

Morphologic Analysis of the Deviated Nasal Septum

Joohwan Kim, Seung Ho Cho, Jin Hee Cho and Sung Won Kim

Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, School of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

비중격 만곡의 형태학적 분석

김주환 · 조승호 · 조진희 · 김성원

가톨릭대학교 의과대학 이비인후과학교실

Received August 31, 2009

Revised December 8, 2009

Accepted December 21, 2009

Address for correspondence

Sung Won Kim, MD
Department of Otolaryngology-
Head and Neck Surgery,
School of Medicine, The Catholic
University of Korea, 505 Banpo-dong,
Seocho-gu, Seoul 137-701, Korea
Tel +82-2-2258-6949
Fax +82-2-595-1354
E-mail kswent@catholic.ac.kr

Background and Objectives The nasal septum, centrally located in the nasal cavity, has dynamic relations with other craniofacial structures and is also influenced by them during development. Moreover, the mosaic structure of the septum is constituted through ossification. The purpose of this study was to evaluate the anatomical characteristics of the deviated nasal septum with preoperative computed tomography (CT) and calculations during surgery.

Subjects and Method We studied 62 patients with nasal septal deviation on one side, who underwent septoplasty between July 2008 and February 2009. The area of the septal cartilage, vomer, and perpendicular plate of the ethmoid bone was calculated with sagittal imaging using preoperative CT. The angle of deviation was also measured with coronal imaging. The length between the anterior nasal spine and sphenoidal sinus and that of the sphenoidal process was measured during surgery.

Results The deviation angle increased significantly with the length of the sphenoidal process ($p<0.01$). The area of the septal cartilage decreased with age due to the progression of ossification.

Conclusion Nasal septal deviation without a history of trauma is influenced by the progression of nasal septal ossification. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2010;53:89-93

Key Words Nasal septum · Septal nasal cartilage · Bone development.

서 론

비중격은 두개안면 골격의 중심에 위치하며, 연골성 비중격(septal cartilage), 사골수직판(perpendicular plate of ethmoid), 서골(vomer) 이외에 서골의 하방에 접하는 위턱뼈능선(crest of maxillary bone)과 입천장뼈능선(crest of palatine bone) 등이 모여 모자이크 구조를 형성하게 된다. 이러한 비중격 만곡은 이비인후과 영역에서 흔하게 접할 수 있는 질환으로 한국인의 39.4%에서 비중격 만곡 혹은 기형의 형태를 갖는 것으로 조사된 바 있다.¹⁾ 연골성 비중격은 생후 2년이면 총 면적이 성인의 것과 같아진 후 거의 일정하게 유지되며,^{2,3)} 이후 외비 방향으로의 연골부 성장과 후방에서 진행되는 연골성 비중격의 골화가 균형을

이루고, 전체 면적은 사춘기 이후에도 계속 성장하여 약 36 세 경에 멈추는 것으로 알려져 있다.^{2,4)}

비중격의 골화 과정을 거치면서 연골성 비중격과 연결되는 길고 가느다란 연골 조각이 사골수직판과 서골 사이에 남게 되는데, 이를 연골성 비중격의 접형돌기(sphenoidal process)라고 부른다.^{5,6)} 또한 임상적으로 비중격 교정술 시행 중 만곡의 철부(convex side)쪽 최정점이 접형돌기 부위에 위치하고 있는 것을 흔히 관찰할 수 있다.

이 연구에서는 외상의 경력이 없는 일측성 비중격 만곡 환자에서의 해부학적 특징을 비·부비동 전산화단층촬영(computed tomography, CT) 영상과 수술 소견을 통해 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

2008년 7월부터 2009년 2월까지 비폐색을 주소로 내원한 후 수술 전 전비경검사와 비내시경검사를 통하여 일측성 만곡으로 진단받고 비중격 교정술을 시행받은 62명의 환자들을 대상으로 수술 전 비·부비동 CT 소견과 수술시야에서 측정한 계측치를 분석하였다. 남자는 43명, 여자는 19명이었다. 급성 혹은 만성 염증 소견을 보이거나 비중격수술, 비·부비동 수술 혹은 안면부 외상의 기왕력이 있거나 비강 내에 종양이나 비용이 있는 환자들은 제외하였다.

환자들의 수술 전 CT 영상의 축상면 영상(axial image)을 이용하여 시상면 영상(sagittal image)을 재구성하고 정중앙의(median) 영상을 선택한 후에 13개의 점을 선택한 후 이들을 연결하는 면적을 통하여 사골수직판과 서골, 연골성 비중격의 면적을 구하고, 비율을 계산하였다(Fig. 1). 비중격 교정술 시행 중에는 일측의 비중격 점막을 모두 박리한 상태에서 사골수직판과 서골, 연골성 비중격이 만나는 부위를 확인하여 채취한 후 접형돌기의 한쪽 혹은 양쪽을 덮고 있는 골을 제거한 후 연골성 비중격의 접형돌



Fig. 1. Measurements of the area of each components of the nasal septum at the median sagittal image of CT scan of paranasal sinuses after reconstruction. A: the most anterior end of the septal cartilage (nasal tip), B: the anterior end of the inferior edge of the nasal bone, C: the crossing point of the inferior edge of the nasal bone and the suture line between the septal cartilage and PPE, D: the posterior end of the inferior edge of the nasal bone, E: the posterior end of the inferior edge of the frontal sinus, F: the most superior end of the anterior wall of the sphenoid sinus, G: the inferior end of the anterior wall of the sphenoid sinus, H: the posterior end of the inferior wall of the sphenoid sinus, I: the posterior end of the palate bone on the nasal floor, J: anterior nasal spine, K: the breaking point of the superior edge of the vomer, L: the breaking point of the suture line between the septal cartilage and PPE. PPE: Perpendicular plate of ethmoid bone.

기의 길이를 측정하였다. 또한, 사골수직판과 서골 사이의 골유합선을 추적하여 접형돌의 전벽과 만나는 점을 찾아 이 지점과 전비극 사이의 거리를 측정하여 접형돌기와의 비를 구함으로써 비중격 크기에 대한 접형돌기의 비를 구하였다.

골부 비중격의 만곡 정도를 평가하기 위해 수술 전 비·부비동 CT에서 관상면 영상(coronal image)을 선택한 후 비중격이 전두개와(anterior cranial fossa)에 부착되는 지점에서 전비극과 연결되는 비중격의 수직축과 비중격 만곡의 첨부에 연결되는 가상선을 각각 얻은 뒤, 이들이 이루는 각도를 모든 관상면에서 측정하였다(Fig. 2). 측정치 중 가장 큰 것, 양측 비밸브(nasal valve) 및 전방개구비도(osteomeatal unit) 단위에서 계측한 것을 사용하였다.

비·부비동 전산화단층촬영은 관상면은 2 mm, 축상면은 0.6 mm 두께로 시행하였다. 측정오류를 막기 위해 모든 계측치는 동일한 관찰자에 의해 측정되었다. 시상면의 영상은 축상면의 영상을 바탕으로 재건하였으며, 이 과정에서 Cybermed 사의 Vworks 프로그램(version 4.0, CyberMed, Seoul, Korea)을 사용하였다. 면적 측정에는 Infinity Analysis 프로그램(version 4.4, Luminera, Ottawa, Canada)을 사용하였다.

통계학적 검정을 위하여 Pearson의 상관분석을 시행하였으며 모든 통계처리는 SPSS 프로그램(version 16, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 이 연구는 가톨릭 대학교 임상시험 생명윤리심의위원회의 심의를 거쳐 승인 받은 후 시행되었다.

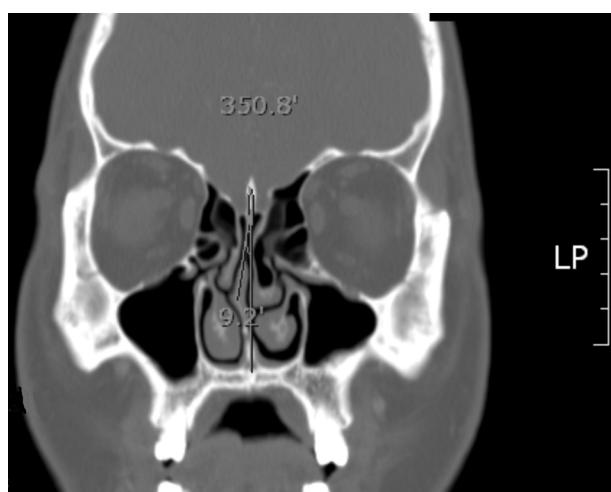


Fig. 2. Measurements of the deviated angle at osteomeatal unit in coronal image of the CT scan of paranasal sinuses. Septal deviation was measured by the angle at the roof of the septum between the line to the midline of maxillary crest and to the apex of the deviated septum.

결 과

대상자 62명의 평균 나이는 34세였으며 남자는 평균 32세, 여자는 평균 36세였다. 시상면 영상에서 측정한 평균 면적은 연골성 비중격이 $777.49 \pm 159.39 \text{ mm}^2$, 사골수직판이 $1,103.70 \pm 219.66 \text{ mm}^2$, 서골이 $961.00 \pm 147.39 \text{ mm}^2$ 였으며 전체 면적은 $2842.19 \pm 247.62 \text{ mm}^2$ 이었다. 전체 면적에서 연골성 비중격이 차지하는 비율은 $27.43 \pm 5.49\%$ 로 확인되었으며, 사골수직판이 $38.79 \pm 6.60\%$, 서골이 $33.78 \pm 3.88\%$ 로 나타났다. 전체 비중격의 크기는 남성이 여성보다 커졌으며($p<0.01$), 각 구성요소의 면적이나 비율에 있어서의 성별에 따른 차이는 확인할 수 없었다 (Table 1).

연령의 증가에 따른 비중격 전체 면적의 크기는 변화가 없었으나($p=0.443$), 연골성 비중격은 연령이 증가함에 따라 그 면적이 감소하는 양상을 보였으며($p<0.01$) (Table 2), 전체 비중격 면적에서 연골성 비중격이 차지하는 비율 또한 감소하는 양상을 보였다($p<0.01$). 연골성 비중격과 사골수직판의 면적은 서로 음의 상관관계를 보였다($p<0.01$) (Fig. 3). 서골의 면적은 연골성 비중격이나 사골수직판 어느 면적과도 상관관계가 없었다($p>0.05$).

수술 과정에서 직접 계측된 접형돌기의 평균 길이는 $26.03 \pm 8.11 \text{ mm}$ 였으며, 사골수직판과 서골이 만나는 골유합선의 후방 끝점과 전비극점 사이의 거리는 $58.42 \pm 4.69 \text{ mm}$ 로 나타났다. 접형돌기의 길이를 이 길이로 나눈 비는 평균 0.45 ± 0.15 였고, 성별이나 나이에 따른 접형돌기 길이의 차

이는 없었다. 비중격 만곡의 각도는 최고각이 평균 $12.15 \pm 4.98^\circ$, 전방개구비도 단위에서 $8.59 \pm 3.58^\circ$, 비밸브 단위에서 $10.43 \pm 4.41^\circ$ 으로 나타났으며, 세 측정치 모두 접형돌기의 길이가 길수록 커지는 양상을 보였다($p<0.01$) (Fig. 4). 접형돌기의 길이와 수술 중에 측정한 전비극에서 접형동에 이르는 길이가 이루는 비와도 양의 상관관계를 보임을 확인하였다($p<0.01$).

고 칠

비중격 만곡의 원인으로는 외상, 선천성 기형, 비용, 종양 등이 있으나 뚜렷한 원인을 확인할 수 없는 경우가 많다. 이 경우 비강저의 비대칭적 하강, 비중격 연골의 기계적 특성 및 인접해 있는 안면골과 두개골의 비대칭적 성장 혹은 연골 및 골화와 관련된 부조화 등이 원인으로 제시되었다.^{7,8)}

Van Loosen 등²⁾과 Huizing⁴⁾은 비중격의 발달과정에 대해 연골성 비중격의 넓이가 출생 3년 후에 성인의 크기에 도달한다고 하였고, 이후 연령의 변화에도 불구하고 일정하게 유지된다고 보고하였다. 이 연구에서는 연골성 비중격의 면적은 20대에서 가장 크고, 이후 나이의 증가에 따라 작아지는 음의 상관관계를 갖는 것으로 파악되었으며, 비중격 전체에서 연골성 비중격의 면적이 차지하는 면적의 비율도 같은 양상을 보이는 것으로 나타났다. 이는 자기공명영상을 이용한 비중격 만곡이 없는 한국인에서의 비중격 연구⁹⁾나 Miles 등¹⁰⁾이 시행한 시신(cadava)을 이용한 비중격 연구의 결과와 유사하다. 또한 나이에 따른 비중격

Table 1. The average area of each components of the nasal septum and its ratio to that of total nasal septum

	Septal cartilage (mm^2)	PPE (mm^2)	Vomer (mm^2)	Total Septum (mm^2)
Male	795.15 ± 163.59	1134.69 ± 216.19	1007.49 ± 135.17	$2937.32 \pm 215.57^*$
	0.27^\dagger	0.38^\dagger	0.34^\dagger	1.0^\dagger
Female	738.26 ± 146.37	1034.85 ± 217.44	857.70 ± 120.58	$2630.80 \pm 174.29^*$
	0.28^\dagger	0.39^\dagger	0.32^\dagger	1.0^\dagger
Total	777.49 ± 159.39	1103.70 ± 219.66	961.00 ± 147.39	2842.19 ± 247.62
	0.27^\dagger	0.38^\dagger	0.33^\dagger	1.0^\dagger

*statistically significant correlation between both sexes ($p<0.01$), [†]the ratio to the area of total septum. PPE: perpendicular plate of ethmoid bone, p: the result of bivariate correlation analysis

Table 2. The correlation between the area of the nasal septum and the age (mm^2)

Age	n	Septal cartilage	PPE	Vomer	Total septum
11~20	17	792.85 ± 164.65	1136.66 ± 176.21	986.34 ± 133.77	2915.85 ± 217.06
21~30	13	833.10 ± 160.79	1014.81 ± 181.80	907.45 ± 113.42	2755.37 ± 178.10
31~40	10	783.58 ± 148.08	1073.89 ± 233.15	983.12 ± 122.80	2840.59 ± 250.58
41~50	10	707.82 ± 152.43	1128.91 ± 215.39	1004.62 ± 211.64	2841.37 ± 328.79
51~	12	619.19 ± 242.34	1060.66 ± 408.38	870.98 ± 255.32	2612.92 ± 737.22
Total	62	777.49 ± 159.39	1103.70 ± 219.66	961.00 ± 147.39	2842.19 ± 247.62

PPE: perpendicular plate of ethmoid bone

전체 면적의 변화는 없어 연골성 비중격의 면적 감소는 비중격 전체 면적이 일정한 가운데 사골 수직판의 골화가 진행되어 나타나는 결과로 생각된다. 실제로 연골성 비중격의 면적은 사골수직판의 면적과 음의 상관관계를 나타내었다.

비중격의 구성요소 중 연골성 비중격과 사골수직판의 면적은 Miles 등¹⁰⁾이 57구의 시신의 비중격을 직접 측정해서 보고한 계측치와 모두 오차범위 안에 있었으며, 이는 본 연구에서 비·부비동 CT를 통해 실시한 측정 방법이 실제 측정치와 틀리지 않다는 것을 의미한다. 또한 전체 비중격에서 연골성 비중격이 차지하는 비율도 이전에 보고

된 0.31과 비슷하게 관찰되었다.¹⁰⁾ 하지만 전체 비중격의 면적과 서골의 면적은 시신에서 측정한 계측치보다 크게 나타났는데, 비·부비동 CT를 이용한 계측에서 위턱뼈능선과 입천장뼈능선의 면적의 일부가 서골의 면적으로 포함되었기 때문으로 생각된다.

비중격은 발생 초기에는 완전한 연골성 구조로서 골화는 후방에서부터 시작된다. 출생 6개월 경 계관(crista gali)의 뒤쪽 부분에서 시작하여 전방 미측으로 진행되면서 사골수직판이 형성되고, 10세 경까지 빠른 속도로 진행되어 하방으로 서골과 만나게 된다. 서골은 태생 3주에 연골성 비중격의 후하방 부분의 양쪽에서 개별적으로 골화가 시작되고,¹¹⁾ 전상방으로 진행되어 중앙에서 합쳐진다. 이 과정에서 서골의 전상부는 내측과 외측의 골화 정도에 차이가 있게 되어,²⁾ 서골의 양쪽 돌기부분 사이에 U자 모양의 도랑(groove)을 형성하게 되고, 연골성 비중격의 후방부가 이곳에 존재하게 된다. 상부로 진행되는 서골의 골화는 U자 모양의 양 돌기가 사골수직판과 만나면서 완료되며,⁶⁾ 골유합선은 천천히 앞쪽으로 길어지는 양상을 보이게 된다. 서골 상연의 후방부에서는 양측부와 중앙부위 사이의 골화의 차이로 인한 상면의 돌기형성이 거의 이루어지지 않아 사골수직판과 서골은 유합면 전체가 골부로 접하게 되나, 유합부의 앞쪽에서는 골화속도에 따른 차이가 두드러지게 되어 양측의 돌기가 형성되게 된다. 결국 서골과 사골수직판 사이를 사각연골의 뒤쪽 돌기가 파고 들어가는 형태의 구조가 완성된다. 이것을 접형돌기라고 하며,⁵⁾ 연골성 비중격의 후방에 꼬리처럼 연결되어 있어 미측돌기(caudal process)라고도 한다.¹²⁾

이렇게 만들어지는 접형돌기는 비중격 골화의 결과로 생기는 구조물로, 골화의 면적과 균형 정도에 따라 비중격의

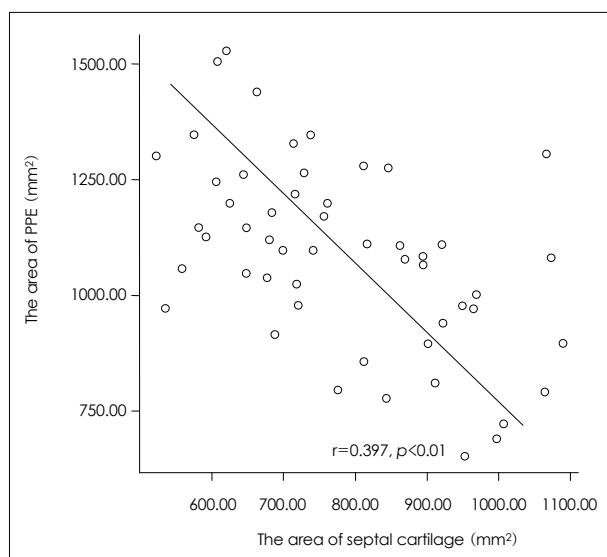


Fig. 3. Correlation between the area of septal cartilage and that of PPE. The area of the septal cartilage showed a significant negative correlation with the area of PPE. The r value represents the Pearson's correlation coefficient and p value is the result of bivariate correlation analysis. PPE: perpendicular plate of ethmoid bone.

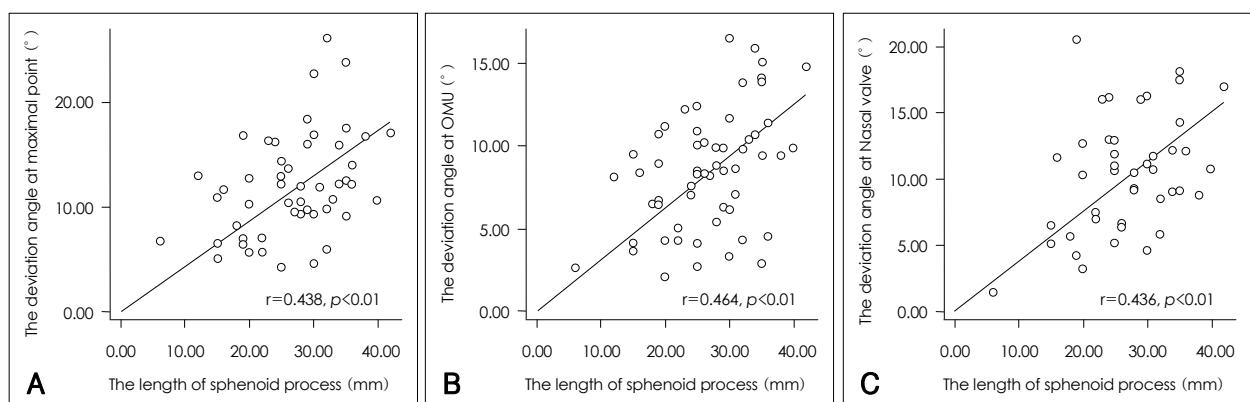


Fig. 4. Scatter plots of the correlation between the deviation angle at various points and the length of sphenoid process. The deviation angle at maximal deviation point were positively correlated (A). A similar correlation was observed between the deviation angle at other sites and the length of sphenoid process (B and C). The r value represents the Pearson's correlation coefficient and p is the results of bivariate correlation analysis. OMU: osteomeatal unit.

최종형태가 차이가 나게 된다.^{8,9,13)} 즉, 접형돌기의 최종형태는 골화의 속도, 양상 및 완료시점 등에 영향을 받게 된다. 이 연구에서는 접형돌기의 길이가 길수록 비중격 만곡의 정도가 큰 것으로 나타났고, 이는 골화의 과정이 비중격 만곡에 영향을 미쳐 나타난 것으로 해석할 수 있다. 각각의 인자를 평가하는 방법과 비중격 만곡에 미치는 영향에 대해 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한 비중격은 두개안면 구조의 중심에 위치하여 주위의 여러 구조에서 받는 힘에 의해 직간접적으로 영향을 받는 곳이므로 전체 힘의 균형이 골화 및 구조형성에 중요한 역할을 한다. 이 균형에 작용하는 수만 가지 요소들 중 한 가지만 문제가 생겨도 균형은 깨져서 비중격의 만곡을 유발하게 되므로 비중격 만곡의 정도는 두개안면 구조의 균형적인 성장의 지표로서 역할을 할 수 있을 것이다.

비중격 면적의 증가에 따른 외비의 성장이 충분하지 않을 때, 연골성 비중격은 성장할 수 있는 공간이 없어지게 된다. 결국 성장에 따른 팽창력(expansive force)을 해소하지 못하고, 서골 상연의 U자 모양을 이루던 양쪽 날개 중에서 약한 지지구조를 가진 쪽으로 성장하게 되어 돌기나 마루가 형성되게 된다.¹³⁾ 구순구개열(cleft lip and palate) 등 악안면 기형이 있거나 양측 안면골의 성장이 대칭이 아닌 경우 비중격 만곡의 빈도가 높은데,¹⁴⁾ 이것은 사골수직판과 서골의 성장 축의 정렬상태가 일직선을 이루지 못하여 서골 상면의 돌기와 사골수직판의 연결에 결손이 생겨 비중격 연골의 성장으로 인한 팽창력이 이 결손 부위로 집중되기 때문이다. 또 골화 부위의 염증 소견으로 인한 골화 진행의 비대칭성, 습관적인 저작운동의 쏠림이나 자세의 좌우 불균형, 비강 내에서 발생하는 구조적 비대칭 등도 장기적으로 두개안면 구조의 힘의 균형에 영향을 주어 비

중격의 일측 만곡을 유발하게 된다. 이 경우 성장과 함께 만곡의 정도가 커지게 되므로, 적절한 시점에서 비중격 교정술을 해준다면 만곡의 진행을 막을 수 있을 것이다.

REFERENCES

- 1) Kim SS, Kim DY, Lee HS, Lee SS, Lee SY, Kim TM, et al. Types of nasal septal deformities related to nasal symptoms: A preliminary report. *Korean J Otolaryngol-Head Neck Surg* 1998;41(9):1141-5.
- 2) Van Loosen J, Van Zanten GA, Howard CV, Verwoerd-Verhoef HL, Van Velzen D, Verwoerd CD. Growth characteristics of the human nasal septum. *Rhinology* 1996;34(2):78-82.
- 3) Vetter U, Pirsig W, Helbing G, Heit W, Heinze E. Patterns of growth in human septal cartilage: a review of new approaches. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1984;7(1):63-74.
- 4) Huizing BH, de Groot J. Functional reconstructive nasal surgery. New York: Thime;2003. p.41-3.
- 5) Takahashi R. The formation of nasal septum deviation in human evolution. *Rhinology* 1977;15(4):159-65.
- 6) Takahashi R. The formation of the nasal septum and the etiology of septal deformity. The concept of evolutionary paradox. *Acta Otolaryngol Suppl* 1987;443:1-160.
- 7) Mladina R. The role of maxillar morphology in the development of pathological septal deformities. *Rhinology* 1987;25(3):199-205.
- 8) Mladina R, Bastaic L. What do we know about septal deformities? *J Rhinology* 1997;4:79-89.
- 9) Kim IS, Lee MY, Lee KI, Kim HY, Chung YJ. Analysis of the development of the nasal septum according to age and gender using MRI. *Clin Exp Otorhinolaryngol* 2008;1(1):29-34.
- 10) Miles BA, Petrisor D, Kao H, Finn RA, Throckmorton GS. Anatomical variation of the nasal septum: analysis of 57 cadaver specimens. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2007;136(3):362-8.
- 11) Scott-Brown WG, Kerr WG, Alan G. Scott-Brown' otolaryngology. Head and neck surgery. 7th ed. London: Hodder Arnold;2007. p.1569-70.
- 12) Mladina R, Krajina Z. The influence of the caudal process on the formation of septal deformities. *Rhinology* 1989;27(2):113-8.
- 13) Takahashi R. The evolution of the nasal septum and the formation of septal deformity. *Rhinol Suppl* 1988;6:1-23.
- 14) Sandham A, Murray JA. Nasal septal deformity in unilateral cleft lip and palate. *The Cleft Palate Craniofac J* 1993;30(2):222-6.