

핵의학 PACS

국립암센터 핵의학과
강 건 우

PACS in Nuclear Medicine

Keon Wook Kang, M.D.

Department of Nuclear Medicine, National Cancer Center, Kyonggi, Korea

Abstract

PACS (Picture Archiving and Communication System) is being rapidly spread and installed in many hospitals, but most of the system do not include nuclear medicine field. Although additional costs of hardware for nuclear medicine PACS is low, the complexity in developing viewing software and little market have made the nuclear medicine PACS not popular. Most PACS utilize DICOM 3.0 as standard format, but standard format in nuclear medicine has been Interfile. Interfile should be converted into DICOM format if nuclear images are to be stored and visualized in most PACS. Nowadays, many vendors supply the DICOM option in gamma camera and PET. Several hospitals in Korea have already installed nuclear PACS with DICOM, but only the screen captured images are supplied. Software for visualizing pseudo-color with color lookup tables and expressing with volume view should be developed to fulfill the demand of referring physicians and nuclear medicine physicians. PACS is going to integrate not only radiologic images but also endoscopic and pathologic images. Web and PC based PACS is now a trend and is much compatible with nuclear medicine PACS. Most important barrier for nuclear medicine PACS that we encounter is not a technical problem, but indifference of investor such as administrator of hospital or PACS. Now it is time to support and invest for the development of nuclear medicine PACS. (Korean J Nucl Med 2000;34:439-44)

Key Words: PACS, DICOM, Interfile

서 론

PACS (Picture Archiving and Communication System)란 영상 저장 및 전송 시스템으로 처방전달 시스템(OCS; Order Communication System), 전자

차트(EMR; Electronic Medical Record)와 함께 병원정보시스템(HIS; Hospital Information System)의 구축을 이루고 있다. PACS를 설치하면 원내 영상 제공 서비스는 물론 원격 진료 및 판독이 가능하다. 최근 컴퓨터의 발전 및 표준화로 인해 PACS는 비용효과면에서 우수한 것으로 판단되어 병원마다 급속히 보급되고 있다.

핵의학 영상은 디지털 영상이 나온 지 오래되었고 데이터 양이 적어 이미 80년대 초부터 여러 병원에서 네트워크에 연결하여 사용해 왔다.^{1,2)} 표준화 역시 80년대 초에 Interfile 형식이 개발되어 사

Corresponding Author: Keon Wook Kang, M.D., Department of Nuclear Medicine, National Cancer Center 809 Madu-dong, Ilsan-ku, Koyang, Kyonggi 411-351, Korea
Tel: 82-31-920-1730, Fax: 82-31-920-1929
E-mail: kangkw@nm.snu.ac.kr

용되고 있다.³⁾ 그러나 이들의 경우 핵의학과 내에 서만 네트워크가 구축되어 있는 미니 PACS의 형태 를 하고 있다. 방사선과 PACS는 데이터 양이 방대 하여 뒤늦게 시작하였지만 임상적 요구가 커 병원 전체 네트워크에 연결되어 병실 외래 등에서 임상 적으로 활용되고 필름이 없는 전병원(full) PACS 형태로 나아가고 있다.⁴⁾

핵의학과 PACS가 일찍 시작하였지만 방사선과 PACS보다 뒤쳐진 이유는 방사선과 위주로 개발된 DICOM이란 표준방식을 채택하는 데 늦었으며 시 장성이 떨어져 상업적 투자가 안되었기 때문이다. 또한 방사선과 PACS는 하드웨어의 발전이 결정적 인 역할을 하는데 비해 핵의학과 PACS는 다양한 검 사의 특성 상 컬러영상, 동영상, 체적표현 등 소프 트웨어적 개발이 많이 필요한 분야이다.

핵의학 PACS의 필요성 및 특징

PACS는 동시에 여러 장소에서 볼 수가 있고, 시 간이 절약되며, 연구교육자료로서 사용할 수 있는 등 다양한 장점이 있다(Table 1).⁵⁾ 단점으로는 초기 투자비용이 많이 든다는 점이었는데 최근 하드웨어 기술이 발달되고 상대적으로 가격이 낮아진데다 보 험수가가 인정이 되면서 비용효과면에서 우수해져 큰 걸림돌이 되지 않는다. 핵의학에서 PACS의 필 요성은 방사선과 보다 더욱 크다. 기존 결과 보고로 사용하는 프린트 출력물이 동영상(신장 스캔, 게이 트 SPECT, 프로섹션 영상 등) 및 3차원 영상 (Quantitative Gated SPECT)을 표현할 수 없으며 PET나 SPECT의 경우 프린트의 질이 화면에 비 하여 현저히 떨어져 임상가가 핵의학 영상의 질을

신뢰하지 않는다. 또한 프린트 출력물은 화면에서 가능한 밝기 및 대조도를 조절할 수 없다. PACS는 단순히 임상에 영상을 제공하는 것뿐만 아니라 표 준화된 형식의 CT, MRI 영상을 불러들여 SPECT, PET과의 영상정합 등 다양한 분석을 가능하게 한 다.⁶⁾ 또한 병원간의 영상 호환을 가능하게 하여 환 자 이송 시 검사의 반복을 줄여주며, 다기관 간 연 구교육용 데이터베이스를 만드는 토대를 형성한다.

핵의학 PACS는 방사선과 PACS와 비교할 때 영 상의 해상도는 낮아도 되나 컬러를 표현해야 한다. 이점은 PACS 단말기로서 고가의 흑백 고해상도 단 말기 대신 일반 PC용 모니터를 사용할 수 있어 오 히려 장점이 된다. PACS학회에서 권장하는 1280 ×1024 해상도 이상의 모니터면 충분하며, OCS용 으로 흔히 사용하는 1024×768 모드의 해상도 역 시 문제가 없다. 핵의학 영상은 영상 당 1 Mb 이하 로 파일 크기가 작아 네트워크 트래픽 발생이 적어 별도의 PACS망 없이도 기존 네트워크와 PC를 사 용하여 구현이 가능하다.^{7,8)} 저장공간 또한 많이 들 지 않아 연간 수~수십 Gb 정도로 PC급 하드디스크 에도 저장이 가능하며⁹⁾ 기존 방사선과 PACS가 설 치되어 있다면 저장장비의 추가 투자 없이 운영이 가능하다.

이러한 장점에도 불구하고 핵의학 PACS가 널리 사용되지 못하고 핵의학과 내부에서만 사용되는 형 태로 발달한 것은 컬러의 사용, 동영상 및 3차원 영 상의 표현과 그래프(renogram) 분석 등 방사선과와 다른 영상표현 기법을 구현할 수 있는 프로그램이 개발되어야 했으며 Interfile이라는 나름대로의 표준 형식을 갖고 있어 나중에 개발된 방사선과 PACS에 합류가 늦어졌기 때문이다.

Table 1. Why We Need PACS? Pros and Cons

Pros	Cons
Saving times	High initial costs
Multiple access	Need for computer skill
Fast patient management	Electrical and mechanical failure
Easy image transfer	
Saving space	
Database for education and studies	

PACS의 표준형식

PACS는 영상저장과 전송에 대한 표준화로 시작되었는데 1982년 ACR (American College of Radiology)과 NEMA (National Electrical Manufacturers Association)의 공동회의에서 표준화의 필요성이 제기되었고 표준형식은 1985년 ACR/NEMA version 1.0, 1988년 ACR/NEMA version 2.0을 거쳐 1991년 명칭을 바꾸어 현재 사용되는 DICOM 3.0이 되었다.¹⁰⁾ DICOM (Digital Imaging COmmunication in Medicine)은 단순한 파일 형식의 정의가 아니라 저장, 전송방식 및 프린트, 데이터베이스의 질문/대답(query/retrieve) 등 서비스 방식의 표준화까지 총망라되어 있는 형태이다(Fig. 1). 따라서 신기술이 나오에 따라 계속 개발 중이며 이러한 형식을 모든 장비가 다 갖추지 못하여 호환여부를 알려면 각 장비마다 DICOM 호환 기술서(DICOM conformance statement)를 확인해야 한다. 핵의학 장비 역시 PACS와 연결할 때 DICOM 호환성을 검토하여야 한다. DICOM은 저장, 전송, 프린트 등 여러 가지 형태의 옵션으로 나누어져 있어, DICOM 프린트만 지원되는 경우 DICOM 호환 프린터에 출력을 보낼 수는 있지만 PACS에 연결할 수는 없다.

핵의학 영상의 표준화는 80년대 초 AAPM (American Association of Physicists in Medicine)

에 의해 Interfile 형식이 만들어졌는데 1994년 개발된 version 3.3은 미국핵의학회(Society of Nuclear Medicine)의 지지를 받았다.³⁾ Interfile은 저장전송 형식(service-object pair)을 정의한 DICOM과 달리 영상저장 형식만을 정의하였는데 ASCII 문자로 되어 있는 헤더(header)부분과 영상이 저장되는 이진(binary)부분으로 나뉘어져 있다. Interfile은 디지털 감마카메라를 생산하는 대부분의 회사가 채택하고 있어 핵의학 영상기기 간에 영상호환이 되며 Gammaview (Department of Nuclearmedicine, University of Mainz, Germany), GammaView (Numa, Amherst, NH), MedView (MedImage, Ann Arbor, MI) 등의 핵의학 영상 소프트웨어에서도 기본으로 제공하고 있다.

Interfile의 존재는 핵의학 영상기기의 DICOM 호환 프로그램의 개발을 늦추었으나 최근 많은 회사에서 DICOM 호환을 제공하고 있다. 그러나 아직 국내에 보급되어 있는 대부분의 디지털 핵의학 영상기기는 Interfile만 제공하고 있어 PACS와 연결하려면 Interfile형식을 DICOM 형식으로 바꾸어야 한다. Interfile은 헤더를 쉽게 읽을 수 있어서 DICOM 형식으로 변환 프로그램 개발이 용이하며 IDICON (Department of Applied Informatics, Jozsef Attila University Szeged, Hungary)과 같은 PC에서 변형시키는 프로그램이 개발되어 있다.¹¹⁾ 핵의학 영상 소프트웨어 중 매킨토시를 기반으로 한 DELTAviewer (MedImage, Ann Arbor, MI)는

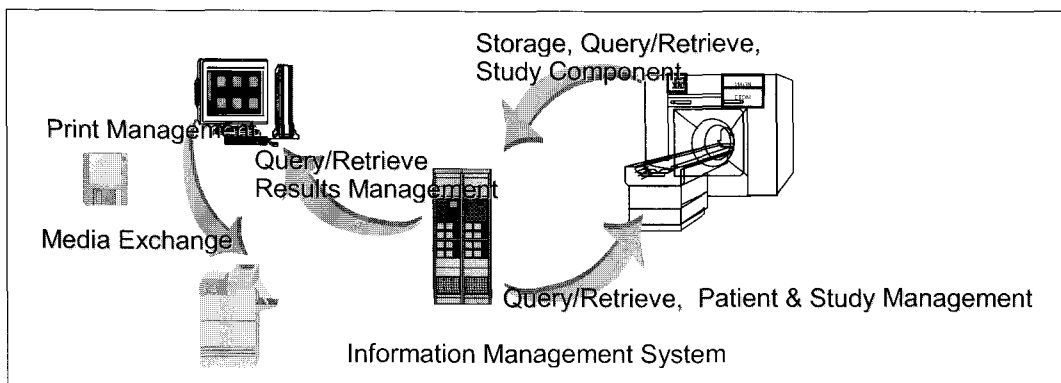


Fig. 1. The DICOM standard is a set of rules that allow medical images to be exchanged between instruments, computers, and hospitals.

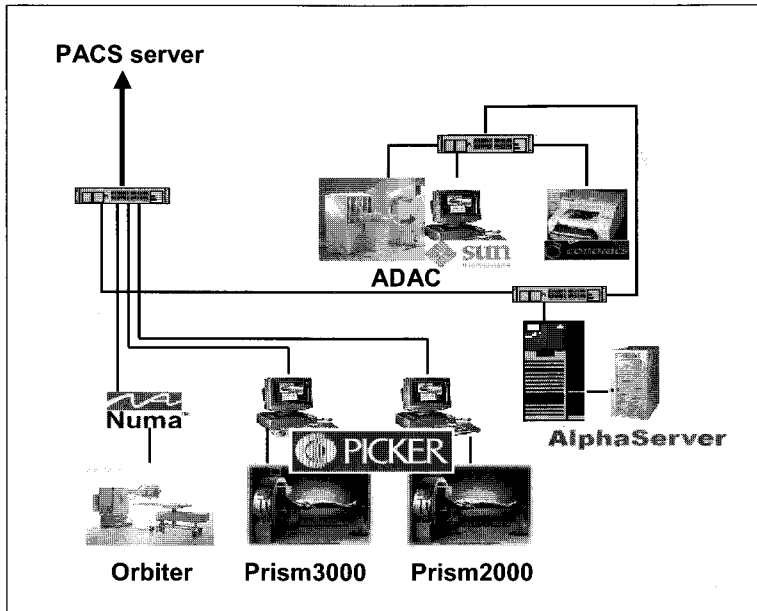


Fig. 2. NumaStation is composed of AD converter and PC with acquisition and converting software. It converts analogue signals from Orbiter into digital form, and saves and sends the data as Interfile format. Other machines like Picker Prism and ADAC Pegasys have Interfile option.

DICOM 출력(export)이 가능하다.

핵의학 PACS의 현황

PACS의 영상 파일 형식은 일반적으로 DICOM 3.0 버전을 사용하고 있다. 핵의학 장비는 최근에 DICOM 3.0 지원 장비들이 출시되고 있으나 현재 병원마다 보유하고 있는 장비들은 대부분 지원하지 않는다. 대부분 디지털 감마카메라들은 핵의학 장비간의 통일 형식인 Interfile 3.x 형식을 옵션으로 갖고 있어 DICOM 형태로 변환이 가능하다. PET의 경우 Interfile 형식이 지원되지 않으며 CTI PET는 ECAT 7.2부터 DICOM을 지원한다. GE PET는 Advance 3.0부터 DICOM을 지원하고 있다.

아직 상당수의 병원에서 오래된 아날로그 감마카메라가 있어 디지털화를 해야 PACS에 연결할 수 있는 데 이를 위해서는 아날로그 디지털 변환 보드(AD converter)를 포함한 컴퓨터가 필요하다. 아날로그 디지털 변환 보드는 연세대학교와 원자력병원

에서 개발 중이나 아직 상용화되어 있지 않다. 현재 서울대학교병원 핵의학과에 1대 설치하여 운영 중인 NumaStation (Numa, Amherst, NH)은 대당 24,000 달러 정도이며 아날로그 영상을 Interfile 형식으로 저장 전송할 수 있다(Fig. 2). IAEA (International Atomic Energy Agency)에서는 수만 달러의 비용을 5~6천 달러대로 저렴하게 한 개발도상국의 핵의학 영상 디지털화 프로그램을 추진하고 있다. 이는 아날로그 디지털 변환기와 소프트웨어 패키지로 컴퓨터는 각자 병원에서 공급하는 방식이다.

과도기적 방법으로 방사선과처럼 전담인원과 고성능 스캐너를 배치하여 필름출력 영상을 다시 스캐닝하여 디지털화하는 방법이 있다.⁵⁾ 기존 병원에 방사선과 PACS를 설치하는 경우 스캐너를 구입하게 되므로 빠스캔 등의 단순 평면영상의 경우 이 방법이 비용효과적일 수 있다.

현재 핵의학 PACS를 지원하는 병원으로 분당제생병원, 서울중앙병원, 일산백병원이 있다. 흑백 또

는 컬러 영상의 제공, DICOM 지원 및 Interfile의 변환 등 여러 방법으로 PACS와 연동되나 한결같이 화면 저장(capture) 방식을 사용하고 있다. 이는 단순히 프린트 출력을 화면으로 바꾼 것으로 OCS와 연동되어 어디서나 즉시 영상을 볼 수 있다는 점에서 상당수 임상적 필요성을 충족시켜 준다. 특히 뼈 스캔 등 단순 평면 영상에서는 만족할 만한 수준이다. 그러나 SPECT의 경우 화면에 나타나지 않은 다른 프레임을 볼 수 없고 컬러 스케일을 바꿀 수 없으며, 동적검사의 경우 동영상으로 볼 수 없는 등 프린트 출력물의 한계를 벗어나지 못하고 있다. 서울대학교병원에서는 마로테크(Maro Tech, Seoul, Korea)와 함께 Interfile을 DICOM으로 변환하는 것을 개발하여 CT, MRI 영상처럼 회색조(grey scale)로 표현하여 모든 프레임을 볼 수 있으나 아직 상용화하지 못했다.

핵의학 PACS의 전망 및 해결해야 할 점

PACS는 방사선, 핵의학 영상뿐만 아니라 병리 사진, 내시경, ECG, 의무기록 등 다양한 영상을 서비스하는 방향으로 가고 있다. 병리사진이나 내시경 등은 단순정지화상만을 저장 전송하기 때문에 기술적으로는 어려운 점이 없으나 임상적 요구와 해당과의 관심이 적어 진행이 더디다. 핵의학 PACS는 임상적 요구와 핵의학과와의 열의는 있으나¹²⁾ 개발의 복잡성에 비해 시장이 작아 진행이 더디었다. 그러나 기존 PACS가 설치되어 있거나 신설하는 병원에서는 큰 하드웨어 투자 없이 핵의학 PACS를 구현할 수 있다. 특히 임상적 요구가 높은 뼈 스캔 등 평면 영상은 소프트웨어의 추가 개발 없이 화면 저장이나 간단한 변환장비 또는 소프트웨어(interface)로 PACS와 연결할 수 있다. 핵의학 영상기기 간의 호환이 자유로와 핵의학과 내에서 많이 사용되고 있는 DELTAviewer의 DICOM 출력을 이용한 PACS와의 연동 또한 쉬운 해결책이 될 것이다.

PC 및 모니터의 고성능화 및 저렴화로 값비싼 전용 단말기 대신 고급 PC에 웹을 기반으로 한 PACS 소프트웨어가 개발되고 있다. JAVA 기반의

인터넷 PACS는 PACS의 범위를 병원에 국한시키는 것이 아니라 언제 어디서나 인터넷이 연결된 웹 브라우저(Internet Explorer, Netscape Navigator 등)만 있으면 접근할 수 있게 한다.¹³⁾ π -view (Mediface, Seoul, Korea) 등의 PC용 PACS 소프트웨어를 사용하면 개인 노트북 안에 영상을 들고 다니면서 프레젠테이션을 할 수 있다. 핵의학 영상은 파일의 크기가 작아 웹기반의 구현이 용이하며 고해상도가 필요 없으며 컬러표현을 한다는 점에서 일반 PC에 적합하다.

핵의학 PACS의 개발을 단계별로 보면 첫째 아날로그 감마카메라는 디지털로 전환하거나 스캐너로 읽어 들이며, 둘째 Interfile 형식을 DICOM 형식으로 변환시킨다. 셋째 컬러(pseudo-color)를 표현하기 위해 회색조의 단계를 주로 사용하는(warm, cool, hot metal 등) 컬러 테이블(color lookup table)에 맞게 매칭시키는 소프트웨어를 개발한다. 넷째 체적영상(3D volume view), 3차원 재구성영상(Quantitative Gated SPECT), 그래프(renogram)를 표현하는 소프트웨어를 개발해야 한다.

전병원 PACS가 이루어져야 보험급여를 하는데 이는 필름이 생산되지 않아도 진료를 할 수 있다는 것을 의미한다. 이 때 가산수가를 받게되며 생산된 필름에 대해서는 급여를 청구할 수 없다. 전병원 PACS의 개념은 방사선과에 국한하며 핵의학 영상 처리는 빠져있다. 이는 전병원 PACS를 지향하는 병원에서 핵의학과가 배제되는 주요 원인이며 아직 핵의학 PACS가 보험급여를 인정받지 못하기 때문이다. 핵의학 PACS를 구현한 병원이 몇몇 안되어 보험급여를 인정받지 못하며 이는 다시 병원의 핵의학 PACS 투자의욕을 저하시키고 있다. 이는 방사선과 PACS의 보급 초기에서도 나타난 현상으로 공격적인 투자자세가 필요한 부분이다.

시장성 결여로 인해 기업체에서 개발을 하지 않고 병원에서도 PACS 팀이 대부분 방사선과 소속으로 되어 있어 핵의학 PACS의 개발이 지연되고 있다. 기술적인 어려움의 해결보다 정성어린 관심과 적극적인 투자가 필요할 때이다.

참 고 문 헌

- 1) Blokland JA, Bakker AR. Integrated hospital-wide nuclear medicine picture archiving and communication systems. *Eur J Nucl Med* 1996; 23:115-7.
- 2) Kolodny GM, Parker JA, Donohoe KJ, Jansona D, Barbaras L, Wagenar D. Eight years' experience with a filmless all-digital nuclear medicine department. *J Nucl Med* 1994;35:28N-30N, 33N-34N, 38N-40N.
- 3) Todd-Pokropek A, Craddock TD, Deconinck F. A file format for the exchange of nuclear medicine image data: a specification of Interfile version 3.3. *Nucl Med Commun* 1992;13:673-99.
- 4) 이진형. PACS 시스템 도입과 효과. *대한의사협회지* 2000;43:1067-75.
- 5) 차순주. PACS의 이해. *대한의사협회지* 2000;43: 881-9.
- 6) Rehm K, Strother SC, Anderson JR, Schaper KA, Rottenberg DA. Display of merged multimodality brain images using interleaved pixels with independent color scales. *J Nucl Med* 1994; 35:1815-21.
- 7) Sampathkumaran KS, Miller TR. An efficient and cost effective nuclear medicine image network. *Eur J Nucl Med* 1987;13:161-6.
- 8) Wu TC, Lee SK, Peng CH, Wen CH, Huang SK. An economical, personal computer-based picture archiving and communication system. *Radiographics* 1999;19:523-30.
- 9) Lear JL, Pratt JP, Trujillo N. Redundant array of independent disks: practical on-line archiving of nuclear medicine image data. *J Digit Imaging* 1996;9:37-8.
- 10) Best DE, Horii SC, Bennett W, Thomson B, Snively D. Review of the American College of Radiology--National Electrical Manufacturers' Association standards activity. *Comput Methods Programs Biomed* 1992;37:305-9.
- 11) 강건욱, 여정석, 이동수, 정준기, 이명철. 핵의학 PACS: 핵의학영상의 Interfile형식을 Dicom형식으로 변환의 구현. *대한핵의학회지* 1999;33:79P(초록)
- 12) Williams SC, Contreras M, McBiles M, Cawthon MA, Shah RB. The impact of a picture archiving and communication system on nuclear medicine examination interpretation. *J Digit Imaging* 1997; 10:51-6.
- 13) Slomka PJ, Elliott E, Driedger AA. Java-based remote viewing and processing of nuclear medicine images: toward "the imaging department without walls". *J Nucl Med* 2000;41:111-8.