

◆특집◆ 의료영상 기술동향

# PACS와 의료영상디스플레이 시스템

김희중\*, 이창래\*

## PACS and Medical Imaging Display Systems

Hee-Joung Kim\* and Chang-Lae Lee\*

**Key Words :** PACS (의료영상저장 및 전송시스템), DICOM (디지털 의료 영상 전송 장치), OCS (처방전달시스템), Medical Imaging Display Systems (의료영상디스플레이), Acceptance Test (인수검사)

### 1. 서론

의료영상저장 및 전송시스템(PACS: picture archiving and communication system)은 의료영상을 획득하여 기존의 필름대신 디지털 데이터로 저장하고, 저장된 영상 및 검사정보를 워크스테이션에서 조회하여 진료하는 시스템이다. 다시 말해서 X-ray 는 물론 CT, MR, DSA, 초음파검사, 핵의학검사 등 첨단 진단 장치로부터 얻은 영상들을 디지털화하여 컴퓨터에 저장하고 전송망을 통해 병원내 어디서나 방사선학적 영상들을 촬영 직후 여러 부서에서 동시 검색해 볼 수 있는 시스템이다. PACS 는 1990 년대부터 전 세계적으로 확산되고 있는 추세로 병원들이 PACS 를 단순히 필름에 대한 대체재로 간주해왔던 시각에서 벗어나 의료의 질을 향상시키는 필수재로 인식을 전환 한데서 기인한 것이다.

PACS 의 도입과 더불어 기존의 필름을 사용하던 방식에서 디지털 영상 데이터를 전자식 영상 표시장치(electronic image display device)를 사용하여 판독하고 임상에 사용하고 있다. 국내 대부분의 종합

병원이 전자식 영상표시장치를 사용하여 의료 영상을 판독하고 진료에 사용하고 있지만, 국내에는 아직 구체적인 의료용 영상표시장치에 대한 성능평가 및 정도관리 시험방법 및 기준이 제시되지 않고 있다. 1987년 독일에서는 DIN 6868 (imaging quality assurance in x-ray diagnosis part 57: acceptance testing for imaging display devices)에 근거하여 진단용 영상 표시장치의 초기 사용 전에 인수검사를 하여야 한다고 법제화 하였다.<sup>1</sup> 최근에 미국의학물리학회(american association of physicists in medicine, AAPM) task group (TG)18 에서는 전자 의료 디스플레이 장치의 성능 평가의 쟁점을 다루는 표준 지침을 만들었다.<sup>2</sup> 따라서 유럽, 미국, 일본과 같은 선진국에서는 이미 영상 표시장치에 대한 정도관리 항목 및 검사 실행자 기준안을 제시하여 영상을 판독하고 진료하는데 있어 일괄적으로 통합하여 판독환경의 질적 향상을 가져오고 있다.

본 논문에서는 국내 PACS 보급에 따른 도입 배경 및 동향과 System 및 구성을 포함한 PACS 와 의료 시스템의 연동 구조를 살펴 볼 것이다. 또한 국내 병원 환경에 적합하고 효율적인 의료용 영상표시장치의 성능검사 (정도관리) 항목 (기하학적 왜곡, 장치반사, 휘도반응, 휘도 공간 및 시야각 의존, 장치 분해능, 장치 노이즈, 베일링 클레어, 장치색도)과 각각의 항목을 간략하게 제시 하고, 또한 여러 가지의

\*연세대학교 보건과학대학 방사선학과, 보건과학연구소

Tel. 033-760-2475, Fax. 033-760-2815, Email : hik1@yonsei.ac.kr

의료영상, 기기 및 의료정보 분야로 영상 물리 및 정량화, 영상 및 정보시스템 개발의 연구활동을 하고 있다.

정도관리 항목들을 주기별로 제시 및 검사 실행자 기준을 제시하여 국내 병원의 판독 환경과 영상표시장치의 성능검사 시행과 체계적인 관리로 최적의 의료영상의 질을 유지시킴으로써 진단, 임상 판독의 정확성을 높여 의료 서비스의 질적인 향상을 이루는데 도움이 될 것이다.

## 2. PACS 의 개념 및 System 구성

### 2.1 PACS 의 의미

PACS 는 그 원어에서도 알 수 있듯이 정지 의료 영상뿐만 아니라 칼라 동영상까지 포함하는 의료영상(picture)과 의료 영상들을 디지털 상태로 받아 컴퓨터에 저장하는 저장관리(archiving), 그리고 DICOM (digital imaging and communications in medicine)을 지원하고 통신 프로토콜을 준수하는 전송(communication) System 이다. 필름대신 파일로 저장하므로 보관 및 관리가 용이하고, 환자의 현재와 과거 영상을 자유롭게 조회하여 판독에 활용할 수 있으며, 화질보정 등을 통해 판독의 질을 강화하는 효과도 있다. 이에 더하여 영상을 병원외부로 전송하여 2 차 판독의 도움을 받을 수 있어 병원 네트워크와 의료전달체계의 확립에도 기여할 수 있고, 하나의 영상을 수십 명의 의사가 원격으로 공유하면서 회의를 할 수 있어 의학교육의 발전에도 커다란 기여를 할 수 있다.

### 2.2 PACS 의 도입배경

최근 우리생활 환경은 인터넷의 급속한 발전에 따라 u-Seoul, u-Korea 등 범국가적, 범세계적 정보화로 나아가고 있다. 국내에서는 의료산업선진화 위원회 활동과 함께 의료정보화 사업단이 활발하게 활동하고 있는 시점이며 미국, 영국, 캐나다에서는 EHR (electronic health record)의 범국가적인 사업을 추진하며 PACS 가 주요 서비스 사업으로 포함되어 있다.

효율적인 PACS 의 도입은 영상판독의 수준을 향상시키고, 부족한 전문 인력난을 해소함은 물론, 국가전체의 통합된 건강관리사업을 실행하여 병원들의 전반적인 질을 향상시킬 것으로 확신한다. 또한 선진국 수준의 질병 없는 국민 건강 수준에 이르도록 기여하며 향후 국내 우수 병원의 활성화에도 크게 기여할 것이다.

질병을 검진/치료하고 환자의 생명을 다루는 의료 행위에서 질병 유무와 이상 상태를 파악하는 진단 영상 분야는 의료 시스템에서 중요한 역할을 하고 있으며, 현대 의학의 발전과 촬영 장비 및 컴퓨터 통신 기술의 발전은 의사가 정확한 임상 진단을 하는데 많은 도움을 주고 있으며 그의 역할은 더욱더 증대 될 것이다.

최근 의료 영상 기술의 발전으로 DR (digital radiography), 혈관촬영(angiography), 고자장 MRI (high tesla magnetic resonance imaging), 다검출기 CT (multi-detector computed tomography), PET (positron emission tomography), PET-CT 등의 최첨단 영상 장비들이 개발되어 질병을 진단하고 치료하는데 유용하게 활용되고 있다. 이로 인하여 과거보다 훨씬 방대한 양의 영상 데이터(필름 또는 디지털 데이터)가 발생되고 있다. 따라서 필름을 사용하는 병원의 영상의학과(진단방사선과)에서는 필름의 제작, 보관, 정리, 분배/대출 등에 많은 인력, 공간, 그리고 비용을 사용하고 환경 문제를 일으키고 있으며, 필름은 원본이 하나인 경우가 많아서 필름이 분실되거나 대출되어진 경우 이 들을 찾기 위하여 시간을 소모하고 환자들은 적절한 진료의 기회를 놓치게 된다. 또한 병원을 설계할 때 필름 보관실의 늘어나는 공간을 잘못 예측하여 설계한 경우 시간이 경과할수록 환자 수의 증가에 비례하여 늘어나는 방사선과 필름을 보관/관리하는 문제는 필름을 사용하는 병원에서 공통적으로 해결하여야 할 중요한 과제이다.

1970 년대 디지털 검출기 기술과 컴퓨터 기술의 비약적인 발전으로 의료 영상을 디지털로 획득하고, 저장, 전송, 조회하는 의료영상저장전송시스템(PACS: picture archiving and communication system)이 개발되어 초기에는 연구 목적 또는 특수 의료 분야에 사용되었으나 1990 년 중반 이후 선진 외국 병원 및 국내 대형 병원을 중심으로 도입을 시작하여, 현재는 국내 종합전문병원은 약 91%, 종합병원은 약 79%, 그리고 일반 병원은 약 23%의 PACS 도입율을 나타내어 평균 보급률은 47%를 나타내고 있다. 하지만 아직까지 많은 병원들이 초기 시설 투자비 때문에 기존의 필름 체계를 고수하고 있는 실정이다. 이제는 국내 의료 환경에서 PACS 도입이 보편화되고, 안정적인 발전을 하고 있으며,

PACS 도입의 일반적인 유용성 및 효과는 널리 알려져 있다.

정보화 시대의 도래와 함께 현대의 병원들에 있어서 정보 시스템은 빼놓을 수 없는 병원내 주요 기반시설로서 등장하게 되었다. 정보 시스템의 효과적인 도입은 병원내 업무운영 효율의 혁신적인 향상을 가져올 수 있으며 따라서 운영경비의 절감과 함께 환자에 대한 양질의 서비스를 제공하는 것이 가능해지기 때문이다. 이와 같은 정보 시스템의 도입효과를 극대화하기 위해서는 부분적인 전산화 수준에서 벗어나 병원내 모든 정보를 통합 관리하는 전 병원적인 규모의 정보 시스템 구현이 요구되고 있다. 따라서 병원내 영상정보의 관리를 담당하는 PACS 는 현대화된 병원정보 시스템에 있어서 필수적인 구성요소로 등장하고 있다.

### 2.3 PACS 의 발전과정 및 동향

1980 년대 동안에 PACS 분야는 심한 기복을 겪어왔다. PACS 의 개발은 일찍이 80 년대 초부터 시작되었으며 의료장비 업체들이 집중적인 개발에 힘입어 80 년대 중반에 이르러서는 상용화된 제품들이 출시되기 시작하였다. 이 시기의 PACS 는 당시의 상용화된 제품으로 만족시킬 수 없는 특별한 성능의 구현을 위한 군사용 등으로 사용되었고 가격 면에 있어서도 일반병원에 수용할 수 없는 수준의 고가였으며 기술적인 검증도 이루어지지 않은 상태였다. 하지만 업체들은 PACS 가 기존의 방사선과 업무를 일시에 혁신시킬 수 있는 시스템이라고 소개했으며, 당시 병원들은 PACS 열풍에 휩싸였었다. 그러나 실제로 병원에 도입되었던 십여 개의 제품들은 병원내 사용자들의 기대를 크게 밑돌았으며 결국 철수되어야 하는 시련을 겪었다. 그 이후로 PACS 에 대한 병원관리자들의 시각은 회의적인 것으로 바뀌었으며 이에 따라 PACS 개발에 투자했던 업체들은 큰 타격을 겪어야 했다.

1990 년대에 들어서는 기존의 대형 시스템 접근방식이 가져왔던 문제점들을 피하고자 하는 새로운 시도들이 이루어졌다. 즉 적은 투자로서 구현이 가능하며 점진적으로 확장, 통합이 가능한 소형의 부분적인 시스템(mini-PACS)이 선을 보였다. 이와 같은 방식은 기술적으로 검증되고

안정된 개방형 시스템을 기반으로 하였고 때문에 가격이 낮추어졌을 뿐 아니라 투자에 대한 실패의 우려를 크게 감소시켰고 부분적으로나마 PACS 의 장점을 경험할 수 있게 해 주었기 때문에 1990 년대 초부터는 꽤 활발한 움직임이 있었다. mini-PACS 의 보급과 함께 대단히 활성화된 것은 teleradiology 이다. 대형 PACS 에 대한 병원관계자들의 회의적인 반응과는 달리, 훨씬 간단하고 저렴하면서도 실익을 가져다 주는 teleradiology 에 대한 관심은 급증하여 미국 내에만 대략 2500 여대가 설치되었다. IHIDS 가 병원내의 영상전송 서비스를 위한 것이라면 teleradiology 는 이것을 병원 밖으로까지 확장시킨 것으로서 크게 보면 이 시기에 발달한 mini-PACS 의 한 범주에 속한다.

Teleradiology 에 있어서도 그 용도에 따라 방사선과 의사의 집과 병원 간을 연결하여 퇴근 시 또는 주말에 긴급한 의견을 요하는 경우 방사선과 의사가 다시 병원으로 되돌아올 필요성을 없애주는 호출형(on-call)시스템과 원격지에 있는 방사선과 전문의에게 원본 수준의 고화질 영상을 전송하고 이에 대한 주 진단을 의뢰하는 서비스인 원격판독네트워크(overread networks)가 있다.

1990 년대 후반부터 2000 년대는 mini-PACS 의 성공적인 도입과 운용의 결과 병원들에서는 소규모 수준에서 쌓여진 경험과 지식을 바탕으로 이를 전 병원적인 규모로 확장하려는 시도가 재개되기 시작하였다. 대형 PACS 에 대한 이와 같은 자세변화의 원인은 그간 개방형 컴퓨터 시스템 기술이 널리 확대되었고, 정보처리 및 통신 장비들의 성능이 대폭 향상되어 PACS 에 요구되는 대량의 정보처리 능력을 갖추기 시작했으며, 병원 내에서도 컴퓨터와 통신에 관련된 경험을 갖춘 기술 인력들이 늘어나게 되었기 때문이다.

이와 더불어 일어나고 있는 PACS 에 대한 접근방식의 중요한 변화가 있는데, 그것은 과거에는 PACS 가 방사선과의 문제를 해결하는 방사선과의 해결책으로 간주되었으나 지금에 와서는 PACS 가 방사선과에만 관련된 것이 아니라 전 병원에 관련된 문제로 받아들여진다는 것이다. 즉 PACS 를 이제까지와 같은 병원 전체에 혜택을 주는 정보 시스템의 하나로서 간주하며 그

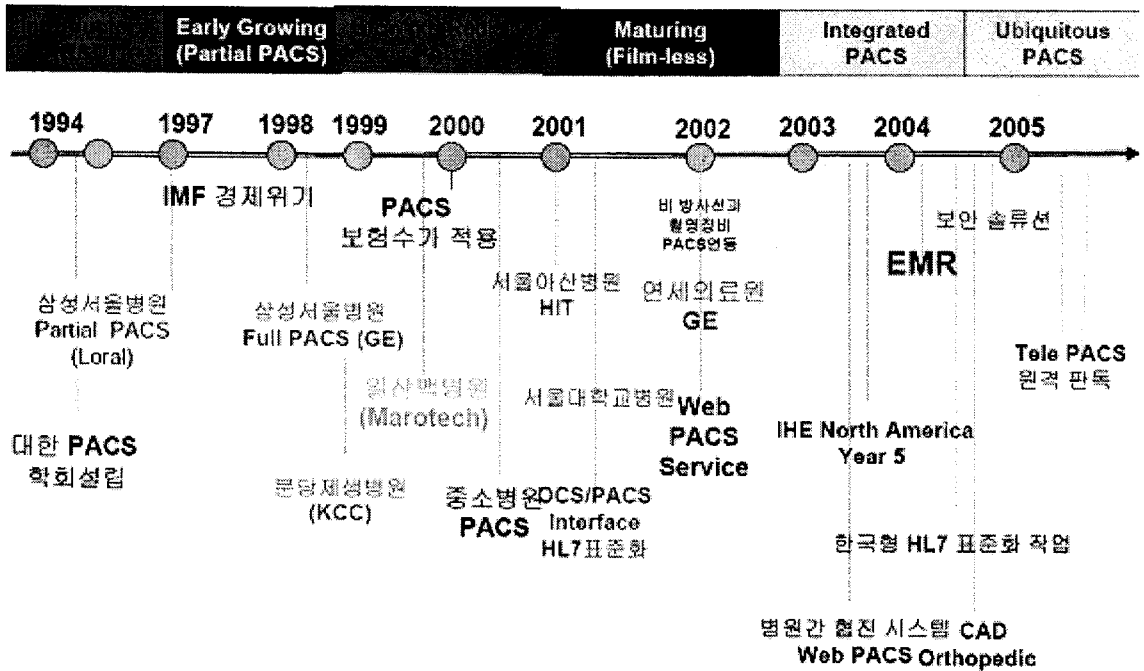


Fig. 1 PACS history in Korea

도입과 운용에 있어서도 이와 같은 전 병원 규모의 접근이 시도되고 있다.

문자위주의 병원정보시스템과 영상데이터 중심의 PACS 를 하나로 통합시킴으로써 사용자에게 보다 효과적인 환자정보의 접근기능을 제공하는 IIIM (integrated information and image management)의 새로운 접근방식은 환자 진료에 있어서 정보 활용의 중요성에 대한 인식이 높아지고 있는 시대적인 추세와 관련된 것으로서 차세대 병원정보 시스템의 모델로 정착된 전망이다. 이에 따라 PACS 와 병원정보 시스템간의 통합, 각 mini-PACS 들 간의 통합 등에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. PACS 의 발전동향을 살펴보면 대용량의 CT, MRI 가 개발 보급됨에 따라 영상처리용량의 대형화가 진행되어, 이에 적합한 새로운 저장시스템으로서 NAS (network attached storage)나 SAN (storage area network)과 같은 분산저장시스템의 도입이 활성화 되고 있고 관련 의료기기가 복잡화, 다양화 되고 여러 가지 형태의 영상이 생성됨에 따라 국제의료영상

표준인 DICOM 이 더 복잡, 풍부하게 발전하여, PACS 기업들로 하여금 DICOM 에 대한 지속적인 연구를 필요로 하고 압축 방식은 DICOM 표준에 정의됨으로써, 압축된 영상에 대해서도 상호 호환성을 요구하고 있다.

뿐만 아니라 PACS 와 OCS, RIS 등 여러 가지 의료정보시스템이 하나로 통합되며, 이를 위해 DICOM 과 HL7 표준이 더욱 광범위하게 사용되며, 새로운 표준 프로토콜로서 CCOW (clinical context object workgroup)가 IHE (integrating the healthcare enterprise)에 의한 채택이 유력화 되고 있어, DICOM, HL7 과 함께 새로운 표준으로서 집중적인 관심과 연구를 필요로 하고 있다.

의료기간과 네트워크 구축의 필요성이 증대됨에 따라 web 환경에서 PACS 를 구현하는 Web PACS 의 개발과 보급이 가속화되고 있다.

기존의 방사선과 영역의 영상만 취급하던 PACS 에서 심장내과, 정형외과, 해부생리과 등 특수 전문과에서 생산되는 전문영상에 특화된 PACS 가 개발되고 있다. 예를 들면 동영상을

처리해야 하는 cardiac PACS, implant 에 대한 의사결정을 지원하는 orthopedic PACS, 정밀칼라영상을 지원하는 pathologic PACS 등이 있다.

기존의 단순 판독기능을 벗어나 진료지원 기능을 수행하는 방향으로 기술개발이 진행되고 있으며 일부는 이미 상품화되어 출시된 상태다. 즉 3 차원 입체영상을 지원하는 3D 기능과 자동판독기능을 수행하는 CAD (computer-aided diagnosis), 완전입체영상을 지원하는 Hologram, 수술에 필요한 위치정보를 제공하는 surgery guide 기능 등이 그것이다.

이상에서 보듯이 PACS 는 의료영상을 디지털로 처리함으로써 의료영상 분야에 일대 혁신을 가져왔으며, 이는 방사선과의 업무흐름은 물론 병원 경영전략에도 많은 변화를 초래하고 있다. 일반 IT 기술의 발달, 의학의 발전, 그리고 의료 환경의 변화에 따라 PACS 기술도 급속하게 변화하고 있다. 따라서 병원의 이러한 기술방향에 적합한 PACS 를 도입하여 투자실패의 위험을 최소화 하여야 한다.

#### 2.4 PACS 의 System 구성

PACS 의 system 은 구축형 PACS 와 Web-PACS 그리고 이들을 혼합한 혼합형으로 나눌 수 있다. 구축형 PACS 는 각 병원마다 하나의 PACS Server 나 DB(database), 클라이언트를 구축하는 것으로 각 병원 자체적 PACS 시스템을 사용, 운영함으로써 판독이나 진료의사에게는 매우 편리하고 보안상으로도 비교적 안전한 시스템이지만, 원격 판독을 위해서는 별도의 시스템을 구축하여야 하고 향후 각 병원 별 구축비용이 중복되고 관리비용을 소비해야 하는 등 전체 비용이 web-PACS 보다 월등하게 많이 소요된다는 단점이 있다. web-PACS 는 병원 별 PACS 시스템에서 발생한 영상 데이터를 인터넷을 이용하여 준 실시간으로 모두 중앙 PACS 센터에 전송/저장하고 판독의사는 모두 하나의 web site 를 통해 영상을 판독하고 조회하는 시스템이다. 이는 모든 PACS 장비를 갖추는 기존의 시스템보다는 각 병원마다 서버 및 소프트웨어(솔루션) 구입비, 관리 인력의 인건비 등을 절감할 수 있어 비용이 적게 들고 중앙에서 모든 자료를 관리함으로써 각 지구별에서 운영상 편리한 점이 있다.

구축형 PACS 와 web-PACS 의 혼합형은 웹 브라우저를 이용한 ASP (application service provider) 방식이 가장 적합하나 현재의 법적 환경과 기술 수준, 일반적 정서 등을 고려하여 이들을 절충하여 가장 합리적인 방식을 도출해야 할 것이다. 만약 이미 PACS 를 도입하여 운영 중인 병원이 우선적으로 구축된 web-PACS 체계 안에서 환자 발견을 위한 판독체계를 활용할 수 있도록 하는 동시에 ASP 방식의 PACS 체계를 별도로 운영하면서 중앙 집중형 web-PACS 의 실현가능성을 검토하고 앞으로 그러한 방향으로 나아가기 위한 대책을 마련해 나가는 것으로 기존 구축 방식과 웹 방식의 두 가지 방식을 병행하는 것이다(Fig. 2).

PACS 의 구성을 살펴보면 영상획득(image acquisition)부, 영상저장 및 데이터베이스(image storage and database), 영상조회(image display), 네트워크(network) 등으로 나눌 수 있다.

영상획득(image acquisition)부는 진단방사선과의 의료장비들로부터 영상 데이터를 획득하기 위해서는 표준 DICOM 을 지원하지 못하는 촬영장비의 영상 데이터를 디지털로 변환해 주는 역할을 하는 DICOM Gateway 가 필요하고 여러 촬영 장비에서 DICOM 형식으로 데이터를 네트워크를 통해 전송하면, 이를 받아 압축, 저장하고 데이터베이스에 등록하고 사용자 단말기에서 요청하면 데이터를 서비스해 주는 일련의 일을 담당하는 것이 서버가 있다. 이런 서버는 영상을 획득, 압축 및 데이터베이스 등록을 담당하는 acquisition server 와 저장 장치에 저장된 영상 파일을 서비스하는 업무를 담당하는 storage server, 그리고 환자, 검사, 영상 정보에 관련된 DB 정보 서비스의 database server 로 나눌 수 있다.

PACS 에서 관련한 모든 자료를 보관하고 사용자에게 서비스 하는 핵심은 영상저장 및 데이터베이스(image storage and database)이다. DB 서버는 획득한 이미지의 양에 따라 저장 용량을 계획하고, 안정성과 이미지 손실을 막기 위해서 단기저장용과 장기저장용 서버로 구성된다. 그리고 종합병원 급에서는 DBMS 로 Oracle 8x, 일반병원에서는 MS-SQL 을 주로 사용한다. 영상조회(image display)는 진단용 임상용 또는 영상 보정 및 PACS 관리용으로 구분하여 각각

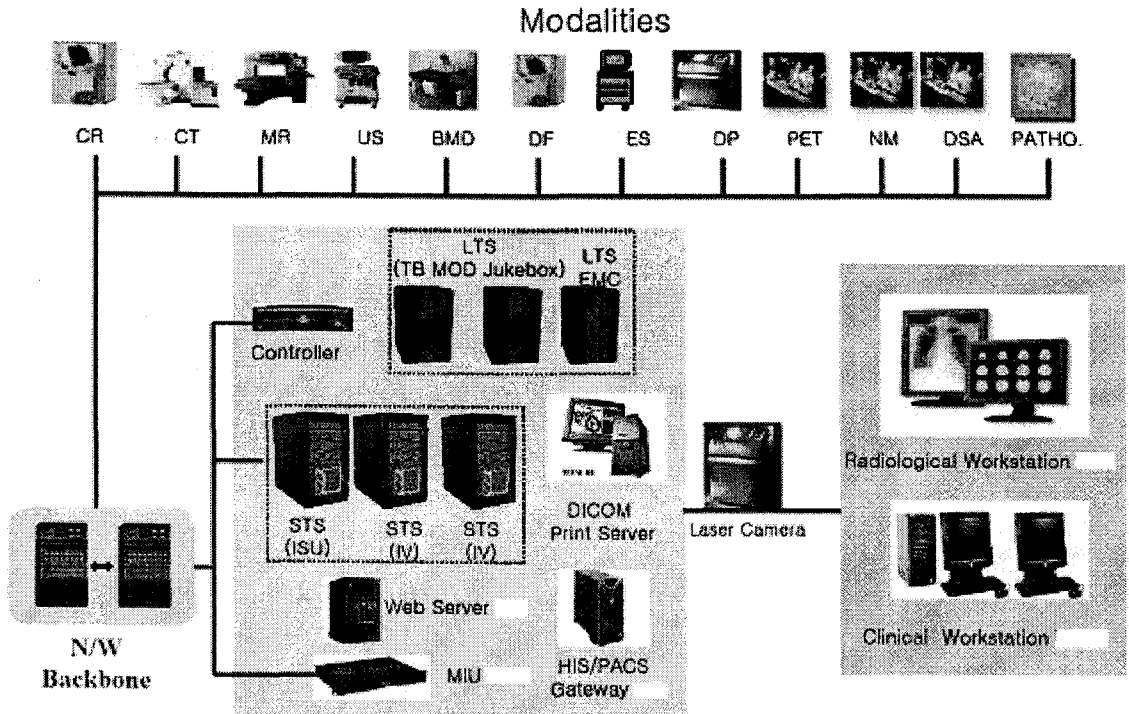


Fig. 2 PACS organization of "A" hospital

용도에 맞게 사양을 달리 할 수 있다. 진단용 viewer 는 방사선과 전문의들이 사용하는 것으로 PC 의 사양이 높고 모니터는 2K 정도의 해상도를 갖는 2 대의 모니터 workstation 이 일반화 되었다. 임상용 viewer 는 전체 시스템의 경제성을 고려하여 HIS 용 PC 를 사용하고 있고 화질을 잘 보기 위해서는 고가의 고해상도 흑백·칼라 겸용 모니터를 사용하기도 한다.

네트워크(network)는 영상 전송뿐만 아니라 데이터베이스 질의나 다른 명령어 및 제어기능을 위한 통로이다. PACS 안의 여러 시스템을 연결할 뿐만 아니라 영상진단장치 및 병원정보시스템이나 방사선정보시스템과 같은 외부 시스템과도 연결이 되어야 한다. 이러한 목적을 위해 모든 PACS 는 통신을 위해 산업 표준안의 네트워크를 필요로 하는데 저속의 ethernet, FDDI, 그리고 고속의 ATM 이 많이 이용된다. 시스템 구축 후 Network 관리를 위하여 NMS (network management system) S/W 를 구입하여 운영하는 것이 일반적이다.

### 3. PACS 와 의료 시스템 연동

#### 3.1 DICOM 을 이용한 PACS/OCS 연동방식

PACS 의 국제 표준인 DICOM 에서는 1996 년 supplement10 에서 basic modality worklist management service 를 추가하여 DICOM 표준에 의한 PACS/OCS 연동을 가능하게 하는 길을 열어주었다. 이는 CR 등의 영상장비가 DICOM modality worklist management service 의 SCU 로서 동작하고, OCS 또는 RIS 가 같은 서비스의 SCP 를 구현하여 영상장비가 OCS 로부터 환자정보, 검사정보 등을 DICOM 프로토콜을 이용하여 직접 전송 받는 것을 의미한다.

DICOM modality worklist management service 를 이용하여 전달 받는 정보에는 환자이름, 환자번호, 검사장비, 검사일자 등의 단순한 환자정보, 검사정보의 수준을 넘어서 검사처방에 대한 상세한 질차까지 포함시킬 수가 있다. 그래서 OCS 에서의 검사처방이 영상장비 조작자의 개입

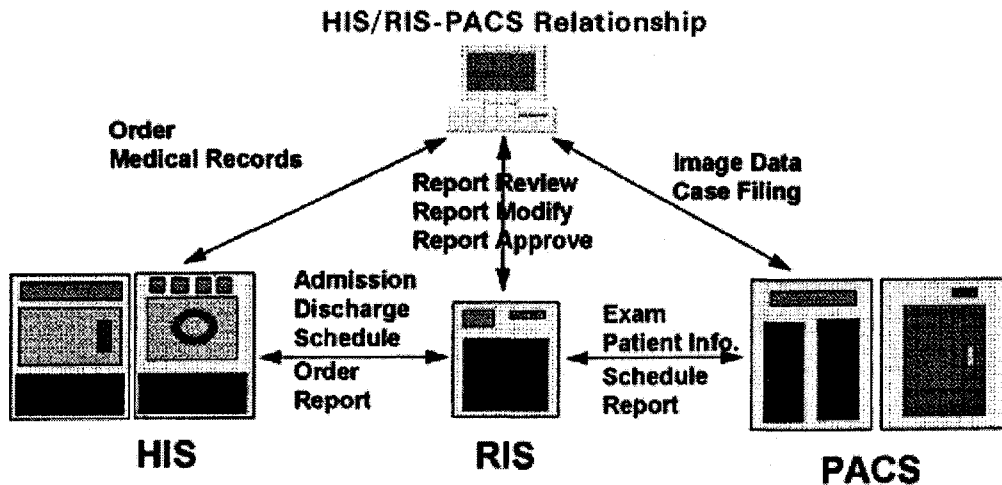


Fig. 3 Relation of PACS and HIS/RIS

없이 그대로 영상을 촬영하는 데에 사용될 수 있다.<sup>3</sup>

### 3.2 Worklist gateway

Worklist gateway 는 병원의 OCS 등의 전산시스템에서 필요한 정보를 가져와서 이름 DICOM modality worklist management service 에서 지정하는 형식으로 가공하여 영상장비에 전달하는 역할을 한다. DICOM 인터페이스 부분은 국제 표준이기 때문에 모든 병원, 모든 장비에 공통이지만, OCS 인터페이스 부분은 병원에 따라 전산시스템이 상이하기 때문에 수정이 필요한데, worklist gateway 에서는 이를 최소화하기 위해 ODBC 방식의 데이터베이스 인터페이스 또는 DLL 인터페이스 등의 표준화된 방식을 사용하였다.<sup>3</sup>

### 3.3 PACS 와 HIS/RIS 의 관계

HIS (hospital information system)는 컴퓨터와 통신 설비를 사용하여 병원 소속의 모든 환자 진료 및 관리 정보를 수집, 저장, 처리, 조회, 통신하게 하며, 모든 승인된 사용자의 기능적 요구를 만족시키는 것으로 HIS 의 주요 기능으로는 ADT (admission, discharge, transfer)로 약칭되는 원무 관리를 비롯하여 인사, 회계, 자산관리 등의 행정관리, 진료 업무를 지원하는

OCS (order communication system) 기능, 그리고 각종 검사 및 간호, 급식, 약제, 의무기록 등의 진료지원 기능 등이 있다(Fig. 3).

RIS (radiological information system)는 전형적인 부문 시스템(departmental system)으로서, HIS 에서 만족시켜주지 못하는 방사선과 내의 특수한 요구를 수용하기 위하여 등장하게 되었으며, HIS 와 달리 사용자가 수십 명에서 수백 명 정도이므로 미니컴퓨터를 사용하는 것이 일반적이다. 미니컴퓨터는 메인프레임 급에 비해 보다 개방적이므로 LAN 을 통해 접근할 가능성이 높아 통합의 수용여지가 많다.

RIS 의 주요 기능으로는 환자 접수, 예약, 보고서 작성, 필름 추적, 교육용 자료파일, 소모재료 관리 등이 있다. 특히 보고서 작성 기능은 RIS 에서 중요한 기능의 하나로서 진보된 RIS 의 경우에는 판독 구술 시스템(dictation system)과의 통합 운영을 지원한다.

IHE (integrating the healthcare enterprise)는 1998 년 11 월부터 HIMSS (healthcare information and management systems society)와 RSNA (radiological society of north america)가 공동으로 추진하고 있으며, 최적의 환자 진료를 지원하기 위하여 보건의료전문가, 의료영상기기업체 그리고 IT 관리자들과 함께 DICOM (digital imaging communication systems in medicine), HL7 (health level

7)과 같은 기존의 사업 통신표준들을 사용하여 여러 병원정보시스템들과 의료영상기기들 사이에 사용하여 여러 병원정보시스템들과 의료영상기기들 사이에 의료정보의 공유를 촉진하는 선도(initiative) 또는 운동(movement)이다.

IHE의 목적은 보건의료 정보시스템을 통하여 획득한 모든 환자 정보를 의료진이 공유할 수 있는 방안을 제공하는 것이다. IHE는 의료영상과 정보시스템 사용자, 개발자, 그리고 설치자를 위하여 여러 병원정보시스템들과 의료영상기기들 사이에 의료정보를 공유/통합을 촉진하고 상호운용성(interoperability)을 향상시키기 위하여 기술적 프레임워크(technical framework), 통합 프로파일(integration profile), 트랜잭션(transaction)들과 같은 문서를 개발하여 제공하고 있다. 또한, 실제 환경에서 의료정보시스템이 IHE에서 정의한 문서들에 따라서 공유/통합하는지 검증하고 테스트하는 것을 "Connection"이라 하며, 그 결과를 공개된 장소에서 발표하고 시연하는 행사를 "Demonstration"이라 한다. IHE와 일치하여 개발한 시스템은 보다 원활하게 교신하며, 설치가 쉬우며, 의료진에게 보다 효과적으로 정보를 공유할 수 있는 방안을 제공한다.<sup>4</sup>

#### 4. 의료영상디스플레이

##### 4.1 의료영상디스플레이 발전과정

1970년대, 컴퓨터 기술과 디지털 영상 검출기의 발달은 병원 환경에 PACS (picture archiving and communication systems)의 도입을 촉진하여 왔다. PACS 환경에서의 디스플레이 장치는 전자적으로 디지털 영상을 획득하고, 처리하여 최종적으로 표시하기 위하여 필수적이다. 디지털 영상의 고유한 화질은 영상 획득 장비의 물리적인 특성들과 영상 획득 조건들의 결합에 의하여 결정된다. 획득한 영상의 표시는 의료 영상계에서 마지막 단계에 있고, 디스플레이 장치의 특성들은 임상적 설정과 주위 불빛 조건에 따라서 표시되는 영상의 화질에 영향을 준다. 최근에는 평판 디스플레이(flat panel display, FPD) 장치가 PACS 환경에서 향상된 영상 화질, 편리성과 내구력, 그리고 소요 공간의 감소와 같은 잠정적인 유리한 특징들을 제공하여 폭넓게 사용되고 있다.<sup>1</sup>

1980년 초기에 SMPTE (the society of motion picture and television engineers)에서는 영상 표시장치의 성능평가 필요성을 인식하고 1986년 테스트 패턴(SMPTE test pattern)을 사용하는 권고안(SMPTE RP133)을 마련 하였다.<sup>5</sup> 그 후 NEMA(the national electrical manufactures association)에서는 DICOM 표준의 한 부분으로 grayscale display standard display function (NEMA PS 3.14)을 발표하여 인간의 시각 시스템의 비선형 성질을 고려한 의료영상의 계조표시(gray scale) 영상들의 표준화된 표시 함수를 제시하였다.<sup>6</sup>

##### 4.2 의료영상디스플레이 정도관리 항목/방법

본 논문에서는 AAPM TG18에 기준하여 국내 병원 환경에 적합하고 효율적인 의료영상디스플레이 정도관리 항목과 방법을 제안 하고자 한다.<sup>7</sup>

###### 4.2.1 기하학적 왜곡(Geometric distortion)

기하학적 왜곡 테스트는 원 영상에 대하여 표시되는 영상의 기하학적 변형 정도를 정량화 한 것으로 상개 일탈로 기인한다. 또한 기하학적 테스트 패턴에서 공간 또는 2차원 이탈의 정도를 정량화하고, 화소의 항목 등의 다양한 방향, 면적에서 퍼센트 차로 표현된다(Fig. 4).

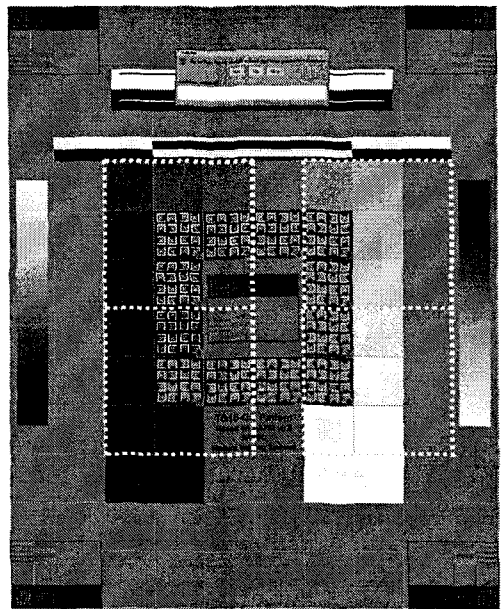


Fig. 4 TG18-QC comprehensive test pattern



기대되는 반응은 직선들이 주목할 만한 기하학적 왜곡 없이 곧 바르게 나타나야 하고, 격자선들은 일정하게 배열되며 정사각형을 이루고, 두드러진 barrel 그리고 pincushion distortion 이 나타나서는 안 된다. 또한 정사각형 모서리에서 측정된 퍼센트 공간 이탈이 2%를 초과하여서는 안 된다.

**4.2.2 표시반사(Display reflection)**

디스플레이 반사는 표시된 영상에서 원하지 않는 빛이 추가되는 것으로 주위 실내 불빛이 스크린 표면에서 반사되어 관독하려는 영상들에 빛이 더해져 영상의 질을 저하시키는 현상이다. 반사는 디스플레이 장치 표면에서 입사각과 같은 각도로 반사되는 거울반사(specular reflection)와 표면층 내부까지 확산 후 반사되는 퍼짐반사(diffuse reflection)로 나눈다.

반사테스트에 앞서서 디스플레이 장치를 전력 절약 모드 또는 절전 상태로 하며, 주위 실내조명 조건이나 디스플레이 장치의 위치는 평상시 영상을 관독하는 상태로 유지한다.

**4.2.3 휘도반응(Luminance response)**

디스플레이 장치의 휘도반응은 디스플레이 시스템의 입력 값(presentation values)과 실제로 표시되는 휘도(luminance)가 DICOM part 14 에서 제시하는 함수 관계를 갖는지를 검사하는 것이다.

휘도반응 테스트의 정량적인 평가는 그림 4 에서와 같이 일련의 TG18-LN 휘도 패턴을 디스플레이에 표시하여 정밀한 휘도계로 각 18 단계의 휘도를 측정하여 이루어진다.

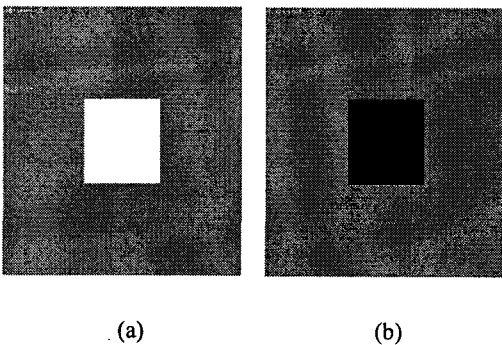


Fig. 5 Examples of TG18-LN luminance test patterns for luminance response measurements. Shown here are (a) TG18-LN-18, and (b) TG18-LN-01

기대되는 반응은 대조도비 (=  $L_{max}/L_{min}$ .) 즉, 최대 휘도( $L_{max} = L_{min} + L_{amb}$ .)에 대한 최소 휘도( $L_{min} = L_{min} + L_{amb}$ .)의 비율이 주위 조명이 있는 조건에서 250 이상이어야 하며, 최대 휘도( $L_{max}$ .)는  $171 \text{ cd/m}^2$  이상 이어야 하며, 그리고 관측되는 최대 휘도와 예상되는 최대 휘도의 편차가  $\pm 5\%$  이내여야 하며, DICOM(digital imaging and communications in medicine) GSDF(gray scale standard display function), (dI/L for a JND)와 대조도 반응의 편차는 DICOM 3.14 standard luminance response function 과 측정된 18 단계의 휘도에서 계산되며 10% 허용 오차 내에 있어야 한다.

**4.2.4 휘도공간 및 시야각 의존 (Luminance spatial and angular dependencies)**

휘도반응 평가는 수직하게 보이는 표시장치 표면의 한 지점에서 표시장치의 휘도 특성에 관련되어 있다. 하지만 표시장치는 가끔 공간적인 휘도 불-균일과 시야각의 함수로서 대조도 편차를 보여준다. 이러한 두 특성은 표시장치 평가 프로토콜의 한 부분으로 특성화되어야 한다(Fig. 6).

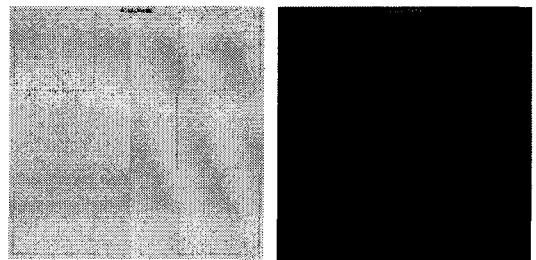


Fig. 6 The TG18-UNL uniform test patterns for luminance uniformity and color uniformity measurements, (a) TG18-UNL80 test pattern, (b) TG18-UNL10 test pattern

휘도 반응 테스트의 정량적 평가는 TG18-UN10 과 TG18-UN80 패턴의 중심과 네 가장자리에서 휘도계를 사용하여 각 지역의 휘도를 측정하여 실시한다. 휘도 반응의 정량적인 평가는 최대 휘도 편차 즉,  $200 * (L_{max} - L_{min}) / (L_{max} + L_{min})$  가 30%보다 적어야 한다.

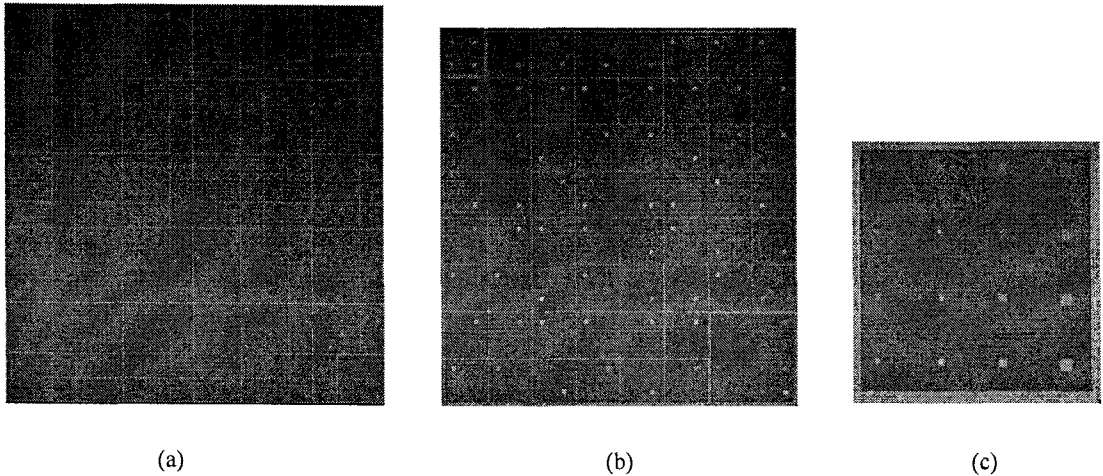


Fig. 7 The TG18-AFC test pattern for the noise test, (b). one quadrant pattern of the TG18-AFC test pattern, (c). one corner pattern of the TG18-AFC test pattern. (b) and (c) test patterns are contrast-enhanced to illustrate its features

#### 4.2.5 표시분해능(Display resolution)

공간 분해능은 높은 정확도로 물체의 서로 다른 점들의 분별할 수 있는 영상을 나타내는 표시장치의 능력의 정량적인 측정이다.

기대되는 반응은 중앙에서 퍼센트 휘도 변이 즉,  $200 \times (L_{ver} - L_{hori}) / (L_{ver} + L_{hori})$ 가 30% 이하이어야 하고, 여기서  $L_{ver}$ 와  $L_{hori}$ 은 각각 위치에서 수직 방향과 수평 방향 선쌍 패턴에서 측정된 휘도 값을 나타낸다. 분해능의 정량적인 측정 방법이 CRT 디스플레이에서는 매우 유용한 방법이 될 수 있으나, 평판 디스플레이 장치에서는 규격화된 격자(pixel) 내에서만 빛을 방출하므로 격자의 크기가 분해능을 결정짓는 일차적인 요소가 되므로 큰 의미는 없게 된다.

#### 4.2.6 표시 노이즈(Display noise)

의료영상에서 작은 물체 그리고 낮은 대조도 물체의 검출 능력은 크기와 대조도 뿐만 아니라 주변 환경으로부터 더해지거나 발생하는 노이즈에도 영향을 받는다. 디스플레이 장치의 노이즈 테스트는 정확히 눈에 띄는 휘도 차이의 결정(determination of just noticeable luminance differences)에 기초하여 디스플레이 시스템의 공간 노이즈를 정량화 하는 것이다(Fig. 7).

기대되는 반응은 두 번째(위 오른쪽), 세 번째(아래 왼쪽) 그리고 네 번째(아래 오른쪽)의 4 분면 각 사각형에 하나의 점들을 식별할 수

있어야 하고, 모든 표적들은 각 가장자리 패턴에서 가장 작은 것을 제외하고 식별 가능 하여야 한다

#### 4.2.7 베일링 글레어(Veiling glare) 테스트

디스플레이 장치 내부에서 빛 산란이 산란된 휘도를 발생시키고, 디스플레이 장치에서 표시되는 영상을 감추게 하여 대조도의 감소를 초래한다. 베일링 글레어는 표시장치에서 발생하는 빛 형태의 영상정보가 표면층을 투과하면서 일부가 산란, 감쇠하여 의도한 영상 질을 저하시키는 효과이다.

정량적 측정은 밝은 부분으로 둘러 싸여진 검은 영역의 TG18-GV, TG18-GQB, 그리고 TG18-GQN 테스트 패턴들과 광도계를 사용하여 측정한다. 측정하고자 하는 부분 이외의 영역으로부터 빛을 차단하기 위하여 검은 색의 깔때기(배플)를 사용하며, 디스플레이 장치 표면의 중앙에 표시된 테스트 패턴들의 중앙 휘도 값(TG18-GV 에 대하여  $L$ , TG18-GQB 에 대하여  $L_B$ , 그리고 TG18-GQN 에 대하여  $L_N$ )들을 각각 측정한다. 디스플레이 장치에 대한 글레어 비는  $GR = (L_B - L_N) / (L - L_N)$ 의 식으로부터 계산되며, 그 값은 판독용 디스플레이 장치인 경우 400 이상이 되어야 한다.

#### 4.2.8 표시색도(display chromaticity)

표시 색도 색조(tint)의 측정은 하나의 워크스테이션에 사용 되어지는 여러 흑백 표시 장치의 칼라 조화를 관련 지을 때 중요하다. 표시 색도 테스트의 정량적 평가는 각 디스플레이 장치에 표시되는 TG18-UNL80 테스트 패턴의 중앙과 네 가장자리에서 색도계를 사용하여 2-차원 칼라 공간에서 (u', v') 칼라 좌표를 측정하여 실시한다. 기대되는 반응은 어떤 가능한 두 점 (u', v') 사이에  $\Delta(u', v')$ 로 나타내는 최대 거리로서 계산되는 칼라 균일도 파라미터는 0.004 보다 적어야 하며, 여기서 두 점 (u<sub>1</sub>', v<sub>1</sub>')와 (u<sub>2</sub>', v<sub>2</sub>') 사이의 거리(D)는  $[(u_1' - v_1')^2 + (u_2' - v_2')^2]^{1/2}$ 이다.

**5. 의료영상디스플레이 정도관리 주기 권고**

영상 화질은 주로 영상 장치의 물리적인 특성들과 적용한 영상 획득 조건들에 의하여 결정된다. 동일한 디지털 영상 데이터에 대하여 표시되는 영상 화질은 디스플레이 장치의 설정 조건들과 주위 조명도에 의하여 많은 영향을

받는다. 디스플레이 장치의 성능검사 및 정도관리는 의료 영상의 진단 그리고 임상적 판독에 최적 조건을 마련하는데 중요한 요소이다. 디스플레이 장치는 사용하는 시간이 지남에 따라서 밝기가 점점 감소하게 되며, 또한 여러 요인들에 의하여 DICOM part 14 에서 제시하는 GSDF 에 따르는 설정 값과 AAPM TG18 에서 제시한 여러 정도관리 항목의 제시 값들과 점점 변화하게 된다. 의료용 디스플레이 장치는 영상을 조화하고 표시하여 질병의 유무 또는 이상 유무를 판독하는 것으로 동일한 디지털 영상 파일이라도 주위 조명 조건과 디스플레이 장치의 성능 및 정도관리 상태에 따라서 많은 영향을 준다.

따라서 국내 실정에 적합한 의료목적의 진단용 전자 표시장치의 인수검사/정도관리를 위한 사용자가 TG18-QC 테스트 패턴을 이용하여 6 개월과 1 년의 주기로 하여 제시된 모든 항목을 테스트하는 것으로 구분하였다(Table 1,2).

Table 1 Tests, test methods, and criteria for 6 months quality control of electronic display systems performed by a QC technologist under the supervision of a medical physicist

Test	Evaluation method	Proposed method	Proposed acceptance criteria	Remarks
Luminance response	Visual			
	Quantitative	o	$L'_{max} \geq 170 \text{ cd/m}^2$ , $LR' \geq 250$ , $L'_{max} \leq 10\%$	
Luminance spatial and angular dependencies*	Visual			
	Quantitative	o	Spatial dependency: Non-unif. $\leq 30\%$	
Display Resolution	Visual			
	Quantitative	o	$\Delta L \leq 30\%$	Luminance method

\*The test of angular dependency can be substituted with the manufacture's test results

Table 2 Test, Test methods, and criteria for annual quality control of electronic display systems performed by a QC technologist

Test	Evaluation method	Proposed method	Proposed Acceptance Criteria	Remarks
Geometric distortion	Visual			
	Quantitative	o	Deviation $\leq 2\%$	CRT only
Display reflection	Visual			
	Quantitative	o	$*L_{min} \geq 1.5 L_{amb}$	*Use of the results of luminance response
Luminance response	Visual			

	Quantitative	o	$L_{max} \geq 170 \text{ cd/m}^2, LR' \geq 250,$ $\Delta L'_{max} \leq 10\%, k_{\delta} \leq 15\%$	
Luminance spatial and angular dependencies	Visual			
	Quantitative	o	Spatial dependency: Non-unif. $\leq 30\%$ $\uparrow$ Angular dependency: $LR'_{\delta, \theta} \leq 30\%$	$\uparrow$ Refer to manufacture's test result
Display resolution	Visual			
	Quantitative	o	$\ddagger \Delta L \leq 30\%$	$\ddagger$ Luminance method
Display noise	Visual	o	All targets visible excepts the smallest	(TG18-AFC pattern)
	Quantitative			
Veiling glare	Visual	o	$\geq 3$ targets visible in TG18-GV	LCD only
	Quantitative	o	$GR \geq 400$	CRT only
Display chromaticity	Visual			
	Quantitative	o	$\Delta(u', v') \leq 0.01$	

## 6. 결론

최근 미국, 영국, 캐나다에서는 전자의무기록(EHR)의 범국가적인 사업을 추진하며 PACS 가 주요 서비스 사업으로 포함되어 있다. PACS 는 의료 선진국에서 이미 병원의 필수적인 의료 시스템의 하나로 인식되고 있으며, 많은 국내 병원 및 의료기관에서도 PACS 의 효용성을 널리 인식하여 대부분의 종합 병원에서는 PACS 를 도입하여 방사선과 영상 이외에 임상/병리분야의 응용까지 그 활용 범위가 점차 확대되고 있다.

PACS 는 그 자체가 지니는 특성과 장점뿐만 아니라, 병원 종사자, 환자, 병원과 사회 전반에 걸쳐서 많은 이득을 가져다 줌에도 불구하고 기존의 필름 체계를 유지하는 이유는 PACS 를 설치하는데 초기 도입 비용이 매우 높다는 것이다. 이 때문에 필름 체계를 사용하는 많은 병원에서 PACS 의 도입이 지연되고 있다. 현재의 병원 환경은 의료 정보화 시대에 있으며 병원의 모든 자료도 전산 처리되고 있고 더 나아가서 여러 병원에서 의무기록을 전산화하여 PACS 와 연동하는 EMR 또는 PACS 들 간에 공통의 영상정보 소통 수단을 제공하고 네트워크를 통한 의료정보를 공유할 수 있는 EHR 이라고 하는 의료정보 전산화가 추진/진행되고 있다. 또한 미래의료 산업 분야에서의 PACS 는 단순히 의료영상을 디지털 형태로 전송하고 저장하고

조회하는 수준에서 보다 효율적인 업무 형태의 변화, 의료 서비스의 질적인 향상, 병원(기관) 단위의 전체적인 의료정보화 능력에 대한 바로메타(barometer) 역할을 한다.

또한 15 년 넘게 진보를 거듭해온 3 차원 탐색이 가능한 3D Display 및 CADx 등의 지능적 영상처리 기술은 향후 더욱 성숙단계로 들어 설 것으로 전망되며 PACS 간 연동이 손쉽게 됨으로써 인터넷을 통해 병원간 sum-specialty 의 교차 관독협력이 일상화 될 수도 있고 특정 병원에 소속되지 않고 네트워크를 통한 관독만을 전문으로 하는 비즈니스가 국내에서도 시작될 것으로 판단된다.

영상 화질의 고유한 특성은 영상획득장치의 기계적/물리적인 특성들과 영상 획득 시 적용한 조건들에 의하여 결정된다. 이렇게 얻어진 디지털 영상 데이터에 대하여 관독을 위하여 표시되는 영상 화질은 표시장치의 고유한 성능, 설정 조건들, 그리고 주위 조명에 의하여 많은 영향을 받는다. 따라서 표시장치의 인수검사는 의료 영상의 진단 그리고 임상적 관독에 최적 조건을 마련하는데 중요한 요소이다. 식품의약품안전청에서는 진단 목적으로 사용되는 전자표시장치의 인수검사 및 정도 관리의 중요성을 인식하고 국내 실정에 적합한 의료 진단용 전자 표시장치의 인수검사 및 정도 관리 방안 가이드라인을 준비 중에 있으며, 2007 년 3 월부터 한국의료영상

품질관리원에서는 특수의료장비 관리에 포함되는 자기공명촬영장치(MRI), 전산화 단층 촬영 장치(CT), 유방 촬영용 장치(mammography)의 품질 관리에 판독용 모니터 관리 항목을 추가하여 시행하고 있다. 표시장치의 인수검사는 표시장치 자체의 성능을 평가하는데 중요한 역할을 하며, 이러한 검사 결과는 구매 결정에 사용되기도 하고, 정례적인 QC 프로그램에 기초 자료로 사용된다. 표시장치 성능이 판독에 영향을 미치고 또한 시간이 지나감에 따라서 그 성능이 저하되기 때문에, 표시장치의 인수검사 그리고 규칙적인 정도 관리가 철저하게 수행되어야 한다.

6. DIN 6868-57-2001, "Image quality assurance in x-ray diagnostic, acceptance testing for image display devices," The German Standards Institution, Deutsches Institut für Normung e. V., 2001.
7. AAPM ON-LINE REPORT NO. 03, "Assessment of display performance for medical imaging systems," American Association of Physicists in Medicine, [http://www.aapm.org/pubs/reports/OR\\_03.pdf](http://www.aapm.org/pubs/reports/OR_03.pdf).

### 후 기

본 연구는 보건복지부 보건의료 기술진흥 사업의 지원에 의하여 이루어진 것임. (02-PJ3-PG6-EV08-0001)

### 참고문헌

1. Jung, H. J. and Kim, H. J., "Quantitative analysis of effects for quality control on medical primary class lcd display devices based on AAPM TG18 report," Korean J Med Phys, Vol. 17, No. 2, pp. 77-82, 2006.
2. Jung, H. J., Kim, H. J. and Kim, S. K., "The acceptance testing of 5 mega pixels primary electronic display devices and the study of quality control guideline suitable for domestic circumstance," Korean J Med Phys, Vol. 18, No. 2, pp. 98-106, 2007.
3. Choi, S. U., Gwon, D. J. and Jo, S. U., "The case analysis of PACS/OCS integration using the DICOM," The Korean Journal of PACS, Vol. 6, No. 2, pp. 79-84, 2000.
4. Jung, H. J, Kang, W. S. and Kim, H. J, "Roles and activities of IHE," The Korean Journal of PACS, Vol. 10, No. 2, pp. 83-87, 2004.
5. SMPTE RP133, "Specifications for medical diagnostic imaging test pattern for television monitors and hardcopy recording cameras," Society of Motion Picture & Television Engineers, 595 West Hartsdale Avenue, White Plains, NY 10607, +1 (914) 761-1100.