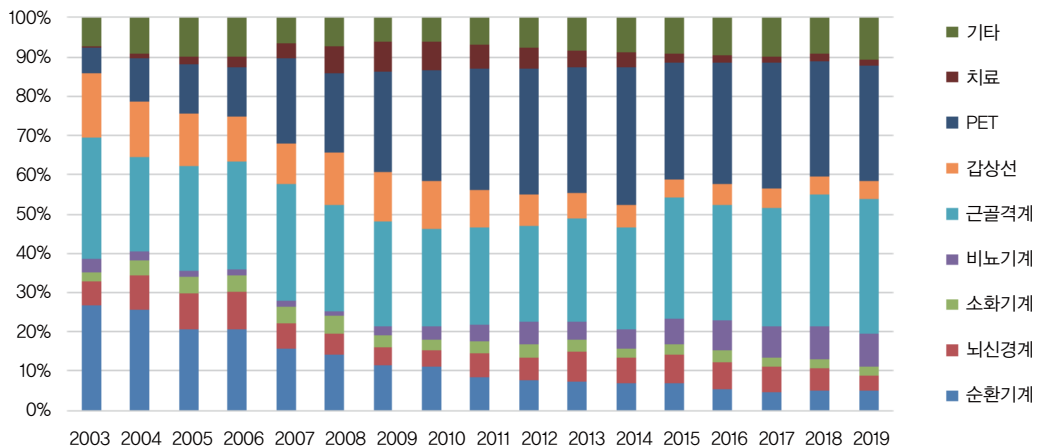
영상검사 건수 변화 (분당병원)



영상검사 계열별 비율

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
순환기계	27%	26%	21%	21%	16%	14%	11%	11%	8%	8%	7%	7%	7%	5%	5%	5%	5%
뇌신경계	6%	9%	9%	10%	6%	5%	5%	4%	6%	5%	8%	7%	7%	7%	6%	6%	4%
소화기계	2%	4%	4%	4%	4%	4%	3%	3%	3%	4%	3%	2%	3%	3%	3%	2%	2%
비뇨기계	3%	2%	1%	1%	2%	1%	2%	3%	4%	6%	5%	5%	6%	8%	8%	8%	8%
근골격계	31%	24%	27%	27%	30%	27%	26%	25%	25%	24%	26%	26%	31%	29%	30%	34%	34%
갑상선	16%	14%	13%	12%	10%	13%	13%	12%	10%	8%	7%	6%	5%	5%	5%	5%	4%
PET	7%	11%	12%	13%	22%	20%	26%	28%	31%	32%	32%	35%	30%	31%	32%	29%	29%
치료	0%	1%	2%	3%	4%	7%	8%	7%	6%	5%	4%	4%	2%	2%	2%	2%	2%
기타	7%	9%	10%	10%	7%	7%	6%	6%	7%	8%	8%	9%	9%	10%	10%	9%	11%

영상검사 계열별 비율 (분당병원)

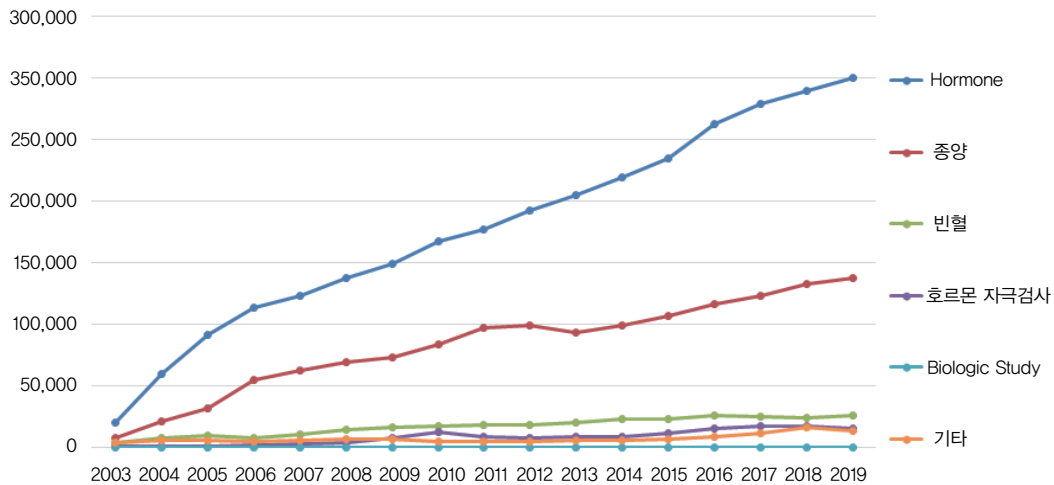


분당병원 검체검사 건수

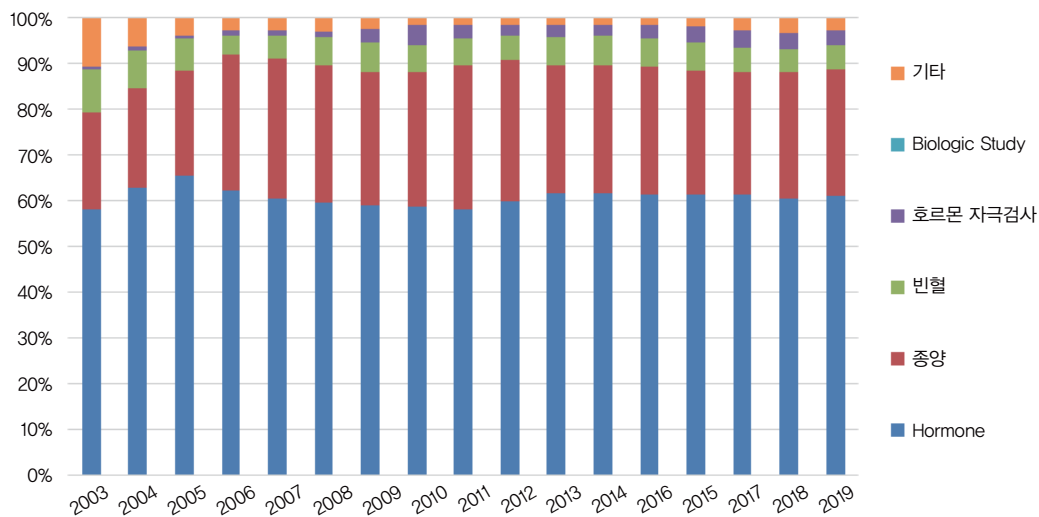
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Hormone	19,731	58,949	90,849	113,341	122,444	137,024	148,435	167,107	176,903
종양	7,260	20,442	31,779	54,026	61,887	69,249	72,912	83,706	96,476
빈혈	3,164	7,670	9,635	7,768	10,036	14,059	16,167	17,202	17,922
호르몬 자극검사	218	951	934	1,979	2,452	3,204	7,077	11,969	8,759
Biologic Study	0	1	0	0	19	41	46	0	0
기타	3,606	5,831	5,287	4,919	5,498	6,535	6,165	4,600	4,686
Total	33,979	93,844	138,484	182,033	202,336	230,112	250,802	284,584	304,746

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Hormone	191,862	204,297	219,221	234,514	262,693	278,569	289,706	299,633
종양	98,978	93,111	99,168	106,570	116,345	122,351	132,821	136,868
빈혈	17,669	20,268	22,927	22,867	25,925	24,384	23,662	25,794
호르몬 자극검사	7,155	8,748	8,635	11,100	14,933	17,360	16,563	15,396
Biologic Study	21	10	9	4	11	0	0	0
기타	4,889	5,288	5,071	6,041	7,959	11,563	16,259	13,544
Total	320,574	331,722	355,031	381,096	427,866	454,227	479,011	491,235

검체검사 건수 변화 (분당병원)



검체검사 계열별 변화 (분당병원)



¹⁸F-FDG 생산량, 사용량, 판매량

(단위: mCi, 원)

연도	생산량	사용량	판매량	판매금액
2008	115,106	15,750	70	1,617,000
2009	318,941	35,750	1,440	33,264,000
2010	275,544	40,910	3,150	72,765,000
2011	296,585	46,860	1,540	35,574,000
2012	364,162	55,550	620	14,322,000
2013	335,294	58,750		
2014	431,037	67,860		
2015	399,865	53,600		
2016	326,633	59,530		
2017	327,807	33,190		
2018	321,339	63,470		
2019	305,343	69,250		

동위원소 구입량

단위: mCi

	^{99m} Tc	¹³¹ I	²⁰¹ Tl	¹⁸ F	¹²⁵ I	¹²³ I	기타	계
2003	24,000	22	3,412	1,820	6.9	89	16	29,366
2004	54,250	2,213	7,095	5,780	16.7	891	28.3	70,274
2005	111,700	7,205	6,796	12,460	22.3	810	26.8	139,025
2006	132,900	9,443	4,978	18,955	38.2	1,441	41.3	167,797
2007	129,700	11,984	14	26,390	32.4	573	15.9	168,709
2008	136,810	45,783	5,384	11,350	52.4	10	43.3	199,433
2009	130,250	52,610	7,634	830	123.2	735	25.5	45,904
2010	120,766	50,377	5,860	400	115.4	1,230	470.9	179,223
2011	128,250	44,925	5,989	3,380	85	388	18	183,035
2012	131,250	43,828	4,354	2,770	77.6	585	33.6	182,898
2013	129,350	33,948	4,468	6,210	50.8	5,627	601	180,255
2014	126,000	33,745	4,147	12,850	87.6	5,287	13.2	182,131
2015	193,028	25,370	4,179	3,059	423	4,798	12.8	230,870
2016	360,584	24,598	4,024	5,126	265	5,327	12	399,937
2017	379,947	25,260	3,527	12,840	254	4,182	23.2	426,084
2018	410,806	28,313	4,291	8,453	146	2,236	867.7	455,113
2019	455,067	31,290	3,850	9,574	252	361	656	501,041

나. 장비

(1) 영상검사 장비

설치년도	장비명	제조사	모델명
2003	Single Head Gamma Camera	Philips	Argus
	Dual Head Gamma Camera	Philips	Vertex60
	Dual Head Gamma Camera	Philips	Forte
	PET	Philips	Allegro
	Thyroid Probe	세영엔디씨	koroid
2007	Triple Head Gamma Camera	Trionix	Triad XLT9
	Cyclotron	삼영유니텍	KIRAMS-13
2008	SPECT/CT	Bioscan	Nano SPECT/CT
2009	PET/CT	Ge Healthcare	Discovery VCT
	Module	GE	Tracelab FXCpro
	Module	GE	Tracelab FXFN
2011	PET/CT	Mediso	Nano PET/CT
2014	SPECT/CT	Ge Healthcare	Discovery NMCT 670
	Module	Ge Healthcare	Tracelab FXNpro

2015	PET/CT	Siemens	mCT FLOW
	Module	Syntra	Mel plus
	Module	Siemens	Explora One
2016	SPECT/CT	Ge Healthcare	Discovery NMCT 670 PRO
	HPLC	Agilent	G1311C
2017	Automated Synthesis for Radiopharmaceuticals	Ge Healthcare	Fastlab 2
2018	Ion Chromatograph System	Metrohm	Eco IC
2019	TLC Image Scanner	Brightspec	bSCAN
	Gas Chromatography	Perkin elmer	Clarus 690
	SPECT	Ge Healthcare	Discovery NM 630
	SPECT/CT	Ge Healthcare	Discovery NMCT 870 CZT

(2) 검체검사 장비

설치년도	장비명	제조사	모델명
2003	Centrifuge Table	한일과학	UNION 32R PLUS
	Centrifuge Refrigerated	한일과학	UNION 5KR
	Water Bath	비전과학	KMC-1205WP
	Auto Sampler	Hamilton	Microlab AT Plus 2
	Gamma counter	Packard	COBRA5010
2004	Eppendorf Centrifuge	Eppendorf	Centrifuge 5810R
2006	Washer BEAD & TUBE	호일 바이오메드	MULTI - Washer 50
2010	Water Purification System	하나사이언스	PURE CHEM II
	Washer BEAD & TUBE	호일 바이오메드	MULTI - Washer 50
2011	Gamma counter	신진 메딕스	GAMMA 10
	Auto Sampler	신진 메딕스	DS8150
2012	Washer TUBE AUTO	신진 메딕스	DREAM TW300
2014	Gamma counter	신진 메딕스	GAMMA 10
2017	Auto RIA System	호일 바이오메드	Gamma PRO
2019	Auto RIA System	호일 바이오메드	Gamma PRO

다. 시설

분당병원은 1996년 3월 기공식을 하여 2002년 12월 준공식을 하였고 핵의학과는 본관 지하 1층에 위치하였으며 면적은 280평이다. 2007년 7월 사이클로트론센터를 본관 지하3층 120평 규모에 설치하기 시작하여 2008년 5월 준공식을 가졌고, 2011년 경기전임상분자영상센터 설립 관련하여 140평 규모로 증축하였다. 2016년 10월 검체검사실을 50평 규모로 이전 확장하였고, 11월에는 SPECT-CT실을 추가 하면서 50평 규모로 확장하였다. 2019년 단계적 리모델

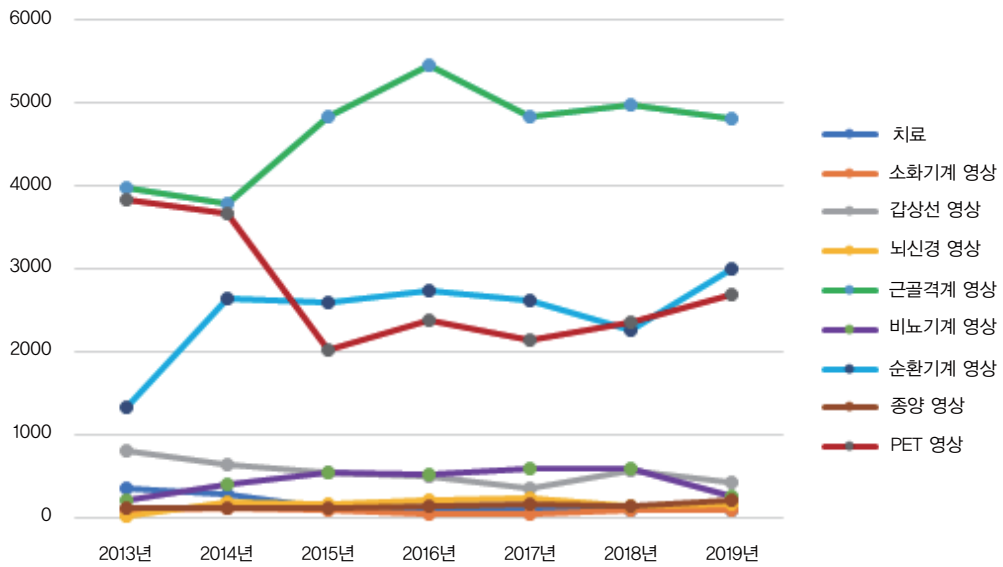
3) 서울특별시 보라매병원

가. 진료량

영상검사건수

구분	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
근골격계	3,966	3,778	4,831	5,439	4,833	4,979	4,806
비뇨기계	218	397	532	522	593	601	268
순환기계	1,328	2,633	2,588	2,740	2,623	2,254	2,997
소화기계	99	119	97	53	49	96	96
갑상선	808	632	539	489	363	565	413
뇌신경	8	187	170	207	228	137	171
종양	124	125	115	129	158	146	205
PET	3,819	3,665	2,027	2,377	2,137	2,362	2,676
치료	358	273	122	92	86	92	79
합계	10,370	11,536	10,899	11,956	10,984	11,140	11,711

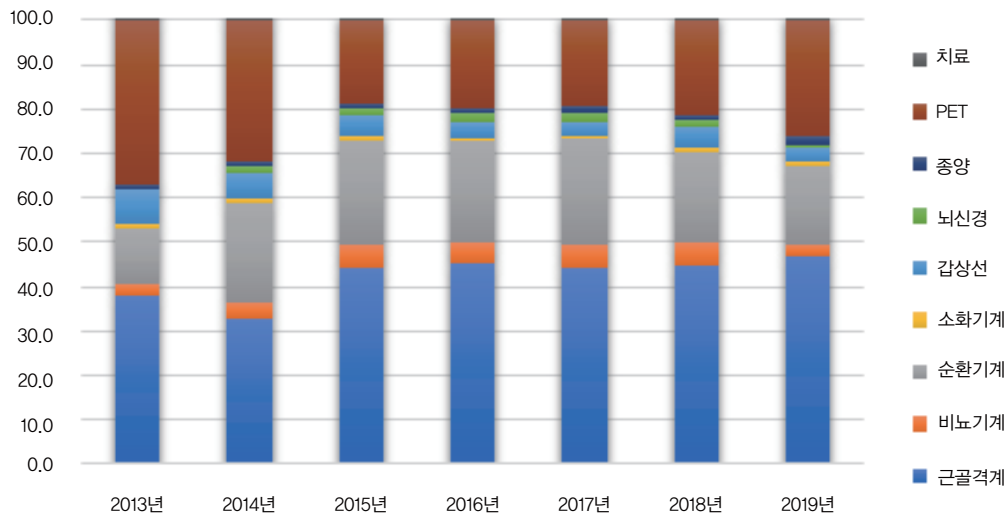
영상검사 건수 변화 (보라매병원)



영상검사 계열별 비율

구분	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
근골격계	38.2	32.7	44.3	45.5	44.0	44.7	47.0
비뇨기계	2.1	3.4	4.9	4.4	5.4	5.4	2.6
순환기계	12.8	22.8	23.7	22.9	23.9	20.2	17.6
소화기계	1.0	1.0	0.9	0.4	0.4	0.9	0.9
갑상선	7.8	5.5	4.9	4.1	3.3	5.1	3.0
뇌신경	0.1	1.6	1.6	1.7	2.1	1.2	0.9
종양	1.2	1.1	1.1	1.1	1.4	1.3	1.6
PET	36.8	31.8	18.6	19.9	19.5	21.2	26.3
치료	3.5	2.4	1.1	0.8	0.8	0.8	0.8

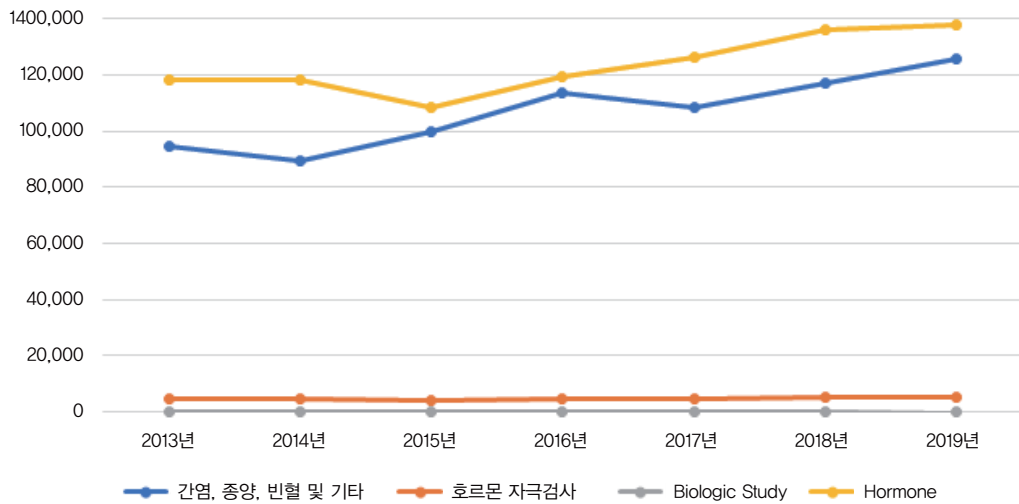
영상검사 계열별 변화 (보라매병원)



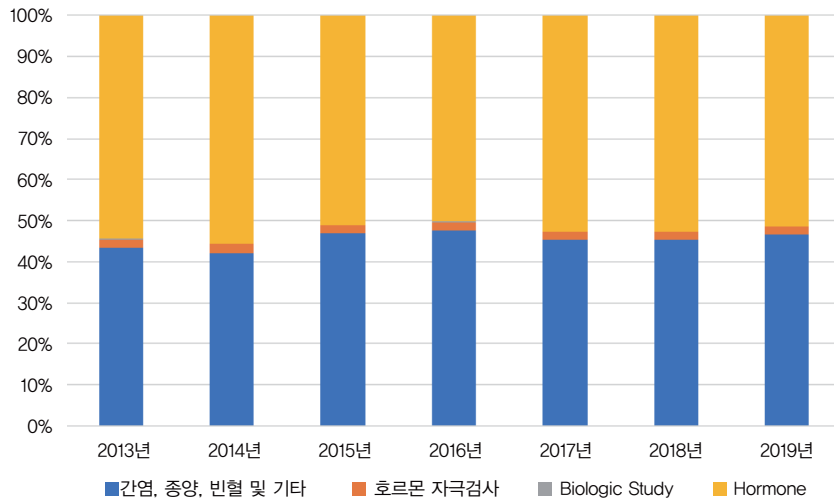
보라매병원 검체검사건수

	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
간염,종양,빈혈 및 기타	94,378	89,465	99,629	113,442	108,462	117,257	125,629
호르몬 자극검사	4,585	4,822	4,232	4,786	4,791	5,459	5,321
Biologic Study	208	231	125	96	83	86	0
Hormone	118,260	118,343	108,647	119,442	126,134	136,441	138,179
합계	217,431	222,136	212,633	237,766	239,470	259,243	269,129

검체검사 건수 변화



핵의학 체외검사 계열별 변화



나. 장비

(1) 영상검사 장비

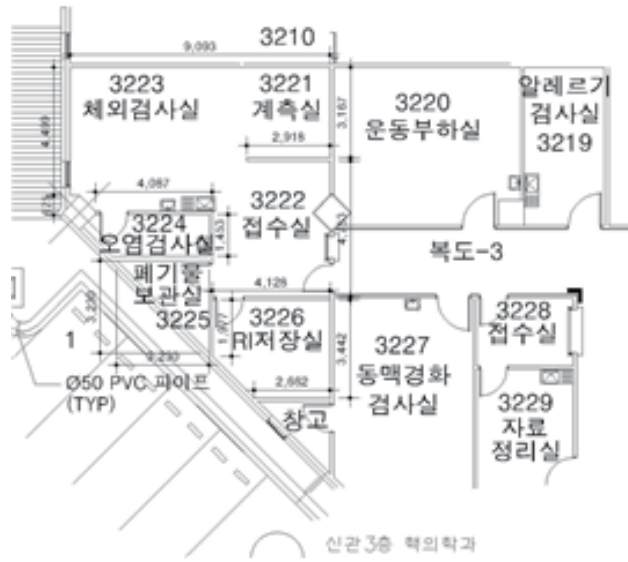
설치년도	장비명	제조사	모델명
2009	PET/CT Scanner	PHILIPS	Gemini TF64
	Gamma Camera (SPECT/CT)	GE	Hawkeye4
	Gamma Camera(3-head)	TRIONIX	TRIAD XLT9
	Gamma Camera	GE	INFINIA
	Gamma Camera	GE	INFINIA HE

(2) 검체검사 장비

설치년도	장비명	제조사	모델명
1997	Dynamic Incubator	ABBOTT	COMMANDER
1999	Gamma Counter	PACKARD	COBRA QUANTOM
2008	Autosampler	TECAN	Freedom EVO
	Tube & Bead Washer	HOIL	Multi-Washer 50
	Automatic RIA System	STRATEC	RIA-MAT 280

다. 시설

보라매병원은 1955년 서울특별시립영등포병원으로 출범하였고 1987년 본원에서 위, 수탁운 영계약을 하게 되었으며 핵의학 검체검사실은 1991년 10월 본관 1층에 면적 40평 규모로 시작하였다. 새 병원이 신축됨에 따라 검체검사실은 2008년 5월 신관 3층 40평 규모로 이전하였고 이후 검체검사실을 포함한 주위면적 110평을 우선 개보수하여 2009년 5월부터 영상장비를 설치하고 8월에 진료를 시작하였다. 2013년 1월에는 희망관 4층에 약 10평 규모의 옥소치료병실 2실을 개설하여 운영하고 있다.



3. 주요 논문(2010년 이후)

2010년

1. Hong KS, Kang DW, Bae HJ, et al. Effect of cilnidipine vs losartan on cerebral blood flow in hypertensive patients with a history of ischemic stroke: a randomized controlled trial. *Acta Neurol Scand*. 2010;121:51-7.
2. Choo IH, Lee DY, Oh JS, et al. Posterior cingulate cortex atrophy and regional cingulum disruption in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Neurobiol Aging*. 2010;31:772-9.
3. Kim JS, Lee JS, Park MH, et al. Feasibility of template-guided attenuation correction in cat brain PET imaging. *Mol Imaging Biol*. 2010 Jun;12:250-8.
4. Seo H, Kim CH, Park JH, et al. Development of double-scattering-type Compton camera with double-sided silicon strip detectors and NaI(Tl) scintillation detector. *Nucl Instr Meth A*. 2010;615:333-9.
5. Kim JW, Yoon H, Kong SH, et al. Analysis of esophageal reflux after proximal gastrectomy measured by wireless ambulatory 24-hr esophageal pH monitoring and TC-99m diisopropyliminodiacetic acid (DISIDA) scan. *J Surg Oncol*. 2010;101:626-33.
6. Phi JH, Paeng JC, Lee HS, et al. Evaluation of focal cortical dysplasia and mixed neuronal and glial tumors in pediatric epilepsy patients using 18F-FDG and 11C-methionine pet. *J Nucl Med*. 2010;51:728-34.
7. Phi JH, Cho B-K, Kim S-K, et al. Germinomas in the basal ganglia: magnetic resonance imaging classification and the prognosis. *J Neuro-oncology*. 2010;99:227-36.
8. Ito M, Lee JS, Park M-J, et al. Design and simulation of a novel method for determining depth-of-interaction in a PET scintillation crystal array using a single-ended readout by a multi-anode PMT. *Phys Med Biol*. 2010; 55:3827-41.
9. Ito M, Lee JS, Kwon SI, et al. A four-layer DOI detector with a relative offset for use in an animal PET system. *IEEE Transactions on Nuclear Science*. 2010;57:976-81.
10. Hwang DW, Ko HY, Lee JH, et al. A nucleolin-targeted multimodal nanoparticle imaging probe for tracking cancer cells using an aptamer. *J Nucl Med*. 2010;51:98-105.
11. Hwang DW, Song IC, Lee DS, et al. Smart magnetic fluorescent nanoparticle imaging probes to monitor microRNAs. *Small*. 2010;6:81-8.
12. Yang BY, Jeong JM, Kim YJ, et al. Formulation of 68Ga BAPEN kit for myocardial positron emission tomography imaging and biodistribution study. *Nucl Med Biol*. 2010;37):149-55.
13. Choi Y-S, Lee JY, Suh JS, et al. The systemic delivery of siRNAs by a cell penetrating peptide, low molecular weight protamine. *Biomaterials*. 2010;31:1429-43.
14. Lee YJ, Chung J-K, Kang JH, et al. Wild-type p53 enhances the cytotoxic effect of radionuclide gene therapy using sodium iodide symporter in a murine anaplastic thyroid cancer model. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2010;37:235-41.
15. Jeon YH, Kim Y-H, Choi K, et al. In Vivo Imaging of Sentinel Nodes Using Fluorescent Silica Nanoparticles in Living Mice. *Mol Imaging Biol*. 2010;12:155-62.
16. Jeon YH, Choi Y, Kim CW, et al. Human sodium/iodide symporter-mediated radioiodine gene therapy enhances the killing activities of CTLs in a mouse tumor model. *Mol Cancer Ther*. 2010;9:126-33.



17. Park YJ, Kim YA, Lee YJ, et al. Papillary microcarcinoma in comparison with larger papillary thyroid carcinoma in BRAF(V600E) mutation, clinicopathological features and immunohistochemical findings. *Head Neck*. 2010;32:38–45.
18. Choi Y, Jeon YH, Paik JH, et al. In vivo scintigraphic imaging of antitumor effects by combined radioiodine therapy and human sodium iodide symporter gene immunotherapy. *Mol Imaging*. 2010;9:141–52.
19. Lee HY, Lee HJ, Kim YT, et al. Value of combined interpretation of computed tomography response and positron emission tomography response for prediction of prognosis after neoadjuvant chemotherapy in non-small cell lung cancer. *J Thorac Oncol*. 2010;5:497–503.
20. Kim S-K, Cho B-K, Phi JH, et al. Pediatric Moyamoya Disease: An Analysis of 410 Consecutive Cases. *Ann Neurol*. 2010;68:92–101.
21. Shetty D, Jeong JM, Ju CH, et al. Synthesis of novel ⁶⁸Ga-labeled amino acid derivatives for positron emission tomography of cancer cells. *Nucl Med Biol*. 2010;37:893–902.
22. Shetty D, Jeong JM, Ju CH, et al. Synthesis and evaluation of macrocyclic amino acid derivatives for tumor imaging by gallium-68 positron emission tomography. *Bioorg Med Chem*. 2010;18:7338–47.
23. Lim I, Kang KW, Myung JK, et al. Extravasation of hydroxymethylene diphosphonate-induced subcutaneous inflammation, histologically demonstrated in BALB/c mice. *J Nucl Med*. 2010;51:1573–5.
24. Kim SM, Lee JS, Lee CS, et al. Fully three-dimensional OSEM-based image reconstruction for Compton imaging using optimized ordering schemes. *Phys Med Biol*. 2010;55:5007–27.
25. Park M-H, Lee H-J, Kim JS, et al. Cross-modal and compensatory plasticity in adult deafened cats: a longitudinal PET study. *Brain Res*. 2010;1354:85–90.
26. Hoigebazar L, Jeong JM, Choi SY, et al. Synthesis and characterization of nitroimidazole derivatives for ⁶⁸Ga-labeling and testing in tumor xenografted mice. *J Med Chem*. 2010;53:6378–85.
27. Shetty D, Choi SY, Jeong JM, et al. Formation and Characterization of Gallium(III) Complexes with Monoamide Derivatives of 1,4,7-Triazacyclononane-1,4,7-triacetic Acid: A Study of the Dependency of Structure on Reaction pH. *Eur J Inorg Chem*. 2010;5432–5438.
28. Kim HW, Lee Y-S, Shetty D, et al. Facile Chlorination of Benzyl Alcohols Using 1,8-Diazabicyclo[5.4.0]undec-7-ene (DBU) and Sulfonyl Chlorides. *Bull Korean Chem Soc*. 2010;31:3434–6.
29. Jhoo JH, Lee DY, Choo IH, et al. Discrimination of normal aging, MCI and AD with multimodal imaging measures on the medial temporal lobe. *Psychiatry Res*. 2010;30:183:237–43.
30. Chung HH, Kang KW, Cho JY, et al. Role of magnetic resonance imaging and positron emission tomography /computed tomography in preoperative lymph node detection of uterine cervical cancer. *Am J Obstet Gynecol*. 2010;203:156–65.
31. Chung HH, Nam B-H, Kim JW, et al. Preoperative [(18)F]FDG PET/CT maximum standardized uptake value predicts recurrence of uterine cervical cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2010;37:1467–73.
32. Youn H, Jeong JM, Chung J-K. A new PET probe, (18)F-tetrafluoroborate, for the sodium/iodide symporter: possible impacts on nuclear medicine. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2010;37:2105–7.
33. Lee HW, Suh K-S, Kim J, et al. Pulmonary artery embolotherapy in a patient with type I hepatopulmonary syndrome after liver transplantation. *Korean J Radiol*. 2010;11:485–9.

34. Kim YH, Oh SW, Lim YJ, et al. Differentiating radiation necrosis from tumor recurrence in high-grade gliomas: assessing the efficacy of 18F-FDG PET, 11C-methionine PET and perfusion MRI. *Clin Neurol Neurosurg.* 2010;112:758–65.
35. Ju CH, Jeong JM, Lee Y-S, et al. Development of a (177)Lu-Labeled RGD Derivative for Targeting Angiogenesis. *Cancer Biother Radiopharm.* 2010;25:687–91.
36. Seo H, Kim CH, Park JH, et al. Multitracing capability of double-scattering Compton imager with NaI(Tl) scintillator absorber. *IEEE Trans Nucl Sci.* 2010;57:1420–25.
37. Lee HY, Chung J-K, Lee JJ, et al. Radioiodine Treatment of Differentiated Thyroid Carcinoma: The Experience at Seoul National University Hospital. *Current Medical Imaging* 2010;6:2–7.
38. Lee HY, Kang KW, Kim T-Y, et al. Angiogenesis Imaging Using ⁶⁸Ga-RGD PET: Preliminary Report from Seoul National University Hospital. *Current Medical Imaging.* 2010;6:56–59.
39. Lee BC, Lee HJ, Park JH, et al. Intensification of the KOTRON-13 Cyclotron by Optimizing the Ion Source. *Journal of the Korean Physical Society* 2010;57:1376–80.
40. Roh C, Lee H-Y, Kim S-E, et al. Quantum-dots-based detection of hepatitis C virus (HCV) NS3 using RNA aptamer on chip. *J Chem Technol Biot.* 2010;85:1130–4.
41. Roh C, Lee H-Y, Kim S-E, et al. A highly sensitive and selective viral protein detection method based on RNA oligonucleotide nanoparticle. *Int J Nanomedicine.* 2010;5:323–9.
42. Moon BS, Park JH, Lee HJ, et al. Highly efficient production of [(18)F]fallypride using small amounts of base concentration. *Appl Radiat Isot.* 2010;68:2279–2284.
43. Jhoo JH, Yoon JY, Kim YK, et al. Availability of brain serotonin transporters in patients with restless legs syndrome. *Neurology.* 2010;74(6):513–8.
44. Kim J-M, Kim JS, Kim KW, et al. Study of the prevalence of Parkinson's disease using dopamine transporter imaging. *Neurol Res.* 2010;32:845–51.
45. Kim J-M, Lee J-Y, Kim HJ, et al. The wide clinical spectrum and nigrostriatal dopaminergic damage in spinocerebellar ataxia type 6. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2010;81:529–32.
46. Kim J-M, Kim JS, Jeong S-H, et al. Dopaminergic neuronal integrity in parkinsonism associated with liver cirrhosis. *Neurotoxicology.* 2010;31:351–5.
47. Hwang JH, Kim SH, Park CS, et al. Acute high-frequency rTMS of the left dorsolateral prefrontal cortex and attentional control in healthy young men. *Brain Res.* 2010;1329:152–8.
48. Park HS, Kim SH, Bang SA, et al. Altered regional cerebral glucose metabolism in Internet game overusers: A 18F-fluorodeoxyglucosepositronemission tomography study. *CNS Spectr.* 2010;15:159–166
49. Kim YK, Yoon I-Y, Kim J-M, et al. The implication of nigrostriatal dopaminergic degeneration in the pathogenesis of REM sleep behavior disorder. *Eur J Neurol.* 2010r;17:487–92.
50. Hong KS, Kang DW, Bae HJ, et al. Effect of cilnidipine vs losartan on cerebral blood flow in hypertensive patients with a history of ischemic stroke: a randomized controlled trial. *Acta Neurol Scand.* 2010;121:51–7
51. Park YJ, Lee EJ, Lee YJ, et al. Subclinical hypothyroidism (SCH) is not associated with metabolic derangement, cognitive impairment, depression or poor quality of life (QoL) in elderly subjects. *Arch Gerontol Geriat.* 2010;50:e68–73.

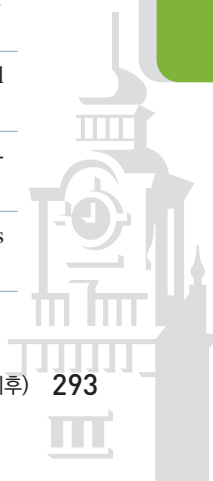


52. Chung SY, Lee K-Y, Chun EJ, et al. Comparison of Stress Perfusion MRI and SPECT for Detection of Myocardial Ischemia in Patients with Angiographically Proven Three-Vessel Coronary Artery Disease. *Am J Roentgenol.* 2010;195:356–62.
53. Leuschner F, Panizzi P, Isabel C-C, et al. Matthias Nahrendorf Angiotensin-converting enzyme inhibition prevents the release of monocytes from their splenic reservoir in mice with myocardial infarction. *Circ Res.* 2010;107:1364–73.
54. Ju CH, Jeong JM, Lee Y-S, et al. Development of a ¹⁷⁷Lu-labeled RGD derivative for targeting angiogenesis. *Cancer Biother Radio.* 2010;25:687–91.
55. Moon BS, Park JH, Lee HJ, et al. Highly efficient production of [¹⁸F]fallypride using small amounts of base concentration. *Appl Radiat Isot.* 2010;68:2279–2284.
56. Lee BC, Lee HJ, Park JH, et al. Intensification of the KOTRON-13 Cyclotron by Optimizing the Ion Source. *J Korean Phy Soc.* 2010;57:1376–80.

2011년

57. Moon SH, Lee H-Y, Eo JS, et al. Use of granulocyte colony-stimulating factor for fluorine-18-fluorodeoxyglucose labeling in human leukocytes. *Nucl Med Commun.* 2011;32:186–91.
58. Chung HH, Kim JW, Han KH, et al. Prognostic value of metabolic tumor volume measured by FDG-PET/CT in patients with cervical cancer. *Gynecol Oncol.* 2011;120:270–4.
59. Chung HH, Kim JW, Kang KW, et al. Post-treatment [(18)F]FDG maximum standardized uptake value as a prognostic marker of recurrence in endometrial carcinoma. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2011;38:74–80.
60. Choi JY, Jeong JM, Yoo BC, et al. Development of (⁶⁸Ga)-labeled mannosylated human serum albumin (MSA) as a lymph node imaging agent for positron emission tomography. *Nucl Med Biol.* 2011;38:371–9.
61. Hoigebazar L, Jeong JM, Hong MK, et al. Synthesis of ⁶⁸Ga-labeled DOTA-nitroimidazole derivatives and their feasibilities as hypoxia imaging PET tracers. *Bioorg Med Chem.* 2011;19:2176–81.
62. Park JS, Yim J-J, Kang WJ, et al. Detection of primary sites in unknown primary tumors using FDG-PET or FDG-PET/CT. *BMC Res Notes.* 2011;4:56.
63. Choi Y, Jeon YH, Jang J-Y, et al. Treatment With mANT2 shRNA Enhances Antitumor Therapeutic Effects Induced by MUC1 DNA Vaccination. *Mol Ther.* 2011;19:979–89.
64. Chun IK, Eo JS, Paeng JC, et al. Pulmonary Artery Sarcoma Detected on F-18 FDG PET/CT as Origin of Multiple Spinal Metastases. *Clin Nucl Med.* 2011 Aug;36(8):e87–9.
65. Kwon SI, Lee JS, Yoon HS, et al. Development of small-animal PET prototype using silicon photomultiplier (SiPM): initial results of phantom and animal imaging studies. *J Nucl Med.* 2011;52:572–9.
66. Kim Y-H, Jeon J, Hong SW, et al. Tumor Targeting and Imaging Using Cyclic RGD-PEGylated Gold Nanoparticle Probes with Directly Conjugated Iodine-125. 2011;7:2052–60.
67. Shetty D, Choi SY, Jeong JM, et al. Stable aluminium fluoride chelates with triazacyclononane derivatives proved by X-ray crystallography and (¹⁸F)-labeling study. *Chem Commun (Camb).* 2011;47:9732–4.

68. Oh SW, Moon S-H, Park DJ, et al. Combined therapy with (131)I and retinoic acid in Korean patients with radioiodine-refractory papillary thyroid cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2011;38:1798–805.
69. Kim HY, Kim S, Youn HW, et al. The cell penetrating ability of the proapoptotic peptide, KLAK-LAKKLAKLAK fused to the N-terminal protein transduction domain of translationally controlled tumor protein, MIIYRDLISH. *Biomaterials*. 2011;32:5262–8.
70. Keam B, Im S-A, Koh Y, et al. Early metabolic response using FDG PET/CT and molecular phenotypes of breast cancer treated with neoadjuvant chemotherapy. *BMC Cancer*. 2011;11:452.
71. Park JS, Moon WK, Lyou CY, et al. The assessment of breast cancer response to neoadjuvant chemotherapy: comparison of magnetic resonance imaging and 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography. *Acta Radiol*. 2011;52:21–8.
72. Lee KE, Koo DH, Im HJ, et al. Surgical completeness of bilateral axillo-breast approach robotic thyroidectomy: Comparison with conventional open thyroidectomy after propensity score matching. *Surgery*. 2011;150:1266–74.
73. Hwang DW, Son S, Jang J, et al. A brain-targeted rabies virus glycoprotein-disulfide linked PEI nanocarrier for delivery of neurogenic microRNA. *Biomaterials*. 2011;32:4968–75.
74. Lee BC, Kim JS, Kim BS, et al. Aromatic radiofluorination and biological evaluation of 2-aryl-6-[18F]fluorobenzothiazoles as a potential positron emission tomography imaging probe for β -amyloid plaques. *Bioorg Med Chem*. 2011;19:2980–90.
75. Kim E, Howes O, Kim B-Y, et al. The use of healthy volunteers instead of patients to inform drug dosing studies: a [11C]raclopride PET study. *Psychopharmacology (Berl)*. 2011;217:515–23.
76. Kim E, Howes O, Yu K-W, et al. Calculating occupancy when one does not have baseline: a comparison of different options. *J Cereb Blood Flow Metab*. 2011;31:1760–7.
77. Choi SH, Kim YT, Kim SK, et al. Positron emission tomography-computed tomography for postoperative surveillance in non-small cell lung cancer. *Ann Thorac Surg*. 2011;92:1826–32.
78. Liu J, Youn H, Yang J. G-protein α -s and -12 subunits are involved in androgen-stimulated PI3K activation and androgen receptor transactivation in prostate cancer cells. *Prostate*. 2011;71:1276–86.
79. Lim J-Y, Choi M-S, Youn H, et al. The influence of pre-transplant conditioning on graft-versus-leukemia effect in mice. *Exp Hematol*. 2011;39:1018–29.
80. Choi M-S, Lim J-Y, Cho B-S, et al. The role of regulatory T cells during the attenuation of graft-versus-leukemia activity following donor leukocyte infusion in mice. *Leuk Res*. 2011;35:1549–56.
81. Yang BY, Jeong JM, Lee Y-S, et al. Facile calculation of specific rate constants and activation energies of 18F-fluorination reaction using combined processes of coat-capture elution and microfluidics. *Tetrahedron*. 2011;67:2427–33.
82. Kim HK, Kim SE, Park JJ, et al. Sentinel node identification using technetium-99m neomannosyl human serum albumin in esophageal cancer. *Ann Thorac Surg*. 2011;91:1517–22.
83. Kim D-E, Park K-J, Schellingerhout D, et al. A new image-based stroke registry containing quantitative magnetic resonance imaging data. *Cerebrovasc Dis*. 2011;32:567–76.
84. Kim HJ, Yun JY, Kim J-M, et al. Extranigral extension of structural midbrain lesions overshadows parkinsonism. *J Neural Transm*. 2011;118:1209–13.



85. Moon BS, Kil HS, Park JH, et al. Facile aromatic radiofluorination of [18F]flumazenil from diaryliodonium salts with evaluation of their stability and selectivity. *Org. Biomol. Chem.*, 2011;9:8346–55.
86. Roh C, Kim SE, Jo SK et al. Label free inhibitor screening of hepatitis C virus (HCV) NS5B viral protein using RNA oligonucleotide. *Sensors*, 2011;11:6685–96.
87. Yun JY, Lee W-W, Kim HJ, et al. Relative contribution of SCA2, SCA3 and SCA17 in Korean patients with parkinsonism and ataxia. *Parkinsonism Relat Disord*, 2011;17:338–42.
88. Kim SH, Baik S-H, Park CS, et al. Reduced striatal dopamine D2 receptors in people with Internet addiction. *NeuroReport*, 2011;22:407–11.
89. Park DJ, Kim H-H, Park HS, et al. Simultaneous Indocyanine Green and 99mTc-Antimony Sulfur Colloid-Guided Laparoscopic Sentinel Basin Dissection for Gastric Cancer. *An Sur Oncol*, 2011;18:160–5.
90. Florian L, Partha D, Rostic G, et al. Therapeutic siRNA silencing in inflammatory monocytes in mice. *Nat Biotechnol*, 2011;29:1005–10.
91. Florian L, Peter P, Isabel C, et al. Angiotensin-converting enzyme inhibition prevents the release of monocytes from their splenic reservoir in mice with myocardial infarction. *Circ Res*, 2010;107:1364–73.
92. Lee BC, Kim JS, Kim BS, et al. Aromatic radiofluorination and biological evaluation of 2-aryl-6-[18F]fluorobenzothiazoles as a potential positron emission tomography imaging probe for β -amyloid plaques. *Bioorg Med Chem*, 2011;19:2980–90.
93. Moon BS, Kil HS, Park JH, et al. Facile aromatic radiofluorination of [18F]flumazenil from diaryliodonium salts with evaluation of their stability and selectivity. *Org Biomol Chem*, 2011;9:8346–55.
- 2012년
94. Quan B, Choi K, Kim YH, et al. Near infrared dye indocyanine green doped silica nanoparticles for biological imaging. *Talanta*, 2012;99:387–93.
95. Noh YW, Kong SH, Choi DY, et al. Near-Infrared Emitting Polymer Nanogels for Efficient Sentinel Lymph Node Mapping. *ACS Nano*, 2012;6:7820–31.
96. Chung HH, Kim JW, Kang KW, et al. Predictive role of post-treatment [(18F)FDG PET/CT in patients with uterine cervical cancer. *Eur J Radiol*, 2012;81:e817–22.
97. Kim JG, Kang MJ, Yoon YK, et al. Heterodimerization of glycosylated insulin-like growth factor-1 receptors and insulin receptors in cancer cells sensitive to anti-IGF1R antibody. *PLoS One*, 2012;7:e33322.
98. Chung HH, Kwon HW, Kang KW, et al. Preoperative [F]FDG PET/CT predicts recurrence in patients with epithelial ovarian cancer. *J Gynecol Oncol*, 2012;23:28–34.
99. Eguchi M, Kim YH, Kang KW, et al. Ischemia-Reperfusion Injury Leads to Distinct Temporal Cardiac Remodeling in Normal versus Diabetic Mice. *PLoS One*, 2012;7:e30450.
100. Ahn S, Kim SM, Son J, et al. Gap compensation during PET image reconstruction by constrained, total variation minimization. *Med Phys*, 2012;39:589–602.
101. Yoon HS, Ko GB, Kwon SI, et al. Initial Results of Simultaneous PET/MRI Experiments with an MR-compatible Silicon Photomultiplier PET Scanner. *J Nucl Med*, 2012;53:608–14.

102. Kim E, Howes O, Kim B-H, et al. Predicting brain occupancy from plasma levels using PET: superiority of combining pharmacokinetics with pharmacodynamics while modeling the relationship. *J Cereb Blood Flow Metab.* 2012;759-68.
103. Shin KH, Kim KP, Lim KS, et al. A positron emission tomography microdosing study with sertraline in healthy volunteers. *Int J Clin Pharmacol Ther.* 2012;50:224-32.
104. Eo JS, Chun IK, Paeng JS, et al. Imaging sensitivity of dedicated positron emission mammography in relation to tumor size. *Breast.* 2012;21:66-71.
105. Shetty D, Jeong JM, Kim YJ, et al. Development of a bifunctional chelating agent containing isothiocyanate residue for one step F-18 labeling of peptides and application for RGD labeling. *Bioorg Med Chem.* 2012;20:5941-7.
106. Lee YK, Jeong JM, Hoigebazar L, et al. Nanoparticles modified by encapsulation of ligands with a long alkyl chain to affect multispecific and multimodal imaging. *J Nucl Med.* 2012;53:1462-70.
107. Kim KI, Park JH, Lee YJ, et al. In vivo bioluminescent imaging of α -fetoprotein-producing hepatocellular carcinoma in the diethylnitrosamine-treated mouse using recombinant adenoviral vector. *J Gene Med.* 2012;14:513-20.
108. Hoigebazar L, Jeong JM, Lee JY, et al. Syntheses of 2-nitroimidazole derivatives conjugated with 1,4,7-triazacyclononane-N,N'-diacetic acid labeled with F-18 using an aluminum complex method for hypoxia imaging. *J Med Chem.* 2012;55:3155-62.
109. Im HJ, Koo DH, Paeng JC, et al. Evaluation of surgical completeness in endoscopic thyroidectomy compared with open thyroidectomy with regard to remnant ablation. *Clin Nucl Med.* 2012;37:148-51.
110. Lee CM, Kwon SI, Ko GB, et al. A novel compensation method for the anode gain non-uniformity of multi-anode photomultiplier tubes. *Phys Med Biol.* 2012;57:191-207.
111. Kim JS, Kim Y-H, Kim JH, et al. Development and in vivo imaging of a PET/MRI nanoprobe with enhanced NIR fluorescence by dye encapsulation. *Nanomedicine (Lond).* 2012;7:219-29.
112. Kim JH, Lee JS, Kang KW, et al. Whole-body distribution and radiation dosimetry of $(^{68}\text{Ga})\text{NOTA-RGD}$, a positron emission tomography agent for angiogenesis imaging. *Cancer Biother Radiopharm.* 2012;27:65-71.
113. Hwang DW, Lee DS, Kim S. Gene expression profiles for genotoxic effects of silica-free and silica-coated cobalt ferrite nanoparticles. *J Nucl Med.* 2012;53:106-12.
114. Song YS, Oh SW, Kim YK, et al. Hemodynamic improvement of anterior cerebral artery territory perfusion induced by bifrontal encephalo(periosteal) synangiosis in pediatric patients with moyamoya disease: a study with brain perfusion SPECT. *Ann Nucl Med.* 2012;26:47-57.
115. Jun B-H, Hwang DW, Jung HS, et al. Ultrasensitive, Biocompatible, Quantum-Dot-Embedded Silica Nanoparticles for Bioimaging. *Advanced Functional Materials.* 2012;22:1844-8.
116. Kim HK, Kim S, Sung HK, et al. Comparison between Preoperative Versus Intraoperative Injection of Technetium-99 m Neomannosyl Human Serum Albumin for Sentinel Lymph Node Identification in Early Stage Lung Cancer. *Ann Surg Oncol.* 2012;19:1343-9.
117. Lee JJ, Shetty D, Lee YS, et al. Evaluation of (^{111}In) -labeled macrocyclic chelator-amino acid derivatives for cancer imaging. *Nucl Med Biol.* 2012;39:325-33.

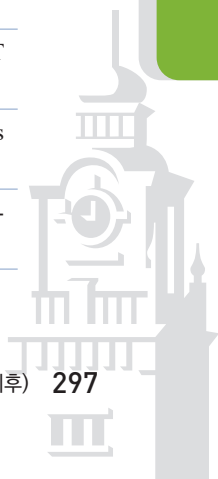


118. Hoigebazar L, Jeong JM. Hypoxia imaging agents labeled with positron emitters. *Recent Results Cancer Res.* 2012;194:285–99.
119. Shetty D, Jeong JM, Shim H. Stroma targeting nuclear imaging and radiopharmaceuticals. *Int J Mol Imaging.* 2012;817682.
120. Kim JH, Lee JS, Song IC, et al. Comparison of segmentation-based attenuation correction methods for PET/MRI: evaluation of bone and liver standardized uptake value with oncologic PET/CT data. *J Nucl Med.* 2012;53:1878–82.
121. Hong SJ, Kang HG, Ko GB, et al. SiPM-PET with a short optical fiber bundle for simultaneous PET-MR imaging. *Phys Med Biol.* 2012;57:3869–83.
122. Kim JW, Lee JS, Kim SJ, et al. Compartmental modeling and simplified quantification of [11C] sertraline distribution in human brain. *Arch Pharm Res.* 2012;35:1591–7.
123. Kang JY, Lee JS, Kang H, et al. Regional cerebral blood flow abnormalities associated with apathy and depression in Alzheimer disease. *Alzheimer Dis Assoc Disord.* 2012;26:217–24.
124. Lee CM, Hong SJ, Yoon HS, et al. Spatial and energy resolutions of a hexagonal animal pet scanner based on LGSO crystal and flat-panel PMT. *Nucl Eng Tech.* 2012;44:53–60.
125. Lee DS. In Vivo Neuronal Cell Differentiation Imaging From Transplanted Stem Cells. *Current Medical Imaging Reviews.* 2012;8:278–83.
126. Yoon HS, Ko GB, Kwon SI, et al. Initial results of simultaneous PET/MRI experiments with an MRI-compatible silicon photomultiplier PET scanner. *J Nucl Med.* 2012;53:608–14.
127. Park SH, Moon WK, Cho N, et al. Comparison of diffusion-weighted MR imaging and FDG PET/CT to predict pathological complete response to neoadjuvant chemotherapy in patients with breast cancer. *Eur Radiol.* 2012;22:18–25.
128. Jung SH, Kim YK, Kim SE, et al. Prediction of Motor Function Recovery after Subcortical Stroke: Case Series of Activation PET and TMS Studies. *Ann Rehabil Med.* 2012;36:501–11.
129. Kim KW, Jhoo JH, Lee SB, et al. Increased striatal dopamine transporter density in moderately severe old restless legs syndrome patients. *Eur J Neurol.* 2012;19:1213–8.
130. Kim YK, Hong S-L, Yoon EJ, et al. Central presentation of postviral olfactory loss evaluated by positron emission tomography scan: a pilot study. *Am J Rhinol Allergy.* 2012;26:204–8.
131. Pae C-U, Jhoo JH, Yoon I-Y, et al. Availability of brain serotonin transporters (5-HTT) is associated with low positive mood in healthy elderly subjects. *Int J Clin Pharmacol Ther.* 2012;50:533–9.
132. Kim SH, Han HJ, Ahn HM, et al. Effects of five daily high-frequency rTMS on Stroop task performance in aging individuals. *Neurosci Res.* 2012;74:256–60.
133. Roh C, Kim SE, Jo S-K. A Simple and Rapid Detection of Viral Protein Using RNA Oligonucleotide in a Biosensor. *J Anal Chem.* 2012;67:925–9.
134. Cho SS, Yoon EJ, Lee J-M, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation of the left dorsolateral prefrontal cortex improves probabilistic category learning. *Brain Topogr.* 2012;25:443–449.
135. Choi HY, Kim YK, Lee JJ, et al. Bronchial anthracofibrosis: a potential false-positive finding on F-18 FDG PET. *Ann Nucl Med.* 2012;26:681–3.
136. Lee JJ, Shetty D, Lee Y-S, et al. Evaluation of (111)In-labeled macrocyclic chelator-amino acid derivatives for cancer imaging. *Nucl Med Biol.* 2012;39:325–33.

137. Baik S-H, Yoon HS, Kim SE, Extraversion and striatal dopaminergic receptor availability in young adults: an [¹⁸F]fallypridePETstudy. *NeuroReport*. 2012;23:251–254.
138. Kim SH, Cornwell B, Kim SE. Individual differences in emotion regulation and hemispheric metabolic asymmetry. *Biol Psychol*. 2012;89:382–6.
139. Cho SS, Yoon EJ, Bang SA, et al. Metabolic changes of cerebrum by repetitive transcranial magnetic stimulation over lateral cerebellum: A study with FDG PET. *Cerebellum*. 2012;11:739–748
140. Lee M-S, Ahn S-H, Lee J-H, et al. What is the best reconstruction method after distal gastrectomy for gastric cancer? *Surgical Endosc*. 2012;26:1539–47.
141. Florian L, Philipp J, Takuya U, et al. Rapid monocyte kinetics in acute myocardial infarction are sustained by extramedullary monocytopenesis. *J Exp Med*. 2012;209:123–37.
142. Lee WW, Marinelli B, Anja M, et al. PET/MRI of inflammation in myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol*. 2012;59:153–63.
143. Cheng H, Marta B, Cathy T, et al. Stem cell membrane engineering for cell rolling using peptide conjugation and tuning of cell-selectin interaction kinetics. *Biomaterials*. 2012;33:5004–12.
144. Lee YK, Jeong JM, Hoigebazar L, et al. Nanoparticles modified by encapsulation of ligands with a long alkyl chain to affect multispecific and multimodal imaging. *J Nucl Med*. 2012;53:1462–70.
145. Kim JH, Lee JS, Kang KW, et al. Whole-Body distribution and radiation dosimetry of (68)Ga-NOTA-RGD, a positron emission tomography agent for angiogenesis imaging. *Cancer Biother Radiopharm*. 2012;27:65–71.
146. Ju Gw, Yoon I-Y, Lee SD, et al. Modest changes in cerebral glucose metabolism in patients with sleep apnea syndrome after continuous positive airway pressure treatment. *Respiration*. 2012;84:212–8.

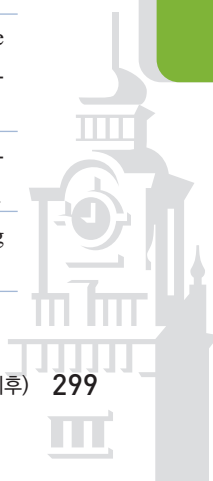
2013년

147. Kim SM, Seo H, Park JH, et al. Resolution recovery reconstruction for a Compton camera. *Phys Med Biol*. 2013;58:2823–40.
148. Kim JH, Chung HH, Jeong MS, et al. One-step detection of circulating tumor cells in ovarian cancer using enhanced fluorescent silica nanoparticles. *Int J Nanomedicine*. 2013;8:2247–57.
149. Kim JH, Kim YH, Kim YJ, et al. Quantitative positron emission tomography imaging of angiogenesis in rats with forelimb ischemia using (68)Ga-NOTA-c(RGDyK). *Angiogenesis*. 2013;16:837–46.
150. Kim E, Howes OD, Turkheimer FE, et al. The relationship between antipsychotic D2 occupancy and change in frontal metabolism and working memory : A dual [(11)C]raclopride and [(18)F]FDG imaging study with aripiprazole. *Psychopharmacology (Berl)*. 2013;227:221–9.
151. Kim TM, Paeng JC, Chun IK, et al. Total lesion glycolysis in positron emission tomography is a better predictor of outcome than the International Prognostic Index for patients with diffuse large B cell lymphoma. *Cancer*. 2013;119:1195–202.
152. Paeng JC, Lee YS, Lee JS, et al. Feasibility and kinetic characteristics of (68)Ga-NOTA-RGD PET for in vivo atherosclerosis imaging. *Ann Nucl Med*. 2013;27:847–54.
153. Cho BY, Choi HS, Park YJ, et al. Changes in the clinicopathological characteristics and outcomes of thyroid cancer in Korea over the past four decades. *Thyroid*. 2013;23:797–804.
154. Choi H, Phi JH, Paeng JC, et al. Imaging of integrin $\alpha(V)\beta(3)$ expression using (68)Ga-RGD positron emission tomography in pediatric cerebral infarct. *Mol Imaging*. 2013;12:213–7.



155. Choi H, Paeng JC, Kim DW, et al. Metabolic and metastatic characteristics of ALK-rearranged lung adenocarcinoma on FDG PET/CT. *Lung Cancer*. 2013;79:242–7.
156. Lee ES, Paeng JC, Park CM, et al. Metabolic characteristics of Castleman disease on 18F-FDG PET in relation to clinical implication. *Clin Nucl Med*. 2013;38:339–42.
157. Eo JS, Paeng JC, Lee S, et al. Angiogenesis imaging in myocardial infarction using 68Ga-NOTA-RGD PET: characterization and application to therapeutic efficacy monitoring in rats. *Coron Artery Dis*. 2013;24:303–11.
158. Seo EH, Lee DY, Lee JM, et al. Whole-brain functional networks in cognitively normal, mild cognitive impairment, and Alzheimer's disease. *PLoS One*. 2013;8:e53922.
159. Youn H, Chung JK. Reporter gene imaging. *AJR Am J Roentgenol*. 2013;201:W206–14.
160. Yoon HJ, Paeng JC, Kwak C, et al. Prognostic implication of extrarenal metabolic tumor burden in advanced renal cell carcinoma treated with targeted therapy after nephrectomy. *Ann Nucl Med*. 2013;27:748–55.
161. Ito M, Lee MS, Lee JS. Continuous depth-of-interaction measurement in a single-layer pixelated crystal array using a single-ended readout. *Phys Med Biol*. 2013;58:1269–82.
162. Ko GB, Yoon HS, Kwon SI, et al. Development of a front-end analog circuit for multi-channel SiPM readout and performance verification for various PET detector designs. *Nucl Instr Meth A*. 2013;703:38–44.
163. Han HJ, Kim HB, Cha J, et al. Primo Vessel as a Novel Cancer Cell Migration Path from Testis with Nanoparticle-Labeled and GFP Expressing Cancer Cells. *J Acupunct Meridian Stud*. 2013;6:298–305.
164. Im HJ, Hwang dW, Lee HK, et al. In vivo visualization and monitoring of viable neural stem cells using noninvasive bioluminescence imaging in the 6-hydroxydopamine-induced mouse model of Parkinson disease. *Mol Imaging*. 2013;12:224–34.
165. So Y, Lee YJ, Lee WW, et al. Determination of the optimal time for radioiodine therapy in anaplastic thyroid carcinoma using the adenovirus-mediated transfer of sodium iodide symporter gene. *Oncol Rep*. 2013;29:1666–70.
166. Moon JH, Kim YI, Lim JA, et al. Thyroglobulin in washout fluid from lymph node fine-needle aspiration biopsy in papillary thyroid cancer: large-scale validation of the cutoff value to determine malignancy and evaluation of discrepant results. *J Clin Endocrinol Metab*. 2013;98:1061–8.
167. Oh HJ, Hwang dW, Youn H, et al. In vivo bioluminescence reporter gene imaging for the activation of neuronal differentiation induced by the neuronal activator neurogenin 1 (Ngn1) in neuronal precursor cells. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2013;40:1607–17.
168. Koo HR, Moon WK, Chun IK, et al. Background ¹⁸F-FDG uptake in positron emission mammography (PEM): correlation with mammographic density and background parenchymal enhancement in breast MRI. *Eur J Radiol*. 2013;82:1738–42.
169. Chung HH, Lee I, Kim HS, et al. Prognostic value of preoperative metabolic tumor volume measured by ¹⁸F-FDG PET/CT and MRI in patients with endometrial cancer. *Gynecol Oncol*. 2013;130:446–51.
170. Hoigebazar L, Jeong JM. Hypoxia imaging agents labeled with positron emitters. *Recent Results Cancer Res*. 2013;194:285–99.

171. Ito M, Lee JP, Lee JS. Timing performance study of new fast PMTs with LYSO for time-of-flight PET. *IEEE Transactions on Nuclear Science*. 2013;60:30–37.
172. Kim JS, Kim JM, Kim YK, et al. Striatal dopaminergic functioning in patients with sporadic and hereditary spastic paraplegias with parkinsonism. *J Korean Med Sci*. 2013;28:1661–6.
173. Im H-J, Kim YK, Kim Y-i, et al. Usefulness of Combined Metabolic–Volumetric Indices of 18F-FDGPET/CT for the Early Prediction of Neoadjuvant Chemo therapy Outcomes in Breast Cancer. *Nucl Med Mol Imaging*. 2013;47:36–43.
174. Yoon EJ, Kim YK, Shin HI, et al. Cortical and white matter alterations in patients with neuropathic pain after spinal cord injury. *Brain Res*. 2013;1540:64–73.
175. Moon BS, Jang SJ, Kim SJ, et al. Synthesis and evaluation of a 18F-labeled 4–ipomeanol as an imaging agent for CYP4B1 gene prodrug activation therapy. *Cancer Biother Radiopharm*. 2013;28:588–97.
176. Kim N-H, Vincent A, Irani S, et al. Long-term clinical course with voltage-gated potassium channel antibody in Morvan’s syndrome. *J Neurol*. 2013;260:2407–8.
177. Moon JH, Kim YI, Lim JA, et al. Thyroglobulin in washout fluid from lymph node fine-needle aspiration biopsy in papillary thyroid cancer: large-scale validation of the cutoff value to determine malignancy and evaluation of discrepant results. *J Clin Endocrinol Metab*. 2013;98:1061–8.
178. Lee Sj, Lee WW, Yoon H-J, et al. Regional PET/CT after water gastric inflation for evaluating loco-regional disease of gastric cancer. *Eur J Radiol*. 2013;82:935–942.
179. Lee SJ, Lee WW, Kim SE. Bone positron emission tomography with or without CT is more accurate than bone scan for detection of bone metastasis. *Korean J Radiol*. 2013;14:510–9.
180. Ahn HM, Kim SE, Kim SH. The effects of high-frequency rTMS over the left dorsolateral prefrontal cortex on reward responsiveness. *Brain Stimul*. 2013;6:310–4.
181. Lee BC, Moon BS, Kim JS, et al. Synthesis and biological evaluation of RGD peptides with the 99mTc/188Re chelated iminodiacetate core: Highly enhanced uptake and excretion kinetics of theranostics against tumor angiogenesis. *RSC Adv*. 2013;3:782–792.
182. Lim H-S, Kim SJ, Noh Y-H, et al. Exploration of Optimal Dosing Regimens of Haloperidol, a D2 Antagonist, via Modeling and Simulation Analysis in a D2 Receptor Occupancy Study. *Pharm Res*. 2013;30:683–693.
183. Lee ES, Paeng JC, Park CM, et al. Metabolic Characteristics of Castleman Disease on 18F-FDG PET in Relation to Clinical Implication. *Clin Nucl Med*. 2013;38:339–42.
184. So Y, Lee YJ, Lee WW, et al. Determination of the optimal time for radioiodine therapy in anaplastic thyroid carcinoma using the adenovirus-mediated transfer of sodium iodide symporter gene. *Oncol Rep*. 2013;29:1666–1670.
185. Lee BC, Moon BS, Kim JS, et al. Synthesis and biological evaluation of RGD peptides with the 99mTc/188Re chelated iminodiacetate core: Highly enhanced uptake and excretion kinetics of theranostics against tumor angiogenesis. *RSC Adv*. 2013;3:782–792.
186. Moon BS, Jang SJ, Kim SJ, et al. Synthesis and evaluation of a 18F-labeled 4–ipomeanol as an imaging agent for CYP4B1 gene prodrug activation therapy. *Cancer Biother Radiopharm*. 2013;28:588–97.
187. Kang HM, Jeong SY, Park YG, et al. Near-Infrared SERS Nanoprobes with Plasmonic Au/Ag Hollow-Shell Assemblies for In Vivo Multiplex Detection. *Adv Funct Mater*. 2013;23:3719–27.

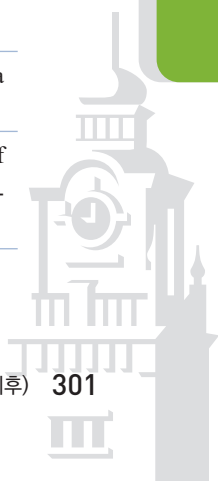


188. Jeong H-H, Erdene N, Park J-H, Real-time label-free immunoassay of interferon-gamma and prostate-specific antigen using a Fiber-Optic Localized Surface Plasmon Resonance sensor, *Biosens Bioelectron*, 2013;39:346-51.
189. Jeong H-H, Son Y-J, Kang S-K, et al. Fiber-optic Refractive Index Sensors Based on the Cone-based round structure, *IEEE Sens J*, 2013;13:351-358.
190. Cho W-S, Lee H-Y, Kang H-S, et al. Symptomatic cerebral hyperperfusion of SPECT after indirect revascularization surgery for moyamoya disease, *Clin Nucl Med*, 2013;38:44-6.

2014년

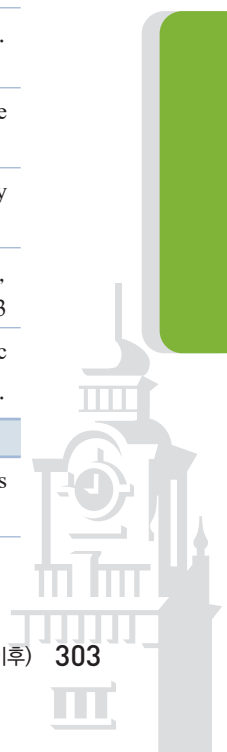
191. Lee I, Budiawan H, Moon JY, et al. The Value of SPECT/CT in Localizing Pain Site and Prediction of Treatment Response in Patients with Chronic Low Back Pain, *J Korean Med Sci*, 2014;29:1711-6.
192. Jung KO, Kim YH, Kim YH, et al. Relationship between Apoptosis Imaging and Radioiodine Therapy in Tumor Cells with Different Sodium Iodide Symporter Gene Expression, *Mol Imaging*, 2014;13:1-9.
193. Carr R, Fanti S, Paez D, et al. Prospective International Cohort Study Demonstrates Inability of Interim PET to Predict Treatment Failure in Diffuse Large B-Cell Lymphoma, *J Nucl Med*, 2014;55:1936-44.
194. Chung JK, Kim MJ, Youn H, Lesionalized Therapy beyond Personalized Therapy in Cancer Management, *J Korean Med Sci*, 2014;29:1331-2.
195. Chung JK, Cheon GJ. Radioiodine therapy in differentiated thyroid cancer: the first targeted therapy in oncology, *Endocrinol Metab (Seoul)*, 2014;29:233-9.
196. Lee S, Youn H, Chung T, et al. In vivo bioluminescence imaging of transplanted mesenchymal stem cells as a potential source for pancreatic regeneration, *Mol Imaging*, 2014;13:1-12.
197. Choi J, Jeong JM, Yoo BC, et al. Ga-68-labeled neolactosylated human serum albumin (LSA) for PET imaging of hepatic asialoglycoprotein receptor, *Nucl Med Biol*, 2014;pii: S0969-8051(14)00484-3.
198. Cerci JJ, Györke T, Fanti S, et al. Combined PET and biopsy evidence of marrow involvement improves prognostic prediction in diffuse large B-cell lymphoma, *J Nucl Med*, 2014;55:1591-7.
199. Choi H, Lim JA, Ahn HY, et al. Secular trends in the prognostic factors for papillary thyroid cancer, *Eur J Endocrinol*, 2014;171:667-75.
200. Cho Y, Lee DH, Lee YB, et al. Does 18F-FDG positron emission tomography-computed tomography have a role in initial staging of hepatocellular carcinoma? *PLoS One*, 2014;25;9:e105679.
201. Choi H, Cheon GJ, Kim HJ, et al. Segmentation-based MR attenuation correction including bones also affects quantitation in brain studies: an initial result of 18F-FP-CIT PET/MR for patients with parkinsonism, *J Nucl Med*, 2014;55:1617-22.
202. Kim YI, Phi JH, Paeng JC, et al. In vivo evaluation of angiogenic activity and its correlation with efficacy of indirect revascularization surgery in pediatric moyamoya disease, *J Nucl Med*, 2014;55:1467-72.
203. Pak K, Cheon GJ, Kang KW, et al. The effectiveness of recombinant human thyroid-stimulating hormone versus thyroid hormone withdrawal prior to radioiodine remnant ablation in thyroid cancer: a meta-analysis of randomized controlled trials, *J Korean Med Sci*, 2014;29:811-7.

-
204. Choi H, Kim YK, Kang H, et al. Abnormal metabolic connectivity in the pilocarpine-induced epilepsy rat model: a multiscale network analysis based on persistent homology. *Neuroimage*. 2014;99:226–36.
-
205. Pak K, Cheon GJ, Nam HY, et al. Prognostic Value of Metabolic Tumor Volume and Total Lesion Glycolysis in Head and Neck Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Nucl Med*. 2014;55:884–890.
-
206. Choi H, Paeng JC, Cheon GJ, et al. Correlation of 11C-methionine PET and diffusion-weighted MRI: is there a complementary diagnostic role for gliomas? *Nucl Med Commun*. 2014;35:720–6.
-
207. Choi H, Kim YK, Oh SW, et al. In vivo imaging of mGluR5 changes during epileptogenesis using [11C]ABP688 PET in pilocarpine-induced epilepsy rat model. *PLoS One*. 2014;9:e92765.
-
208. Yoon HJ, Kang KW, Chun IK, et al. Correlation of breast cancer subtypes, based on estrogen receptor, progesterone receptor, and HER2, with functional imaging parameters from ⁶⁸Ga-RGD PET/CT and 18F-FDG PET/CT. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2014;41:1534–43.
-
209. Im HJ, Lee IK, Paeng JC, et al. Functional evaluation of parathyroid adenoma using 99mTc-MIBI parathyroid SPECT/CT: correlation with functional markers and disease severity. *Nucl Med Commun*. 2014;35:649–54.
-
210. Kim YI, Cheon GJ, Paeng JC, et al. Total lesion glycolysis as the best 18F-FDG PET/CT parameter in differentiating intermediate-high risk adrenal incidentaloma. *Nucl Med Commun*. 2014;35:606–12.
-
211. Pak K, Cheon GJ, Lee KE, et al. Incidental thyroid cancer detected by (18)F-FDG PET: does it have different clinicopathological features? *Nucl Med Commun*. 2014;35:453–8.
-
212. Lee JY, Jeong JM, Kim YJ, et al. Preparation of Ga-68-NOTA as a renal PET agent and feasibility tests in mice. *Nucl Med Biol*. 2014;41:210–5.
-
213. Im HJ, Yoon HJ, Lee ES, et al. Prognostic implication of retrocrural lymph node involvement revealed by (18)F-FDG PET/CT in patients with uterine cervical cancer. *Nucl Med Commun*. 2014;35:268–75.
-
214. Seo HJ, Chung JK, Go H, et al. A hepatoid adenocarcinoma of the stomach evaluated with (18)F-FDG PET/CT: intense (18)F-FDG uptake contrary to the previous report. *Clin Nucl Med*. 2014;39:442–5.
-
215. Pak K, Cheon GJ, Lee KE, et al. Incidental thyroid cancer detected by (18)F-FDG PET: does it have different clinicopathological features? *Nucl Med Commun*. 2014;35:453–8.
-
216. Choi H, Lim JA, Ahn HY, et al. Secular trends in the prognostic factors for papillary thyroid cancer. *Eur J Endocrinol*. 2014;171:667–75.
-
217. Koo HR, Park JS, Kang KW, et al. 18F-FDG uptake in breast cancer correlates with immunohistochemically defined subtypes. *Eur Radiol*. 2014;24:610–8.
-
218. Kim CE, Kim YK, Chung G, et al. Identifying neuropathic pain using (18)F-FDG micro-PET: a multivariate pattern analysis. *Neuroimage*. 2014;86:311–6.
-
219. Lee WW, So Y, Kim KB, et al. Impaired coronary flow reserve is the most important marker of viable myocardium in the myocardial segment-based analysis of dual-isotope gated myocardial perfusion single-photon emission computed tomography. *Korean J Radiol*. 2014r;15:277–85.
-



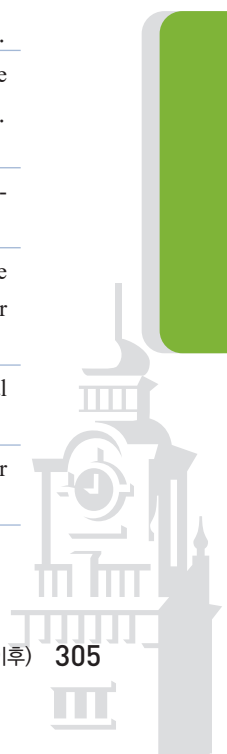
220. Jin SH, Jeong W, Lee DS, et al. Preserved high-centrality hubs but efficient network reorganization during eyes-open state compared with eyes-closed resting state: an MEG study. *J Neurophysiol*. 2014;111:1455–65.
221. Eo JS, Paeng JC, Lee DS. Nuclear imaging for functional evaluation and theragnosis in liver malignancy and transplantation. *World J Gastroenterol*. 2014 May 14;20:5375–88.
222. Park H, Lee DS, Kang E, et al. Blocking of irrelevant memories by posterior alpha activity boosts memory encoding. *Hum Brain Mapp*. 2014;35:3972–87.
223. Moon JH, Kim JH, Im HJ, et al. Proposed Motor Scoring System in a Porcine Model of Parkinson's Disease induced by Chronic Subcutaneous Injection of MPTP. *Exp Neurobiol*. 2014;23:258–65.
224. Kim E, Kang H, Lee H, et al. Morphological brain network assessed using graph theory and network filtration in deaf adults. *Hear Res*. 2014;315:88–98.
225. Kim CE, Kim YK, Chung G, et al. Large-scale plastic changes of the brain network in an animal model of neuropathic pain. *Neuroimage*. 2014;98:203–15.
226. Lee JS, Kim JH. Recent advances in hybrid molecular imaging systems. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2014;18:103–22.
227. Lee JY, Seo SH, Kim YK, et al. Extrastriatal dopaminergic changes in Parkinson's disease patients with impulse control disorders. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2014;85:23–30.
228. Yoon HS, Lee JS. Bipolar analog signal multiplexing for position-sensitive PET block detectors. *Phys Med Biol*. 2014;59:7835–46.
229. Kwon SI, Lee JS. Signal encoding method for a time-of-flight PET detector using a silicon photo-multiplier array. *Nucl Instr Meth A*. 2014;761:39–45.
230. Oh Y, Lee YS, Quan YH, et al. Thoracoscopic color and fluorescence imaging system for sentinel lymph node mapping in porcine lung using indocyanine green-neomannosyl human serum albumin: intraoperative image-guided sentinel nodes navigation. *Ann Surg Oncol*. 2014;21:1182–8.
231. Kim YK, Park EA, Park SJ, et al. Non-ischemic perfusion defects due to delayed arrival of contrast material on stress perfusion cardiac magnetic resonance imaging after coronary artery bypass graft surgery. *Korean J Radiol*. 2014;15:188–94.
232. Park TG, Yu YD, Park BJ, et al. Implication of lymph node metastasis detected on 18F-FDG PET/CT for surgical planning in patients with peripheral intrahepatic cholangiocarcinoma. *Clin Nucl Med*. 2014;39:1–7.
233. Yoon SH, Goo JM, Lee SM, et al. Positron emission tomography/magnetic resonance imaging evaluation of lung cancer: current status and future prospects. *J Thorac Imaging*. 2014;29:4–16.
234. Oh ES, Kim JM, Kim YE, et al. The Prevalence of Essential Tremor in Elderly Koreans. *J Korean Med Sci*. 2014;29:1694–8.
235. Kim YE, Kim JM, Jeong HY, et al. Parkinsonism in early Creutzfeldt-Jacob disease: possible pre- and post-synaptic mechanism. *J Neurol Sci*. 2014;343:228–9.
236. Lee SJ, Lee HY, Lee WW, et al. The effect of recombinant human thyroid stimulating hormone on sustaining liver and renal function in thyroid cancer patients during radioactive iodine therapy. *Nucl Med Commun*. 2014;35:727–32.
237. Kim YI, Ha SG, So Y, et al. Improved measurement of the glomerular filtration rate from Tc-99m DTPA scintigraphy in patients following nephrectomy. *Eur Radiol*. 2014;24:413–22.

238. Yoon EJ, Kim YK, Kim HR, et al. Transcranial Direct Current Stimulation to Lessen Neuropathic Pain After Spinal Cord Injury: A Mechanistic PET Study. *Neurorehabil Neural Repair*. 2014;28:250–9.
239. Lee ES, Lee HY, et al. Extraskelatal intraspinal mesenchymal chondrosarcoma; 18F-FDG PET/CT finding. *Clin Nucl Med*. 2014;39:e64–6.
240. Lee YK, Chung JH, Kim SE, et al. Adenosquamous carcinoma of the lung: CT, FDG PET, and clinicopathologic findings. *Clin Nucl Med*. 2014;39:107–12.
241. Park HS, Jung IS, Lim NH, et al. Proof of mechanism study of a novel serotonin transporter blocker, DA-8031, using [11C]DASB positron emission tomography and invivo microdialysis. *Urology*. 2014;84:245.e1–7.
242. Park HJ, Moon JH, Yom CK, et al. Thyroid “atypia of undetermined significance” with nuclear atypia has high rates of malignancy and BRAF mutation. *Cancer Cytopathol*. 2014;122:512–20.
243. Kim JI, Lee HJ, Kim YJ, et al. Multiparametric Monitoring of Early Response to Antiangiogenic Therapy: A Sequential Perfusion CT and PET/CT Study in a Rabbit VX2 Tumor Model. *Sci World J*. 2014;2014:701954.
244. Suh MS, Park HJ, Choi HS, et al. Case Report of PET/CT Imaging of a Patient with Neuroblastoma Using 18F-FPBG. *Pediatrics*. 2014;134:e1731–e1734.
245. Lee WW, So Y, Kim KB, et al. Impaired Coronary Flow Reserve Is the Most Important Marker of Viable Myocardium in the Myocardial Segment-Based Analysis of Dual-Isotope Gated Myocardial Perfusion Single-Photon Emission Computed Tomography. *Korean J Radiol*. 2014;15:277–285.
246. Kim JY, Son MH, Choi KH, et al. Synthesis and In vivo Evaluation of 5-Methoxy-2-(phenylethynyl)quinoline (MPEQ) and [11C]MPEQ Targeting Metabotropic Glutamate Receptor 5 (mGluR5). *Bull Korean Chem Soc*. 2014;35:2304–2310.
247. Moon BS, Park JH, Lee HJ, et al. Routine production of [18F]flumazenil from iodonium to sylvate using a sample pretreatment method: a 2.5-year production report. *Mol Imaging Biol*. 2014;16:619–25.
248. Moon BS, Kim BS, Park CS, et al. [18F]Fluoromethyl-PBR28 as a potential radiotracer for TSPO: preclinical comparison with [11C]PBR28 in a rat model of neuroinflammation. *Bioconjug Chem*. 2014;25:442–50.
249. Lee HE, Lee HK, Chang HJ, et al. Virus templated gold nanocube chain for SERS nanoprobe. *Small*. 2014;10:3007–11.
250. Yang JK, Kang HM, Lee HM, et al. Single-step and rapid growth of silver nanoshells as SERS-active nanostructures for label-free detection of pesticides. *ACS Appl Mater Interfaces*. 2014;6:12541–9.
251. Kang HM, Yang JK, Noh MS, et al. One-step synthesis of silver nanoshells with bumps for highly sensitive near-IR SERS nanoprobe. 2014;2:4415–21.
252. Chang HJ, Kang HM, Yang JK, et al. Ag shell-Au satellite hetero-nanostructure for ultra-sensitive, reproducible, and homogeneous NIR SERS activity. *ACS Appl Mater Interfaces*. 2014;6:11859–63.
253. Kim YI, Kim SK, Paeng JC, et al. Comparison of F-18-FDG PET/CT findings between pancreatic solid pseudopapillary tumor and pancreatic ductal adenocarcinoma. *Eur J Radiol*. 2014;83:231–5.
- 2015년
254. Chung T, Youn H, Yeom CJ, et al. Glycosylation of Sodium/Iodide Symporter (NIS) Regulates Its Membrane Translocation and Radioiodine Uptake. *PLoS One*. 2015;10:e0142984.



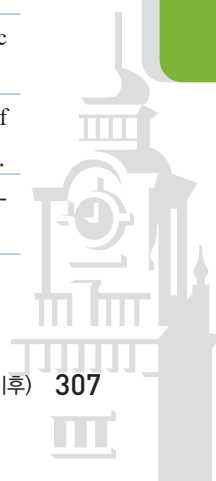
255. Seo HJ, Pagsisihan JR, Paeng JC, et al. Hemodynamic Significance of Internal Carotid or Middle Cerebral Artery Stenosis Detected on Magnetic Resonance Angiography. *Yonsei Med J*. 2015;56:1686–93.
256. Keam B, Lee SJ, Kim TM, et al. Total Lesion Glycolysis in Positron Emission Tomography Can Predict Gefitinib Outcomes in Non-Small-Cell Lung Cancer with Activating EGFR Mutation. *J Thorac Oncol*. 2015;10:1189–94.
257. Song YS, Paeng JC, Kim HC, et al. PET/CT-Based Dosimetry in ⁹⁰Y-Microsphere Selective Internal Radiation Therapy: Single Cohort Comparison With Pretreatment Planning on (^{99m}Tc)-MAA Imaging and Correlation With Treatment Efficacy. *Medicine (Baltimore)*. 2015;94:e945.
258. Lee SJ, Seo HJ, Kang KW, et al. Clinical Performance of Whole-Body ¹⁸F-FDG PET/Dixon-VIBE, T1-Weighted, and T2-Weighted MRI Protocol in Colorectal Cancer. *Clin Nucl Med*. 2015;40:e392–8.
259. Koo HR, Park JS, Kang KW, et al. Correlation between (¹⁸F)-FDG uptake on PET/CT and prognostic factors in triple-negative breast cancer. *Eur Radiol*. 2015;25:3314–21.
260. Jeong S, Kim YI, Kang H, et al. Fluorescence-Raman dual modal endoscopic system for multiplexed molecular diagnostics. *Sci Rep*. 2015;5:9455.
261. Kim YI, Cheon GJ, Paeng JC, et al. Usefulness of MRI-assisted metabolic volumetric parameters provided by simultaneous (¹⁸F)-fluorocholine PET/MRI for primary prostate cancer characterization. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2015;42:1247–56.
262. Ha S, Hong SH, Paeng JC, et al. Comparison of SPECT/CT and MRI in Diagnosing Symptomatic Lesions in Ankle and Foot Pain Patients: Diagnostic Performance and Relation to Lesion Type. *PLoS One*. 2015;10:e0117583.
263. Kim YH, Youn H, Na J, et al. Codon-optimized human sodium iodide symporter (opt-hNIS) as a sensitive reporter and efficient therapeutic gene. *Theranostics*. 2015;5:86–96.
264. Pak K, Cheon GJ, Kang KW, et al. Prognostic value of SUV_{mean} in oropharyngeal and hypopharyngeal cancers: comparison with SUV_{max} and other volumetric parameters of ¹⁸F-FDG PET. *Clin Nucl Med*. 2015;40:9–13.
265. Kim YI, Im HJ, Paeng JC, et al. Serum thyroglobulin level after radioiodine therapy (Day 3) to predict successful ablation of thyroid remnant in postoperative thyroid cancer. *Ann Nucl Med*. 2015;29:184–9.
266. Choi H, Bang JI, Cheon GJ, et al. ¹⁸F-fluorodeoxyglucose and ¹¹C-methionine positron emission tomography in relation to methyl-guanine methyltransferase promoter methylation in high-grade gliomas. *Nucl Med Commun*. 2015;36:211–8.
267. Im HJ, Pak K, Cheon GJ, et al. Prognostic value of volumetric parameters of (¹⁸F)-FDG PET in non-small-cell lung cancer: a meta-analysis. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2015;42:241–51.
268. Pak K, Suh S, Hong H, et al. Chung JK. Diagnostic values of thyroglobulin measurement in fine-needle aspiration of lymph nodes in patients with thyroid cancer. *Endocrine*. 2015;49:70–7.
269. Khang AR, Cho SW, Choi HS, et al. The risk of second primary malignancy is increased in differentiated thyroid cancer patients with a cumulative (¹³¹I) dose over 37 GBq. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2015;83:117–23.

270. Pak K, Park S, Cheon GJ, et al. Update on nodal staging in non-small cell lung cancer with integrated positron emission tomography/computed tomography: a meta-analysis. *Ann Nucl Med*. 2015;29:409–19.
271. Kong SH, Noh YW, Suh YS, et al. Evaluation of the novel near-infrared fluorescence tracers pullulan polymer nanogel and indocyanine green/ γ -glutamic acid complex for sentinel lymph node navigation surgery in large animal models. *Gastric Cancer*. 2015;18:55–64.
272. Sim JA, Shin JS, Park SM, et al. Association between Information Provision and Decisional Conflict in Cancer Patients. *Ann Oncol*. 2015;26:1974–80.
273. Park S, Choi H, Cheon GJ, et al. ^{18}F -FDG PET/CT in anti-LGI1 encephalitis: initial and follow-up findings. *Clin Nucl Med*. 2015;40:156–8.
274. Ko GB, Lee JS, Yoon HS, et al. Lymph node imaging using novel simultaneous PET/MRI and dual-modality imaging agent. *EJNMMI Phys*. 2015;2:A53.
275. Park HR, Lee JM, Moon HE, et al. A Short Review on the Current Understanding of Autism Spectrum Disorders. *Exp Neurobiol*. 2016;25:1–13.
276. An HJ, Seo S, Kang H, et al. MRI-Based Attenuation Correction for PET/MRI Using Multiphase Level-Set Method. *J Nucl Med*. 2016;57:587–93.
277. Yoo HJ, Lee JS, Lee JM. Integrated whole body MR/PET: where are we? *Korean J Radiol*. 2015;16:32–49.
278. Ko GB, Lee JS. Performance characterization of high quantum efficiency metal package photomultiplier tubes for time-of-flight and high-resolution PET applications. *Med Phys*. 2015;42:510–20.
279. Eo JS, Kim HK, Kim S, et al. Gallium-68 neomannosylated human serum albumin-based PET/CT lympho scintigraphy for sentinel lymph node mapping in non-small cell lung cancer. *Ann Surg Oncol*. 2015;22:636–41.
280. Cho SW, Bae JH, Noh GW, et al. The Presence of Thyroid-Stimulation Blocking Antibody Prevents High Bone Turnover in Untreated Premenopausal Patients with Graves' Disease. *PLoS One*. 2015;10:e0144599.
281. Ahn HY, Min HS, Yeo Y, et al. Radioactive Iodine Therapy Did Not Significantly Increase the Incidence and Recurrence of Subsequent Breast Cancer. *J Clin Endocrinol Metab*. 2015;100:3486–93.
282. Ha S, Oh SW, Kim YK, et al. Clinical Outcome of Remnant Thyroid Ablation with Low Dose Radioiodine in Korean Patients with Low to Intermediate-risk Thyroid Cancer. *J Korean Med Sci*. 2015;30:876–81.
283. Youn H, Chung JK. Modified mRNA as an alternative to plasmid DNA (pDNA) for transcript replacement and vaccination therapy. *Expert Opin Biol Ther*. 2015;15:1337–48.
284. Lee YA, Jung HW, Kim HY, et al. Pediatric patients with multifocal papillary thyroid cancer have higher recurrence rates than adult patients: a retrospective analysis of a large pediatric thyroid cancer cohort over 33 years. *J Clin Endocrinol Metab*. 2015;100:1619–29.
285. Lee D, Na J, Ryu J, et al. Interaction of tetraspan(in) TM4SF5 with CD44 promotes self-renewal and circulating capacities of hepatocarcinoma cells. *Hepatology*. 2015;61:1978–97.
286. Kwon SJ, Lee SK, Na J, et al. Targeting BRG1 Chromatin Remodeler via Its Bromodomain for Enhanced Tumor Cell Radiosensitivity In Vitro and In Vivo. *Mol Cancer Ther*. 2015;14:597–607.



287. Yoon SH, Goo JM, Lee SM, et al. PET/MR Imaging for Chest Diseases: Review of Initial Studies on Pulmonary Nodules and Lung Cancers. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2015;23:245–59.
288. Ahn SY, Lee JM, Joo I, et al. Prediction of microvascular invasion of hepatocellular carcinoma using gadoxetic acid-enhanced MR and (18)F-FDG PET/CT. *Abdom Imaging*. 2015;40:843–51.
289. Suh YJ, Choi JY, Kim SJ, et al. Comparison of 4D CT, Ultrasonography, and 99mTc Sestamibi SPECT/CT in Localizing Single-Gland Primary Hyperparathyroidism. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2015;152:438–43.
290. Lee SP, Lee ES, Choi H, et al. 11C-Pittsburgh B PET imaging in cardiac amyloidosis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2015;8:50–9.
291. Kang KM, Sohn CH, Kim BS, et al. Correlation of Asymmetry Indices Measured by Arterial Spin-Labeling MR Imaging and SPECT in Patients with Crossed Cerebellar Diaschisis. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2015;36:1662–8.
292. Lee JS, Kang JH, Boo HJ, et al. STAT3-mediated IGF-2 secretion in the tumour microenvironment elicits innate resistance to anti-IGF-1R antibody. *Nat Commun*. 2015;6:8499.
293. Yoo KI, Jeon JY, Ryu SJ, et al. Subdominant H60 antigen-specific CD8 T-cell response precedes dominant H4 antigen-specific response during the initial phase of allogenic skin graft rejection. *Exp Mol Med*. 2015;47:e140.
294. Kim S, Jung J, Lee I, et al. Thyroid disruption by triphenyl phosphate, an organophosphate flame retardant, in zebrafish (*Danio rerio*) embryos/larvae, and in GH3 and FRTL-5 cell lines. *Aquat Toxicol*. 2015;160:188–96.
295. Lim Y, Han SW, Yoon JH, et al. Clinical Implication of Anti-Angiogenic Effect of Regorafenib in Metastatic Colorectal Cancer. *PLoS One*. 2015;10:e0145004.
296. Hwang HY, Paeng JC, Oh HC, et al. Comparison of perfusion and thickening between vein and right internal thoracic artery composite grafts from a randomized trial substudy. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015;150:1187–94.
297. Lee SJ, Paeng JC. Nuclear Molecular Imaging for Vulnerable Atherosclerotic Plaques. *Korean J Radiol*. 2015;16:955–66.
298. Lee KH, Park CM, Lee SM, et al. Pulmonary Nodule Detection in Patients with a Primary Malignancy Using Hybrid PET/MRI: Is There Value in Adding Contrast-Enhanced MR Imaging? *PLoS One*. 2015;10:e0129660.
299. Stacy MR, Paeng JC, Sinusas AJ. The role of molecular imaging in the evaluation of myocardial and peripheral angiogenesis. *Ann Nucl Med*. 2015;29:217–23.
300. Choi H, Choi Y, Kim KW, et al. Maturation of metabolic connectivity of the adolescent rat brain. *Elife*. 2015;27;4, pii: e11571.
301. Kim H, Hahm J, Lee H, et al. Brain Networks Engaged in Audiovisual Integration During Speech Perception Revealed by Persistent Homology-Based Network Filtration. *Brain Connect*. 2015;5:245–58.
302. Song YS, Lee WW, Lee JS, et al. Prediction of Central Nervous System Relapse of Diffuse Large B-Cell Lymphoma Using Pretherapeutic [18F]2-Fluoro-2-Deoxyglucose (FDG) Positron Emission Tomography/Computed Tomography. *Medicine (Baltimore)*. 2015;94:e1978.

303. Park HS, Kim E, Moon BS, et al. In Vivo Tissue Pharmacokinetics of Carbon-11-Labeled Clozapine in Healthy Volunteers: A Positron Emission Tomography Study. *CPT: Pharmacometrics & Systems Pharmacology* 2015;4:305–311
304. Yun JY, Kim JM, Kim HJ, et al. Parkinsonism in corticobasal syndrome may not be primarily due to presynaptic dopaminergic deficiency. *Neurology Asia*. 2015;20:23–27.
305. Cho SS, Yoon EJ, Kim SE. Asymmetry of dopamine D2/3 receptor availability in dorsal putamen and body mass index in non-obese healthy males. *Exp Neurobiol*. 2015;24:90–94.
306. Kim J, Chey JY, Kim SE, et al. The effect of education on regional brain metabolism and its functional connectivity in an aged population utilizing positron emission tomography. *Neurosci Res*. 2015;94:50–61.
307. Suh MS, Lee HY, Jung KW, et al. Diagnostic Accuracy of Meckel Scan with Initial Hemoglobin Level to Detect Symptomatic Meckel Diverticulum. *Eur J Pediatr Surg*. 2015;25:449–53.
308. Han JH, Lim JS, Lee MS, et al. Sodium [18F]Fluoride PET/CT in Myocardial Infarction. *Mol Imaging Biol*. 2015;17:214–21.
309. Youn SW, Kang SY, Kim SA, et al. Subclinical systemic and vascular inflammation detected by 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography in patients with mild psoriasis. *J Dermatol*. 2015;42:559–66.
310. Kwon HG, Choi JY, Moon JH, et al. Effect of Hashimoto thyroiditis on low-dose radioactive-iodine remnant ablation. *Head Neck*. 2015;20
311. So Y, Yi JG, Song IY, et al. Detection of skeletal muscle metastasis: torso FDG PET-CT versus contrast-enhanced chest or abdomen CT. *Acta Radiol*. 2015;56:860–6.
312. Lee HJ, Lee KS, Lee WW. 18F-NaF PET/CT Findings in Fibrous Dysplasia. *Clin Nucl Med*. 2015;40:912–4.
313. Ahn KS, Han HS, Cho JY, et al. Long-term follow-up of non-operated patients with symptomatic gallbladder stones: a retrospective study evaluating the role of Hepatobiliary scanning. *BMC Gastroenterol*. 2015;15:15:136–40.
314. Woo HN, Lee WI, Kim JH, et al. Combined antitumor gene therapy with herpes simplex virus-thymidine kinase and short hairpin RNA specific for mammalian target of rapamycin. *Int J Oncol*. 2015;47:2233–9.
315. Moon BS, Lee HJ, Lee WK, et al. Development of additive [11C]CO₂ target system in the KOTRON-13 cyclotron and its application for [11C]radiopharmaceutical production. *Nucl Instrum Meth B*. 2015;356–357:1–7.
316. Yoo JS, Lee JH, Jung JH, et al. SPECT/CT Imaging of High-Risk Atherosclerotic Plaques using Integrin-Binding RGD Dimer Peptides. *Sci. Rep*. 2015;5:11752.
317. Lee HY, Chang CB, Kang SB. Value of SPECT-CT Imaging for Middle-Aged Patients with Chronic Anterior Knee Pain. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015;16:169.
318. Chang H, Kang H, Jeong S, et al. A fast and reliable readout method for quantitative analysis of surface-enhanced Raman scattering nanoprobe on chip surface. *Rev Sci Instrum*. 2015;86:055004.
319. Jang HL, Lee K, Kang CS, et al. Biofunctionalized ceramic with self-assembled networks of nano-channels. *ACS Nano*. 2015;9:4447–57



320. Yang HC, Kim HR, Jheon S, et al. Recurrence Risk-Scoring Model for Stage I Adenocarcinoma of the Lung. *Ann Surg Oncol*. 2015;22:4089–97.
321. Chung KH, Kim W, Kim BG, et al. Hepatitis B Surface Antigen Quantification across Different Phases of Chronic Hepatitis B Virus Infection Using an Immunoradiometric Assay. *Gut Liver*. 2015;9:657–64.
322. Hwang I, Park YJ, Kim YR, et al. Alteration of gut microbiota by vancomycin and bacitracin improves insulin resistance via glucagon-like peptide 1 in diet-induced obesity. *FASEB J*. 2015;29:2397–411.
323. Kim YI, Suh M, Kim YK, et al. The usefulness of bone SPECT/CT imaging with volume of interest analysis in early axial spondyloarthritis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015;16:9.
324. Song YS, Paeng JC, Kim HC, et al. PET/CT-Based Dosimetry in 90Y-Microsphere Selective Internal Radiation Therapy: Single Cohort Comparison With Pretreatment Planning on (99m)Tc-MAA Imaging and Correlation With Treatment Efficacy. *Medicine*. 2015;94:e945.

2016년

325. Kwon HW, Kim JP, Lee HJ, et al. Radiation Dose from Whole-Body F-18 Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography/Computed Tomography: Nationwide Survey in Korea. *J Korean Med Sci*. 2016;311:S69–74.
326. Song YS, Won JK, Kim MJ, et al. Graves' Patient with Thymic Expression of Thyrotropin Receptors and Dynamic Changes in Thymic Hyperplasia Proportional to Graves' Disease Activity. *Yonsei Med J*. 2016;57:795–798.
327. Han HJ, Kwon N, Choi MA, et al. Peptidyl Prolyl Isomerase PIN1 Directly Binds to and Stabilizes Hypoxia-Inducible Factor-1 α . *PLoS One*. 2016;19:11:e0147038.
328. Sarker A, Im HJ, Cheon GJ, et al. Prognostic Implications of the SUVmax of Primary Tumors and Metastatic Lymph Node Measured by 18F-FDG PET in Patients With Uterine Cervical Cancer: A Meta-analysis. *Clin Nucl Med*. 2016;41:34–40.
329. Chung T, Na J, Kim YI, et al. Dihydropyrimidine Dehydrogenase Is a Prognostic Marker for Mesenchymal Stem Cell-Mediated Cytosine Deaminase Gene and 5-Fluorocytosine Prodrug Therapy for the Treatment of Recurrent Gliomas. *Theranostics*. 2016;6:1477–90.
330. Sarker AK, Im HJ, Paeng JC, et al. Plasmablastic lymphoma exclusively involving bones mimicking osteosarcoma in an immunocompetent patient: A case report. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95:e4241.
331. Park S, Cheon GJ, Paeng JC, et al. Phase analysis of gated myocardial perfusion single-photon emission computed tomography after coronary artery bypass graft surgery: reflection of late reverse remodeling in patients with patent grafts after coronary artery bypass graft surgery. *Nucl Med Commun*. 2016;37:1139–47.
332. Jung KO, Youn H, Kim SH, et al. A new fluorescence/PET probe for targeting intracellular human telomerase reverse transcriptase (hTERT) using Tat peptide-conjugated IgM. *Biochem Biophys Res Commun*. 2016;477:483–9.
333. Lee H, Paeng JC, Hong SH, et al. Appropriate margin thresholds for isocontour metabolic volumetry of fluorine-18 fluorodeoxyglucose PET in sarcoma: a hybrid PET/MRI study. *Nucl Med Commun*. 2016;37:1088–94.

334. Kim YI, Yoon HJ, Paeng JC, et al. Prognostic Value of ⁶⁸Ga-NOTA-RGD PET/CT for Predicting Disease-Free Survival for Patients With Breast Cancer Undergoing Neoadjuvant Chemotherapy and Surgery: A Comparison Study With Dynamic Contrast Enhanced MRI. *Clin Nucl Med*. 2016;41:614–20.
335. Im HJ, Oo S, Jung W, et al. Prognostic Value of Metabolic and Volumetric Parameters of Preoperative FDG-PET/CT in Patients With Resectable Pancreatic Cancer. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95:e3686.
336. Kim WH, Kim CG, Kim MH, et al. Preclinical evaluation of isostructural Tc-99m- and Re-188-folate-Gly-Gly-Cys-Glu for folate receptor-positive tumor targeting. *Ann Nucl Med*. 2016;30:369–79.
337. Kim YI, Paeng JC, Cheon GJ, et al. Prediction of Posttransplantation Recurrence of Hepatocellular Carcinoma Using Metabolic and Volumetric Indices of ¹⁸F-FDG PET/CT. *J Nucl Med*. 2016;57:1045–51.
338. Choi H, Cheon GJ, Kim HJ, et al. Gray matter correlates of dopaminergic degeneration in Parkinson's disease: A hybrid PET/MR study using (¹⁸F)-FP-CIT. *Hum Brain Mapp*. 2016;37:1710–21.
339. Im HJ, Paeng JC, Cheon GJ, et al. Feasibility of simultaneous ¹⁸F-FDG PET/MRI for the quantitative volumetric and metabolic measurements of abdominal fat tissues using fat segmentation. *Nucl Med Commun*. 2016;37:616–22.
340. Im HJ, Hahm J, Kang H, et al. Disrupted brain metabolic connectivity in a 6-OHDA-induced mouse model of Parkinson's disease examined using persistent homology-based analysis. *Sci Rep*. 2016;21:6:33875.
341. Moon SH, Yang BY, Kim YJ, et al. Development of a complementary PET/MR dual-modal imaging probe for targeting prostate-specific membrane antigen (PSMA). *Nanomedicine*. 2016;12:871–9.
342. Kim EJ, Kim S, Seo HS, et al. Novel PET Imaging of Atherosclerosis with ⁶⁸Ga-Labeled NOTA-Neomannosylated Human Serum Albumin. *J Nucl Med*. 2016;57:1792–7.
343. Eo JS, Jeong JM. Angiogenesis Imaging Using (⁶⁸Ga)-RGD PET/CT: Therapeutic Implications. *Semin Nucl Med*. 2016;46:419–27.
344. Kim HK, Quan YH, Oh Y, et al. Macrophage-Targeted Indocyanine Green-Neomannosyl Human Serum Albumin for Intraoperative Sentinel Lymph Node Mapping in Porcine Esophagus. *Ann Thorac Surg*. 2016;102:1149–55.
345. Ko GB, Yoon HS, Kim KY, et al. Simultaneous Multiparametric PET/MRI with Silicon Photomultiplier PET and Ultra-High-Field MRI for Small-Animal Imaging. *J Nucl Med*. 2016;57:1309–15.
346. Park HR, Lee JM, Moon HE, et al. A Short Review on the Current Understanding of Autism Spectrum Disorders. *Exp Neurobiol*. 2016;25:1–13.
347. An HJ, Seo S, Kang H, et al. MRI-Based Attenuation Correction for PET/MRI Using Multiphase Level-Set Method. *J Nucl Med*. 2016;57:587–93.
348. Choi SA, Kwak PA, Kim SK, et al. In vivo bioluminescence imaging for leptomeningeal dissemination of medulloblastoma in mouse models. *BMC Cancer*. 2016;8:16:723.
349. Seo S, Kim SJ, Yoo HB, et al. Noninvasive bi-graphical analysis for the quantification of slowly reversible radioligand binding. *Phys Med Biol*. 2016;21:61:6770–90.



350. Choi Y, Hwang do W, Kim MY, et al. Transgenic Mouse Expressing Optical MicroRNA Reporter for Monitoring MicroRNA-124 Action during Development, *Front Mol Neurosci*. 2016;12:9:52.
351. Im HJ, England CG, Feng L, et al. Accelerated Blood Clearance Phenomenon Reduces the Passive Targeting of PEGylated Nanoparticles in Peripheral Arterial Disease. *ACS Appl Mater Interfaces*. 2016 ;20;8:17955-63.
352. Park H, Lee DS, Kang E, et al. Formation of visual memories controlled by gamma power phase-locked to alpha oscillations, *Sci Rep*. 2016;16;6:28092.
353. England CG, Im HJ, Feng L, et al. Re-assessing the enhanced permeability and retention effect in peripheral arterial disease using radiolabeled long circulating nanoparticles. *Biomaterials*. 2016;100:101-9.
354. Jang J, Lee S, Oh HJ, et al. Fluorescence imaging of in vivo miR-124a-induced neurogenesis of neuronal progenitor cells using neuron-specific reporters. *EJNMMI Res*. 2016;6:38.
355. Choi H, Lee DS. Illuminating the physiology of extracellular vesicles. *Stem Cell Res Ther*. 2016;16;7:55.
356. England CG, Kamkaew A, Im HJ, et al. ImmunopET Imaging of Insulin-Like Growth Factor 1 Receptor in a Subcutaneous Mouse Model of Pancreatic Cancer. *Mol Pharm*. 2016;13:1958-66.
357. Kim MY, Hwang DW, Li F, et al. Detection of intra-brain cytoplasmic 1 (BC1) long noncoding RNA using graphene oxide-fluorescence beacon detector. *Sci Rep*. 2016;6:22552.
358. Hwang DW, Bahng N, Ito K, et al. In vivo targeting of c-Met using a non-standard macrocyclic peptide in gastric carcinoma. *Cancer Lett*. 2016;31 pii: S0304-3835(16)30661-9.
359. Kwon HW, Lee HY, Hwang YH, et al. Diagnostic performance of 18F-FDG-labeled white blood cell PET/CT for cyst infection in patients with autosomal dominant polycystic kidney disease: a prospective study. *Nucl Med Commun*. 2016;37:493-8.
360. Kang KW. History and Organizations for Radiological Protection. *J Korean Med Sci*. 2016;31:S4-5.
361. Lee DH, Lee JM, Hur BY, et al. Colorectal Cancer Liver Metastases: Diagnostic Performance and Prognostic Value of PET/MR Imaging. *Radiology*. 2016;280:782-92.
362. Jeong HJ, Lee BC, Ahn BC, et al. Development of Drugs and Technology for Radiation Theragnosis. *Nuclear Engineering and Technology* 2016;48:597-607.
363. Won JY, Ko GB, Lee JS. Delay grid multiplexing: simple time-based multiplexing and readout method for silicon photomultipliers. *Phys Med Biol*. 2016;7;61:7113-35.
364. Lee SH, Ha S, An HJ, et al. Association between partial-volume corrected SUVmax and Oncotype DX recurrence score in early-stage, ER-positive/HER2-negative invasive breast cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2016;43:1574-84.
365. Won JY, Lee JS. Time-to-digital converter using a tuned-delay line evaluated in 28, 40, and 45 nm FPGAs. *IEEE Trans Instrum Meas*. 2016;65(7):1678-89.
366. Son J-W, Ko GB, Won JY, et al. Development and performance evaluation of a time-of-flight positron emission tomography detector based on a high-quantum-efficiency multi-anode photomultiplier tube. *IEEE Trans Nucl Sci*. 2016;63(1):44-51.
367. Ko GB, Kim KY, Yoon HS, et al. Evaluation of a silicon photomultiplier PET insert for simultaneous PET and MR imaging. *Med Phys*. 2016;43:72-83.

368. Won JY, Kwon SI, Yoon HS, et al. Dual-Phase Tapped-Delay-Line Time-to-Digital Converter With On-the-Fly Calibration Implemented in 40 nm FPGA. *IEEE Trans Biomed Circuits Syst*. 2016;10:231–42.
369. Lee SH, Seo HG, Oh BM, et al. Increased (18)F-FDG uptake in the trapezius muscle in patients with spinal accessory neuropathy. *J Neurol Sci*. 2016;15:362:127–30.
370. Park JH, Pahk K, Kim S, et al. Fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography imaging of T-lymphoblastic lymphoma patients. *Oncol Lett*. 2016;12:1620–1622.
371. Kim JH, Hong SJ, Park CY, et al. Intramyocardial Adipose-Derived Stem Cell Transplantation Increases Pericardial Fat with Recovery of Myocardial Function after Acute Myocardial Infarction. *PLoS One*. 2016;11:e0158067.
372. Song C, Hong BJ, Bok S, et al. Real-time Tumor Oxygenation Changes After Single High-dose Radiation Therapy in Orthotopic and Subcutaneous Lung Cancer in Mice: Clinical Implication for Stereotactic Ablative Radiation Therapy Schedule Optimization. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2016;1:95:1022–31.
373. Lee SM, Goo JM, Park CM, et al. Preoperative staging of non-small cell lung cancer: prospective comparison of PET/MR and PET/CT. *Eur Radiol*. 2016;26:3850–7.
374. Lee JW, Heo EJ, Moon SH, et al. Prognostic value of total lesion glycolysis on preoperative 18F-FDG PET/CT in patients with uterine carcinosarcoma. *Eur Radiol*. 2016;26:4148–54.
375. Chung HH, Kang SY, Ha S, et al. Prognostic value of preoperative intratumoral FDG uptake heterogeneity in early stage uterine cervical cancer. *J Gynecol Oncol*. 2016;27:e15.
376. Kim R, Ock CY, Keam B, et al. Predictive and prognostic value of PET/CT imaging post-chemoradiotherapy and clinical decision-making consequences in locally advanced head & neck squamous cell carcinoma: a retrospective study. *BMC Cancer*. 2016;17:16:116.
377. Kang B, Lee JM, Song YS, et al. Added Value of Integrated Whole-Body PET/MRI for Evaluation of Colorectal Cancer: Comparison With Contrast-Enhanced MDCT. *AJR Am J Roentgenol*. 2016;206:W10–20.
378. Hong G, Suh KS, Suh SW, et al. Alpha-fetoprotein and (18)F-FDG positron emission tomography predict tumor recurrence better than Milan criteria in living donor liver transplantation. *J Hepatol*. 2016;64:852–9.
379. Yun TJ, Paeng JC, Sohn CH, et al. Monitoring Cerebrovascular Reactivity through the Use of Arterial Spin Labeling in Patients with Moyamoya Disease. *Radiology*. 2016;278:205–13.
380. Kim BS, Lee ST, Yun TJ, et al. Capability of arterial spin labeling MR imaging in localizing seizure focus in clinical seizure activity. *Eur J Radiol*. 2016;85:1295–303.
381. Paeng JC. Nuclear Cardiac Imaging: Principles and Applications. *J Nucl Med*. 2016;57:1323.
382. Tekin N, Omidvar N, Morris TP, et al. Protocol for qRT-PCR analysis from formalin fixed paraffin embedded tissue sections from diffuse large b-cell lymphoma: Validation of the six-gene predictor score. *Oncotarget*. 2016;13;7:83319–83329.
383. Son HY, Jeon YH, Chung JK, et al. In vivo monitoring of transfected DNA, gene expression kinetics, and cellular immune responses in mice immunized with a human NIS gene-expressing plasmid. *Int J Immunopathol Pharmacol*. 2016;29:612–25.



384. Palner M, Beinat C, Banister S, et al. Effects of common anesthetic agents on [¹⁸F]flumazenil binding to the GABA A receptor. *EJNMMI Res*. 2016;6:80.
385. Park SH, Park HS, Kim SE. Regional Cerebral Glucose Metabolism in Novelty Seeking and Anti-social Personality: A Positron Emission Tomography Study. *Exp Neurobiol*. 2016;25:185–190.
386. Lee MS, Park HS, Lee BC, et al. Identification of Angiogenesis Rich-Viable Myocardium using RGD Dimer based SPECT after Myocardial Infarction. *Sci Rep*. 2016;6:27520.
387. Bang SA, Song YS, Moon BS, et al. Neuropsychological, Metabolic, and GABAA Receptor Studies in Subjects with Repetitive Traumatic Brain Injury. *J Neurotrauma*. 2016;33:1005–14.
388. Kim JM, Jeong HJ, Bae YJ, et al. Loss of substantia nigra hyperintensity on 7 Tesla MRI of Parkinson's disease, multiple system atrophy, and progressive supranuclear palsy. *Parkinsonism Relat Disord*. 2016;26:47–54.
389. Bae YJ, Kim JM, Kim E, et al. Loss of Nigral Hyperintensity on 3 Tesla MRI of Parkinsonism: Comparison With (123) I-FP-CIT SPECT. *Mov Disord*. 2016;31:684–92.
390. Bang JI, Ha SG, Kang SB, et al. Prediction of neoadjuvant radiation chemotherapy response and survival using pretreatment [(18)F]FDG PET/CT scans in locally advanced rectal cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2016;43:422–31.
391. Bang JI, Jung IS, Song YS, et al. PET imaging of dopamine transporters with [¹⁸F]FE-PE2I: Effects of anti-Parkinsonian drugs. *Nucl Med Biol*. 2016;43:158–64.
392. Bang JI, Ha SG, Kang SB, et al. F-18 Sodium Fluoride Positron Emission Tomography/Computed Tomography for Detection of Thyroid Cancer Bone Metastasis Compared with Bone Scintigraphy. *Korean J Radiol*. 2016;17:281–8.
393. Suh MS, Lee WW, Kim YK, et al. Maximum Standardized Uptake Value of (99m)Tc Hydroxymethylene Diphosphonate SPECT/CT for the Evaluation of Temporomandibular Joint Disorder. *Radiology*. 2016;280:890–6.
394. Lee HJ, Kim JH, Kang YK, et al. Quantitative Single-Photon Emission Computed Tomography/Computed Tomography for Technetium Pertechnetate Thyroid Uptake Measurement. *Medicine*. 2016;95:e4170.
395. Kwon HJ, Choi JY, Moon JH, et al. Effect of Hashimoto thyroiditis on low-dose radioactive-iodine remnant ablation. *Head Neck*. 2016;38:E730–5.
396. Moon JH, Choi JY, Jeong WJ, et al. Recombinant human thyrotropin-stimulated thyroglobulin level at the time of radioactive iodine ablation is an independent prognostic marker of differentiated thyroid carcinoma in the setting of prophylactic central neck dissection. *Clin Endocrinol*. 2016;85:459–65.
397. Kim SK, So Y, Chung HW, et al. Analysis of predictability of F-18 fluorodeoxyglucose-PET/CT in the recurrence of papillary thyroid carcinoma. *Cancer Med*. 2016;5:2756–62.
398. Choi JY, Iacobazzi R, Perrone M, et al. Synthesis and evaluation of tricarbonyl 99mTc-labeled 2-(4-chloro)phenyl-imidazo[1,2-a]pyridine analogs as novel SPECT imaging radiotracer for TSPO-rich cancer. *Int J Mol Sci*. 2016;17:1085.
399. Perrone M, Moon BS, Park HS, et al. A Novel PET Imaging Probe for the Detection and Monitoring of Translocator Protein 18kDa Expression in Pathological Disorders. *Sci Rep*. 2016;6:20422.

400. Lee JH, Jung JH, Lee BC, et al. Design and synthesis of phenoxy pyridyl acetamide or aryl-oxodihydropurine derivatives for the development of novel PET imaging targeting the translocator protein 18 kDa (TSPO). *Bull. Korean Chem. Soc.* 2016;37:1874-7.
401. Jeong HJ, Lee BC, Ahn BC, et al. Development of drugs and technology for radiation theragnosis. *Nucl Eng Technol.* 2016;48:597-607.
402. Song IH, Lee TS, Park YS, et al. Immuno-PET Imaging and Radioimmunotherapy ^{64}Cu -/ ^{177}Lu -Labeled Anti-EGFR Antibody in Esophageal Squamous Cell Carcinoma Model. *J Nucl Med.* 2016;57:1105-11.
403. Lu Y, Jung JH, Lee HJ, et al. Synthesis and In Vivo Evaluation of a Kit-Type $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -labeled N-(2-Aminoethyl)-3-(4-(2-hydroxy-3-(isopropylaminopropoxy)phenyl)propanamide as a Selective β_1 -Adrenoceptor-binding SPECT Radiotracer. *Bull. Korean Chem. Soc.* 2016;37:2029-2035.
404. Chang HJ, Kang HM, Ko EB, et al. PSA Detection with Femtomolar Sensitivity and a Broad Dynamic Range Using SERS Nanoprobes and an Area-Scanning Method. *ACS Sens.* 2016;1:645-9.
405. Lee SJ, Jung YS, Yoon MH, et al. Interruption of progerin-lamin A/C binding ameliorates Hutchinson-Gilford progeria syndrome phenotype. *J Clin Invest.* 2016;126:3879-93.
406. Kwon HW, Lee HY, Hwang YH, et al. Diagnostic performance of ^{18}F -FDG-labeled white blood cell PET/CT for cyst infection in patients with autosomal dominant polycystic kidney disease: a prospective study. *Nucl Med Commun.* 2016;37:493-8.
407. Kim Y, Lee HY, Yoon HJ, et al. Utility of ^{18}F -fluorodeoxy glucose and ^{18}F -sodium fluoride positron emission tomography/computed tomography in the diagnosis of medication-related osteonecrosis of the jaw: A preclinical study in a rat model. *J Craniomaxillofac Surg.* 2016;44:357-63.
408. Yun TJ, Paeng JC, Sohn CH, et al. Monitoring Cerebrovascular Reactivity through the Use of Arterial Spin Labeling in Patients with Moyamoya Disease. *Radiology.* 2016;278:205-13.

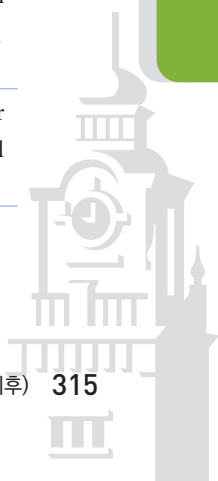
2017년

409. Kim YI, Jeong S, Jung KO, et al. Simultaneous Detection of EGFR and VEGF in Colorectal Cancer using Fluorescence-Raman Endoscopy. *Sci Rep.* 2017;7:1035.
410. Kim YI, Paeng JC, Cheon GJ, et al. Discrepancy Between Tumor Antigen Distribution and Radio-labeled Antibody Binding in a Nude Mouse Xenograft Model of Human Melanoma. *Cancer Biother Radiopharm.* 2017;32:83-89.
411. Lee SJ, Paeng JC, Goo JM, et al. Comparative characteristics of quantitative indexes for ^{18}F -FDG uptake and metabolic volume in sequentially obtained PET/MRI and PET/CT. *Nucl Med Commun.* 2017;38:333-9.
412. Lim YJ, Chang JH, Kim HJ, et al. Superior Treatment Response and In-field Tumor Control in Epidermal Growth Factor Receptor-mutant Genotype of Stage III Nonsquamous Non-Small cell Lung Cancer Undergoing Definitive Concurrent Chemoradiotherapy. *Clin Lung Cancer.* 2017;18:e169-e178.
413. Jung KO, Youn H, Lee CH, et al. Visualization of exosome-mediated miR-210 transfer from hypoxic tumor cells. *Oncotarget.* 2017;8:9899-9910.
414. Paek SH, Yi KH, Kim SJ, et al. Feasibility of sentinel lymph node dissection using $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -phytate in papillary thyroid carcinoma. *Ann Surg Treat Res.* 2017;93:240-245.
415. Lee IJ, Park JY, Kim YI, et al. Image-Based Analysis of Tumor Localization After Intra-Arterial Delivery of Technetium- $^{99\text{m}}$ -Labeled SPIO Using SPECT/CT and MRI. *Mol Imaging.* 2017;16:1-9.



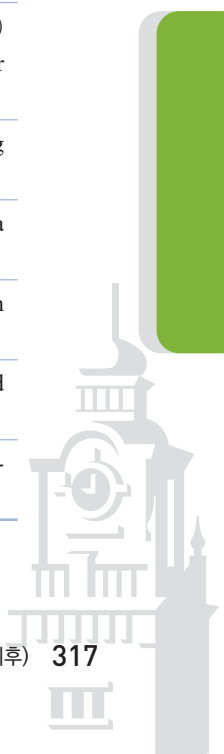
416. Kim YI, Kim YJ, Paeng JC, et al. Heterogeneity index evaluated by slope of linear regression on 18F-FDG PET/CT as a prognostic marker for predicting tumor recurrence in pancreatic ductal adenocarcinoma. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2017;44:1995–2003.
417. Kim YI, Kim YJ, Paeng JC, et al. Prediction of breast cancer recurrence using lymph node metabolic and volumetric parameters from 18F-FDG PET/CT in operable triple-negative breast cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2017;44:1787–95.
418. Kim JW, Seo S, Kim HS, et al. Erratum to: Comparative evaluation of the algorithms for parametric mapping of the novel myocardial PET imaging agent 18F-FPTP. *Ann Nucl Med*. 2017;31:480.
419. Kim JW, Seo S, Kim HS, et al. Comparative evaluation of the algorithms for parametric mapping of the novel myocardial PET imaging agent 18F-FPTP. *Ann Nucl Med*. 2017;31:469–79.
420. Bakht MK, Oh SW, Hwang DW, et al. The Potential Roles of Radionanomedicine and Radioexosomes in Prostate Cancer Research and Treatment. *Curr Pharm Des*. 2017;23:2976–2990.
421. Kim MJ, Oh SW, Youn H, et al. Thyroid-Related Protein Expression in the Human Thymus. *Int J Endocrinol*. 2017;2017:8159892.
422. Sim JA, Chang YJ, Shin A, et al. Perceived needs for the information communication technology (ICT)-based personalized health management program, and its association with information provision, health-related quality of life (HRQOL), and decisional conflict in cancer patients. *Psychooncology*. 2017;26:1810–7.
423. Heo JY, Kang SH, Kim YH, et al. Toward redesigning the PEG surface of nanocarriers for tumor targeting: impact of inner functionalities on size, charge, multivalent binding, and biodistribution. *Chem Sci*. 2017;8:5186–95.
424. Oh HJ, Shin Y, Chung S, et al. Convective exosome-tracing microfluidics for analysis of cell-non-autonomous neurogenesis. *Biomaterials*. 2017;112:82–94.
425. Lee B, Kim YK, Lee JY, et al. Preclinical analyses of [18F]cEFQ as a PET tracer for imaging metabotropic glutamate receptor type 1 (mGluR1). *J Cereb Blood Flow Metab*. 2017;37:2283–93.
426. Jeong S, Park JY, Cha MG, et al. Highly robust and optimized conjugation of antibodies to nanoparticles using quantitatively validated protocols. *Nanoscale*. 2017;9:2548–55.
427. Hwang DW, Kim HY, Li F, et al. In vivo visualization of endogenous miR-21 using hyaluronic acid-coated graphene oxide for targeted cancer therapy. *Biomaterials*. 2017;121:144–154.
428. Jeon SY, Seo S, Lee JS, et al. [11C]-(R)-PK11195 positron emission tomography in patients with complex regional pain syndrome: A pilot study. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96:e5735.
429. Choi H, Ha S, Im HJ, et al. Refining diagnosis of Parkinson's disease with deep learning-based interpretation of dopamine transporter imaging. *Neuroimage Clin*. 2017;16:586–94.
430. Hwang DW, Kwon HW, Jang J, et al. Neuron-Specific Fluorescence Reporter-Based Live Cell Tracing for Transdifferentiation of Mesenchymal Stem Cells into Neurons by Chemical Compound. *Stem Cells Int*. 2017;2017:8452830.
431. Jiang D, Im HJ, Sun H, et al. Radiolabeled pertuzumab for imaging of human epidermal growth factor receptor 2 expression in ovarian cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2017;44:1296–1305.
432. Lee KH, Kang SK, Goo JM, et al. Relationship Between Ktrans and K1 with Simultaneous Versus Separate MR/PET in Rabbits with VX2 Tumors. *Anticancer Res*. 2017;37:1139–1148.

433. Lee SP, Im HJ, Kang S, et al. Noninvasive Imaging of Myocardial Inflammation in Myocarditis using ^{68}Ga -tagged Mannosylated Human Serum Albumin Positron Emission Tomography. *Theranostics*. 2017;7:413–424.
434. Coenen HH, Gee AD, Adam M, et al. Consensus nomenclature rules for radiopharmaceutical chemistry – Setting the record straight. *Nucl Med Biol*. 2017;55:v-xi.
435. Kim HY, Park C, Lee JY, et al. One-pot radiosynthesis of O-[^{18}F]fluoromethyl-D-tyrosine via intra-molecular nucleophilic ^{18}F -fluorination with 1,2,3-triazolium triflate salt precursor. *Appl Radiat Isot*. 2017;132:105–9.
436. Chen Q, Zhang Y, Hou H, et al. Neural correlates of the popular music phenomenon: evidence from functional MRI and PET imaging. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2017;44:1033–41.
437. Carr R, Ozdag H, Tekin N, et al. The effect of biological heterogeneity on R-CHOP treatment outcome in diffuse large B-cell lymphoma across five international regions. *Leuk Lymphoma*. 2017;58:1178–83.
438. Park S, Ha S, Kwon HW, et al. Prospective Evaluation of Changes in Tumor Size and Tumor Metabolism in Patients with Advanced Gastric Cancer Undergoing Chemotherapy: Association and Clinical Implication. *J Nucl Med*. 2017;58:899–904.
439. Park JY, Lee JW, Lee HJ, et al. Prognostic significance of preoperative ^{18}F -FDG PET/CT in uterine leiomyosarcoma. *J Gynecol Oncol*. 2017;28:e28.
440. Hwang D, Jeon KH, Lee JM, et al. Diagnostic Performance of Resting and Hyperemic Invasive Physiological Indices to Define Myocardial Ischemia: Validation With ^{13}N -Ammonia Positron Emission Tomography. *JACC Cardiovasc Interv*. 2017;10:751–760.
441. Lee KH, Kang SK, Goo JM, et al. Relationship Between K_{trans} and K_{1} with Simultaneous Versus Separate MR/PET in Rabbits with VX2 Tumors. *Anticancer Res*. 2017;37:1139–48.
442. Kim TH, Kim J, Kang YK, et al. Identification of Metabolic Biomarkers Using Serial ^{18}F -FDG PET/CT for Prediction of Recurrence in Advanced Epithelial Ovarian Cancer. *Transl Oncol*. 2017;10:297–303.
443. Kang SY, Cheon GJ, Lee M, et al. Prediction of Recurrence by Preoperative Intratumoral FDG Uptake Heterogeneity in Endometrioid Endometrial Cancer. *Transl Oncol*. 2017;10:178–183.
444. Kim OH, Kim H, Kang J, et al. Impaired phagocytosis of apoptotic cells causes accumulation of bone marrow-derived macrophages in aged mice. *BMB Rep*. 2017;50:43–48.
445. Lee JM, Hwang D, Park J, et al. Exploring Coronary Circulatory Response to Stenosis and Its Association With Invasive Physiologic Indexes Using Absolute Myocardial Blood Flow and Coronary Pressure. *Circulation*. 2017;136:1798–1808.
446. Chung HH, Lee M, Kim HS, et al. Prognostic implication of the metastatic lesion-to-ovarian cancer standardised uptake value ratio in advanced serous epithelial ovarian cancer. *Eur Radiol*. 2017;27:4510–4515.
447. Chung HH, Cheon GJ, Kim JW, et al. Prognostic importance of lymph node-to-primary tumor standardized uptake value ratio in invasive squamous cell carcinoma of uterine cervix. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2017;44:1862–1869.



448. Jo J, Kwon HW, Park S, et al. Prospective Evaluation of the Clinical Implications of the Tumor Metabolism and Chemotherapy-Related Changes in Advanced Biliary Tract Cancer. *J Nucl Med*. 2017;58:1255–1261.
449. Lee MS, Cho JY, Kim SY, et al. Diagnostic value of integrated PET/MRI for detection and localization of prostate cancer: Comparative study of multiparametric MRI and PET/CT. *J Magn Reson Imaging*. 2017;45:597–609.
450. Lee M, Lee H, Cheon GJ, et al. Prognostic value of preoperative intratumoral FDG uptake heterogeneity in patients with epithelial ovarian cancer. *Eur Radiol*. 2017;27:16–23.
451. Biswas S, Better N, Pascual TN, et al. Nuclear Cardiology Practices and Radiation Exposure in the Oceania Region: Results From the IAEA Nuclear Cardiology Protocols Study (INCAPS). *Heart Lung Circ*. 2017;26:25–34.
452. Pascual TN, Mercuri M, El-Haj N, et al. Nuclear Cardiology Practice in Asia: Analysis of Radiation Exposure and Best Practice for Myocardial Perfusion Imaging-Results From the IAEA Nuclear Cardiology Protocols Cross-Sectional Study (INCAPS). *Circ J*. 2017;81:501–510.
453. Vitola JV, Mut F, Alexánder E, et al. Opportunities for improvement on current nuclear cardiology practices and radiation exposure in Latin America: Findings from the 65-country IAEA Nuclear Cardiology Protocols cross-sectional Study (INCAPS). *J Nucl Cardiol*. 2017;24:851–859.
454. Im HJ, Cheon GJ. Sex difference in cardiac metabolism in nonischemic heart failure: Insight for prognostic value of altered cardiac metabolism. *J Nucl Cardiol*. 2017;24:1236–1238.
455. Park SW, Kim JH, Park JH, et al. Temporal bone chondroblastoma: Imaging characteristics with pathologic correlation. *Head Neck*. 2017;39:2171–9.
456. Chong S, Park JD, Chae JH, et al. Extensive brain infarction involving deep structures during an acetazolamide-challenged single-photon emission computed tomography scan in a patient with moyamoya disease. *Childs Nerv Syst*. 2017;33:2029–33.
457. Choi JW, Yoo MY, Kim HC, et al. Prophylactic Temporary Occlusion of the Cystic Artery Using a Fibered Detachable Coil During 90Y Radioembolization. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2017;40:1624–30.
458. Lim Y, Bang JI, Han SW, et al. Total lesion glycolysis (TLG) as an imaging biomarker in metastatic colorectal cancer patients treated with regorafenib. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2017;44:757–64.
459. Cho SG, Park KS, Kim J, et al. Coronary flow reserve and relative flow reserve measured by N-13 ammonia PET for characterization of coronary artery disease. *Ann Nucl Med*. 2017;31:144–52.
460. Wang MJ, Yi S, Han JY, et al. Oligomeric forms of amyloid- β protein in plasma as a potential blood-based biomarker for Alzheimer's disease. *Alzheimers Res Ther*. 2017;9:98
461. Song YS, Park HS, Lee BC et al. Imaging of Integrin $\alpha v \beta 3$ Expression in Lung Cancers and Brain Tumors Using Single-Photon Emission Computed Tomography with a Novel Radiotracer ^{99m}Tc -IDA-D-[c(RGDfK)]₂. *Cancer Biother Radiopharm*. 2017;32:288–296.
462. Song YS, Kim JM, Kim KJ et al. Serum Ceruloplasmin and Striatal Dopamine Transporter Density in Parkinson Disease: Comparison With ^{123}I -FP-CIT SPECT. *Clin Nucl Med*. 2017;42:675–679.
463. Yun CH, Lee HY, Lee SK et al. Amyloid Burden in Obstructive Sleep Apnea. *J Alzheimers Dis*. 2017;59:21–29.

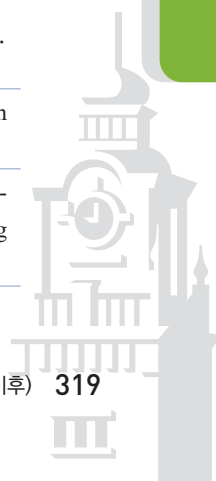
464. Kim W, Park HS, Moon BS, Lee BC et al. PET measurement of “GABA shift” in the rat brain: a preclinical application of bolus plus constant infusion paradigm of [18F]flumazenil. *Nucl Med Biol.* 2017;45:30–34
465. Kim JH, Lee JO, Jin Ho Paik JG et al. Different predictive values of interim 18F-FDG PET/CT in germinal center like and non-germinal center like diffuse large B-cell lymphoma. *Ann Nucl Med.* 2017;31:1–11.
466. Lee WW, So Y, Kang SY et al. F-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography for differential diagnosis and prognosis prediction of vascular tumors. *Oncol Lett.* 2017;14:665–72.
467. Ji Hyun Kim, Hwan Hee Lee, Yu Suhn Kang, et al. Maximum Standardized Uptake Value of Quantitative Bone Single-Photon Emission Computed Tomography/Computed Tomography in Patients with Medial Compartment Osteoarthritis of the Knee. *Clin Radiol.* 2017;72:580–9.
468. Choi HY, Han JH, Lim SY, et al. Imaging of Myocardial Ischemia-reperfusion Injury using Sodium [18F]Fluoride Positron Emission Tomography/Computed Tomography in Rats and Humans. *Mol Imaging.* 2017;16:1536012117704767.
469. Lee BC, Moon BS, Park HS, et al. The position of fluorine in CP-118,954 affects AChE inhibition potency and PET imaging quantification for AChE expression in the rat brain. *Eur J Pharm Sci.* 2017;109:209–216.
470. Song IH, Noh Y, Kwon JH, et al. Immuno-PET imaging based radioimmunotherapy in head and neck squamous cell carcinoma model Oncotarget. 2017;8:92090–92105.
471. Kim JH, Moon BS, Lee BC, Cho YS, et al. A potential PET radiotracer for 5-HT_{2c} receptor: Synthesis and in vivo evaluation of 4-(3-[18F]fluorophenethoxy pyrimidine. *ACS Chem Neurosci.* 2017;8:996–1003.
472. Ha SG, Park SH, Bang JI, et al. Metabolic Radiomics for Pretreatment 18F-FDG PET/CT to Characterize Locally Advanced Breast Cancer: Histopathologic Characteristics, Response to Neoadjuvant Chemotherapy, and Prognosis. *Sci Rep.* 2017;8:7:1556
473. Kang HG, Lee HY, Kim KM, et al. A feasibility study of an integrated NIR/gamma/visible imaging system for endoscopic sentinel lymph node mapping. *Med Phys.* 2017;44:227–39
474. Shin HB, Sheen HS, Lee HY, et al. Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) information conversion procedure for SUV calculation of PET scanners with different DICOM header information. *Phys Med.* 2017;44:243–8
475. Kim JW, Seo SH, Kim HS, et al. Comparative evaluation of the algorithms for parametric mapping of the novel myocardial PET imaging agent 18F-FPTP. *Ann Nucl Med.* 2017;31:469–79.
476. Byun JM, Kim KH, Kim M, et al. Diagnosis of secondary peripheral neurolymphomatosis: a multi-center experience. *Leuk Lymphoma.* 2017;58:2624–32
477. Lee BH, Kim KD, Choi JY, et al. Efficacy of the multidisciplinary tumor board conference in gynecologic oncology A prospective study. *Medicine.* 2017;96:e8089
478. Uh MH, Kim JS, Park JH, et al. Fabrication of Localized Surface Plasmon Resonance Sensor Based on Optical Fiber and Micro Fluidic Channel. *J Nanosci Nanotechnol.* 2017;17:1083–91.
479. Lee JS, Kim HY, Jo CS, et al. Enzyme-Driven Hasselback-Like DNA-Based Inorganic Superstructures. *Adv. Funct. Mater.* 2017;27:1704213.



2018년

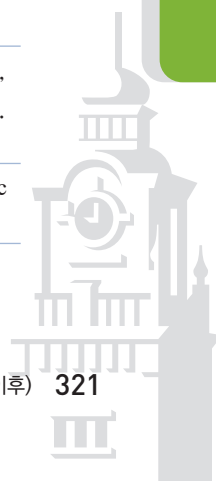
480. Bakht MK, Derecichei I, Li Y, et al. Neuroendocrine differentiation of prostate cancer leads to PSMA suppression. *Endocr Relat Cancer*. 2018;23:26:131–46.
481. Chung SJ, Youn H, Jeong EJ, et al. In vivo imaging of activated macrophages by 18F-FEDAC, a TSPO targeting PET ligand, in the use of biologic disease-modifying anti-rheumatic drugs (bDMARDs). *Biochem Biophys Res Commun*. 2018;17:506:216–22.
482. Kim YI, Paeng JC, Park YS, et al. Relation of EGFR Mutation Status to Metabolic Activity in Localized Lung Adenocarcinoma and Its Influence on the Use of FDG PET/CT Parameters in Prognosis. *AJR Am J Roentgenol*. 2018;210:1346–51.
483. Park S, Paeng JC, Kang CH, et al. Dual-time point 18F-FDG PET/CT for the staging of oesophageal cancer: the best diagnostic performance by retention index for N-staging in non-calcified lymph nodes. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2018;45:1317–28.
484. Chung SJ, Yoon HJ, Youn H, et al. 18F-FEDAC as a Targeting Agent for Activated Macrophages in DBA/1 Mice with Collagen-Induced Arthritis: Comparison with 18F-FDG. *J Nucl Med*. 2018;59:839–45.
485. Kim YI, Cheon GJ, Kang SY, et al. Prognostic value of simultaneous 18F-FDG PET/MRI using a combination of metabolo-volumetric parameters and apparent diffusion coefficient in treated head and neck cancer. *EJNMMI Res*. 2018;8:2.
486. Lee MS, Kim JH, Paeng JC, et al. Whole-Body Voxel-Based Personalized Dosimetry: The Multiple Voxel S-Value Approach for Heterogeneous Media with Nonuniform Activity Distributions. *J Nucl Med*. 2018;59:1133–9.
487. Lee HS, Lee S, Park S, et al. The association between somatic and psychological discomfort and health-related quality of life according to the elderly and non-elderly. *Qual Life Res*. 2018;27:673–81.
488. Oh HJ, Kim J, Park H, Chung S, et al. Graphene-oxide quenching-based molecular beacon imaging of exosome-mediated transfer of neurogenic miR–193a on microfluidic platform. *Biosens Bioelectron*. 2018;20:647–56.
489. Lee H, Chung MK, Kang H, et al. ABNORMAL HOLE DETECTION IN BRAIN CONNECTIVITY BY KERNEL DENSITY OF PERSISTENCE DIAGRAM AND HODGE LAPLACIAN. *Proc IEEE Int Symp Biomed Imaging*. 2018;2018:20–23.
490. Choi H, Kang H, Lee DS et al. Predicting Aging of Brain Metabolic Topography Using Variational Autoencoder. *Front Aging Neurosci*. 2018;12:212.
491. Moon SH, Hong MK, Kim YJ, et al. Development of a Ga–68 labeled PET tracer with short linker for prostate-specific membrane antigen (PSMA) targeting. *Bioorg Med Chem*. 2018;15:26:2501–2507.
492. Choe MK, Lim M, Kim JS, et al. Disrupted Resting State Network of Fibromyalgia in Theta frequency. *Sci Rep*. 2018;1:8:2064.
493. Park H, Lee S, Ko GB, et al. Achieving reliable coincidence resolving time measurement of PET detectors using multichannel waveform digitizer based on DRS4 chip. *Phys Med Biol*. 2018;10:63:24NT02.

-
494. Won JY, Lee JS. Highly Integrated FPGA-Only Signal Digitization Method Using Single-Ended Memory Interface Input Receivers for Time-of-Flight PET Detectors, *IEEE Trans Biomed Circuits Syst*. 2018;12:1401–9.
-
495. Park J, Hwang D, Kim KY, et al. Computed tomography super-resolution using deep convolutional neural network, *Phys Med Biol*. 2018;63:145011.
-
496. Shin S, Kim S, Seo S, et al. The relationship between dopamine receptor blockade and cognitive performance in schizophrenia: a [11C]-raclopride PET study with aripiprazole, *Transl Psychiatry*. 2018;8:87.
-
497. Lee S, Lee MS, Kim KY, et al. Systematic study on factors influencing the performance of inter-detector scatter recovery in small-animal PET, *Med Phys*. 2018;45:3551–62.
-
498. Lee MS, Kang SK, Lee JS. Novel inter-crystal scattering event identification method for PET detectors, *Phys Med Biol*. 2018;63:115015.
-
499. Lee S, Lee MS, Won JY, et al. Performance of a new accelerating-electrode-equipped fast-time-response PMT coupled with fast LGSO, *Phys Med Biol*. 2018;63:05NT03.
-
500. Lee JY, Kim HY, Lee YS, et al. Naphthol Blue Black and ^{99m}Tc-Labeled Mannosylated Human Serum Albumin(^{99m}Tc-MSA) Conjugate as a Multimodal Lymph Node Mapping Nanocarrier, *Sci Rep*. 2018;8:13636
-
501. Lee YS, Kim DY, Kim TJ, et al. Loss of toll-like receptor 3 aggravates hepatic inflammation but ameliorates steatosis in mice, *Biochem Biophys Res Commun*. 2018;497:957–62.
-
502. Kim HY, Park C, Lee JY, et al. One-pot radiosynthesis of O-[18F]fluoromethyl-D-tyrosine via intra-molecular nucleophilic 18F-fluorination with 1,2,3-triazolium triflate salt precursor, *Appl Radiat Isot*. 2018;132:105–9
-
503. Chung HH, Cheon GJ, Kim JW, et al. Prognostic value of lymph node-to-primary tumor standardized uptake value ratio in endometrioid endometrial carcinoma, *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2018;45:47–55.
-
504. Lee JW, Park JY, Lee HJ, et al. Preoperative [18F]FDG PET/CT tumour heterogeneity index in patients with uterine leiomyosarcoma: a multicentre retrospective study, *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2018;45:1309–16.
-
505. Lee YA, Cho SW, Sung HK, et al. Effects of Maternal Iodine Status during Pregnancy and Lactation on Maternal Thyroid Function and Offspring Growth and Development: A Prospective Study Protocol for the Ideal Breast Milk Cohort, *Endocrinol Metab(Seoul)*. 2018;33:395–402.
-
506. Oh SW, Cheon GJ. Prostate-Specific Membrane Antigen PET Imaging in Prostate Cancer: Opportunities and Challenges, *Korean J Radiol*. 2018;19:819–31.
-
507. Chung HH, Kim JW, Park NH, et al. Prognostic importance of peritoneal lesion-to-primary tumour standardized uptake value ratio in advanced serous epithelial ovarian cancer, *Eur Radiol*. 2018;28:2107–114.
-
508. Cho N, Im SA, Cheon GJ, et al. Integrated 18F-FDG PET/MRI in breast cancer: early prediction of response to neoadjuvant chemotherapy, *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2018;45:328–339.
-
509. Yoon SH, Goo JM, Lee CH, et al. Virtual reality-assisted localization and three-dimensional printing-enhanced multidisciplinary decision to treat radiologically occult superficial endobronchial lung cancer, *Thorac Cancer*. 2018;9:11:1525–7.
-



510. Park EH, Lee EY, Lee YJ, et al. Infliximab biosimilar CT-P13 therapy in patients with Takayasu arteritis with low dose of glucocorticoids: a prospective single-arm study. *Rheumatol Int*. 2018;38:2233–2242.
511. Moon SH, Choi WH, Yoo IR, et al. Prognostic Value of Baseline 18F-Fluorodeoxyglucose PET/CT in Patients with Multiple Myeloma: A Multicenter Cohort Study. *Korean J Radiol*. 2018;19:481–8.
512. Joo I, Kim HC, Kim GM, et al. Imaging Evaluation Following 90Y Radioembolization of Liver Tumors: What Radiologists Should Know. *Korean J Radiol*. 2018;19:209–22.
513. Yoo RE, Kim JH, Paeng JC, et al. Radiofrequency ablation for treatment of locally recurrent thyroid cancer presenting as a metastatic lymph node with dense macrocalcification: A case report and literature review. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97:9:e0003.
514. Ahn SY, Goo JM, Lee KH, et al. Monitoring tumor response to the vascular disrupting agent CKD–516 in a rabbit VX2 intramuscular tumor model using PET/MRI: Simultaneous evaluation of vascular and metabolic parameters. *PLoS One*. 2018;13:13:e0192706.
515. Park S, Ha S, Lee SH, Paeng JC, et al. Intratumoral heterogeneity characterized by pretreatment PET in non-small cell lung cancer patients predicts progression-free survival on EGFR tyrosine kinase inhibitor. *PLoS One*. 2018;31:13:e0189766.
516. Kim HC, Kim YJ, Paeng JC, et al. Yttrium–90 Radioembolization of the Right Inferior Phrenic Artery in 20 Patients with Hepatocellular Carcinoma. *J Vasc Interv Radiol*. 2018;29:556–63.
517. Choi H, Lee DS, Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. Generation of Structural MR Images from Amyloid PET: Application to MR-Less Quantification. *J Nucl Med*. 2018;59:1111–7.
518. Choi H, Jin KH, Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. Predicting cognitive decline with deep learning of brain metabolism and amyloid imaging. *Behav Brain Res*. 2018;15:344:103–9.
519. Na KJ, Choi H. Immune landscape of papillary thyroid cancer and immunotherapeutic implications. *Endocr Relat Cancer*. 2018;25:523–31.
520. Choi H, Na KJ. Integrative analysis of imaging and transcriptomic data of the immune landscape associated with tumor metabolism in lung adenocarcinoma: Clinical and prognostic implications. *Theranostics*. 2018;19:56–65.
521. Choi H, Na KJ. A Risk Stratification Model for Lung Cancer Based on Gene Co expression Network and Deep Learning. *Biomed Res Int*. 2018;16:2914280.
522. Choi H, Na KJ. Pan-cancer analysis of tumor metabolic landscape associated with genomic alterations. *Mol Cancer*. 2018;17:150.
523. Kim KJ, Kim JM, Bae YJ, et al. 123I-FP-CIT SPECT and MRI Findings in a Patient With Parkinsonism After Fenpropoximate Intoxication. *Clin Nucl Med*. 2018;43:e178–e179.
524. Lee CD, Kim GR, Yoon JH et al. In vivo delineation of glioblastoma by targeting tumor-associated macrophages with near-infrared fluorescent silica coated iron oxide nanoparticles in orthotopic xenografts for surgical guidance. *Sci Rep*. 2018;8:11122.
525. Song YS, Kim JH, Lee BC, et al. Biodistribution and Internal Radiation Dosimetry of 99mTc-IDA-D-[c(RGDfK)]₂(BIK–505), a Novel SPECT Radio tracer for the Imaging of Integrin α v β 3 Expression. *Cancer Biother Radiopharm*. 2018;33:396–402.

526. Kang YK, Song YS, Cho SK, et al. Prognostic stratification model for patients with stage I non-small cell lung cancer adenocarcinoma treated with surgical resection without adjuvant therapies using metabolic features measured on F-18 FDG PET and postoperative pathologic factors. *Lung Cancer*. 2018;119:1-6.
527. Kim JH, Song YS, Lee JS, et al. Risk stratification of diffuse large B-cell lymphoma with interim PET-CT based on different cutoff Deauville scores. *Leuk Lymphoma*. 2018;59:340-7.
528. Bae YJ, Kim JM, Kim KJ, et al. Loss of Substantia Nigra Hyperintensity at 3.0-T MR Imaging in Idiopathic REM Sleep Behavior Disorder: Comparison with 123I-FP-CIT SPECT. *Radiology*. 2018;287:285-293.
529. Suh MS, Park SH, Kim YK et al. 18F-NaFPET/CT for the evaluation of temporo mandibular joint disorder. *Clin Radiol*. 2018;73:414.e7-414.e13.
530. Park DJ, Park YS, Son SY, et al. Long-Term Oncologic Outcomes of Laparoscopic Sentinel Node Navigation Surgery in Early Gastric Cancer: A Single-Center, Single-Arm, Phase II Trial. *Ann Surg Oncol*. 2018;25:2357-65.
531. Moon BS, Jung JH, Park HS, et al. Preclinical comparison study between [18F]fluoromethyl-PBR28 and its deuterated analog in a rat model of neuro inflammation. *Bioorg Med Chem Lett*. 2018;28:2925-9.
532. Woo SK, Moon BS, Kim BS, et al. Feasibility of myocardial PET imaging using a benzylguanidine analog: meta-(3-[18F]fluoropropyl) benzylguanidine([18F]mFPBG). *Nucl Med Biol*. 2018;61:63-70.
533. Lim SB, Song DN, Jeon SW, et al. Cobalt-Catalyzed C-F Bond Borylation of Aryl Fluorides. *Org Lett*. 2018;20:7249-52.
534. Kim GR, Paeng JC, Jung JH, et al. Assessment of TSPO in a Rat Experimental Autoimmune Myocarditis Model: A Comparison Study between [18F]Fluoromethyl-PBR28 and [18F]CB251. *Int J Mol Sci*. 2018;19:276.
535. Kwon YD, Kang SW, Park HJ, et al. Novel potential pyrazolopyrimidine based translocator protein ligands for the evaluation of neuroinflammation with PET. *Eur J Med Chem*. 2018;159:292-306.
536. Song HS, Cho SH, Lee HY, et al. The Effects of Progressive Resistance Exercise on Recovery Rate of Bone and Muscle in a Rodent Model of Hindlimb Suspension. *Front Physiol*. 2018;9:1085.
537. Cho JH, Oh AY, Park SY, et al. Loss of NF2 induces TGF- β receptor 1 mediated Non-canonical and oncogenic TGF- β signaling; Implication of Therapeutic effect of T β R1 inhibitor on NF2 syndrome. *Mol Cancer Ther*. 2018;17:2271-84.
538. Kang HG, Song SH, Han YB, et al. Proof-of-concept of a multimodal laparoscope for simultaneous NIR/gamma/visible imaging using wavelength division multiplexing. *Opt Express*. 2018;26:8325-39.
539. Park SY, Oh AY, Cho JH, et al. Therapeutic Effect of Quinacrine, an Antiprotozoan Drug, by Selective Suppression of p-CHK1/2 in p53-Negative Malignant Cancers. *Mol Cancer Res*. 2018;16:935-46.
540. Kang HM, Jeong SY, Jo AL, et al. Ultrasensitive NIR-SERRS Probes with Multiplexed Ratiometric Quantification for In Vivo Antibody Leads Validation. *Adv Healthc Mater*. 2018;7.



541. Lee MS, Han HJ, Han SY, et al. Loss of the E3 ubiquitin ligase MKRN1 represses diet-induced metabolic syndrome through AMPK activation. *Nat Commun.* 2018;9:3404.

542. Kim KM, Zamaleeva AI, Lee YW et al. Characterization of Brain Dysfunction Induced by Bacterial Lipopeptides That Alter Neuronal Activity and Network in Rodent Brains. *J Neurosci.* 2018;38:10672–91.

2019년

543. Kim SJW, Seo S, Kim HS, et al. Multi-atlas cardiac PET segmentation. *Phys Med.* 2019;58:32–39.

544. Koh Y, Lee JM, Woo GU, et al. FDG PET for Evaluation of Bone Marrow Status in T-Cell Lymphoma. *Clin Nucl Med.* 2019;44:4–10.

545. Jeong H, Kim S, Hong BJ, et al. Tumor-Associated Macrophages Enhance Tumor Hypoxia and Aerobic Glycolysis. *Cancer Res.* 2019;79:795–806.

546. Kim E, Wu HG, Keam B, et al. Significance of 18F-FDG PET Parameters According to Histologic Subtype in the Treatment Outcome of Stage III Non-small-cell Lung Cancer Undergoing Definitive Concurrent Chemoradiotherapy. *Clin Lung Cancer.* 2019;20:e9–e23.

547. Kim M, Kim TM, Keam B, et al. A Phase II Trial of Pazopanib in Patients with Metastatic Alveolar Soft Part Sarcoma. *Oncologist.* 2019;24:20–e29.

548. Han JH, Lee HJ, Kang H, et al. Brain Plasticity Can Predict the Cochlear Implant Outcome in Adult-Onset Deafness. *Front Hum Neurosci.* 2019;13:38.

549. Park JY, Song MG, Kim WH, et al. Versatile and Finely Tuned Albumin Nanoplatfom based on Click Chemistry. *Theranostics.* 2019;9(12):3398–3409.

550. Kang SY, Bang JI, Kang KW, et al. FDG PET/CT for the early prediction of RAI therapy response in patients with metastatic differentiated thyroid carcinoma. *PLoS One.* 2019;14:e0218416.

551. Park JE, Park J, Jun Y, et al. Expanding therapeutic utility of carfilzomib for breast cancer therapy by novel albumin-coated nanocrystal formulation. *J Control Release.* 2019;302:148–59.

552. Shagera QA, Cheon GJ, Koh Y, et al. Prognostic value of metabolic tumour volume on baseline 18F-FDG PET/CT in addition to NCCN-IPI in patients with diffuse large B-cell lymphoma: further stratification of the group with a high-risk NCCN-IPI. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2019;46:1417–27.

553. Lodhi NA, Park JY, Kim K, et al. Development of 99mTc-Labeled Human Serum Albumin with Prolonged Circulation by Chelate-then-Click Approach: A Potential Blood Pool Imaging Agent. *Mol Pharm.* 2019;16:1586–95.

554. Lee CH, Kim MJ, Lee HH, et al. Adenine Nucleotide Translocase 2 as an Enzyme Related to [18F] FDG Accumulation in Various Cancers. *Mol Imaging Biol.* 2019;21:722–30.

555. Jeong CW, Suh J, Yuk HD, et al. Establishment of the Seoul National University Prospectively Enrolled Registry for Genitourinary Cancer (SUPER-GUC): A prospective, multidisciplinary, bio-bank linked cohort and research platform. *Investig Clin Urol.* 2019;60:235–43.

556. Lodhi NA, Park JY, Hong MK, et al. Development of 99mTc-labeled trivalent isonitrile radiotracer for folate receptor imaging. *Bioorg Med Chem.* 2019;27:1925–31.

557. Lee SH, Yoon SH, Nam JG, et al. Distinguishing between Thymic Epithelial Tumors and Benign Cysts via Computed Tomography. *Korean J Radiol.* 2019;20:671–82.

558. Berek JS, Matsuo K, Grubbs BH, et al. Multidisciplinary perspectives on newly revised 2018 FIGO staging of cancer of the cervix uteri. *J Gynecol Oncol*. 2019;30:e40.
559. Lee SH, Seo HG, Oh BM, et al. ¹⁸F-FDG positron emission tomography as a novel diagnostic tool for peripheral nerve injury. *J Neurosci Methods*. 2019;317:11–9.
560. Seo KS, Suh M, Hong S, et al. The New Possibility of Lymphoscintigraphy to Guide a Clinical Treatment for Lymphedema in Patient With Breast Cancer. *Clin Nucl Med*. 2019;44:179–85.
561. Kim HM, Sohn DW, Paeng JC. Prevalence of Positive ⁹⁹mTc-DPD Scintigraphy as an Indicator of the Prevalence of Wild-type Transthyretin Amyloidosis in the Elderly. *Int Heart J*. 2019;60:643–7.
562. Lee SP, Seo JK, Hwang IC, et al. Coronary computed tomography angiography vs. myocardial single photon emission computed tomography in patients with intermediate risk chest pain: a randomized clinical trial for cost-effectiveness comparison based on real-world cost. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2019;20:417–25.
563. Choi H, Ha S, Kang H, et al. Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. Deep learning only by normal brain PET identify unheralded brain anomalies. *EBioMedicine*. 2019;43:447–53.
564. Gupta A, Lee MS, Kim JH, et al. Preclinical voxel-based dosimetry through GATE Monte Carlo simulation using PET/CT imaging of mice. *Phys Med Biol*. 2019;64:095007.
565. Gupta A, Shin JH, Lee MS, et al. Voxel-Based Dosimetry of Iron Oxide Nanoparticle-Conjugated ¹⁷⁷Lu-Labeled Folic Acid Using SPECT/CT Imaging of Mice. *Mol Pharm*. 2019;16:1498–1506.
566. Lee H, Kim E, Ha S, et al. Volume entropy for modeling information flow in a brain graph. *Sci Rep*. 2019;9:256.
567. Hwang DW, Choi Y, Kim D, et al. Graphene oxide-quenching-based fluorescence in situ hybridization (G-FISH) to detect RNA in tissue: Simple and fast tissue RNA diagnostics. *Nanomedicine*. 2019;16:162–72.
568. Oh HJ, Kim J, Park H, et al. Graphene-oxide quenching-based molecular beacon imaging of exosome-mediated transfer of neurogenic miR-193a on microfluidic platform. *Biosens Bioelectron*. 2019;126:647–56.
569. Lee DS, Trujillo PB, Frangos S. First steps in an uncharted territory by WFNMB. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2019;46:524–30.
570. Lee JY, Yoon EJ, Kim YK, et al. Nonmotor and Dopamine Transporter Change in REM Sleep Behavior Disorder by Olfactory Impairment. *J Mov Disord*. 2019;12:103–12.
571. Yoon EJ, Lee JY, Nam H, et al. A New Metabolic Network Correlated with Olfactory and Executive Dysfunctions in Idiopathic Rapid Eye Movement Sleep Behavior Disorder. *J Clin Neurol*. 2019;15:175–83.
572. Choi JS, Seo HG, Oh BM, et al. ¹⁸F-FDG uptake in denervated muscles of patients with peripheral nerve injury. *Ann Clin Transl Neurol*. 2019;6:2175–85.
573. Jeong CW, Suh J, Yuk HD, et al. Establishment of the Seoul National University Prospectively Enrolled Registry for Genitourinary Cancer (SUPER-GUC): A prospective, multidisciplinary, bio-bank linked cohort and research platform. *Investig Clin Urol*. 2019;60:235–43.
574. Kang YK, Choi JY, Paeng JC, et al. Composite criteria using clinical and FDG PET/CT factors for predicting recurrence of hepatocellular carcinoma after living donor liver transplantation. *Eur Radiol*. 2019;29:6009–17.

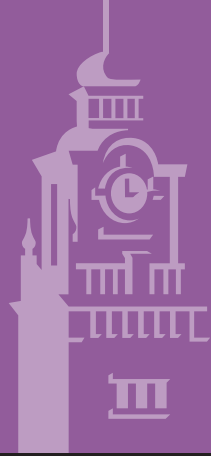


575. Lodhi NA, Park JY, Hong MK, et al. Development of ^{99m}Tc -labeled trivalent isonitrile radiotracer for folate receptor imaging. *Bioorg Med Chem*. 2019;27:1925–31.
576. Park CR, Jo JH, Song MG, et al. Secreted protein acidic and rich in cysteine mediates active targeting of human serum albumin in U87MG xenograft mouse models. *Theranostics*. 2019;9:7447–57.
577. Lee HS, Kang YK, Lee H, et al. Compartmental-modelling-based measurement of murine glomerular filtration rate using ^{18}F -fluoride PET/CT. *Sci Rep*. 2019;9:11269.
578. Park HR, Kim IH, Kang H, et al. Electrophysiological and imaging evidence of sustained inhibition in limbic and frontal networks following deep brain stimulation for treatment refractory obsessive compulsive disorder. *PLoS One*. 2019;14:e0219578.
579. Park JY, Kim YJ, Lee JY, et al. Imaging of the third gasotransmitter hydrogen sulfide using ^{99m}Tc -labeled α -hydroxy acids. *Nucl Med Biol*. 2019;76–77:28–35.
580. Kim HY, Lee JY, Lee YS, Jeong JM. Design and synthesis of enantiopure ^{18}F -labelled [^{18}F] trifluoromethyltryptophan from 2-halotryptophan derivatives via copper(I)-mediated [^{18}F] trifluoromethylation and evaluation of its in vitro characterization for the serotonergic system imaging. *J Labelled Comp Radiopharm*. 2019;62:566–79.
581. Kim S, Jang JY, Koh J, et al. Programmed cell death ligand-1-mediated enhancement of hexokinase 2 expression is inversely related to T-cell effector gene expression in non-small-cell lung cancer. *J Exp Clin Cancer Res*. 2019;38:462.
582. Kim H, Goo JM, Paeng JC, et al. Evaluation of maximum standardized uptake value at fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography as a complementary T factor in the eighth edition of lung cancer stage classification. *Lung Cancer*. 2019;134:151–7.
583. Kolossvary M, Park J, Bang JI, et al. Identification of invasive and radionuclide imaging markers of coronary plaque vulnerability using radiomic analysis of coronary computed tomography angiography. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2019;20:1250–8.
584. Hwang D, Kang SK, Kim KY, et al. Generation of PET Attenuation Map for Whole-Body Time-of-Flight ^{18}F -FDG PET/MRI Using a Deep Neural Network Trained with Simultaneously Reconstructed Activity and Attenuation Maps. *J Nucl Med*. 2019;60:1183–9.
585. Kim JW, Byun MS, Yi D, et al. KBASE Research Group. Coffee intake and decreased amyloid pathology in human brain. *Transl Psychiatry*. 2019;9:270.
586. Choe YM, Byun MS, Yi D, et al. KBASE Research Group. Sleep experiences during different lifetime periods and in vivo Alzheimer pathologies. *Alzheimers Res Ther*. 2019;11:79.
587. Byun MS, Kim HJ, Yi D, et al. KBASE Research Group. Region-specific association between basal blood insulin and cerebral glucose metabolism in older adults. *Neuroimage Clin*. 2019;22:101765.
588. Moon SW, Byun MS, Yi D, et al. KBASE Research Group. The Ankle-Brachial Index Is Associated with Cerebral β -Amyloid Deposition in Cognitively Normal Older Adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2019;74:1141–8.
589. Jeon SY, Byun MS, Yi D, et al. KBASE Research Group. Influence of hypertension on brain amyloid deposition and Alzheimer’s disease signature neurodegeneration. *Neurobiol Aging*. 2019;75:62–70.

- 590 Han SH, Park JC, Byun MS, et al. KBASE Research Group. Blood acetylcholinesterase level is a potential biomarker for the early detection of cerebral amyloid deposition in cognitively normal individuals. *Neurobiol Aging*. 2019;73:21–9.
591. Park J, Bae S, Seo S, et al. Measurement of Glomerular Filtration Rate using Quantitative SPECT/CT and Deep-learning-based Kidney Segmentation. *Sci Rep*. 2019;9:4223.
592. Ko GB, Lee JS. Time-based signal sampling using sawtooth-shaped threshold. *Phys Med Biol*. 2019;64:125020.
593. Lee JS, Kovalski G, Sharir T, et al. Advances in imaging instrumentation for nuclear cardiology. *J Nucl Cardiol*. 2019;26:543–56.
594. Han YB, Kang HG, Song SH, et al. SiPM-based dual-ended-readout DOI-TOF PET module based on mean-time method. *J Inst*. 2019;14:P02023.
595. Lee MS, Hwang D, Kim JH, et al. Deep-dose: a voxel dose estimation method using deep convolutional neural network for personalized internal dosimetry. *Sci Rep*. 2019;9:10308.
596. Park H, Kim HS, Hong YJ, et al. Therapeutic Effect of Fimasartan in a Rat Model of Myocardial Infarction Evaluated by Cardiac Positron Emission Tomography with [18F]FPTP. *Chonnam Med J*. 2019;55:109–115.
597. Kim S, Jung WH, Howes OD, et al. Frontostriatal functional connectivity and striatal dopamine synthesis capacity in schizophrenia in terms of antipsychotic responsiveness: an [18F]DOPA PET and fMRI study. *Psychol Med*. 2019;49:2533–42.
598. Suh HY, Choi H, Paeng JC, et al. Comprehensive gene expression analysis for exploring the association between glucose metabolism and differentiation of thyroid cancer. *BMC Cancer*. 2019;19:1260.
599. Park SH, Song YS, Moon BS, et al. Combination of In Vivo [123I]FP-CIT SPECT and Microdialysis Reveals an Antipsychotic Drug Haloperidol-induced Synaptic Dopamine Availability in the Rat Midbrain and Striatum. *Exp Neurobiol*. 2019;28:602–11.
600. Jeong Y, Kim GR, Jeong SH, et al. Cancer Selective Turn-On Fluorescence Imaging Using a Biopolymeric Nanocarrier. *Biomacromolecules*. 2019;20:1068–76
601. Gupta A, Lee MS, Kim JH, et al. Preclinical voxel-based dosimetry through GATE Monte Carlo simulation using PET/CT imaging of mice. *Phys Med Biol*. 2019;64:095007.
602. Kim KJ, Kim JM, Bae YJ, et al. Occurrence of Stridor During Sleep in a Patient With Spinocerebellar Ataxia Type 17. *J Clin Sleep Med*. 2019;15:153–5.
603. Park JY, Bae SW, Seo SH. Measurement of Glomerular Filtration Rate using Quantitative SPECT/CT and Deep-learning-based Kidney Segmentation. *Sci Rep*. 2019;9:4223
604. Bae SW, Kang YS, Song YS, et al. K-SPECT Group. Maximum standardized uptake value of foot SPECT/CT using Tc-99m HDP in patients with accessory navicular bone as a predictor of surgical treatment. *Medicine*. 2019;98:e14022.
605. Chang H, Lee SJ, Lim J, et al. Prognostic significance of metabolic parameters measured by 18F-FDG PET/CT in limited-stage small-cell lung carcinoma. *J Cancer Res Clin Oncol*. 2019;145:1361–7.
606. Lee JW, Song YS, Kim HY, et al. Alteration of Tremor Dominant and Postural Instability Gait Difficulty Subtypes During the Progression of Parkinson's Disease: Analysis of the PPMI Cohort. *Front Neurol*. 2019;10:471.



607. Lee HS, Kang YK, Lee HJ, et al. Compartmental-modelling-based measurement of murine glomerular filtration rate using ^{18}F -fluoride PET/CT. *Sci Rep.* 2019;9:11269.
608. Das S, Ko NK, Lee ES, et al. Stereoselective three-component cascade synthesis of α -substituted 2,4-dienamides from gem-difluorochloro ethanes. *Chem Commun.* 2019;55:14355–8.
609. Jang KS, Lee SS, Oh YH, et al. Raffle Control of Reactivity and Selectivity of Guanidinyliodonium Salts Toward ^{18}F -Labeling by Monitoring of Protecting Groups: Experiment and Theory. *J Fluor Chem.* 2019;227:109387.
610. Park HS, Moon BS, Lee HJ, et al. A simple decontamination procedure for unintended iodide impurity during ^{11}C methionine production. *J Radioanal Nucl Chem.* 2019;322:933–9.
611. Lu Y, Choi JY, Kim SE, et al. HPLC-free in situ ^{18}F -fluoromethylation of bioactive molecules by azidation and MTBD scavenging. *Chem Commun.* 2019;55:11798–801.
612. Denora N, Lee C, Maria R, et al. TSPO-targeted NIR-fluorescent ultra-small iron oxide nanoparticles for glioblastoma imaging. *Eur J Pharm Sci.* 2019;139:105047.
613. Ahn SJ, Lee HY, Hong HK, et al. Preclinical SPECT Imaging of Choroidal Neovascularization in Mice Using Integrin-Binding $^{99\text{m}}\text{Tc}$ IDA-D-[c(RGDfK)]₂. *Mol Imaging Biol.* 2019;21:644–53.
614. Tran VH, Park HJ, Park JK, et al. Synthesis and Evaluation of Novel Potent TSPO PET Ligands with 2-Phenylpyrazolo[1,5-a]pyrimidin-3-yl Acetamide. *Bioorg. Med. Chem.* 2019;27:4069–80.
615. Lee SS, Jang KS, Lee BC, et al. Origin of Difference in Reactivity of Aliphatic and Aromatic Guanidine-Containing Pharmaceuticals toward ^{18}F fluorination: Coulombic Forces and Hydrogen Bonding. *Bull. Korean Chem. Soc.* 2019;40:894–7.



PART

V

사람과 사람들



1973년 탁구대회



1983년 핵의학과 야유회



1990년 핵의학과 워크숍



1997년 핵의학과 워크숍





2010년 서울대학교 핵의학 50주년 기념 동문 워크숍



2012년 핵의학과 워크숍



2018년 핵의학과 워크숍



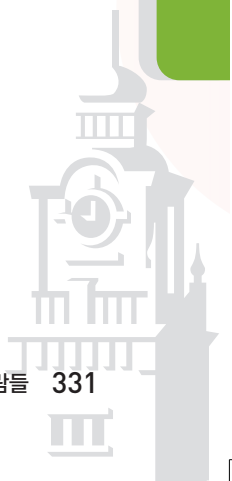
2011년



2016년



2017년





이문호, 고창순, 김정룡 교수



1988년 이문호 교수 퇴임 기념



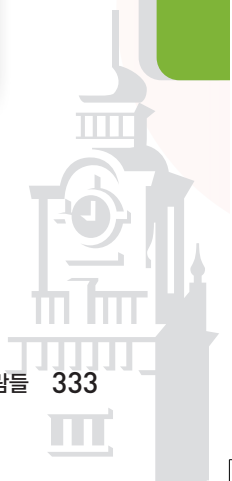
1997년 고창순 교수 퇴임 기념



2011년 김의신 교수 고희연



2012년 이명철 교수 퇴임 기념





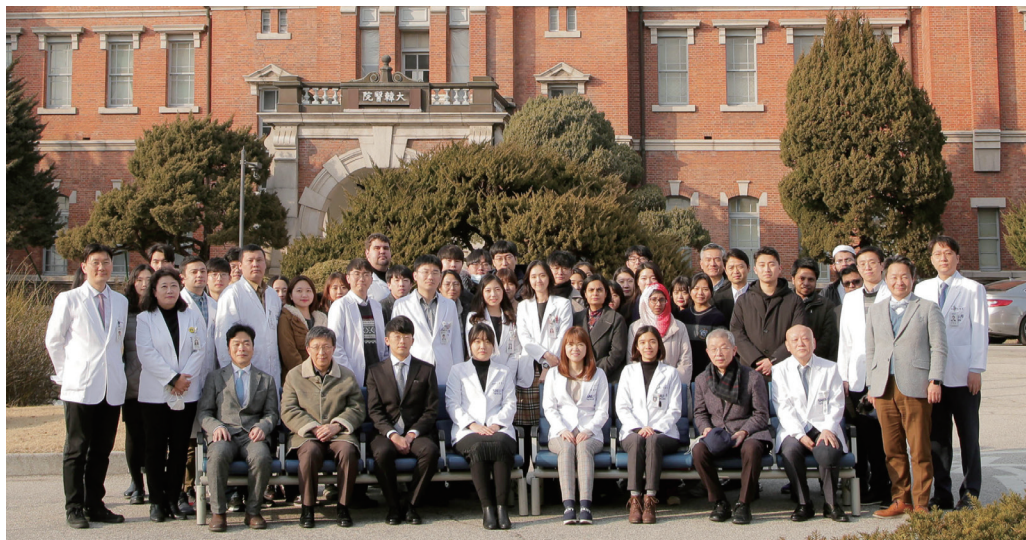
2018년 정준기 교수 퇴임 기념



2016년 이동수 교수 세계핵의학회장 당선 축하 모임



2019년 핵의학교실 동문 간담회



2020년 입퇴국기념



편집후기

서울대학교 행의학 60년!

무엇이 유전 만능은 승리의 열정.

우리가 만능인 것은 60년!

"Better to do something imperfectly than to do nothing perfectly."

- 최 기 정 -

행의학 60년.
남 편의학과와 인연 29번째이다.
새로운 것이 도전하길
적원장이 환갑과 원리으로
세계로 향하는 이곳은
일여 반을 느끼고 행의학이 무엇인지
알게 해준 2마오 곳이다.
60주년을 맞이하여
다시 한번 행의학과와 인연이 감사한다.
세상 50주년 때가 생각나고
앞으로 10주년을 향해 달려가겠지만
지금처럼 행복한 시간은
행의학과 가족들과 함께하길 바라는 마음이다.
행의학 60주년, 건강 축하합니다. ☺

2020년 12월
남은주 올림.

행의학과 60년의 반은 함께 하며 편 것 같아서
모든 것 보습이 있도록 마땅히 준 보습자로서
저에게는 큰 행복과 행복이라고 생각합니다.

60년사 발견을 축하드리며 더 나은 성과와 함께
넓은 미래가 있기를 기어합니다.

- 최 정희 -

행의학 60년

인생이 된 흔적을 남기게 되어
기쁘네요. - 유혜진

행의학 60년은 정리하면서 그동안 활동하는 발자취를 돌아보면,
세계를 여행하는 선배는 행의학과 공직자 작부심변 하나라
구성원들의 감동할 여정과 책임감을 느끼는 귀중한 사인이었습니다.
4차 산업혁명시대 발전으로 파견다임에 맞는 해외학적 전문과
최고기술 개발을 통해 더욱 발전된 행의학과 미래로
나아가도록 전 직원이 힘을 합하여 매진하였음을 합니다.
노 정 수

60년이 말년에 접어들어 피어 좋은 추억의 한 페이지를 만들었던 것 같아 좋았으며,
일행들과 같이 모임을 참여하여 뜻깊은 시간도 보내고, 직역도 하여 소중과 희망의 강을
만은 소중한 추억의 시간이 되었을 것입니다. 너무 지고도 행복했습니다.
이러한 많은 역사 및 문화도 중요 하지만, 가족같은 일행들과 정통했던 마음같은 사명들,
일행들의 사명사는 남다른 추억이 되기를 바랍니다.
서울대학교 행의학과는 항상 많은 남한 잘 수 있습니다. 모교도 이도 오고 편후도 잘
수 있습니다. 항상 행의학과가 이끄는 유익을 베풀기위해 힘써주고 공복공모를
달라지는 소중과 희망을 만다면 행의학과는 어떠한 어려움도 낚일과 난관이 막히도 만아을
만없이 피어 지면의 벽이 나갈 수 있을 거라고 믿는 믿습니다.
우리가 앞으로의 60년을 잘 준비 하겠지만, 미래의 60년을 위하여 무엇을 준비해야 하는가
를 고민하고 새로운 면모를 계획하고 도전하는 것이 중요합니다. 서울대학교 행의학과
행의학과가 중요할 의미가 되는 날까지 변의 혁신으로 무장하여 미래하고 지향스미는 행의
학과가 되도록 우리가 헌신 헌성을 만들어 지시요.
그동안 같이 지남 동안 항상 60년사 편집위원회를 졸업감으로도 지원해주신 중앙병원 행의
학과 모교 병원 직원들에게 다시 한번 더 감사의 인사를 전하고 있습니다. 고맙습니다.

이 정자 (중앙서울대병원)

행의학과가 어느덧 60년이라는 긴 세월이 흘렀습니다.

저는 60년을 맞이하여 그동안 행의학과는 수많은
선생님들이 거쳐가셨고 모든 엄청난 성과와 발전은
이유가 충분할 것입니다.

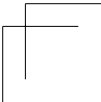
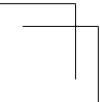
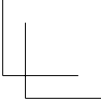
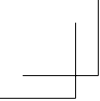
현재 행의학과에서 일하고 있는 수많은 오연
앞서 이 같은 걸음엔 산악적인 선생님의 헌신과
희생이 있었기에 가능한 일이 아니었나 싶습니다.

행색에 함께하지 못하지만 덕이 많은 귀여
일사불란 모든 선생님들께 감사하다는 말씀은 꼭

드리고 싶고, 서로 기여의 후배들을 위해 더욱더
노력해야 겠다고 다짐을 같이 하겠습니다.

김수영님

서원병원 생리학과 임병진



6 YEARS  서울대학교 핵의학 60년사

2020년 12월 20일 인쇄

2020년 12월 28일 발행

발행인 : 천기정

집필진 : 서울대학교 핵의학 60년사 편집위원회

김병진, 김유경, 노경운, 문일상, 신선영, 오소원, 우재룡,
유태민, 윤혜원, 이경재, 이병철, 이원우, 이운상, 이재성,
이홍재, 임정진, 장성준, 조성욱, 천기정, 최정희, 최홍운,
팽진철 (가나다 순)

발행처 : 서울대학교 의과대학 핵의학교실

서울시 종로구 대학로 101

편집/제작 : 도서출판 고려의학

(02880) 서울 성북구 성북로9길 1 보문빌딩 3층

