

Correlation between Pressure Sensitivity of Nasal Mucosa and Experimentally Induced Nasal Stuffiness in Healthy Adults

Min Seok Han, Seok-Won Park, Chang Gun Cho, Jae-Jun Song and Seong Keun Kwon

Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Dongguk University College of Medicine, Ilsan Hospital, Goyang, Korea

인체 비강의 압각 민감도와 실험적으로 유발한 비폐색감 간의 상관관계

한민석 · 박석원 · 조창건 · 송재준 · 권성근

동국대학교 의과대학 일산병원 이비인후-두경부외과학교실

Received July 1, 2011

Revised August 16, 2011

Accepted August 18, 2011

Address for correspondence

Seok-Won Park, MD, PhD

Department of Otorhinolaryngology-
Head and Neck Surgery,
Dongguk University
College of Medicine, Ilsan Hospital,
814 Siksa-dong, Ilsandong-gu,
Goyang 410-773, Korea
Tel +82-31-961-7430
Fax +82-31-961-7427
E-mail sw43857@dumc.or.kr

Background and Objectives The correlation between subjective nasal obstruction symptom and minimal cross-sectional area (MCA) of nasal cavity is uncertain. Some chemicals change subjective nasal obstruction symptoms without changing MCA. The aim of this study is to evaluate the correlation between the tactile pressure sense of nasal mucosa and the nasal obstruction symptom.

Subjects and Method From 30 healthy adult volunteers, sensitivity to pressure change (P-sensitivity) and sensitivity to MCA change (A-sensitivity) were measured for each side of the nose, respectively. P-sensitivity was obtained as the slope of the regression line which was defined as the change of visual analog scale (VAS) score of the subjective nasal pressure sense divided by the change of inflated intranasal balloon pressure. A-sensitivity was obtained as the slope of the regression line which was defined as the change of VAS score of nasal obstruction divided by the change of MCA measured with acoustic rhinometry in experimentally narrowed or blocked nose using pieces of sponge.

Results There was a strong correlation between P-sensitivity and A-sensitivity. In each volunteer, P-sensitivity or A-sensitivity of one side nose was well correlated with those of the opposite side, respectively.

Conclusion Both P-sensitivity and A-sensitivity of human nose vary from person to person, but they have a strong correlation with each other. Nasal obstruction symptom can be influenced by change of general somatic sense of nasal mucosa.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2011;54:623-8

Key Words Acoustic rhinometry · Nasal obstruction · Sensation.

서 론

비폐색은 이비인후과를 방문하는 환자가 흔히 호소하는 증상 중의 하나이며, 진단 및 치료 계획의 수립, 치료 결과의 평가를 위해 비폐색을 측정하기 위한 노력이 계속되어 왔다. 그러나 이학적 검사에서 완전한 비폐색 소견이 있는 경우를 제외하면 이를 객관적으로 평가하기 힘든 경우가 많다. 현재 객

관적인 평가를 위해 음향비강통기도검사(acoustic rhinometry)와 비기압계검사(rhinomanometry)가 널리 사용되고 있으나, 이 검사의 결과와 주관적 비폐색 증상과의 상관관계는 아직 명확하지 않다.¹⁾

Camphor, eucalyptus, menthol, vanilla 같은 물질은 흡입하였을 때 객관적 검사로 확인한 비강 개존도에는 변화가 없지만 주관적 비폐색 증상은 호전된 연구들에서 비강의 감각

이 비폐색 증상과 관련이 있다고 보고하였다.²⁻⁴⁾ 기류의 흐름에 민감한 비전정(vestibule) 부위⁵⁾를 크림 형태로 lidocaine을 도포하거나 하순경로(sublabial route)를 이용하여 국소마취하였을 때, 객관적 검사로 확인한 비강 개존도에는 변화가 없지만 비폐색감의 증가를 확인한 연구에서 비전정 부위의 기류 흐름을 느끼는 감각이 비폐색감과 관련이 있다고 보고하였다.⁶⁻⁸⁾ 그러나 lidocaine을 비강 점막에 분무하였을 때 객관적 검사는 변화가 없지만 비폐색감이 감소하는 양상을 보였고,⁹⁾ Arbour와 Kern은 편측이 완전히 막혀 기류의 흐름이 없으나 막혀있는 비강의 비폐색을 느끼지 못하는 역설적 비폐색(paradoxical nasal obstruction)을 보고하였다.¹⁰⁾ 따라서 비폐색감은 비점막이나 비전정을 지배하는 상악신경을 경유하는 일반적 체성 감각(general somatic sense)과 상당한 관련성이 있을 것으로 생각된다. 본 연구에서는 비강의 압력을 감지하는 일반적인 체성 감각과 비폐색감 간의 비교를 통해 두 가지 주관적인 감각 간의 상관관계를 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

평소 지속적인 비폐색 증상이 없는 20~64세 건강한 성인 자원자 30명(남자 12명, 여자 18명)을 대상으로 하였다. 비강 혹은 부비동 수술이나 만성 부비동염의 과거력이 있는 경우, 최근 2주내 상기도 질환을 앓았거나 약물을 투약한 경우, 골절을 동반한 안면외상의 병력이 있는 경우, 이학적 검진에서 비용, 비중격 천공 등 병적소견이나 심한 비중격 만곡이 있는 경우는 제외하였다. 본 연구는 원내 의학연구윤리심의위원회의 승인 하에 진행되었다.

비강의 압력 변화에 대한 민감도 측정

비강 내에 압력자극을 가하기 위해 소독된 장갑의 손가락 부위와 정맥주사 연장연결관을 이용하여 약 15×30 mm 크기의 풍선을 만들고, 압력을 측정할 수 있는 가압기(control inflator, VBM Medizintechnik GmbH, Sulz am Neckar, Germany)를 이용하여 풍선에 공기를 넣으면서 풍선의 압력(inflated balloon pressure, IBP, 단위 cmH₂O)과 비강 내 압박감(nasal pressure sense, NPS)을 측정하였다(Fig. 1). NPS는 100 mm visual analog scale을 이용하여 측정하였다. 100 mm 선을 피검자에게 보여주고, 0 mm는 압박감이 전혀 없는 상태를, 100 mm는 극심한 압박감을 느끼는 상태로 상상하게 한 다음, 피검자의 NPS를 직접 펜으로 100 mm 선상에 표시하게 하고, 0 mm에서 그 표시점까지 거리를 자로 측정하여 구하였고, 단위는 편의상 mm 대신 점수로 평가하였다. 하비



Fig. 1. Small balloon and control inflator. IBP (inflated balloon pressure) was measured using this instrument.

$$\text{P-sensitivity} = \frac{\sum (IBPx - \overline{IBP})(NPSx - \overline{NPS})}{\sum (IBPx - \overline{IBP})^2}$$

$$\text{A-sensitivity} = \frac{\sum (MCAx - \overline{MCA})(NOSx - \overline{NOS})}{\sum (MCAx - \overline{MCA})^2}$$

Fig. 2. Equations of P-sensitivity and A-sensitivity. P-sensitivity: sensitivity to pressure change, A-sensitivity: sensitivity to MCA change, IBP: inflated balloon pressure, NPS: visual analog scale score of nasal pressure sense, MCA: minimal cross-sectional area, NOS: visual analog scale score of nasal obstruction sense.

갑개 전단부와 비중격 사이에 풍선을 넣고 압력을 주지 않는 상태($IBP_0=0$)에서 NPS_0 을 측정하였다. 압력을 측정할 수 있는 가압기를 이용하여 압력을 증가시켜 비강에 들어있는 풍선의 압박감이 변하는 시점의 IBP_1 과 NPS_1 을 측정하고, 다시 압력을 증가시켜 풍선의 압박감이 변하는 시점의 IBP_2 와 NPS_2 를 측정하고 같은 방법으로 IBP_3 과 NPS_3 을 측정하였다. 비강 내 손상을 예방하기 위해서, IBP_3 과 NPS_3 을 얻기 전에 환자가 극심한 압박감을 느끼는 경우나 압력이 80 cmH₂O에 도달하는 경우에는 IBP_2 와 NPS_2 까지만 측정하였다. 비강의 압력 변화에 대한 민감도(sensitivity to pressure change, P-sensitivity)는 IBP 변화에 대한 NPS의 변화인 선형회귀선의 기울기로 구하였다(Fig. 2).

비강 단면적 변화에 대한 민감도 측정

소독된 흡수 팽창성 비강 충전 스폰지(Merocel®, Medtronic Xomed, Jacksonville, FL, USA)를 2×3 mm 크기의 조각으로 만들고 생리식염수를 이용하여 스폰지를 팽창시킨 후, 하비갑개 전단부와 비중격 사이에 비강 저부부터 삽입하였다.

이 방법으로 비강의 단면적을 인위적으로 조절하여, 비폐색감(nasal obstruction sense, NOS)과 음향비강통기도검사로 비강 하비갑개 전단부의 최소단면적(minimal cross-sectional area, MCA, 단위 cm^2)을 측정하였다. NOS는 반대측 비강을 막고 편측 비폐색 증상을 100 mm visual analog scale을 이용하여 측정하였다. 0 mm는 코가 전혀 막히지 않은 상태를, 100 mm는 코가 완전히 막힌 상태를 상상하게 한 다음, 코가 막히는 정도를 피검자가 직접 펜으로 100 mm 선상에 표시하게 하고, 0 mm에서 그 표시점까지 거리를 자로 측정하여 구하였다. 단위는 편의상 mm 대신 점수로 평가하였다. 우선 측정하고자 하는 비강에 아무것도 넣지 않았을 때 MCA_0 과 NOS_0 을 측정하고, 이후 비강에 스폰지 조각을 1개 넣었을 때 MCA_1 과 NOS_1 , 2개 넣었을 때 MCA_2 와 NOS_2 , 3개 넣었을 때 MCA_3 과 NOS_3 을 측정하였다. 스폰지 조각을 3개 넣었을 때 김진상 완전한 비폐색이 오는 경우에는 MCA_2 와 NOS_2 까지만 측정하였다. 비강 단면적 변화에 대한 민감도(sensitivity to MCA change, A-sensitivity)는 MCA 변화에 대한 NOS의 변화인 선형회귀선의 기울기로 구하였다(Fig. 2).

음향비강통기도검사

음향비강통기도검사는 Rhinometrics SRE 2000(Interacoustics AS, Assens, Denmark)을 사용하여 측정하였다. 피검자는 의자에 앉아서 머리를 반듯이 한 다음, 공기가 새지 않고 코에 잘 맞는 관(nosepiece)을 이용해 비강에 잘 맞춘 다음 MCA를 측정하였다.

통계 분석

각 측정치의 상관관계는 Kolmogorov-Smirnov 검정과 Shapiro-Wilk 검정을 통해서 정규분포를 따르는 경우에는 Pearson's correlation coefficient를, 정규분포를 따르지 않는 경우에는 Spearman's correlation coefficient를 구하여 유의성을 검증하였다. 모든 통계적 분석은 유의 수준 5%에서 시행하였으며 SPSS for Windows release 15.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다.

결과

피검자 비강 최소단면적의 기본 분포

피검자들의 좌측 비강의 MCA_0 의 값은 0.54 ± 0.24 (range 0.21~1.07), 우측 비강의 MCA_0 의 값은 0.65 ± 0.29 (range 0.20~1.28)였으며 개인별 분포는 그림과 같다(Fig. 3). 피검자들의 비강 중 좁은 쪽 비강의 MCA_0 의 값은 0.45 ± 0.18 (range 0.20~0.85), 넓은 쪽 비강의 MCA_0 의 값은 0.74 ± 0.27 (range 0.29~1.28)이었다.

피검자 비강의 압력 변화에 대한 민감도와 비강 단면적 변화에 대한 민감도의 상관관계

모든 피검자의 좌우 비강에서 각기 측정한 P-sensitivity와

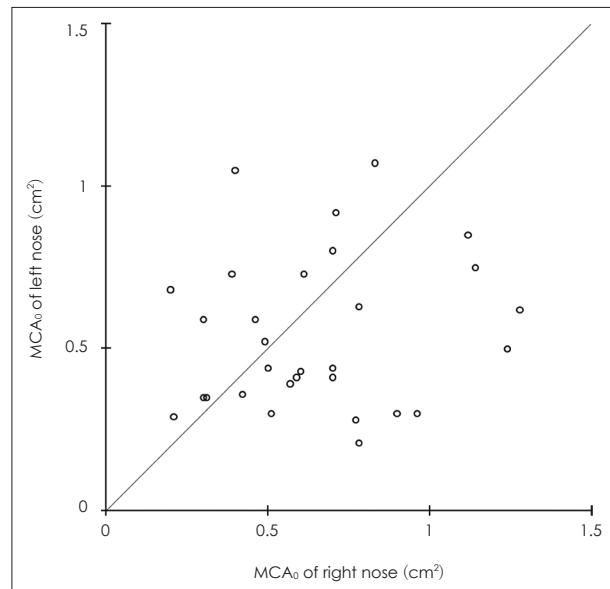


Fig. 3. Distribution of minimal cross-sectional area of volunteers. MCA_0 : minimal cross-sectional area without sponge insertion in nasal cavity.

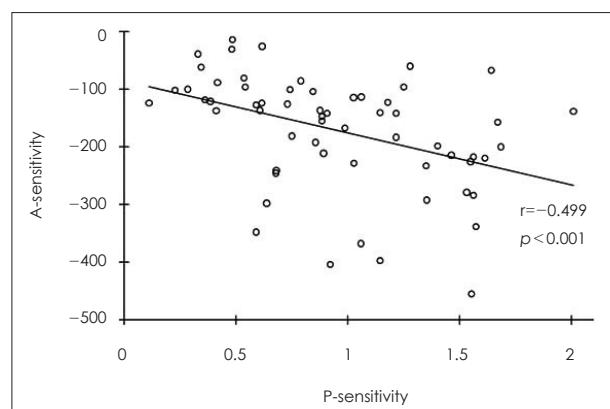


Fig. 4. Correlation between P-sensitivity and A-sensitivity of each nose (n=60). P-sensitivity: sensitivity to pressure change, A-sensitivity: sensitivity to MCA change, MCA: minimal cross-sectional area.

Table 1. Correlations among P-sensitivity, A-sensitivity and MCA_0

Pairs of parameters	R coefficient (p value)
P-sensitivity and A-sensitivity	$-0.499^* (p < 0.001)$
P-sensitivity and MCA_0	$-0.125 (p = 0.343)$
A-sensitivity and MCA_0	$0.312^\dagger (p = 0.015)$

* $p < 0.01$, $^\dagger p < 0.05$. R coefficient: Spearman correlation coefficient, P-sensitivity: sensitivity to pressure change, A-sensitivity: sensitivity to MCA change, MCA_0 : minimal cross-sectional area of nasal cavity

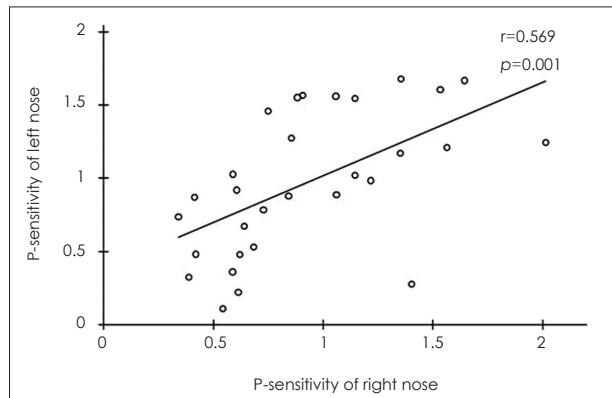


Fig. 5. Correlation between right P-sensitivity and left P-sensitivity of each volunteer (n=30). P-sensitivity: sensitivity to pressure change.

A-sensitivity 사이에 통계적으로 유의한 음의 상관관계가 있었다(Spearman correlation coefficient $r=-0.499$, $p<0.01$) (Fig. 4, Table 1).

비강의 압력 변화에 대한 민감도의 피검자내 양측 간의 상관관계

피검자 개인당 좌측 비강의 P-sensitivity와 우측 비강의 P-sensitivity 간에 통계적으로 유의한 양의 상관관계가 있었다(Pearson correlation coefficient $r=0.569$, $p<0.01$) (Fig. 5).

비강 단면적 변화에 대한 민감도의 피검자내 양측 간의 상관관계

피검자 개인당 좌측 비강의 A-sensitivity와 우측 비강의 A-sensitivity 간에 통계적으로 유의한 양의 상관관계가 있었다(Spearman correlation coefficient $r=0.432$, $p<0.05$) (Fig. 6).

비강 최소단면적과 비강의 압력 변화에 대한 민감도 또는 비강 단면적 변화에 대한 민감도 간의 상관관계

모든 피검자의 좌우 비강에서 각기 측정한 MCA_0 과 P-sensitivity 사이에는 통계적으로 유의한 상관관계가 없었으며(Spearman correlation coefficient $r=-0.125$, $p>0.05$), MCA_0 과 A-sensitivity 사이에는 통계적으로 유의한 양의 상관관계가 있었다(Spearman correlation coefficient $r=0.312$, $p<0.05$) (Fig. 7, Table 1).

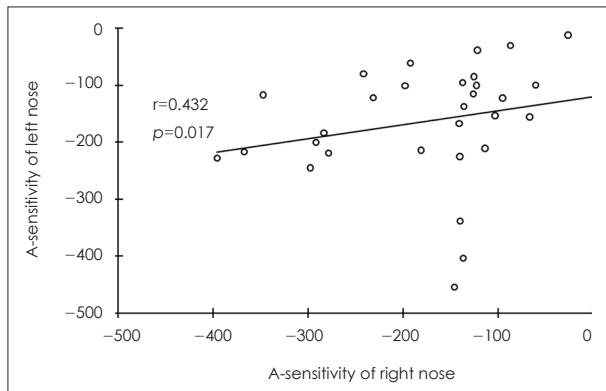


Fig. 6. Correlation between right A-sensitivity and left A-sensitivity of each volunteer (n=30). A-sensitivity: sensitivity to MCA change, MCA: minimal cross-sectional area.

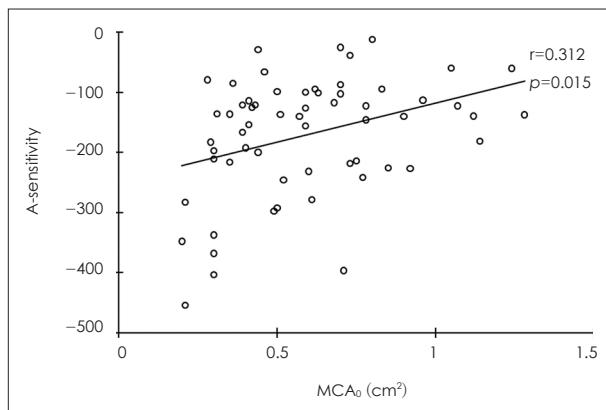


Fig. 7. Correlation between A-sensitivity and MCA_0 of each nose (n=60). MCA_0 : minimal cross-sectional area without sponge insertion in nasal cavity, A-sensitivity: sensitivity to MCA change, MCA: minimal cross-sectional area.

서 개존도에 대한 검사만으로 환자가 어느 정도의 비폐색감을 느끼고 있을지 추정하려면 객관적 개존도와 주관적 비폐색감 사이에 다수의 환자에서 일정하게 재현되는 상관관계가 성립해야 한다. 비강 최소단면적과 비폐색감 사이의 관계를 분석한 5개의 연구에서 상관관계가 있었으나,¹¹⁻¹⁵⁾ 2개의 연구에서는 상관관계가 없다고 보고하였다.^{16,17)} Camphor, eucalyptus, menthol, lidocaine과 같은 물질을 비접막에 도포되었을 때 객관적 검사로 확인한 비강 개존도에는 변화가 없지만 주관적 비폐색 증상에 영향이 있다는 보고가 있듯이,^{2,3,6-9)} 비폐색감이 객관적으로 측정할 수 있는 개존도가 아닌 비강의 지각과 같은 다른 요소에 의해서도 좌우될 수 있다는 것은 알려진 사실이다. 그러나 전술한 바와 같이 객관적 비강 개존도와 주관적 비폐색 증상의 상관관계를 비교한 연구들은 있었으나, 비강의 감각과 같은 주관적으로 측정될 수밖에 없는 다른 요소들이 비폐색 증상에 영향을 미치는지에 대한 연구는 없었다. 그래서 본 연구에서는 비강의 일반적 체성 감각 중 하나인 압각에 대한 민감도와 비폐색 증상이

고 찰

비강의 개존도는 음향비강통기도검사나 비기압계검사를 이용하여 객관적이고 정량적인 측정이 가능하지만, 증상으로서의 비폐색은 환자가 주관적으로 호소하는 것이다. 따라

발생하는 민감도 간의 비교를 통해 두 지표 사이에 양적 상관관계가 존재하는지, 즉 비강의 지각 변화를 예민하게 느끼는 사람이 실제로 비폐색감을 더 잘 느끼는지를 알아보자 하였다.

비강의 기계적 자극에 대한 감각 중 촉각의 민감도를 측정하는 데는 기술적인 어려움이 있었다. 피부에서는 최소자극을 측정하는 one point static cutaneous pressure threshold 방법이나 두 지점의 자극을 구별할 수 있는 최소거리를 측정하는 pressure specified two point discrimination 방법이 알려져 있지만,¹⁸⁾ 좁고 매우 예민한 비강의 점막에서는 이 방법을 적용하는 것이 현실적으로 어려웠다. 대신 다른 기계적 자극인 압각의 경우 본 연구에서 시도한 방법으로 측정이 가능하였기 때문에, 비폐색 증상 변화와의 양적 비교를 위해서 비강의 압력 변화에 대한 압박감의 변화도를 P-sensitivity라 정의하여 산출하였다.

비강 단면적 변화에 대한 비폐색 증상의 민감도는 특정 MCA에서 비폐색 정도를 측정하거나 특정 비폐색 증상을 유발하는 MCA를 측정하는 방법을 생각할 수 있으나, 기술적으로 특정 MCA를 구현하거나 또는 특정한 비폐색 정도를 유발하는 것이 불가능하였다. 그래서 단계적으로 MCA를 감소시키면서 MCA와 비폐색 증상을 기록하고, 이를 통해 얻은 MCA 변화에 대한 비폐색 증상의 변화 정도를 A-sensitivity라 정의하여 산출하였다.

MCA를 감소시키는 방법으로 소독된 흡수 팽창성 비강 충전 스폰지를 사용하였다. 비폐색을 유발하기 위한 방법으로 histamine과 같은 염증 물질을 인위적으로 투여하는 방법도 있으나, 이 경우 평소 매우 넓은 MCA를 가진 사람에게 비폐색 증상을 유발하지 못할 수 있고, 연속적으로 MCA를 변화시키면서 비폐색 증상을 측정하기 힘든 단점이 있다. 그래서 본 연구에서는 비강 내 스폰지를 삽입하는 방법으로 MCA를 단계적으로 줄이면서 MCA와 비폐색 증상을 측정하였다. 건조한 스폰지를 바로 삽입하는 경우 스폰지가 팽창하는 동안에는 MCA가 변화하여 정확한 MCA를 측정하기 힘들기 때문에, 스폰지를 팽창시킨 후 비강에 삽입하였다. 비강에 생리식염수로 자극을 준 경우 유의하게 MCA가 증가하지 않았다는 보고가 있어서, 스폰지를 팽창시키는 물질로는 생리식염수를 이용하였다.¹⁹⁾ 스폰지를 비강에 삽입하였을 때 이로 인해 재채기가 발생하기도 하였고, 재채기를 할 때 삽입한 스폰지의 위치가 변하는 문제가 있었다. 그러나 재채기를 줄이기 위해 lidocaine을 비강 내에 분무하게 되면 비강 감각에 변화를 줄 수 있어 사용할 수 없었다. 그래서 MCA를 먼저 측정하고, 재채기가 발생하지 않는 동안에 비폐색 증상 정도를 기록하였다. 비강통기도를 측정할 때 점막의 영향을 배제

하고 골격상태의 영향을 파악하기 위해서는 phenylephrine과 같은 비충혈제거제를 사전에 비강 내에 분무하지만, MCA는 비충혈제거제의 투여 여부에 크게 좌우되지 않으며 본 연구에서는 투여로 인해 피검자가 재채기 등 자극증상을 일으키는 것이 오히려 연구에 지장을 줄 것으로 판단되어 시행하지 않았다.

P-sensitivity 측정을 위한 풍선과 A-sensitivity 측정을 위한 스폰지는 하비갑개 전단부에 삽입하였다. 비강의 단면적이 좁아지는 부위는 비공(nostril) 부위와 비공에서 2~3 cm 내측에 있는 하비갑개의 전단부이다.²⁰⁾ 비공 부분은 비강의 점막과 피부의 경계부위로 비강 점막만의 감각을 측정하기 어렵고, 음향비강통기도검사시 비공 부위의 변형이 발생할 수 있어 정확한 MCA 측정이 어려운 부위이다. 그래서 정확한 MCA 측정이 쉬우면서 비강 점막 부분의 감각만을 측정할 수 있는 하비갑개 전단부를 기준으로 하여 P-sensitivity와 A-sensitivity를 측정하였다.

비강에 넣은 풍선의 압력인 IPB가 증가할 때 비강 내 압박감인 NPS가 증가하기 때문에, IPB 변화에 대한 NPS의 변화인 P-sensitivity는 양의 값을 가지며, 큰 양의 값을 가질수록 압력 변화에 대해서 압박감의 변화가 크다. 이와 반대로 비강의 최소단면적인 MCA가 감소할수록 비폐색감인 NOS는 증가한다. 그래서 MCA 변화에 대한 NOS인 A-sensitivity는 음의 값을 가지며, 큰 음의 값을 가질수록 같은 단면적 변화에 대해 비폐색감이 더 크게 변한다. 본 연구 결과에서 P-sensitivity와 A-sensitivity는 음의 상관관계로, P-sensitivity가 큰 양의 값을 가질수록 A-sensitivity는 큰 음의 값을 가진다. 즉 비강에 가해지는 압력의 변화를 예민하게 느끼는 코 일수록 같은 단면적 감소에 대해 비폐색감이 더 심해지며, 이는 점막의 지각이 예민한 코가 쉽게 비폐색 증상을 느낀다는 것을 보여준다.

피검자 개인당 좌측과 우측 비강의 P-sensitivity 간에 통계적으로 유의한 상관관계가 있었다. 피검자의 한쪽 비강의 P-sensitivity가 높으면 다른 쪽 비강의 P-sensitivity도 따라서 높게, 피검자의 한쪽 비강의 P-sensitivity가 낮으면 다른 쪽 비강의 P-sensitivity도 따라서 낮게 나타나는 경향이 있었다. 또한 모든 피검자의 좌우 비강에서 각기 측정한 MCA₀과 P-sensitivity 사이에 통계적으로 유의한 상관관계가 없었다. 이상의 결과를 분석하면 P-sensitivity는 비강의 기본단면적이 넓고 좁음에는 별 영향을 받지 않으며, 피검자 개인에 따라서 높거나 낮게 나타나는 경향을 보이는 것으로 해석되었다. 그러므로 P-sensitivity는 개개인의 주관적인 비강의 지각 예민도를 나타내는 일관성 있는 지표가 될 수 있을 것으로 생각된다.

피검자들 개개인의 좌측과 우측 비강의 A-sensitivity 사窅에 통계적으로 유의한 상관관계가 있었다. 이는 A-sensitivity 역시 개개인의 주관적 특성에 따름을 의미한다. 그러나 MCA_0 과 A-sensitivity의 상관분석에서, P-sensitivity와는 다르게 MCA_0 과 A-sensitivity는 양의 상관관계가 있었다. 앞서 설명에서 A-sensitivity는 음의 값을 가지고 있기에, 작은 MCA_0 을 가질수록 A-sensitivity는 더 큰 음의 값을 가지게 되며 이는 같은 정도의 단면적 감소에 대해 비폐색감이 더 심하게 발생한다는 것을 의미한다. 즉 좁은 비강의 코가 넓은 비강의 코에 비해 같은 정도의 단면적 감소에 대해 비폐색감을 더 심하게 느낀다는 것을 의미하며, 이는 직관적으로 생각해도 쉽게 이해가 가능하다.

비강의 지각 예민도에는 사람 개인 간의 차이도 있지만, 비염이 있는 환자에서도 정상인 상태에 비해 비강의 지각 예민도가 달라질 것이 예상되며 본 연구의 임상적 의의는 이런 방향으로 확장할 수 있다. 즉, 본 연구의 결과를 토대로 비염에서의 비폐색 증상이 단지 비염으로 인한 비점막 부종이 초래하는 물리적인 비강내 단면적의 감소에 의해서만 발생하는 것이 아니라 비염 자체의 병리증상이 가해진 것일 수 있다는 가정을 해 볼 수 있고, 이를 토대로 정상군과 비염 환자군 간에 이러한 연구비교를 해 볼 수 있을 것이다. 또한, 차후에는 비강의 일반적 체성 감각을 촉각, 압각, 냉온각 등으로 좀 더 세분화하여 각각이 비폐색감의 민감도와 가지는 양의 상관관계 내지는 음의 상관관계를 추적해 보는 연구도 의의가 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) André RF, Vuyk HD, Ahmed A, Graamans K, Nolst Trenité GJ. Correlation between subjective and objective evaluation of the nasal airway. A systematic review of the highest level of evidence. *Clin Otolaryngol* 2009;34(6):518-25.
- 2) Burrow A, Eccles R, Jones AS. The effects of camphor, eucalyptus and menthol vapour on nasal resistance to airflow and nasal sensation. *Acta Otolaryngol* 1983;96(1-2):157-61.
- 3) Naito K, Komori M, Kondo Y, Takeuchi M, Iwata S. The effect of L-menthol stimulation of the major palatine nerve on subjective and objective nasal patency. *Auris Nasus Larynx* 1997;24(2):159-62.
- 4) Eccles R, Lancashire B, Tolley NS. Experimental studies on nasal sensation of airflow. *Acta Otolaryngol* 1987;103(5-6):303-6.
- 5) Clarke RW, Jones AS. The distribution of nasal airflow sensitivity in normal subjects. *J Laryngol Otol* 1994;108(12):1045-7.
- 6) Jones AS, Crosher R, Wight RG, Lancer JM, Beckingham E. The effect of local anaesthesia of the nasal vestibule on nasal sensation of airflow and nasal resistance. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 1987; 12(6):461-4.
- 7) Aldren C, Tolley NS. Further studies on nasal sensation of airflow. *Rhinology* 1991;29(1):49-55.
- 8) Eccles R, Morris S, Tolley NS. The effects of nasal anaesthesia upon nasal sensation of airflow. *Acta Otolaryngol* 1988;106(1-2): 152-5.
- 9) Jones AS, Lancer JM, Shone G, Stevens JC. The effect of lignocaine on nasal resistance and nasal sensation of airflow. *Acta Otolaryngol* 1986;101(3-4):328-30.
- 10) Kern EB, Arbour P. The phenomenon of paradoxical nasal obstruction. *Arch Otolaryngol* 1976;102(11):669-71.
- 11) Grymer LF, Hilberg O, Elbrønd O, Pedersen OF. Acoustic rhinometry: evaluation of the nasal cavity with septal deviations, before and after septoplasty. *Laryngoscope* 1989;99(11):1180-7.
- 12) Marais J, Murray JA, Marshall I, Douglas N, Martin S. Minimal cross-sectional areas, nasal peak flow and patients' satisfaction in septoplasty and inferior turbinectomy. *Rhinology* 1994;32(3):145-7.
- 13) Shemen L, Hamburg R. Preoperative and postoperative nasal septal surgery assessment with acoustic rhinometry. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1997;117(4):338-42.
- 14) Naito K, Miyata S, Saito S, Sakurai K, Takeuchi K. Comparison of perceptional nasal obstruction with rhinomanometric and acoustic rhinometric assessment. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2001;258(10): 505-8.
- 15) Numminen J, Ahtinen M, Huhtala H, Rautiainen M. Comparison of rhinometric measurements methods in intranasal pathology. *Rhinology* 2003;41(2):65-8.
- 16) Reber M, Rahm F, Monnier P. The role of acoustic rhinometry in the pre- and postoperative evaluation of surgery for nasal obstruction. *Rhinology* 1998;36(4):184-7.
- 17) Gunor A, Moinuddin R, Nelson RH, Corey JP. Detection of the nasal cycle with acoustic rhinometry: techniques and applications. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1999;120(2):238-47.
- 18) Grime PD. A pilot study to determine the potential application of the pressure specified sensory device in the maxillofacial region. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1996;34(6):500-3.
- 19) Keojampa BK, Nguyen MH, Ryan MW. Effects of buffered saline solution on nasal mucociliary clearance and nasal airway patency. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;131(5):679-82.
- 20) Nigro CE, Nigro JF, Voegels RL, Mion O, Mello Junior JF. Acoustic rhinometry: anatomic correlation of the first two notches found in the nasal echogram. *Braz J Otorhinolaryngol* 2005;71(2):149-54.