



편측 상악동 저형성증의 진단과 치료

김성민 · 김민근¹ · 권광준¹ · 이석근² · 박영욱¹

서울대학교 치의학대학원 구강악안면외과학교실, 강릉원주대학교 치과대학 ¹구강악안면외과학교실, ²구강병리학교실

Abstract

Diagnosis and Treatment of Unilateral Maxillary Sinus Hypoplasia

Soung Min Kim, Min Keun Kim¹, Kwang Jun Kwon¹, Suk Keun Lee², Young-Wook Park¹

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Seoul National University,
Departments of ¹Oral and Maxillofacial Surgery, ²Oral Pathology, College of Dentistry,
Kangneung-Wonju National University

Maxillary sinus hypoplasia (MSH) is an uncommon clinical disease that represents a persistent decrease in sinus volume, which results from centripetal reaction of the maxillary sinus walls. We present a unilateral MSH case of a 46-year-old male patient with a history of nasal obstruction and headache for 3 years. He had a history of Caldwell Luc operation (CLOP) 10 years ago, and no enophthalmos, hypoglobus or facial asymmetry. After confirming the right diagnosis of MSH, filled with bone in the computed tomography scan, hyperplastic bone was removed by the CLOP approach. The uncinat process and infundibular passage were found to be degenerated and ostium was also examined to be obstructed under endoscopic confirmation. MSH can be mistaken for chronic maxillary sinusitis because of the plain x-ray appearance, so the aggravated state of MSH can be the result of surgeon's misjudgment. With additional literature reviews, this rare experience is first introduced in our Korean oral and maxillofacial surgery field.

Key words: Caldwell Luc operation (CLOP), Infundibular passage, Maxillary sinus hypoplasia (MSH), Uncinate process

서론

상악동 저형성증(maxillary sinus hypoplasia)은 상악동벽이 상악동 내의 중앙부로 모여서 상악동 부피가 지속적으로 감소하는 매우 드문 상악동 질환으로[1], 1964년 Montgomery[2]가 처음으로 상악동 점액종(mucous retention cyst)과 안구함몰증(enophthalmus)

을 동반한 두 명의 환자에 대해 기술한 이후로, 이비인후과 영역에서 드물게 보고되어 왔으며 구강악안면외과 영역에서는 거의 보고된 바가 없었다. 발병률은 편측성이 1.73%, 양측성은 7.2%로 보고된[3] 바 있었으며, Sirikçi 등[4]에 의하면 490명의 만성 상악동염을 가진 환자에서 분석한 결과 편측성으로는 4.2%, 양측성으로는 0.6%의 발병률을 지닌다고 보고된 바 있었다.

원고 접수일 2011년 11월 9일, 원고 수정일 2012년 2월 7일,
게재 확정일 2012년 3월 9일

책임저자 박영욱
(210-702) 강릉시 죽헌길 7, 강릉원주대학교 치과대학 구강악안면외과학교실
Tel: 033-640-3102, Fax: 033-640-3103, E-mail: ywpark@gwnu.ac.kr

RECEIVED November 9, 2011, REVISED February 7, 2012,
ACCEPTED March 9, 2012

Correspondence to Young-Wook Park
Department of Oral and Maxillofacial Surgery, College of Dentistry
Kangneung-Wonju National University
7, Jukheon-gil, Gangneung 210-702, Korea
Tel: 82-33-640-3102, Fax: 82-33-640-3103, E-mail: ywpark@gwnu.ac.kr

© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

상악동은 안면의 형태 유지에 중요한 역할을 하므로 상악동 저형성증은 심한 안면비대칭에서 경미한 안면 저형성증까지 발생하게 할 수 있다. 상악동 저형성증의 원인으로는 여러 설명이 있어 왔는데, 상악동 소공(ostium)의 폐쇄로 인한 상악동 내부의 만성적인 음압 형성이 가장 큰 이유로 생각되어 왔다^{1,5-7}. 또한, 안면 외상, 비내 수술, 전신질환, 감염 및 섬유증식성 질환 등도 다른 병인으로 여겨져 왔다⁸.

본 과에 내원한 46세 남자 환자는 3년 동안 코막힘과 눈주위 동통 및 두통으로 고생해 왔으며, 10여 년 전 동일한 증상으로 이비인후과에서 상악동 근치술을 시행한 병력이 있었다. 일반 평면 방사선 사진에서 우측 상악동의 방사선 불투과상이 넓게 관찰되었으며, 전산화단층 촬영(computed tomography, CT) 소견에서도 우측 상악동의 부피가 매우 감소되고 감소된 부피만큼

골화가 진행되어 있었다. 제2형의 상악동 저형성증 진단하에 통상적인 상악동 근치술(Caldwell-Luc operation) 접근법을 시행하여 감소된 상악동의 주변골을 제거하고 비강으로 소공을 형성해준 후, 티타늄 메쉬(Titanium mesh, 37×50 mm², Osteomed Co., Addison, TX, USA)를 이용하여 형성된 상악동의 전방 및 측방벽을 재건해 주었다. 수술 6개월 후 CT에서 상악동 내 공간이 유지되어 있었으며 양호한 경과를 보였다.

상악동 저형성증은 만성 상악동염과 감별해야 하며 반드시 CT를 통해 진단하여야 하고, 수술 시에는 해부생리학적 기능을 재건하기 위한 고려가 선행되어야 할 질환으로 기존에 보고되었던 문헌들을 정리하여 본과의 경험을 함께 보고하고자 한다.

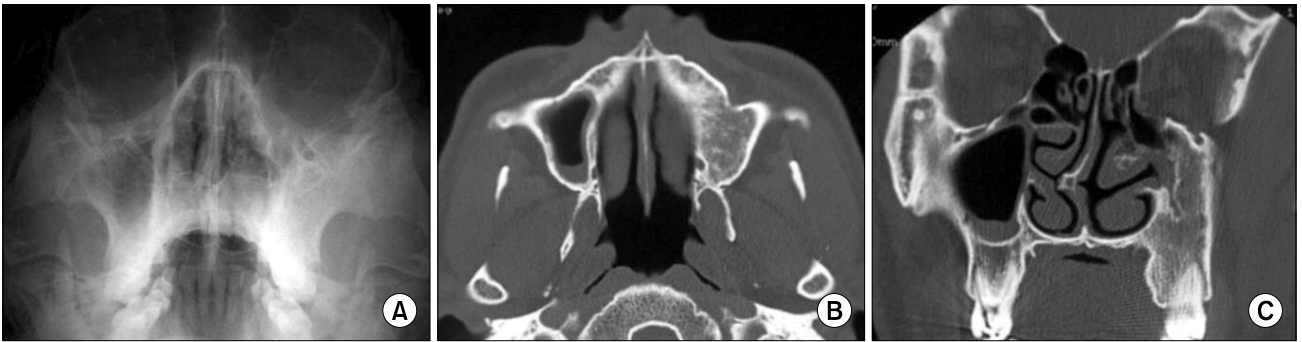


Fig. 1. Preoperative radiographic views showing a strong radiopacity in the left maxillary sinus. (A) Waters' view, (B) cross sectional view of computed tomography (CT), (C) coronal view of CT.

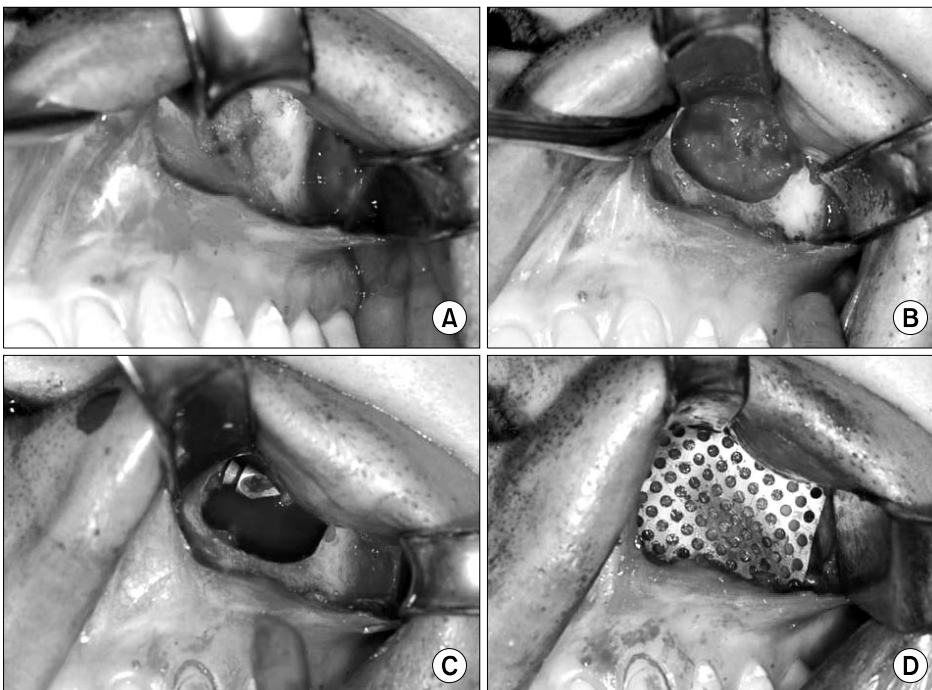


Fig. 2. Intraoperative views. (A) Removal of overgrowing granulation tissues, (B) bony window was made and approached to the sinus by removal of bony growth, (C) new ostium was made through inferior turbinate with a trocar, (D) anterior sinus wall was reconstructed by Titanium-mesh plate (37×50 mm², Osteomed Co., Addison, TX, USA).

증례보고

환자는 3년간 코막힘과 눈주위 동통 및 두통을 호소하는 46세 남자로 10년 전 동일한 증상으로 상악동 근치술을 시행한 병력이 있었다. 안면 외상이나 섬유증식성 질환의 병력은 없었으며 안면의 비대칭 소견이나 안구함몰증, 저안구증(hypoglobus)도 관찰되지 않았다. Waters 방사선 사진에서 좌측 상악동 전체의 방사선 불투과상이 관찰되었다. CT에서는 상악동 전벽이 다소 함몰되었으나 대체로 비이환측과 대칭적인 상악골의 외형을 가지면서 상악동 내부에 골화가 진행된 것이 관찰되었다. 상악동 실질은 안와하부위에서 비이환측 상악동 크기의 1/10 정도로 남아 있었고, 구상돌기(uncinate process) 및 누두 개통부(infundibular passage)는 관찰되었으나 소공은 폐쇄되어 있었다. CT의 수평면상에서

상악골 성장은 전반적으로 관골 및 관골공과 익돌관 등이 정상적인 위치에 보이는 일반적인 상악골 성장 양상을 보였으나, 비중격(nasal septum)은 비이환측으로 만곡되고 이환측의 중비갑개(middle nasal concha)와 하비갑개(inferior nasal concha)는 비이환측보다 커져 있었다. 또한, 좌측 사골동(ethmoidal sinus)의 크기는 우측에 비해 작아져 있었다(Fig. 1).

비기관삽관을 통한 전신마취하에 이환측 상악동을 상악동 근치술로 접근하여 상악동 외벽의 증식된 섬유성 조직을 제거하고, 골창을 형성하여 증식된 골을 제거하여 상악동 공간을 만들어주는 상악동 재건술을 시도하였다. 골이 제거된 상악동 내벽에서 비강으로 소공을 형성하고, 상악동의 전방 및 측방벽은 티타늄 메쉬를 이용해 재건하고 상악동 내에 혈중 방지를 위해 바셀린 거즈를 유지시켰다(Fig. 2). 수술 중 제거된 골은 조직학적 검사 결과

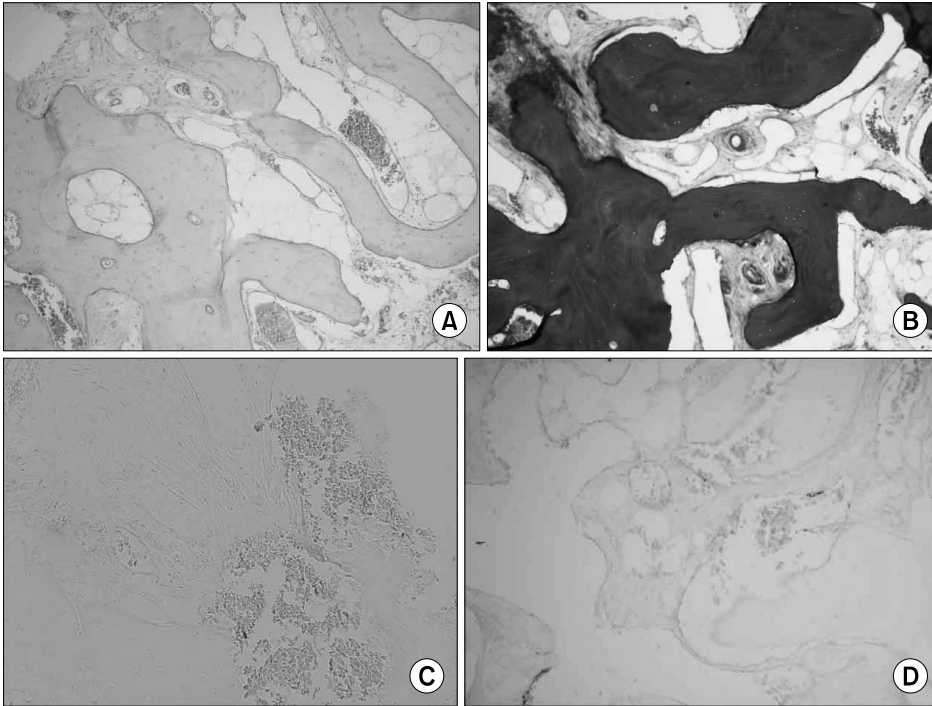


Fig. 3. Histologic findings of removed bone in the maxillary sinus. (A) H&E (hematoxylin & eosin) staining, $\times 100$, normal bony architecture with abundant fibrous marrow space. (B) Mason trichrome staining, $\times 100$, collagenous bundles between the dilated vessels. (C) Vascular endothelial growth factor immunostaining, $\times 200$, dilated vasculature showing sclerosing pattern. (D) Von Willebrand factor immunostaining, $\times 200$, vessels were engorged with erythrocytes.



Fig. 4. Postoperative Water's view showing a marked increasing of radiolucency with a Titanium-mesh plate in the left maxillary sinus. (A) 1 week later, (B) 3 weeks later, (C) 7 weeks later.



Fig. 5. Postoperative 6 months computed tomography views showing a favorable space kept in left maxillary sinus. (A) Cross sectional view, (B) coronal view.

Table 1. Classification of maxillary sinus hypoplasia

Type	Description
I	Mild MSH with a well-defined infundibular passage Normal uncinete process
II	Mild to severe MSH with ipsilateral orbital enlargement Normal or hypoplastic uncinete process
III	Severe MSH plus a cleft-like sinus with ipsilateral orbital enlargement Aplasia of the uncinete process

MSH, maxillary sinus hypoplasia.

여는 상악골의 조직소견과 같이 망상(cancellous) 골질을 보이는 정상 골 조직으로 관찰되다. 일부 염증 소견도 관찰되었으며, 혈행의 분포가 활발하여 Von Willebrand factor (vWF)와 vascular endothelial growth factor (VEGF) 면역조직화학염색법에서 일부 증식된 혈관세포들을 통한 혈관증식이 관찰되었다(Fig. 3). 즉, 많은 골소주(osteophytes)와 층판골(lamellate bone)로 구성되어있는데 섬유세포기질(fibrocellular stroma)과 만성적인 점막 염증을 지니는 방사형태의 골성장을 보였다. VEGF 및 vWF 항체를 이용한 혈관증식인자에 대한 면역조직화학염색에서는 섬유 소주(fibrous marrow space)가 풍부하고 혈관이 확장되어 있는 망상골 형태로 관찰되었다. 조혈세포 침윤(infiltration of hematopoietic cells) 등은 관찰되지 않았으나 일부 혈관벽이 경화(sclerosed vascular walls)되어 있는 동맥류 변화(aneurismal change)를 보이기도 하였다. Mason trichrome 염색에서는 명백한 콜라겐층(conspicuous collagenous bundle)이 관찰되었으며 혈관 확장을 동반한 기질적 변성(stromal degeneration)이 관찰되었다. 그밖에 저형성된 상악동 표층의 연조직에서는 두꺼운 콜라겐층 점막에 많은 만성 염증세포들이 침윤되어 있는 반흔 조직이 관찰되었다(Fig. 3).

수술 후 환자의 증상이 많이 개선되었으며 채워 넣은 바세린 거즈는 수술 10일 후에 제거하였다. 수술 후 1주, 3주 및 7주 경과 후 촬영한 일반 방사선 사진에서 뚜렷이 증가된 함기화(pneumatization)가 관찰되었으며(Fig. 4), 수술 6개월 후 촬영한 CT 사진에서 양호한 상악동 공간이 관찰되었고 비강 내로의

생리적인 소통도 원활함을 확인할 수 있었다(Fig. 5).

고 찰

상악동은 발생학적으로 태생 3개월경 사골의 외측벽에서 바깥 쪽으로 성장하면서 처음으로 외형을 갖추게 되는데, 태생 16주경 6~8 cm³의 크기로 자라게 된다. 출생 후부터 8세경까지는 매년 2 mm 정도 수직 방향 및 외측으로 자라나고 전후방으로는 매년 3 mm 정도 성장하게 된다. 8세 이후에는 성장 속도가 느려져서 상악 구치부가 맹출한 이후에는 주로 하방으로 평균 18세까지 함기화가 일어난다. 이후 10대 후반이 되면 비교적 일정한 성인의 상악동 크기로 지속되나, 상악 구치부의 저작력 및 결혼 여부에 따라 함기화가 계속 진행되기도 한다[7].

최근 치과 임플란트 진료가 활성화됨에 따라 상악동 거상술을 동반한 임플란트 식립과 관련하여 상악동 구조 및 형태에 대한 많은 관심이 있어 왔다. 이러한 관심의 대부분은 함기화와 연관된 골 흡수와 관련하여 부족한 골을 재생하고자 하는 노력이 대부분이었다. 이에 반해 상악동 저형성증은 상악동 내의 생리적 공간이 지속적으로 감소하여 상악동 내 부피가 감소하는 현상으로 CT를 통해 무작위로 상악동의 크기를 연구한 보고에서는 경도의 상악동 저형성증을 포함하면 10.4%의 경우에서 관찰된다고 보고된 바도 있었다[8].

발생기간 동안 사골과 상악골의 발생과 구조는 밀접히 관련되므로 상악동 저형성증은 일반적으로 구상돌기의 결혼 및 저형성을 동반한다[4,9]. 이러한 연관성에 맞추어 1990년 Bolger 등[10]은 상악동 저형성증을 세 형태로 분류하였으며, 2000년 Sirikci 등[4]은 이를 보완하여 역시 세 가지 형태로 분류하였다. 1형은 정상적인 구상돌기와 잘 발달된 누두부 통로를 보이는 경도의 저형성으로 이환된 상악동 내의 점막은 다양한 두께를 보이며, 2형은 중도의 저형성으로 구상돌기가 결혼된 경우가 많고 불규칙하거나 없어진 누두부 통로를 지니며 상악동 전체의 불투과성을 보이는 경우로 분류한다. 3형은 고도의 저형성으로 구상돌기가 결혼되며 누두부도 코의 외벽에서 얇은 열구로 관찰되며, 무엇보다 안구함몰증

을 동반하는 경우로 구분된다(Table 1)[4,9].

본 증례는 10년 전 시행한 수술적 외상으로 인해 구상돌기가 퇴축되고 누두 통로부도 적어진 채로 비강이 확장되고 상악동과 비강이 거의 폐쇄된 2형에 가까운 경우로 판단되었다. 여러 분류에 따른 치료법이 다를 수는 없을 것이기에 어떤 경우든 상악동 자체의 생리적인 기능을 회복하기 위한 비강 내로의 개통구를 형성하고 상악동 내의 점막이 새로이 형성되도록 해주어야 하며, 이에 따라 본 증례에서도 수술을 진행하였다.

상악동 저형성증을 진단하는 기준으로는 안와의 수직길이 증가, 안와하 신경혈관의 외측 전위, 견치와의 거상 및 상안와열(superior orbital fissure)과 익돌구개열(ptyergopalatine fossa)의 확장 정도를 파악하여야 하며[4], 의외로 부비동 증상을 호소하는 환자의 경우는 많지 않은 것으로 보고되고 있다. 무증상 상악동 증후군(silent sinus syndrome)은 상악동의 개구부가 막혀서 만성적인 상악동의 폐쇄(chronic maxillary sinus atelectasis)를 가져와서 환자의 안구함몰 증상이 통증 없이 서서히 진행된다는 의미에서 붙여진 용어라 할 수 있다. 여러 기준의 보고에서 선천적인 상악동의 저발육 때문에 발생한다고 하였으나 아래에서 언급될 상악동 저형성증의 발생 원인과 유사하게 후천적으로도 발생할 수 있다고 보고되어 왔다[10-12].

상악동 저형성증은 CT 소견에서 가장 확실하게 확인할 수 있으며, 일반적으로는 일반 평면 방사선 사진에서 상악동 내 부피가 감소된 채로 편측 상악동에서 방사선 불투과성이 보이기 때문에 알게 되는 경우가 많다[1,13]. 따라서, 일반적인 평면 방사선 사진에서 만성 상악동염으로 오진될 경우가 많다. 설명 함기화가 많이 진행되어 방사선 투과성이 증가된 상악동이어서 방사선 불투과성이 관찰되지 않고 안와의 부피가 증가한 경우에서도 발생할 수 있으므로 상악동 저형성증이 의심되는 질환에서는 반드시 CT 영상을 얻어서 진단하도록 하여야 한다. 또한, 방사선 사진상 비중격은 저형성된 상악동 쪽으로 변위되어 기침은 반대쪽 내비갑개(internal nasal concha)까지 변위될 수 있는 것으로 보고되고 있다. 본 증례에서도 환자는 부비동 증상을 호소하였으며 상악동의 방사선 불투과성도 관찰되고 안와 부피는 증가하지 않았으며 비중격은 이환측이 아닌 비이환측으로 변위되어 있었다.

상악동 저형성증의 병태생리학적 발생 원인에 대해서는 많은 설명들이 되어 왔으며 만성 부비동염에서 시작된 상악동 소공이 폐쇄됨으로써 발생한다는 설명이 가장 일반적으로 받아들여져 왔다[1]. 이는 소공이 폐쇄되어 상악동 내의 음압이 커지면 상악동의 함기화가 방해되어 상악동 자체의 공간이 감소한다는 견해이다. 소공이 폐쇄되는 원인으로 내측 누두부벽(infundibular wall)의 위치이상이나 점막의 심한 염증, 점액종 및 비강 내의 용종(nasal polyp) 등도 생각할 수 있다[1,4]. 그러나, 상악동의 염증이 원발 요소인지 이차적인 기어 요소인지는 분명하지 않으며[6], 다른 원인으로 안면 외상과 이전 부비동 수술이 상악동 저형성증

과 관련이 있음이 보고되기도 하였다[8]. 상악동 내부의 감염이나 기타 수술과 관련된 외상이 상악동 내의 골 형성을 촉진하여 함기화 현상을 억제함으로써 상악동의 부피가 감소한다는 설명[6]에서는 지중해빈혈증(thalassemia), 베게너 육아종(Wegener granulomatosis) 및 크레틴병(cretinism) 등과 같은 만성적인 질환들과 섬유성 이형성증(fibrous dysplasia)과 같은 증식성 질환에서 상악동 내부의 부피 감소를 유발할 수 있다고 보고되기도 하였다. 본 증례에서는 10년 전 이비인후과에서 시술한 경험에 비추어 보아 그 당시의 정확한 진단은 알 수 없었으나, 과도한 상악동 내의 골제거에 비추어서 비강 내로의 개창부를 명확히 만들어주지 못한 데서 기인한 이전 수술과 관련된 상악동 외상으로 인해 저형성증이 진행되었을 것으로 예상된다. 즉, 중비갑개와 누두부가 측방으로 위치되면서 농축된 점액이 저류되어 소공이 막히고, 소공이 완전히 막히면서 비강을 통한 환기작용이 억제되며 혹시 남아 있었을 수 있는 점액종 및 비강용종 등에 의해 생리적인 환기 현상은 보다 억제되었을 것으로 추측한다. 여기에 안와부 사골동 세포들(infraorbital ethmoid air cells)에 의해 소공들이 좁아지게 되면 안구의 위치도 변화할 수 있었을 것이다. 저형성된 상악동 표층의 연조직을 조직검사한 결과에서도 두꺼운 콜라겐층 점막에 많은 만성 염증세포들이 침윤되어 있는 반흔 조직으로 관찰된 점에서도 이전에 시도했던 상악동 수술 후의 치유 과정에서 생긴 반흔 조직의 잔재로 추정할 수 있겠다.

상악동은 안면의 외형 형성에 중요한 역할을 하므로, 편측성 상악동 저형성증을 가진 안면 비대칭 환자와 양측성 상악동 저형성증을 가진 중앙모 저형성(midfacial hypoplasia) 환자도 드물게 발생하게 된다. 따라서 상악동 저형성증은 하악골, 측두하와(infratemporal fossa), 익돌구개와(ptyergopalatine fossa)의 비대칭과 같은 두개안면 형성 장애를 동반할 수도 있다[4]. 본 환자의 경우 상악동의 저형성과 골화가 동시에 진행되어 안면 비대칭은 보이지 않았으나 CT 소견상 이환측 상악동 전벽이 함요(concave)된 소견이 관찰되기도 하였다.

상악동 저형성증에 대한 위와 같은 발병 원인과 진단에 따른 치료로는 크게 두 가지 측면에서 접근할 수 있을 것으로 생각한다. 상악동의 생리적인 환기 작용을 회복시킴으로써 골화가 진행되는 것을 예방하려는 시도가 첫 번째이고, 만약 안구함몰증이나 저안구증이 동반되는 경우에 이에 대한 처치를 고려해야 함이 두 번째 접근 방법이라 할 수 있다. 상악동 근치술을 고려하기 전에 보다 덜 침습적이고 수월하게 시행할 수 있는 기능적 내시경을 통한 접근(functional endoscopic sinus surgery)을 고려할 수 있다. 이 경우 얇은 비판(lamina papyracea)과 근접하여 위치하는 구상돌기가 외측에 위치할 수 있으므로 이에 대한 확인을 하는 것이 필수적이라 하겠다. 안와저부에 대한 재건이 필요할 경우에는 일반적으로 안와 골절에서 사용 가능한 Medpor, Supramid, 티타늄판, 실리콘 및 자가골 등과 같은 이식재를 고려

할 수 있다. 저형성증 및 안구함몰의 정도에 따라 한 번에 같이 재건해주는 일단계 수술법 및 우선은 저형성증에 대한 상악동의 생리적 기능을 회복하고 일정기간이 지난 후 안와하벽을 재건해주는 이단계 수술법을 고려할 수 있겠다.

전형적인 상악동 근치술을 시행한다면 항생제 또는 항균 작용을 보이는 거즈 등을 재건된 상악동 내에 채워 넣고 최소 3주 이상 경과 후에 제거하는 치료법이 추천되기도 하였으며¹⁴, 자가 골 이식 등이 고려되기도 하였는데, 대부분 외상 후 안와저부 재건을 같이 고려할 때 시술하는 방법과 같이 시술될 수 있겠다.

본 증례에서는 인위적으로 만들어준 상악동 내부에서 10일이 지난 후 채워져 있었던 거즈를 제거하였으며, 이후 2개월까지 1주 간격으로 비강을 통한 세척과 흡인을 시행하여 재건해준 상악동 내의 생리적 기능이 회복되도록 시도하였다. 특히, 수술 시 협측의 상악동 근치술 접근 부위를 티타늄 메쉬를 사용하여 협측 벽을 만들어주었는데, 이는 협측벽 없이 점막으로 바로 봉합할 경우 상악동 내의 공간에 섬유조직이 채워지면서 수술 후 반흔 조직으로 진행될 수 있기 때문에 이를 예방하기 위해서였다. 수술 후 얻은 골조직에 대한 면역조직화학 검사상 vWF 및 VEGF와 같은 혈관생성 인자들에 대한 항체반응이 비교적 활성화되어 있었으며, 이를 통해 상악동 내의 골조직에 대한 풍부한 혈액공급과 이를 통한 양성종양 형성과 같이 골형성 가능성이 계속 남아 있었을 것으로 추정되었다. 따라서, 섬유조직의 침투를 막아주고자 했던 협측 메쉬를 이용한 재건은 유용한 치료방법으로 보이며, 저자 등이 본 증례를 통하여 추천할 수 있는 소중한 경험이라 할 수 있겠다.

Acknowledgements

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology (2011-0005265).

References

1. Loehrl TA, Hong SH. The hypoplastic maxillary sinus and the orbital floor. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2006;14:35-7.
2. Montgomery WW. Mucocele of the maxillary sinus causing enophthalmis. *Eye Ear Nose Throat Mon* 1964;43:41-4.
3. Kass ES, Salman S, Rubin PA, Weber AL, Montgomery WW. Chronic maxillary atelectasis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1997;106:109-16.
4. Sirikçi A, Bayazit Y, Gümüşburun E, Bayram M, Kanlikana M. A new approach to the classification of maxillary sinus hypoplasia with relevant clinical implications. *Surg Radiol Anat* 2000;22:243-7.
5. Antonelli PJ, Duvall AJ 3rd, Teitelbaum SL. Maxillary sinus atelectasis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1992;101:977-81.
6. Kosko JR, Hall BE, Tunkel DE. Acquired maxillary sinus hypoplasia: a consequence of endoscopic sinus surgery. *Laryngoscope* 1996;106:1210-3.
7. Aydinlioğlu A, Erdem S. Maxillary and sphenoid sinus aplasia in Turkish individuals: a retrospective review using computed tomography. *Clin Anat* 2004;17:618-22.
8. Geraghty JJ, Dolan KD. Computed tomography of the hypoplastic maxillary sinus. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1989; 98:916-8.
9. Bolger WE, Woodruff WW Jr, Morehead J, Parsons DS. Maxillary sinus hypoplasia: classification and description of associated uncinat process hypoplasia. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1990;103:759-65.
10. Hourany R, Aygun N, Della Santina CC, Zinreich SJ. Silent sinus syndrome: an acquired condition. *AJNR Am J Neuroradiol* 2005;26:2390-2.
11. Soparkar CN, Patrinely JR, Cuaycong MJ, *et al*. The silent sinus syndrome. A cause of spontaneous enophthalmos. *Ophthalmology* 1994;101:772-8.
12. Rose GE, Sandy C, Hallberg L, Moseley I. Clinical and radiologic characteristics of the imploding antrum, or "silent sinus," syndrome. *Ophthalmology* 2003;110:811-8.
13. Modic MT, Weinstein MA, Berlin AJ, Duchesneau PM. Maxillary sinus hypoplasia visualized with computed tomography. *Radiology* 1980;135:383-5.
14. Rose GE, Lund VJ. Clinical features and treatment of late enophthalmos after orbital decompression: a condition suggesting cause for idiopathic "imploding antrum" (silent sinus) syndrome. *Ophthalmology* 2003;110:819-26.