

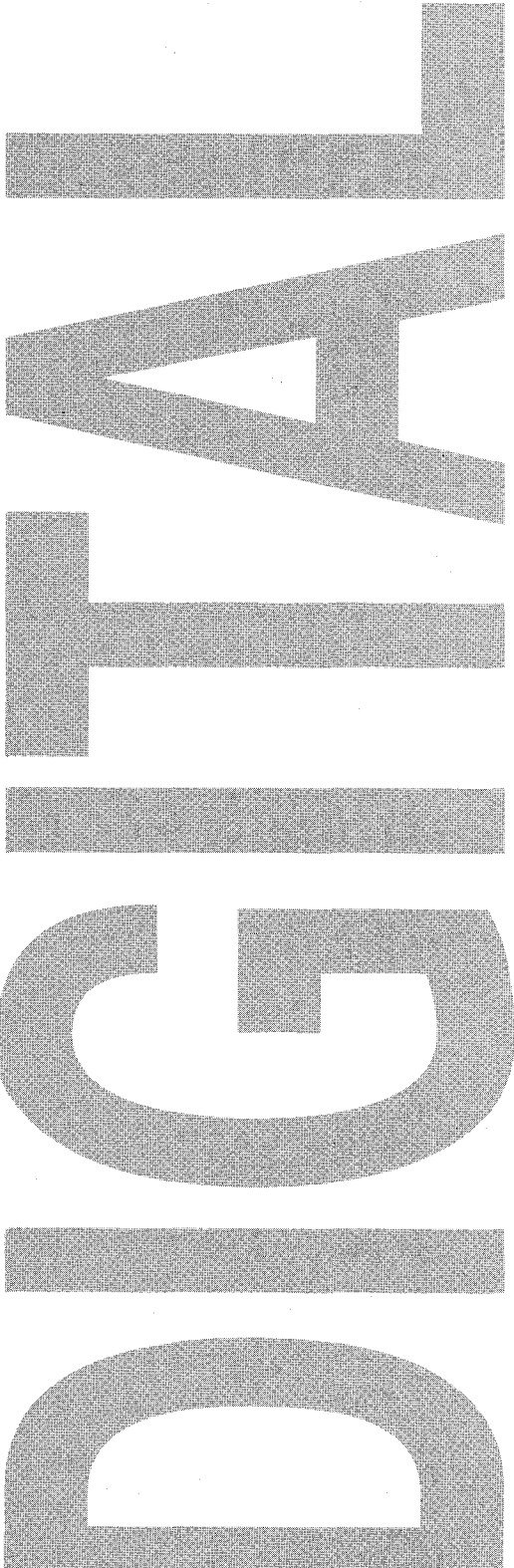
Introduction of direct radiography

박 일 영
신흥대학

..... 1973년 상용 CT 스캐너의 도입이후, 방사선 영상은 디지털 기술을 향해 빠른 걸음을 재촉했다. 이러한 움직임은 영상의 획득으로부터 영상 디스플레이까지 영상 고리의 모든 성분의 발전을 요청했다. 실제로 디지털 영상 기술의 주 이점은 영상 획득 장치를 영상 디스플레이와 독립시킬 수 있는 능력이다. 이 독립성은 X-선 검출기가 특정한 영상 과업을 위해 최적화할 수 있다는 것을 의미한다. 예컨대 재래식 투영 영상법에서 검출기가 반응하는 X-선 강도의 범위는 필름의 관용도에 제한받지 않는다. CT 이래 단층 촬영상은 배타적으로 디지털 기술로 이루어짐에도 불구하고, 가장 널리 사용하는 X-선 영상 형태는 투영 영상이며, 이것은 필름-스크린 장치를 계속 사용하게끔 했다. 투시장치도 디지털 기술을 채택했지만 필름-스크린이 사용되고 있는 광범위한 임상 응용에서 진단적 정확성과 경제적으로 필름-스크린과 경쟁할 수 있는 투영 영상을 위한 검출기는 나타나지 않았다.

현재, 주도하고 있는 검출기 기술은 광자극 인광체(PSP) 판에 기반을 두고 있는 것이고, PSP 영상 시스템은 급성장을 계속하고 있으나, 전체 투영 영상 장치 중에서 보면 적은 부분에 불과하다.

X-선은 반도체 또는 광 도체에 흡수되어 전하를 바로 직접 생성할 수 있다. 비결정 셀레늄(amorphous



selenium), 비결정 실리콘(amorphous silicon), PbI_2 , $ZnCdTe$ 같은 물질이 연구조사되고 있으나, 여기서는 미국 FDA의 검정을 통과한 amorphous selenium을 소개한다.

신종 특히 디지털 촬영장치는 박막 픽셀 어레이, 셀레늄 X-선 광 도체, 유전층과 전극으로 되어있는 다층 구조이다. 인가된 전기장에서 진단 X-선 신호는 X-선 에너지가 각각의 화소와 연결된 개별 저장용 축전기에 의해 전하로 수집될 전자-정공쌍으로의 직접 변환에 의해 얻는다. 전자적 독해 절차는 X-선 조사 후 즉시 개시되고 영상 데이터는 몇 초 이내에 모니터상에 디스플레이, 데이터 저장, 데이터 전송, 하드 카피를 만들기 위하여 이용가능하다. 이 직접 변환기술의 신호 강도는 형광체나 인광체를 사용해 먼저 빛을 발생시킨 다음 CCD 또는 광소자와 연결된 박막 트랜지스터에 의해 검출되는 간접 방법보다 훨씬 높은 것으로 간주되고 있다. X-선 광자에 의해 생성된 전하는 바이어스 전장 방향으로 이동하여 매우 높은 공간 해상력을 가진 영상을 얻는다. 해상력의 한계는 제조 가능한 최소 픽셀 수로 결정된다.

필름없는 방사선과에서 있어야 할 필수 요소는 재래식 필름-스크린 카세트와 같이 많이 사용되는 투영 방사선 촬영에 맞는 검출기이다. 이러한 검출기의 주요 설계 및 동작 요건은 ① 기존 X-선 장치(X-선원, 테이블)와의 호환성, ② 필름-스크린과 비교될만한 화질과 환자의 피폭 선량, ③ 매 영상 당 가격 경쟁성이다. 필름 그 하나로 영상 획득, 디스플레이 및 저장 매체로 약 100년 역사상 기술적으로 완벽했던 것과 같은 요건을 충족하거나 능가하기는 견디기 어려운 도전이다. 바로 이러한 특색이 필름-스크린을 그렇게 성공적이 되게 했지만, 지난 10년간 있었던 조그만 향상에 의해 지적되었던 것같이 새로운 DR 장치는 잘 알려진 필름-스크린 진단 양식이 가진 물리적 한계를 극복하고 있다. 이

와 대조적으로 디지털 검출기는 영상 획득, 영상 디스플레이 및 영상 저장이 분리되고 그 결과 개별적인 최적화가 가능하기 때문에 집중적인 연구대상이 되어왔다. X-선과에서 예상되는 장점은 진단 능력(정확성)과 생산성의 재고이다.

여러 가지 디지털 검출기술의 연구가 진행되는 동안 불과 몇 개의 연구 노력만이 실제적으로 상용 제품으로 성장했다. 최초의 상용 도입은 Fuji의 CR 장치였다. 그 장치의 폭 넓은 역동적 범위는, 특히 병상 검사에 있어서, 재래식 필름-스크린에 대한 장점으로 알려졌다. Philips의 Thoravision 흉부 촬영 장치는 새로운 도입이었다. 셀레늄 기반 기술을 이용한 이 장치에 대한 초기의 평가는 디지털 흉부 영상이 임상 환경에서 실용적임을 보여 주었다. 그러나 이 전용 흉부장치의 고가 비용은 폭넓은 고객의 선택을 막고 있다. 즉 경제적으로 감당할 수 있는 병원만이 도입할 수 있다. 두 회사가 유방검사에서 정위적 병소찾기용 소 조사야 디지털 카메라를 시판하고 있다. 이들 X-선 증감지/CCD 검출기는 CCD의 크기 때문에 현 단계로는 한계점이 있으나, 만일 감지소자의 배열같은 확대(scale-up)기술이 완벽화된다면 소 조사야 디지털 유방검사는 실용화될 수 있을 것이다.

Antonuk, Street와 그 팀들이 수소 첨가 비결정 실리콘(hydrogenated amorphous silicon, a-Si:H)으로 만든 TFT와 광소자 판을 사용한 광역 비 타일식(non-tiled) 디지털 검출기를 제조해 디지털 검출기의 필수적 요구에 접근했다. 이 판들은 X-선 증감지사이애 끼워져 있다. 이 간접 변환법에서 X-선에 의해 생성된 빛은 광소자에 의해 검출되고, 그 결과 얻은 신호는 TFT의 모든 열과 연결되어 주사된다. Zhao와 Rowlands는 TFT 어레이에 바로 붙인 광 도체 셀레늄을 사용하여 X-선 광자를 전기 신호로 직접 변환하는 방법을 선택했다. 직접 변환과 광 감지소자에 연결된 광 인광체에서와 같은

간접 변환에 대한 장점을 자세히 설명할 것이다. TFT 어레이 관련 검출기는 평판 디스플레이 산업에 의한 활성 매트릭스 액정 디스플레이 기술에서 있었던 엄청난 투자의 결과 그 규모가 점차 커지고 있다.

여기서 소개하는 검출기는 앞서 기술한 기술과 공통되는 몇 가지 성분을 가지고 있고, 그 성능은 최적화되어 있으며, 그 설계는 투영 방사선 촬영에 사용될 수 있도록 카세트안에 총체적인 환경 설정을 하고 있다. X-선 영상을 얻기 위한 에너지 변환과정을 CR등에서 사용하는 간접 변환법과 여기서 설명하는 직접 변환법이 그림 1에 그려져 있다. 독특한 성분은 다층 구조라

는 것이고, 관련 신호 독해 전자 장치는 투영 방사선 촬영에 최적화되어 있다는 것이다. 그러나 여기서 기술하는 검출기는 다른 분야에서의 최신 기술 진보가 없었다면 상용 제품으로의 출시는 감히 생각할 수 없었을 것이다. 관련 기술의 발전이란, 광역 TFT 어레이 한 개의 실리콘 칩 위에 조밀하게 팩 채워 넣은 전하 증폭기(VLSI 회로), 고속 저가의 컴퓨터, 고 밀도 전자적 내부 연결 및 패키지 화이다. 실험 검출기 판에서 얻은 최근의 X-선 영상을 제시하고, X-선 감도, 역동적 범위, 신호 대 잡음비 및 공간 해상력을 논의한다.