대한체질인류학회지
Korean J Phys Anthrop
13(3): 263 ~ 270, 2000

여러 방향으로 촬영한 머리, 목의 자기공명영상을 익힐 수 있는 컴퓨터 소프트웨어

정민석, 조우정, 김이석, 조재현[1], 최우영[2]
아주대학교 의과대학 해부학교실, [1]아주대학교 의과대학 진단방사선과학교실,
[2]명지대학교 전자정보통신공학부

간추림 : 자기공명영상에서 머리, 목의 정상 구조가 어떻게 보이는지 익히기 위해서 의과대학 학생과 의사는 자기공명영상 필름, 진단방사선학 책, 컴퓨터 소프트웨어와 같은 교육 자료를 써왔다. 그런데 이제까지의 교육 자료는 자기공명영상을 깨닫는 데 많은 문제가 있다. 이 연구의 목적은 여러 방향으로 촬영한 머리, 목의 자기공명영상을 익힐 수 있는 소프트웨어를 만들어서 새로운 교육 자료로 제시하는 것이다.

지원자는 19세의 남자로서 한국 사람의 표준 체형(평균±평균×5%)에 속하였으며, 좋은 자기공명영상을 마련하는 데 문제가 되는 금속 의치가 없었다. 지원자를 자기공명영상 촬영기에 눕힌 다음, 머리, 목의 자기공명영상을 1 mm 간격으로 촬영해서(화소 크기: 1 mm × 1 mm) 271장의 자기공명영상을 마련하였다. 자기공명영상을 개인용 컴퓨터로 옮긴 다음, 자기공명영상에서 보이는 18개 구조를 수동으로 구역화하였다. 그 결과, 네 가지의 2차원 영상(자기공명영상, 구역화영상, 테두리구역화영상, 자기공명영상 더하기 테두리구역화영상)을 마련하였다. 2차원 영상을 쌓아서 3차원 영상으로 재구성한 다음, 3차원 영상을 여러 방향으로 절단해서 볼 수 있는 개인용 컴퓨터 소프트웨어를 만들었다.

이 연구에서 만든 소프트웨어의 기능은 다음과 같았다. 머리, 목의 3차원 영상을 여러 방향으로 절단해서 네 가지의 영상(자기공명영상, 구역화영상, 테두리구역화영상, 자기공명영상 더하기 테두리구역화영상)으로 볼 수 있었다. 절단면을 확대해서 볼 수 있었고, 절단면에서 보이는 구조가 무엇인지 쉽게 알 수 있었다. 머리, 목 전체를 돌려보거나 머리, 목의 구조 중에서 몇 개를 골라서 돌려볼 수 있었다.

이 연구에서 만든 소프트웨어는 여러 방향으로 촬영한 머리, 목의 자기공명영상을 익히는 데 도움이 된다. 특히 이 소프트웨어는 개인용 컴퓨터에서 쓸 수 있고 한국 사람의 머리, 목에 있는 작은 구조까지 볼 수 있다는 장점이 있다.

찾아보기 날말 : 머리, 목, 자기공명영상, 익힘, 컴퓨터 소프트웨어, 3차원 영상

서 론

머리, 목의 자기공명영상을 올바르게 판독하기 위해서는 머리, 목의 정상 구조가 자기공명영상에서 어떻게 보이는지 익혀야 한다(Le 등 1993). 이를 위해서 이제까지 의과대학 학생과 의사는 자기공명영상 필름, 진단방사선학 책, 컴퓨터 소프트웨어와 같은 교육 자료를 써왔다(Han과 Kim 1995, Cook 1997, Davison 등 2000). 그런데 이제까지의 교육 자료는 다음과 같은 문제가 있다. 첫째, 외국 사람의 자기공명영상으로는 한국 사람의 자기공명영상을 익히기에 덜 바람직하다. 둘째, 간격이 두꺼운 자기공명영상으로는 머리, 목의 작은 구조를 보지 못할 수 있다. 셋째, 구역화하지 않은 자기공명영상으로는 머리, 목의 구조를 구별하기 어렵다. 넷째, 수평 방향으로 촬영한 자기공명영상으로는 여러 방향으로 촬영한 자기공명영상을 익히기 어렵

다. 다섯째, 자기공명영상 촬영기에 딸린 소프트웨어는 아무나 쓸 수 없다. 이 연구의 목적은 여러 방향으로 촬영한 머리, 목의 자기공명영상을 익힐 수 있는 소프트웨어를 만들어서 새로운 교육 자료로 제시하는 것이다. 이를 위해서 한국 사람의 19세 표준 체형에 속한 남자를 대상으로 머리, 목의 자기공명영상을 촬영해서 3차원 영상으로 재구성한 다음, 여러 방향으로 절단해서 볼 수 있는 소프트웨어를 만들었다.

대상 및 방법

좋은 자기공명영상을 얻기 위해서 다음과 같은 조건을 갖춘 지원자를 뽑았다. 첫째, 한국 사람의 표준 체형(평균±평균×5%)에 속한 남자(19세)였다. 키(176 cm), 몸무게(67 kg) 뿐만 아니라, 머리, 목의 계측 값도 19세 나이의 표준 체형에 속하였다. 머리, 목의 계측 값(19가지)은 체질인류학에서 쓰는 방법대로 계측한 결과이며, 구체적으로 머리길이, 머리너비, 머리두께, 귀구슬사이너비, 눈-턱끝길이, 얼굴길이, 귀구슬사이턱밑길이, 귀구슬사이머리마루점길이, 눈살점-머리마루점-뒤통수점길이, 머리둘레, 눈동자사이너비, 입너비, 귀깊이, 귀길이, 귀폭, 귀-눈살점길이, 귀-뒤통수점길이, 귀-머리마루점길이, 귀-턱끝점길이를 계측하였다(김철중 등 1992). 둘째, 머리, 목에 관해서 문진과 이학검사를 한 결과, 정상이었다. 셋째, 좋은 자기공명영상을 마련하는 데 문제가 되는 금속 의치가 없었다. 넷째, 긴 시간 동안 자기공명영상을 촬영하는 데 문제가 되는 폐쇄공포, 심장박동이상, 호흡이상이 없었다.

자기공명영상 촬영기(GE Signa Horizon 1.5 Tesla MRI System, Milwaukee, WS)를 써서 머리, 목의 자기공명영상을 촬영하여 개인용 컴퓨터로 옮겼다. 촬영할 때 field of view를 256 mm×256 mm로 하고 화소(pixel) 개수를 256×256으로 함으로써 화소 크기가 1 mm×1 mm가 되게 하였다. 촬영 간격을 화소 크기처럼 1 mm로 하였는데, 이것은 3차원 영상으로 재구성할 때 정육면체의 voxel을 얻기 위한 것이었다. 그 결과로 얻은 머리, 목의 자기공명영상은 모두 271장이었다. T1을 강조하는 방법 중에서 IRFGRE (inversion recovery fast gradient recalled image, repetition time: 9 msec, eco time: 2.8 msec, inversion time: 500 msec, acquisition time: 15 min×2) 방법을 썼는데, 이것은 물렁조직을 뚜렷하게 나

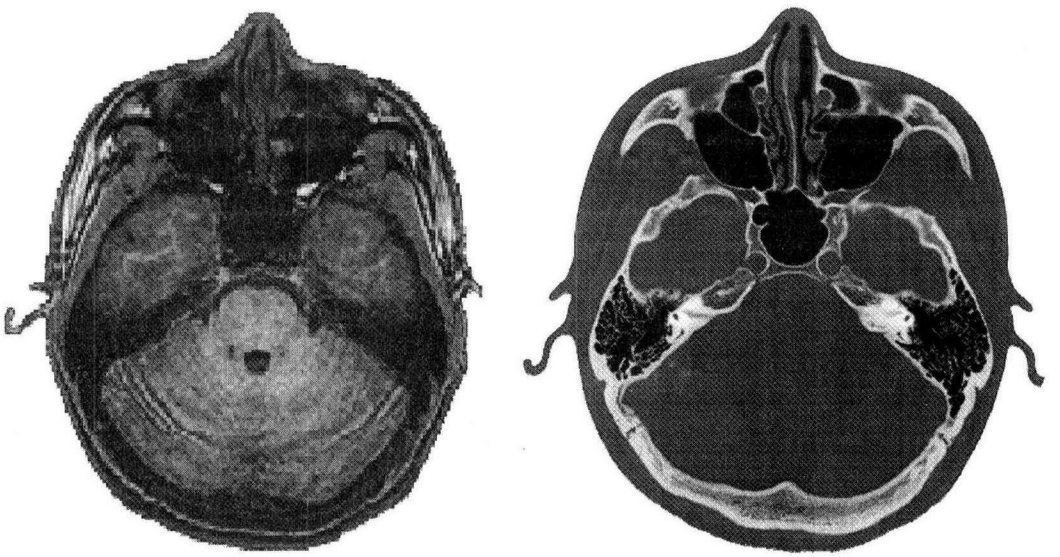

Fig. 1. MRI (left) and CT (right) of the head.

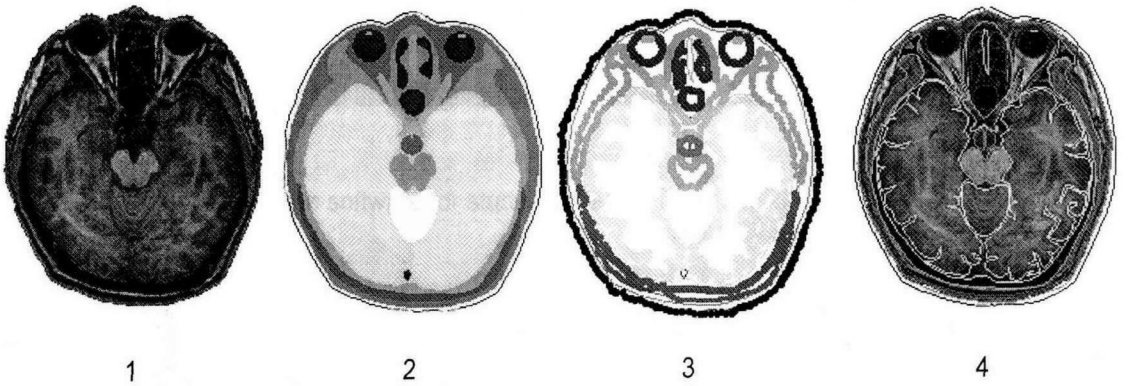

Fig. 2. Four kinds of two-dimensional images of the head. 1: MRI, 2: segmented image, 3: segmented image with margin, 4: MRI plus segmented image with margin.

타내기 위한 것과 지원자가 움직여서 생기는 인공산물을 막으려고 촬영 시간을 줄이기 위한 것이었다. 촬영한 자기공명영상을 판독해서 머리, 목에 특별한 질병이 없는 것을 확인하였다. 자기공명영상을 개인용 컴퓨터로 옮길 때에는 π View (Mediface™) 소프트웨어를 써서 DICOM 파일을 bmp 파일로 바꾸었다.

자기공명영상에서 잘 보이지 않는 구조를 구역화하기 위하여 컴퓨터단층촬영기 (GE Highspeed advantage, Milwaukee, WS)를 써서 머리, 목의 컴퓨터단층사진을 촬영하여 개인용 컴퓨터로 옮겼다. 촬영할 때 field of view를 256 mm × 256 mm로, 화소 개수를 512 × 512로 하였다. 촬영 간격을 정수리점에서 나비뼈까지는 3 mm로, 위턱뼈는 1 mm로, 아래턱뼈는 3 mm로 하였다. Bone algorism을 썼는데, 이것은 자기공명영상에서 잘 보이지 않는 뼈 등을 뚜렷하게 나타내기 위한 것이었다. 컴퓨터단층사진을 개인용 컴퓨터로 옮길 때에는 자기공명영상과 마찬가지로 π View 소프트웨어를 써서 DICOM 파일을 bmp 파일로 바꾸었다.

자기공명영상에서 구역화할 머리, 목의 구조를 결정하였다. 그 구조(18개)는 뼈, 코곁동굴, 연골, 근육, 침샘, 동맥, 정맥, 척수, 숨뇌, 다리뇌, 중간뇌, 소뇌, 시상, 대뇌, 뇌실, 뇌척수막, 피부, 피부밑조직이었다.

자기공명영상을 인쇄한 다음, 인쇄한 종이에 각

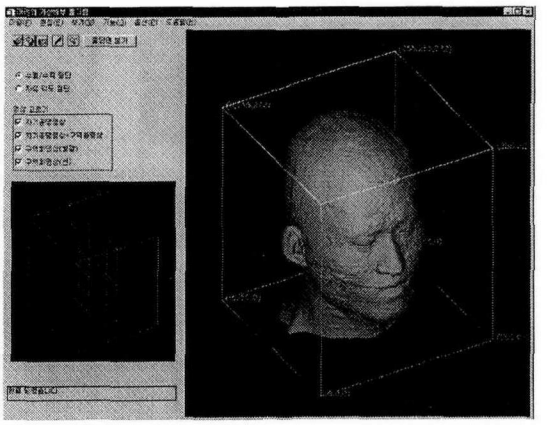

Fig. 3. Feature of the software for studying the multi-plane MRI of the head and neck.

구조(18개)의 테두리를 덧그렸다. 자기공명영상(bmp 파일)을 ACDSee 32 소프트웨어 (version 3.0, ACD Systems™)로 옮긴 다음, A4 용지에 거의 가득 차게 확대해서 인쇄하였다. 각 구조의 테두리를 색연필로 덧그리되, 자기공명영상에서 잘 보이지 않는 구조는 컴퓨터단층사진(bmp 파일)을 참고하였다. 보기를 들어서 머리뼈와 코곁동굴이 자기공명영상에서는 잘 보이지 않았으나 컴퓨터단층사진에서는 잘 보였다(Fig. 1).

종이에 그린 것을 참고하여 컴퓨터에서 각 구조의 테두리를 덧그렸다. 자기공명영상(bmp 파일)을

CorelDRAW 소프트웨어 (version 8.0, Corel Corporation™)로 옮긴 다음, 각 구조의 테두리를 마우스로 덧그렸다. 이 때 각 구조를 서로 다른 빛깔로 그려서 다른 구조와 구별할 수 있게 하였다. 이처럼 각 구조를 수동으로 그림으로써 구역화영상을 마련하였고, 이 구역화영상(cdr 파일)을 bmp 파일로 바꾸었다. 자기공명영상과 구역화영상을 다듬어서 네 가지 2차원 영상(자기공명영상, 구역화영상, 테두리

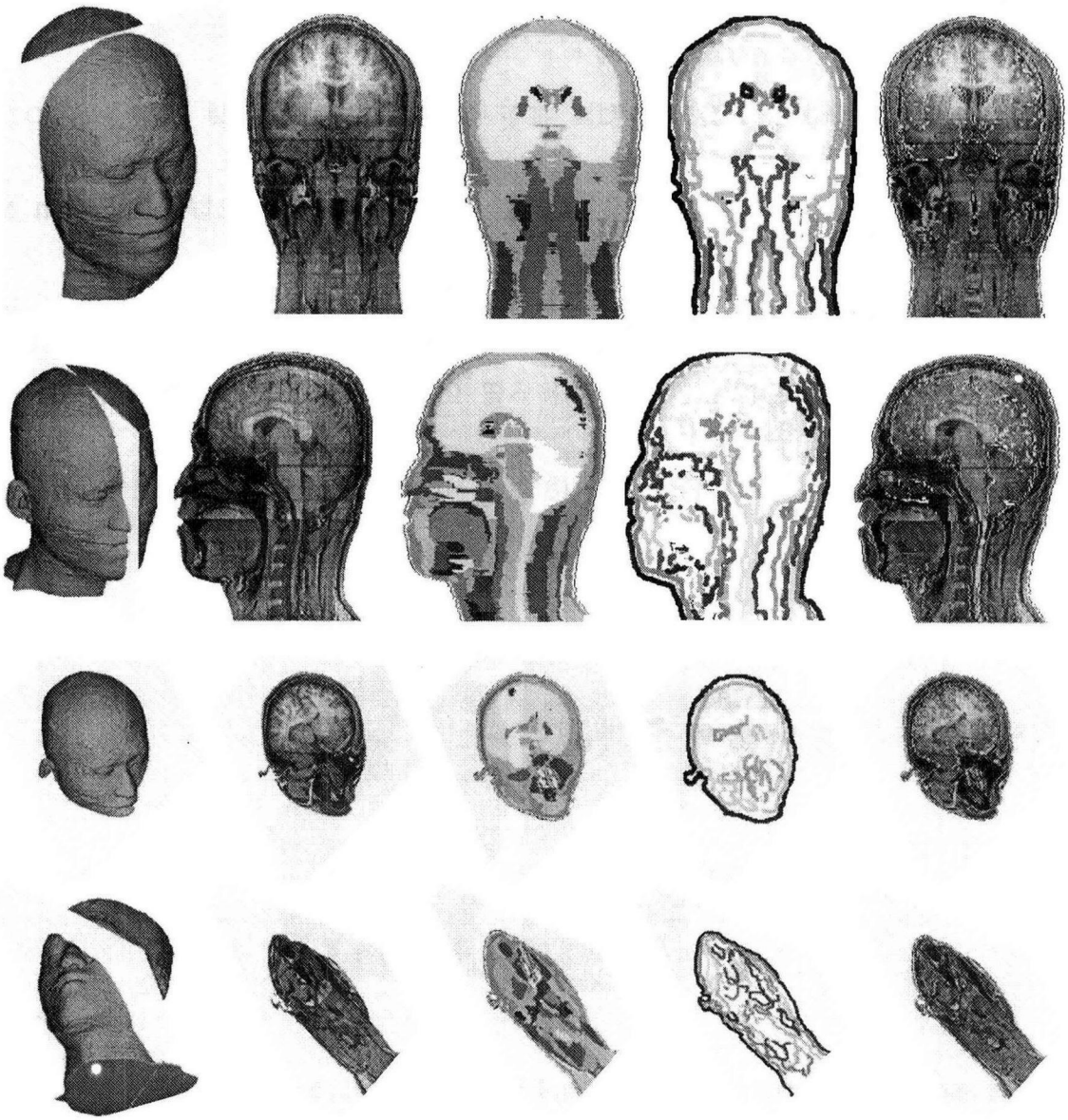

Fig. 4. Sectioning of three-dimensional image of the head and neck. Coronal sectioning (first row), sagittal sectioning (second row), and free angle sectioning (third and fourth rows) are followed by their planes showing MRI (second column), segmented image (third column), segmented image with margin (fourth column), and MRI plus segmented image with margin (fifth column).

구역화영상, 자기공명영상 더하기 테두리구역화영상)을 마련하였다(Fig. 2).

2차원 영상을 쌓아서 3차원 영상으로 재구성한(volume rendering) 다음, 3차원 영상을 여러 방향으로 절단해서 볼 수 있는 소프트웨어를 만들었다. 3차원 영상과 소프트웨어를 만들 때에는 IDL library (version 5.0, Research Systems, Inc.™)를 썼다. 이 소프트웨어는 개인용 컴퓨터의 Windows에서 쓸 수 있었다(Fig. 3).

결 과

이 연구에서 만든 소프트웨어의 중요한 기능은 머리, 목의 3차원 영상을 절단해서 보는 것이었다. 3차원 영상에서 수평절단하는 곳을 고르면 그 곳의 수평절단면을 볼 수 있었고, 관상절단 또는 시상절단하는 곳을 고르면 그 곳의 관상절단면 또는 시상절단면을 볼 수 있었다. 3차원 영상에서 비스듬히 절단하는 방향과 높이를 고르면 그 방향과 높이의 절단면을 볼 수 있었다. 또한 3차원 영상을 돌린 다음에도 절단해서 볼 수 있었다. 절단면은 네 가지의 영상(자기공명영상, 구역화영상, 테두리구역화영상, 자기공명영상 더하기 테두리구역화영상)으로 볼 수 있었다(Fig. 4).

머리, 목의 절단면을 확대해서 볼 수 있었고, 절단면에서 보이는 구조가 무엇인지 쉽게 알 수 있었다. 절단면을 확대할 때에는 확대할 곳과 확대할 배율을 결정할 수 있었다. 확대할 때 nearest neighbor 방법으로 처리하면 block 효과가 생겨서 화소(pixel)를 구별할 수 있었으나, bilinear 방법으로 처리하면 interpolation 효과가 생겨서 화소를 구별할 수 없었다(Fig. 5). 절단면에서 보이는 구조에 마우스 포인터를 놓고 딸각하면 그 구조의 이름이 나타났고, 이 기능을 쓰면 자기공명영상을 깨닫는 데 도움이 되었다(Fig. 6).

머리, 목의 3차원 영상을 돌려보는 기능을 덧붙였다. 머리, 목 전체의 3차원 영상을 여러 방향으로 돌려볼 수 있었다. 머리, 목의 구조 중에서 몇 개를 고른 다음, 고른 구조의 3차원 영상을 여러 방향으로 돌려볼 수 있었다. 이 때 머리, 목의 표면을 반투명하게 나타냈기 때문에 속에 있는 구조가 입체적으로 어디에 있고 어떻게 생겼는지 쉽게 깨달을 수 있었다(Fig. 7).

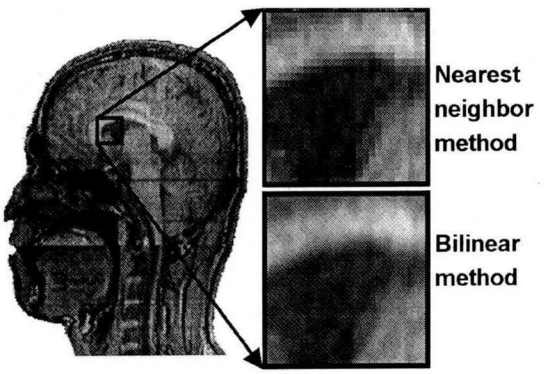

Fig. 5. Zooming of the sectioned plane of the head and neck. The zooming planes are represented by the nearest neighbor method and the bilinear method.

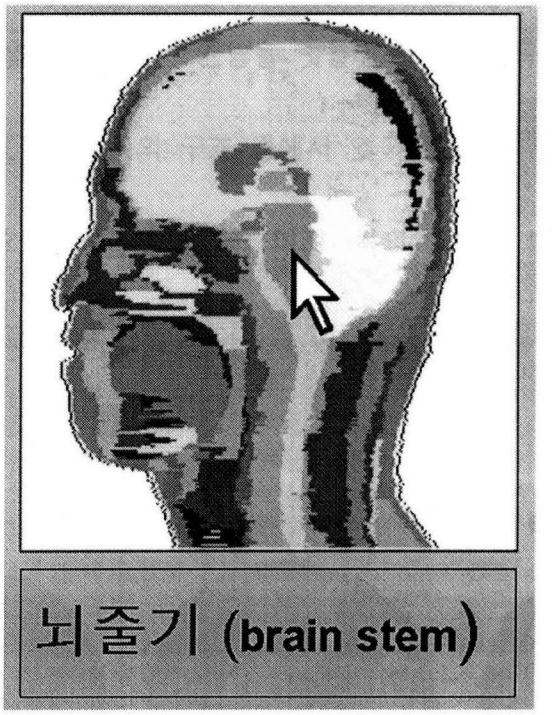

Fig. 6. Representing of the name of a selected component. The computer mouse pointer is located on the brain stem.

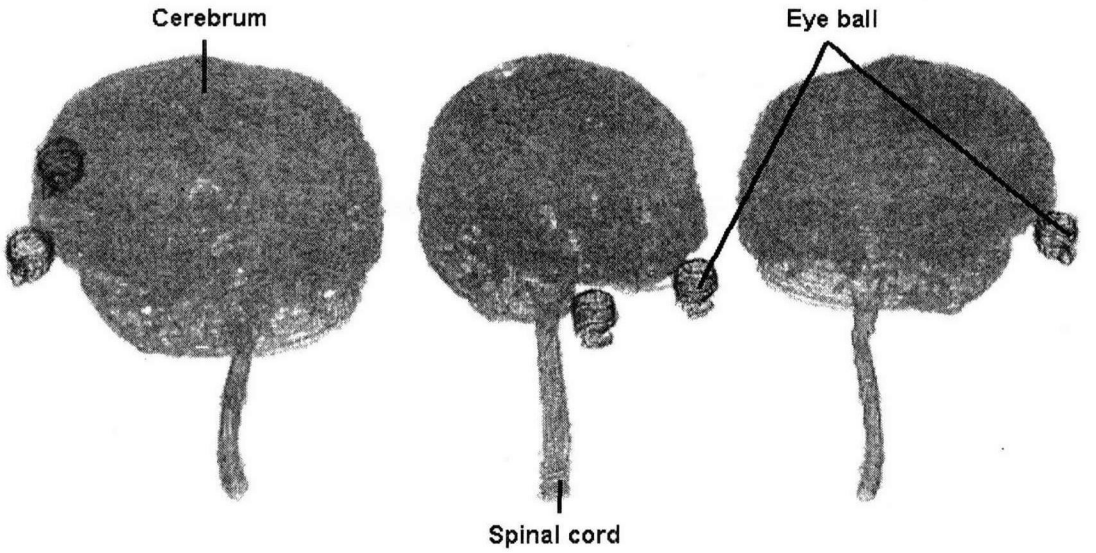

Fig. 7. Free angle rotating of three-dimensional image of the selected components (cerebrum, spinal cord, eye ball) of the head and neck.

고 찰

자기공명영상에서 머리, 목의 정상 구조가 어떻게 보이는지 익히기 위해서 의과대학 학생과 의사는 자기공명영상 필름, 진단방사선학 책, 소프트웨어와 같은 교육 자료를 써왔다(Han과 Kim 1995, Cook 1997, Davison 등 2000). 이 연구에서는 이제까지의 교육 자료가 갖고 있는 단점을 보완하기 위해서 다음과 같은 기능을 갖춘 소프트웨어를 만들었다.

첫째, 한국 사람의 자기공명영상을 볼 수 있다. 인종과 민족마다 얼굴이 다르게 생긴 것처럼 기관도 다르게 생겼다(Lore 1988). 따라서 한국의 의과대학 학생과 의사를 위한 소프트웨어는 한국 사람의 자기공명영상으로 만드는 것이 바람직하다.

둘째, 간격이 얇은 자기공명영상을 볼 수 있다. 자기공명영상을 1 mm 간격으로 얇게 촬영하면 뇌신경처럼 작은 구조도 놓치지 않고 볼 수 있다는 장점이 있다(강형근 등 1994, 최혜영 등 1997).

셋째, 서로 들어맞는 자기공명영상과 구역화영상을 함께 볼 수 있다. 구역화영상이 있으면 자기공명영상에서 보이는 구조의 위치와 생김새를 쉽게 깨달을 수 있다(Figs. 2, 4) (김이석과 정민석 1999, 김이석 등 2000). 특히 절단면에서 보이는 구조의 이름이 나타나게 하는 기능을 쓰면 매우 편리하다(Fig. 6).

넷째, 여러 방향으로 촬영한 자기공명영상을 볼 수 있다. 진단방사선과 의사는 수평 방향 뿐만 아니라 관상 방향과 시상 방향의 자기공명영상도 판독하고, 필요하면 비스듬한 방향의 자기공명영상도 판독한다(김이석 등 2000). 3차원 영상을 여러 방향으로 절단해서 보는 기능을 쓰면 여러 방향으로 촬영한 자기공명영상을 익히는 데 도움이 된다. 특히 이 연구에서는 자기공명영상의 화소 크기가 1 mm × 1 mm였고, 간격이 1 mm였기 때문에 3차원 영상을 어느 방향으로 절단해도 보기 좋은 절단면이 나타났다(Fig. 4).

다섯째, 자기공명영상에서 보이는 구조의 입체 생김새를 볼 수 있다. 구역화한 구조 중에서 몇 개를 골라서 돌려보는 기능을 쓰면(Fig. 7) 그 구조가 자기공명영상에서 어떻게 보이는지 익히는 데 도움이 된다(Schiemann 등 2000).

여섯째, 개인용 컴퓨터에서 쓸 수 있다. 자기공명영상 촬영기에 딸린 소프트웨어도 3차원 영상을 여러 방향으로 절단해서 보는 기능이 있는데, 이 소프트웨어는 진단방사선과에서만 쓸 수 있다. 그러나 개인용 컴퓨터의 Windows에서 쓸 수 있는 소프트웨어는 사간과 장소의 제한이 없다.

의과대학 학생과 의사가 이 연구에서 만든 소프트웨어를 교육 자료로 쓰면 여러 방향으로 촬영한 머리, 목의 자기공명영상을 익히는 데 도움이 된다. 특히 이 소프트웨어는 개인용 컴퓨터에서 쓸 수 있고 한국 사람의 머리, 목에 있는 작은 구조까지 볼 수 있다는 장점이 있다.

앞으로 더 좋은 소프트웨어를 만들기 위해서 다음과 같은 연구를 진행해야 한다.

첫째, 몸통, 팔다리의 자기공명영상을 덧붙이는 것이다. 머리, 목을 포함한 온몸의 자기공명영상을 익힐 필요가 있다. 이를 위해서 이 지원자의 도움을 받아서 몸통, 팔다리의 자기공명영상을 촬영할 필요가 있다.

둘째, 질병이 있는 지원자의 자기공명영상을 덧붙이는 것이다. 정상 구조의 자기공명영상과 비정상 구조의 자기공명영상을 함께 보면 질병 판독을 익히는 데 도움이 된다. 이를 위해서는 질병이 있는 지원자의 도움을 받아서 자기공명영상을 촬영할 필요가 있다.

셋째, 시체의 절단면영상을 덧붙이는 것이다. 시체를 직접 절단해서 찍은 절단면영상은 자기공명영상과 달리 사람 몸의 빛깔을 그대로 나타내고 해상도의 한계가 없다. 따라서 서로 들어 맞는 절단면영상과 자기공명영상과 함께 보면 자기공명영상을 쉽게 익힐 수 있다. 이를 위해서는 죽은 지 얼마 안된 시체의 자기공명영상을 촬영한 다음, 시체를 얼려서 연속절단할 필요가 있다(Spitzer 등 1996, Toga 등 1997).

참 고 문 헌

강형근, 김현주, 김재규, 정현웅, 문웅재 : 측두골내 안면신경의 3차원 용적 자기공명영상. 대한방사선학회지 31 : 615-619, 1994.

김이석, 정민석 : 한국 사람의 시체로 만든 허파의 3차원 영상과 가상해부 풀그림. 대한해부학회지 32 : 859-868, 1999.

김이석, 정민석, 김선용, 서해영 : 뇌의 생김새와 자기공명영상을 깨닫는 데 도움이 되는 컴퓨터 풀그림. 한국의학교육 12 : 21-33, 2000.

김철중, 이남식, 김진호, 박수찬, 이응호, 최종후, 강신철, 이규금, 이상도, 이동춘 : 산업제품의 표준치 설정을 위한 국민표준체위 조사 보고서. 한국표준과학연구소, pp. 3-5, p. 37, 1992.

최혜영, 이정식, 고은주, 이명숙 : Constructive Interference in Steady State (CISS)법을 이용한 내이 및 주변 구조물의 3DFT MRI. 대한방사선의학회지 36 : 385-391, 1997.

Cook P : Sheet plastination as a clinically based teaching aid at the University of Auckland. Acta Anat 158 : 33-36, 1997.

Davison BD, Teool R, Blickman JG : World wide web program for optimizing and assessing medical student performance during the radiology clerkship. Acad Radiol 7 : 260-263, 2000.

Han MC, Kim CW : Sectional Human Anatomy. 3rd ed. Seoul, Ilchokak, 1995.

Le BD, Douek P, Argyropoulou M, Turner R, Patronas N, Fulham M : Diffusion and perfusion magnetic resonance imaging in brain tumors. Top Magn Reson Imaging 5 : 25-31, 1993.

Lore JM : An Atlas of Head and Neck Surgery. 3rd ed. Philadelphia, Saunders, p. 34, 1988.

Schiemann T, Freudenberg J, Pflesser B, Pommert A, Priesmeyer K, Riemer M, Schubert R, Tiede U, Höhne KH : Exploring the visible human using the VOXEL-MAN framework. Comput Med Imaging Graph 24 : 127-132, 2000.

Spitzer VM, Ackerman MJ, Scherzinger AL, Whitlock DG : The visible human male. Technical report. J Am Med Inform Assoc 3 : 118-130, 1996.

Toga AW, Goldkorn A, Ambach K, Chao K, Quinn BC, Yao P : Postmortem cryosectioning as an anatomic reference for human brain mapping. Comput Med Imaging Graph 21 : 131-141, 1997.

Abstract

Computer Software for Studying the Multi-Plane MRI of the Head and Neck

Min Suk Chung, Woo Jung Cho, Yi Suk Kim, Jae Hyun Cho[1], Woo Young Choi[2]

Department of Anatomy and [1]Department of Radiology, Ajou University School of Medicine,
[2]Division of Electronic, Information & Communication Engineering, Myongji University

To study how normal structures of the head and neck appear on MRI, medical students and doctors have used educational tools such as MRI film, diagnostic radiology textbooks, and computer software. However, there are limitations to use these tools. First, the foreigner's MRI are not the most ideal model for Koreans to study. Second, small components of the head and neck cannot be easily seen using MRI with thick intervals. Third, it is difficult to identify each component of the head and neck using MRI without segmented images. Fourth, the multi-plane MRI cannot be thoroughly studied using just the horizontal MRI. Fifth, it is not always accesible to use the software accompanied by an MRI machine. The purpose of this study is to develop software which can be used as an educational tool for the study of multi-plane MRI of the head and neck.

Images were obtained from a 19-year-old male with a standard Korean body size (average ± average × 5%), who did not have any metal dentures which could elicit problems with MRI. 271 MRI (pixel size 1 mm × 1 mm) of the head and neck were taken at 1 mm intervals, then, moved to a personal computer where 18 components of the head and neck were manually segmented. As a result, four sets of two-dimensional (2D) images (MRI, segmented image, segmented image with margin, MRI plus segmented image with margin) were prepared. After building 2D images, a three-dimensional (3D) image of the head and neck was reconstructed through volume rendering, and then software was developed on which the 3D image could be sectioned at free angles.

Various functions were established on the software such as sectioning of the 3D image of the head and neck at free angles to show its planes (MRI, segmented image, segmented image with margin, and MRI plus segmented image with margin), identification of the components in the sectioned plane, and rotating of the 3D images of the selected components at free angles.

Software developed in this study can be an learning resource for studying the multi-plane MRI of the head and neck. It is especially valuable because it operates on personal computers, and even small components of the Korean head and neck can be observed.

Key words : Head, Neck, MRI, Studying, Computer software, Three-dimensional image