

## 의학영상의 최신 발전

삼성의료원 영상의학 · 진단방사선과  
임 재 훈

X선이 발견된 후 100년이 되는 동안에 X선이 의학 특히 질병진단에 끼친 영향은 병원을 방문하는 모든 환자가 X선을 이용하며 현재 질병진단의 70~80%가 방사선과에서 이루어지고 있다는 것만으로도 지대함을 알 수 있다. 컴퓨터가 의학영상에 이용되면서 CT, MR과 초음파진단기가 영상진단의 제2혁명을 이루었고 요즈음은 X선 촬영도 디지털 영상으로 재현하여 여러가지 정보를 얻으며 X선 필름대신 모니터를 이용한 판독시대로 나아갈 전망이다.

연자는 영상의학의 최신발전에 관하여 디지털 X선 촬영, Spiral CT, Functional MRI, Doppler power imaging, PET, 3차원영상과 PACS를 소개한다.

### 1. 디지털 X선 촬영(digital radiography)

디지털 X선 시스템은, 기존의 X선 촬영 시스템에서 필름을 사용하여 영상정보를 수집, 기록해 오던 것을 필름 대신에 디지털화한 신호를 받아 이를 컴퓨터를 이용한 영상처리 및 재구성의 과정을 거쳐 최종 영상을 얻는 새로운 형태의 X선 촬영방법을 의미한다.

X선 수용체로써 대단히 감도가 높은 중금속을 이용한 특수 화상판을 사용하며 X선에 노출된 화상판을 헬륨·네온 레이저광선으로 판독하여 정보를 얻는다. 이때 얻어진 정보는 아나그로, 디지털 전환을 시켜 컴퓨터에 수록한 후 필요에 따라 최종 영상을 헬륨·네온 레이저 광선으로 필름에 인화할 수 있다. 필름에 인화하는 과정에서 대개 서로 농도가 다른 두 장의 사진을 얻어내고 촬영 조건에 관계없이 일정하고 좋은 영상을 얻는다.

이 방식의 장점은 방사선 노출을 수십분의 일로 줄일 수 있고 촬영을 통한 병변의 관찰가능성이 넓어져서 촬영 회수를 줄이고도 정확한 진단을 얻을 수 있게 되었으며, 촬영조건외의 관용도가 넓어서 항상 일정하게 좋은 사진을 얻을 수 있으므로 재촬영 등의 번거로움이 없어졌으며 종래의 디지털 X선 촬영에 비해 월등히 훌륭한 해상력을 보임으로써 가장 진보된 방식으로 평가되고 있다.

이 시스템의 장점은 특정영역의 대조도를 선택적으로 증폭함으로써 미세한 농도차이에서도 진단정보를 얻을 수 있고 최종영상을 얻기 전에 영상의 질을 가장 알맞은 조건으로 조절

할 수 있어 부적합한 영상을 판독하거나 재촬영을 하는 일이 없어진다. 관용도가 높아 한 번의 촬영으로 서로 다른 여러 장의 영상을 얻을 수 있다.

디지털 영상은 마그네틱 테잎이나 레이저광디스크에 보관하여 분실염려가 없고 영상을 계속 보존할 수 있어 필름관리에 필요한 장소와 인력을 절약할 수 있다. 또한 X선 필름을 현상하고 판독하여 의뢰의사에게 사람이 전달해야 하는데 디지털 X선을 이용함으로써 picture archiving and communication system(PACS)을 완성하여 digital radiography에서 얻은 정보를 대용량의 광디스크에 보관하고 이것을 방사선과 의사가 모니터에 불러내어 soft copy(필름이 아닌 모니터 영상)를 보고 판독하며 그것을 동시에 의뢰의사에게도 전달되어 X선 화상과 판독정보를 동시에 얻어 환자치료에 즉시 이용할 수 있다. PACS는 병원에서 필름을 없앴으므로 X선 필름시스템이 갖는 여러 문제점, 즉 필름분실, 훼손, 관리에 필요한 인력, 장소문제, 촬영과 판독, 진료까지의 시간문제를 동시에 해결한다.

## 2. Spiral CT

Spiral(Helical) CT는 CT scanner의 gantry를 구성하는 X-ray tube가 연속적으로 회전하면서 X선을 조사하는 동안 환자 table 또한 일정한 속도로 연속적으로 gantry를 통과하여 나선형의 raw data를 얻고 interpolation이라는 과정을 거쳐 axial plane의 영상을 얻는다.

기존의 CT 스캔과 근본적으로 다른 점은 연속적인 volume data를 얻으므로 임의의 간격으로 영상을 재구성할 수 있고, 임의의 방향으로 realtime multiplanar reformation이 가능하며 3-D reconstruction을 할 수 있는 점을 들 수 있겠다. 또한 single-breath hold 상태에서 단시간 내에 스캔을 할 수 있어 호흡운동에 의한 misregistration이 없고 조영제 주입시는 혈관 내 조영제의 농도가 가장 높은 시기에 스캔을 하므로 CT angiography를 할 수 있으며 조영제의 양을 줄일 수 있는 점 등이 장점이라 하겠다. 제3세대 및 4세대 CT는 X-ray tube에 전력을 공급하는 generator와 X-ray tube가 cable로 연결되어 있고 detector array와 computer system간에도 cable로 연결되어 있어 기계적으로 X-ray tube-detector array의 연속적인 회전이 불가능하다. 또한 X-ray tube의 회전시 가속과 감속을 반복하여야 하므로 scan time이 2~3초에 이르고, 원래의 위치로 tube가 다시 돌아온 후에야 다음 스캔이 가능하므로 5~10초의 interscan delay가 필요하였다.

Slip-ring technology는 1989년 처음으로 CT에 적용된 기술로 sliding brush를 원형으로 배열하여 X-ray tube가 회전하는 동안 연속적으로 전력을 공급받게 되며 또한 detector array와 computer system도 같은 방법으로 연결하는 기술이다. Slip-ring technology는 X-ray tube의 연속적인 회전을 가능하게 할 뿐 아니라 기존 system에 비해 X-ray tube의 회전속도를 빨리할 수 있으므로 scan time을 1초 이내로 감소시킬 수 있다. 강력한 X-ray tube의 개발과 computer speed의 향상 또한 slip-ring technology를 현실적으로 이용할 수 있게 하였다.

보통 CT에 비하여 spiral CT의 장점으로는 (1) 한 번의 호흡정지(20~40초) 동안에 한 부위검사가 가능하므로 검사시간이 단축되고 (2) 호흡운동에 의한 misregistration을 막을 수 있고 (3) 임의방향의 영상 재구성이 가능하고, (4) 조영증강을 극대화하여 병소의 발견율을 극대화하고 종양의 악성도를 판정하며 (5) 임의 방향의 2D, 3D 영상을 얻을 수 있다.

### 3. Functional MRI

지금까지의 MRI는 신체나 장기의 해부학적 구조와 이 구조의 이상(질병에 의한 정상조직의 변화)을 기초로 하는데 비하여 functional MRI는 어떤 장기의 기능이 있는가 없는가, 정상인가, 비정상인가를 영상으로 나타내는 방법이다. 현재 조직 속의 적혈구의 deoxyhemoglobin 양을 MRI로 기록하여 영상화하는 것이 가장 앞서 있다. 활동하는 특정부분의 혈류순환과 산소 소비량이 인근 조직에 비하여 높고 deoxyhemoglobin의 농도의 차이(감소)가 생기고 이것을 고자장 T2 weight image system으로 영상화하면 baseline image에 비하여 그 부분만 high signal intensity로 나타난다. 즉 특정 조직이 활동하는가 활동하지 않는가를 알 수 있다. 현재 functional brain imaging 실용화 단계에 있으며 language processing, cognition, learning, memory 등에 적용될 가능성이 있다.

### 4. Doppler Power Imaging(DPI, 도플러 혈관촬영)

지금까지의 도플러초음파검사는 특정 용적 속의 평균 도플러 주파수 변환(mean doppler frequency shift)을 기록하는데 반하여 DPI는 일정 용적속의 moving targets(RPC number)의 수를 기록한다. 따라서 작은 용적속의 적은 혈류를 측정하는데 유리하다. 또한 doppler angle에 관계없이, 혈류방향에 관계없이 흐르는 혈류를 측정할 수 있으며 aliasing이 없다. 그러나 혈류 속도나 방향에 관한 정보가 없고 조직의 움직임에 민감하다는 단점이 있다. 적은 혈류에 민감하기 때문에 color doppler imaging으로 잡기 어려운 혈류를 빠르고 쉽게 검색할 수 있고 tissue perfusion에 관한 정보를 알 수 있다.

현재 응용이 유용하다고 판단되는 검사는 고환염전(testicular torsion), bowel strangulation, 신 이식후 혈류관찰과 특히 종양 중 암의 검색과 tissue characterization에 이용될 가능성이 있다.

### 5. PET

Positron Emission Tomography는 양전자(positron)를 방출하는 방사선동위원소(양전자방출 핵종)에 표지된 대사물 혹은 약제를 투여하여 그 체내분포를 PET 스캐너를 사용하여 영상

화하는 새로운 기능적 혹은 생리적인 영상기법이다. 전산화단층촬영(CT) 및 핵자기공명영상법(MRI) 등은 해상력이 우수한 영상기법이나 아직 해부학적인 병변을 주로 진단하는데 널리 이용되고 있다. 이에 반해 PET는 질병 과정에 대한 독특하고도 중요한 기능적인 정보를 제공할 수 있으며 환자의 임상평가 과정에서 해부학적인 병변이 없는 시기나 질환에서의 질병의 병인 연구, 진단, 예후판정, 그리고 치료방침 설정에 유용하게 이용될 수 있다.

탄소의 예를 들어 설명하면, 자연에 존재하는 대부분의 안정된 탄소원자의 원자핵은 양성자 6개와 중성자 6개로 되어 있고 그 질량은 12이다. 이것은 탄소-12라 부르고 통상  $^{12}\text{C}$ 로 표기한다. 그러나 양성자 6개와 중성자 5개로 되어 있는  $^{11}\text{C}$ (탄소-11)은 자연에서는 존재하지 않지만 소형의 medical cyclotron을 사용하여 가속시킨 고 energy의 양성자를 질소( $^{14}\text{N}$ )에 충격중으로서 제조가 가능하다[ $^{14}\text{N}(p, \alpha)^{11}\text{C}$ ]. 이 동위원소는 대단히 불안정하며 원자핵에서 상대적으로 많은 양성자 1개가 붕괴되어 양전자(positron)을 방출하고 중성자로 변하여 양성자 6개와 중성자 5개의 원자핵을 갖고 안정한  $^{11}\text{B}$ (붕소-11)으로 된다. 이때 방출된 양전자는 보통 전자와 질량은 같지만, 전자와는 반대로 (+) 전하를 가지고 있다. 따라서 양전자는 곧 (-)의 전하를 가지고 있는 전자와 결합하여 2개의 511 keV의 높은 에너지를 갖는 광자를 반대방향으로 방출해서 소멸하고 있다. 이를 소멸방사선(annihilation radiation)이라 한다. 이 1쌍의 광자를 PET기기를 사용하면 쉽게 검출, 측정할 수 있으므로,  $^{11}\text{C}$  등의 양전자 핵종의 체내 존재분포를 정확하게 정량적으로 영상화하는 것이 가능하게 된다.

### 6. 3차원의 의학영상

X선 촬영, 투시혈관촬영 등의 영상은 3차원의 실물을 2차원 영상으로 표시하여 실물을 의사들이 머리 속에서 입체영상을 구성하여(mental integration) 진단하나 오랜 경험이 필요하고 특히 수술 등의 치료가 필요한 경우에 정확한 입체영상이 필요하다. 컴퓨터를 이용한 3차원 영상은 주어진 다차원(multidimensional) 영상 데이터로부터 3차원의 장기형태를 공간상에 구성하는 일련의 변환과정을 말한다. 일정한 간격이 유지되는 연속적인 단면상을 쌓아서 3차원적 구조물을 재구성한다. 재구성된 3차원 영상을 2차원 컴퓨터 스크린에 표시하는데(차원의 축소) 이것을 rendering이라 하며 surface rendering, volume rendering이 이용된다. CT, MR, 초음파 모두 3차원 영상을 구성할 수 있으며 spiral CT가 수술 implantation 등에 편리하게 이용되고 있다.

---

\*이 강좌는 본 학회가 주최한 「최신 영상의학의 동향」 심포지움(1994. 11. 19, 삼성서울병원 대강당)에서 발표하였음.