



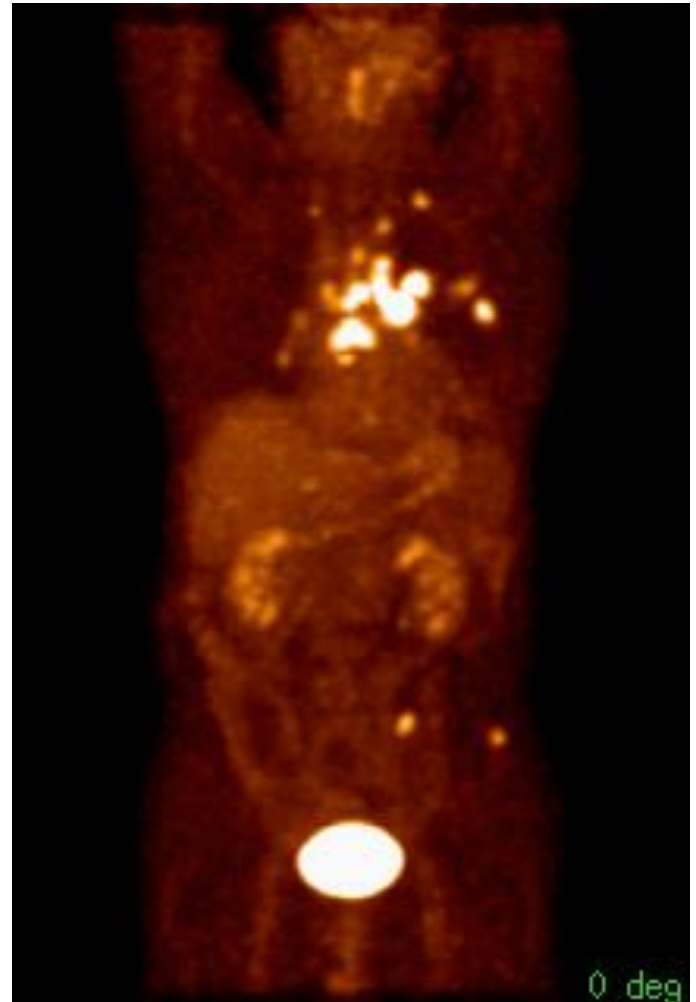
한국 핵의학 발전과 권역별 사이클로트론 센터설치의 의의

서울의대 핵의학교실
강건욱

핵의학, 분자영상, 표적치료



양전자 단층촬영(PET)



암 진단 일등공신 PET 2000년대 들어 최고의 '암 사냥꾼' 된 비밀은 ...

"CT로는 안 보이니 PET-CT를 찍어봅시다."

서울 강서구 김모(67·여)씨는 4년 전 난소암 수술을 받았으나 최근 암이 의심된다는 혈액검사가 나왔다. 복부 컴퓨터단층촬영(CT)을 했으나 아무것도 나오지 않아 의료진이 양전자방출단층촬영(PET-CT)을 제안했다. 침대에 누워서 한 차례 왔다갔다했더니 전신이 촬영됐다. 가슴·배에 진하게 표시된 덩어리가 보인다. 이 부분을 클릭하자 몸속을 훑히 들여다보듯 선명한 사진이 뜬다. CT가 찾지 못하던 작은 암세포를 PET-CT가 찾아 난소암의 폐 전이를 확인한 것이다. 김씨는 즉시 항암치료를 시작했다.

CT·MRI·PET의 차이

※국내 보유 대수는 2010년 기준, 대당 가격은 최신 장비 기준



국내 155대 보유, 대당 25억원



원리: 빛 에너지인 X선을 360도 각도에서 촬영해 재구성한다. 2차원, 3차원 영상이 가능하다.

특징: 조직의 밀도 차이를 구별한다. 움직이는 장기(심장·폐·내장) 촬영에 적합하다. MRI보다 저렴하며 조영제를 쓰기도 한다.

국내 보유: 1743대
대당 가격: 15억원

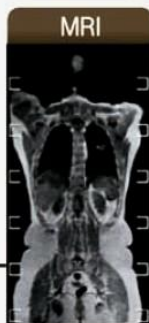


원리: 방사성 약을 인체에 주사하면 포도당 등과 결합해 양전자가 나온다. 이때 나오는 감마선 신호를 영상화한다.

특징: 인체 조직의 기능과 대사 상태를 영상화한다. 한 번 만에 전신을 찍는다. 문제 위치를 정확히 드러내지 않아 최근 CT·MRI와 융합했다.



올해 국내 첫 도입, 대당 60억원



원리: 체내 물 성분의 하나인 수소 원자핵에 자기장을 걸고 핵진동을 일으켜 신호를 분석한다.

특징: 수분이 많은 근육·인대·물렁뼈·디스크·혈관·지방·뇌를 CT보다 정확히 보여준다. 방사선을 쓰지 않는다.

국내 보유: 985대
대당 가격: 20억원

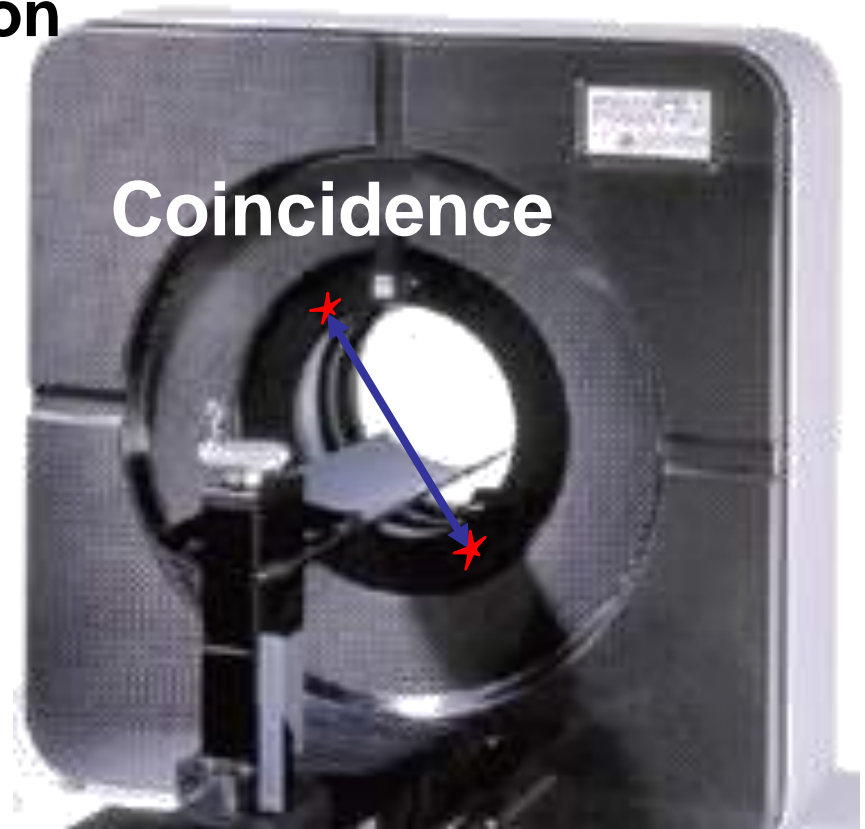
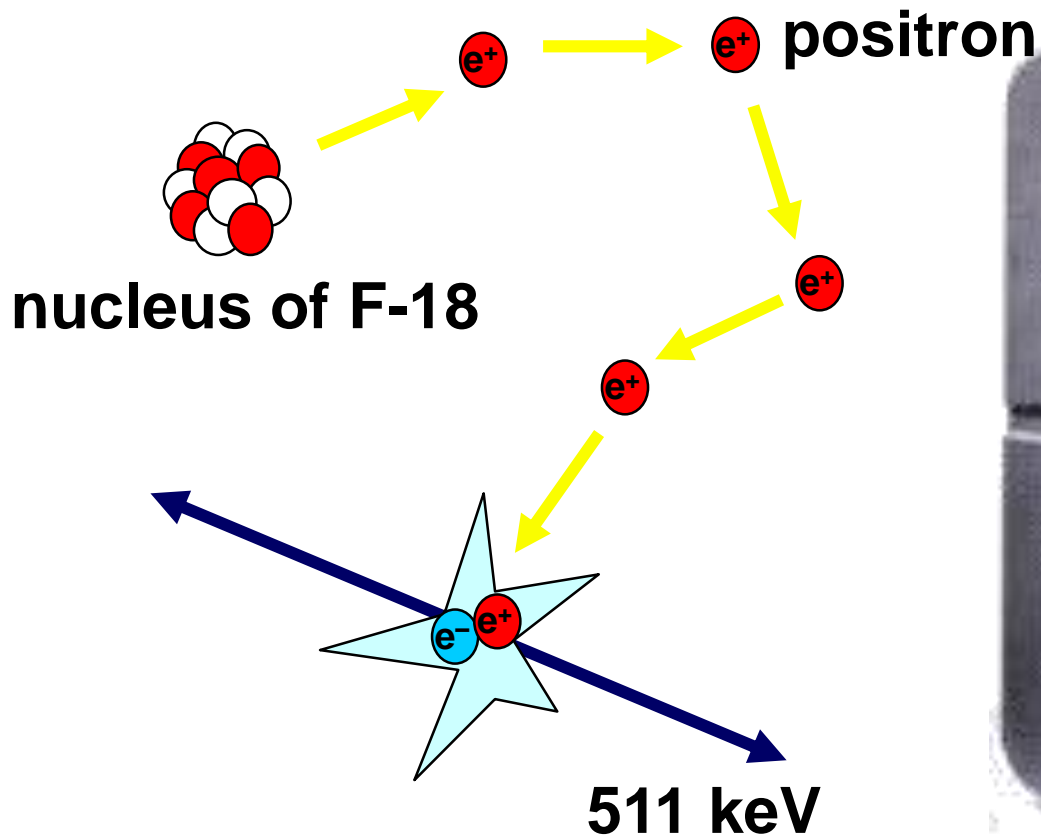
1970년대 탄생한 1세대 PET
암 전이 상태 잘 알려주지만
흐릿해 정확한 위치 못 잡아
CT와 만나 2세대 업그레이드
3차원 촬영가능 CT와 융합
암세포 은신처 정밀 추적

MRI와 합체, 3세대로 진화
뇌 보는데 정확한 PET-MRI
대당 60억원 ... 작년 말 개발

PET, CT와 만나니 ... 암, 숨을 곳이 없다

〈양전자방출단층촬영〉 〈컴퓨터단층촬영〉

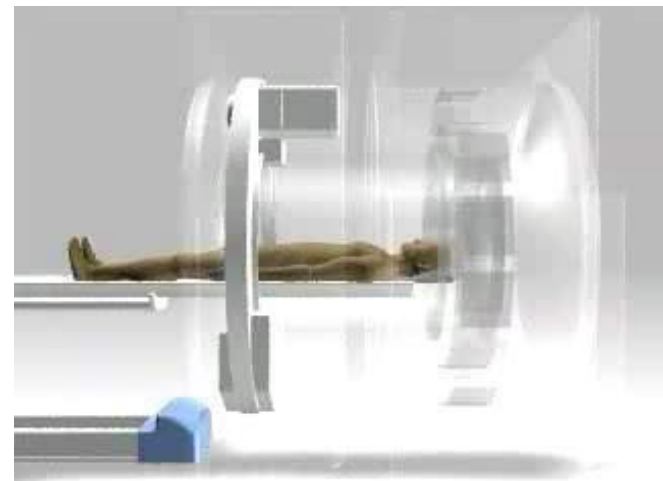
Positron Emission



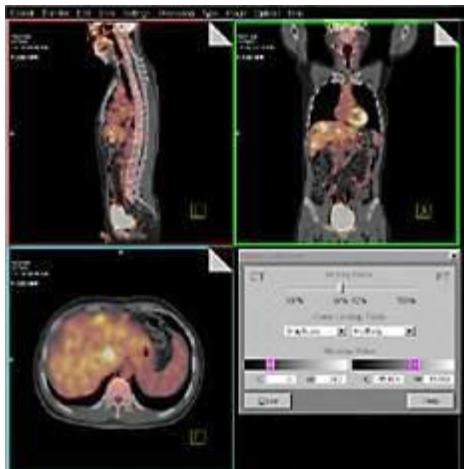
Procedures for PET



**Introducing
radiopharmaceuticals**



PET scanning



**Reconstructing
image**

PET용 방사성동위원소

- 혈류 (H_2^{15}O , ^{11}CO , $^{13}\text{NH}_3$)
- 저산소, 신생혈관 ($[^{18}\text{F}]\text{FMISO}$, $^{64}\text{Cu-ATSM}$, $^{68}\text{Ga-NOTA-RGD}$...)
- 포도당 ($[^{18}\text{F}]\text{FDG}$, $^{15}\text{O}_2$, $[^{11}\text{C}]\text{acetate}$)
- 아미노산 ($^{11}\text{C-leucine}$, $[^{11}\text{C}]\text{methionine}$, $[^{11}\text{C}]\text{tyrosine}$...)
- DNA ($[^{11}\text{C}]\text{thymidine}$, $^{18}\text{F-FLT}$, $[^{18}\text{F}]\text{FMAU}$...)
- 신약 ($[^{11}\text{C}]\text{cocaine}$, $[^{11}\text{C}]\text{Sertraline}$, $[^{18}\text{F}]\text{fluorouracil}$...)
- 파킨슨병 및 치매 ($[^{11}\text{C}]\text{raclopride}$, $[^{18}\text{F}]\text{FP-CIT}$, $[^{11}\text{C}]\text{PIB}$...)
- 유전자 ($[^{18}\text{F}]\text{penciclovir}$, $[^{18}\text{F}]\text{FHBG}$, $[^{124}\text{I}]\text{FIAU}$...)
- 항체 및 펩티드 ($^{124}\text{I-CEA minibody}$, $^{64}\text{Cu-DOTA Her2 minibody}$...)

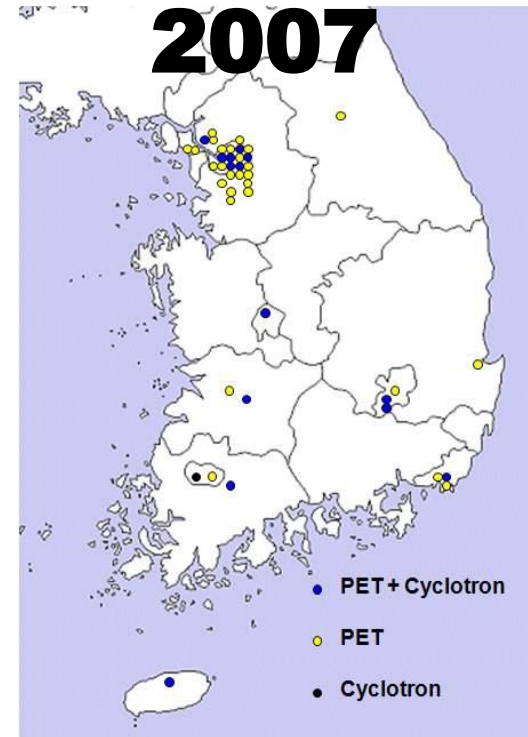
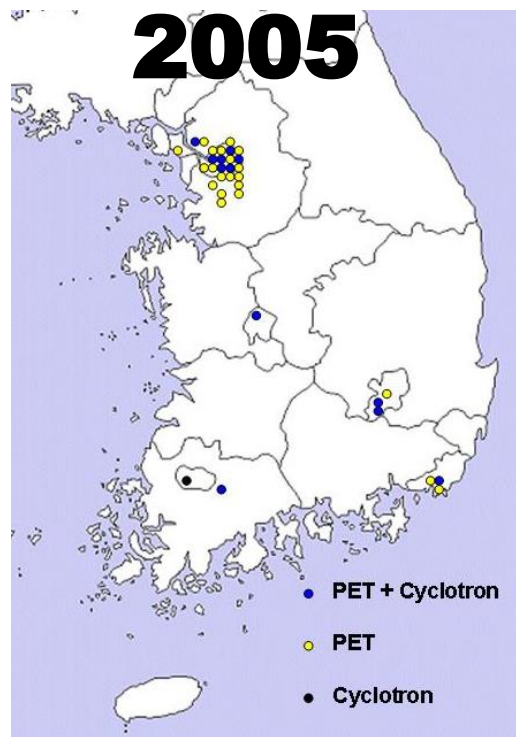
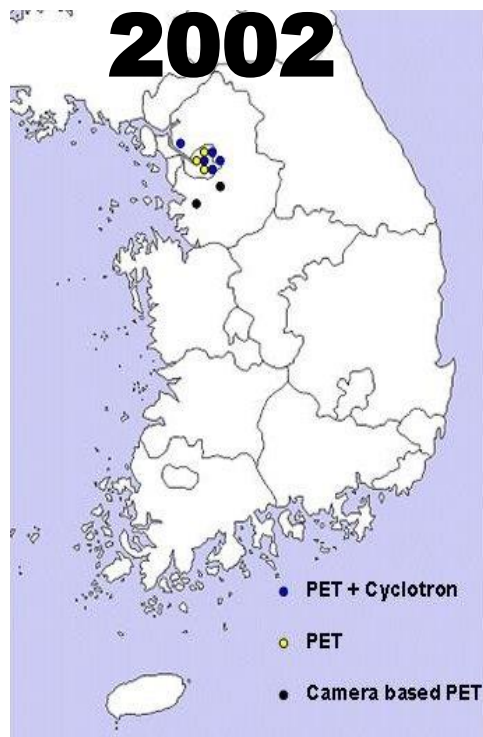


사이클로트론 ^{11}C , ^{13}N , ^{15}O , ^{18}F , ^{64}Cu , ^{124}I
발생기 ^{68}Ga , ^{82}Rb



PET 피코몰 수준의 극미량 영상화 가능

No. of PET & Cyclotron

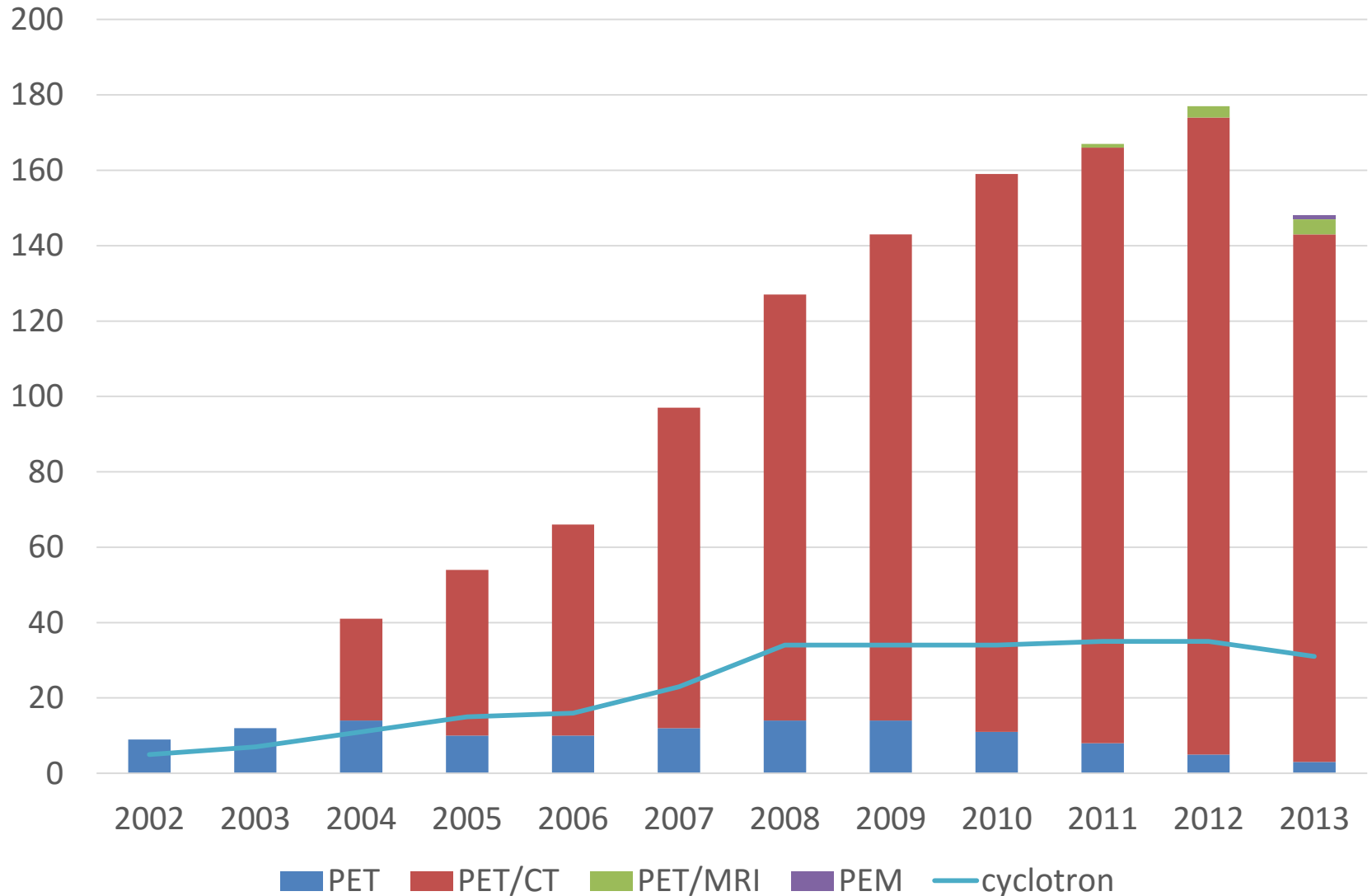


PET 9
Cyclotron 5

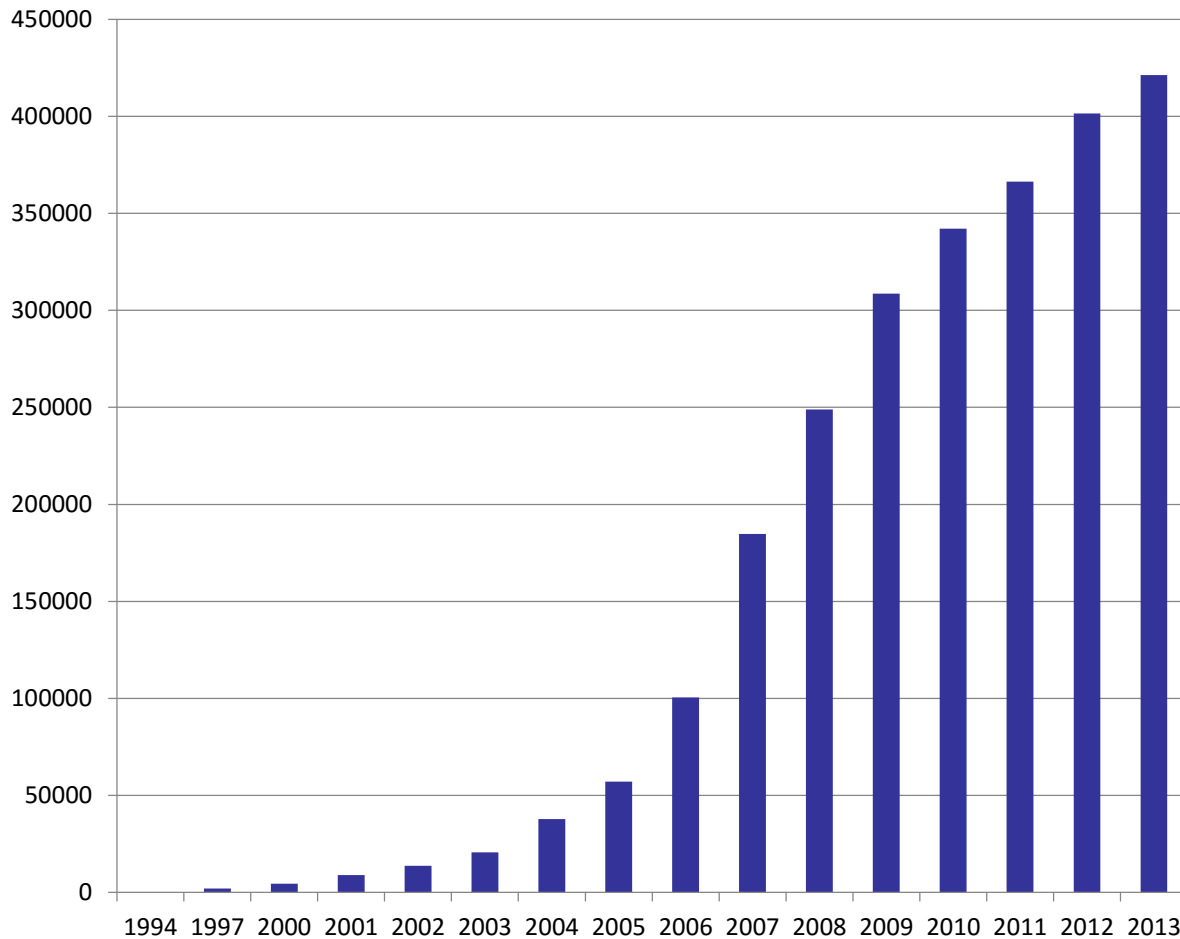
PET(/CT) 54
Cyclotron 15

PET(/CT) 97
Cyclotron 23

No. of PET & Cyclotron



전국 PET 검사



방사성신약 허가 및 신의료기술 인정

2008	F-18 FLT F-18 FPCIT
2011	C-11 acetate F-18 fluoride
2012	N-13 ammonia C-11 methionine
2013	F-18 FDOPA Ga-68 DOTATOC
2014	F-18 FMISO F-18 florbetaben

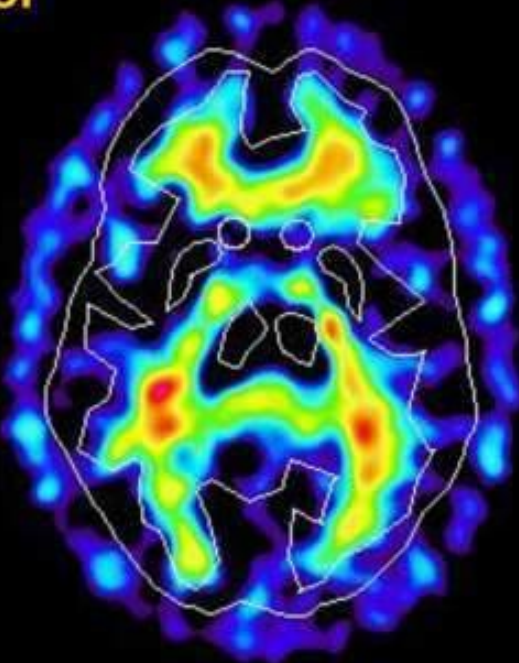
치매 조기진단 뇌PET

정상

조기 알츠하이머병

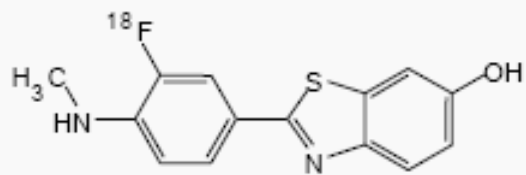
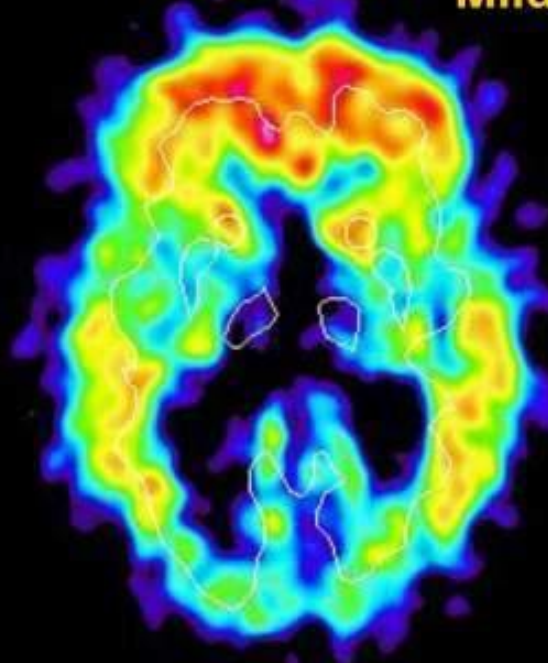
Control

- Very little labeling
- Absence of labeling in grey matter



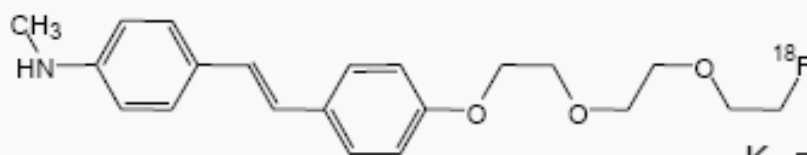
Mild AD Patient

- Appearance in expected grey matter areas
- Absence in areas where there is no amyloid



$K_D = 2.2 \text{ nM}$
AD brain

$[^{18}\text{F}]3'\text{F-PIB}$ / GE-067 / flutemetamol

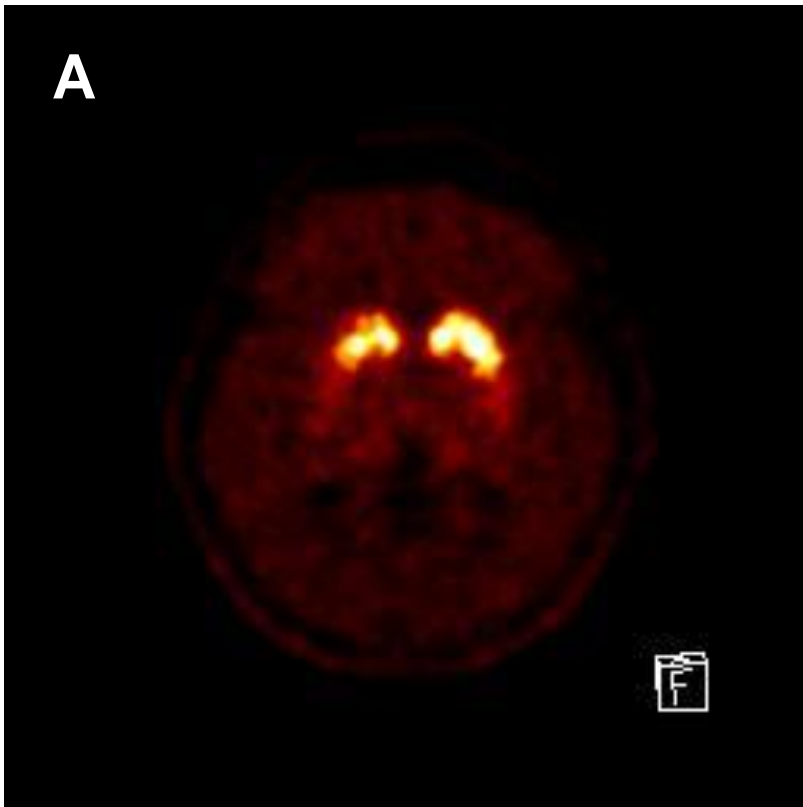


$K_D = 6.7 \text{ nM}$
AD brain

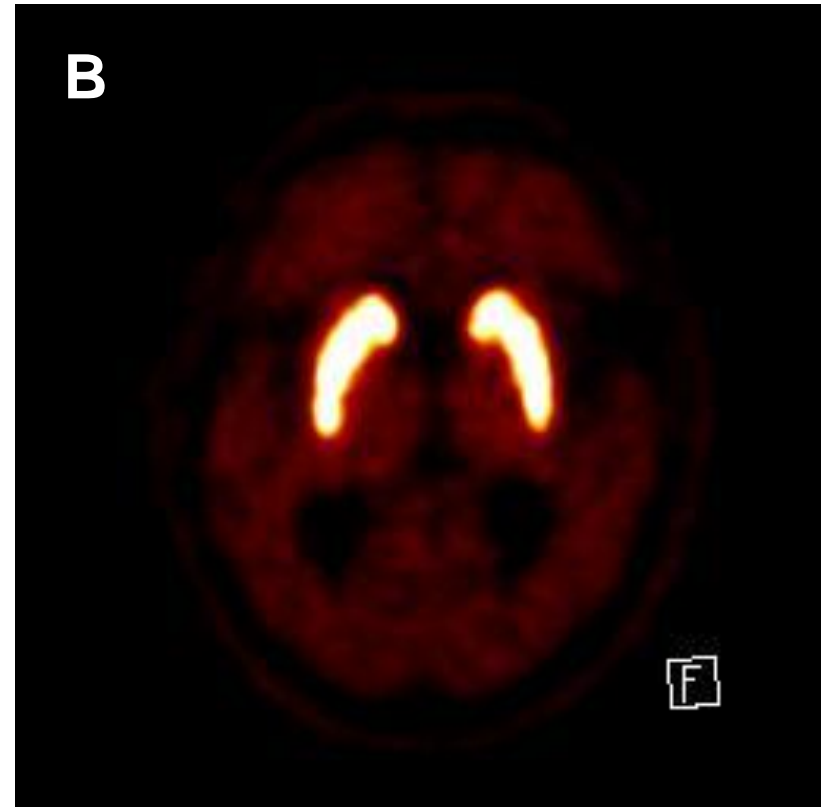
$[^{18}\text{F}]AV-1$ / BAY94-9172

파킨슨병 진단 뇌 PET

파킨슨병



정상

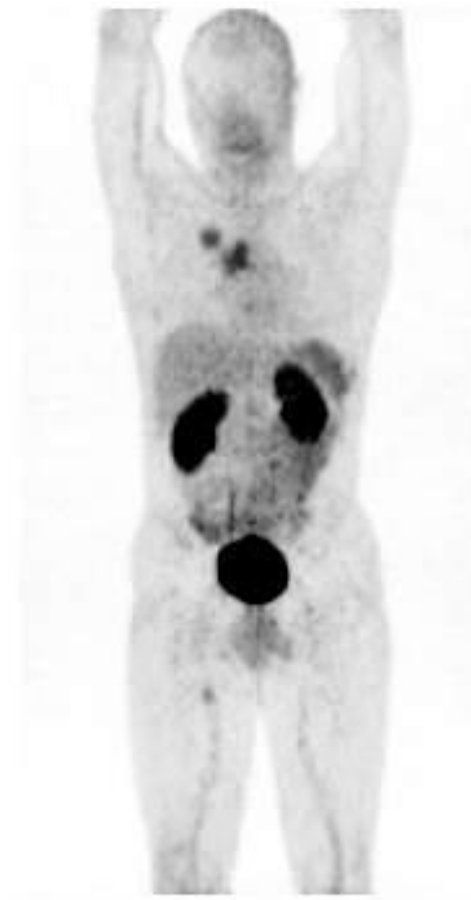


신생혈관 PET

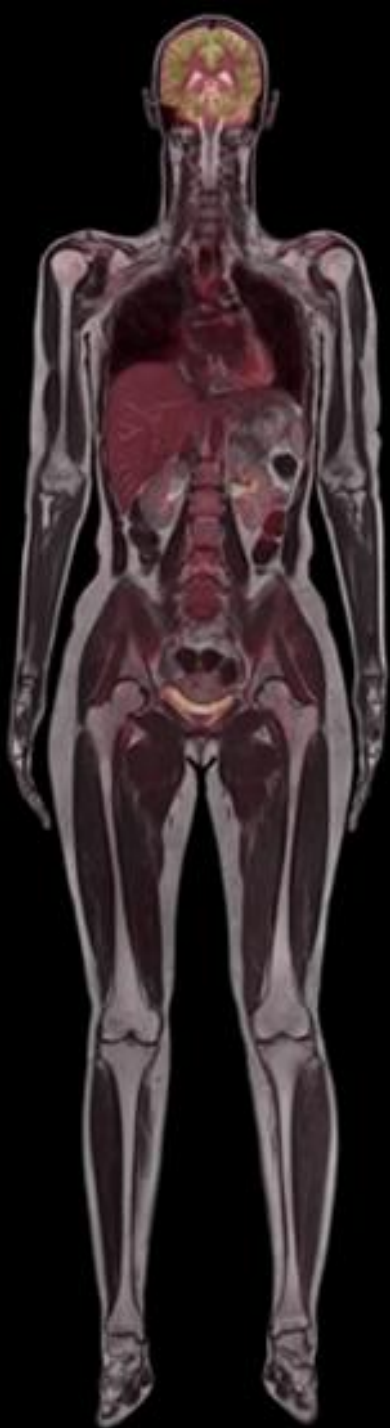
^{68}Ga -NOTA-RGD



Healthy Control



NSCLC



PET/MRI

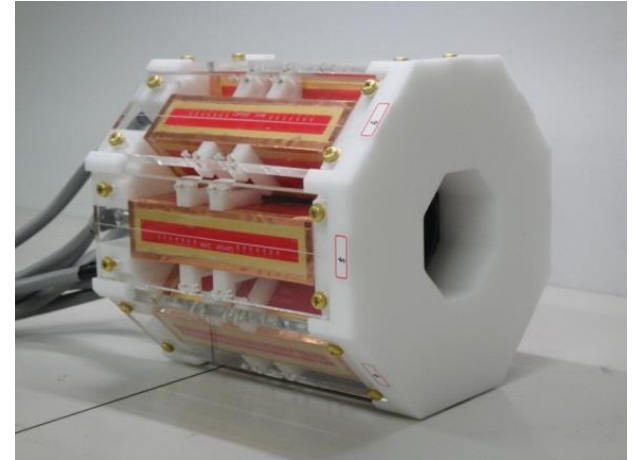
소동물용 PET



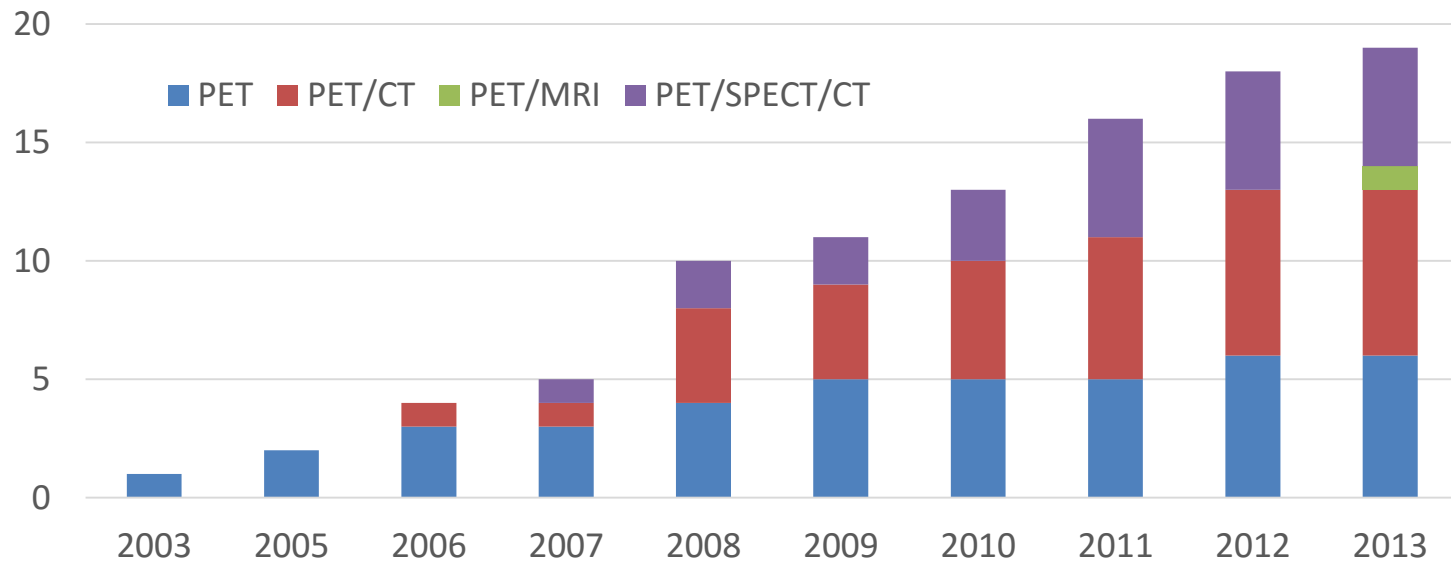
PET/CT



PET/X-ray

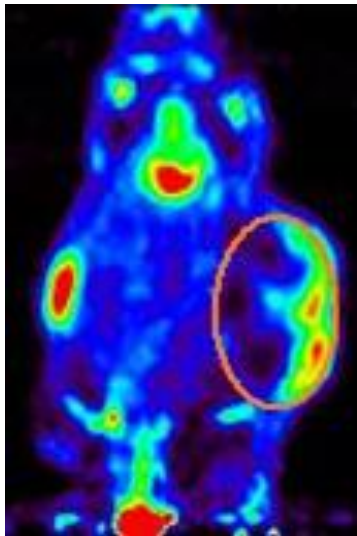


PET/MRI



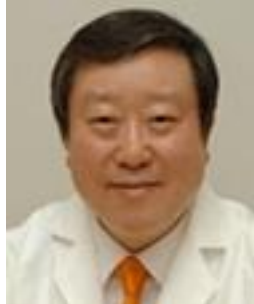
신약개발과 PET

Pfizer 표적치료제



스탠포드의대

microPET



신약개발, 보이면 빨라집니다

분당서울대학교병원 전임상·임상 분자영상센터
경기전임상분자영상지원센터
CRO 서비스 소개서

분당서울대학교병원의 전임상·임상 분자영상센터는 "분자영상을 활용한 혁신적 신약개발 플랫폼을 제공한다"는 목표로 지난 2008년에 설립된 국내 유일의 전임상 및 임상 분자영상 서비스센터입니다. 본 센터에서는 제약 및 바이오기업, 대학, 연구소 등에서 수행 중인 신약개발 프로젝트에 분자영상을 제공하고, 이와 관련된 다양한 연구개발 서비스를 제공합니다.

snubhMIC
Visualizing in vivo pharmacology

분당서울대학교병원
전임상·임상 분자영상센터
www.bioimaginglab.re.kr

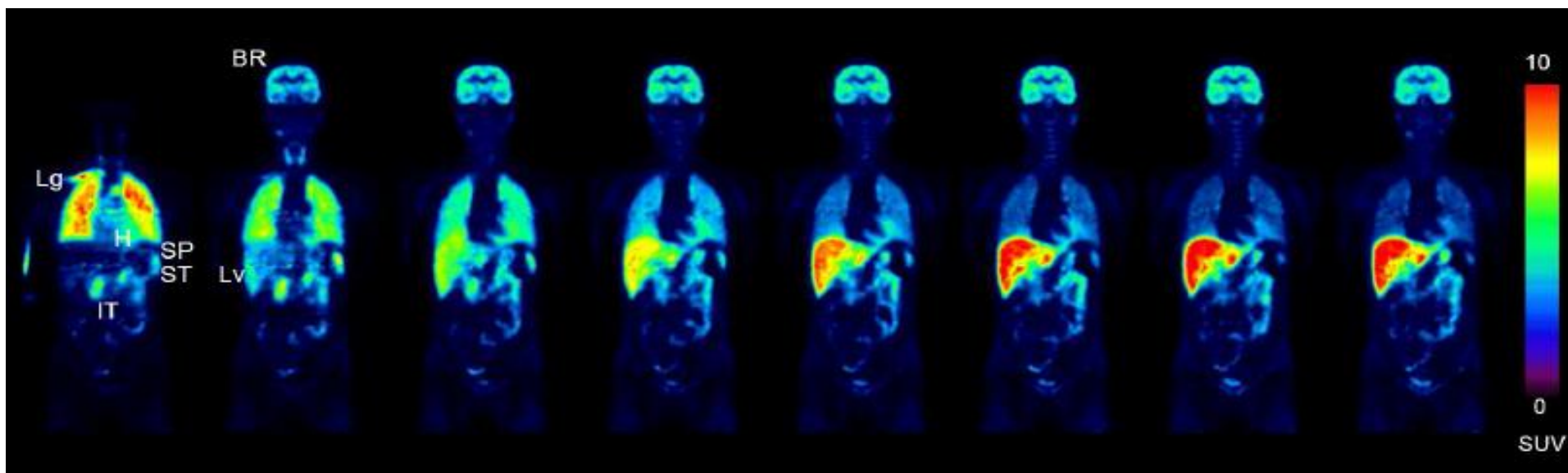
GG-pMIC

See what happens in vivo

경기전임상분자영상지원센터
www.bioimaginglab.re.kr

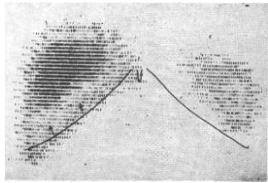
iCBigD³

Innovative Center for Bio-Imaging Guided Drug Discovery and Development



What's the Next?

1960
~1980

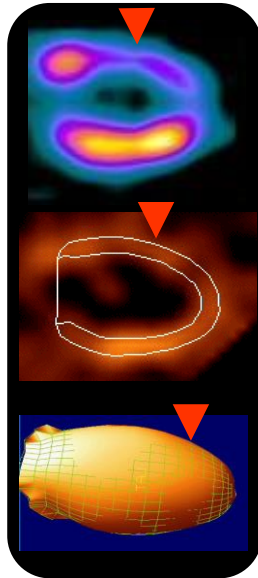


RIA

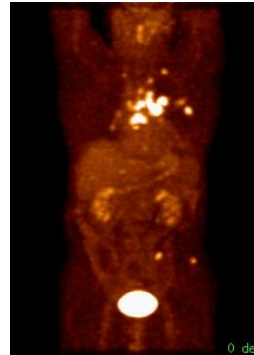
1981
~1990



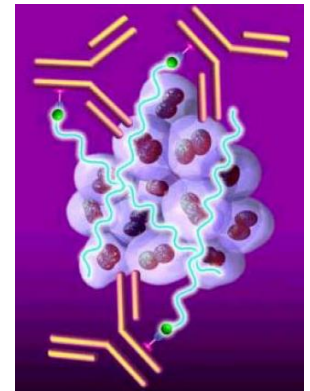
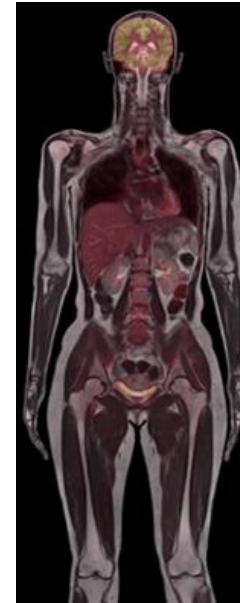
1991
~2000



2001
~2010



2011~

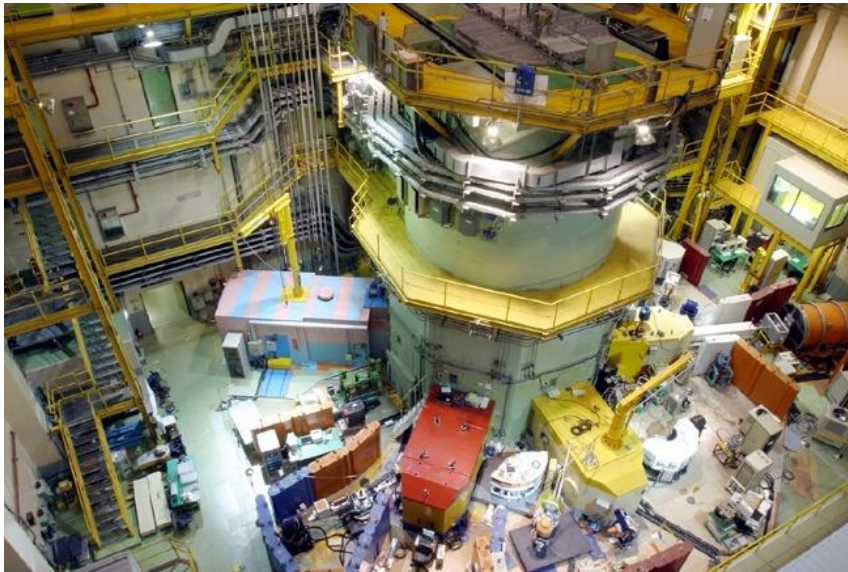


핵의학치료 및 융합테라그노시스

의료용 방사성동위원소의 미래

2018년 방사성동위원소 생산 전용로

2012년 100 MeV 양성자 가속기



- Tc-99m 발생기, Ga-68 발생기
- Y-90, Cu-67, Lu-177, I-124, Zr-89...