Chula Med J Vol. 49 No. 4 April 2005

Effect of external nasal dilator strip on nasal respiration in normal Thai volunteers: Rhinomanometric and acoustic rhinometric evaluation

Pakpoom Supiyaphun*

Apiradee Snidvong Na Ayuthaya* Virachai Kerekanjanarong*

Supiyaphun P, Snidvong Na Ayuthaya A, Kerekanjanarong V. Effect of external nasal dilator strip on nasal respiration in normal Thai volunteers: Rhinomanometric and acoustic rhinometric evaluation. Chula Med J 2005 Apr; 49(4): 203 - 11

Background : *The adhesive external nasal dilator strip (ENDS) is widely used to relieve the nasal obstruction by modification of the total nasal airflow resistance (Rn). However, the effect of ENDS on Rn is not well established. ENDS was reported to significantly reduced Rn by some authors, but having no effect in others. The data of this effect in normal Thai adult volunteer have not yet been present.*

Objective : *To assess the effect of ENDS on the nasal airflow in normal Thai adult subjects at rest by comparing the Rn, the minimal cross-sectional area (mX), the distance from the nostril to mX (dX), the volume (V) of the nasal cavity and the subjective changes of nasal breathing without and with ENDS.*

Setting : *Department of Otolaryngology, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University and King Chulalongkorn Memorial Hospital. Between January 1st and December and 31st 1998.*

Study design : *Experimental study*

*Department of Otolaryngology, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University

Methods : *Seventy-two healthy Thai adult subjects (41 men, 31 women; mean age 24.9 ± 8.8 years) volunteered to participate in the study. They underwent 2 sessions (without and with ENDS) of consecutive objective studies of nasal function by an active anterior rhinomanometry and acoustic rhinometry. Rhinomanometrically, the total nasal resistance (Rn) was calculated from the nasal flow volume per second at the pressure of 150 Pa from each nostril. Acoustic rhinometry measured the volume (V), minimal cross-sectional area (mX) of the nasal cavities and the distance from the nostril to mX (dX). The subjective assessment of nasal breathing was also evaluated by scoring. The data of 2 sessions (without and with ENDS) of an active anterior rhinomanometry and acoustic rhinometry and the subjective assessment by the volunteer were compared with paired-t test.*

Result : *Rn significantly decreased from 0.22 ± 0.04 (without ENDS) to 0.19 ± 0.03 (with ENDS) ($p<0.000$). V, mX and dX in each nasal cavity did not significantly change following the application of ENDS as the followings*

V : Rt 6.98 ± 3.02, 7.07 ± 2.58, $p = 0.357$
Lt 6.8 ± 2.39, 7.44 ± 2.72, $p = 0.068$

mX : Rt 1.07 ± 0.42, 1.06 ± 0.37, $p = 0.402$
Lt 1.09 ± 0.36, 1.14 ± 0.37, $p = 0.085$

dX : Rt 3.69 ± 0.56, 3.64 ± 0.54, $p = 0.183$
Lt 3.74 ± 0.49, 3.67 ± 0.46, $p = 0.131$

For subjective assessment, more than 80 % of subjects felt moderate to optimal increase in nasal breathing from the use of ENDS.

Conclusion : *1) ENDS significantly decreased Rn in normal Thai adult subjects*
2) ENDS did not significantly change V, mX and dX
3) More than 80 % of subjectis felt moderate to optimal increase in nasal breathing

Keywords : *External nasal dilator strip, Nasal airflow resistance, Rinomanometry, Acoustic rhinometry.*

Reprint request : Supiyaphun P. Department of Otolaryngology, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand.

Received for publication. November 10, 2004.

ภาคภูมิ สุปิยพันธุ์, อภิรดี สนิทวงศ์ ณ อยุธยา, วีระชัย คีรีกาญจนะรงค์. ผลของการใช้แผ่นกาวดึงรั้งปีกจมูกด้านนอกต่อการหายใจทางจมูกในอาสาสมัครคนไทย : การประเมินด้วยเครื่องมือตรวจวัดแรงเสียดทานของจมูก และเครื่องมือวัดขนาดโพรงจมูกด้วยคลื่นเสียง. จุฬาลงกรณ์เวชสาร 2548 เม.ย; 49(4): 203 - 11

เหตุผลในการรักษา : *ได้มีการนำแผ่นกาวดึงรั้งปีกจมูกด้านนอกมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่อลดอาการคัดจมูก โดยเชื่อว่าแผ่นกาวดังกล่าวจะไปเปลี่ยนแปลงแรงเสียดทานของโพรงจมูกต่อการหายใจ อย่างไรก็ตามผลของแผ่นกาวต่อแรงเสียดทานของการหายใจยังไม่เป็นที่ชัดเจน มีนักวิจัยหลายท่านพบว่าแผ่นกาวนี้สามารถลดแรงเสียดทานของการหายใจได้ดี แต่นักวิจัยท่านอื่น ๆ พบว่าไม่มีผลแต่อย่างใด ยังไม่เคยมีข้อมูลของผลดังกล่าวในอาสาสมัครที่เป็นคนไทย*

วัตถุประสงค์ : *เพื่อประเมินผลของการติดแผ่นกาวดึงรั้งปีกจมูกด้านนอกต่อการหายใจทางจมูกในอาสาสมัครคนไทยปกติในขณะพัก โดยการเปรียบเทียบแรงเสียดทานของโพรงจมูกต่อการหายใจในขณะที่อาสาสมัครไม่ใช้และในขณะที่ใช้แผ่นกาวติดที่จมูก นอกจากนี้ยังต้องการเปรียบเทียบปริมาตรของโพรงจมูก พื้นที่หน้าตัดส่วนที่แคบที่สุดในโพรงจมูก ระยะห่างระหว่างรูจมูกหน้า ถึงตำแหน่งพื้นที่หน้าตัดส่วนที่แคบที่สุด และประเมินประสิทธิภาพการหายใจทางจมูกด้วยตนเองในอาสาสมัครที่ไม่ใช้ และใช้แผ่นกาวติดที่จมูก*

สถานที่ทำการศึกษา : *ภาควิชาโสต ศอ นาสิกวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม และ 31 ธันวาคม 2541*

รูปแบบการวิจัย : *การวิจัยเชิงทดลอง*

วิธีการศึกษา : *การศึกษาทำในอาสาสมัครคนไทยปกติ จำนวนทั้งสิ้น 72 คน (ชาย 41 คน, หญิง 31 คน อายุเฉลี่ย 24.9 $\pm$ 8.8 ปี) อาสาสมัครทุกคนจะได้รับการตรวจการทำงานของจมูกด้วยเครื่องมือตรวจวัดแรงเสียดทานของจมูก (rhinomanometry) และเครื่องมือตรวจวัดขนาดโพรงจมูกด้วยคลื่นเสียง (acoustic rhinometry) คนละ 2 ครั้ง คือเมื่อไม่ใช้ และเมื่อใช้แผ่นกาวติดที่จมูก หาค่าแรงเสียดทานของโพรงจมูกต่อการหายใจโดยคำนวณจากอัตราการไหลของอากาศผ่านโพรงจมูกแต่ละข้างต่อ 1 วินาทีที่ระดับความดัน 150 พาสคาล หาค่าปริมาตรของโพรงจมูก, พื้นที่หน้าตัดส่วนที่แคบที่สุดในโพรงจมูก และระยะห่างระหว่างรูจมูกหน้ากับตำแหน่งพื้นที่หน้าตัดส่วนที่แคบที่สุด โดยเครื่องมือตรวจวัดขนาดโพรงจมูกด้วยคลื่นเสียง และอาสาสมัครประเมินประสิทธิภาพการหายใจด้วยตัวเอง*

โดยวัดเป็นคะแนนนำข้อมูลจากการตรวจการทำงานของจมูก และการประเมินประสิทธิภาพการหายใจด้วยตัวอาสาสมัครเองทั้ง 2 ครั้งคือในขณะที่ไม่ใช้ และขณะที่ใช้แผ่นกาวติดที่จมูกมาเปรียบเทียบกันด้วยสถิติ (paired t-test)

ผลการศึกษา : *แรงเสียดทานของโพรงจมูกต่อการหายใจลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจาก 0.22 $\pm$ 0.04 (ไม่ใช้แผ่นกาวติดที่จมูก) เป็น 0.19 $\pm$ 0.03 (ใช้แผ่นกาวติดที่จมูก) ($p<0.000$) ปริมาตรของโพรงจมูก, พื้นที่หน้าตัดส่วนที่แคบที่สุดในโพรงจมูก และระยะห่างระหว่างรูจมูกหน้ากับตำแหน่งพื้นที่หน้าตัดส่วนที่แคบที่สุดเปลี่ยนแปลงไปจากการใช้แผ่นกาวติดที่จมูกแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติดังนี้*

ปริมาตรของโพรงจมูก

ข้างขวา 6.98 $\pm$ 3.02 (ไม่ใช้แผ่นกาวติดที่จมูก), 7.07 $\pm$ 2.58 (ใช้แผ่นกาวติดที่จมูก) ($p = 0.357$)

ข้างซ้าย 6.8 $\pm$ 2.39 (ไม่ใช้แผ่นกาวติดที่จมูก), 7.44 $\pm$ 2.72 (ใช้แผ่นกาวติดที่จมูก) ($p = 0.068$)

พื้นที่หน้าตัดส่วนที่แคบที่สุดในโพรงจมูก

ข้างขวา 1.07 $\pm$ 0.42 (ไม่ใช้แผ่นกาวติดที่จมูก), 1.06 $\pm$ 0.37 (ใช้แผ่นกาวติดที่จมูก) ($p = 0.402$)

ข้างซ้าย 1.09 $\pm$ 0.36 (ไม่ใช้แผ่นกาวติดที่จมูก), 1.14 $\pm$ 0.37 (ใช้แผ่นกาวติดที่จมูก) ($p = 0.085$)

ระยะห่างระหว่างรูจมูกหน้ากับตำแหน่งพื้นที่หน้าตัดส่วนที่แคบที่สุด

ข้างขวา 3.09 $\pm$ 0.56 (ไม่ใช้แผ่นกาวติดที่จมูก), 3.61 $\pm$ 0.54 (ใช้แผ่นกาวติดที่จมูก) ($p = 0.183$)

ข้างซ้าย 3.74 $\pm$ 0.49 (ไม่ใช้แผ่นกาวติดที่จมูก), 3.67 $\pm$ 0.46 (ใช้แผ่นกาวติดที่จมูก) ($p = 0.131$)

สำหรับการประเมินด้วยตัวเองอาสาสมัครเอง พบว่ามากกว่า 80 % ของอาสาสมัครรู้สึกว่าหายใจดีขึ้นในระดับปานกลางถึงมากที่สุด

สรุป :

1) *เมื่อใช้แผ่นกาวดึงรั้งปีกจมูกด้านนอกติดที่จมูก จะลดแรงเสียดทานของโพรงจมูกต่อการหายใจลงได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ*
2) *แผ่นกาวติดที่จมูกไม่สามารถทำให้ปริมาตรของโพรงจมูก, พื้นที่หน้าตัดส่วนที่แคบที่สุดของโพรงจมูก และระยะห่างระหว่างรูจมูกหน้ากับพื้นที่หน้าตัดส่วนที่แคบที่สุดเปลี่ยนแปลง*
3) *อาสาสมัครมากกว่า 80 % รู้สึกว่าการหายใจดีขึ้นในระดับปานกลางถึงระดับมากที่สุด*

The adhesive external nasal dilator strip (ENDS) has recently become available as a simple mechanical means to modify the nasal airflow resistance (Rn).[1-2] ENDS is advocated for the relief of nasal obstruction associated with nasal congestion (eg. in allergy, viral infections and pregnancy) or deviated nasal septum.[2,3] Consequently, the device has found applicable to the reduction of snoring[4] and improvement of sleep quality.[5] In addition, the device has also been widely adopted by the athletes in sporting competitions in an attempt to promote nasal route breathing during exertion.[6,7]

The effect of ENDS on Rn is not well understood. Recent studies in normal subjects at rest have produced conflicting results, with ENDS significantly reducing Rn in some[2] but having no effect in others.[8,9] There also is limited information concerning the influences of ENDS on nasal airflow dynamic during stimulated breathing. An increase in forced inspiratory volume in 1 second (FIV1) has been shown by Vermoen and associates[9], and a decrease in inspiratory Rn (at 1.0 l / s) during voluntary hyperpnea has been recently reported.[10] Moreover, most studies have been carried out on the Caucasian noses, only a few articles concerned about the racial differences.[11] The purpose of our study is to assess the effect of ENDS on the nasal airflow in normal Thai adult subjects at rest by comparing the Rn, the minimum cross-section area (mX), the distance from the nostril to mX (dX) and the volume (V) of the nasal cavity without and with ENDS.

Population

Seventy-two healthy, Thai adult subjects (41 men and 31 women; age 24-94 $\pm$ 8.8 yr, mean $\pm$ SD) volunteered to participate in the study between January 1st, and December 31st, 1998 at the Rhinology Unit, Department of Otolaryngology, King Chulalongkorn Memorial Hospital. All volunteers have been clearly explained about the experiment and benefits from the study, and they must accept the study. The subjects with current symptoms of nasal diseases, snoring and allergy were excluded. They also should have neither heart nor lung diseases and did not use any nasal corticosteroids, antihistamines, decongestants and antihypertensives within 1 month before the study.

External nasal dilator strips

The ENDS used in the present study is a commercial product (Breathe Right, 3 M, Thailand). We used the small/medium sized device in our study since the nose of the Thai people is usually smaller than that of the Caucasian's.

The device should be positioned midway over the middle 1/3 of the nasal dorsum, with tape-covered springs extending down the nasal side wall. Each end of the nasal strip should be adhered firmly to the flare of the nostril.

Methods

All 72 volunteers underwent 2 sessions (without and with ENDS) of consecutive objective studies of nasal function by an active anterior rhinomanometry and acoustic rhinometry.

Rhinonomanometric measurements were taken in accordance with the standards set by the international committee on standardization of rhinomanometry.[12] Nasal resistance (R) at the pressure (P) of 150 Pa was calculated from nasal flow volume per second (F) from each nostril as in the equation.

$$R = \frac{P}{F} = \frac{150}{F}$$

R = nasal airflow resistance (Rr – right side, Rl – left side, Rn – total nasal resistance)

P = pressure; should be 150 Pa

F = flow volume per second at 150 Pa (ml/s)

(Fr, Fl – flow volume per second of the right and left nasal cavity, respectively)

The total nasal resistance (Rn) should be calculated from the equation;

$$\frac{1}{Rn} = \frac{1}{Rr} + \frac{1}{Rl} = \frac{Fr}{Pr} + \frac{Fl}{Pl} = \frac{Fr}{150} + \frac{Fl}{150}$$

$$\text{So} \quad Rn = \frac{150}{Fr + Fl} \quad Pa/ml/s$$

Changes of Rn without and with ENDS were evaluated.

The changes of nasal breathing following the application of ENDS were subjectively assessed by the feeling of the subject. It was graded from 0 to 4 (0-no changes; 1-slightly (25%) increase; 2-moderately (50 %) increase; 3-nearly optimal (75 %) increase; and 4-full or optimal (100 %) increase).

Results

The Rn significantly decreased from 0.22 ± 0.04 (without ENDS) to 0.19 ± 0.03 (with ENDS) ($p<0.000$)

The mX and dX in each nasal cavity did not significantly change following the application of ENDS (mX : Rt 1.07 ± 0.42 and 1.06 ± 0.37, p = 0.402; Lt 1.09 ± 0.36 and 1.14 ± 0.37, p = 0.085 / dX : Rt 3.69 ± 0.56 and 3.64 ± 0.54, p = 0.183; Lt 3.74 ± 0.49 and 3.67 ± 0.46, p = 0.131). The nasal volume (V) did not significantly increase in both sides (Rt : 6.98 ± 3.02 and 7.07 ± 2.58, p = 0.357; Lt :6.8 ± 2.39 and 7.44 ± 2.72, p = 0.068). (Table 1)

The subjective assessment of the nasal breathing resulting from an application of ENDS was shown in Figure 1. More than 80 % of the subjects had moderate to optimal increase in nasal breathing.

Table 1. Airflow (F) nasal resistance (Rn), minimum cross-selectional area (mX) Distance from nostril to mX (dX), nasal volume (V) before and after application of ENDS.

	Rt		Lt		Total	
	without ENDS	**with ENDS**	**without ENDS**	**with ENDS**	**without ENDS**	**with ENDS**
F (at 150 Pa) (ml / S)	356.04 ± 59.31	373.6 ± 55.79	349.1 ± 74.57	369.82 ± 53.38	-	-
R (Pa / ml/ S)	0.44 ± 0.09	0.41 ± 0.07	0.46 ± 0.14	0.41 ± 0.08	0.22 (Rn) ± 0.04	0.19 (Rn) ± 0.03
					(p = 0.000)	
mX(cm^2)	1.07 ± 0.42	1.06 ± 0.37	1.09 ± 0.36	1.14 ± 0.37		
	(p = 0.402)		(p = 0.085)			
dX(cm)	3.69 ± 0.56	3.64 ± 0.54	3.74 ± 0.49	3.67 ± 0.46		
	(p = 0.183)		(p = 0.131)			
V(cm^3)	6.98 ± 3.02	7.07 ± 2.58	6.81 ± 2.39	7.44 ± 2.72		
	(p = 0.357)		(p = 0.068)			

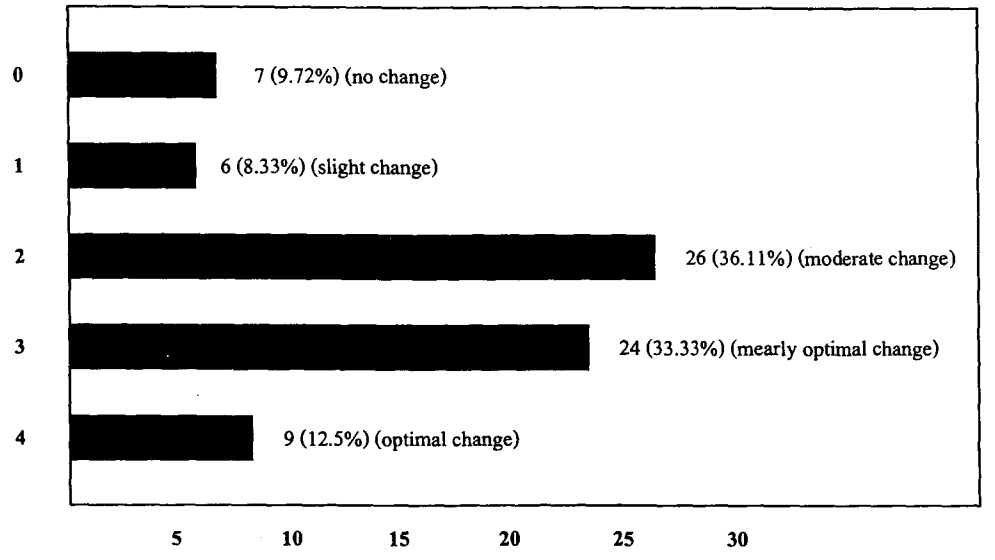

Figure 1. Subjective assessment of the changes of nasal breathing after application of ENDS (N = 72).

Discussion

The principal findings of this study were 1) ENDS significantly decreased Rn in normal Thai adult subjects; 2) ENDS did not significantly change the mX, dX and V; 3) more than 80 % of subjects felt moderate to optimal increase in nasal breathing.

The nasal passage is the major source of flow resistance in the respiratory system and Rn is calculated to be equal to half the total work of breathing.[13] To reduce the Rn by any means may result in improvement of breathing. Reduction of turbinate size either with vasoconstrictor drugs or turbinoplasty[14] may achieve the desire. However, the possible side effects of long-term use of vasoconstrictors and surgical risks of turbinoplastic procedures should be cautiously concerned. Therefore, the mechanical treatment that acts by opening the nasal passage may be assumed to be effectively used regularly without any side effects. Many investigators believe that ENDS device can lower Rn via dilatation of the vestibule and nasal valve region of the nasal airway.[1,2] However, the effectiveness of the device in lowering Rn in normal healthy subjects is still controversial. Some studies have reported that ENDS reduce Rn in normal individuals by an average of 23 % during relaxed tidal breathing[2], but other studies have shown no significant change in Rn with ENDS.[8,9] In our present study, we demonstrated the effectiveness of ENDS in lowering Rn by 13 % during quiet ventilation in normal adult subjects. Moreover, 80 % of the subjects with ENDS felt a significant improvement in breathing through their noses.

And because of the nasal airway resistant syndrome is one of the major causes of snoring, the lowering of Rn from ENDS should result in a decrease in snoring which has recently been reported.[4]

During exertion, an increase work of breathing creates much more intranasal airway negative pressure which causes a collapse of nasal vestibular walls. With ENDS, the nasal wall stabilization increases inspiratory

nasal patency during maximum inspiratory efforts through the nose.[15]

With the use of acoustic rhinometry, Griffin and associates found that, at rest, ENDS significantly increased the nasal valve area in all 53 athletes.[1] Moreover, the increase in external nasal geometry was also demonstrated by Amis et al.[16] In contrast, the present study did not find the significant changes in the minimal cross sectional area (mX), the distance between the nostril and mX (dX) nor the volume of the nasal cavity (V) of both sides in subjects without and with ENDS. Our findings may suggest that the oriental noses do somewhat differ from that of the Caucasian. For the Caucasians, the minimum cross-sectional area of the nasal cavity is located at the nasal valve area which is controlled by the rigidity of cartilaginous nasal side wall. However, the patency of the oriental nasal cavity is mostly controlled by the anterior end of the inferior turbinate, so even ENDS can stabilize the lateral nasal wall to resist its collapse, the inferior turbinates remain unchanged in size and shape. These can explain why the mX, dX and V were not significantly changed by ENDS.

In conclusion, the present study shows that ENDS can improve the nasal airway breathing by a reduction in total nasal airway resistance, that correlates well with the patient's feeling of changes in the nasal airway patency. However, volume and minimal the cross-sectional area of the nasal cavities and the distance between the nostril and the minimal cross-sectional area are not significantly change by ENDS.

References

1. Griffin JW, Hunter G, Ferguson D, Sillers MJ. Physiologic effects of an external nasal dilator. Laryngoscope 1997 Sep;107(9): 1235 - 8
2. Roithmann R, Chapnik J, Cole P, Szalai J, Zamel N. Role of the external nasal dilator in the management of nasal obstruction. Laryngoscope 1998 May; 108(5): 712 - 5
3. Turnbull GL, Rundell OH, Rayburn WF, Jones RK, Pearman CS. Managing pregnancy-related nocturnal nasal congestion. The external nasal dilator. J Reprod Med 1996 Dec;41(12): 897 - 902
4. Scharf MB, Brannen DE, McDannold M. A subjective evaluation of a nasal dilator on sleep & snoring. Ear Nose Throat J 1994 Jun; 73(6): 395 - 401
5. Scharf MB, McDannold MD, Zaretsky NT, Hux GT, Brannen DE, Berkowitz DV. Cyclic alternating pattern sequences in non-apneic snorers with and without nasal dilation. Ear Nose Throat J 1996 Sep; 75(9): 617 - 9
6. Trocchio M, Wimmer JW, Parkman AW, Fischer J. Oxygen and exercise performance enhancing effects attributed to Breathe Right® nasal dilator. J Athl Train 1995 Sep; 30(3): 211 - 4
7. Gehring JM, Garlick SR, Wheatley JR, Amis TC. Nasal resistance and flow resistive work of nasal breathing during exercise: effects of a nasal dilator strip. J Appl Physiol 2000 Sep; 89(3):1114 - 22
8. Lorino AM, Lofaso F, Drogou I, Abi-Nader F, Dahan E, Coste A, Lorino H. Effects of different mechanical treatments on nasal resistance assessed by rhinometry. Chest 1998 Jul; 114(1): 166 - 70

9. Vermoen CJ, Verbraak AF, Bogaard JM. Effect of a nasal dilatator on nasal patency during normal and forced nasal breathing. Int J Sports Med 1998 Feb; 19(2):109 - 13

10. Kirkness JP, Wheatley JR, Amis TC. Nasal airflow dynamics: mechanisms and responses associated with an external nasal dilator strip. Eur Respir J 2000 May; 15(5): 929 - 36

11. Ohki M, Naito K, Cole P. Dimensions and resistances of the human nose: racial differences. Laryngoscope 1991 Mar;101(3): 276 - 8

12. Clement PA. Committee report on standardization of rhinomanometry. Rhinology 1984 Sep; 22(3): 151 - 5

13. Chang HK. Flow dynamics in the respiratory tract. In: Chang HK, Paiva M, eds. Respiratory Physiology and Analytic Approach. New York: Marcel Dekker,1989: 57 - 138

14. Supiyaphun P, Aramwatanapong P, Kerekhanjanarong V, Sastarasadhit V. KTP laser inferior turbinoplasty: an alternative procedure to treat the nasal obstruction. Auris Nasus Larynx 2003 Feb; 30(1): 59 - 64

15. Di Somma EM, West SN, Wheatley JR, Amis TC. Nasal dilator strips increase maximum inspiratory flow via nasal wall stabilization. Laryngoscope 1999 May; 109(5): 780 - 4

16. Amis TC, Kirkness JP, di Somma E, Wheatley JR. Nasal vestibule wall elasticity: interactions with a nasal dilator strip. J Appl Physiol 1999 May; 86(5): 1638 - 43