

디지털 X선영상법

고려대학교 보건전문대학 방사선과
許 俊

Digital Radiography

Joon Huh

... Dept. of Radio-technology, Junior College of Allied Health
Sciences, Korea University, Seoul, Korea

I. 기술적인 배경

X선사진은 의료용 화상 중에서 가장 오랜 역사를 가지고 있으며 전통을 가진 화상정보로서, 필름에 노광·현상처리를 한 것으로 막대한 정보량을 가지고 있다. X선 CT를 비롯하여 의료용 화상이 디지털화되고 있는 추세에서 X선사진은 많은 정보량을 가지고 있으며 아나로그 정보로서 남아있다. 그러나, 디지털화의 추세는 X선사진에까지 오게되어 이미 아나로그 사진은 붕괴 직전에 와 있다고 하겠다. X선사진이 디지털화되는 이유는 종전의 필름에 의한 X선상을 관리하는 데에는 한계상황에 이르렀다는 점으로, 디지털화하여 보관하고 필요에 따라 화상을 신속하게 볼 수 있다는 요구에 대응할 수 있는 새로운 시스템을 개발·이용하게 되었다. 그 다음 이유는, 기타의료용 화상과 함께 종합적으로 관리하여 비교진단을 하기 위해서는 X선화상을 예외로 그대로 둘 수는 없으며, 모든 기술동향이 디지털화되는 것도 무시할 수는 없다.

1. 의료용 화상의 관리상태

의료정보의 보관관리에서 환자의 병상기록이 주된 것이라 하겠으며, X선필름은 대량 보존이 되고 있으나 병상기록과는 별도로 보관 관리되고 있는 것이 현실이다. 새로운 의료시설에서는 병상기록과 필름을 일괄하여 중앙관리를 해야 하며, 그 보관은 5년간으로 규정되고 있어 보관장소나 반송의 관리에 많은 경비와 인원이 필요하게 되었다.

그러나 현재의 관리상태를 보면, X선필름은 대부분 방사선과에 보관이 되고 있으며, 더욱 병상 기록의 번호와 필름번호가 각각 통일되지 않아 종합적인 관리는 물론이고 종전의 필름을 보는데는 많은 시간이 걸리고, 심지어는 찾지 못할 경우도 있다. X선필름 이외에는 아직까지 그 양이 적으나, 핵의학화상, X선 CT화상이나 초음파단층상 등이 필름사진이나 포로라이드사진 등의 형태로 보관하는 이외에 일부는 디지털정보를 그대로 자기테이프나 디스크에 보관하고 있다.

표 1. 디지털화상의 정보량 산출

예 : 1000 병상, 외래 2000 명/일의 병원)

	환자수(명/일)	마 수/환자수	촬영매수(매/일)	정보량(bit)	전정보량(Mbyte)
단순촬영	300	2	600	$2000^2 \times 8$	2400
단층촬영	16	5	80	$1000^2 \times 8$	80
일반조영	60	10	600	$1000^2 \times 8$	600
혈관조영(두부)	2	50	100	$1000^2 \times 8$	100
DF	10	15	150	$1000^2 \times 8$	150
X선 CT(두부)	20	5	100	$512^2 \times 16$	52.4
X선 CT(복부)	10	10	100	$512^2 \times 16$	52.4
US	30	20	600	$256^2 \times 8$	39.3
RI(Dyn)	20	15	300	$64^2 \times 8$	1.2
RI(Sta)	40	5	200	$128^2 \times 8$	3.3
MRI	20	15	300	$512^2 \times 10$	98.3
내시경	20	10	200	$512^2 \times 3 \times 8$	157
병상기록	3000명	0.3매/A4	900매/A4	45MB/일	

여기서, 병상수가 1,000, 외래환자 수가 2,000명 일의 대형병원에서의 화상검사량을 추정해 보면 표 1과 같으며, 그 결과로서 각 화상이 디지털화 될 경우에 1매당 디지털화상으로서의 정보량이 계산된다. 이 표에서 환자수가 가장 많고 1매당 정보량이 많은 것은 단순X선 촬영으로, 1일당 300명의 환자가 600매의 촬영을 하여 그 전체 정보량은 2400M byte로 추정된다. 표 1의 전체 정보량을 합계하면 1일당 정보량을 알 수 있으며 3730M byte가 된다. 이 중에서 단순촬영은 64%, X선촬영에 속하는 단층촬영, 일반조영이나 혈관조영까지 들어가면 85%가 된다. 1년분의 정보량은 1년에 250일을 가동한다고 하면 약 930G byte가 된다. 이것을 볼 때, X선촬영의 정보량이 얼마나 큰 것인가를 알 수 있으며, 이것을 적절하게 관리하는데 따라 의료전체에 미치는 영향을 볼 것이며, 이를 위해서 의료용 화상관리는 올바르게 이루어져야 할 것이다.

2. 디지털 화상관리의 이점과 문제점

디지털 X선영상법을 기술하기 전에, X선사

진을 디지털화 하는 것이 왜 바람직한지 그 이유를 생각해 보기로 한다.

① X선필름의 가격이 고가이다. 필름의 주 구성원이 되는 銀은 귀중한 자원으로 필름의 가격은 디지털 기록매체에 비해서 단위정보당의 가격이 비싸질 것으로 예상된다.

② 검색시간이 단축되고 인원이 절약된다. 디지털정보로 되면 전자적인 정보 전송수단에 따라 사람 손을 거치지 않고 고속의 화상통신이 가능하다.

③ 보관장소가 작아질 수 있다. 필름보다도 고밀도의 기록매체를 쓰고 있어 보관 space를 대폭적으로 작게할 수 있다.

④ 필름의 분실과 보관하는데 따르는 문제점이 감소될 수 있다. X선필름을 중앙관리할 때에 문제가 되는 것으로는 대출된 필름이 분실될 위험성이 있는 것과 반환될 때에 잘못하여 단 장소에 보관되는 것 등이 있다. 이렇게 되면 필름의 검색에 시간이 걸리게 되는데 디지털시스템에서는 이와같은 문제는 작아진다.

⑤ 많은 종류의 의료용 화상을 통합시킬 수 있다. 디지털시스템에서는 각종 화상정보를 통합하여 디지털정보로 관리하게 되므로 필요한

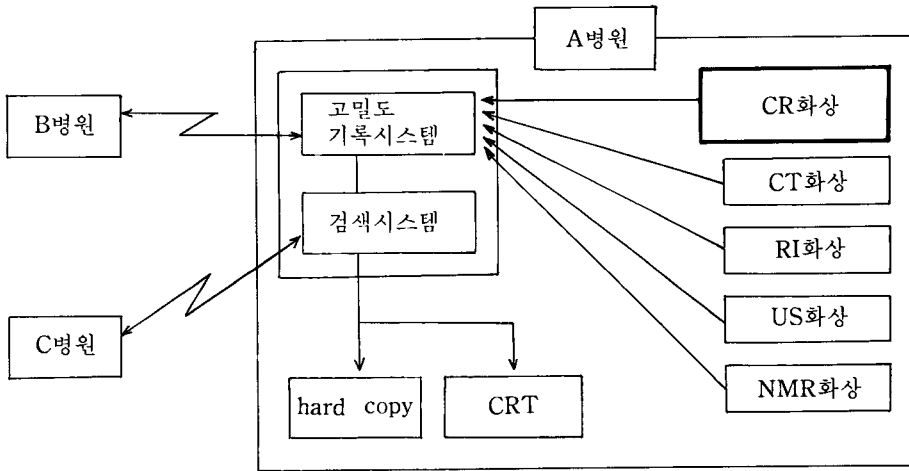


그림 1. 진단화상 정보시스템

연결을 하면 화상으로 검색 표시, 동영상 할 수 있게 하여 의사에게 제공할 수 있다.

⑥ 전체 화상 정보를 보존하고 각 시설 사이에서 서로 정보를 교환할 수 있다. X선 CT 등의 디지털 화상은 광범위한 농도를 가지고 있으므로 일단 필름에 기록하면 그 정보는 없어진다. 또한 디지털화상에서 데이터가 표준화되면 각 시설사이에서 화상데이터의 통신이나 교환이 쉽게 된다(그림 1 참조).

⑦ 같은 화상을 많은 사람이 볼 수 있다. 디지털 화상으로서 CRT 표시장치에 화상이 표시되면 여러 사람이 같은 화상을 볼 수 있다. 이것은 같은 시설 뿐만 아니라 NTT의 INS 등의 new media를 이용한 전송을 할 수 있게 된다.

⑧ 자동진단의 가능성. 디지털 화상에서는 전자계산기를 이용하는 방식으로 인식하는 것과 자동진단의 가능성이 기대된다. 이에 대해서 디지털화가 되는데 따르는 문제점도 있으며 그것은 다음과 같다.

① 디지털 화상관리시스템의 각 요소에 따르는 기술은 아직 완전치 못한 것이 많다. 그 중에서도 이 시스템의 중심이 되는 초고밀도의 기록매체로서는 현재의 X선필름을 능가할 수 있는 것은 아직 없으나 미소한 X선흡수 차를 검출하여 정도높은 진단정보를 저선량으로 제

공할 수 있다.

② 시스템 자체의 가격이 비싸다. 앞으로는 가격이 염가로 될 가능성이 있으나 현 시점에서는 종전의 필름시스템보다 비싸다.

③ 새로운 시스템에 대해서 의사측이 받아들이는 체제의 문제로서 디지털 시스템에서는 필름과 view box가 필요없으며, CRT 표시장치를 쓰게 된다. 그러나 의사는 처음으로 경험하게 되므로 실제로 익숙하게 될 때까지는 오랜 시간이 걸릴 것이다.

이상과 같은 문제점을 원만하게 해결하면서 디지털 화상관리시스템을 도입하기 위해서는, 비교적 규모가 작은 전문연구병원에서 시험적으로 시작하고 기술의 발전에 따라 개량과 경험을 기초로하여 그 규모를 확대하는 것이 바람직하다고 생각한다.

3. 디지털 X선영상법의 정의와 분류

디지털 X선영상법에 쓰여지는 X선 발생장치는 종전의 것과 똑같으나 신체를 투과한 X선을 받는 검출기의 출력을 아날로그에서 디지털로(A-D) 변환하거나 또는 직접 디지털 신호로 호출하여 디지털화상 정보를 작성하는 X선촬영법이 있다. 그 중에서 X선 CT와 같이 재구성 演算을 하는 것은 포함되지 않는다.

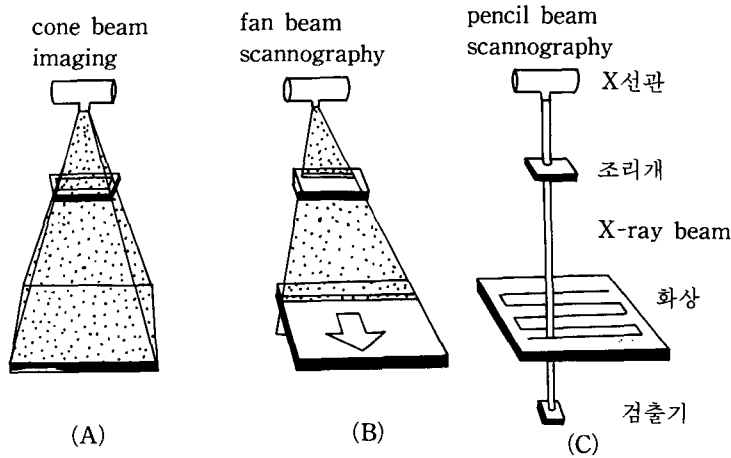


그림 2. X선 beam의 형성과 X선 화상방법

디지털 X선영상법을 사용되는 X선 beam의 형상에 따라 분류하면 다음과 같으며, 사용되는 X선 beam은

- ① cone beam
- ② fan beam
- ③ pencil beam

이상의 3종류가 있다.

Cone beam은 그림 2-A와 같이 종전의 필름방법으로 검출기는 面狀으로 한번에 받는 방식이다.

Fan beam은 1차원의 X선원으로 생각되는 것으로 그림 2-B와 같이 2차원의 정보를 얻기 위해서는 beam 또는 피사체를 일방향으로 움직이지 않으면 안된다. Pencil beam의 경우는 그림 2-C와 같이 2차원적으로 움직이므로 2차원정보를 묘사할 수 있다.

① Cone beam을 사용하는 영상법은 「디지털 cone beam 영상법」으로 2종류로 분류한다.

- a. Digital radiography(DR)

이것은 필름이나 FCR의 imaging plate(IP)에 의한 촬영시스템

- b. Digital fluorography(DF)

이중에 가장 실용화된 X선상 증배관(II)과 TV 촬상관을 연결한 것을 사용하는 시스템이

포함된다. 여기서는 撮影法이라는 새로운 용어를 사용한다.

② Fan beam을 사용하는 방법을 「digital fan beam scannography : DFS」라 한다. 이 중에는 X선 CT의 fan beam을 쓰고 X선관을 고정, 베드만을 이동시킴으로써 투영화상을 얻을 수 있는 것 등이 있다.

③ Pencil beam을 사용하는 방법을 「digital pencil beam scannography : DPS」라 한다. 이 형의 장치로서는 미국의 AS & E사의 micro-dose 시스템이 있다. 이상을 요약하면 표 2와 같으며, 이 중에서 DFS와 DPS는 아직 실용화 되지 못하며 연구단계에 있다.

표 2. Digital X선영상법의 정의와 명칭

Digital X-ray imaging : DXI

1. Cone beam을 이용하는 것
digital cone beam imaging : DCI
a. digital radiography : DR
b. digital fluorography : DF
2. Fan beam을 이용하는 것
digital fan beam scannography : DFS
3. Pencil beam을 이용하는 것
digital pencil scannography : DPS

4. 디지털 촬영법(DR)은 X선진단에 대치될 것인가?

많은 종류의 digital X선영상법이 개발되어 있으나, 그 중에서 앞으로 크게 영향을 미칠 DR의 한 종류로서는 후지필름에서 개발된 Fuji Computed Radiography(FCR)를 들 수 있다(그림 3, 4 참조).

이 시스템의 특징은 X선필름 대신 새로운 X선검출기로서 imaging plate(IP)를 사용한다. IP는 종전의 필름과 똑같이 촬영이 되나

일단 X선에너지를 축적하고 그 다음에 IP는高精度畫像讀取機에서 Laser를 조사하여 축적된 에너지를 가시광으로서 방출시킨다.

그림 5는 IP에 X선상이 기록되는 것과 讀出하는 과정을 표시한 것으로, 독출된 후에 강한 빛에 조사되면 남아있는 X선에너지는 소거되어 다시 사용할 수 있다는 특징이 있다.

IP에 기록된 X선에너지를 精度있게 읽어내는 화상독취기의 구조는 그림 6과 같다. IP는 Laser 빛이 직각방향으로 주사하여 X선상을 반송대 위에서 일정속도로 이동하는 사이에

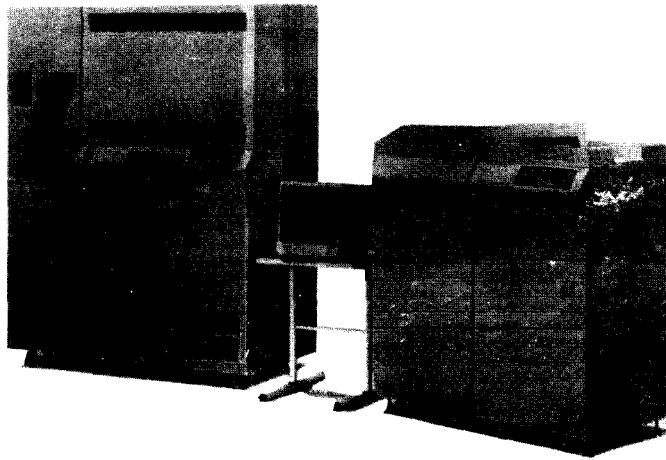


그림 3. FCR의 장치 (FCR 7000)

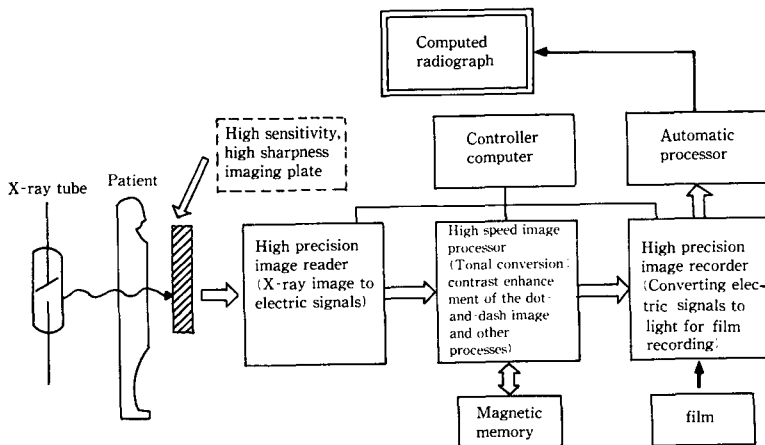
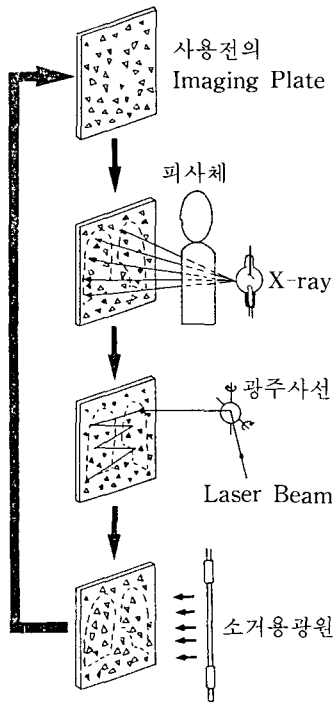


그림 4. Imaging plate의 X선상 기록과 독출의 원리



● X선정보의 소거
Imaging plate는 가시광선을 받음으로서 축적된 X선 energy를 방출하는 특성을 갖고 있다. 따라서 기록된 X선정보는 가시광을 균일하게 조사하는 것으로 소거할 수 있고 imaging plate는 반복하여 사용할 수 있다.

● X선정보의 검출
X선정보의 검출은 imaging plate를 미세한 화소로 분할하여 그 1화소마다 실시하게 된다. Image reader에서는 imaging plate를 한방향으로 이동시키면서 그 직각방향에 미세한 laser 광을 주사시켜 각점에서 발광한 빛을 검출한다.

● X선정보의 기록
Imaging plate는 X선조사(1차여기) 후에 laser광을 조사(2차여기)하는 것으로 X선 강도에 비례한 휘진발광을 보이는 특성을 갖고 있다. 즉 최초의 X선정보가 memory된 후에 그 정보를 빛으로 검출한다.

그림 5. Imaging plate의 원리

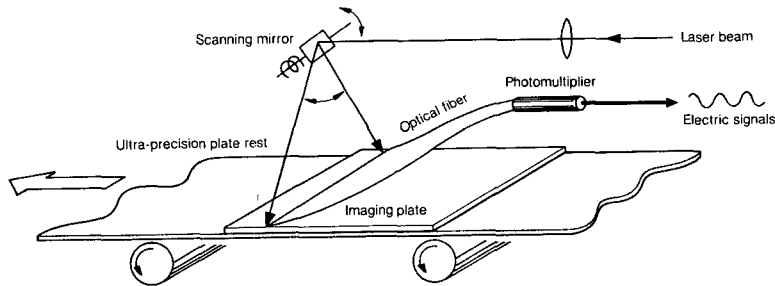


그림 6. 화상독취기의 구조

읽어내는 가시광으로 변환된다. 가시광은 빛 fiber를 지나 광전자 증배관에서 전기신호로 변환하여 출력이 된다.

화상독취기의 출력전기신호는 아날로그-디지털(A-D)로 변환되어 디지털화상으로 고속화상처리가 검출되어 각종의 화상처리가 이루어진다. 처리 후의 디지털화상은 고정밀 화상기록기에서 화상의 농도에 따라 빛으로 변환되어 필름을 감광시키게 되어 필름농도로서 현상이 된다.

FCR의 특징은 IP의 X선강도에 대한 직선성

이 필름에 비해서 100배 이상으로 넓다는 것이다. 그 예로서 흉부의 측면상과 같이 투과되는 X선의 강도가 큰 경우에도 충분히 대응할 수 있다. 이런 경우에 필름에서는 강도가 작은 부위를 적절한 농도로 하면 강도가 강한 부위는 과농도가 된다.

DR의 또 하나의 방식은 중전의 필름보다 관용도가 큰 필름에 X선상을 기록하고 그것을 Laser 빛으로 주사하는 방법이다. 그림 7은 미국의 Digirad사가 개발한 DR의 개념을 나타낸 것이다. 이 방법은 필름의 결점이 되는 X

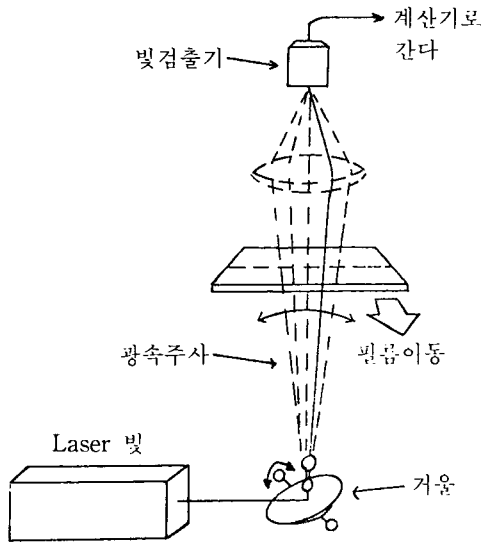


그림 7. Digitrad사의 film digitizer

선상도에 대한 직선성의 범위가 새로운 필름을 개발하므로써 해결하고 있으나, 필름은 현상과정이 불확정한 요인이 있어 아직 해결되지 못한 상태에서 이 시스템이 계속 발전될 것인지는 불확실하다. 미국의 Dupont사에서도 이와 같은 DR 시스템을 개발하였다.

새로운 DR이 종전의 X선촬영법에 대치될 것인지 또는 상호보완이 될 것인지에 대해서는 아직 확정할 수는 없다. 그러나 FCR에서 대

표되는 새로운 고성능 image sensor를 사용하면 DR은 sensor뿐만 아니라 디지털 화상처리에 의한 장점이 있으므로 현재의 X선촬영과 결합하면서 서서히 그 영역을 확대할 것으로 생각된다.

5. 디지털 투촬법(DF)과 그 역할

Cone beam을 쓰는 방법으로 DR과 함께 사용되는 것이 DF이다. DF에는 많은 기기구성이 있다. 그림 8은 그 예를 나타낸 것이다. 이것은 기본적으로는 종전의 X선 TV시스템을 디지털화 한 것이다. 그 중요한 부분은 X선영상증배관(I.I)과 TV촬상관이다. X선관으로부터 cone beam의 X선이 방사되어 인체를 투과한 다음에 I.I에서 가시광으로 변환되어 TV camera에서 video 신호로 변환된다. 여기까지는 종전의 X선 TV와 똑같으나, 그 다음 video 신호가 대수증폭되어 아날로그 디지털(A-D) 변환을 받아 디지털정보로 되는 것이 전혀 틀리다.

Video 신호는 축방향의 1주사선마다 온라인으로 A-D변환 되어 즉시 디지털화상 메모리가 되어 디지털화상을 형성하게 된다. 화상 메모리는 2매 이상 있으며, 다음에 기술하는 2매

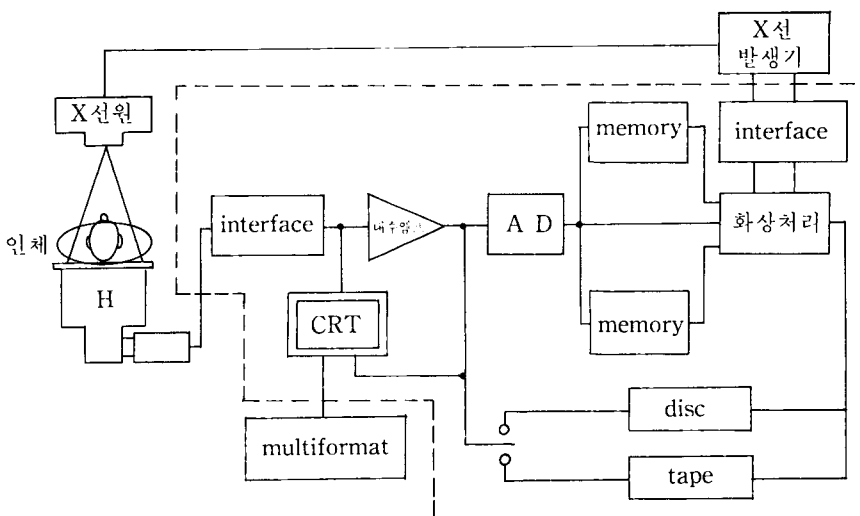


그림 8. 디지털 투촬장치(DF)의 hard ware 구성 예

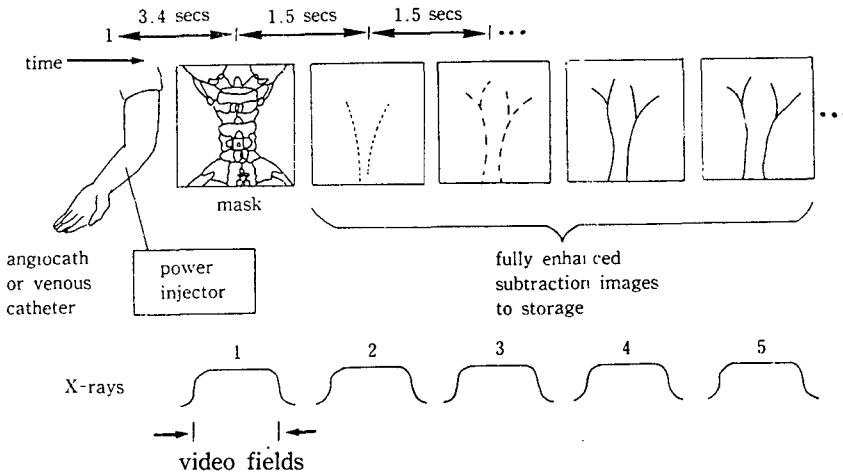


그림 9. DF에 의한 DSA의 한 방법



그림 10. DSA에 의해서 뺄셈을 한 후의 경동맥촬영상

의 화상에서는 뺄셈이 이용된다. 처리후의 화상은 즉시 CRT 표시장치에 제시되어 의사가 독영하게 된다. 한편 그 다음에 더욱 고도의 처리를 하거나 데이터를 보존하기 위해서 video tape나 video disk가 이용된다. 최근에는 디지털정보를 그대로 고속으로 기록하는 hard disk도 사용된다. 화상메모리로서는 1024×1024 화소로 1화소마다 12 bit의 내용량의 것이다.

디지털 X선 TV가 필요한 것은 혈관촬영이다. 혈관촬영에서는 혈관의 주행상태나 혈류의 상황을 육안으로 관찰할 수 있게 동맥 또는 정맥에 X선 조영제를 주입하여 촬영하고 있으며, 여기서 기술하는 DF는 혈관상의 대조도를 더욱 잘 나타낼 수 있다. 그 방법은 그림 9와 같다. 그림에서는 경부동맥의 주행상태를 검사하는 것으로 전박의 정맥에서 요오드가 함유된 조영제를 급속도로 주입한다. 촬영대상이 되는 경부 동맥에서는 조영제가 도달되기 전 3~4초 사이에 경부를 촬영하여 이것을 화상메모리에 디지털상으로 기록하고, 이것을 마스크상이라 한다. 그 후 약 1초간에 1회의 간격으로 같은 경부를 촬영하여 디지털화하고 마스크상과 뺄셈을 하면, 배경이 되는 뼈나 근육상이 없어지고 조영제가 들어간 혈관상만이 나타난다. 그 상은 조영제가 많아질수록 진해지며 그 후 조영제가 유출되면서 그 상은 흐리게 된다. 진단하기 위해서는 혈관상이 가장 잘 묘사된 것을 이용한다. 그림 10은 경동맥의 뺄셈을 한 상을 표시한 것이다.

DF를 쓰는 촬영법을 디지털감산촬영법(digital subtraction angiography : DSA)이라 하며, 2매의 화상사이에 뺄셈이 시간적으로 차이를 둔 것을 時間差分(time subtraction)이라 한다.

DF를 이용한 DSA의 잇점은 종전의 뺄셈을 하지 않은 혈관촬영과 비교하여 혈관상의 contrast가 잘 묘출되므로, 정맥에서 조영제를 주입하는 방법에서도 직경이 1mm 정도의 작은 동맥도 잘 관찰할 수 있다. 정맥에서 조영제를 주입하면 심장을 경유하여 동맥까지 오는데 조영제는 희석되어 농도가 저하되고 X선에 대한 contrast가 저하되므로, 종전의 방법으로는 혈관을 관찰하기 곤란하였으나 DSA에서는 가능하게 되었다. 정맥으로부터 혈관조영촬영을 하는 것은 동맥에 catheter를 삽입하여 촬영하는 방법에 비교하면 간단하고 편하게 시술할 수 있다. 그러나 DSA가 종전의 모든 혈관 촬영에 대치될 수는 없다. 혈관촬영 중에는 미세한 혈관까지 관찰할 경우가 많이 있으나 이때에는 동맥에 조영제를 주입해야 한다.

동맥으로부터의 혈관촬영에서도 DF에 의한 DSA를 하면 contrast를 향상시킬 수 있다. 이 경우에 조영제의 양은 종전의 1/2로 할 수 있다. 조영제는 인체에 대해서 이물질이므로 인체에 주입되면 불편감이 있다. 따라서 그 양이 감소되면 불편감은 감소된다. 앞으로 정맥의 경우에 혈관촬영은 screening 검사로서 널리 이용될 것이다.

6. 디지털 X선영상법의 화상처리

(1) 화질을 변경시키는 처리

디지털 X선영상법에서는 디지털 화상의 특징을 이용하여 다양하게 화상처리를 할 수 있다. 그러나 단순X선상에서 가장 중요한 처리는 의사가 독영하는데 적합하게 화질을 개량처리를 해야 한다. 이 처리는 계조처리와 공간주파수 처리로 되며 X선필름 시대에도 실험적으로 실시되어 왔으나 디지털 X선상으로 되면서 처음으로 실용화 되었다. 특히 FCR에서 routine으로 이용되고 있다.

계조처리는 검출기에 입사한 X선 선량에 대한 출력화상의 농도관계를 규정한다. 그림 11은 그 예를 나타낸 것으로 선량에 대한 농도의

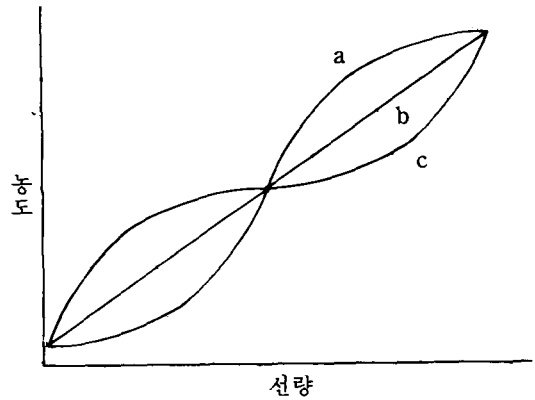


그림 11. 계조처리의 예

입사선량과 화상농도의 관계를 규정한다.

곡선 a, b, c는 그 예로서 자유로 변화된다.

특성곡선의 형태로서 a, b 및 c의 3종류를 표시하였다. 보통 곡선 a는 필름의 특성곡선에 해당된다. 디지털 화상의 경우에는 이 특성곡선의 형태를 마음대로 변경시킬 수 있으나 육안의 효과를 감안하여 극단적으로 그 형태를 선택하는 것은 불가능하다.

FCR에 의한 연구에 따르면, X선사진의 경우 오랜 전통에 따라 의사는 머리속에서 화상을 독영하는 관습이 자리잡고 있어 이것을 대폭 변경시키는 것과 같은 특성곡선을 사용할 수는 없다. 그러나 디지털 처리에서는 선량에 따라 이전에 필름농도가 과도하거나 농도부족이 되는 화상을 가장 적당한 농도영역으로 만들어 의사가 독영하기 쉽게 하는 잇점이 있다.

공간주파처리라 함은 화상 중에서 특정한 크기의 구조를 강조하여 관찰하기 쉽게 처리하는 것으로 단순X선상에서 유용하다. 그림 12는 FCR로 하는 공간주파수 처리로서 횡축은 공간주파수(cycle/mm), 종축은 응답으로 1배에서는 그전 화상과 똑같다는 것을 의미한다. 우리가 보는 화상은 농도의 공간적 양상으로 실체는 여러가지 크기의 구조물로 되어 있다. 이 크기를 공간주파수로 나타낸다. 즉 1 cycle/mm라 함은 1mm의 주기에서 흑백의 양상이 나열된 것이다. 공간의 양상인 화상을 Fourier transform이라 하는 수학적인 조작을 하므로

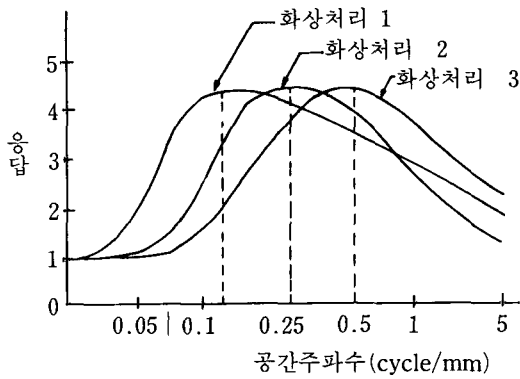
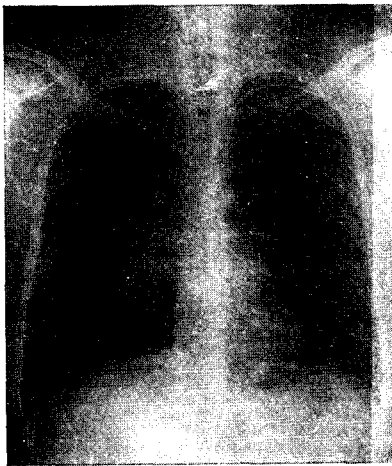


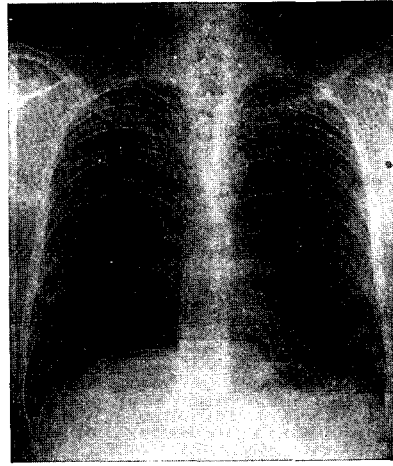
그림 12. 공간주파수 처리 예(어떤 주파수 대영역을 강조한 것)

써 여러가지 공간주파수의 구조분포로 할 수 있다.

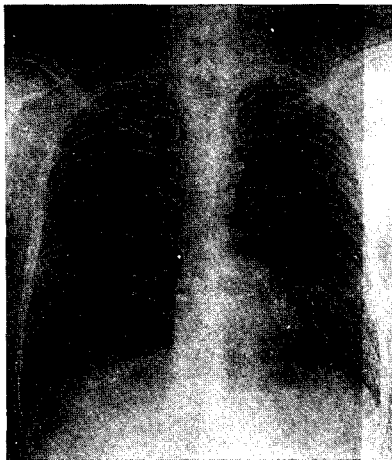
그림 12는 여러가지 공간주파수 영역을 강조 처리한 예이다. 그림에서 화상처리 3은 0.5 cycle/mm의 구조물을 중심으로 4배로 강조하여 처리한 것이다. 이 경우에 공간주파수가 클수록 구조는 미세하게 되며 작을수록 구조는 나빠진다. 종전의 X선사진에 대한 공간주파수 처리의 연구에 따르면, 의사가 독영하는 것을 전제로 할 경우 그림 12와 같이 0.1에서 0.5 cycle/mm(실제 구조의 크기에서는 5 mm에서 1 mm) 범위의 강조가 필요하며, 그 이상이나



(a) 고주파수성분



(b) 중주파수성분



(c) 저주파수성분



(d) 초저주파수성분

그림 13. 공간주파수 처리를 흉부의 FCR상

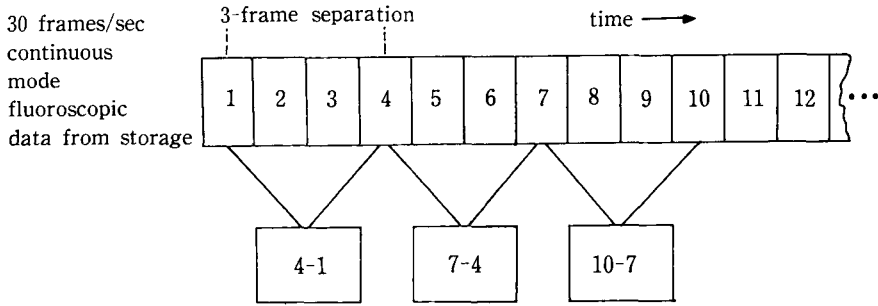


그림 14. Time interval difference(TID) imaging(시간차촬영법)의 원리
(연속해서 촬영된 frame간의 강산, 임의의 frame 사이에서 실시된다. 이
그림은 3 frame 마다의 차를 표시하다.)

그 이하에서는 동영상에 방해가 되게 된다. 그것은 극단적인 공간주파수처리로써 화질이 변경되어 의사가 생각하고 있는 소견과 대응이 되지 않는데 있다고 추측된다.

그림 13은 FCR에 의한 흉부X선 정면상의 공간주파수 처리를 한 예이다. (a)에서 (d)의 화상은 강조하고 있는 공간주파수의 주심이 각기 1.0, 0.5, 0.25, 0.1 cycle/mm이다. (a)와 (d)의 화상을 보면 (a)는 미세한 구조가 잘 보이는데 대하여 (d)는 선예하지 못하며 비교적 큰 구조가 잘 노출되고 있다.

공간주파수처리를 하는 데는 많은 방법이 있으며, 디지털 처리에는 임의의 방법이 선택된다. 그러나, 문제는 어떤 주파수특성이 동영상 진단의 관점에서 가장 유효한가에 있다. 그것은 현 시점에서는 연구과제로 간단하게 결론을 낼 수는 없으나, 앞으로 새로운 진단학을 구축하기 위해서는 많은 연구가 있어야 할 것이다. 디지털 X선상의 처리에는 여기 기술한 화질을 개량하는 처리 뿐만 아니라, 화상에서 정량적인 계측을 하거나 최종적으로는 자동진단 등 연구과제가 많다.

(2) 複數 化상간의 연산

화상처리는 어떤 특정한 1매의 화상을 조작하여 보다 적절한 정보로 변환시키는 것이다. 여기서는 디지털 X선상의 화상처리로써 또 하나의 중요한 복수화상 사이에 계산으로 새로운

정보를 얻는 방법에 대해서 기술한다.

그 첫번째 예로서는 이미 기술한 디지털감산 촬영법(DSA)에서의 時間差分法이다. 이것은 시간적으로 틀리는 2매의 화상사이에서 뺄셈을 한 것으로 조영제가 도달하기 전과 후를 뺄셈하여 혈관상의 contrast를 잘 묘출시키게 강조한 것이다.

DSA에서는 같은 뺄셈이라도 조영제가 도달하기 전의 마스크상을 뺄셈하는 것이 아니라 그림 14와 같이 연속해서 촬영된 화상을 일정한 간격으로 뺄셈을 하여 묘사하는 방법도 사용된다.

이 방법을 time interval difference(TID)법이라 하며, 뺄셈을 하는 화상간의 간격은 그림 14에서 3간격으로 되어 있으나 임의로 변경시킬 수 있다. 이 방법으로 나타나는 상은 조영제의 동태를 잘 알 수 있어 심장이나 대혈관계의 동맥의 동태를 관찰하는데 적당하다. 또한 시간차분의 뺄셈에 있어서는 시간적으로 틀리는 전후의 화상에 뺄셈을 하는 「시간필터링」을 도입하는 장치도 있다.

두번째 예도 DSA에 연관되고 있으며 에너지 차분법(energy subtraction)이 있다. 이것은 특정부위를 단시간 사이에 고에너지와 저에너지의 X선으로 촬영하고 2매의 화상에 적당한 하중을 주고 뺄셈을 하는 방법이다. 이 방법은 그림 15와 같다. 인체의 구성물질 중에서 골격과 근육은 X선에너지에 따라 흡수특성이

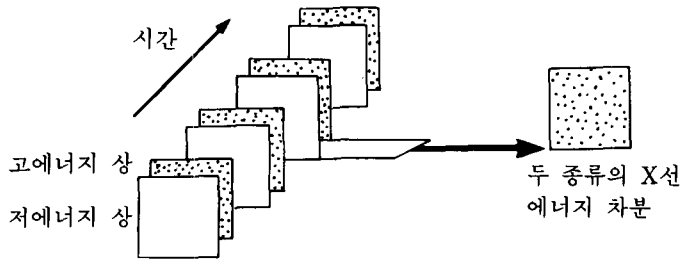


그림 15. 2종류의 X선에너지 차분

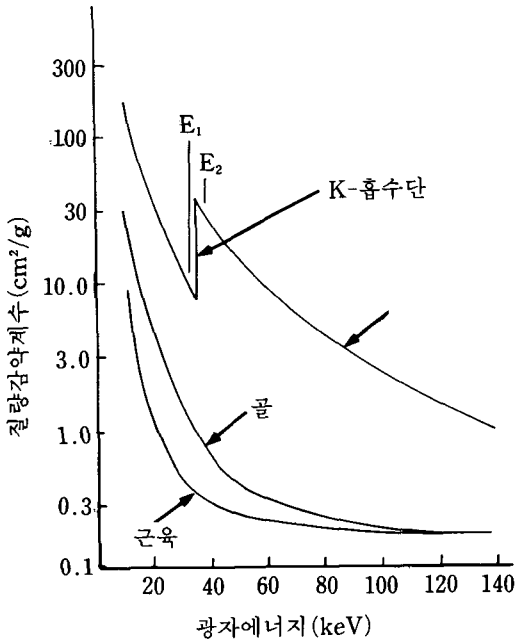


그림 16. X선의 에너지와 요오드, 뼈, 근육의 X선감약계수의 변화

틀리므로 2개의 틀리는 에너지로 촬영을 하면 양자의 contrast는 변화된다. 여기서 하중을 변경시키고 뺄셈을 하면 골격이 소거되고 근육만이 화상으로 되며, 반대로 근육만을 소거시키고 골격만을 화상으로 만드는 것이다. 또한 X선의 에너지를 잘 조절하여 요오드의 K-흡수단 전후에 평균에너지가 되게 에너지 차분을 하면 그림 16과 같이 조영제가 강하게 contrast로서 나타난다. 이 에너지 차분을 시간에 따라 연속적으로 하면 DSA를 할 수 있다.

에너지 차분과 시간차분을 혼합하여 hybrid subtraction이 이루어 지는 수가 있다. 이것은 에너지 차분에 따라 마스크상을 작성하고 그 다음 조영제가 도달된 후의 화상에 대해서 에너지 차분상을 만들어 전에 만든 마스크상과 뺄셈을 한다. 이것으로 움직이는 근육은 소거시키고 뼈만이 남게되는 마스크상을 만들고 조영제 도달 후의 상에서는 뼈만이 남는 것을 처리하여 마스크상과 뺄셈을 하면 뼈는 소거되고, 조영제가 있는 혈관음영만이 남게 된다. 에너지 차분의 문제점은 2회의 X선조사를 해야하므로 아직 완전하게 routine화 되지는 못하였으나 대상이 되는 질병을 선택하면 좋은 검사방법이 될 수 있다.

복수의 화상 간에서 연산처리를 하는 것은 이 밖에 여러가지 있다고 생각되나, 임상에서 유용한 것은 별로 없다. 실험적으로 시도하는 것으로는 FCR에서 복수매의 imaging plate (IP)를 겹쳐 촬영하고 그것 등 IP의 화상신호를 디지털적으로 합계하여 1매의 화상으로 하는 것과 같은 처리가 있다. 이것은 X선의 이용효율을 높이고 통계잡음을 감소시키는데 도움이 되고 있다.

7. 디지털 fan beam 주사법(DFS)

현재 실용화되고 있는 DR 및 DF에 대해서 설명하였으나, 여기서는 기타 디지털 X선영상법의 기술에 관해서 설명한다. DFS에서 가장 잘 알려진 것으로는 그림 17과 같은 X선 CT의 fan beam을 이용하는 방식이다. 단, 이 장

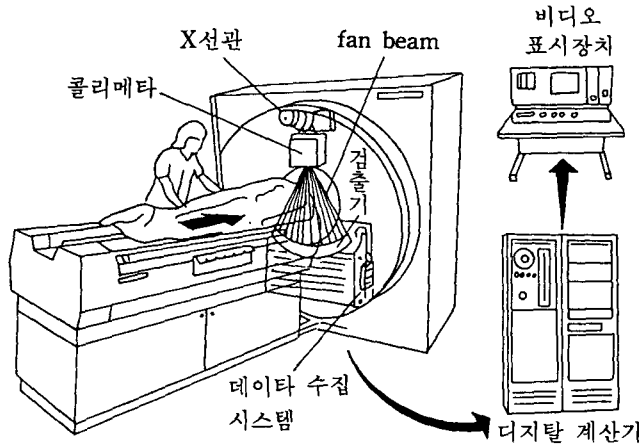


그림 17. 제3세대의 X선 CT에 의한 digital fan beam의 주사법

치를 DFS로 이용할 경우에는 CT로서 촬상할 때와는 틀리고 X선관이나 검출기는 움직이지 않으며, 베드위의 환자를 체축방향으로 움직임에 따라 2차원화상을 디지털로 나타낸다. 이 시스템을 주로 한 것은 제3세대의 X선 CT로 쓰고 있으므로 화상데이터는 디지털 정보로서 나타나게 하고 더욱 X선은 미세한 beam이 되어 산란선의 영향이 작아서 X선상의 contrast 분해능이 향상된다.

그러나, 공간분해능은 체축과 직각방향이 검출기의 배열밀도로서 억제되므로 X선필름상에 비하면 저하된다. 이 방법은 X선 CT의 촬상 단면의 위치를 결정하는 2차원 투영상으로 사용되고 있으나, 이것은 X선진단용에 사용되는 예는 없다. 그러나, 앞으로 이와같은 형의 X선상을 진단용에 이용하는 연구는 의의가 있는 것으로 사료된다. 다음에 또 하나의 DFS로 주목되는 것은 Picker사의 Digital chest를 들 수 있다. 그 촬상원리는 그림 18과 같다. 이 장치는 흉부전용의 DFS로 개발된 것으로 X선관에서 소조점(0.4×1.8 mm)의 X선이 fan beam으로서 방사되어 2개의 slit collimator 사이에 삽입된 흉부를 투과하여 직선상의 검출기에 입사된다. 검출기는 길이 18 inch 1024개의 빛 diode에서 되어 각각의 출력은 12 bit로

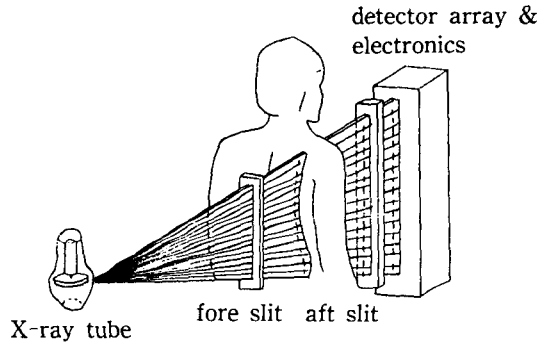


그림 18. Digital chest의 촬상원리

변환된다.

이 장치로 얻어지는 흉부 X선상의 공간분해능은 1.1 cycle/mm과 비해서 그리 좋지 않으나 contrast 분해능은 0.024%로 보통 X선 사진보다 양호하다. 검출기는 인체 앞을 부채형으로 주사되므로 촬영에는 약 4초의 시간이 소요된다. 이것과 비등한 흉부전용의 DFS가 Xonics사에서 DR-200이라는 상품으로 판매되고 있다. 이것은 길이 20 inch의 직방형의 영상 증배관을 검출기로 사용하고 있는것이 틀린다. DFS가 현재 실용화되고 있는 것은 X선 CT의 위치결정용의 화상뿐만 아니라 하겠으나 앞으로 Digital chest 등의 흉부전용장치가 어느 정도까지 적용범위가 확대되느냐에 대해서는

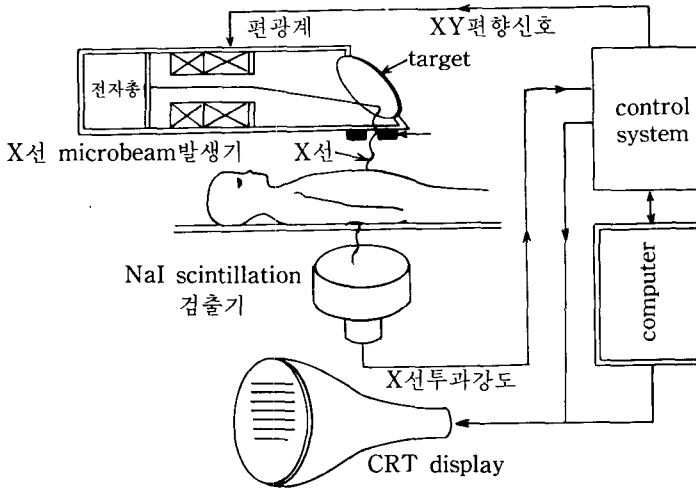


그림 19. Dynamic scanner의 동작원리

주목된다.

8. 디지털 pencil beam 주사법 (DPS)

DPS는 아직 실험적 단계에 있는 장치로 생각되며 흥미있는 기기가 개발되고 있다. 그림 19는 일본전자에서 개발된 dynamic scanner이다. 이 장치의 특징은 특수한 X선발생장치로서 X선 microbeam 발생기라 하겠다. 이것은 전자현미경의 본체에 중금속의 target를 부착시킨 것 같은 구조를 하고 있으며, 전자총에서 발생하는 전자는 전자렌즈에 집속 경사진 target에 충돌된다. Target에서는 미소초점으로부터 X선이 발생되어 발생기에 설치되고 있는 pin hole lens를 통과하여 외부로 나온다. 이와 같이 하여 방출되는 X선은 microbeam으로서 인체를 투과한 후에는 NaI 검출기에서 그 강도가 측정된다.

이 X선장치는 緋向系の 전자계산기로 제어하고 전자흐름의 target에서 초점의 위치를 변경하여, 그 결과 X선 beam을 raster상으로 주사하여 2차원의 X선상, 즉 디지털상을 만든다. 더욱 고도의 기능으로서 인체내에서 움직이고 있는 대상으로서 혀의 움직임등을 X선 microbeam으로 추적하거나 뼈의 윤곽만을 자

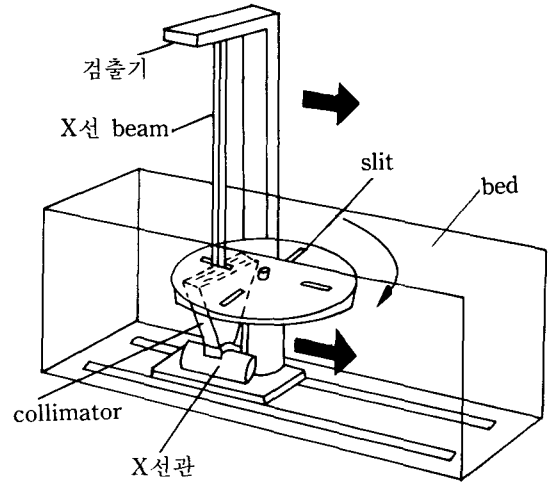


그림 20. Micro-dose system

동적으로 측정하는 것 등을 실험하고 있다. 이것은 X선장치를 계산기로 제어한다는 점에서 X선 CT 등보다 진보되고 있으나, 실제 임상에서는 이용되지 못하고 있으며 연구단계에 있다.

또 하나의 DPS로서는 미국 AS & E사의 micro-dose 시스템이 있다. 그림 20과 같이 fan 모양을 한 collimator가 있는 X선관이 베드의 밑에 있으며 collimator 위에 1mm 폭의 slit가 있는 알루미늄제의 원판이 회전한다. X

선의 fan collimator는 폭 1 mm, 길이 50 cm의 출구가 있으며, slit를 통과하므로써 1×1 mm²의 pencil beam이 생성된다.

이 beam은 인체를 투과후 NaI(Tl) 검출기(직경 3.8 cm, 길이 70 cm)에서 강도가 측정된다. X선과 검출기는 일체가 되어 체축방향으로 이동하면서 전신의 X선상을 묘출시키나 그 상의 최대는 폭 38 cm, 길이 102 cm로서 30초의 시간이 소요된다. 이 시스템은 개량, 판매되고 있으나 아직 보급은 되지 못하고 있다. 그 특징으로는 pencil beam이 되므로 산란선의 영향이 작고 저선량으로 화상을 만들수 있으나 측정시간이 길어진다는 결점이 있다.

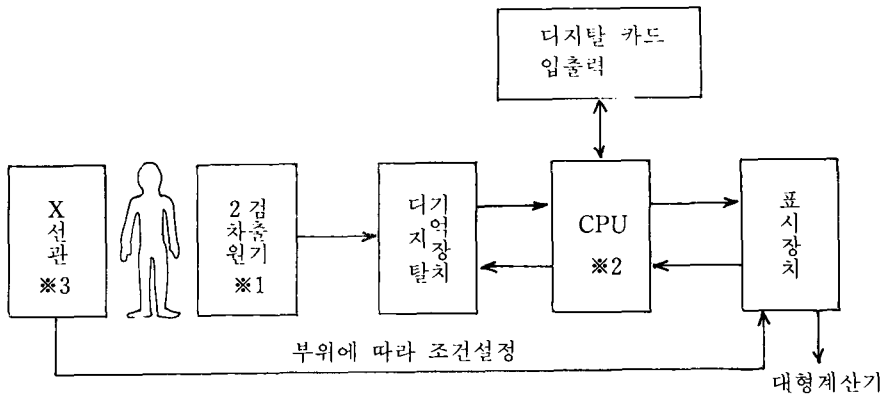
9. 디지털 X선영상법의 비교와 전망

각종 디지털 X선영상장치의 기술적 특징에 대해서 기술하였으나 표 3에서는 각기 그 성능을 비교하였다. 현재 널리 쓰여지고 있는 필름-증감지계는 공간분해능은 좋으나 contrast의 검출능이 저하된다. FCR의 공간분해능은 필름계에 비해서 저하되나 contrast는 좋다. DF의 특징은 촬영속도면에서 월등하게 좋다. DPS의 경우에 contrast는 조사선량에 따라 결정된다고 생각된다. X선 CT는 contrast 검출능은 높으나 공간분해능은 저하된다. 이와 같은 장치가 앞으로 화상진단에 어떤 역할을 할

표 3. 각종 X선 영상계의 성능비교

	공간분해능 [Ip/mm]	contrast 검출능* [%]	S/N (최대치)	선량 [R]	속도 [매/초]
스크린 증감지계	~10	2	100 : 1	0.2	2
디지털촬영법(FCR)	4~8	0.2	500 : 1	0.05	2
디지털투촬영법(DF)	2	0.5	300 : 1	0.1	30
디지털 fan beam 주사법	1~2	0.2	500 : 1	0.07	0.5
디지털 pencil beam 주사법**	1~2	2	170 : 1	0.004	0.2
X선 CT	1	0.2	2000 : 1	4	0.2

*5 mm를 대상 **AS & Micro-dose system에 따름



(흉부, 복부 기타의 단순촬영용)

※1 : 고감도·고정도 X선검출기(즉 IP 또는 고정도의 II)

※2 : X선장치의 조건은 microcomputer에 의해서 자동설정

※3 : X선관은 미소초점, 저출력의 관, 종전의 1/100정도

그림 21. 간이형 저선량 X선촬영장치

것인지에 대해서는 검토할 과제라 하겠다.

앞으로 디지털 X선진단장치로서는 간단하게 이용할 수 있는 저선량 X선촬영장치로 될 것이다(그림 21 참조).

그것의 가장 중요한 부품은 2차원 X선검출기로서 X선강도가 넓은 범위에 걸쳐서 직선적이며 감도가 크고 공간분해능도 우수하고 응답이 빨라 될 수 있으면 real time으로 讀出하는 것이 이상적이다. 이미 기술한 imaging plate는 좋은 검출기이나 Laser에 의한 勵起讀出인 점에서 고속성이 결여된다. 이 시스템에서 사용되는 X선관으로 저출력으로 미소초점의 관이 좋으며, 선량의 출력은 종전의 1/100 정도로 저하시킬 수 있어 좋으나, 선질로서는 단일 에너지에 가까운 것으로 변화시킬 수 있는 것이 바람직하다. X선검출기의 출력은 아날로그 디지털 변환되어 디지털 메모리로서 화상처리 장치에서 적절한 처리가 이루어진다. 여기서 이루어지는 화상처리는 육안에 보기좋은 상으로 표시되므로 화질개량처리가 주로서 그 내용은 표시되는 화상을 적정한 농도영역이 되는 제조처리와 화상의 선예도를 강조하기 위한 공간주파수처리가 포함된다.

의료용 화상은 의사가 독영을 필요로 하여 화상표시가 필요하나 이 장치에서는 처리후의 디지털 화상을 아날로그로 변환하여 中間調가 넓고 고해상력의 CRT에 표시되어야 한다.

해상도로서는 적어도 1000개 이상의 주사선을 가진 고품질의 것으로 필름에 hard copy의 기능이 있는 것이 바람직하다. 또한 디지털화상으로서의 대형전자계산기에 데이터를 전송할 수 있는 기능이 있어야 한다. 이와같이 극히 저선량 X선진단 시스템은 의사가 진료에 쉽게 이용할 수 있으며, 과거의 X선상을 카드와 같이 초고밀도 메모리에 입력시키면 어디서나 그 상은 CRT에 표시될 수 있는 시대가 될 것이다. 이와같이 hard ware의 발전과 함께 앞으로 중요한 것은 soft ware이다. 그 하나로서 될 수 있는 대로 빨리, 싸고, 아프지 않고 정확한 질병을 진단할 수 있는 화상진단체계를 확립하는 데 있다. 이것을 종합화상진단학이라

한다. 그 다음으로는 의사가 독영을 하지 않은 화상의 스크리닝을 기계가 하는 것이다. 이것을 자동진단이라 할 수 있다. 이 soft ware를 만드는 것은 아직은 어려우나 디지털 X선사진 시대는 다가올 것이다.

II. 임상응용

영상증배관으로 촬상된 X선영상을 real time으로 디지털화하고 각종 화상처리를 하여 브라운관에 표시하는 형태의 digital radiography는 빠른 시간간격에서 연속적으로 상이 나타나는 특징이 있는 반면에, 공간분해능 및 dynamic range가 저하되는 점에서 종전의 X선사진에 떨어진다. 그 결과로서 이 기술은 주로 혈관조영 분야에 이용되고 있다. 조영제 주입시의 영상에서 조영제주입 전의 영상으로 뺄셈을 하는 기술을 연결하여 혈관을 보다 잘 볼 수 있게 하는 방법으로 하고 있으며, 이 방법을 digital subtraction angiography(DSA)라 한다.

DSA는 조영제를 정맥에 투입하는 IVDSA(intravenous DSA)와 직접 동맥 내에 조영제를 주입하는 IADSA(intra arterial DSA)가 실시되고 있다. 또한 經上腸間膜動脈에 조영제를 주입하고 실시하는 디지털탈脈造影法은 IPDSA(intraportal DSA)라 한다. 이상과 같은 형태로 이루어지는 DSA는 혈관이 있는 것은 전신의 어떤 부위에도 응용할 수 있다.

1. 뇌

뇌에 혈액을 공급하는 동맥은 4개가 있다. 좌우에 1개씩 있는 총경동맥과 추골동맥이다. 이 중에서 총경동맥은 내경동맥과 외경동맥으로 갈라진다. 뇌의 DSA는 이와같은 혈관을 묘사하여 뇌진단을 하는데 도움을 준다. 뇌혈관에서 알 수 있는 것은 혈관 자체의 상태이다. 그러나, 더욱 중요한 것은 묘사된 혈관상에서 두개내, 특히 뇌의 상황을 관찰하는 것이 목적이다. 뇌의 혈관계는 이와같은 목적에 적

합하도록 좋은 특징을 가지고 있다. 조영으로 묘출되는 크기의 동맥이나 정맥은 대부분이 뇌 실질질의 표면에 있게 되어 뇌혈관의 주행에 이상이 있으면 그에 따라 뇌의 형태를 추측할 수 있다.

뇌혈관을 조영하여 진단하는 방법은 증전부터 뇌혈관촬영법으로 실시되어 왔으나 증전의 방법과 DSA법을 비교하면 다음과 같은 차이점이 있다. 동맥내에 직접 조영제를 주입하는 DSA, 즉 IADSA는 환자에 대해서 침습성은 증전의 방법과 똑같다. 그러나 real time이 되는 점, 조영제의 양이 작아도 되는 점, contrast 분해능이 우수한 점 등의 특징이 있으나 증래법과 상호보완하여 사용하고 있다. 정맥 내에 조영제를 주입하는 DSA, 즉 IV DSA는 비침습성으로 간단하나 100% 성공한다고는 할 수 없다. 두개 내 혈관의 묘출에 관해서는 약 70% 정도의 성공률이 있다. 이것은 사지혈관에서 90%, 경부혈관의 80%에 비교하면 성공률은 저하되나 흉부나 복부혈관과는 같은 성적이다.

IV DSA의 유용성에 관해서는 다음과 같이 평가하고 있다. 두개 내 병변에 대해서는 髓膜腫, 膠芽腫 등 혈관이 풍부한 종양의 진단 또는 전이성 종양의 크기나 진전범위의 진단에 유용하다. 동맥류, 동정맥기형 등 혈관성병변의 진단에도 도움을 준다. 보통 혈관조영과 비교하여 우수한 것은 종양의 진한 농도상과 정맥동의 묘출이다.

경부병변에 대해서는 경동맥의 폐쇄, 협착, 궤양형성 등의 소견을 알 수 있어 一過性腦虛血, 대동맥염증군 등의 진단이 가능하다. 기타 혈관이 많은 종양의 진단, 또는 경부 종양의 경우에 경부의 동맥·정맥의 침윤, 壓排의 유무에 대한 진단에 유용하다.

2. 흉 부

흉부는 심장에서 흉부대동맥과 그 분지의 혈관이 IV DSA의 대상이 된다. 그 중에서 심장

벽이 움직이는 것을 보고 心筋梗塞이 생긴 부위, 그 확대정도 등을 진단할 수 있고, 또 心室瘤의 진단도 할 수 있다. 심근경색이 생긴 부위는 그 벽이 움직이지 않게 되고, 또한 심실류는 그 장소의 벽이 얇아져서 심장이 수축할 때에 瘤가 생긴다.

흉부대동맥에서는 대동맥류의 위치·범위·크기·眞腔과 解離腔의 관계 등에 대해서 알 수 있다. 더욱 대동맥염증후군에 의한 대동맥의 확장이나 완두동맥의 협착, 폐쇄소견, 부행로의 형성 등도 잘 묘출시킬 수 있다. 폐 및 종격의 병변에서는 상대정맥증후군의 폐쇄부위의 진단 및 그 부행로를 묘출시킬 수 있고, 폐암에서는 폐동맥의 형태, 폐쇄, 협착, 壓排의 소견을 알 수 있으며 폐동맥으로 침윤된 정도를 파악하는데 유용하다.

3. 복부, 골반부

복부의 병변에서 IV DSA가 유용한 것은 복부대동맥 질환의 진단이다. 대동맥의 협착, 폐쇄, 동맥류 등은 IV DSA으로 그 크기, 확대정도 등을 정확하게 진단할 수 있다. 신장동맥의 협착도 이 방법으로 유용한 정보를 얻을 수 있다. 신우조영을 실시할 경우에 IV DSA를 하고 계속 신우조영을 하는 수도 있다.

복부 종양에 대해서는 간세포암, 췌장암, 위암, 후복막종양, 난소종양, 파괴성 胞狀奇胎 등 중에서 병변의 크기나 혈관이 풍부한 종양은 진단이 가능하다.

골반부에서는 장골동맥에 연관된 질환이 진단 대상이 된다. 장골동맥의 협착, 폐쇄, 부행로의 상태는 IV DSA로 잘 묘출되므로 혈관형성술을 할 경우에 유용한 정보가 나타난다.

종양에서는 자궁의 용모종양 등 혈관이 풍부한 것은 진단가치가 높다. 특히 파괴성 胞狀奇胎나 용모암에서는 종양혈관, 동정맥단락, 환류정맥 등을 묘출할 수 있어 치료경과를 관찰하는데 유용하다. 그러나 자궁암, 방광암, 난소암 등 종양혈관이 작은 것은 도움을 줄 수

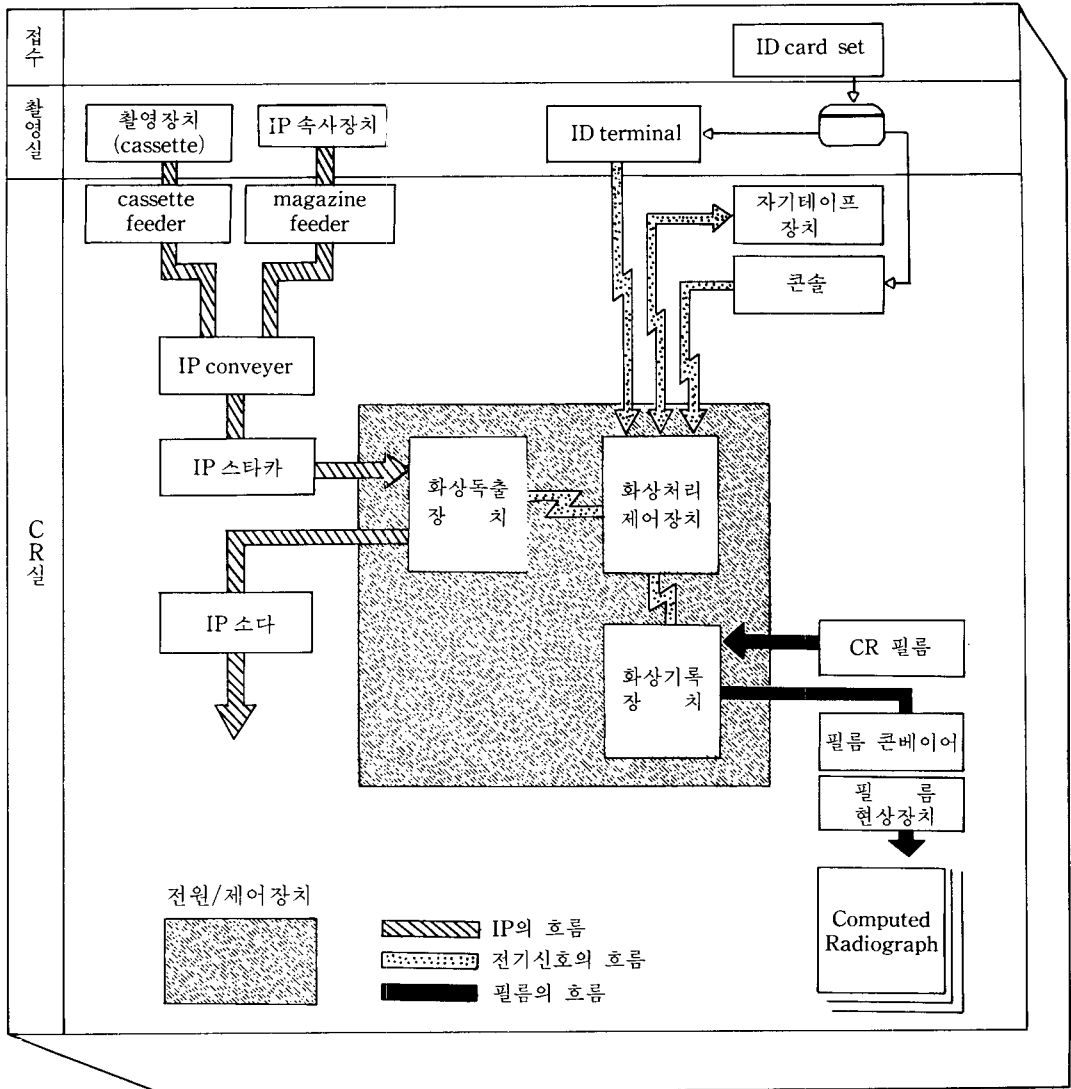


그림 22. Fuji computed radiography CR-101의 기본구성

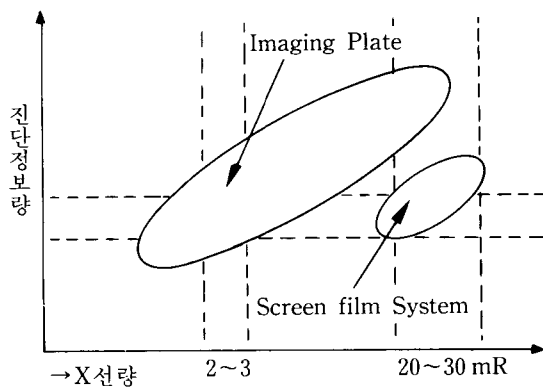


그림 23. X선량의 저감도 진단정보량의 향상

없다.

4. Fuji Computed Radiography(FCR)

이 장치는 종전의 X선 촬영에서 사용하던 증감지-필름부분을 장치전용의 imaging plate (IP)로 대체한 것으로 종내의 X선촬영과 똑같은 방법으로 사용할 수 있다.

방사선 검출기로서의 IP는 증감지-필름계와 비교하면 dynamic range가 넓다. 즉, 보다 저선량의 영역부터 고선량의 영역에까지 대응할 수 있다. 따라서 종전과 똑같은 선량으로 촬영이 가능한 것은 물론이고 보다 저선량으로도 가능하며, 또한 관용도가 큰 사진을 촬영할 수 있다. 그리고 종전의 방법과 틀리는 점은 촬영된 필름을 직접 자동현상기에 삽입하는 대신 이장치 특유의 화상독취기, 화상처리기, 화상기록기, 자동현상기에서 되는 대형의 장치로 처리된다. 그리고 원하는 종류의 사진을 미리 지시해 두는 점은 종전과 큰 차이점이다.

(1) 촬영선량의 저감

촬영선량을 저감시키는데 관해서는 화상의 질과 선량을 어느정도까지 조정하느냐가 문제이다. 흉부에서는 보통 증감지를 사용할 때의 1/5 정도의 선량으로도 독영하는데 지장이 없다고 한다. 1/10 정도까지 저감시키면 좋지 못한 점이 있으나 1/20까지 저감해도 별로 지장이 없다는 의견도 있다(그림 22, 23 참조).

선량을 저감시키는 것은 촬영목적에 따라 차이가 있으며, 골반계측은 1/5~1/10 정도까지 선량을 저감시킬 수 있다. 다층단층에서는 종전의 2/3의 선량으로 촬영이 가능하다. 그러나 이 경우에 4~5층에서 입상성의 저하가 나타난다. FCR을 사용하면 종전의 방법보다 선량이 저감되므로 FCR이 보급되면 전체적으로 의료피폭에 의한 국민선량은 감소된다. 만일에 평균 1/5로 감소된다면 현재의 X선진단에 의한 유전유해선량은 약 15 mrad 한사람⁻¹, 년⁻¹은 3 mrad 한사람⁻¹, 년⁻¹로 감소될 것이다.

(2) Wide latitude

FCR 사진은 Wide latitude라는 말이 쓰여지고 있다. 즉 흉부에서 중앙음영이나 횡격막에 가린 부위 뼈나 연부조직까지 1매의 필름으로 잘 나타난다. 이것은 모든 촬영에 해당이 되는 것으로 특히 측면촬영등 농도차가 큰 사진에서 유용된다. Portable 촬영등 촬영조건이 좋지 못할 경우에도 독영이 가능한 좋은 화상을 묘사할 수 있다는 것은 wide latitude가 가지고 있는 큰 특징이라 하겠다.

(3) 화상처리

FCR의 화상처리는 저선량으로 wide latitude를 좋게 하기위해서 화상에 적당한 선량범위를 선택하고 그 사진의 흑화도는 어느 정도로 대응해야 하느냐의 단계로부터 시작이 된다. 그 때 처리는 계조처리와 주파처리로 나누어지나 FCR에서는 진단목적에 적합하게 일정범위에서 독영자가 적합하도록 지시하게 되어 있다.

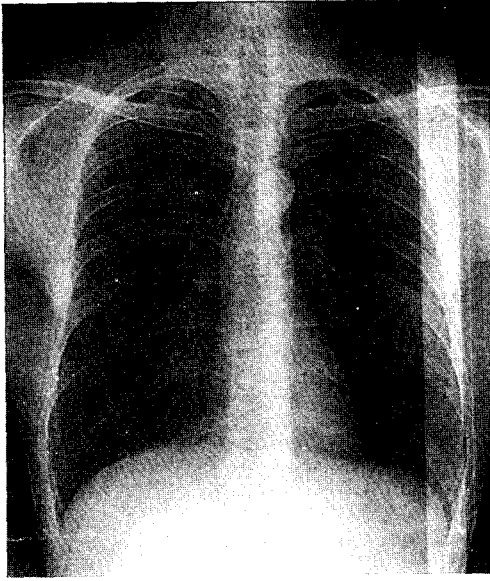
화상은 그림 25와 같이 2매 1조로서 좌측에 종전의 X선사진과 똑같은 성질의 사진이 있고 우측에는 독영자의 지정에 따라 처리된 사진이 있다. 그 결과 종전의 필름 증감지계의 사진에서 보다 정확한 진단을 할 수 있다.

(4) DSA의 응용

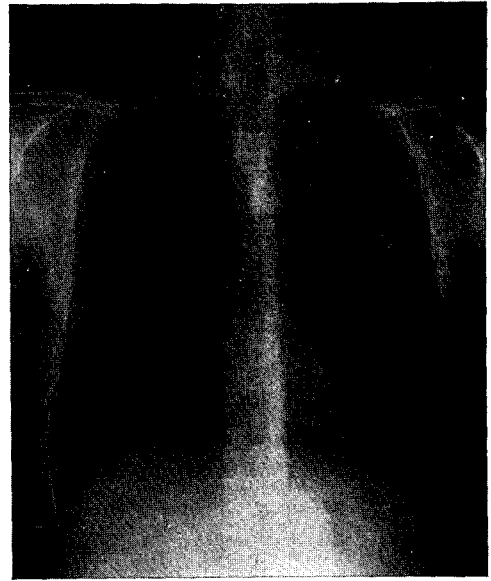
FCR은 DSA으로도 응용할 수 있다. DSA에 관해서는 II-TV 방식과 비교할 경우에 시야를 넓게 해도 공간분해능의 저하가 없다는 것이 큰 특징이다. 그러나 real time성에 대해서는 저하된다. 따라서 두부, 복부, 사지는 FCR로 심장은 II-TV 방식으로 분류 사용하게 될 것이다. 그러나 FCR은 현재로서는 처리시간이 길다. 그 예로서 혈관조영을 1회하는데 최저 30분은 장치를 점유해야 한다는 결점이 있다.

(5) 의료용화상의 보관과 이용에 대한 영향

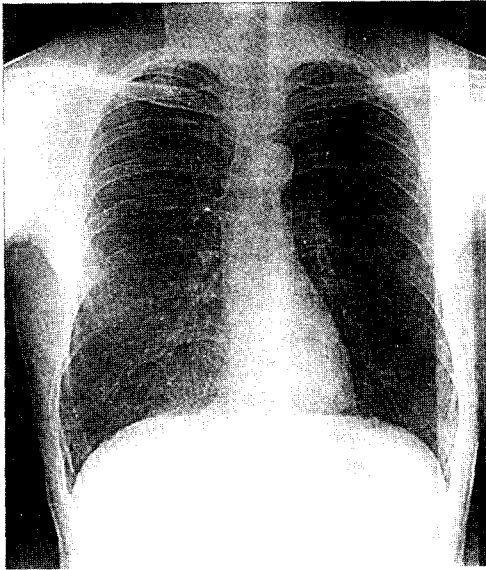
FCR은 X선사진을 디지털화 한다는 점에서



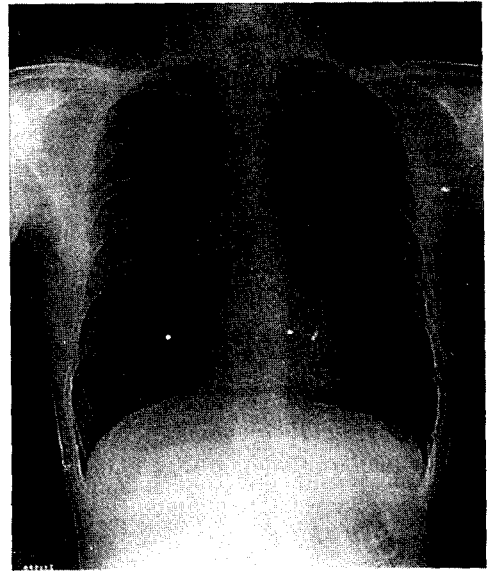
A Superficial dosage 15 mR(80 KVp),
Relative dosage 1(equivalent to dos-
age of Fuji RX/Fuji Hi-Screen)



B Superficial dosage 3.8 mV(80 KVp),
Relative dosage 1/4

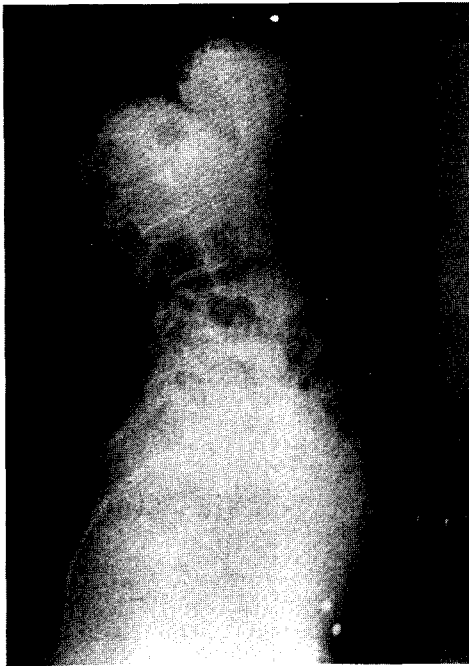


C Superficial dosage 0.9 mR(120 KVp),
Relative dosage 1/16



D Superficial dosage 0.3 mR(120 KVp),
Relative dosage 1/40

그림 24. 선량을 변화시키고 촬영한 FCR의 화상



A Conventional film/screen radiograph



B Computed radiograph(Fuji I.D.X.)

그림 25. FCR의 화상

의료용화상의 보관, 이용시스템 PACS에 크게 영향을 미칠것으로 예상되며 이것은 PACS의 발전과 함께 실용화되는 문제라 하겠다.

참 고 문 헌

1. 舘野之男·飯沼武：畫像診斷－基礎と臨床－
コロナ社, 64~93, 1987.
2. 生涯教育テキスト 第1集 診療畫像學 I－
ディジタル畫像の基礎と臨床－, 日本放射
線技師會, 1989.
3. 허준：디지털 화상시스템의 현황과 미래,
韓放技學誌, 12(1)：31~41, 1989.
4. 放射線醫療技術學叢書(4)：畫像の保管·管理
시스템, 日本放射線技術學會, 1990.
5. Fuji Intelligent Diagnostic X-ray
System, Fuji Photo Film Co., LTD.
6. 高野 正雄：FCRの目的と背景, 日本放射線
技術學會雜誌, 41(1)：43~48, 1985.
7. 山口宏外 4人：FCRの現状と問題點. 日本
放射線技術學會雜誌, 41(1)：49~54, 1985.
8. 藤井恭一外 5人：末梢靜脈·靜注法 DSA의
臨床評價, 日本放射線技術學會雜誌, 41
(1)：55~62, 1985.
9. 工藤弘明：DSA裝置の現状と問題點および
畫質改良の試や, 日本放射線技術學會雜誌,
41(1)：63~68, 1985.
10. 矢野今朝外 2人：Digital Fluorography의
應用－Digital Tomosynthesisと動態機能解
釋－ 日本放射線技術學會雜誌, 41(1)：
69~80, 1985.
11. 神田辛助：放射線情報學, 通商産業研究社,
440~502, 1990.