대한방사선종양학회지 2000;18(1):67 72

디지털 화상 병력 시스템과 디지털 방사선치료 기록 시스템의 개발과 사용 경험

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 치료방사선과

허승재 · 안용찬 · 임도훈 · 조정근 · 김대용 · 여인환 · 김문경 · 장승희 · 박석원

목 적 : 방사선치료 기록의 전산화를 통하여 "paperless" 환경을 이룩하고 원활한 방사선치료의 흐름에 도움을 주기 위함.
대상 및 방법 : 삼성서울병원의 병원 정보 시스템과 네트워크를 통하여 통합 방사선 관리 시스템(Comprehensive Radiation Oncology Management System : C-ROMS)을 구축하였다. C-ROMS의 한 부분인 디지털 화상 병력 시스템(digital image chart : DIC)과 디지털 방사선치료 기록 시스템(digital radiotherapy record system : DRRS)을 개발하였다. DIC와 DRRS는 Delphi 프로그래밍 언어에 의해서 개발되었고 Windows 95 환경에서 구동이 되며 과내 23대의 개인용 컴퓨터를 근거리 통신망으로 연결하여 사용하고 있으며 전송 속도는 10 Mbps (megabit per second)이다. DIC와 DRRS은 1998년 12월부터 1999년 12월까지 2,556명의 환자에서 사용하였다.
결 과 : 1998년 2월부터 1999년 12월까지 2,556명의 환자에서 15,732개의 이미지를 파일로 저장하여 DIC에 이용하였다. 1998년 12월부터 DRRS를 이용하여 120명의 환자에서 종래의 치료 기록지를 대체해서 DRRS에 의존하여 방사선치료 및 치료 중 환자 관리를 이룩할 수 있었다. 치료 완료 후에는 규격화된 치료 기록지를 인쇄해서 보관하고 방사선치료 중 "paperless" 환경을 이룩함으로써 환자의 원활한 치료 및 자료의 보관이 용이하게 되었다.
결 론 : DIC와 DRRS를 이용하여 치료기록의 전산화와 데이터베이스 구축하였으며 기존의 방사선치료 기록지를 디지털화 하여서 "paperless" 환경의 치료에 기여하였다.

핵심용어 : PACS, 디지털 이메지, 치료기록 전산화, 방사선 종양 정보 시스템, 병원 전산 시스템

)

서 론

방사선치료 과정 중에는 많은 정보와 소프트웨어 시스템이 필요하며 더욱 효율적인 과 운영과 방사선치료를 위해서는 여러 가지의 정보 시스템과 네트워크 통합이 필요하다. 또한 최근 방사선치료의 발전에 의하여 환자의 데이터베이스에 시스템의 통합이 필요하며 병원 내부와 진료과에서의 환자 치료 정보 공유 및 교류를 위해서는 치료에 이용되는 자료의 전산화가 필요하다.[1] 구미에서는 Varis (Varian Oncology, Palo Alto, CA, USA) 또는 Lantis (Siemens Medical Systems Inc., Concord, CA, USA) 등의 상용화된 시스템 등이 방사선 종양정보 시스템(Radiation Oncology Information System: ROIS)으로 개발되어서 임상에 이용되고 있지만 이러한 시스템은 한국적인 현실에서는 적용에 여러 가지 문제가 있다. 즉 1) 병원 전산 시스템(Hospital information system : HIS)과 interface가 안 된다는 것 2) 한글 지원이 불가능한 것 3) 종양 등록 시스템과의 interface가 안 된다는 것 4) 치료비 수납 등 원무 시스템과 각과에서 필요한 통계 지원이 안 된다는 것과 5) 과내의 일반적인 정보 전달 및 통계 기능이 곤란한 것 등이 문제이다. 따라서 한국적인 ROIS의 개발이 필수적이다.

저자들은 이러한 약점을 보완한 한국적인 ROIS를 개발하여 통합 방사선치료 관리 시스템(Comprehensive-Radiation Oncology Management System: C-ROMS)이라고 명명한 ROIS을 개발해서 사용 중에 있다.[2-8] 본 논문에서는 삼성서울병원 치료방사선과 C-ROMS의 주요 기능의 일부인 디지털 화상 병력 시스템(Digital Image Chart: DIC)과 방사선치료 기록 시스템(Digital Radiotherapy Record System : DRRS)의 특징과 임상 사용의 효용성을 기술하고자 한다. 특히 국내에서는 처음 시행한 방사선치료 기록의 전산화를 통하여 "paperless" 환경에서 120 명의 방사선치료 경험을 소개한다.

본 논문의 요지는 1998년 11월 22일 일본 방사선 종양학회, 1999년 10월 9일 대한 방사선종양학회, 1999년 11월 11일 대한 PACS 학회 추계 학술대회에서 발표되었음.본 연구는 삼성서울병원 임상연구비의 보조로 이루어졌음.이 논문은 2000년 1월 10일 접수하여 2000년 3월 14일 채택되었음.책임저자 : 허승재, 성균관의대 삼성서울병원 치료방사선과 Tel : 02)3410-2601, Fax : 02)3410-2619 E-mail : sjhuh@samsung.co.kr

대상 및 방법

1. DIC와 DRRS의 구조와 기능

삼성서울병원의 HIS는 open-VMS와 Unix 시스템으로 운용되는 4개의 서버로 구성되어있다. structured query language (SQL)를 relational database로서 사용하며 네트워크는 fiber distributed data interface (FDDI)를 backbone으로 하여 2,000여개의 단말기로 구성되어 있다. 통신 프로토콜은 transmission control protocol/internet

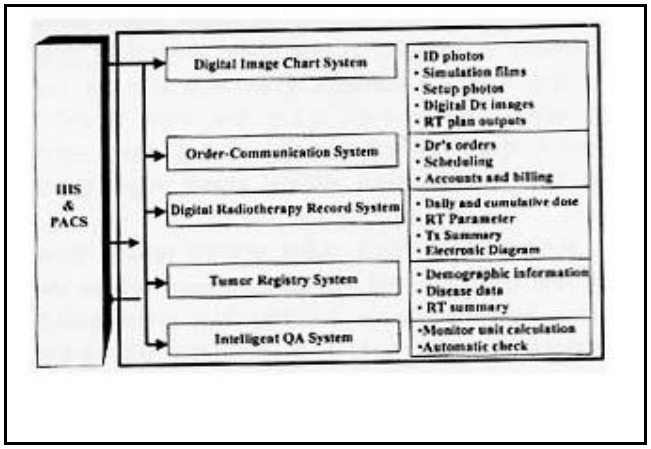


Fig. 1. Structure and system configuration of the comprehensive radiation oncology management system (C-ROMS) with relation to the picture archiving and communication system (PACS) and the hospital information system (HIS). The C-ROMS consists of the digital image chart system, order-communication system, and digital Radiotherapy Record System (DRRS), and intelligent quality assurance system.

protocol (TCP/IP)이며 client-server mode이다. 또한 전 병원 PACS (Picture Archiving and Communication System) (General Electric co., Chicago. USA) 시스템은 3대의 MR unit, 3대의 CT Scanner와 7대의 computed radiography 시스템과 4개의 투시기와 3대의 혈관촬영기를 연결하고 있다. 치료방사선과에서는 3개의 PACS workstation이 있으며 C-ROMS는 HIS의 한 unit로서 개발되었고 C-ROMS는 1) order-communication system 2) digital radiotherapy record system 3) digital image chart 4) tumor registry system 5) intelligent quality assurance system 으로 구성된다(Fig. 1). C-ROMS의 여러 가지 기능과 특징은 Table 1과 같다. C-ROMS의 DIC와 DRRS의 주요 기능은 방사선치료에 필요한 모든 정보를 이미지 파일과 방사선치료에 필요한 모든 parameter 정보를 전산화된 자료로서 통합 저장 운용하는 것이다. DIC와 DRRS는 Delphi 3.0 프로그래밍 언어를(Borland International, Inc., Ca. USA) 이용하여 개발되었고 Windows 95 또는 Windows 98 운영 환경에서 구동이 되며 과내 치료실, 접수, 연구실, 의사실, 진료실, 물리실, 공작실에 위치한 23대의 PC를 근거리 통신망으로 연결하여 사용하고 있으며 그 기능은 Table 1과 같다. 이미지 전송속도는 Ethernet을 이용하여 초당 10 mega bits (Mbps)이며 서버 사이의 전송 속도는 100 Mbps로 작동한다. 이미지 서버는 Sun Ultrasparc 1 workstation을 사용하고 있다. 이미지 파일은 Joint Photographic Experts Group (JPEG), Graphics Interchange Format (GIF) 또는 Windows Bitmap file format (BMP) 등을 이용한다. 디지털 카메라는 Cannon, Kodak 등 100만 화소 이상의 4대를 이용한다.

DIC에는 본원의 PACS로부터 전송받은 모든 환자의 중요 방사선 검사 필름의 파일을 수록할 수 있고 환자의 얼굴 증명사진과 병소 사진 및 setup 사진 등은 디지털 카메라를 이용하여 DIC에 입력시킨다(Fig. 2). DIC와 DRRS에는 환자의 기본 인적사항, 병리소견, 임상 검사 소견 등 의학 정보가 HIS와 interface되어서 사용될 수 있고 이 외에도 각종 이미지 정보를 수록할 수 있다. 치료시 환자 자세 교정에 필요한 치료 다이아그람도 전산화하여서 치료기의 각도, wedge 등을 자동적으로 DRRS에 표시되도록 개발하였다(Fig. 3). 이 외에 방사선치료계획 이미지는 치료계획장치로부터 file transfer protocol (FTP)을 이용하여 방사선치료에 필요한 여러 가지 데이터(환자의 자세, source to skin distance, collimator와 wedge filter settings, collimator, gantry, table의 setting, monitor units와 일일 및 누적 선량 등)와 함께 DIC와 DRRS에 전송시킨다. 디지털화가 안된 자료들은 스캐너를 이용하여서 DIC

Table 1. Six Modules of C-ROMS

	Main User	기 능
1. Reception	사무직, 간호사	수납, Schedule, 환자기본 정보관리
2. Clinic	의사, 간호사	치료처방입력, Schedule, 검사처방입력, 조회, 종양등록
3. Simulation	의사, 방사선사	모의치료 Schedule, 치료 parameter 입력, Film 입력
4. Radiotherapy Planning	방사선사, Physicist, Dosimetrist	선량계산입력, 치료계획 관력 Image 입력
5. Linac	방사선사	치료실시, 일일선량, 누적선량, Scheduling
6. Brachytherapy	방사선사	치료실시, 일일선량, 누적선량, Scheduling

C-ROMS : Comprehensive-Radiation Oncology management system

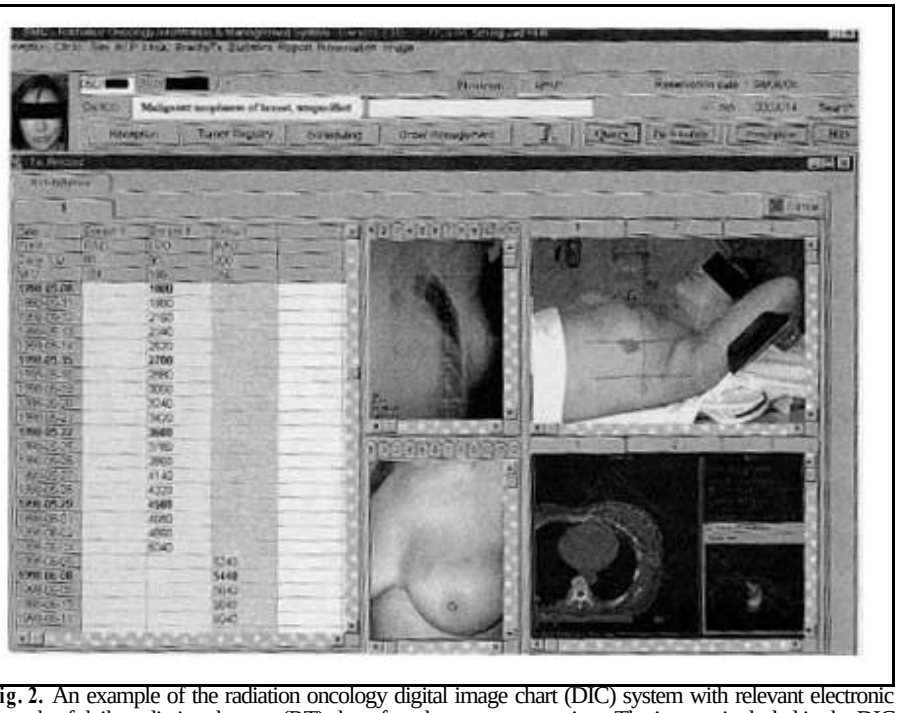


Fig. 2. An example of the radiation oncology digital image chart (DIC) system with relevant electronic records of daily radiation therapy (RT) sheet for a breast cancer patient. The images included in the DIC are identification photo (left upper corner), simulation films (mid upper), treatment setup position (right upper), clinical photograph (mid lower), and RT plan output (right lower).

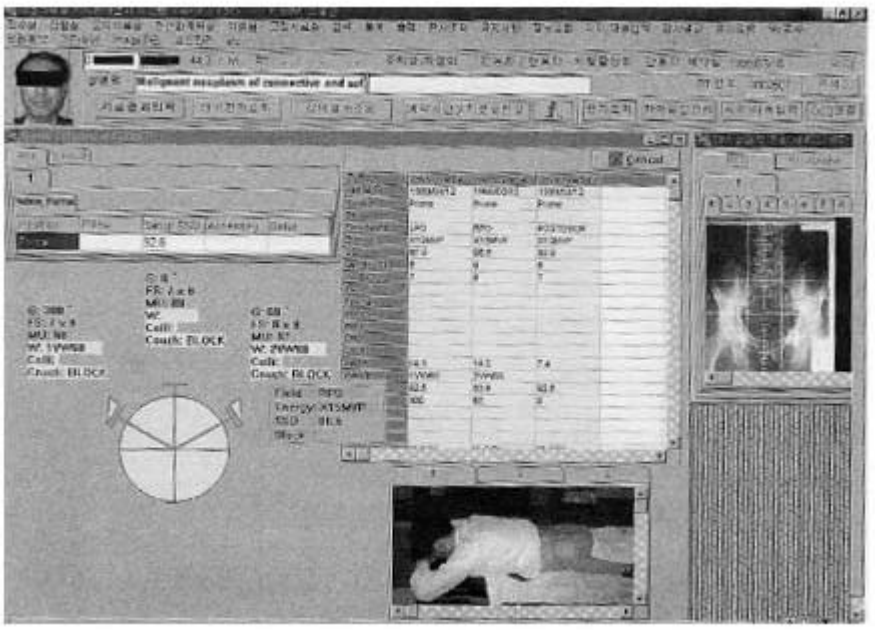


Fig. 3. An example of the radiation oncology digital Radiotherapy Record System (DRRS) with relevant electronic records of daily radiation therapy (RT) sheet for a pelvic tumor patient. The images included in the DRRS are identification photo (left upper corner), simulation films, treatment setup position, and electronic diagram for setup.

2. DIC와 DRRS의 임상 적용

1998년 2월부터 1999년 12월까지 2,556명의 환자에서 15,732개의 이미지 파일을 서버에 저장하였다. 1998년 12월부터 1999년 12월까지 DRRS (Fig. 3)를 이용하여 120명의 환자에서 종래의 치료 기록지를 대체해서 DRRS에 의존하여 방사선치료 및 치료 중 "paperless & filmless" 환경을 이룩함으로서 환자의 원활한 치료 관리및 자료의 보관이 용이하게 되었다. 치료 완료 후에는 규격화된 디지털 치료 기록지를 인쇄하여 보관한다(Fig. 4).

결 과

1998년 2월부터 사용하여 1999년 12월까지 2,556명의 환자에서 15,732의 이미지 파일을 축적하였으며 각 이미지 파일의 크기는 0.45 Mega byte의 크기를 차지하고(총 7.1 Giga byte) 연간 서버의 필요한 저장 용량을 3.5 Giga byte로 추산하고 있다. 1998년 12월부터 1년간 120명의 유방암의 보존적 치료 환자에서 종래의 치료기록지를 대체해서 DIC와 DRRS에 의존하여 치료 및 치료 중 환자관리를 이룩할 수 있었다. 치료 완료 후에는 규격화된 치료기록지를 인쇄해서 보관하고 방사선치료 중 "paperless & filmless" 환경을 이룩함으로서 환자의 원활한 치료 및 자료의 보관이 용이하게 되었다.

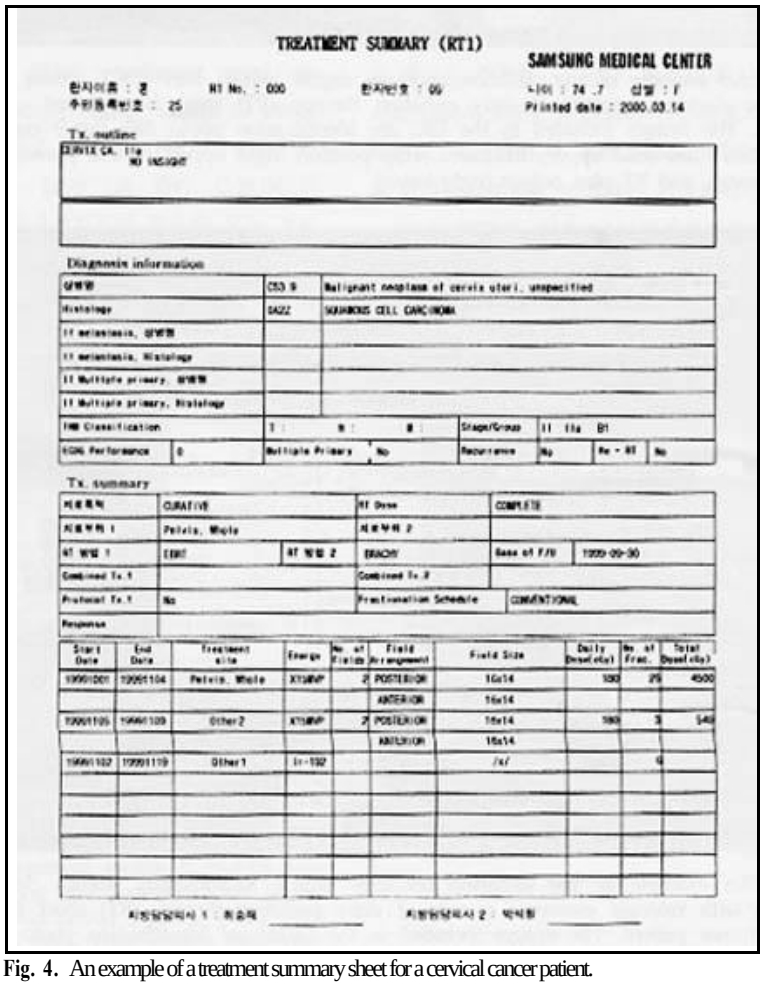
이러한 DIC와 DRRS의 임상 적용 결과 장점은 과내의 어느 곳에서나 동시 다발적으로 환자의 치료 정보를 조회, 입력, 검색, 처방할 수 있다는 것이며 치료 방사선과의 모든 직종 즉 간호사, 접수 사무원, 의사, 전공의, 방사선사, 물리사, 학생 등 모두가 접속 가능하여 업무 효율 향상에 도움이 되는 시스템이다. DIC 이미지를 이용하여 환자에게 방사선치료에 대한 이해를 증진시키는데 도움을 줄 수 있으며 또한 교육 및 학술 회의에도 많은 도움이 되고 있다. 이러한 이미지 파일은 원격진료에도 이용하였다.[9, 10]

고 안

방사선치료의 자료가 이미지 파일이 증가함에 따라서 점차 방사선치료

의 이미지 네트워크화의 필요성이 증가하고 있다. Botnick에[11] 따르면 이상적인 ROIS는 1) HIS와 연결될 것 2) 환자 중심적인 시스템일 것 3) financial database와 연결 가능할 것 4) 궁극에는 기존의 종이 병록지를 대체할 수 있어야 할 것이라고 한다. 아직 이러한 것을 완벽하게 만족시키는 것은 없으나 Lantis나 Varis 등이 이러한 목적으로 개발되어서 구미에서는 쓰이고 있다. 그러나 한국적인 현실에서는 이러한 시스템을 HIS와의 연결이 불가능 한 것과 한글 지원이 안되는 것 이 외에도 여러 가지 단점이 있다. 저자들이 개발하여 사용하는 ROIS는 HIS와의 연결 가능하고 digital image chart 기능과, 통계 기능, DRRS 등 여러 장점을 갖고 있지만 단점으로는 Varis나 Lantis에서 가능한 치료 기계와의 auto-setup interface가 안되고 있다는 점이다. 이것은 3차원 치료 등 복잡한 치료 시에 사용 될 수 없다는 점인데 이는 향후 ROIS와 치료기의 interface를 통하여 이루어질 수 있다고 생각하지만 이것이 안된다면 본원의 ROIS는 기존의 고유 기능을 살려서 사용하면서 상용화된 시스템은 치료기의 자동 setup과 record와 verify 기능을 주로 한 적절한 역할 분담이 필요한 부분이다.

저자들은 DIC 및 DRRS를 사용한 결과 여러 가지 장점을 경험하고 있다. 가장 중요한 것이 환자의 치료 기록을 과내 어느


TREATMENT SUMMARY (RT1)

SAMSUNG MEDICAL CENTER

Printed date : 2000.03.14

Tx. outline

Diagnosis information

	C53.9	Malignant neoplasm of cervix uteri, unspecified
Histology	8422	SQUAMOUS CELL CARCINOMA

Tx. summary

	CURATIVE		COMPLETE
	Pelvis, Whole		
	EBRT	BRACHY	1999-09-30
	No		CONVENTIONAL

Start Date	End Date	Treatment site	Energy	No. of Fields	Field Arrangement	Field Size	Daily Dose(cGy)	No. of Fract.	Total Dose(cGy)
19991001	19991104	Pelvis, Whole	X15MV	2	POSTERIOR	16x14	180	25	4500
					ANTERIOR	16x14			
19991105	19991109	Other2	X15MV	2	POSTERIOR	16x14	180	3	540
					ANTERIOR	16x14			
19991112	19991119	Other1	1~192			/x/		6	

Fig. 4. An example of a treatment summary sheet for a cervical cancer patient.

곳에서나 동시 다발적으로 볼 수 있어서 과 업무 효율이 매우 증가한다는 점이다. 이 외에도 환자에게 치료에 대한 설명을 시각 자료를 이용함으로서 이해를 쉽게 시킬 수 있다. 또한 이미지 database를 이용한 교육자료에 쉽게 쓸 수 있으며 과내의 학술 회의에서도 자료 준비 시간이 단축될 수 있고 종양 등록 시스템에 이미지 database를 추가할 수 있고, 각종 파일을 원격진료에서도 용이하게 이용할 수 있다.[9, 10] 업무 효율 증가에 관해서는 향후 환자의 진료 대기 시간 단축과 치료의 만족도 조사 등을 측정하여야 할 것으로 생각한다.

본 시스템을 이용한 120예의 종래의 치료기록지를 대체한 DRRS 사용은 업무 효율에 많은 도움을 주고 있으나 단점으로는 많은 투자와 장비가 필요하다는 점이며 모든 작업이 컴퓨터 터미널 앞에서 이루어진다는 점과 전자 기록과 전자 서명에 대한 법적인 보장 등이 향후 해결되어야 할 것으로 생각된다. 또한 모든 종사자는 항상 환자 정보에 관한 보호에 신경을 써야한다. 국내에서는 아직 병원간 의무기록 전산자료를 공유하고 통신할 수 있는 규격화된 프로토콜이 개발 안되어 있는 실정이지만 향후 의무기록과 치료방사선과의 자료 교류를 위한 공통 프로토콜의 개발이 필수적인 것으로 생각된다.

결론적으로 DIC와 DRRS를 이용하여 저자들은 과업무 효율 증대가 가능할 수 있었다. 이러한 것은 직원과 환자의 만족도를 증가시킬 수 있다고 생각한다. 또한 "paperless" 환경의 방사선치료를 성공적으로 수행할 수 있었으며 치료 기록의 전산화와 이미지 데이터베이스 구축에 기여하였다. 향후 외국의 상용화된 시스템과 연결해서 적절한 역할 분담 사용에 대한 연구가 있어야 할 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

1. **Sailer SL, Tepper JE, Margolese-Malin L, Rosenman JG, Chaney EL.** RAPID : an electronic medical records system for radiation oncology. Semin Radiat Oncol 1997; 7:4- 10.
2. **Ahn YC, Kim DY, Huh SJ, et al.** Development of comprehensive radiation oncology management system in Samsung Medical Center. In : Lemke HU, Vannier MW, Inamura K and Farman AG, eds. Computer assisted radiology and surgery. 1st ed.Amsterdam: Elsevier, 1998; 271-275.
3. **Huh SJ, Ahn YC.** Radiation oncology digital image chart system (RO-DICS) at Samsung Medical Center. Nippon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi 1998; 58:712-715.
4. **안용찬. 디지털 차트의 개발과 임상활용**. **대한의사협회지** 1998; 41:1152-1158.
5. **Huh SJ, Ahn YC.** Development of Radiation Oncology Digital Image Chart System (RO-DICS). The Journal of JASTRO 1998; 10(Suppl 1):265.
6. **허승재, 조정근, 안용찬 등.** Digital **방사선치료기록** system (Digital Radiotherapy Record System : DRRS)**의 사용경험**. 1999**년 대한** PACS **학회 추계학술대회 초록집**; 1999 Nov. 11; Seoul, Korea. 1999.p.30
7. **Park YH, Huh SJ, Ahn YC, et al.** The hospital information system of radiation oncology in Samsung Medical Center : present and future. Jap J Radiol Technol 1996; 52:1274.
8. **Huh SJ, Ahn YC.Kim DY, et al.** Prompt Radiation Oncology Record Access by Patient Centered Digital Image Chart System. Radiother Oncol In press 2000
9. **Huh SJ, Shirato H, Hashimoto S, Shimizu S, et al.** An ISDN-BASED International Telecommunication Between Samsung Medical Center and Hokkaido University Using Telecommunication Helped Radiotherapy Planning and Information System (THERAPIS). Proceeding of the International Symposium of Future Development on Radiation oncology '99; 1999 Nov. 17-19; Yokohama, Japan. 1999. p.84.
10. **Huh SJ, Shirato H, Hashimoto S, Shimizu S, et al.** An Integrated Service Digital Network (ISDN)-based International Telecommunication between Samsung Medical Center and Hokkaido University Using Telecommunication Helped Radiotherapy Planning and Information System (THERAPIS). Radiother Oncol In press 2000
11. **Botnick L, Hinkle M, Linden J.** Recasting the radiation oncology department : meeting the challenge of managed care (refresher course 206c). 40th Annual Scientific Meeting for the American Society for Therapeutic Radiology and Oncology; October 26, 1998; Phoenix, Arizona.

Abstract

Radiation Oncology Digital Image Chart and Digital Radiotherapy Record System at Samsung Medical Center

Seung Jae Huh, M.D., Yong Chan Ahn, M.D., Do Hoon Lim, M.D., Chung Keun Cho, R.T.T.
Dae Yong Kim, M.D., Inhwan Jason Yeo, Ph.D., Moon Kyung Kim, M.D.
Seung Hee Chang, M.D. and Suk Won Park, M.D.

Department of Radiation Oncology, Samsung Medical Center and the Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

Background : The authors have developed a Digital image chart(DIC) and digital Radiotherapy Record System (DRRS). We have evaluated the DIC and DRRS for reliability, usefulness, ease of use, and efficiency.

Methods and Materials : The basic design of the DIC and DRRS was to build an digital image database of radiation therapy patient records for a more efficient and timely flow of critical image information throughout the department. This system is a subunit of comprehensive radiation oncology management system (C-ROMS) and composed of a picture archiving and communication system (PACS), a radiotherapy information database, and a radiotherapy imaging database. The DIC and DRRS were programmed using Delphi under a Windows 95 environment and is capable of displaying the digital images of patients identification photos, simulation films, radiotherapy setup, diagnostic radiology images, gross lesion photos, and radiotherapy planning isodose charts with beam arrangements. Twenty-three clients in the department are connected by Ethernet (10 Mbps) to the central image server (Sun Ultrasparc 1 workstation).

Results : From the introduction of this system in February 1998 through December 1999, we have accumulated a total of 15,732 individual images for 2,556 patients. We can organize radiation therapy in a "paperless" environment in 120 patients with breast cancer. Using this system, we have succeeded in the prompt, accurate, and simultaneous access to patient care information from multiple locations throughout the department. This coordination has resulted in improved operational efficiency within the department.

Conclusion : The authors believe that the DIC and DRRS has contributed to the improvement of radiation oncology department efficacy as well as to time and resource savings by providing necessary visual information throughout the department conveniently and simultaneously. As a result, we can also achieve the "paperless" and "filmless" practice of radiation oncology with this system.

Key Words : PACS, Digital image, Digital radiotherapy record, Radiation oncology information system, Hospital information system