



최지혜

- 해마루 동물병원 부원장
- 대한수의사회
- 학술홍보국제협력위원회 위원
- vetwelcom@hanmail.net

디지털 방사선 장비 (DR; digital radiology)



최근 국내에서도 디지털 x-ray 장비에 대한 관심이 증가하고 있다. 인력과 방사선 필름, 현상액, 필름 보관 장소 등 경제적인 절약이 가능하고 촬영한 방사선 사진을 여러 진료실의 컴퓨터를 통해 동시에 볼 수 있다는 점에서 동물병원의 의료 장비 업그레이드 목록 중 상위 그룹에 속해있다.

하지만, 기존의 아날로그 장비와는 달리 디지털 장비의 종류가 다양하고 생소한 용어가 많아 어떤 부분을 꼼꼼히 체크해야 할지 막연하고 어려운 것이 사실이다.

따라서, 본 저자는 디지털 방사선 장비에 대한 전반적인 개념부터 디지털 방사선 장비로 촬영한 사진이 기존의 아날로그 방식의 방사선 사진과는 어떤 점이 다른지에 대한 개략적인 내용을 살펴보고자 한다.

본 글은 미국 방사선 전문의 협회 (ACVR : American College of Veterinary Radiology) 에서 디지털 방사선 장비에 대해 바로 알리고자 배포한 자료와 다양한 저널 내용을 바탕으로 작성된 것임을 밝힌다.

디지털 영상 장비의 구입

영상을 디지털화한다는 것은 가로(x축)와 세로(y축)로 위치를 정한 영상의 최소 단위인 화소(pixel)에 색과 밝기의 정보를 2진법으로 수록하는 것으로 대표적으로 CT와 MRI 이미지가 디지털 영상이다.

방사선 사진을 위와 같은 방식으로 표현하는 것을 디지털 방사선(digital radiography), 즉 DR이라고 한다.

DR은 필름 없이 x-ray 이미지를 캡처하는 것을 말한다.

필름대신, 디지털 영상 캡처 장비가 x-ray 이미지를 기록하여 디지털 파일로 만드는 것이다.

DR의 장점은 촬영 즉시 이미지를 평가할 수 있고, dynamic range가 넓어 촬영시 노출 용량이 다소 적었거나 과도했어도 이를 보정할 수 있으며, 검사자가 원하는 바에 따라 이미지 프로세싱을 해 전체 이미지의 질을 향상시킬 수 있다는 점이다.

또, 병원에서 DR를 구입하는 가장 큰 목적은 필름의 현상과 보관에 따르는 비용을 절감할 수 있다는 점 때문이다.

디지털 영상 캡처 장비는 2가지, 즉 computed radiography (CR)와 direct digital radiography (DDR) 형태로 나눌 수 있다.

두 장비 모두 기존의 x-ray 기계로 촬영하지만, 필름이나 현상기, view box는 사용하지 않는다.

CR과 DDR로 촬영한 방사선 사진은 차이가 없지만, 영상을 만드는 과정이 다르다.

디지털 영상 장비의 가장 큰 장점은 영상을 PACS(디지털 의료 영상의 저장 및 전송 시스템; picture archiving communications system)로 보내 분석하고 저장할 수 있다는 점이다.

● CR (computed radiography)

CR은 Fuji사(Tokyo, Japan)가 처음 개발해 1980년대부터 사용되었다.

CR은 영상을 캡처하는 detector (검출기; image plate), detector에서 영상을 읽어 들이는 장치, 아날로그 정보를 디지털로 바꾸는 변환기(analog to digital converter; ADC)와 프로그램으로 구성된다.

방사선 사진을 촬영하는 각 단계를 살펴보자.

우선 CR로 x-ray를 찍는다. 이때 사용되는 detector는 빛에 민감한 인광물질(phosphors)이 들어 있어 영상을 캡처할 수 있다(그림 1). 인광물질은 할로겐과 활성물질이 들어있는 복잡한 결정체 구조로, 흔히 유로퓸(europium) 같은 활성물질을 칠한 Barium fluorohalide가 사용된다.

CR의 detector는 기존 아날로그 방식의 x-ray 장비에서 필름과 증감지가 했던 역할을 대신한다.

유연성이 있어 구부러지기 쉬우므로 외부의 충격으로부터 보호하도록 튼튼하게 만든 특수한 카세트 안에 넣어 사용하지만, 증감지를 빼 일반 x-ray 카세트에 넣어서 사용하기도 한다.

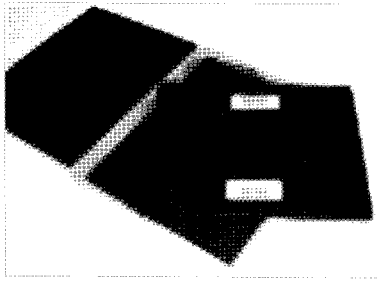


그림 1. CR의 detector. Detector는 유연성이 있고 X-ray에 민감한 인광물질이 들어있다. detector가 쉽게 손상되기 때문에 X-ray 카세트에서 증감지를 빼고 그 안에 넣었다.

x-ray를 찍으면 매우 복잡한 과정을 거쳐 fluoroalide와 활성물질이 함께 작용해 잠상(latent image; 잠재 영상)을 캡처한다.

이 영상은 기존 x-ray에서 현상하기 전 필름에 맺혀있는 잠상과 유사한 개념이지만, CR의 잠상은 아날로그 방식의 증감지에 맺힌 잠상보다 빨리 소실되며, 인광물질의 종류에 따라 유지되는 시간이 수분~수일 동안으로 다르기 때문에 가능하면 촬영 후 빠른 시간 내에 프로세싱 해야 한다.

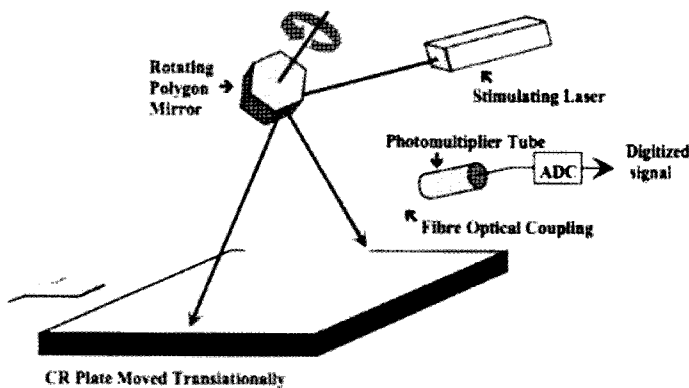


그림 2. CR 시스템의 판독기(reader)에 대한 기본적인 레이아웃. Detector에 저장된 잠상을 레이저로 스캔하면 가시광선을 배출된다. 이를 광전자증배관이 모아 전기 신호로 바꿔 아날로그-디지털 전환기로 보내면 디지털 신호가 컴퓨터로 전달된다.

판독기(reader)가 CR의 잠상을 프로세싱하면 영상이 컴퓨터 화면에 나타난다.

판독기는 레이저, 광학 스캐너, 광전자증배관(photomultiplier tube), 자동판(plate-form)으로 구성된 기계이다(그림 2).

detector를 판독기에 넣으면 헬륨-네온 레이저가 저장된 잠상을 스캔하며 이때 저장되었던 에너지가 가시광선으로 배출된다. 여러 개의 레이저 빔이 detector를 스캔하면서 배출하는 가시광선을 광전자증배관과 연결된 광학 시스템이 각 부분마다 모으는데, 이때 레이저에서 자체에서 만들어진 강한 빛이 스캔하는 동안 인광물질에서 배출된 가시광선을 방해하지 못하도록 광학 필터가 사용된다.

이후 모은 가시광선을 광증폭기(photomultiplier)가 빛의 강도에 따라 전기 신호로 바꾸고 후 아날로그-디지털 변환기(ADC)로 전달한다. 아날로그 신호는 각 픽셀(pixel)의 밝기에 따라 이진법으로 배열되고, 각각의 데이터는 이미지 매트릭스(matrix)내 특수한 픽셀로 배치된다. CR은 일반적으로 2048×2048 크기의 매트릭스를 사용한다.

각 픽셀의 최종적인 밝기는 촬영된 구조물이 x-ray의 힘을 얼마나 떨어뜨리는가에 따라서 밝고 어두운 회색 음영(grey scale)으로 표시된다. 기존 x-ray 필름에서처럼 x-ray 힘을 많이 떨어뜨리면 밝은 픽셀로, 적게 떨어뜨리면 어두

은 픽셀로 표시된다. 주로 12 bit 시스템(2^{12})을 이용하며 0~4096까지 회색 음영의 픽셀 값을 표시할 수 있다. 판독기가 저장된 잠상이 가진 모든 에너지를 사용하는 것이 아니므로 다음 촬영을 하기 전에는 detector에 남은 영상을 지워야 한다. detector에 센 강도의 백색 빛을 쏘이면 남은 에너지가 방출되면서 남은 영상이 지워진다. 이것이 프로세싱의 마지막 단계이다. 기존 x-ray의 증감지처럼 CR의 detector도 여러 번 사용한다. 한 연구에서는 CR detector를 만 번 정도 재사용할 수 있다고 보고하였지만, 정확한 사용 가능 기간은 아직 알려져 있지 않다.

detector의 수명은 detector를 보호하는 카세트가 얼마나 좋은 제품인지, 프로세싱하는 동안 얼마나 주의해서 사용하는지 등 그 외 여러 요인들에 따라 달라진다. 컴퓨터로 전달된 영상을 컴퓨터 프로그램으로 디지털로 작업한다. 초기 데이터를 이용해 자동 프로그램으로 히스토그램(histogram; 밝고 어둡기를 그래프로 나타낸 것)을 만든 뒤 각 픽셀값에 따라 회색 음영의 밝고 어둡기를 결정한다.

detector가 노출이 과도한지 적게 되었는지에 따라 원본 데이터를 보정한다. 모든 디지털 영상 프로그램은 대비도를 강조하는 특징이 있다. 이 과정은 탐색표(look up table: LUT)를 이용해 이루어지며, LUT는 원본 데이터 매트릭스의 픽셀 값에 미리 설정한 픽셀값을 덮어씌우는 것으로, 구조물의 차이를 극대화시켜 대비도를 증가시키는 것이 특징이다.

예를 들어, 간의 원본 데이터는 45의 회색 음영값(gray scale value)을 가지는 픽셀로 구

성되고, 비장은 40의 값을 가진다. 45와 40의 차이, 즉 5정도의 차이는 사람의 눈으로는 구별하기 어렵다. 이때, LUT 소프트웨어를 적용하면 간에 55, 비장에 35의 픽셀 값으로 보정되어 두 값의 차이가 20이 되기 때문에 간과 비장의 음영이 명확하게 구별된다.

이러한 LUT는 신체 부위(예를 들어, 복부, 흉부, 근골격계)에 따라서 다르게 설정할 수 있어 영상 알고리즘의 하나로서 판독자가 기호에 따라 선택할 수 있다. 소프트웨어에 설정된 default 세팅 값에 따라 컴퓨터 모니터에 사진이 나타나면, 검사자의 선호도에 따라서 이미지의 대조도, 밝기, 명확도, 크기(줌 기능), 컬러 강조 등을 더 조절할 수 있다.

즉, CR은 필름과 증감지의 역할을 하는 detector로 기존 x-ray 촬영시와 똑같이 방사선 사진을 찍은 후 현상기 대신 판독기(reader)에 넣으면 detector에 촬영된 영상이 위의 복잡한 과정을 거쳐 컴퓨터에 전달된다.

검사자는 모니터로 영상을 보면서 자신이 원하는 대로 밝고 어둡기, 대비도를 조절하고 원하는 부위를 확대하거나 길이와 각도를 채는 등 영상 프로그램의 다양한 기능을 적용할 수 있다.

CR은 방사선 사진을 디지털 방식으로 컴퓨터 모니터를 통해 볼 수 있으므로 DR에 속하지만, x-ray를 촬영한 후 detector를 판독기에 넣어서 reading과정을 거쳐야 하므로 직접 디지털 방사선, 즉 DDR (direct digital radiography)와는 다르다.

● DDR (direct digital radiography)

DDR과 CR의 차이는 detector에 있다. DDR은 환자를 통과한 x-ray를 detector가 캡처한 뒤 직접 디지털 신호로 바꿔 컴퓨터로 전송한다. 즉, CR과는 달리 판독기가 필요하

지 않아 영상을 빠른 시간에 얻을 수 있다.

DDR은 detector의 방식에 따라 flat panel 타입과 CCD 타입으로 분류한다. 몇몇 물리학자는 CCD를 진정한 DDR detector로 인정하지 않지만, CR과는 달리 CCD도 detector에서 영상을 읽어 들이는(이를 reading 과정이라고 한다) 과정이 생략되므로 일반적으로는 DDR로 간주한다.

Flat panel detector는 직접 혹은 간접 방식으로 x-ray를 전기로 바꾼다.

직접 방식은 detector의 인광물질을 이용하여 전기 신호를 만들며, 간접 방식은 detector가 scintillator(섬광체)를 이용해 x-ray를 빛으로 바꾸고 다시 포토다이오드(photodiode)가 빛을 전기로 바꾸는 이중 과정을 거친다.

직접과 간접 방식 모두 detector에 reading 과정 전의 전기 신호를 저장하고 디지털화하는 thin film transistor (TFT) array가 있다. CCD도 scintillator가 x-ray를 빛으로 바꾼다. 이후 축소 렌즈가 빛을 CCD 칩의 크기에 맞게 줄이면, detector로부터 영상을 읽어 들이기(reading) 위해 칩이 빛을 전기로 바꾼 뒤 다시 디지털 방식으로 바꾼다. 빨간색 플래시가 터지는 것은 빛이나 x-ray가 전기로 바뀐 것을 나타낸다. 이와 이 CR과는 달리 DDR은 직접 detector에서 정보를 읽어 들인다는 점은 같지만, detector의 유형에 따라서 전기로 바뀌는 방식이 달라 소요 시간은 다르다는 것을 알아야 한다.

DDR의 detector(image plate)는 x-ray 테이블에 직접 설치하거나 portable로 사용할 수 있기 때문에, 따로 카세트가 필요하지 않

다. DDR plate를 직접 컴퓨터에 연결하면 된다. 빛이나 전기 펄스의 강도가 즉시 디지털화되어 4-10초 이내 컴퓨터 모니터에 디지털 영상이 나타난다. 영상의 질에 만족한다면 이후 저장용 서버 컴퓨터로 사진을 보내고, 이후 각 컴퓨터 단말기에서 이미지를 불러서 보고 판독을 할 수 있다.

1. Flat Panel Detector (FPD)

Flat panel detector는 기존 방사선 장비에서 사용되는 카세트처럼 생겼다 (그림 4). 이 detector는 위에 언급한 바와 같이 직접 전환식과 간접 전환식으로 분류한다.

직접 전환식 detector에는 직접 x-ray를 전기로 바꾸는 반도체가 들어있다. 간접식 전환 detector는 2단계에 걸쳐 x-ray를 전기로 바꾸는데, 우선 x-ray를 빛으로 바꾼 후 다시 빛을 전기 에너지로 전환한다. 이후, 컴퓨터에 전달된 디지털 정보는 CR에서 설명한 것과 같은 과정으로 프로세싱된다.

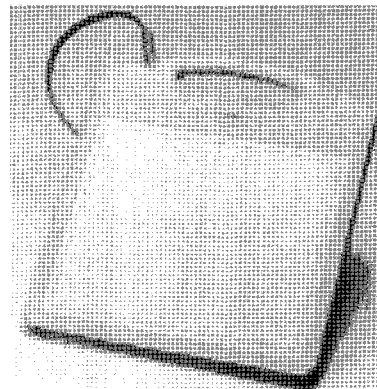


그림 4. Flat panel detector. 직접과 간접 전환식 detector 모두 카세트에 들어있으며 컴퓨터 하드웨어에 연결된다.

(1) 직접 전환식 Detector

무정형 셀레늄 (amorphous selenium) FPD 장비는 직접 전환식 detector라고도 한다. detector내에서 x-ray가 빛으로 바뀌지 않고 직접 전기 신호로 바뀌기 때문이다. 직접 detector는 반도체(semiconductor), 저장 콘덴서(capacitor), thin film transistor array (TFT), 그리고 초자기질(glass substrate)을 포함한 여러 층으로 구성되며, 단단한 카세트 안에 넣어 케이블로 컴퓨터에 연결된다.

Detector 중 광전도층이라 부르는 두꺼운 표층(x-ray 빔이 들어가는 입구 근처)이 x-ray를 직접 전기로 바꾸는데, 비정질 셀레늄으로 만들어진 반도체로 구성되어 빛 전달 능력이 뛰어나다.

무정형 셀레늄은 뛰어난 공간 분해능을 가져 x-ray의 전환에 좋은 특성을 가지기 때문에, 신호를 100% 검출해낼 수 있고 간접 전환식 detector에서 나타나는 신호의 손실이 없기 때문에 이미지의 질이 뛰어나며,.

이를 detector가 영상을 직접 컴퓨터에 전달하는 것(reading)과 혼동해서는 안 된다. 왜냐하면, 모든 DDR은 CR과는 달리 컴퓨터가 직접 정보를 읽어(reading), 영상을 컴퓨터에 직접 전달하는 장비라고 위에서 설명했기 때문이다)

(2) 간접 전환식 Detector

간접 전환식 detector는 x-ray 에너지를 일단 빛으로 바꾼 후 다시 전기 신호로 전환하는 방식이다. flat panel detector의 표층의 scintillator(신틸레이터; 방사선이 충돌하여 빛을 내는 물질)가 x-ray를 빛으로 바꾸고

scintillator 아래층의 이극진공관층이 빛의 강약에 따라 전기로 바뀌 TFT array로 전달한다. 즉, 직접 전환식에서는 광전도층 혼자 하는 일을 두 개 층이 대신하는 것이다. 간접 전환식은 무정형 실리콘으로 구성된다.

x-ray를 빛으로 바꾸는 과정에서 신호의 손상이 나타나고 이 빛을 다시 전기 신호로 전환하는 과정에서 오차가 있는 신호를 검출하기 때문에 어느 정도 이미지 질의 저하가 나타난다.

2. CCD Detector (charge coupled device detector)

Charged coupled technology 는 1969년 개발된 이후 빛에 민감한 특성을 이용해 영상 분야에서 인기 있는 광검출기 (photodetector)로 자리잡았다. 오늘날 CCD 기술은 진단 영상 분야에서 투시 장비같은 비간접적 전환 장치에 이용되고 있다.

CCD detector는 DR 시스템에서 처음 도입된 직접 전송 방식의 detector 로, 크기가 작고 비용 대비 효과적이기 때문에 DR에서 널리 이용되어 왔다.

기본적으로scintillator, 축소를 위한 렌즈, CCD 광학 detector로 구성되며, 이미지 증강 장치가 추가되기도 한다(그림 3). 환자를 통과한 x-ray가 flat panel detector에서처럼 scintillator와 반응하면 빛이 만들어진다. CCD chip 부위가 scintillator보다 작기 때문에 optical coupling을 이용하여 CCD chip에 도달하는 빛의 범위를 줄인다.

몇몇 CCD는 빛 이미지를 CCD chip의 직경에 맞게 줄이기 위해 fiber optic coupling을

이용하기도 하는데 이 경우에는 축소용 렌즈가 필요 없다. 이후 CCD detector chip가 빛을 전기 신호로 바꾼다.

기존 디지털 카메라에서 사용하는 CCD는 이미지의 해상도가 떨어지더라도 빠르게 이미지를 전송하기 위해 픽셀이 여러 가지 업무를 처리하는 방식이다. 이러한 유형은 이미지의 질이 떨어지기 때문에 의료용 DR 장비에는 full frame CCD 방식을 사용한다. 이는 빛 신호를 인지할 때 전체 픽셀을 모두 이용하는 것으로, 영상을 획득하는데 시간이 길어지는 단점이 있지만, noise를 줄이는 장점이 있다.

CCD를 이용하면 빛 신호 중 일부가 프로세싱 과정 중 CCD chip에 맞게 축소하면서 소실되어 CCD chip에 도달하지 못한다. 이로 인해 영상 축소가 일어나지 않는 flat panel 시스템에 비해 이미지에 noise가 증가하는 경향이 있다.

● 구입의 결정

DR 장비의 장점은 (1) 디지털 영상 형식의 편의성, (2) X-ray 필름, 현상기, 현상액이 필요없는 점, (3) X-ray 필름 봉투와 저장 장소가 필요없는 점, (4) 영상 질의 향상 (일차적으로 영상의 대비도), (5) 촬영시 노출 조건에 융통성이 있다는 점, (6) 반복 촬영의 횟수 감소 (7) 영상 획득 시간이 빨라지면서 전체적인 시간 소요가 줄어드는 점 등이다. 아마도, 디지털 영상 형식의 장점이 디지털 장비를 구입하는 가장 큰 이유가 될 것이다. 디지털 형식의 큰 장점 중 하나는 인터넷을 이용해 원격 진료가 가능하다는 것이다. 특수한 영상 부서나 동

물병원의 환경에 따라서 위에 언급한 장점이 크게 느껴지지 않는 경우도 있을 것이다. 또, 환자의 자세가 잘 못 되었거나 방사선 자체의 안정성 문제 등은 디지털 장비를 사용해도 극복할 수 없는 부분이다. 디지털 장비를 구입할 계획인 경우 방사선과 전공자에게 구입할 장비에 대해 문의를 구하는 것도 좋은 방법 중 하나이다.

지난 10년간 DR 시장은 빠르게 커졌다. 동물 의료 시장에서 대부분의 디지털 장비는 사람에게 사용되던 장비를 동물에게 적용한 것이다. 이는 장비의 적용이 제조사가 아닌 판매자에 의해 이루어져 왔기 때문이다. 하지만, DR 장비를 구입하고자 할 때는, 제조사에게 직접 detector의 정확한 구성과 특성을 확인하고 동물 병원용으로 개발된 것인지, 사람 병원에서 사용되던 장비인 경우 어떤 목적으로 사용되도록 고안된 제품인지 확인하는 것이 신중한 방법이 될 것이다.

예를 들어, 지압사 (chiropractor)를 대상으로 만들어진 장비를 동물에 적용하면 근골격계 이미지의 질은 훌륭하지만 흉부와 복부 방사선 영상은 부적합할 수 있다. 또한, 컴퓨터 하드웨어처럼 완제품으로 나온 디지털 장비가 실제 주요 부품은 다른 회사가 만들어 납품한 것일 수 있다는 사실을 알아야 한다. 또, 부품을 조립한 회사가 장비를 파는 것이 아니라, 수의사에게는 별도의 판매자가 납품하는 것일 수도 있다는 것을 알아야 한다. 따라서, 설치와 관련된 질문이나 고장에 대한 수리를 위해서는 판매자 외 제품을 실제로 제작한 사람들도 알아야 한다는 것을 명심해야 한다.

● CR과 DDR 의 비교

CR 의 주된 단점은 직접 전송이 되지 않아 바뀔 때는 번거롭다는 것이다.

하지만, CR은 수 십년간 사용되면서 지속적으로 향상된 검증된 장비라는 것은 장점이다.

CR 장비의 detector는 양자 효율과 공간 해상도가 좋은 아날로그 장비에 뒤지지 않는다. 현재 사람에서 유방 촬영기에 주로 CR이 사용되는 이유가 바로 이것이다.

CR은 일반적으로 DDR 보다 저렴하고 아주 바쁘지 않은 경우 디지털 방사선 장비에 입문할 때 선택하기 좋은 장비이다. 하지만, x-ray 촬영 기계뿐 아니라 detector를 읽어 들이는 reader가 필요하므로 병원에 공간을 많이 차지하고, x-ray를 촬영한 후 reader기에

detector를 넣어주는 등 수동의 과정이 필요하므로 여전히 인력이 소모된다는 점, 환자의 크기에 따라서 다양한 크기의 detector를 구비하고 있어야 하는 점 등은 기존의 아날로그 방식에서 크게 벗어나지 못하는 한계이다.

표 1에 CR과 DDR에 대해 좀 더 자세히 설명해 두었다. DDR을 구입하기로 결심했다면 간접/직접 flat panel detector와 CCD사이 어떤 것을 구입할 것인지 고민해야 한다.

Flat panel detector는 공간 해상도가 뛰어나고, 촬영시 필요한 노출 용량을 줄일 수 있고, dynamic range가 넓어 영상의 질이 뛰어나다.

현재 지속적으로 기술이 개발되고 있기 때문에 간접/직접 전환식 flat panel detector중 어

TABLE 1. Comparison of Purchase Factors for Radiographic Systems

	Conventional Radiography (analog)	Computed Radiography	Direct Digital Radiography
Start-up cost	Low	Moderate	High
Throughput	Low	Low	Moderate
Exposure latitude	Low	Moderate	Moderate to high
Image resolution	High	Moderate	Moderate
Image contrast	Low	High	High
Post processing	No	Yes	Yes
DQE*	Low	Moderate	Moderate to high
Portability	High	High	Low
Life time	7~10 years	Unknown	Unknown

* DQE. The efficiency of a detector for identifying incident X-ray photons is measured by detective quantum efficiency or DQE. Because detectors do not identify all incident radiation, the value of DQE is always less than unity. Theoretically systems with a high DQE will have a relatively low exposure dose.

는 것이 더 좋다고 비교하기는 어렵다.

직접 전환식 detector는 간접식에 비해 무정형의 셀레늄의 해상도가 뛰어나고 빛 재생 단계가 없어 이미지의 해상도가 뛰어나다.

하지만, 픽셀 크기, 픽셀 줄이 차지하는 공간 (pitch), x-ray의 산란 등 많은 다른 인자들이 해상도에 영향을 준다. 현재 대부분 상품화된 flat panel detector의 해상도와 다른 수행 능력은 비슷한 것으로 보인다.

flat panel detectors의 주된 단점은 비용이며 CCD detector에 비해 더 비싸다. 충격, 습기, 열 등으로부터 detector를 보호하기 위해 다양한 shielding을 한 envelop이 필요하며 이에 따라서 가격이 영향을 받는다.

CCD에 이용되는 detector는 flat panel detector보다 저렴하며 대체 장비로 유용하다. CCD detector 의 이미지 질은 좋지만 flat panel detector로 촬영한 영상에 비해서는 다소 떨어진다.

CCD detector 의 주된 단점은 보통 x-ray 테이블에 고정해 두고 사용해야 하며, 이동이 불가능하다는 점이다. 광학 장비이므로 튜브 head는 x-ray 테이블에 수직으로 유지하고 촬영하는 것이 영상의 질에 좋다.

디지털 영상 분야는 수의 진단 영상 시장에서 급격하게 성장하고 있다.

CR 시스템은 비용 대비 효과적이며 기존의 증감지 필름 시스템에 비해 영상의 질이 비슷하거나 더 뛰어나다. 직접 전송 장치로는 flat panel 과 CCD detector가 있으며 역시 양질의 디지털 이미지를 얻을 수 있다. 