

□정보산업동향□

파일럿 PACS 구축 경험 및 병원 정보화에 있어서 PACS의 역할

강 형 근[†] 정 태 응^{††} 정 광 우^{†††} 박 승 진^{††††}

◆ 목 차 ◆

- 1. 서 론
- 2. PACS의 정의와 효과

- 3. 전남대학교병원 '파일럿 PACS'의 구축
- 4. 결 론

1. 서 론

17세기 산업혁명의 결과 공업경제로 전환한 이래 끊임없는 발전을 거듭해 왔으며 21세기에는 공업경제에서 정보경제로의 역사적 전환을 다시금 맞게 되어 사회 전반에 걸쳐 정보가 가장 중요한 자원으로서 기여하는 정보사회가 형성되기에 이르렀다. 정보의 발전은 최근 몇 년 사이에 엄청난 변화와 발전이 있었다. 불과 몇 년 전에는 인터넷의 이용은 극소수의 전문가만이 가능하였으나 현재에는 컴퓨터를 모르는 일반인에게도 보편화가 되어 생활에 이용되고 있으며 대부분의 기업, 은행 그리고 관공서들의 모든 작업이 전산화되어 있다. 병원이라는 환경은 매우 보수적이고 일반인이 접근하기에는 매우 폐쇄적인 곳 중 하나이다. 따라서 정보화라는 관점에서 그 도입과 발전 속도가 매우 느린 곳 중에 하나였다. 그러나 전 세계적으로 정보화 시대의 도래와 함께 최근 몇 년 사이에 의학 분야에 적용하려는 시도가 붐을 이루고 있으며 특히 정보시스템의 효과적인

도입은 병원의 획기적인 업무 향상과 이에 따른 경비 절감 그리고 한 단계 높은 서비스를 제공할 수 있게 되었다.

2. PACS의 정의와 효과

1895년 뢰트겐에 의해 방사선이 발견된 이래로 의료 진단 시스템이 발달함에 따라 다차원 의료 정보가 의료 진단에 큰 역할을 하게 되었다. 지금까지 이러한 영상정보는 필름에 기록되어 판독이 되어 왔으며, 필름을 이용한 의료영상 진단 및 병원 관리 측면에서 발생할 수 있는 문제점들을 해결하기 위하여 제안된 시스템이 PACS(picture archiving and communication system) 이며 디지털 형태로 저장되어 있는 고해상도의 의료영상을 컴퓨터와 네트워크를 통해 병원 내 어느 곳에서든지 쉽게 조회할 수 있도록 하는 시스템이다.

PACS는 1980년대에 개발되기 시작하였는데 필요한 성능을 구현하기 위해서는 매우 고가의 장비가 필요하게 되었고 효과 또한 만족스러운 수준에 미치지 못하였으며 점차 시스템의 확장과 더불어 시스템 유지, 타 기기와의 연결, 장애 극복, 확장에 어려움이 발생하였다. 1993년 ACR-NEMA에서 발표한 DICOM 3.0 (digital imaging

† 정희원 : 전남대학교병원PACS정책연구 책임연구원

†† 정희원 : 전남대학교병원PACS정책연구 공동연구원

††† 정희원 : 전남대학교병원PACS정책연구 공동연구원

†††† 정희원 : 전남대학교병원 의공학과 과장

and communications in medicine) 프로토콜이 의료 영상의 표준안으로서 채택되면서 의료 영상 분야에서는 타 기종간의 연결이 가능하게 되어 세계적으로 PACS의 확산이 급속히 진행되고 있다. 1990년대 후반에 네트워크 기술과, CORBA 및 HL7등이 개발되어 HIS/OCS 연동이 용이하여 PACS에 대한 연구 개발, 설치 병원이 증가하고 있으며 미니 PACS의 성공적인 도입 및 전산 장비 성능의 비약적인 발전 등으로 이를 전 병원으로 확장시키는 대형 PACS로의 전환이 되고 있다. 또한 PACS는 방사선과 내에서만 운용되는 시스템이 아닌 다른 병원 정보 시스템과의 통합이 시도되고 있으며, 향후 PACS는 HIS (hospital information system)이나 RIS (radiology information system) 등과 연결하여 영상 데이터와 환자 및 임상 정보를 모두 포함하는 EMR (electrical medical record) 시스템으로 발전할 것으로 생각된다[1,2]. 수년 내에 인터넷의 속도가 높아지고 보완성이 높아짐에 따라 병원의 모든 정보를 관리하는 기업적인 데이터 센터가 등장할 것이며 이러한 모든 의료 정보는 병원간에 공유하여 환자의 진료에 이용될 것이다.

PACS는 소프트웨어와 하드웨어로 구성된다. 이중에 하드웨어는 서버, 네트워크, 저장장치, 단말워크스테이션이 있으며 소프트웨어는 영상을 획득, 압축, 분배하는 서버 프로그램과 단말에서 조회할 수 있는 viewing software, 검사와 환자 관련 정보를 관리하는 데이터베이스가 있다. PACS의 기초 설계 시 고려 할 가장 중요한 요소 중 하나는 연결성(connectivity)이며, 이를 이루기 위해서는 관리자 측면에서는 모든 병원정보시스템을 유기적으로 통합해야 하고 엔지니어 측면에서는 적합한 PACS 하부구조를 구축해야 하며, PACS가 임상적으로 실용화되기 위해서 적어도 다음의 요건을 갖추어야 하는데 1) 필름영상과 비교한 진단을 위한 충분한 해상도와 신속한 영

상의 조회(즉 2K × 2K 해상도의 CR(computed radiography) 영상을 2~3초 이내에 영상조회 워크스테이션에서 조회가 가능), 2) 조회하고자 하는 모든 임상 정보가 서버에 저장, 3) 시스템 구성의 실패나 실수로 인한 정보의 손실이나 파괴에 대한 대비, 4) 시스템의 무정지 99%이상 안정성, 5) 촬영장치나 단말기 증설 등의 환경 요인 변화에 대응에 신속적인 확장성과 호환성, 6) 시스템의 운영이 용이하여 작은 시스템 이상은 시스템 관리자가 보수의 가능, 7) 편리한 사용자 인터페이스의 제공과 각 임상과 요구의 충분한 수용, 및 8) 충분한 교육 연구 편의 기능의 지원 등이 있다[3,4].

이와 같이 PACS를 구축하여 운영하여 얻을 수 있는 이점은 서두에서 언급하였듯이 필름을 생성하지 않음으로써 필름시스템에 내재되었던 본질적인 문제를 해결할 수 있어 궁극적으로는 병원 전체의 효율성이 제고된다는 점이다. 즉, 눈에 보이는 직접적 경제적인 이익 이외에도, 환자에 대한 진료 서비스 향상, 병원의 이미지 제고, 병원의 능률 향상 등의 눈에 보이지 않는 “돈으로 계산이 힘든” 간접적 유용성이 있는데 구체적인 내용은 다음과 같다. 환자에게는 1) 당일 외래 진료와 당일 여러 과 진료가 가능하여 재진 기간의 감소 및 방문 회수를 줄일 수 있으므로 교통비와 시간 소비와 관련한 비용을 줄일 수 있는 등 환자에 대한 서비스를 증대할 수 있으며, 2) 재원 일수의 감소로 환자에게 경제적인 이익이 발생한다. 3) 또한 재촬영의 감소로 방사선 피폭이 감소하게 된다. 의료인 및 직원의 측면에서는 1) 방사선과의 신속한 판독과 판독을 상승으로 인한 신뢰감이 증가하며, 2) 방사선과 전문의와 일반의, 병원의 각과간의 의사 소통과 환자 진료 서비스를 개선할 수 있으며, 3) 한번의 촬영으로 여러 명이 동시에 같은 영상을 보며 회의, 토론, 상담을 할 수 있으며, 공적인 제약을 극복할 수 있고, 4) 필름을 찾는 시간이 감소하여 시간 낭비를 줄

일 수 있고, 5) 환자에 대한 서비스 개선, 시간 단축을 통해 상담의와 진료실에서 영상과 함께 대면 상담이 가능하며, 6) 영상 판독에 소요되는 불필요한 시간이 없어지며 각종 영상 조정 기능으로 판독에 도움이 되며, 7) 영상의 체계적인 데이터베이스화로 인하여 의학정보의 신속하고 정확한 검색이 가능하여 교육과 연구에 도움을 준다. 병원 측면에서는 재원기간의 감소로 간접적인 병실 증설 효과와 필름 발생량을 줄여 필름 비용을 줄이며 병원 전체의 진료 체계의 효율성 향상으로 병원 경영에 도움을 주며 영상 분실로 인한 의료 분쟁이 감소하고 이에 병원 이미지가 개선된다[5,6]. 최근 논문 발표에서 PACS는 필름시스템에 비해서 21~40%의 시간 단축효과와 경제성이 있으며, 대형병원일수록 투자의 경제성이 크고 완전 PACS를 구현할수록 비용절감의 효과가 크다고 보고되고 있다[7,8]. 그러나 필름 시스템에서 PACS로 전환시의 문제점을 충분히 인식하고 해결해야만 성공적인 PACS의 구축 및 운영이 가능할 것이다. 업무 변화에 따른 사용자들의 꾸준하고 체계적인 교육과 PACS 또한 일종의 전산시스템 이므로 장애 시 업무에 막대한 지장이 초래할 수 있으므로 장애에 대한 평상시 훈련 및 장애 대책의 수립이 필요하다. PACS 시행 전에 내원했던 재진 환자의 영상 조회 시 과거 필름의 조회가 함께 필요하게 되는데 이러한 필름의 관리 정책 수립이 중요하다.

따라서 신설병원에 PACS를 구축하는 것에 비해 전남대학교병원과 같이 필름 체계를 유지하고 있던 기존 병원에서 PACS를 도입하고 안정적인 운영을 위하여서는 단계별로 많은 연구가 필요하며 어려움을 극복하여야 한다.

3. 전남대학교병원 '파일럿 PACS'의 구축

전남대학교병원에서도 병원 실정에 적합한 PACS

환경의 설계와 개발을 위해 우선 CT, MRI, 초음파, 단순 X-선 사진을 네트워크를 통하여 방사선과에서 판독은 물론 직접 응급실, 신경과 등 일부 임상과로 전송하는 미니 PACS 규모의 "파일럿 PACS"를 1999년 1월 9일 1단계 구축을 시작으로 현재까지 운영 중에 있다. 파일럿 PACS 구축을 위한 첫 단계로서 병원에서 발생하는 방사선 영상의 산출량과 함께 필름 사용량, 방사선 영상의 1일 촬영한 필름 발생량 대 임상각과의 판독율, 병원에서 사용하는 방사선 촬영 장비에 대한 DICOM 지원 여부, 네트워킹 가능성을 파악하였다. 전남대학교병원 파일럿 PACS의 구성을 영상획득부, 영상저장부, 영상조회부, 네트워크, 그리고 OCS와의 연동으로 나누어 기술한다.

3.1 영상획득부

전남대학교병원 진단방사선과내의 영상획득은 MR 2대, CT 2대, US 2대, 그리고 CR 1대에서 영상을 얻는데 하루에 평균적으로 발생하는 건수는 MR은 평균 25건, CT는 70건, 초음파는 20건 그리고 CR은 150건 정도이며, 생성되는 총 데이터 용량은 약 3.3G 정도였다. 촬영 장치의 DICOM 지원 여부에 따라 2가지 방법을 사용하였다. DICOM이 지원되는 CT, MRI, 그리고 초음파는 바로 PACS 서버에 연결하였으며, DICOM을 지원하지 않은 초음파는 video capture방식을 이용하여 화면의 아날로그 영상을 디지털 영상으로 바꾸고 DICOM으로 변환시켜 주는 DICOM gateway (Video Link™)를 통하여 서버에 연결하였다. CT와 MRI 영상은 촬영 장치에서 획득 즉시 서버로 영상을 보냈으며 촬영 담당자는 서버에 데이터가 잘 저장되어 있는지를 확인하였으며 영상이 서버에 없을 경우 해당 영상데이터를 재전송하였다. 초음파는 원하는 영상만을 촬영자가 선택하여 영상 획득을 하여 서버로 전송을 하였다

3.2 영상저장부

운영하고 있는 서버는 두 대인데 한 대는 획득 및 저장 서버(Compaq PLT 5500)이고 또 다른 한 대는 데이터베이스 서버(Compaq PLT 1600)이다. OS는 Windows NT이고 데이터베이스는 MUMPS를 이용하였다. RAID 60GB 용량을 단기와 중기로 나누어 관리하고, DLT에 백업 및 간이 장기 저장 장치를 운영하고 있다. 단기는 약 20GB 정도 할당하고 있으며 DPCM방법으로 2:1 무손실 압축하여 저장하고 있다. 이 용량은 하루 3GB의 용량의 데이터가 발생하고 있는데 약 1주일을 저장할 수 있는 용량이다(3GB/2X6.6=20GB). 중기는 40GB로 할당하고 있는데 JPEG 방법으로 10:1 손실 압축을 시행하여 저장하고 있고 이 용량은 약 4개월을 저장할 수 있는 용량이 된다(3GB/10X133일 =40GB). 압축이 되지 않은 영상 데이터는 DLT에 백업을 하고 있는데 이는 향후 전체 PACS를 시행했을 때를 대비한 영상 데이터의 축적이 목적이다. 여러 보고에서 전체 PACS설치 후 6개월 이상이 경과하여 충분한 영상 데이터가 축적되어야 과거의 영상과 비교할 수 있으므로 PACS의 효과가 나타나고 진정한 filmless hospital을 구현할 수 있다.

3.3 영상조회부

판독용은 2K 와 1K 해상도의 흑백모니터 2대와 응급실에 2K 해상도의 흑백모니터를 설치하였다. 그 외 교수연구실 및 외래에는 일반 컬러모니터를 설치하였다.

3.4 네트워크

100 M bps의 fast Ethernet으로 영상을 전송하고 총 노드 수는 51개이다.

3.5 OCS와의 연동

PACS와 OCS의 서버간 통신으로 정보를 공유

하는 것이다. 방법은 OCS서버에서 검사 정보, 환자 정보, 그리고 판독 정보를 메시지 큐에 쌓아 놓으면 PACS 서버가 네트워크를 통해 일정시간 간격으로(10분 간격) polling하고 데이터를 가져와서 PACS DB의 검사 정보, 환자 정보, 그리고 판독 정보 테이블을 새로 만들거나 최신 정보로 바꾸는 것이다. 그럼으로써 PACS에서 발생한 영상 데이터와 OCS 데이터를 정합하여 환자 폴더 정리와 환자의 판독 결과를 조회할 수 있도록 하였다. PACS와 OCS는 단방향 결합이고 메시지 전달 방식은 축적 후 전달 방식이다. 이는 향후 전체 PACS를 위해서는 현 상태의 OCS또는 새로운 HIS와 시스템 연동 내지는 통합을 해야 하며 이를 위해서는 HL7 gateway의 개발 또는 새로운 HIS 또는 RIS를 개발해야 한다

4. 결 론

전남대학교병원에서 설치 운영하였던 파일럿 PACS의 의의를 요약하면 1) 저 비용으로 PACS에 대한 기초 지식 및 경험 축적을 바탕으로 한 완전 PACS(full PACS)의 정보 획득 및 계획 수립, 2) 일시적인 완전 PACS 구축 시 발생할 수 있는 위험 요소를 미리 파악하여 대처 방법의 습득, 3) 업체와의 partnership 등의 위상 정립, 4) 단계별 완전 PACS 구축 시 “priority”을 사전에 점검, 5) 완전 PACS 운영에 대비하여 내부적으로 PACS에 관한 인식 확산 및 교육과 학술적 이용 가치성의 홍보, 6) 기존 병원 전산화 시스템과의 긴밀한 관계의 확립, 및 7) 완전 PACS 구축 후 기존 필름 영상의 디지털화의 시간적 낭비를 최대한 줄이기 위하여 사전에 영상의 저장 등을 들 수 있다.

단번에 또는 단시일 내에 전체 PACS를 구현하는 것은 매우 어려운데 이유는 장비구입을 위한 막대한 비용의 소요, PACS기술력 보유, PACS장비 설치환경을 위한 건축변경과 의료진의 컴퓨터

환경에 대한 막연한 불신감, 기존의 필름을 사용하던 환경에 익숙해 있던 사용자의 반발, 과거영상의 조회가 가능하기 위해서는 최소 몇 개월의 기간이 필요, 업무의 변화로 인한 불안 등을 들 수 있다. 이런 예상되는 문제점들 때문에 단계적인 PACS 도입이 바람직하고 이 같은 단계적 PACS의 도입은 초기 투자비용이 작고 기술 발전으로 장비 가격의 하락을 기대할 수 있는 부수적인 장점이 있다. 그러나 도입기간이 불필요하게 길어지는 것은 바람직하지 않다. 왜냐하면 기존의 설치된 장비 및 시스템이 노후화되어 확장을 위한 새로운 장비 도입에 장애가 되어 결국 다시 전체 시스템을 구입하게 되어 불필요한 비용과 노력의 낭비를 초래할 수 있기 때문이다. 따라서 CT, MRI, 초음파 등 일부 장비 또는 일부 과를 대상으로 하는 부분 PACS(partial PACS)를 먼저 시행하고 점차 완전 PACS로 이행하는 것이 바람직하다. 특히 전남대학교병원의 경우 향후 건립 예정인 화순농어민병원과의 연계를 고려하여야 하며 지역사회에 봉사하고 역할을 강화하기 위해 도서 벽지의 병원과의 원격 진료 또한 고려해야 한다. 따라서 전남대학교병원의 완전 PACS구축에 있어 점진적인 확장이 바람직하다고 생각하였다.

참고문헌

[1] 김종효, 조한익, 연경모, 민병구, 한만청, “기존병원의 PACS 도입: 서울대학교병원의 경험을 중심으로” *대한PACS 학회지*, 제1권, pp. 1~9, 1995.

[2] W. D. Bidgood, S. C. Horie, “Introduction to the ACR-NEMA DICOM standard”, *Radiographics*, Vol. 12, pp. 345-355, 1992.

[3] H. K. Huang, *PACS: basic principles and applications*, Wiley-Liss New York, pp. 1-13, 389-398,

1999.

[4] 송군식, 이수현, 어기승, 윤경환, “PACS 운영 중 발생하는 문제와 해결방안” *대한PACS 학회지*, 제6권, pp. 19~22, 2000.

[5] 안중모, 임재훈, 변홍식, 오원환, 김종현, “영상 저장전송체계의 임상적 유용성: 임상외사의 관점에서” *대한PACS 학회지*, 제2권, pp. 7~9, 1996.

[6] E. L. Siegel, R. M. Kolodner, *Filmless radiology*, Springer New York, pp. 395, 1998.

[7] 임재훈, 박원식, 안중모, 김삼수, 정환, 최형식, “PACS의 경제성 분석” *대한PACS 학회지*, 제6권, pp. 9~18, 2000.

[8] 권대철, 김성룡, 정경모, 이용우, 김종효, “CT와 MRI에서의 시간분석법에 의한 필름시스템과 PACS의 비교 연구” *대한PACS 학회지*, 제6권, pp. 23~26, 2000.



강형근

1977년 전남대학교 의과대학 의학사(1977)

1980년 전남대학교 대학원 의학 석사

1986년 전북대학교 대학원 의학 박사(1986)

1991년 텍사스대(미) M.D.Anderson Cancer Center 방사선과 객원의사

1992년-1997년 전남대학교병원 진단방사선과 과장

1999년-대한방사선의학회 상임이사

1999년-현재 대한PACS학회 정회원

1999년-현재 전남대학교병원 PACS 정책연구 책임연구원

관심분야 : 진단방사선학, PACS

정 태 응

1989년 전남대학교 의과대학 의학사
1992년 전남대학교 대학원 의학석사
2000년 전남대학교 대학원 의학박사
1997년-현재 전남대학교병원 임상교수
1999년-현재 대한PACS학회 정회원
1999년-현재 전남대학교병원 PACS 정책연구 공동 연구원
관심분야 : 진단방사선학, PACS

박 승 진

1984년 조선대학교 공과대학 전자공학과 졸업(공학사)
1986년 조선대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
1991년 조선대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박사)
1991년-1997년 국립 경상대학교 및 병원 보건사무관
1997년-현재 전남대학교병원 임상교수
1998년-현재 전남대학교병원 의공학과 과장
관심분야 : 신호 및 영상처리, PACS, Medical physics

정 광 우

1975년 한양대학교 공과대학 졸업
1986년 미국 State University of New York (M.S.)
1991년 미국 Syracuse University (Ph.D.)
1992년-1994년 기초과학지원연구소 Research Associate
1994년-1996년 한국표준과학연구원 선임연구원
1997년-현재 전남대학교 의과대학 부교수
2000년 대한자기공명학회 부회장
1999년-현재 대한PACS학회 정회원
1999년-현재 전남대학교병원 PACS 정책연구 공동 연구원
관심분야 : 자기공명분광학(MR Spectroscopy), 자기공명
영상 물리학(MR Physics), PACS