

鼻づまりの客観的評価について

鳥取大学医学部感覚運動医学講座 耳鼻咽喉・頭頸部外科学分野（主任 竹内裕美教授）

竹内裕美

Objective evaluation of nasal obstruction

Hiromi TAKEUCHI

Division of Otolaryngology, Head and Neck Surgery

Department of Medicine of Sensory and Motor Organs

Faculty of Medicine, Tottori University 36-1 Nishi-cho, Yonago, 683-8504, Japan

ABSTRACT

Nasal obstruction is one of the most popular symptoms caused by the diseases of nose and paranasal sinus. We use rhinomanometry (RM) and acoustic rhinometry (AR) to evaluate the nasal patency objectively. RM is a physiological examination indicating the nasal resistance as an index of nasal patency. On other hand, AR is a morphological examination which could measure the cross-sectional area of nasal cavity. As unilateral nasal patency spontaneously changes in human beings, often referred to as 'nasal cycle', single measurement not seldom has insufficient reliability. Therefore, several measurements often are necessary to increase the accuracy of the examinations. (Accepted on December 25, 2015)

Key words : nasal patency, nasal obstruction, rhinomanometry, acoustic rhinometry, nasal cycle

1. はじめに

鼻づまり（鼻閉）は、急性上気道炎やアレルギー性鼻炎などの鼻副鼻腔疾患の最も一般的な症状であり、鼻閉を経験したことがない人はいないであろう。しかし、鼻閉によって生じる様々な障害については一般の人々にはもちろんのこと、医療関係者にも理解されていない。本稿では、鼻閉を解剖学的・生理学的な見地から、基礎的な病態と臨床的な検査法について解説する。

2. 鼻の機能

鼻の機能には、気道、嗅覚、構音のほかに、脳の冷却や免疫学的バリアーなどがあげられる（表

1）。

成人では、鼻閉が強くなり鼻腔抵抗が $0.5\text{Pa}/\text{cm}^3/\text{s}$ 以上（正常： $0.25\text{Pa}/\text{cm}^3/\text{s}$ 以下）になると鼻呼吸から口呼吸に移行する¹⁾。鼻呼吸によって吸気は加温・加湿され、冷たい乾燥した空気であっても下気道に達するまでには、体温近くまで加温され、ほぼ100%の飽和水蒸気量となる。また、吸気中の粗大な塵は鼻前庭部の鼻毛でろ過され、 10μ 以上の粒子は鼻粘膜表面を覆っている粘液層に捕捉される。直径が約 30μ のスギ花粉は鼻粘膜に捕捉されるため、スギ花粉症では鼻症状が主体で下気道症状を生じることは稀である。このように、鼻呼吸による吸気は口呼吸よりも下気道の保護機能に優れている。

表1 鼻の機能

1. 嗅覚
2. 構音
3. 気道
 - ①吸気の加温・加湿・除塵
 - ②呼気時の気道抵抗（肺胞の虚脱防止）
 - ③呼気中の水分の再吸収
4. 脳の冷却
5. 免疫学的バリアー
分泌型IgA, リゾチーム, 扁桃組織など

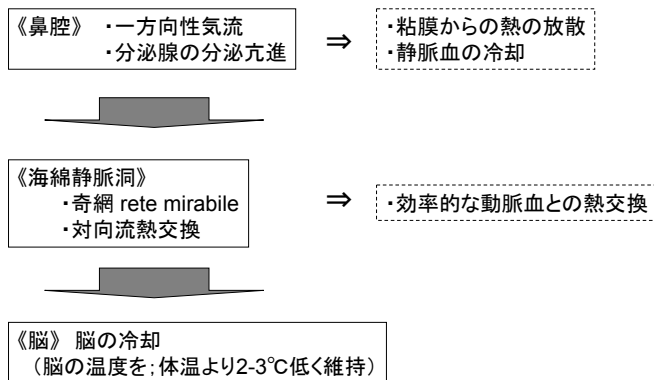


図1 Panting animalsの鼻呼吸による脳の冷却作用

風邪をひいて鼻がつまって、匂いが分からなくなったり、鼻声（閉鼻声 rhinolalia clausa）になったりした経験は誰でも持っている。臨床では、「鼻がつまって味が分からない」という訴えをよく聞く。味覚には、甘味・塩味・酸味・苦味・旨味しがなく、多くの一般の人たちが食物の味だと思っているものの多くは匂いである。最近、TV等で話題になっている、「鼻をつまんでオレンジジュースとリンゴジュースを飲むと違いが分からない」のは、2種類のジュースの差が匂いで決まることを示している。このように、鼻づまりはQOLに大きな影響を与える。

あまり知られていないが、鼻呼吸は脳を冷却する作用を持っている（図1）。panting animalであるイヌやネコは、鼻で空気を吸って口から吐くことによって一方向性気流を作り、鼻粘膜の静脈血を冷却させている。冷えた静脈血は奇網rete mirabileを形成する組織の1つである海綿静脈洞に入り、対向流熱交換によって効率よく動脈血を冷却する。そのため、脳の温度は体温よ

りも2-3°C低く維持されている。犬種の中でPug, French bulldog, English bulldogなどは人為的に頭蓋骨の前後径を短くしたものである。これらのイヌは、鼻呼吸障害を伴うことが多く、呼吸困難・多動・高体温などの障害を生じやすい（短頭症候群 brachycephalic syndrome）。ヒトにおいても覚醒時の脳の温度と覚醒レベル・反射速度は反比例することが知られている。また、昔から「鼻が悪いと頭も悪くなる」と言われていて、鼻疾患による記憶力減退、思考力低下、頭重感を鼻性注意不能（散漫）症 Aproxia nasalisと呼んでいる²⁾。この原因の1つとして鼻閉による脳の冷却障害が考えられる。

このように、鼻呼吸の障害が人体に様々な影響を与えるため、鼻呼吸を正常に維持することは、ヒトの健康やQOLの維持に極めて重要であることが分かる。

3. 鼻腔通気性と鼻づまり

患者の訴える「鼻づまり」は自覚的な感覚の「鼻



図2 Empty nose syndrome

67歳の男性。主訴は鼻閉感と鼻痛。過去に4回の鼻副鼻腔手術の既往があった。鼻腔所見では、下・中鼻甲介の一部欠損、鼻粘膜の委縮を認めた。鼻腔抵抗は $0.16\text{Pa}/\text{cm}^3/\text{s}$ であり鼻腔通気性は良好であった。

づまり感」であって、必ずしも鼻腔の通気性が低下しているとは限らない。多くの場合は、鼻副鼻腔疾患が原因となる鼻粘膜の腫脹などによって鼻腔通気性が低下して鼻づまり感を生じる。しかし、萎縮性鼻炎やEmpty nose syndrome (図2) では、鼻腔通気性が良いにもかかわらず鼻づまり感を生じる。逆に、メンソール入りのガムやキャンディを食べると、鼻の通りが良くなったように感じるが、鼻腔通気性を測定してみると変化はない³⁾。このように、鼻腔所見と感覚が一致する場合と乖離する場合があるので、鼻閉の診断には鼻腔通気性を客観的に評価する必要がある。

4. 鼻腔通気性の診断

鼻腔の通気性を知る方法として以前から用いられている検査法としてGlatzel鼻息計がある。これは、ステンレス製の板を前鼻孔の下に置いて息を吐かせると、呼気中の水分が結露して表面が白く曇ることを利用して、その曇りの面積で通気性を評価するものである。簡便ではあるが、客観的な数値として結果を表すことができない。現在用いられている客観的な検査法には、鼻腔通気度検査と音響鼻腔計測検査がある。

1) 鼻腔通気度検査 rhinomanometry, RM

この検査は、安静呼吸時の鼻腔の気流を層流とみなし、電気回路のオームの法則を適応して鼻腔抵抗を測定するものである。鼻腔抵抗は、電気回

路で電圧に相当する前鼻孔と後鼻孔の気圧差と電流に相当する気流量が分かれば算出できる。前鼻孔の圧と気流量の測定は容易であるが、後鼻孔圧の導出方法の違いによってアンテリオール法とポステリオール法に大別される。

①アンテリオール法

左右片側ずつ、鼻腔抵抗を測定する方法である。後鼻孔の圧を反対側の鼻腔から導出する。鼻腔全体の鼻腔抵抗値は、測定された左右の鼻腔抵抗値を平行抵抗のオームの法則 $1/R_{\text{total}}=1/R_1+1/R_2$ を用いて算出されたものであり実測値ではない。また、強い粘膜腫脹によって完全に鼻腔が閉塞している場合や鼻中隔に穿孔がある場合には本法での測定は出来ない。測定方法には、マスク法とノズル法があり、2つのノズルを左右の前鼻孔に挿入して測定するノズル法の方が手技は簡便であり、日本鼻科学会では標準測定法として推奨している⁴⁾ (図3,4)。ノズルを挿入することによる鼻腔入口部の変形は、前鼻孔の形が丸い日本人では影響が少ない。ノズル・アンテリオール法は、5-6歳の小児から測定が可能で、測定時間も1分程度である。

②ポステリオール法

ポステリオール法は、後鼻孔の圧を口腔から導出する方法である。両側で呼吸すれば全鼻腔抵抗が、片側の前鼻腔をテープなどで遮蔽すれば片側の鼻腔抵抗が測定できる (図5)。全鼻腔抵抗値が

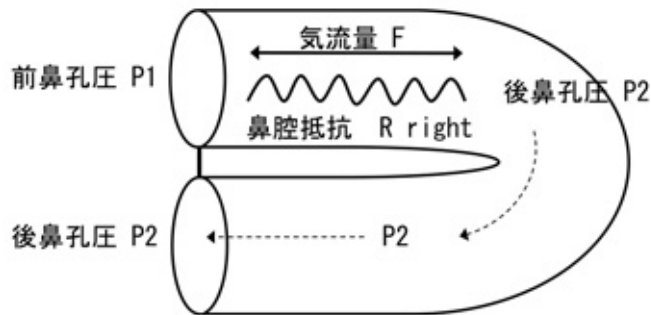


図3 アンテリオール法の測定原理

片側の鼻腔抵抗を測定する。後鼻孔の圧は反対側の前鼻腔から導出する。総鼻腔抵抗は平行抵抗のオームの法則に左右の測定値を代入して得た計算値である。

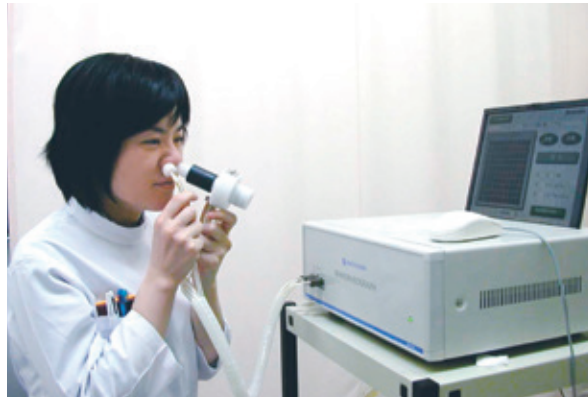


図4 ノズル・アンテリオール法

大小のノズルを前鼻腔にあてた状態で鼻呼吸をすることによって短時間で容易に測定ができる。

実測値である点が、左右片側の鼻腔抵抗値からの計算値であるアンテリオール法と最も異なる点である。加えて、麻酔用マスクを用いるために鼻孔の変形が少なく、測定値の信頼性が高いため、研究に使用されることが少なくない。短所としては、口腔からの圧の導出が少し難しく、10人に1人は本法による測定ができない。

③測定結果の代表値

測定結果は図6に示すようなS字状の圧-流量曲線で示される。圧と流量は直線関係でないため、鼻腔抵抗は曲線上のすべての点で異なる。そのため、鼻腔抵抗を表わす共通の代表値を決める必要がある。日本鼻科学会では、ノズル・アンテリオール法の吸気100Paの鼻腔抵抗値を代表値として推奨している。日本人成人の参考値(基準値)は、0.25

$\pm 0.12\text{Pa}/\text{cm}^3/\text{s}$ である⁴⁾。鼻腔の通気性は、鼻腔気流量でも表わすことができる。完全鼻閉では、鼻腔抵抗値は無窮大となるが、鼻腔気流量は0と数値で表わすことができるため統計処理等が容易である。

小児は鼻づまりの程度を適切に表現できないことが多く、成人以上に客観的評価の価値は高いが、現在まで小児の基準値についての大規模な検討は行われていなかった。この度、日本鼻科学会小児鼻腔通気度標準化委員会が約1200人の小学生を対象として検討を行った。結果は近く論文として公表されるが、重要な点は、鼻腔抵抗は身長と負の相関(身長が高いほど鼻腔抵抗は低くなる)があり、判定には学年ではなく身長を基準として用いるべきであること、小学校6年生では鼻腔抵抗は

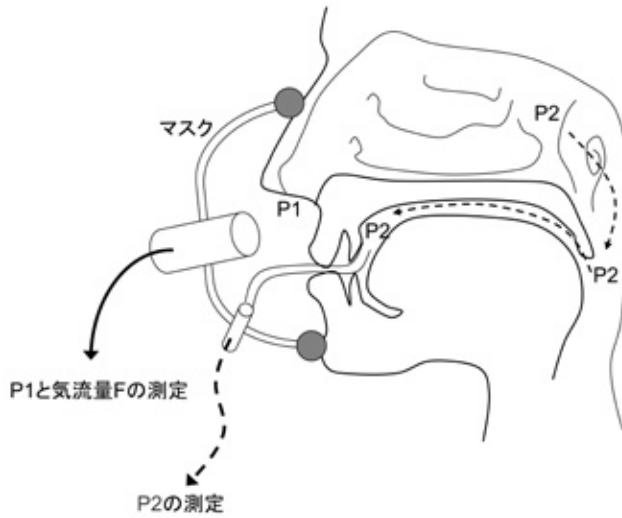


図5 ポステリオル法の測定原理

後鼻孔の圧は口から導出する。10人中1-2人は口からの導出がうまくできない。
 総鼻腔抵抗は実測値である。

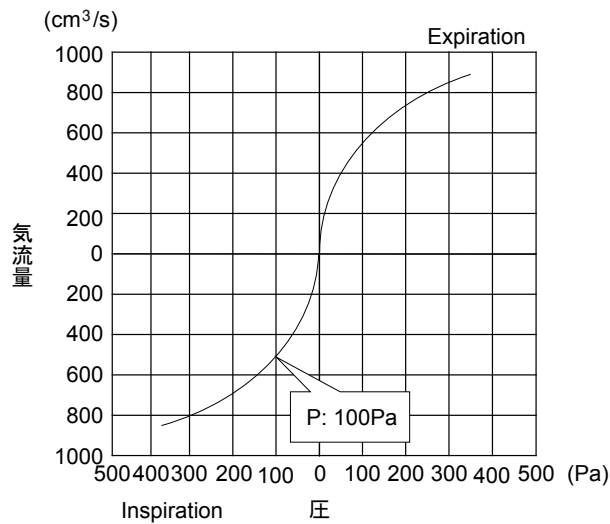


図6 鼻腔通気度検査の測定結果

圧と気流量の関係はS字状の曲線で表され、鼻腔抵抗は一定ではない。
 日本鼻科学会は、吸気時100Paの鼻腔抵抗を代表値とすることを推奨している。

成人の値に近似することの2点である。

2) 音響鼻腔計測検査 Acoustic rhinometry, AR
 鼻腔内に放射された音の反射を利用して鼻腔の断面積を測定する⁵⁾。前述した鼻腔通気度検査は鼻腔抵抗を指標とする生理学的検査であるのに対して、音響鼻腔計測検査は鼻腔断面積を指標とす

る形態学的検査である。いずれの検査も鼻腔の通気性・開存度を客観的に評価する検査であるが、どちらか一方の検査で他方の検査を代替するものではない。2つの検査の関係は、心臓の検査である心電図と心エコー検査の関係に似ていて、両方の検査結果を組み合わせることによって信頼性の



図7 音響鼻腔計測検査

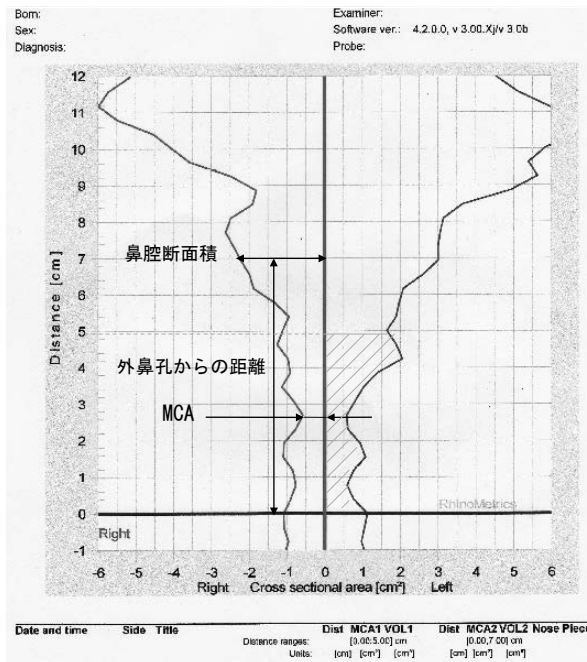


図8 音響鼻腔計測検査の測定結果

縦軸は外鼻腔からの任意の距離、横軸は左右の鼻腔断面積を表す。最も狭い部分の断面積を最少鼻腔断面積 minimum cross-sectional area, MCAと呼ぶ。任意の区間の断面積を積分して鼻腔容積を求めることもできる（図中の斜線部分）。

高い鼻腔通気性の評価が可能となる。

①測定方法

筒状の金属棒を前鼻腔に軽くあてるだけで測定でき、鼻腔通気度検査よりも簡便で短時間に測定できるため、3-4歳から測定が可能である。前鼻

孔への金属筒のあて方が結果に大きく影響する。図7に示すように金属筒を約15°の傾斜で音漏れがないように前鼻孔にあて、息を止めて口を軽く開いた状態で測定する。

②測定結果の代表値

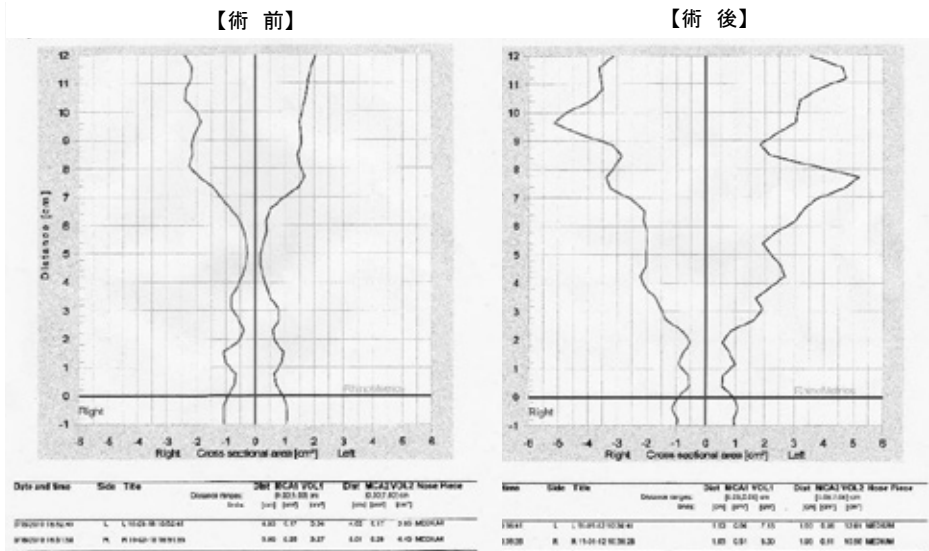


図9 両側汎副鼻腔根本手術＋鼻中隔矯正術による鼻腔断面積の変化
2-7cmの区間の鼻腔断面積が術後に著しく広がっている。

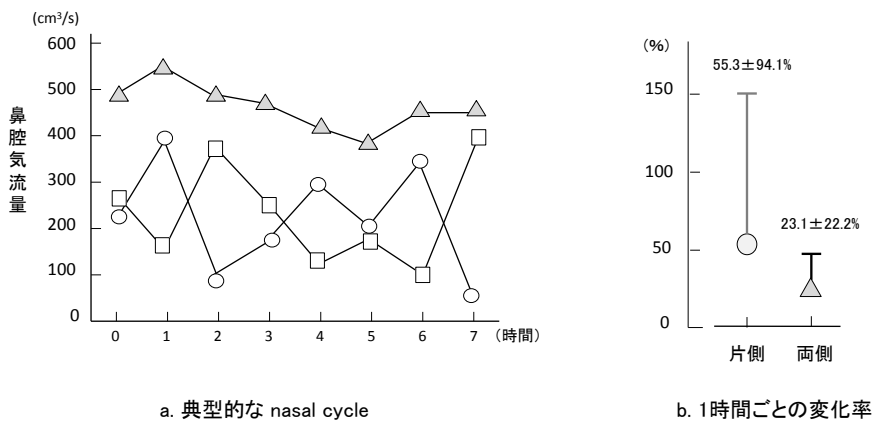


図10 Nasal cycle

a. 典型的な nasal cycle

23歳の男性. 左右の鼻腔気流量は背反的 (Spearman順位相関係数 -0.88) に変化するため総鼻腔気流量の変化は小さい.

○: 右側気流量, □: 左側気流量, △: 総気流量

b. 1時間ごとの変化率

片側にくらべて両側の鼻腔気流量 (総気流量) の変化率は小さい.

測定結果は、縦軸に前鼻孔からの距離、横軸に左右の断面積として表示される (図8). 前鼻孔から約2cmの部位にfirst notch (I notch) とsecond notch (C notch) と呼ばれる解剖学的狭窄部位があり、それぞれ、鼻弁部 (Isthmus) と下鼻甲介

(Concha) 前端に相当すると言われている. 鼻腔後方に行くほど信頼性は低くなることに留意が必要である. 鼻腔断面積のほか、鼻腔断面積を積分して得られる任意の範囲の鼻腔容積を知ることができる⁶⁾.

検査結果の評価に用いる指標としては、最小鼻腔断面積（鼻腔内で最も狭い部位の断面積; minimum cross-sectional area, MCA）、0.5cm鼻腔容積、0.7cm鼻腔容積などがあるが、国際的に標準化された指標がないのが現状である。また、検査結果の評価に必要な日本人のMCA、0.5cm鼻腔容積、0.7cm鼻腔容積などの基準値も定まっていない。そのため、現在は図9に示すような術前術後の変化などの同一個体での変化を客観的に評価する目的で使用されている⁷⁾。今後、本検査を広く普及させるには、最も適切な指標を決めて日本人の基準値を作ることが必要である。

5. Nasal cycle

鼻腔の通気性・開存度は、前述した鼻腔通気度検査や音響鼻腔計測検査で容易に測定できる。しかし、測定結果の評価には注意が必要であり、特にnasal cycleの影響については常に考えなくてはならない。

Nasal cycleは、数時間のサイクルで左右の鼻腔通気性が経時的に変化する生理的現象であり、左右の自律神経系の緊張度の変化を表わしている⁸⁾。典型的なnasal cycleは、左右の通気性が背反的に変化するため全体としての通気性の変化は少ない⁹⁾。われわれは、20歳代の成人107例を対象として1時間ごとに7時間にわたって鼻腔通気度検査で鼻腔抵抗を測定しnasal cycleを検討した。その結果では、1時間毎の鼻腔抵抗の変化率は片側の鼻腔抵抗が $55.3 \pm 94.1\%$ であったのに対して総鼻腔抵抗は $23.1 \pm 22.2\%$ であった（図10）。総鼻腔抵抗の変化率は片側に比べて小さかったが、1時間で20%以上の変化があり鼻腔通気性が常に変化していることがわかる。また、左右の通気性が背反的に変化する典型的なnasal cycleを示したのは約50%であった。従って、変化が小さな場合には1回の測定結果で鼻腔通気性を評価できるが、変化が大きい場合には複数回の測定結果を総合して評価する必要がある¹⁰⁾。

6. まとめ

「鼻づまり」の診断には、鼻腔通気性を客観的に評価する必要がある。検査機器の発達によって鼻腔通気性の測定は容易になり、検査結果を短時間で知ることができる。しかし、音響鼻腔計測検査では、判定基準となる日本人の基準値が定まっ

ていないなど今後の課題が数多く残されている。また、鼻腔通気性は常に変化しているため複数回の検査を行うなど信頼性を高める工夫が必要である。

文 献

- 1) 大木幹文：鼻呼吸から口呼吸への転換とその評価法。JOHNS 1996; **12** (5): 659-662.
- 2) Guye. On Aproxia, being the Inability to Fix the Attention and Other Allied Troubles in the Cerebral Functions Caused by Nasal Disorders. Br Med J 1889; **2**: 709-710.
- 3) Eccles R, Jawad MS, Morris S: The effects of oral administration of (-)-menthol on nasal resistance to airflow and nasal sensation of airflow in subjects suffering from nasal congestion associated with the common cold. J Pharm Pharmacol 1990; **42** (9): 652-654.
- 4) 内藤健晴, 宮崎総一郎, 野中 聡：鼻腔通気度測定法 (rhinomanometry) ガイドライン。日本鼻科学会誌 2001; **40**: 327-331.
- 5) Hilberg O, Jackson AC, Swift DL, Pedersen OF. Acoustic rhinometry: evaluation of nasal cavity geometry by acoustic reflection. J Appl Physiol. 1989; **66** (1): 295-303.
- 6) 加瀬康弘, 大木幹文：鼻腔通気度測定法 (Acoustic rhinometry) ガイドライン。日本鼻科学会誌2001; **40**: 322-326.
- 7) 竹内裕美, 加瀬康弘, 内藤健晴, 堀部晴司, 大木幹文, 岡本牧人, 竹内万彦, 千葉伸太郎, 中島逸男, 片田彰博：鼻腔通気度検査と音響鼻腔計測検査を用いた内視鏡下副鼻腔の術後評価。日本鼻科学会誌 2012; **51**: 455-461.
- 8) Kayser R: Die exakte Messung der Luftdurchgängigkeit der Nase. Arch. Laryng. Rhinol. (Berl.) 1895; **8**: 101.
- 9) Hasegawa M, Kern EB: The human nasal cycle. Mayo Clin Proc 1997; **52** (1): 28-34. Flanagan P, Eccles R: Spontaneous changes of unilateral nasal airflow in man. A re-examination of the 'Nasal Cycle'. Acta Otolaryngol (Stockh) 1997; **117** (4): 590-595.
- 10) 竹内裕美. 鼻腔通気性の評価。耳鼻咽喉科展望 2011; **54** (6): 10-17.