

개인용 컴퓨터를 이용한 교육 프로그램의 개발: 선천성 심혈관 질환의 자기공명 영상진단¹

최영희 · 이상훈² · 최연현³ · 김양민⁴ · 유필문

목 적: 효과적으로 반복적 자율학습이 가능하도록 개인용 컴퓨터를 이용하여 선천성 심혈관 질환의 자기공명 영상(이하 MRI로 약함)진단에 관한 교육 프로그램을 개발하고자 하였다.

대상 및 방법: 영상자료의 획득과 저장을 위해서 IBM PC(486 DX-2, 60MHz)를 사용하였고, MRI 영상의 획득은 필름 스캐너(Scan Maker 35t)를 이용하였다. 영상 자료의 전처리에는 Adobe Photoshop(v 3.0)을 이용하였고 주변장치로 사운드 카드(Soundblaster-Pro), CD-ROM(Sony), 스피커 등을 부착하였다. 프로그램 개발에는 Microsoft사에서 개발된 Visual Basic(v 3.0)을 언어로 사용하였다.

결 론: 개인용 컴퓨터를 이용하여 선천성 심혈관 질환의 MRI 소견을 학습할 수 있는 교육용 프로그램을 개발하였다.

서 론

컴퓨터를 이용한 교육 프로그램은 방대한 내용을 다루는 의학 교육 영역에서, 특히 영상자료를 필수로 하는 방사선과 영역에 있어서의 시청각 교육 방법으로서 매우 효과적이고 유용한 방법이다(1-6).

자기공명 영상(이하 MRI로 약함)은 복잡한 선천성 심혈관 질환의 진단에 유용하며 모든 교육병원에서 다양한 증례를 경험하기 어려운 실정이므로, 선천성 심혈관 질환의 MRI는 컴퓨터를 이용한 교육 프로그램의 대상으로서 적합하다. 저자들은 효과적으로 반복적 자율학습이 가능하도록 개인용 컴퓨터를 이용하여 선천성 심혈관 질환의 MRI 진단에 관한 교육 프로그램을 개발하고자 하였다.

대상 및 방법

제 1단계 : 프로그램 구성

대상은 의과대학 학생, 방사선과, 소아과 및 순환기 내과 전공의를 대상으로 하여 포함시킬 내용의 범위를 정했고 고도의 컴퓨터 숙달이 없어도 학습이 가능하도록 하였다. 자료는 MRI 영상 자료를 주 소재로 하였고, 문헌 고찰을 통해 각 질환에 대한 간단한 요약 및 영상에 대한 설명을 내용으로 하는 문서 자료를 포함시켰다. 학습자와 컴퓨터

와의 상호작용이 가능하도록 사용자 위주 프로그램 전개 방식(Graphic User Interface, 이하 GUI로 약함)을 채택하였으며 일련의 과정을 순서대로 따르는 방식이 아니고 임의로 학습 방식과 순서를 선택할 수 있도록 메뉴 선택 방식을 취해서 키보드와 마우스를 함께 사용할 수 있도록 구상하였다. 또한 프로그래밍과 운영에 필요한 시스템 환경으로서 컴퓨터 및 주변 장치의 하드웨어, 소프트웨어 및 그 준비에 소요되는 비용을 예상하여 보았다. 또한 학습자에게 흥미를 유발시키기 위해서 음향 자료를 채택하였고, 학습 후에 스스로 평가해 보는 단원을 포함시키기로 하였다.

제 2 단계 : 시스템 환경 구축

영상자료의 획득과 저장에는 IBM 호환 기종의 컴퓨터를(486 DX-2, 60 MHz) 사용하였다. 주 기억 장치(RAM)는 16 M byte 이고 250 M byte의 하드 디스크가 내장되어 있었다. 주변장치로 사운드 카드(Soundblaster-Pro, Singapore), CD-ROM 드라이버(Sony, Japan), 스피커 등을 부착하였다. MRI 영상의 획득은 SCSI 방식의 35mm 슬라이드 스캐너인 Scan Maker 35t (Microtek, U. S. A.)를 이용하였다. 모니터는 1024 × 768의 해상도와 256가지의 색상을 표현할 수 있는 것을 사용하였다.

이 교육 프로그램을 위해서 세가지 종류의 소프트웨어가 필요하였는데 영상획득 및 처리와 영상에 그리거나 칠하기 및 음향 처리용 등이었다. 영상자료의 획득과 전처리에는 'Adobe Photoshop 3.0 (Adobe Corp., Camel Valley, U. S. A.)'을 이용하였고 비트맵(. bmp) file로 변환시키기 위해 'Paint Shop-Pro 3.0 (JASC Inc, Minnetonka, U. S. A.)'을 이용하였다. 관심 부위의 위치 및 명칭을 la-

¹단국대학교 의과대학 방사선과학교실

²단국대학교 의과대학 의공학과

³삼성의료원 방사선과

⁴세종 심장병 연구소

본 연구는 1995년도 단국대학교 연구비의 지원을 받은 것임.

이 논문은 1995년 12월 30일 접수하여 1996년 2월 15일에 채택되었음

bellling하기 위해 마이크로 소프트사의 '윈도우즈 3.1'의 응용 프로그램인 'Paintbrush'를 이용하였으며 음향 처리에는 'Soundblaster-Pro'를 이용하였다. 구축한 하드웨어 시스템 및 영상획득 방법에 관한 사항을 도식화하면 Fig. 1과 같다.

제 3 단계 : 자료 수집 및 시나리오 작성

정상 성인의 MRI 영상을 얻었고 MRI 를 시행한 선천성 심질환 203예 중에서 빈도가 높은 질환, 심초음파 검사보다 추가의 소견을 얻을 수 있는 질환, MRI를 통해 가장 중요한 정보를 얻을 수 있는 질환 등의 43예를 대상으로 포함시키기로 하였다. 각 증례의 임상적 소견을 검토하였고 대표적인 영상을 선정하여 35mm 슬라이드화하였다. 프로그래밍에 대한 구체적 구상을 하고 화면 설계를 포함한 전체적인 시나리오를 작성하였다.

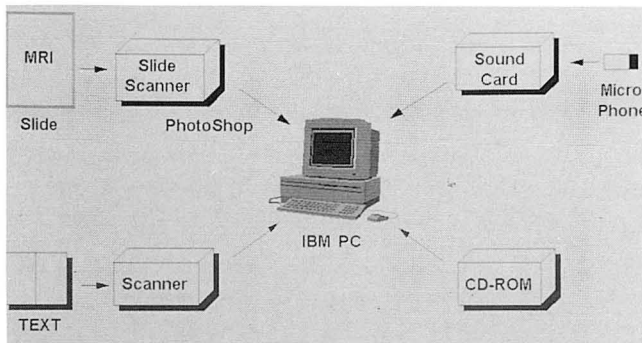


Fig. 1. Schematic diagram showing hardware constitution of the computer-assisted instruction system.

제 4 단계 : 제작

영상 자료는 필름 스캐너를 이용하여 960 dpi의 해상도로 획득하여 256 gray scale로 입력하였다. 최초로 입력된 각 영상 (. pcx) file의 크기는 700~900 K byte의 크기로서 file 크기에 따라 840 × 622 에서 1458 × 1009 까지 범위의 다양한 해상도를 보였다. 입력된 영상 자료를 'Paint Shop-Pro'를 이용하여 비트맵 (. bmp) file로 변환하였다. 영상 자료의 전처리는 'Adobe Photoshop'을 주로 사용하여 밝기(brightness)와 대조도(contrast) 및 크기를 조정 한 후에 프로그램용으로 화면구성에 적합한 크기로 crop 하여 각각 500 × 370 전후의 해상도에 170~210 K byte 크기가 되었다. 심장의 정상 구조와 관심 부위의 위치를

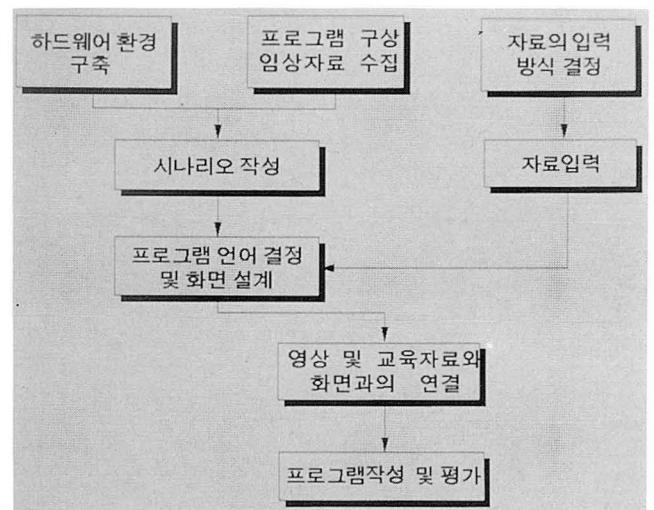
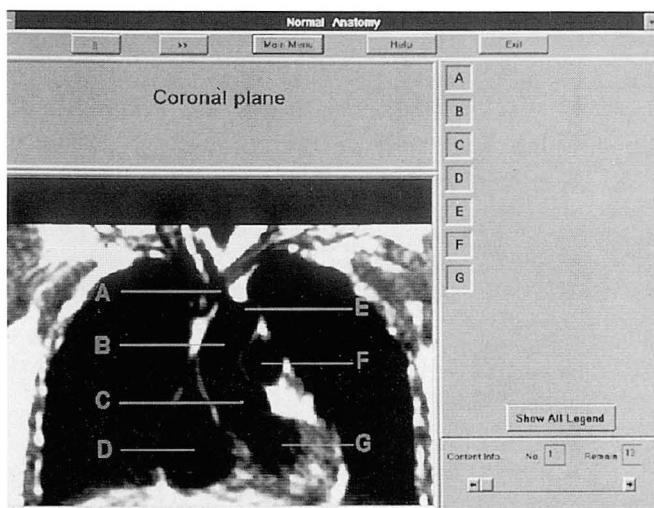
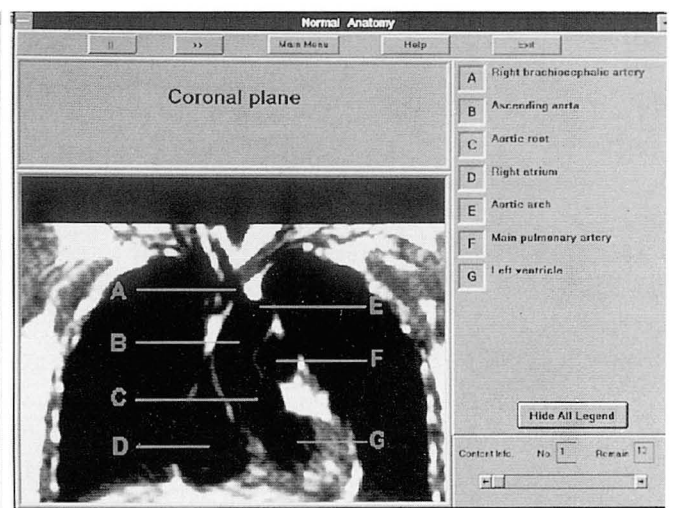


Fig. 2. Flowchart of the sequential procedures for designing the educational program of the computer-assisted instruction.



a

Fig. 3. a. An example of a normal anatomy screen with the legends hidden. The button used to reveal the legends is seen at right lower part of the screen.



b

b. The same anatomy screen with the legends exposed. By pressing the right lower button, the users can go back to the previous screen without legends.

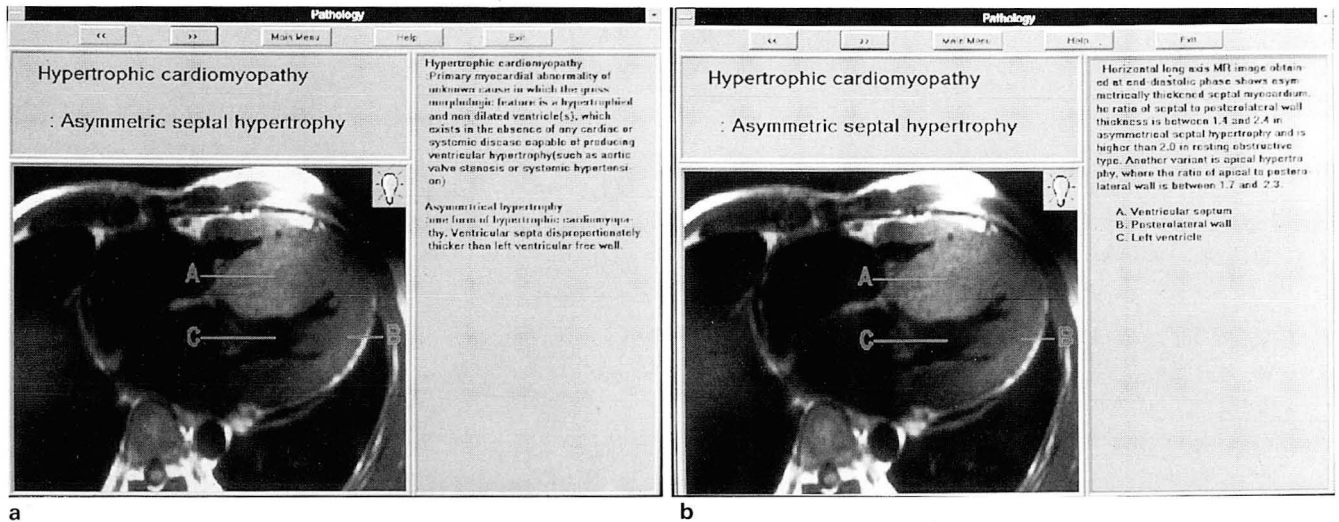


Fig. 4. a. An example of a typical pathology screen. Spin echo T1 weighted horizontal long axis MR image shows characteristic finding of a case of hypertrophic cardiomyopathy with definition and brief summary about the disease.
b. By pressing the 'bulb button' at the left top of the image, the right part of the screen shows the detailed legend about the displayed image.



Fig. 5. Display monitor showing an example of search by image. A user can approach to the anatomy screen of interest directly by clicking the particular image button.

'Paintbrush'를 이용하여 labelling하였다.

정상 해부학에서 각 촬영단면 영상에서의 심장 구조의 명칭과 각 질환의 진단명, 정의 및 중요 학습사항, 영상에 대한 구체적이고도 자세한 설명, quiz 문제 및 해답 등과, 또한 서론의 심혈관 질환에서의 MRI의 역할, 본 프로그램의 개요, 도움말 등의 문서 자료를 입력하였다.

필요한 음향 또는 본문 설명의 음성 정보를 마이크로폰과 음향 처리용 프로그램인 'Soundblaster-Pro'를 이용하여 녹음하여 음향(.wav) file 형태로 컴퓨터에 입력하였다.

프로그래밍 언어로 윈도우 환경하에서 GUI의 기능을

최대화한 마이크로 소프트사의 'Visual Basic 3.0'을 사용하여 프로그램을 작성하였다.

제 5 단계: 결합 및 예비실행

상기한 대로 작성된 프로그램과 획득된 영상 자료, 음향 자료 및 문서 자료를 결합시켜서 실제로 프로그램을 실행하여 보면서 문제점을 찾아내고 프로그램에 대해 수정할 계획을 구상하였다.

제 6 단계: 평가

수정 보완을 거쳐 완성된 프로그램을 의과대학 학생 및 전공의, 전임의에게 실행해 보도록 유도하여 그 장단점에 대한 의견을 종합하여 이 프로그램에 대한 평가 및 유용성을 검증해 보기로 하였다.

상기한 여섯 단계의 작업을 도표화하면 Fig. 2 와 같다.

결 과

프로그램의 개요

이 프로그램은 크게 서론, 정상 해부학, 각 질환별 영상 진단, quiz의 네 단원으로 구성된다. 구축한 프로그램의 총 용량이 약 27 M byte 정도였고 프로그램 전체를 학습하는데 학습자에 따라 차이가 있지만 30분에서 1시간 가량의 학습 시간이 소요되도록 하였다. 윈도우 환경하에서 학습자가 임의의 순서대로 또는 관심 분야부터 우선적으로 자유로이 학습할 수 있도록 하기 위하여 GUI 방식으로 메뉴 바에서 선택함으로써 학습이 진행되도록 하였다. 검색 항목을 통해서도 학습자 임의로 특정 진단명 또는 특정 단면의 MRI 영상을 선택하여 해당 학습화면으로 바로 접근하

도록 하였고, 또한 quiz 를 통해서 그동안 이 프로그램을 통하여 학습한 내용에 대해 학습자가 스스로 평가해 볼 수 있도록 하였다.

프로그램의 구성

프로그램을 개시하면 음악과 함께 표제 화면이 개시된다. 일정시간 경과 후 음성정보와 함께 약 2분 30초 간의 서론 화면이 전개되며 이어서 자동적으로 주 메뉴 화면이 열리도록 하였다. 주 메뉴 화면은 서론, 정상 해부학, 각 질환별 영상진단, quiz의 네 항목 이외에 진단명 또는 image 를 통해 검색하여 학습화면으로 진입할 수 있는 검색 항목 및 이 프로그램 사용에 도움이 되는 도움말 항목으로 구성되어 있다. 도움말 항목은 이 프로그램의 요약, 이 프로그램의 구성에 대한 개요, 감사의 글 및 종료 항목으로 구성하였다. 각 항목 내에서의 도움말 항목은 각각의 학습 화면을 학습하는 요령을 알려주도록 하였다. 또한 정상 또는 질환의 학습 화면의 메뉴 바에는 전진, 후진, 주 메뉴화면으로의 복귀, 도움말 및 종료의 항목으로 구성하였다.

서론에서는 심혈관 질환의 진단 영역에서의 MRI의 역할과 유용성에 대한 개요를 소개하는데 한 화면의 크기보다 많은 내용이므로 화면 우측의 scroll bar를 이용하여 전체 내용을 문장으로 읽을 수 있도록 함과 동시에, 설명을 녹음하여 음향 file화 하여서 음성 정보로서 추가 내용을 들려주게 하였다. 한편 모든 항목의 학습화면이 개시될 때 또는 전환될 때마다 주의의 환기를 위해 경쾌하고 짧은 음향을 삽입하였다.

정상 해부학은 정상인에서 심장의 횡단면, 관상면, 시상면, 심장축면, 심단축면의 MRI영상을 통해 정상 해부학의 학습과 동시에, 질환에 대한 학습시에 참고 자료가 될 수 있다. 특정 단면을 선택하면 해당 학습화면이 열리며 영상의 주요 부위에 labelling 되어있으나 그 명칭은 안 보이고

(Fig. 3a) A, B, C. 등으로 한 항목 씩 선택하면 각 항목의 명칭만 표기되도록 하였다. 또는 'show all legend' 항목을 선택하면 우측의 비어 있던 화면에 각 부위의 명칭이 모두 표기되도록 하였다(Fig. 3b). 또한 'hide all legend' 항목을 선택하면 모든 항목의 명칭이 지워지므로 반복적으로 확인해 볼 수 있도록 하였다.

각 질환 별 영상진단은 특정 질환 별 학습을 통해 각 질환에 대한 정확한 이해를 유도할 수 있으며, 학습화면은 진단명, MRI 영상, 그 질환의 정의 및 주요 학습내용으로 구성되며(Fig. 4a), 영상 우측 상단의 전구를 선택하면 우측의 화면의 내용이 해당 MRI영상에 대한 설명과 그에 관계된 학습 내용으로 전환되도록 하였다(Fig. 4b).

검색 항목은 각각의 MRI 영상을 기준으로 하여 임의로 관심 대상의 영상을 선택함으로써 정상 해부학(Fig. 5) 및 각 질환별 학습화면으로 직접 들어갈 수 있도록 하였고 또한 각 질환별 진단명을 선택하여 직접 관심있는 질환의 학습화면으로 들어갈 수 있도록 하였다.

quiz 항목을 선택하면 MRI 영상과 증례의 병력을 포함한 문제(Fig. 6a)가 소개되고 학습자가 정답 문항을 선택하면 '딩동댕' 소리와 함께 'CORRECT' 및 영상에 대한 보충설명에 화면의 좌측 하단에 소개되도록 하였다(Fig. 6b). 만일 오답을 선택하면 '땡' 소리와 함께 'INCORRECT' 가 나타나도록 하였다. 화면의 메뉴 바의 전진을 선택함으로써 순차적으로 다음 문제를 풀어볼 수 있도록 하였다.

고 찰

MRI는 복잡한 선천성 심혈관 질환의 진단에 유용하며, 모든 교육병원에서 다양한 증례를 경험하기 어려운 실정 이므로 선천성 심혈관 질환의 MRI는 컴퓨터를 이용한 프

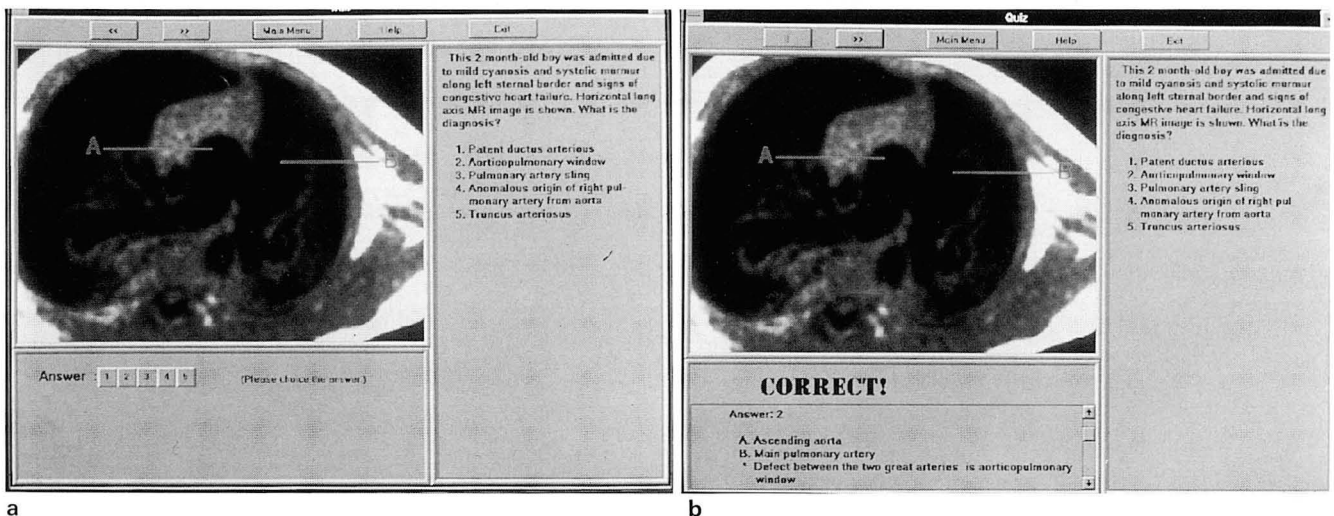


Fig. 6. a. A typical quiz screen. A MR image is shown and the right side of the screen shows a patient history and possible diagnoses of the case.

b. When a user clicks on one of the answers, a field is displayed that explains the reason why that choice is correct or incorrect.

로그래에 적합하다고 볼 수 있다. 심장은 해부학적으로 복잡하여 이해가 쉽지 않으며 심혈관 MRI를 처음 접하는 학생이나 전공자들이 쉽게 이해하기 어렵다. 심장의 정상 구조와 MRI 해부학을 이해하기 위해서는 각 구조물의 명칭에 대하여 정확한 지식을 가져야 하며 영상을 얻는 다양한 단면에서의 상대적인 위치관계를 이해할 수 있어야, 각각의 선천성 심혈관 질환에 있어서의 이상소견이 MRI 영상에서 어떻게 나타나는 지에 대한 이해 및 평가가 가능하다. 이를 위해서는 횡단면, 시상면, 관상면, 심장축면 그리고 심단축면 영상에서의 정상 심장 구조의 모양과 위치를 비교해 보아야 하고 전후 또는 상하의 영상도 비교해야 하며 또한 해부학 교과서 및 다른 참고서적을 참조하면서 학습하여야 한다. 또 이러한 과정을 반복적으로 학습하는 것이 필요하다. 이러한 요구를 만족시키는 데에 컴퓨터를 이용한 학습이 효과적일 것으로 생각된다.

의학 분야에 있어서 컴퓨터의 역할은 환자의 검사 소견, 방사선 촬영 소견, 병리학적 소견서를 수록하거나 직접 영상을 보여주는 기능 이외에 교육적 목적으로도 점차 그 비중이 증대되고 있는 실정이다(1). 컴퓨터를 이용한 의학교육의 장점으로는 다음과 같은 것들이 있다. 즉 강의실에서 듣는 수동적 강의와는 달리 상호 작용을 통한 피드백이 즉시 가능한 적극적(active)인 방법으로서 지속적으로 교육에 접할 수 있고 학생들은 개개인의 능력과 필요에 따라 학습 속도를 조절할 수 있으며 교수보다는 학생의 편에서 교육이 이루어 지므로 학습성취도가 높다. 개인교습 형식으로 교육이 가능하며 재현성(reproducibility)이 있고 객관적(objective)인 교육이 가능하다. 또한 해당 교육 병원에서 경험할 수 있는 증례 이외에도 보다 보편적이고 포괄적인 다양한 교육 자료(resources)를 제공할 수 있으며, 증례의 경과 및 예후에 대한 간접적인 경험을 충분히 할 수 있다. 멀티 미디어 컴퓨터를 통해 비디오, 음향 등의 수록과 전달이 가능하며 쉽게 휴대할 수 있고 컴퓨터 통신에 의한 원격리 교육도 가능하다.

특히 방사선과 영역에서는 그 특성상 주된 교육이 영상을 통해 이루어져야 하므로 교과서나 teaching file 등이 주된 교육 매체이었으나 판독대같이 커다란 장비와 teaching file의 필름의 부피가 커서 쉽게 접근하기 어렵고 교육 장소에 있어서 공간의 제한을 받아 왔다. 컴퓨터를 이용한 교육 프로그램은 이러한 단점을 극복할 수 있으며 상기한 여러 장점 들을 모두 수용할 수 있는 이상적인 매체로 생각된다. 특히 프로그램을 통해서 개개의 학습자의 현재의 지식 수준에 따라 개별화된 상호 작용이 가능하며, 멀티 미디어의 기능을 최대한 활용하여 디지털 영상인 CT, MRI, 초음파 등의 방대한 분량의 정적 및 동적 영상, 문장, 음향과 보조적 도표나 화보 등으로 구성된 교육자료를 수록하고 전달할 수 있으며 입체적인 교육 효과를 얻을 수 있다는 점이 가장 큰 장점이다(2-5). 또한 컴퓨터를 이용한 교육 프로그램은 교과서에 비해 계속적으로 쉽게 수정 보완하여 upgrade가 가능하며 프로그램을 공유함으로써 노력

의 중복을 막을 수 있다.

개인용 컴퓨터 이외에도 두가지 방향을 통하여 이러한 교육 프로그램의 개발과 사용이 활성화 될 수 있겠는데 병원간의 또는 방사선과 내의 network를 구성하여 여러 사람이 자유로이 프로그램에 접근할 수 있도록 하거나, 이상적인 매체인 CD-ROM을 이용하는 것이다(2, 6).

프로그램의 개발을 성공적으로 수행하기 위해서는 프로그래밍과 운영에 필요한 시스템 환경으로서 컴퓨터 및 주변 장치의 하드웨어, 소프트웨어가 준비되어야 한다. 예를 들면 본 프로그램은 보편적으로 여러 학습자가 활용할 수 있도록 486급 이상의 시스템에서 원활히 운영되도록 제작하였다. 또한 교육 목적을 결정하고 그에 따라 교육 대상을 선정한 이후에 교육자료의 범위를 선택하는 것이 바람직하다(7).

본 프로그램은 정상 해부학과 질환 단원을 함께 포함시킴으로서 앞뒤 참조가 가능하고, 각각의 질환에 대한 영상 이외에도 전체적 개요를 재검토할 수 있으며 quiz를 통해 이 프로그램에서 학습한 내용에 대해 학습자 스스로 평가해 볼수있는기능이 포함되어 있다는 장점이 있다(2, 3, 8).

영상 획득에 있어서 MRI 영상을 일단 35mm 슬라이드로 옮겨 놓고 이를 다시 스캐너로 획득을 하였는데 교육용으로서 획득 영상의 질은 대체적으로 만족할 만한 수준으로 생각되지만 최초의 심장 MRI 영상 자료의 상태에 따라, cine MRI 등 촬영 방법에 따라서 심장의 구조 및 중요 소견을 분명하게 보여주기 위해서는 software 를 통한 영상의 전처리 및 조정이 필요하였고 이 과정에서 약간의 영상의 손실이 초래되었다. 앞으로 이런 점은 MR 기계로부터 직접 디지털 영상을 개인용 컴퓨터로 전송함으로써 극복될 수 있으리라 생각된다.

참 고 문 헌

1. Fishman EK, Ney DR, Hennessey JG, Nixon MS. Computer-based radiological teaching programs: The challenge and trauma of development and implementation. *Semin US CT MRI* 1992;13:113-121
2. Jaffe CC. Computer-aided instruction: The real issues. *RadioGraphics* 1994;14:278
3. Jaffe CC, Lynch PJ. Computer-aided instruction for radiologic education. *RadioGraphics* 1993;13:931-937
4. 신미정, 김건우, 전동진등. 개인용 컴퓨터를 이용한 교육용 화상자료체계의 구축. *대한방사선의학회지* 1995;32:677-682
5. Nixon MS, Fishman EK, Magid D, Hennessey JG, Ney DR. The use of graphic in an interactive computer teaching program. *J Med Syst* 1991;15:155-170
6. Piemme TE. Computer-assisted learning and evaluation in medicine. *JAMA* 1988;260:367-372
7. Tessler FN, Kimme-Smith C, Marx PS, Singh H. Strategies for developing effective computer-assisted instruction: A computer-based teaching module on color Doppler US. *RadioGraphics* 1995;15:469-473
8. Hillard AE, Sievert LJ, Boote EJ. Computer-assisted instruction: MR imaging of the Knee. *RadioGraphics* 1995;15:475-480

Computer-Assited Instruction : MR Imaging of Congenital Heart Disease¹

Young Hi Choi, M.D., Sang Hoon Lee, Ph.D.², Yeon Hyeon Choe, M.D.³,
Yang Min Kim, M.D.⁴, Pil Mun Yu, M.D.

¹ Department of Radiology, Dankook University College of Medicine

² Department of Biomedical Engineering, Dankook University College of Medicine

³ Department of Radiology, Samsung Medical Center

⁴ Sejong Heart Institute

Purpose: To develop a software program for computer-assisted instruction on MR imaging of congenital heart disease for medical students and residents to achieve repetitive and effective self-learning.

Materials and Methods: We used a film scanner(Scan Maker 35t) and IBM-PC(486 DX-2, 60 MHz) for acquisition and storage of image data. The accessories attached to the main processor were CD-ROM drive(Sony), sound card(Soundblaster-Pro), and speaker. We used software of Adobe Photoshop(v 3.0) and Paint Shop-Pro(v 3.0) for preprocessing image data, and Paintbrush from Microsoft Windows^{3.1} for labelling. The language used for programming was Visual basic(v 3.0) from Microsoft Corporation.

Results: We developed a software program for computer-assisted instruction on MR imaging of congenital heart disease as an effective educational tool.

Index Words : Heart, MR

Heart, abnormalities

Education

Address reprint requests to : Young Hi Choi, M.D., Department of Radiology, Dankook University Hospital,
29 Anseodong Chonan Choongnam, 330-715, Korea. Tel. 82-417-550-6921 Fax. 82-417-552-9674