

생선가시의 전산화 단층촬영 자료에 삼차원 재구성법을 적용한 연구

인제대학교 의과대학 상계백병원 이비인후과학교실,¹ 흉부외과학교실,² 영상의학과학교실³

박중현¹ · 우국성¹ · 유영삼¹ · 김동원² · 이한비³

Three Dimensional Reconstruction on Computed Tomograms of Fish Bones

Joong Hyun Park,¹ Kuk Sung Woo,¹ Young Sam Yoo,¹ Dong Won Kim² and Han Bee Lee³

¹Departments of Otolaryngology Head and Neck Surgery, ²Thoracic and Cardiovascular Surgery and

³Radiology, Sanggye Paik Hospital, College of Medicine, Inje University, Seoul, Korea

Background and Objectives This study was conducted to gather three dimensional images from computed tomogram in detecting and gaining information about fish bones.

Materials and Methods Thirty-nine fish bones and 2 chicken leg bones were used. Bones sandwiched between the cotton sheets were placed into the 3 plastic boxes. Computed tomogram of the bones in the boxes were reconstructed three-dimensionally by Xelis (Infinit, Korea) to make images of MPR, MIP and VR images. The images were compared with real chicken bones and fish bones as to possibility of detection, finding of location and orientation, and evaluation of shape and calculation of size.

Results All 41 bones were detected in all reconstructed images. Distance to the bones from reference point can be measured and orientation can be checked. Shapes were similar between matched images of all real bones.

Conclusion The results indicate the usefulness of 3D reconstruction technique in getting informations about fish bones.

Korean J Bronchoesophagol 2012;18:49-55

KEY WORDS Three dimensional reconstruction · Fish bone · Foreign body.

서 론

식도는 음식이 들어가는 통로이므로 음식으로 인한 이물질이 많이 걸릴 수 있다. 특히 음식에 단단한 부분이 있는 경우 이물질로 많이 걸리는데 그 중 닭뼈나 생선가시가 가장 많다. 특히 생선은 가시의 길이나 모양이 식도에 걸리기 좋은 조건을 갖추고 있다. 즉, 단단하고 뾰족하며 생선의 연한 부분과 함께 삼켜져서 이물로 걸릴 수 있다. 생선은 요리에 따라 탕과 같이 생선의 머리부터 꼬리까지 전체가 들어가는 경우도 있고 살 부위만 요리로 제공되는 경우도 있다. 특히 매운탕은 생선과 국물이 같이 제공되어 식기도중 국물을 들이키면서 가시가 식도로

들어갈 위험이 있는 경우가 많다. 생선가시 이물은 여러 형태로 발병하는데, 인두 이물, 식도 이물, 혹은 식도를 뚫고 지나서 농양 등의 합병증을 유발하는 3가지 형태로 보고되고 있다.¹⁻³⁾ 문헌상으로는 영미권이던 아시아권이던 바다에 인접한 국가에서 생선가시 이물에 대한 보고가 많은 편이다.⁴⁻⁶⁾ 국내에선 전국적으로 생선을 먹을 기회가 있으므로 생선가시 이물은 여러 지역에서 보고되고 있다.⁹⁻¹¹⁾

생선가시 이물의 진단과 치료는 굴곡형 내시경을 사용하여 식도 이물의 확인과 제거를 동시에 하는 경우가 많다. 하지만 단순 방사선 촬영이나 전산화 단층촬영 등을 이용하면 대부분의 경우 이물의 유무를 미리 알아낼 수 있다.¹⁰⁻¹⁵⁾ 방사선검사로 이물이 발견되지 않고 24시간 동안 관찰하여 증상이 호전되면 1주 후에 다시 보는 것으로 종결하고 단순히 진단 목적으로 굴곡형 내시경 시술을 하지 않는다.⁵⁾

생선가시를 이용한 연구로는 생선가시를 펼쳐 놓고 단순방사

논문접수일: 2012년 12월 26일 / 심사완료일: 2012년 12월 31일

교신저자: 유영삼, 139-707 서울 노원구 상계7동 761-1

인제대학교 의과대학 상계백병원 이비인후과학교실

전화: 02-950-1104 · 전송: 02-935-6220

E-mail: entyoo@empal.com

선 촬영을 하거나 생선가시를 시신의 내부에 거치시킨 후 전산화 단층 촬영을 하여 생선가시를 찾거나 생선가시나 흉합껍질로 발생한 식도이물을 삼차원 재구성한 것들이 있다.^{7,10-12,14,16)}

이와 같이 생선가시에 대해 일반 엑스선 촬영이나 전산화 단층촬영을 한 부분적인 연구는 있어도 이들 방법을 활용하여 진단을 내린 생선가시 이물에 대한 보고는 많지 않다. 그 이유는 식도 이물이 의심되면 굴곡형 내시경을 바로 삽입하여 발견 즉시 제거하여서 전산화 단층촬영까지는 필요가 없었기 때문이다.^{5,7,17-20)} 하지만 식도 이물이 의심되는 환자에서 내시경을 하기 전에 전산화 단층촬영을 하여 이물 유무를 확인할 수 있다면 진단 목적의 내시경 검사는 줄어들 것이다.

이에 저자들은 생선 가시를 수집하여 이들의 전산화 단층촬영을 하고 이 자료를 삼차원 재구성 방법으로 처리하여 영상학적 특징을 알아보고자 하였다. 또한 삼차원 재구성 후 얻어진 입체적인 영상과 생선가시 실물을 비교하여 이물의 유무, 위치, 놓인 모양, 길이, 개수 등에 대한 정보를 알아낼 수 있는지를 검증해 보고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료는 생선의 가시를 사용하였다. 저자가 자주 가는 횃집에서 회, 매운탕, 부식으로 조리되어 나오는 12종류의 생선(삼치, 동태, 임연수어, 옥돔, 갈치, 가재미, 도미, 광어, 홍우럭, 대구, 노래미, 쾡치)을 연구 대상으로 삼았다(Table 1). 각각의 생선을 이용한 요리에서 가시를 분리하여 연부 조직은 제거하고 수돗물에 세척한 후 말렸다.

생선가시는 길이 측정을 위해 1 mm 혹은 5 mm가 표시되는 눈금자와 같이 촬영하였다. 또한 길이 25 cm, 폭 6.5 cm 깊이 4.5 cm의 두께 2 mm인 플라스틱 박스와 솜을 재료로 준비하였다. 생선가시의 대조군으로 닭의 다리뼈를 구하여 사용하였다.

플라스틱 박스 바닥에 1 cm 두께로 솜을 깔고 닭뼈와 생선가시를 얹고 다시 1 cm 두께로 솜을 덮어서 닭뼈와 생선가시가 움직이지 않도록 고정하였다.

다양한 방향으로 놓인 생선가시를 관찰하고자 생선가시 일부는 플라스틱 박스의 길이 방향과 평행하게 배열했고, 다른 박스에는 박스의 길이방향과 수직으로 배열하였다. 닭뼈는 별도의 플라스틱 박스에 길이 방향으로 배열하였다(Fig. 1).

닭뼈와 생선가시가 들어있는 3개의 플라스틱박스에 대하여 전산화단층촬영을 시행하였다.

CT 기종은 Aquilion ONE(TOSHIBA, Japan)이었고 Scan Options은 HELICAL_CT, Slice Thickness: 1.0, KVP: 120, X-ray Tube Current: 300, Pixel Spacing: 0.736X0.736로 하였다. 전산화단층촬영 자료는 Dicom형식으로 저장을 하였다.

저장된 자료는 삼차원재구성 소프트웨어인 Xelis(Infinitt, Korea)를 이용하여 처리하였고 Multiplanar reconstruction (MPR), Maximum intensity projection(MIP), Volume rendering(VR) 등의 설정을 각각 사용하여 모든 생선가시에 대한 영상을 제작하였다(Fig. 2). MPR에서는 재구성 두께와 윈도우 설정을 조절하여 생선가시의 모양이 잘 나오도록 하여 저장하였다. MIP에서도 생선가시와 주변의 솜만 나오고 플라스틱박스의 영상은 나오지 않도록 범위를 조절하였고 MPR과 같은 방법으로 재구성 범위와 윈도우 설정을 조절하여 생선가시의 영상을 만들어 저장하였다. VR(volume rendering)영상에서는 3D 설정에서 일반 골 설정(general bone setting)을 사용하여 삼차원 재구성을 하였고 -500 HU(Hounsfield Units)를 기준으로 하여 생선가시의 모습이 가장 잘 나오도록 역치와 윈도우 설

Table 1. Fishes used in study

Names of fishes
Spanish mackerel
Pollack
Atka mackerel
Tile fish
Cutlassfish
Flatfish
Sea bream
Halibut
Stingfish
Cod
Spotty belly greenling
Mackerel pike

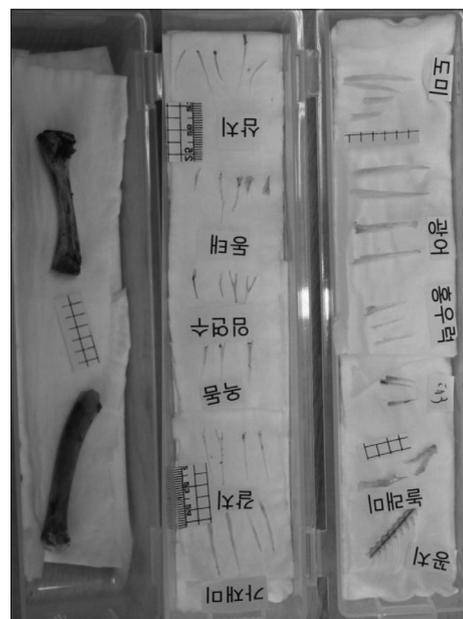


Fig. 1. Fish bones and chicken bones used in study.

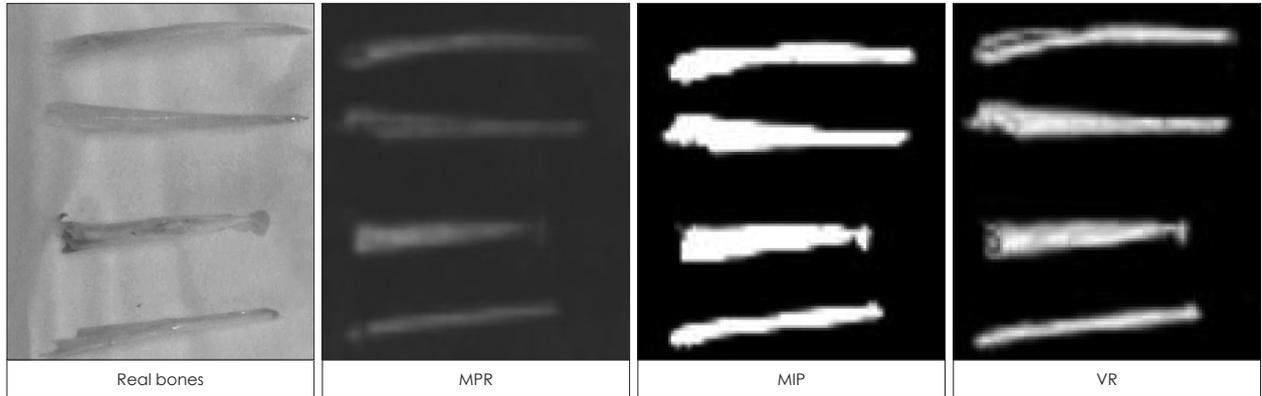


Fig. 2. Three dimensionally-reconstructed images Various images made from bones of Halibut are shown. MPR: multiplanar reconstruction, MIP: maximal intensity projection, VR: volume rendering.

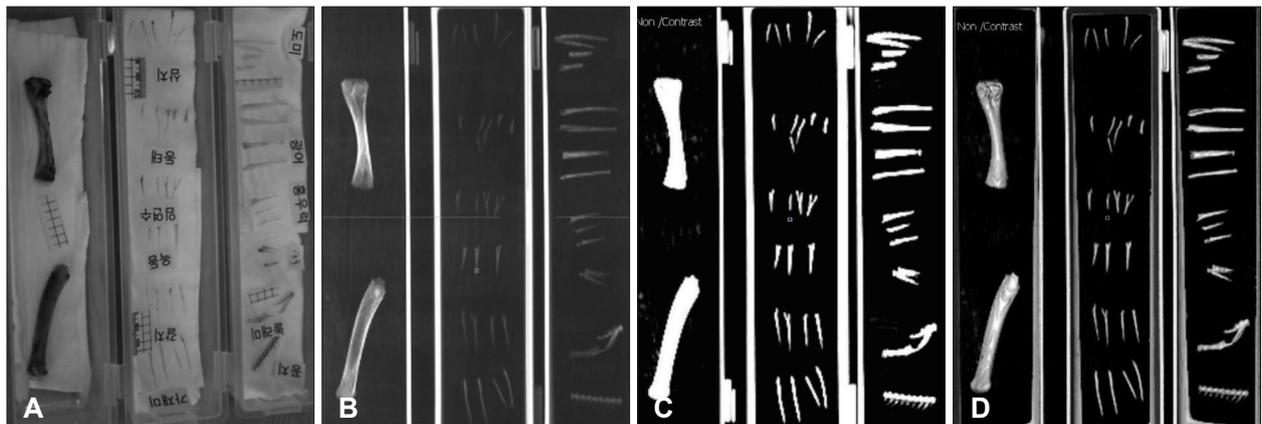


Fig. 3. Detection of the bones and the comparison of shapes. All of the bones are identifiable in all 3D reconstructed images. The shapes are similar between all matched images. A: Real bones. B: MPR. C: MIP. D: VR.

정을 조절하여 나오는 영상을 저장하였다. 각각의 영상에서 생선가시의 길이를 모두 측정하여 기록하였다. 생선가시 실물의 길이는 앞서 촬영한 사진을 이용하여 ImageJ software(NIH, USA)로 측정하였고 이 측정치와 MPR, MIP, VR영상에서 측정된 측정치와의 유사성은 Paired t-test로 검증하였고 p값이 0.05 이상이면 측정치간에 차이가 없는 것으로 판단하기로 하였다. 대조군인 닭뼈에 대하여도 같은 조건으로 영상처리를 하고 길이 측정을 하였다.

자료 처리의 특성상 삼차원으로 실제 활용할 수 있는 VR영상을 이용하여 생선가시의 위치를 알아내는 방법을 찾아 보았다. 즉, VR영상에서 생선가시가 전부 나오는 화면을 띄운 후 플라스틱 박스의 가장 좌측 하단 모서리를 기준점으로 삼고 플라스틱박스의 가장 우측 상단에 위치한 생선 가시를 찾아 이 생선가시의 중심점까지의 거리와 각도를 측정하였다. 또한 이 영상을 삼차원 공간에서 회전시켜 보면서 각각의 생선가시가 놓인 방향성(orientation)을 파악할 수 있는지를 확인해 보았고 이를 좋음/보통/나쁨의 기준으로 판단하여 기록하였다. 생선가시 모양이 실물과 유사한지를 좋음/보통/나쁨의 기준으로 판단하

여 기록하였다. 생선가시의 개수는 실물의 개수와 MPR, MIP, VR영상에서의 개수를 비교하였다.

결 과

모든 생선가시의 영상을 관찰한 결과 모든 삼차원재구성 영상에서 생선가시가 존재함을 확인할 수 있었다(Fig. 3). 생선가시의 입체적인 위치의 측정은 Volume rendering을 한 영상에서 시행하였고 주어진 기준점으로부터 특정 생선가시까지의 거리 측정이 가능하였다. 또한 각도 측정도 가능하였다(Fig. 4). MPR과 MIP영상에서는 평면상에서 거리와 각도 측정이 가능하였다. 생선가시의 모양과 놓인 모양에 대한 판단은 MPR, MIP, VR 영상을 종합적으로 분석하여 보면 모든 뼈에서 판단하기 “좋음”으로 판정되었다. 예를 들면 생선가시의 뾰족한 방향이 어느 쪽으로 향하며 서로의 위치 관계가 어떻게 되는지 입체적으로 파악할 수 있었다(Fig. 4). 생선가시의 길이는 실물 사진과 각각의 영상에서 측정 가능하였고 실물 측정치와 전산화단층촬영 자료를 삼차원재구성한 영상에서의 측정치가 유사하였다.

Paired t-test 시행결과 p값은 실물측정치와 MPR, MIP, VR의 영상에서의 측정치 간에 각각 비교하면 각각 0.81, 0.92, 0.86으로 모두 $p > 0.05$ 로 유의미한 차이가 없었다. 닭뼈와 생선가시의 개수 파악에서 실물에서의 가시와 뼈의 개수는 41개이고 MPR, MIP, VR영상에서 확인한 개수도 각각 41개로 모두 일치하였다. 단, 일부 영상에서 생선가시들이 겹쳐져서 판독에 주의를 요하는 경우가 있었다(Fig. 5, 6).

고찰

임상적으로 식도이물은 환자가 먹은 음식의 단단한 부위가



Fig. 4. Location & orientation. If the reference point is given, the distance and angle to the target fish bone can be measured. The orientation how the bone is located three dimensionally can be displayed visually (Virtual rendering image is used. The white arrows show distance and angle).

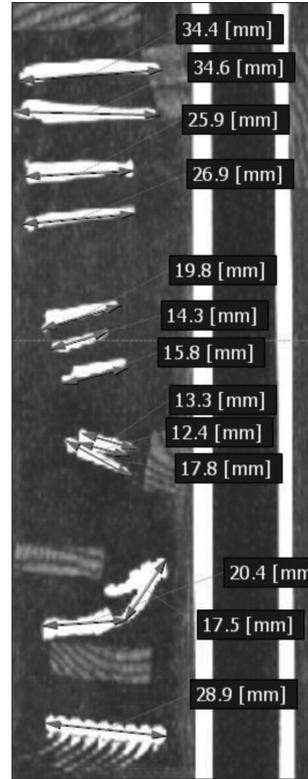


Fig. 5. Length measurement in MIP (maximal intensity projection) images. By simple click of mouse, the lengths of bone are calculated easily. Black labels are length of each bones.

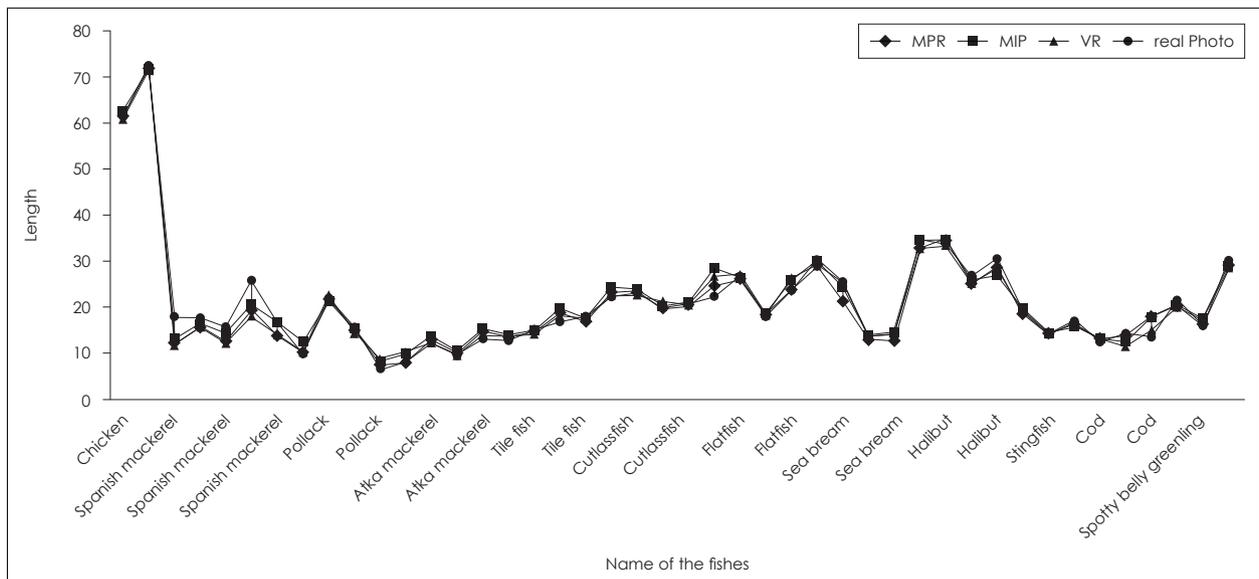


Fig. 6. Length of the 3D reconstructed images compared with real fish bones. Comparison of measurements between real and MPR, real and MIP, real and VR. real: real fish bone, MPR: multiplanar reconstruction, MIP: maximal intensity projection, VR: volume rendering (Paired t-test, $p=0.81369, 0.91747, 0.85821$, respectively).

및 단순 엑스선 촬영과 전산화단층촬영으로 이루어 진다.^{5,9,12,13} 이에 대한 기초적인 연구는 많은데 생선을 방사선학적으로 잘 보이는 것과 잘 보이지 않은 것으로 분류하여 생선의 종류를 개략적으로 알아내는 방법부터 시신에 생선가시를 집어넣고 이를 전산화단층촬영으로 발견하는 연구도 있다.^{12-14,16,20} 일반적으로 통증 및 연하곤란을 주소로 환자가 내원하면 우선 인후두 검사를 통해 생선가시 이물 유무를 확인하고 이물을 발견하면 국소마취하에 제거를 한다. 이학적검사상 이물이 보이지 않으면 단순엑스선 촬영과 전산화단층촬영을 시행한다. 사진상 이물이 발견되면 국소마취 혹은 전신마취하에 식도내시경을 삽입하여 이물을 제거한다. 엑스선 검사에서 이물이 보이지 않으면 입원 후 24시간 관찰을 하여 증상 소실이나 경감 여부를 관찰한다. 이 동안에 증상 경감 혹은 소실되면 퇴원하고 증상이 지속되면 식도내시경을 시행한다.⁵ 따라서 전산화단층 촬영 및 이를 활용한 삼차원재구성법으로 만든 영상으로 식도 이물을 정확히 진단할 수 있으면 식도내시경 시술을 피할 수 있을 것이다.

저자의 연구처럼 전산화단층촬영 자료를 이용한 삼차원 재구성 방법을 활용하여 생선가시를 찾고자 한 시도는 없고 이미 알려진 이물의 전산화단층촬영 자료를 활용하여 이물 혹은 흉합껍데기와 생선의 아가미껍데기를 입체적으로 재구성하거나 설골, 갑상연골, 삼판된 기도내 튜브를 식도이물로 간주하여 삼차원재구성을 한 후 그 입체적인 모양을 구현해 본 연구 등이 있을 뿐이다.^{10,11,21}

본 연구에서는 솜 안에 넣은 생선가시를 전산화단층촬영을 한 후 삼차원재구성 방법을 이용하면 생선가시의 유무를 판단할 수 있을 것으로 예상하였고 실제 결과에서도 모든 생선가시를 찾을 수 있었다. 생선 종류에 따라 굵고 긴 생선 가시는 한번의 영상처리로 수월하게 발견할 수 있었으나 가는 생선 가시의 경우는 한번에 발견하기는 어려웠고 Xelis분석 영상에서 원도 세팅을 변경하거나 역치를 조절하고 재구성 범위를 생선가시의 굵기나 1~2 mm 내외로 잡으면 훨씬 선명한 영상을 얻을 수 있어서 생선가시의 유무를 판단하는데 효과적이었다. 일반적으로 전산화단층촬영을 이용하여 이물을 찾는 경우 의심가는 부위를 집중적으로 탐색하고 일단 발견되면 axial, coronal, sagittal view 등을 만들어 입체적인 관찰을 시도한다. 본 연구의 방법은 실제 임상에서 촬영한 전산화단층촬영과는 조건이 전혀 다르다. 즉 임상에서는 신체를 대상으로 전산화단층촬영을 하므로 연부조직과 골 조직, 그리고 염증으로 인한 부종과 분비물 등이 있어서 다양한 밀도의 artifact들이 발생하고 이로 인한 영상 왜곡이 많이 발생한다. 본 실험에서는 뼈와 밀도 차이가 큰 솜으로 둘러싸인 생선가시의 전산화단층촬영 자료를 이용하였으므로 artifact의 영향은 거의 없이 생선가시의 영상

만 선명하게 나왔다. 따라서 솜으로 둘러싸인 생선가시 들은 분석 화면에서도 과도한 원도 셋팅 조절없이 생선가시가 의심되는 부위를 중심으로 생선가시의 두께와 비슷한 두께를 설정하여 삼차원 재구성 후 분석하면 생선가시를 쉽게 찾을 수 있었다. 실제 인체에 발생한 식도 생선가시 이물의 경우는 주변 조직의 영향을 피할 수 없으므로 이물 탐색에 어려움을 겪을 수도 있다.

생선가시의 위치에 대한 탐색은 생선가시가 있다고 영상의학적으로 판단되면 바로 들어가야 하는 과정이다. 입체적 위치 탐색은 VR(volume rendered image)을 사용하면 수월하다. VR 영상에서 위치 측정을 위해 기준점을 정하고 이를 중심으로 생선가시까지 거리뿐만 아니라 방향과 각도 등도 측정이 가능하다. 일반적인 전산화단층촬영에서도 거리를 평면상에서 측정하는 하는 일은 가능하지만 입체적인 모습은 여러 장의 사진을 검토한 후 머리로 상상해야 한다.

생선가시의 모양(shape)은 놓인 모양(orientation)과 서로 영향을 주므로 같이 언급하겠다. 생선가시는 일반적으로 길고 끝이 날카로운 형태로 실물사진이나 삼차원재구성 영상에서 모두 동일한 모양을 보여준다. 놓여진 모양에 대한 정보는 MPR, MIP, VR 영상에서 생선가시가 담겨있는 플라스틱 박스의 길이 방향을 기준으로 삼아 판단하면 수월하다. 즉, 생선가시가 길이 방향으로 놓여있나 아니면 길이 방향과 수직 혹은 어느 각도로 놓여 있나를 가지고 놓인 방향을 기술할 수 있다. 또한 앞서 언급한 위치를 표시하는 일정 기준점을 중심으로 거리나 각도 등을 이용하여 구체적인 기술을 할 수 있다. 하지만 이것은 솜으로 둘러 싸인 생선가시의 경우에만 가능한 일이고 실제 임상에서 접하는 생선가시 이물에서는 모양이나 놓인 형태가 자세히 파악하지 않는 경우도 흔하다. 즉 이물질 주위에 근육과 같은 연부 조직 이외에 연골, 뼈, 부종성 삼출물 등으로 인한 복잡한 환경에서는 더욱 세밀한 조작을 해야 비로서 이물질에 대한 정보를 파악할 수 있다. 또 놓인 방향 등에 따라서는 이물질이 한 화면에 전부 나오지 않고 영상마다 연속적으로 잘려서 나오는 경우도 발생하는데 이런 경우 이물의 놓인 방향을 따라서 재구성하여 한 화면에서 이물의 전체 영상을 보이도록 만들 수 있다.

생선가시의 길이는 임상적으로 중요하지 않을 수도 있다. 그 이유는 모양과 위치 및 놓인 형태를 파악하면 바로 이물질을 제거 시술에 들어갈 수 있기 때문이다. 하지만 길이나 두께를 미리 알 수 있으면 시술 시 사용할 기구를 미리 준비할 수 있어 유용하다 하겠다. 저자는 가시 실물의 사진 계측과 MPR, MIP, VR영상에서의 길이 측정을 해본 결과 모든 측정치간에 큰 차이 없이 유사함을 알 수 있었다. 생선가시의 두께 측정도 삼차원재구성 화면에서 측정 가능하지만 길이 측정에 비해 정확도도 떨어지고 측정도 어렵다. 그 이유는 전산화단층촬영 자료

통상 1~3 mm 두께의 영상을 만들어 주고 이 자료를 이용하여 삼차원 재구성을 하므로 1 mm 이하의 가는 생선 가시는 측정 한도를 벗어나기 때문이다.

생선 종류에 따라서는 0.2~0.3 mm 정도로 매우 가늘어 실제로는 삼차원재구성영상에서 보이지 않는 경우가 더 많고 굵은 생선가시도 말단으로 갈수록 가늘어지면 굵은 부위만 보이는 경우도 많다. 생선가시가 가늘면 MPR, VR영상에서 재구성 두께를 조절하여 전체적인 윤곽을 파악하고 길이와 두께도 측정을 할 수 있다. MIP처리 방법은 알고리즘이 방사선학적으로 HU가 가장 높은 부분만 재구성한 영상이라 재구성 범위를 플라스틱 박스를 제외한 영역으로 한정하면 숨보다 밀도가 높은 생선가시의 영상만 추출하여 보여준다. 따라서 이 경우는 가는 생선가시라도 전체적으로 선명하게 보인다.

앞의 여러 과정을 거쳐 생선 가시를 찾아 내고 이를 제거한 후라도 또 다른 제2의 식도 이물이 있을 수도 있으므로 다시 한번 내시경을 삽입하여 또 다른 이물의 존재 여부를 확인한 후 시술을 마치도록 되어 있다. 생선가시 이물도 환자가 무엇을 먹었는지 불분명한 경우도 있고 여러 개를 동시에 삼켜서 걸린 경우도 있으므로 시술 전에 이물 유무뿐 아니라 이물이 몇 개나 되는지 정확히 알 수 있으면 대비를 하고 시술에 임할 수 있을 것이다. 본 실험에서는 생선가시의 모든 영상이 만들어졌고 개수를 정확히 알 수 있었다. 간혹 생선가시들이 겹쳐 있는 경우는 개수를 잘못 세는 경우도 발생할 수 있다. 실제 임상에서는 여러 개가 겹치는 경우 외에도 주위의 구조물과 겹쳐서 잘 안 보이는 경우도 있으니 세심한 영상 분석이 필요할 것이다. 또한 2개 이상의 이물이 겹쳐진 영상을 보고 이물이 한 개라고 판단을 했어도 제거한 이물과 삼차원재구성한 영상과 비교를 해보면 이물을 제대로 제거했는지를 판단할 수 있을 것이다. 하지만 가장 중요한 것은 재차 내시경을 삽입하여 확인하는 일이라 하겠다.

본 연구는 숨을 바닥에 깔고 생선가시 이물을 전산화단층촬영을 하여서 생선가시만을 촬영한 것으로 생각하면 된다. 즉, 실제 임상에서 접할 수 있는 이물의 상황을 제대로 반영하지 못한다. 하지만 생선가시를 촬영한 전산화단층촬영 자료를 삼차원재구성으로 처리한 영상을 분석하여 실제로 생선가시의 모양이 어떻게 보이는지를 파악할 수 있었다. 향후 동물 실험이나 시신을 이용한 실험을 한다면 본 연구는 기초 연구로서의 의미가 있다고 하겠다. 하지만 전산화단층촬영은 이미 임상적으로 식도이물을 찾는데 많이 활용되고 있고 기존의 전산화단층촬영 자료를 활용하여 삼차원재구성을 해본다면 동물실험 없이도 효용성을 검증할 수 있으리라 생각한다. 또한 저자의 일부 증례를 가지고 분석을 해보아도 추가적인 동물 실험 등은 그 효용성이 떨어진다고 판단된다.

오히려 어묵이나 생고기 혹은 물주머니로 생선가시를 찢다 음 이를 식도이물 모델로 활용하여 전산화단층촬영 후 삼차원 재구성을 통한 분석을 시도하는 것이 더 효율적일 것으로 생각한다.^{10,13)}

결 론

생선가시를 촬영한 전산화단층촬영 자료로 삼차원재구성을 하여 생선가시에 대한 입체적인 영상정보를 얻을 수 있었다. 향후 살코기로 둘러싼 생선가시 이물 모델을 만들어 인체와 유사한 상태를 만든 추가 실험이 필요하다 생각한다. 또한 짧고 긴 생선가시 이외에도 한국에서 많이 발생하는 생선 턱뼈나 아가미 껍데기로 인해 발생하는 이물 분석도 시도해 볼 수 있겠다.

REFERENCES

- 1) Yang SW, Chen TM, Chen TA. Migrating fish bone complicating a deep neck abscess. *Chang Gung Med J* 2005;28:872-5.
- 2) Wang CP, Jiang SL. Migrating fish bone presenting as acute onset of neck lump. *J Formos Med Assoc* 2009;108:170-2.
- 3) Savage J, Brookes N, Lloyd S, Mackay I. Fish bones in the vallecula and tongue base: removal with the rigid nasal endoscope. *J Laryngol Otol* 2002;116:842-3.
- 4) Hirasaki S, Inoue A, Kubo M, Oshiro H. Esophageal Large Fish Bone (Sea Bream Jawbone) Impaction Successfully Managed with Endoscopy and Safely Excreted Through the Intestinal Tract. *Internal Medicine* 2010;49:995-9.
- 5) Akazawa Y, Watanabe S, Nobukiyo S, Iwatake H, Seki Y, Umehara T, et al. The management of possible fishbone ingestion. *Auris Nasus Larynx* 2004;31:413-6.
- 6) Ell SR. Radio-opacity of fishbones. *J Laryngol Otol* 1989;103:1224-6.
- 7) Evans RM, Ahuja A, Rhys Williams S, Van Hasselt CA. The lateral neck radiograph in suspected impacted fish bones--does it have a role? *Clin Radiol* 1992;46:121-3.
- 8) Kumar M, Joseph G, Kumar S, Clayton M. Fish bone as a foreign body. *J Laryngol Otol* 2003;117:568-9.
- 9) Chung SM, Kim HS, Park EH. Migrating pharyngeal foreign bodies: a series of four cases of saw-toothed fish bones. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2008;265:1125-9.
- 10) Yoo YS, Heo G, Kim SW. Virtual Endoscopy of Impacted Foreign Bodies in Tracheal and Esophageal Model. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2011;54:339-43.
- 11) Yoo YS, Kim DW. Detection of simulative foreign body using three dimensional reconstruction technique, introduction and application. *Korean J Bronchoesophagol* 2011;17:1-4.
- 12) Lue AJ, Fang WD, Manolidis S. Use of plain radiography and computed tomography to identify fish bone foreign bodies. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000;123:435-8.
- 13) Watanabe K, Kikuchi T, Katori Y, Fujiwara H, Sugita R, Takasaka T, et al. The usefulness of computed tomography in the diagnosis of impacted fish bones in the oesophagus. *J Laryngol Otol* 1998;112:360-4.
- 14) Hone SW, Fenton J, Clarke E, Hamilton S, McShane D. The radio-opacity of fishbones: a cadaveric study. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 1995;20:234-5.
- 15) Inamoto K, Kouzai K, Ueeda T, Marukawa T. CT virtual endoscopy of the stomach: comparison study with gastric fiberoscopy. *Abdom Imaging* 2005;30:473-9.
- 16) Ell SR, Parker AJ. The radio-opacity of fishbones. *Clin Otolaryngol*

- Allied Sci 1992;17:514-6.
- 17) Weissberg D, Refaely Y. Foreign Bodies in the Esophagus. The Annals of Thoracic Surgery 2007;84:1854-7.
 - 18) Robertson G, Bowyer DJ. Removal of fish bones from the laryngopharynx: a novel technique using a sheathed nasopharyngoscope. Clin Otolaryngol 2008;33:504-5.
 - 19) Nathan B, Premachandran S, Hashemi K. Removal of fish bones from the throat. J Accid Emerg Med 1995;12:303.
 - 20) Lee FP. Removal of fish bones in the oropharynx and hypopharynx under video laryngeal telescopic guidance. Otolaryngol Head Neck Surg 2004;131:50-3.
 - 21) Chang JM, Yoo YS, Kim DW. Application of Three-dimensional Reconstruction in Esophageal Foreign Bodies. Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2011;44:368-72.