

차세대 의료 영상 분야 **첨단 진단장비 'MRI'와 'PET'가 하나로** 획기적 변화 온다

대담 진행·정리_ 박방주 중앙일보 과학전문기자 bpark@joongang.co.kr



암 등 불치병 조기 진단에 결정적인 역할을 하는 첨단 진단 장비가 양전자방출단층촬영장치(PET)와 자기공명단층촬영장치(MRI)다. 두 장비는 질병 진단뿐 아니라 그 동안 신비에 가려졌던 뇌 속을 영상으로 들여다 볼 수 있게 해 뇌와 인지과학 발전을 견인하고 있다. PET와 MRI의 세계적인 거두인 가천의대 뇌과학연구소 조장희 박사와 미 하버드대 프렌츠 올레즈 박사가 의학의 패러다임을 바꾸고 있는 진단 영상기기의 발전에 대해 의견을 교환했다.

-편집자-

중앙일보 중앙포토

조장희 박사 : 새로운 진단, 수술의료기기의 개발이 의료기술의 혁신을 불러온다. 인체의 내부를 들여다볼 수 있는 영상기기는 의학 발전에 결정적인 공헌을 하고 있다. 앞으로 얼마나 더 정밀하고 정확한 의료 영상기기가 나오느냐에 따라 인체의 신비는 더 빨리 벗겨질 것이다.

올레즈 박사 : 30년 전 내가 신경외과 의사로 근무할 당시만 하더라도 인간 뇌를 비롯한 신체의 내부를 영상화할 수 있는 기법은 X-레이 이외에는 없었다. 환자치료에는 평면 X-레이나 여러 가지 수술 방법에 의존할 수밖에 없었다. 1970년도 후반에 CT(컴퓨터단층촬영장치)가 도입이 됐는데, 그때 당시만 하더라도 인체의 단면을 영상화한다는 사실 하나만으로 환자치료나 진단에 큰 변화를 가져왔다. 하지만 CT만으로는 근육이나 조직을 구별하기 힘든 단점이 있었다.

조장희 박사가 개발한 PET는 인체구조 이외에 이의 기능까지 보여줄 수 있다는 점으로 큰 의미가 있었으나 당시에 고가격과 기술적 한계로 크게 보급되지는 못하였다. 80년도에 MRI가 개발되었는데, 이는 CT가 보여줄 수 없는 세부인체조직을 명확하게 보여주므로 CT와 경쟁이 시작되었다. 곧 MRI는 월등한 영상을 가지고 신체조직 이외에 신경학적 뇌 구조를 볼 수 있게 하였다. 90년대초 기능성MRI (fMRI)의 출현은 해부학적 구조 이외에 각종 장기의 기능까지 측정할 수 있으므로 의학과 과학에 새로운 장을 열었다. 앞으로의 방향은 PET와 MRI를 통합한 시스템을 이용해 뇌의 기능을 이해하고 각종 뇌 질환의 진단과 치료가 가능하게 될 것이다.

조장희 박사 : 전적으로 동의한다. 궁극적으로 뇌의 세포 하나 하나의 기능이 인간의 행동으로 표현되는 경로를 밝혀야 한다. 나는 의료기기 개발에 물리학을 접목해 왔지만, 뇌 과학과 이의 실질적인 임상에 응용하는 것이 궁극적 목표가 되어 한다.

2000년도에 의료영상에 지각변동을 가져온 또 하나의 사건이 있는데, 소위 분자영상기술이다. 이는 DNA의 발현을 포함한 세포의 신진대사기능까지 볼 수 있다. PET에 사용되는 여러 가지 화학물질의 특성을 이용한 것으로, 미래의 의료기술에 획기적인 영향을 미칠 것이다. CT는 PET와 비슷한 기법을 사용하기 때문에 PET와 CT는 쉽게 하나의 기기로 개발되어 PET의 기능을 향상시키는 역할을 하고 있다. MRI와 PET의 결합은 물리학적 문제가 있으나 두 기기의 장점을 효과적으로 이용하기 위한 기술

을 개발하면 환자 진료와 치료 및 뇌과학 분야에 큰 발전을 가져올 것이다.

올레즈 박사 : 나는 뇌 과학 임상연구자로서 PET가 분자영상의 도구로 최근에 급부상하고 있는 것을 눈여겨보아야 한다고 생각한다. MRI와 PET는 미래의 의료혁신을 가져올 것이라 믿는다.

쉽게 예를 들자면 PET&MRI는 서로의 약점을 보완해줌으로써, 전혀 새로운 치료 및 영상기법을 제공해 준다. 이는 뇌 과학 연구에도 필수적용 사용될 것이다. 뇌종양 환자의 치료를 예를 들면, 첫번째 뇌종양은 일반 뇌조직과 눈으로는 식별이 불가능하므로 일단 뇌종양과 그 위치를 판별해야 한다. 또한 종양이 양성인지 또는 악성(암)인지를 구별해야 한다. PET-MRI는 이 두 가지 정보를 명확하게 구별할 수 있게 도와준다. 두 번째는 이 종양을 제거해야 할 것이다. 지금까지 신경외과의들은 환자가 MRI검사와 PET검사를 따로 받게 한 후 이를 수학적 방법을 통해 융합하는 방식에 의존하여왔다. 이는 많은 경우 정확하지 않을 수 있다. PET-MRI 시스템은 세부 뇌 구조 및 이의 기능을 한번에, 그리고 동시에 검출하게 함으로써 정확도를 높일 뿐 아니라, 종양제거의 정도를 실시간으로 보여주게 함으로써 수술의 완성도를 혁신적으로 증강시킨다.

PET는 조 박사가 언급한대로, 사용되는 화학물질에 따라 지금까지 볼 수 없었던 신진대사기능을 마음껏 조정할 수 있게 된다. 이는 환자치료 및 진단에 크게 기여하여 환자 복지에 이바지하는 동시에, 의료 사고 등을 획기적으로 줄일 수 있다. 이는 질병에 기인하는 경제적 손실을 크게 줄일 수 있게 한다.

조장희 박사 : 올레즈 교수는 MRI를 단순한 진단뿐만 아니라 환자치료에 직접적으로 접목시키는 기술을 처음 개발한 사람이다. 이제 PET를 통하여 분자과학적 정보를 얻어 또 다른 차원의 치료방법을 개발하고자 한다.

올레즈 박사 : 맞다. 우리는 인류가 가질 수 있는 최고의 영상 치료 시스템을 개발하고자 한다.

조장희 박사 : 우리는 인류가 가질 수 있는 최고의 뇌 질환과 과학 연구시스템을 개발하고 있다. 우리가 개발하는 PET는 뇌 과학연구 전용 PET이다. 7.0T(테슬라) 고자장의 0.2mm 해상도의 MRI와 2mm의 해상도의 PET 영상을 통합하면 뇌과학을 위한 최초의, 그리고 최고의 기기가 될 것이다.

올레즈 박사 : 하버드대에서는 PET-MRI 이외에 음파를 이용



올레즈 박사는 MRI나 PET 등의 영상을 수술과 치료에 이용하는 기술의 대가이다. 인체 영상을 보면서 수술할 수 있는 ‘도넛형 실시간 영상수술 MRI’를 개발했으며, 북미방사선학회에서 수여하는 최고과학자상을 받기도 했다.

해 인체에 외상을 입히지 않는 새로운 수술기법도 이번 PET-MRI 시스템에 도입할 예정이다. 인체에 수술칼을 사용하지 않기 때문에 100% 의료영상에 의존해야 한다. 또한 이 방식은 필

미 하버드대 프렌츠 올레즈 박사

“메스 필요 없는 수술시대 연다”

요한 약물을 특정조직에 주사 없이 투여한다든지, 세포를 활성화하는 기법에도 사용할 수 있다. 예를 들어 특정 암 조직에 열을 투여하여 괴사시키는 방식으로 환자는 간단한 기법으로 외과적 수술 없이 국부마취로 치료가 가능하게 될 것이다. 최근에 이같은 방법으로 5~6일간의 입원이 필요한 자궁종양의 절제술 대신에, 외상없이 종양을 제거할 수 있는 기법을 도입하였다. 이때 MRI-PET는 종양의 조기진단 및 해부학적 위치나 이의 특성까지도 정확히 전달할 수 있게 한다. 비록 기기는 고가임에도 불구하고, 환자의 입원기간이 획기적으로 줄고, 외관상으로 수술 흔적이 남지 않는 등 실질적인 경제적 효과가 크다. 이같은 방식은 뇌 질환 이외에도 간암, 유방암 치료에도 곧 바로 이용이 가능하다.

조장희 박사 : 우리는 시대적으로 이러한 꿈같은 기술이 비로소 가능해 질 수 있는 시기에 도달해 있다. 불과 10년 아니 3~4년 전만 하더라도 이같은 기술은 불가능한 것이었다. 최근 7.0T 고자장 MRI는 0.2mm 이하의 고해상도를 가능하게 하였다. 앞서도 언급했듯이 PET도 분자영상기법에 불과 2~3년 전에 이용되기 시작했다. 사회적으로 그 필요성이 점증하고 있는 것이다. 90년대 일본 오가와 박사가 fMRI를 개발한 후 뇌 과학연구에 기폭제가 되어, 각종 뇌질환은 물론 인지과학, 사회학 등에 뇌 기능지도 기술에도 광범위하게 이용되고 있다. 최근에 기능 MRI가 사회학적 범범자의 인지연구나 거짓말 탐지기의 역할까지도 연구될 정도로 이의 사회적 연구가치는 광범위하다. 그 후 fMRI의 한계를 느끼기 시작하였고 PET를 이용한 분자 영상이 자연스럽게 부각되었고, MRI-PET의 개발도 피할 수 없는 사회경제적 요구에 부응하기 위해 예견되었다. MRI-PET는 단순히 MRI와 PET를 서로 붙인 간단한 시스템이 아니며 PET와 MRI를 융합함으로써 생기는, 전혀 새로운 물리학적 그리고 기술적 문제가 많이 발생할 것을 예견하며, 이를 위하여 공동연구가 필요하게 되었다.

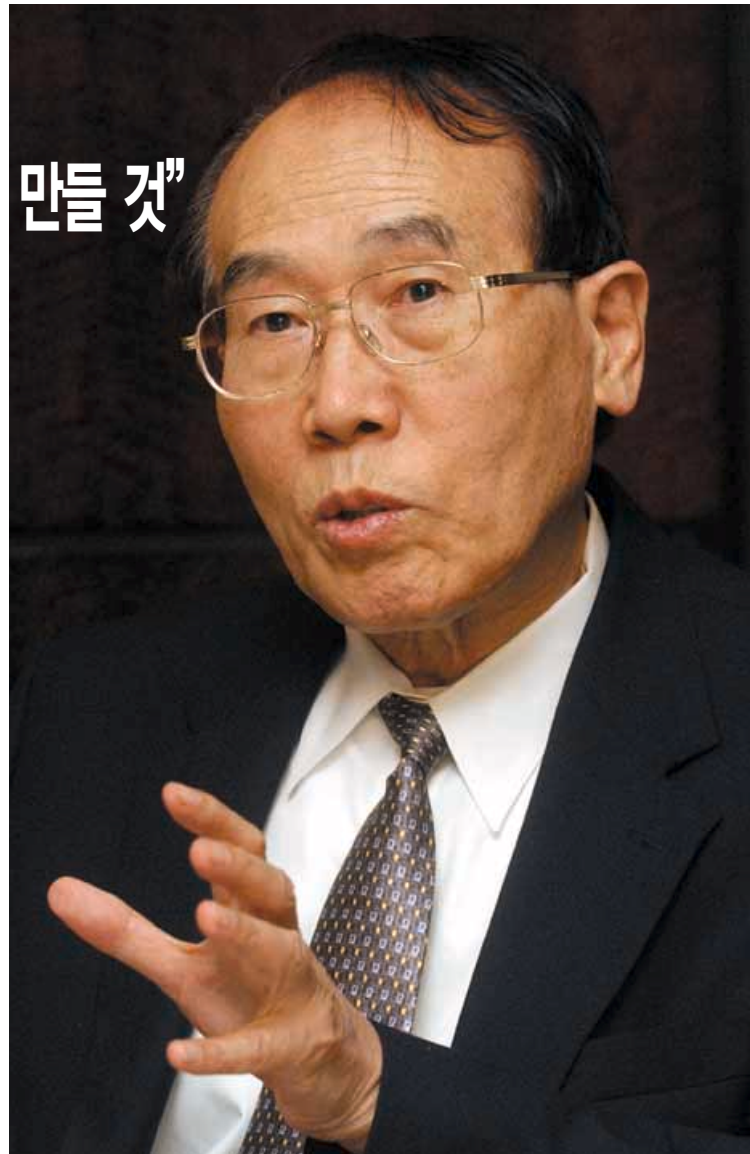
가천의대 뇌과학연구소 **조장희** 박사

“뇌과학을 위한 최초, 최고의 기기 만들 것”

PET기기의 센서는 고자장에서는 무용지물이다. 즉, 아주 높은 자장을 사용하는 MRI에 PET를 물리적으로 통합해서 사용할 수 없다는 것이다. 가천의대의 뇌과학연구소에서 개발하는 PET-MRI는 고해상도 PET와 초고자장(7.0T) MRI를 완벽한 자기 및 고주파 차폐로 서로 떨어져 있는 것처럼 만든다. 피험자가 자각하지 못할 정도로 양기기 사이를 왕복하게 한다. 하버드대에서 개발하는 기기는 수술을 중심으로 한 것으로 PET와 MRI가 약 5~10m 가량 떨어져 있고 수술침대가 이를 1~2분 속도로 왕복하는 방식을 택하는 것이다. 환자도 수술대에 고정되어 있으므로 기계가 떨어져 있어도 문제가 되지 않는다.

올레즈 박사 : 하버드대는 2005년말까지 우선 MRI와 수술방을 접목시키는 작업을 할 것이다. 이미 FDA로부터 승인도 받은 상태이고, 2006년까지 PET를 추가 제작하여 융합할 것이다. 완전한 시스템이 준비되기까지 2~3년이 더 소요되리라 믿는다. 최근 Brigham 여성종합병원은 2008년에 조장희 박사가 현재 진행중인 7.0T MRI-PET와 유사한 기기를 도입하도록 승인하였다. 비록 우리가 3년이 뒤지기는 하지만 조장희 박사가 개발중인 시스템이 세계적인 추세임을 증명하는 예라고 하겠다.

조장희 박사 : 가천의대는 올 여름 중에 시스템이 시험 가동될 예정이고, 추후 2~3년간의 개발기간이 필요하다. 상당히 실험적인 시도를 하는 관계로 시험가동 후, 다른 센터에 보급할 계획을 가지고 있다. CT가 개발되었을 때, 대당 가격은 25만 달러였다. MRI기기는 약 200만 달러이다. 80년~90년대에 있어 의료업계에서도 이것 이상은 심리적으로 투자 한계액에 다다른 것으로 믿어져 왔다. 최근 PET시장은 기하급수적으로 증가하였는데, MRI기기의 가격을 초과함에도 불구하고 단순한 진료목적을 떠나 환자 치료의 진전을 모니터한다든지, 올레즈 교수같이 치료에 직접 접목을 시킬 수 있어 고부가가치를 창출할 수 있음으로써 가능하게 된 것이다. 우리가 개발하고자 하는 기기인 고해상도 PET(HRRT)+고자장 MRI(7.0T) 시스템은 1천만 달러가 넘는 의



인체 투시 영상분야의 세계적인 석학인 조장희 박사는 PET를 세계 처음으로 개발한 공로로 유력한 노벨상 후보로 꼽히고 있다. 그는 대학 졸업 뒤 계속 스웨덴과 미국에서 생활하면서도 한국 국적을 포기하지 않았다.

료기 사상 가장 복잡하고 비싼 기기가 될 것이나 최근의 뇌과학 분야의 발달이나 뇌질환 및 암의 조기 진단 증가를 볼 때 충분히 상용화될 이유가 있다고 생각된다.

올레즈 박사 : 이런 기기의 상용화에 해결해야 할 과제가 많다. 첫번째 수술기간을 최소화하는 것이다. 이는 PET와 MRI를 왕복하는 기기적 기술을 개발함으로써 해결될 수 있다. 또 응용 범위를 넓게 하는 것이다. 뇌수술, 치료, 암 제거 수술이용뿐만 아니라 줄기세포의 인체응용과 이의 영상화가 관건이 되겠고, 이의 유용성을 증명하는 것이 과제이다. 비 침습적 방식의 개발이다. 한 예로, 앞서 말한 음파주사방식으로 외상없이 원하는 조직을 제거하는 방식의 개발이다.

치료의 효율성 증대 면에서 볼 때, 현재 수술방식으로는 종양을 100% 제거하기 힘들다. 환자에게 있어 치료효과를 극대화하기 위해 정확한 병소를 최대한으로 제거하는 기술이 필요하다. PET는 병소를 정확하게 보여주는 역할을 할 것이고, MRI는 해부학적 위치를 제공해준다. 로봇이나 효율화 방식, 그리고 약물 전달 방식을 융합하여 완치를 목적으로 한다.

조장희 박사 : 이같은 임상적용을 위해 우리는 기초과학/생리학적 정보를 제공할 수 있다. 우리가 개발하는 시스템이 얻은 결과를 하버드대학 같은 학교에서 임상적으로 시도하고 검증하는 역할을 함으로써 상용효과를 얻을 수 있다. 예를 들어, MRI전자기차폐기술이나 PET기술 등을 하버드대학에서 응용하고, 여러 가지 임상효과를 바탕으로 기기를 보다 완벽하고 최적화할 수 있다. 재정적으로 세계적 추세가 뇌 과학에 많은 연구비가 투자되고 있으므로, 연구비는 큰 장애가 되지 않는다. 본 기기가 개발이 완수되면 국내 연구센터에도 최소 몇 대가 보급이 될 것이다. 일본·중국을 포함하여 수십 대가 보급이 되고, 전세계에 100대 이상 보급되는 것은 그리 어려운 일이 아닐 것으로 생각된다.

올레즈 박사 : 전적으로 동의한다. 우리가 90년대 중재적 MRI 기기를 개발할 때 불과 1대에 지나지 않았던 것이 지금은 세계적으로 60개 이상이 판매·보급되었다. 비록 고가라 하더라도 결과와 효과만 확실하다면 수요는 급증한다. 생산에 따른 생산비 절감효과로 기기의 가격은 점차 줄일 수 있다. 값이 저렴하다고 좋은 게 아니다. 20년 전만 하여도 초음파 진단기기는 비싼 이유로 보급이 많이 안 되었으나, 지금은 일반의원에서도 흔히 초음파 기기를 볼 수 있게 되었다. PET-MRI는 널리 보급될 수밖에 없다. 본인은 프로젝트가 기술적으로는 성공되리라 확신된다. 물론 시장에서 판결이 나겠지만, 상용화는 문제가 되지 않을 것이다. 지멘스와 GE같은 다국적 기업이 이같은 기기개발에 박차를 가하는 것으로 보아도 미리 짐작될 수 있다.

조장희 박사 : 하운스피얼드 박사가 CT를 처음 내놓았을 때, 아무도 이 시장성을 예측하지 못했다. 역사가 증언하듯 초기 투자액은 큰 걸림돌이 아니다. PET-MRI는 대세이고 우리는 이를 가능하게 할 것이다.

올레즈 박사 : 아직 인간이 정복하지 못한 장기가 너무 많다. 그런 곳을 속속들이 들여다 보면서 진단하고 치료하려면 개발해야 할 의료장비가 많다. 일례로 초음파 기술을 이용하여 수술 없이 종양을 제거하는 기술들이 개발되어야 한다. 이는 우리 하버드대 PET-MRI 프로젝트 (AMIGO)이며 이에 필수적이다. 이같은 종양제거 요법뿐만 아니라, 뇌 기능을 분석, 더 나아가서 뇌 기능을 조절할 수 있는 기기가 필요하다. 소위, 신경 조작기는 뇌 기능을 선택적으로 활성화 비활성화시킴으로써 신경과적, 정신과적 치료에 이용될 수 있다. 거꾸로, ‘Brain-Computer-Interface’ 같이 뇌 기능을 검출함으로써 컴퓨터나 기기를 작동시키는 능동적 장비를 개발할 수도 있다. 즉 생각만으로 전자기나 컴퓨터를 작동시키는 시대가 올 것이다.

조장희 박사 : 그렇다. 이같은 기술을 한 층 더 발전시키고, 좀 더 정확하고, 신속한 진단을 위해 PET-MRI기기의 개발은 시급하다. 고령화 사회에 따른 각종 뇌 질환의 조기발견과 치료에 있어 이같은 기기의 개발이 필요하다.

올레즈 박사 : 고령화 사회는 지금 전세계적으로 문제가 되고 있다. 미국은 소위 70년대 베이비붐 이후 저출산에 따른 고령화가 사회적으로 문제가 되고 있다. 당장 사회구조가 바뀌지는 않으므로, 고령화에 따른 각종 뇌 질환들이 경제·사회적으로 문제가 될 것이다. 이는 치매, 파킨슨병 등이 포함된다. 이를 위하여 뇌 질환 전문의 진단 치료 기기 개발의 필요성은 미국에서도 대두되고 있다. 본인은 하버드 줄기세포연구소(HSCI)와 공동으로 추진중인 연구를 포함하여 이 센터는 줄기세포를 이용한 척추손상치료 연구 이외에 노인성 뇌 질환 치료의 연구에 박차를 가하고 있다.

개인적인 생각으로는 새로운 물리현상에 기초하는 전혀 새로운 영상기법은 한동안 출현하지 않을 것 같다. 다음 십 년 동안 우리가 해야 될 일은 이미 사용되는 기법을 한층 개선하는 동시에 여러 영상 기법을 융합하는 방법이 모색되리라 생각한다. 일부분에서는 MRI와 PET를 간단히 연결했다는 점만 부각시키는 경향이 있는데, 이같은 행위가 기술적으로 간단하지는 않다는 점을 주지시키고 싶다. 영상융합 기법, 영상처리 기법, 고자장

MRI와 PET의 물리적인 설치 및 환자/피험자의 안전, 실험의 용이성 등이 연구만 하더라도 결코 쉽지않은 았을 것이다.

조장희 박사 : 동감이다. 치료까지 테라헤르츠를 제외한 모든 주파수 대역이 이용되고 있기 때문에 새로운 영상기법이 나오기까지는 상당한 시간이 필요할 것이다. PET 하나만 보더라도 사용되는 화학물질의 특정 병소와 연결시키는 작업만해도 많은 연구를 거듭해야 한다. 최근 10년 동안 분자 영상을 위한 화학물질의 수는 급진적으로 늘어났다. 분자영상이 가능한 만큼, 우리도 수백 개의 새로운 화학물질을 개발·점검할 것이다. 종전까지만 해도 본인은 PET와 MRI를 따로 개발하고 있었다. 하지만 PET와 MRI의 융합은 과거에 존재하지 않았던 새로운 가능성을 제공

할 것이다. 우리 가천의대 뇌과학연구소와 하버드대학은 서로 배우고 가르칠 점이 너무도 많다.

올레즈 박사 : 우리는 뇌 과학뿐만 아니라, 공동 연구의 결과를 인체 전체에 적용해야 할 것이다. 예를 들어, 암의 분류에 있어서 지금까지는 생체조직을 절개하여 생체 검증을 하는 방식에 의존하였었다. 영상과학은 이같은 비효율적 방식을 로봇 등을 이용한 비중재적 치료 방법과 차세대 감마나이프(Gamma Knife) 등으로 교체하게 될 것이다.



글쓰이는 경희대 전자과를 졸업 후, 동대학원에서 석사학위를 받았다.

하버드대 AMIGO 프로젝트 vs 가천의대 프로젝트

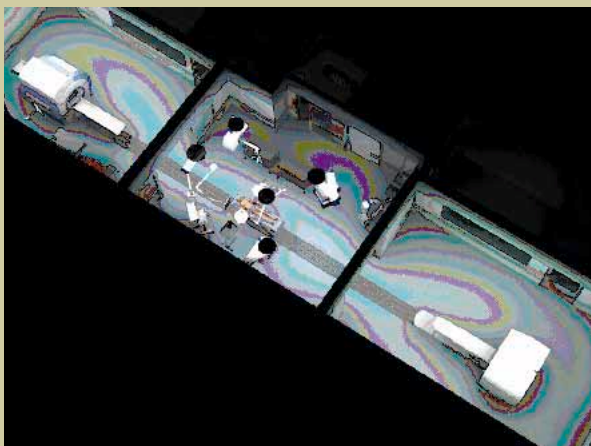
하버드대 프로젝트는 원래 'OPEN MRI' 라고 불리는 중재적 수술이 가능한 모델을 개발한 경력이 있는 하버드 의대의 올레즈 교수(Dr. Jolesz)가 추진하고 있는 차세대 프로젝트로 이는 미래의 첨단 수술실의 전형이 될 것이다. PET와 MRI 사이에 수술실이 존재해서 수술중에 형태학적 변화나 기능의 변화 또 분자과학적 변화까지를 볼 수 있어 수술에 엄청난 도움을 줄 수 있을 것이다.

가천의대에서 추진하는 복합 양전자 단층 촬영기와 추구하는 목적에 차이는 있다. 하버드대 프로젝트는 중재적 수술

이 목적 즉, 수술하면서 실시간으로 연속적인 PET나 MRI의 영상을 보가면서 수술을 할 수가 있어 수술의 정확도를 높일 수 있다.

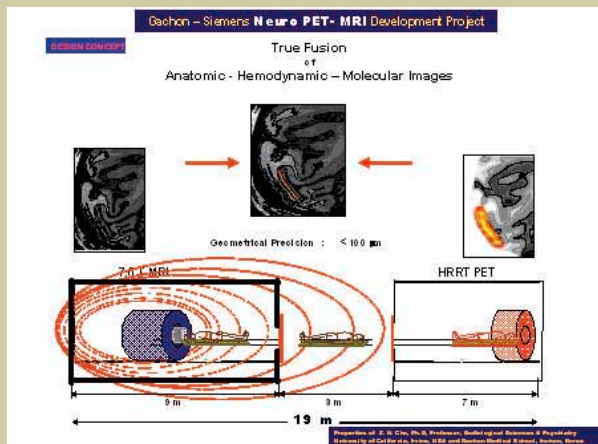
가천의대 프로젝트는 뇌의 공간적·시간적 분자과학적인 변화를 볼 수 있는 첨단 영상기기이다. 그러나 구조적으로 유사한점 또한 많아 상호보완적인 연구가 될 수 있을 것이다. 즉, 두 기기 사이에 선로를 따라 왔다갔다하게 하는 점이나 현대 의학의 최첨단 PET와 MRI를 동시에 사용하려 한 점 등이 비슷하다. **ST**

하버드 대학 모델(아미고:환자가 MRI와 PET 실을 왔다갔다함)



MRI(왼쪽방), 수술실 (가운데 방), PET(오른쪽방)

가천의대 복합 양전자 단층 촬영기(환자가 MRI와 PET를 왔다갔다함)



7테슬라 MRI, 환자, PET