

치과병원의 Dental Full PACS

연세대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실

정호걸, 박 혁, 김기덕, 박창서

PACS (Picture Archiving and Communication System)는 다양한 의료영상들을 디지털 상태로 변환하여 영상을 획득한 후 네트워크를 이용하여 전송 및 저장하여 필요할 때마다 영상표시장치에서 영상을 즉시 불러볼 수 있도록 하는 포괄적인 디지털 영상 관리 및 전송 시스템을 말한다. 이러한 PACS는 의료분야에서는 많이 보편화되어 있으나 대규모 치과병원에서 이 시스템을 성공적으로 구축 운용하고 있는 예는 그리 많지 않은 실정이다. 이에 본 소고에서는 2004년 2월부터 dental full PACS를 시행하여 현재까지 성공적으로 운용되고 있는 연세대학교 치과병원의 PACS의 현황을 소개함으로써 dental full PACS만의 독특한 특성을 이해하고 향후 보다 발전적인 치과병원 PACS 시스템의 개발 및 구축에 도움이 될 수 있도록 하고자 한다.

PACS는 영상획득장치 (acquisition devices), 네트워크 (network), 데이터베이스 및 저장장치 (database and storage/archive devices), 출력장치 (display device, workstation)와 같은 subsystem으로 구성되어 있으며 연세대학교 치과병원의 PACS를 이러한 구성요소별로 소개하고자 한다.

1. 영상획득장치

1.1. 구내 방사선사진촬영

현재 연세대학교 치과대학병원에 보유하고 있는 구내 방사선사진촬영기는 구강악안면방사선과 9대, 환자 진료과정중에 구내방사선사진이 필요한 임상과에 6대(보존과 3대, 소아치과 1대, 임플란트 클리닉 1대, 원내생 진료실 1대)가 있다. 각각의 촬영기에는 CCD 방식인 Sigma® sensor가 부착되어 있으며 이를 통해서 치근단과 교악 디지털 영상을 획득하고 있다(그림 1, 2). Sensor는 성인용으로 크기가

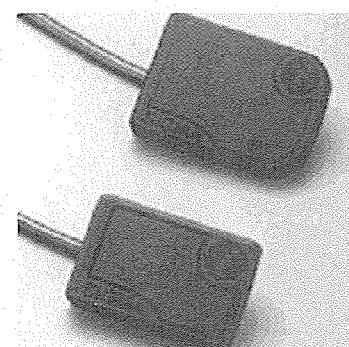


그림 1. 성인용(상단)과 소아용(하단) Sigma® sensor

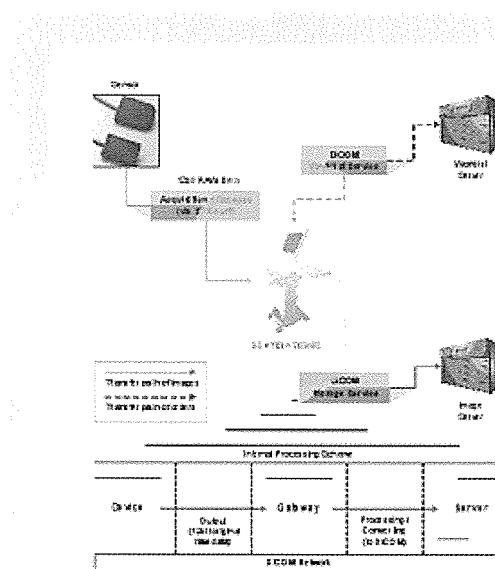
그림 2. Sigma[®] sensor가 부착되어 있는 구내 방사선사진촬영기

30 x 40 mm이며 실제 영상이 보이는 범위는 26 x 34 mm이다. 이 sensor는 기존의 가로 41 mm x 세로 31 mm 크기의 필름 (No. 2 구내필름)에 비해서는 크기가 다소 작은 편이지만 sensor의 두께로 인한 이물감을 최소화하고 제공되는 영상의 질을 고려하여 사용하게 되었다.

CCD sensor가 제공하는 영상신호는 non-DICOM 영상정보이기 때문에 PACS상에서 전송 및 저장이 가능한 DICOM 영상정보로 전환시키는 gateway가 필요하다. 또한 통상 14장의 촬영을 시행하는 전악 구내촬영 (full mouth intraoral radiography: FMX)은 일반 medical 영역의 PACS와는 다른 독특한 dental 영역의 특성을 보여주는 단적인 예라 할 수 있다. 이런 점들을 해결하고 기존에 구축되어 있는 쳐방전달시스템 (order communication system; OCS)과의 연동을 위해서 각각의 sensor와 연결된 PC에 Gateway 역할을 하는 Dentigate[®] 소프트웨어를 설치하였다. Dentigate[®]는 non-DICOM 영상신호의 DICOM으로의 전환은 물론 성인은 14장의 전악구내 치근단 촬영 및 4장의 교악촬영, 소아는 10장의 전악구내 치근단촬영 및 2장의 교악촬영을 할 수 있는 template를 제공하고 OCS에서 제공하는 order를

인식하여 획득한 영상과의 matching은 물론 전송 까지 관여하는 구내 방사선사진촬영의 통합 solution이다(그림3).

Template는 이전의 필름 한장에 해당하는 slider들로 구성되어 있다. 임상과에서 촬영 order가 나서 worklist에서 환자를 선택하게 되면 template내의 order에 해당하는 slider가 활성화되고 그 부위에 해

그림 3. Dentigate[®] 구성도

임상가를 위한 특집 ④

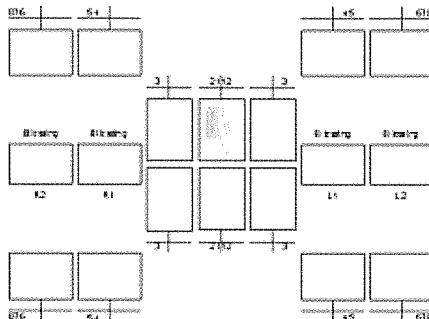


그림 4A. Template와 slider

당하는 치아를 촬영하게 된다. 한 치아의 촬영이 끝나면 숫자가 촬영부위를 직접 선택하지 않아도

자동적으로 일련의 순서대로 다음 slider로 이동하게 되고 모든 촬영이 끝나면 server로 전송된다. 획득한 영상은 12bit로 이루어져 있으며 전송되는 영상정보는 template단위가 아닌 각각의 slider단위의 영상정보가 전송되게 된다(그림 4).

교합촬영은 치근단 촬영이나 교의촬영보다 큰 필름을 사용해야 하나 이러한 크기를 지원하는 DR type의 제품이 출시된 것이 없어 CR(computed radiography) 방식의 디지털 영상을 획득하고 있다. 크기가 50 x 70mm의 photostimulable phosphor (PSP) image plate (IP)를 사용하고 있으나 이 크기의 IP는 널리 사용되고 있지 않아 DICOM 영상정보를 지원하지 못한다. 따라서 Combix 2000®이라는 scanner를 이용하여 영상정보

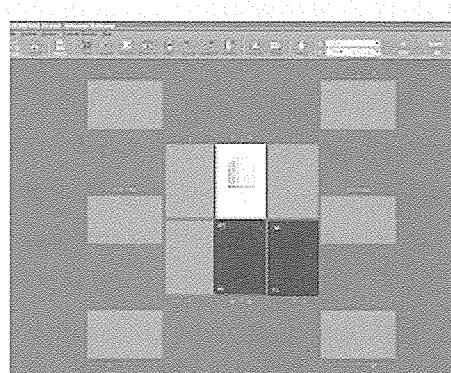
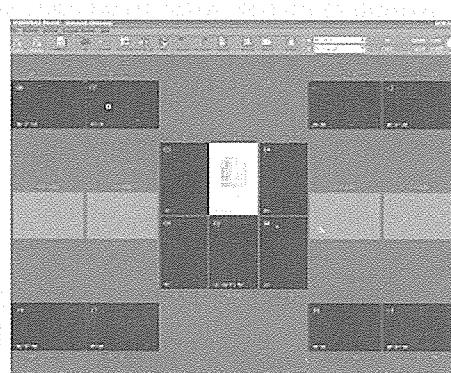


그림 4B. 성인용(좌)과 소아용(우) 전악 구내 촬영 template

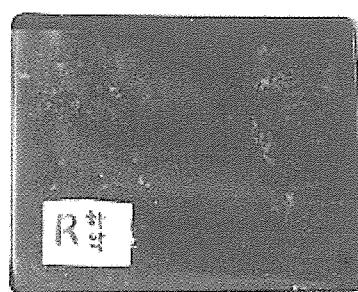


그림 5. occlusal IP(좌)와 combix 2000®(우)

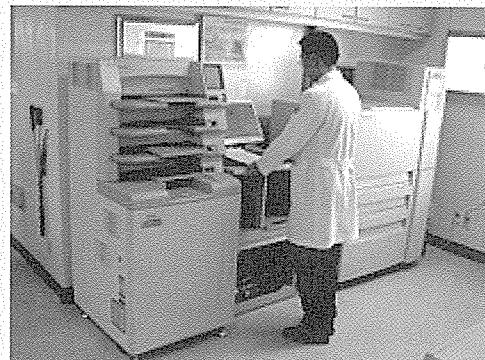
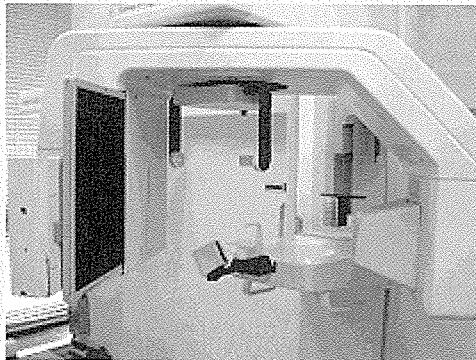


그림 6. 파노라마 방사선사진촬영기(좌)와 CR workstation

를 얻은 다음 Visualgate[®]를 이용하여 DICOM 영상으로 전환하여 server로 전송하고 있으며 영상정보는 8bit로 이루어져 있다(그림 5).

1.2. 구외 방사선사진촬영

현재 연세대학교 치과대학병원 구강악안면방사선과에서 보유하고 있는 구외 방사선사진촬영기는 파노라마 및 두부규격 방사선촬영기가 2층과 4층 각각 두 대씩 총 4대이며 측두하악관절 촬영기인 경두개 촬영기가 있다. 디지털 구외 방사선사진 영상 획득은 PSP IP를 사용하는 CR 방식에 의하여 이루어지고 있다. 파노라마 방사선사진촬영 및 두부규격 방사선사진촬영에 사용되는 IP의 크기는 10 x 12 inch를 사용하고 있으며 획득한 영상정보는 각 층마다 보유하고 있는 CR workstation을 통해 DICOM 영상정보로 server에 전송된다. CR workstation 자체 내에서 DICOM 영상정보를 지원하기 때문에 따로 gateway를 설치할 필요는 없다(그림 6).

측두하악관절 촬영중 일반적으로 가장 많이 활용되는 경두개촬영(Transcranial projection)의 경우 구내 방사선사진촬영기를 통하여 특수하게

고안된 두부 및 카세트 고정장치를 이용하여 촬영이 이루어져 왔다. 이 때 사용되는 카세트가 5 x 7 inch의 카세트를 사용하였으나 이 크기의 IP 카세트를 처리할 수 있는 CR workstation이 없기 때문에 현재 CR workstation이 지원 가능한 8 x 10 inch의 IP 카세트를 이용하여 영상을 획득하여 다른 구외 방사선사진영상과 동일한 방법으로 처리하고 있다(그림 7).

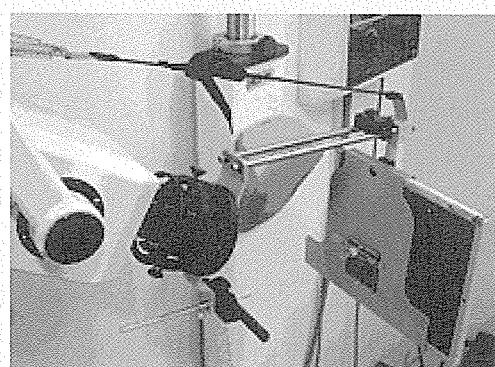


그림 7. 경두개촬영기

1.3. 특수촬영

특수촬영기로는 TMJ sectography, 다기능 두부

임상가를 위한 특집 4



그림 8. Sectogaphy(좌)와 다기능 두부촬영기(우)



그림 9. 전산화단층촬영기

단층촬영 장치인 SCANORA®, CT를 운용하고 있다. TMJ sectography는 linear 단층촬영기로 환자가 앉아서 촬영할 수 있고 파노라마 및 두부 규격 촬영기보다 관전압과 관전류가 높기 때문에 submentovertex나 Waters 촬영을 주로 한다. 측두 하악관절 단층촬영에도 사용하였으나 SCANORA®를 도입하면서 단층촬영에는 거의 사용하지 않는다. 디지털 영상은 구외 방사선사진과 동일한 방법으로 획득한다. SCANORA®는 두부 및 안면 부위를 다양한 각도로 자유자재로 촬영할 수 있도록 고안된 특수촬영 장비이다. 이 장비는 두경부의 여러 가지 단순 방사선사진촬영과 파노라마 방사선사진

촬영, 입체촬영, 단층촬영 등 구강악안면 영역의 거의 모든 일반 및 단층촬영을 한 장비에서 모두 해결할 수 있고 나선형 관구이동에 의한 고해상도 단층사진상을 보여주는 장비이다. 이 촬영기는 기존의 필름 카세트 위치에 IP를 내장시켜 얻은 영상정보를 바로 DICOM으로 변환하여 전송하는 DR system으로 운용되고 있으며 별도의 gateway는 필요없다(그림 8).

전산화 단층촬영 장비는 medical 분야에서 사용하는 장비와 동일하기 때문에 일반 의료장비에서의 영상 획득 방안과 동일한 방법을 적용하여 운용하고 있다. 이 장비는 workstation에서 DICOM 영상 정보를 지원하기 때문에 기존의 방식대로 촬영한 후 영상정보를 전송하고 있다(그림 9).

2. 네트워크 (network)

연세대학교 치과대학병원은 일반 치과의원과는 달리 동시에 많은 환자들을 보기 때문에 네트워크의 안정성이 무엇보다 중요하다. 네트워크가 불안하여 방사선촬영은 물론 디지털 영상의 전송 및 저장이 원활하게 이루어지지 않는다면 병원 전체의 업무 마

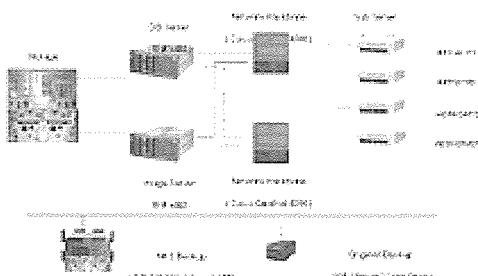


그림 10. network와 storage 구성도

비를 초래할 수 밖에 없다. 또한 안정성과 더불어 중요한 네트워크의 특성은 원하는 환자의 영상 조회 속도가 빨라야 환자 진료가 원활해질 수 있다.

이런 문제를 해결하기 위해 데이터 처리속도가 100Mbps (bit per second)인 네트워크를 구성하였고, server와 저장장치 사이는 1Gbps의 처리속도를 가지는 네트워크를 구성하였다. 가정에서 일반적으로 사용하는 ADSL의 최대 속도가 8Mbps, VDSL은 26Mbps인 점을 감안한다면 상당한 데이터 처리 속도를 보장한다고 볼 수 있다. 네트워크의 안정성을 위해서 server와 저장장치간의 네트워크 (일명 backbone이라 함)를 이중으로 고안하여 동시에 운용함으로써 하나의 network가 다운되더라도 나머지 하나의 네트워크로 안정된 PACS를 유지하도록 하였다. Network 구성 요소인 server중 DB(database) server와 image server는 환자의 영상 조회시 아주 중요한 역할을 한다. DB server는 촬영된 영상정보를 전송하게 되면 영상에 포함되어 있는 환자 및 촬영부위, 방법 등의 정보를 저장하고 동시에 영상을 주저장장치로 보내는 역할을 하며, image server는 영상조회 프로그램에서 제공되는 DB server의 정보를 이용하여 영상을 조회할 때 DB server의 정보와 일치하는 영상을 제공해주는 역할을 한다. 따라서 이 두 server중 한 server에

문제가 생기게 되면 영상조회를 하지 못하게 된다. 이런 문제를 해결하기 위해서 DB server에 image server의 기능, image server에는 DB server 기능을 동시에 할 수 있도록 함으로써 한 server에 문제가 생기더라도 나머지 한 server가 두 가지 기능을 함께 할 수 있도록 하여 네트워크의 안정성을 한층 더 강화하였다.

3. 저장장치

각각의 영상획득장치에서 전송된 영상정보는 모두 주저장장치에 저장된다. 저장장치도 네트워크와 마찬가지로 안정성과 신속성 및 신뢰성이 보장되어야 성공적인 PACS를 구축할 수 있다. 이러한 이유로 주저장장치는 19개의 hard disk로 구성하여 그 중 17개의 hard disk만 저장에 사용하여, 일부 disk에 문제가 발생하면 사용하지 않고 있는 2개의 hard disk를 사용하도록 하여 영상저장에 문제가 생기지 않도록 하였다. 처음 획득한 raw data가 주저장장치에 저장되면 그 data를 DLT (digital linear tape)와 NAS (network attached storage)에 동시에 이중 backup을 하여 보다 안정적인 PACS를 유지하고 있다. DLT는 off-line상에서 저장하며 PACS가 완전히 다운된 경우를 대비하는 것으로 raw data를 완전하게 backup하게 된다. 용량은 약 220GB이며 용량이 다 차게 되면 새로운 DLT를 주저장장치에 연결하여 backup하게 된다. NAS는 주저장장치와 직접 연결되어 있어 항상 주저장장치와 동일한 영상정보를 저장하게 된다. 현재 주저장장치의 용량은 약 0.6TB(600 GB)이고, NAS는 약 2.1TB (2100GB)이며 2004년 2월부터 2005년 2월 까지 13개월간 사용한 총 용량은 약 240GB이다. 모든 영상은 판독을 하거나 촬영한지 1달이 지나게 되면 무손실 압축 (2.5 : 1)을 하여 용량의 부담을



그림 11. 파노라마와 치근단 방사선사진의 display

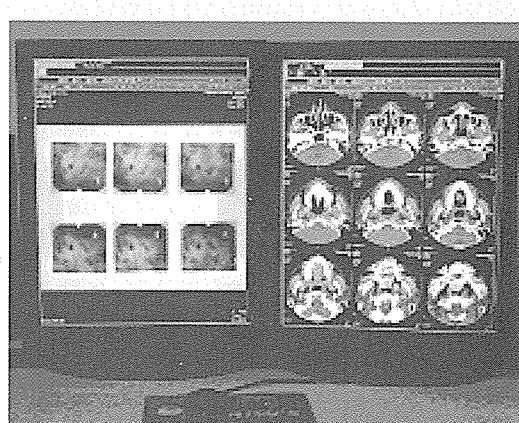


그림 12. 판독용 모니터

줄이고 있다. 주저장장치의 용량은 hard disk의 추가로 얼마든지 용량을 추가할 수 있기 때문에 용량 부족으로 인한 문제는 발생하지 않는다(그림 10).

4. 출력장치

4.1. 모니터

일반 의과용 PACS의 영상 조회 시 영상 조회 화면의 배열 형식은 landscape monitor의 경우 1x1, 2x1, 3x2, 4x3, 5x4등의 배열 형식을 가지고 영상을 조회한다. 최근에는 이러한 기본 배열 형식 이외에도 배열 형식을 다양하게 관찰자가 조절할 수 있도록 프로그램이 개발되고 있다. 치과 영상 조회의 경우 치과에서 가장 많은 촬영 중의 하나인 구내 방사선사진촬영은 일반적으로 성인의 경우 7x2, 소아의 경우 5x2의 배열 형식을 가져야 한다. 이 배열의 형식은 가로, 세로의 크기가 모두 동일한 형태를 보이는 것이 아니라 구강 내의 치아 배열에 맞추어 전치부 쪽은 세로 방향으로, 구치부 쪽은 가로 방향으로 영상이 배열되는 형태를 띠운다. 이러한 FMX layout은 이미 앞선 영상획득장치

Dentigate®에서 제공하는 template와 동일한 형태이며 Piview®라는 영상조회 프로그램상에서 화면 배열 방식중 FMX mode가 추가되어 영상을 display하고 있다. 이런 형태는 치과영역의 특성을 잘 반영한 예중 하나이다. 또한 한 환자가 구내 촬영과 구외 촬영을 동시에 하는 경우가 많기 때문에 두 사진을 동시에 볼 수 있는 display mode도 포함되어 있다(그림 11).

구강악안면방사선과에 보유하고 있는 판독용 모니터는 5mega Pixel의 흑백 monitor 두개 (그림 12)로 구성되어 있으며 총 4 set가 설치되어 있다. 일반 임상과에는 총 220대 LCD 모니터가 비치되어 있다.

모니터는 치과 진료 환경이 치과진료의자 (dental unit chair)를 중심으로 이루어진다는 점을 고려하여 다양한 형태로 제공하고 있다. dental unit chair 부위에 설치되는 모니터는 dental unit chair 부착형 (arm type), 치과진료실 진료칸막이 부착형, 카트형, 작업대형 (일반 책상 위에 올려놓는 일반적인 형태)으로 구성되어 있으며 (그림 13) 치과영역에서 널리 사용되는 dental unit chair 부착형의 경우 워크스테이션의 컴퓨터 본체는 공간을 적게 차지하도록 compact PC 형태로 하였으며 무

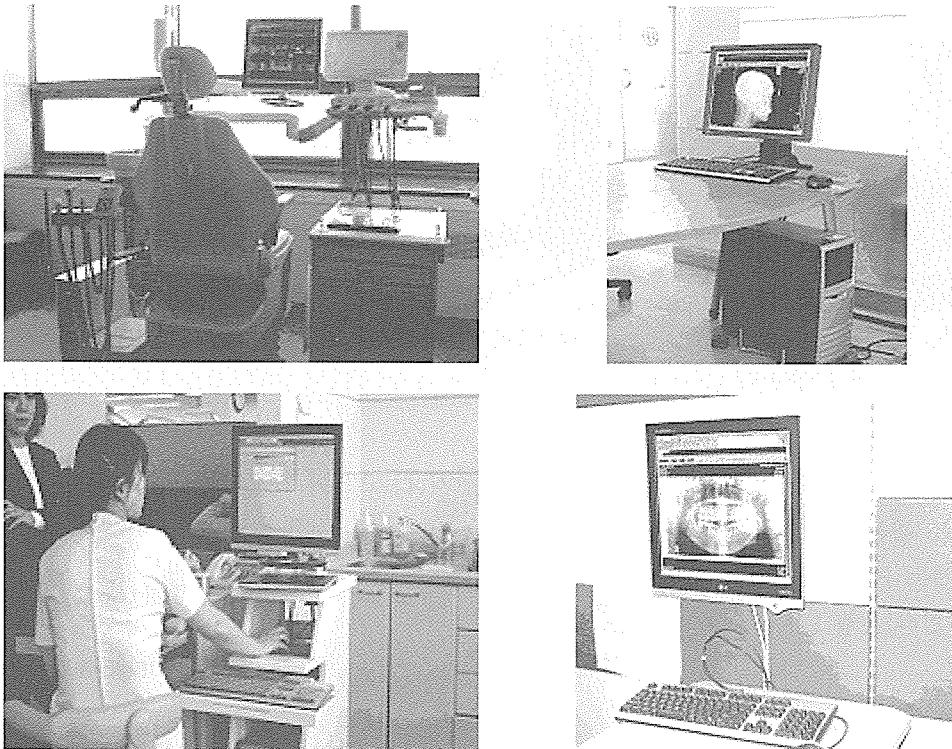


그림 13. unit chair 부착형(좌측 상단), 작업대형(우측상단), 카트형(좌측 하단), 칸막이 부착형(우측 하단)

선키보드와 무선마우스가 통합되어있는 키보드를 기본으로 하여 환자 진료중에 영상조회 하는 과정이 최대한 번거롭지 않도록 하였다.

4.2. laser printer

외부 치과의원에서 촬영의뢰가 오거나 교정치료

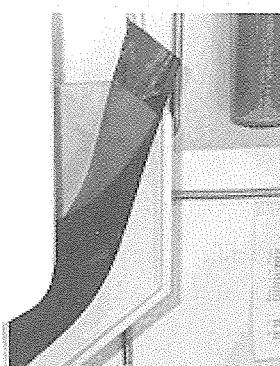


그림 14. image laser printer

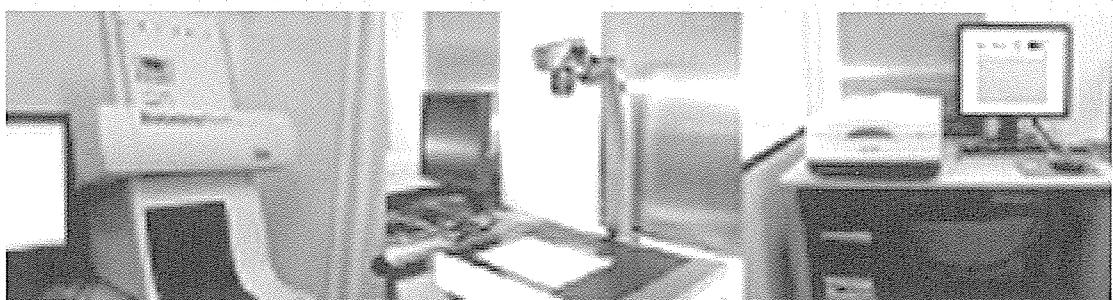


그림 15. 일반 방사선사진 전용 film scanner(좌), 디지털 카메라(가운데), 일반 슬라이드 필름 전용 평판 스캐너(우)

를 위한 두부계측분석을 필름상에서 하고자 하는 경우에 영상을 필름으로 출력해야 하므로 DICOM 영상을 지원하는 Fuji사의 image laser printer 1대를 보유하고 있다(그림 14).

5. 기타 장비

5.1. 이전에 촬영된 방사선사진 필름의 디지털 영상 획득 장치

이전 필름의 디지털화의 원칙은 medical 분야와 동일하나 사용하는 방사선사진 필름의 크기가 다르기 때문에 medical 분야에서 일반적으로 사용하는 방사선사진 필름 전용 film scanner를 사용하여 모든 방사선사진 필름을 디지털화 할 수는 없다. 따라서 필름 종류에 따른 다양한 영상 획득 장치를 보유하고 있다. 파노라마 방사선사진이나 이 보다 큰 두부촬영 방사선사진의 경우 등은 일반 방사선사진은 Vidor Diagnostic Pro Plus®라는 일반 방사선사진 전용 film scanner를 사용하여 영상을 획득하고 있으나 치근단 필름, 교합 필름 등의 구내 방사선사진 필름은 크기가 너무 작아 통상의 방사선사진 전용 film scanner로는 영상을 획득할 수가 없다. 이러한 작은 필름의 디지털 영상 입력을 위해

서 디지털 카메라나 일반 슬라이드 필름 전용 평판 스캐너를 사용하여 영상을 획득하고 있다(그림 15).

5.2. 두부계측분석 (Cephalometric Analysis)

Cephalometric analysis란 두부규격촬영된 방사선 사진 상에서 여러 두부 계측점과 각 계측점들을 연결한 선들이 이루는 각도를 측정하여 악안면 발육 단계의 평가, 부정 교합의 진단, 악안면 형태 이상의 진단 등을 하는 분석법을 말한다. 이러한 분석법은 성장 과정 중, 교정 치료 전후, 악교정 수술 전후 비교 등에 이용되므로 이에 이용되는 방사선 사진 영상은 항상 재현성이 있어야 하며 확대율이 일정하여야 한다. 이 분석이 필요한 임상과에는 V-ceph® (Cybermed., Seoul, Korea)이라는 두부계측 분석 프로그램을 설치하여 컴퓨터 모니터 상에서 직접 분석이 가능하며 분석결과는 메인 서버에 저장되고 필요한 경우 항상 조회가 가능하다.

지금까지 연세대학교 치과대학병원의 dental full PACS 를 간단하게 살펴보았다. 이런 대규모 치과 병원급에서 성공적인 PACS 구축을 위해서는 먼저 각 병원의 진료환경 및 의료정보 환경을 잘 이해하고 이에 적합한 PACS 시스템을 공급하는 것이 무

엇보다 중요하다. 따라서 medical PACS와는 다른 치과병원의 방사선촬영장비, 치과병원의 진료 flow, 진료 환경, 영상 조회의 특수성 등에 대한 문제점

들을 고려하여 system을 구축해야 하며, system의 안정성과 속도가 대규모 치과병원의 성공적인 PACS 구축에 결정적 요소라 볼 수 있다.

참 고 문 헌

1. 김기덕, 김희중, 유선국, 이제호, 박혁, 박창서, 정문규, 박영철. 치과병원 PACS 준비를 위한 사전 고려사항. 대한 PACS학회지 2003;9:9-15
2. 김희중, 김상진, 유형식. PACS-RFP 준비와 중요성. 대한 PACS학회지 2001;7:1-8
3. YUMC-RFP. Yonsei University Medical Center. 1999