

鼻腔の呼吸抵抗は口呼吸と比較して元来高いといわれています。鼻呼吸障害はなぜ苦しいのでしょうか。また、どのような弊害があるのでしょうか。

回答者 ▶ 安藤裕史, 千葉伸太郎

本来、鼻腔抵抗は口呼吸抵抗より高く、鼻呼吸障害では、抵抗の低い口呼吸に変わることが可能ならずである。にもかかわらず、われわれは、鼻呼吸が生理的とされ、鼻呼吸障害では息苦しさを感ずる。この鼻呼吸障害時の息苦しさがなぜ起こるか、その理由は明らかではない。しかしながら、鼻呼吸障害により、数多い鼻腔・鼻呼吸の機能が妨げられることが、息苦しさを引き起こしていると考えられる。今回は鼻腔・鼻呼吸の機能について整理してみる。

鼻腔・副鼻腔の機能は、存在が推定されているものも含めて、①嗅覚、②顔面骨の軽量化、③構音、④呼気時の気道抵抗作成と肺胞の虚脱防止、⑤呼吸と代謝のコントロール、⑥吸気の加温加湿と下気道保護、⑦呼気時の鼻腔内での結露と水分再吸収、⑧吸気時の上気道拡大筋の調節による上気道維持、⑨NOの産生と末梢肺胞血管の拡張による酸素化の補助、⑩中枢の温度調節、⑪nasal cycle など多岐にわたる

気道抵抗は鼻腔が最大で、鼻腔抵抗は全気道抵抗の50~60%を占めるが¹⁾(図1)、そのうちの約80%は鼻腔前部に存在し²⁾、この周辺の機構は鼻弁(nasal valve)³⁾と表現され、末広がり構造になることによって鼻内気流と抵抗の調節を可能にしている^{4,5)}。この鼻弁によって主に形成される鼻腔抵抗の役割は、気道虚脱の防止である。呼気時に胸腔内圧が上昇した際、その圧に対抗して気道内圧を保持し、下気道の末梢部の閉塞や虚脱を防いでいる。

また、これらの気道抵抗作成は、鼻内に存在するとされる、気流、圧、温度などのセンサー機能とともに、呼吸の調節に関与する^{6,7)}。鼻閉・鼻疾患患者では、正常者と比較して、動肺コンプライアンス、RV% (残気量率=残気量/全肺機能)、FRC% (機能的残気量率)、Vmax (最大呼気速度)、VC (肺活量)、CV (closing volume)、肺粘性抵抗などに有意差が生ずると報告されている⁸⁻¹⁰⁾。さらに、人工的な鼻閉において、PaO₂の低下とPaCO₂の上昇が生ずることも報告されている。これらには、鼻呼吸の気流による鼻粘膜の受容体への刺激が横隔膜の活動を増進させる反射(鼻-横隔膜反射)¹¹⁾や鼻-肺反射が関連するとされる。鼻呼吸障害による気流の減少はこの反射を減衰させ、横隔膜の活動性の低下から換気不全を引き起こす。

また、加温・加湿機能も鼻の重要な生理学的機能である。加温には鼻腔前部の鼻中隔と側壁に多く分布する¹²⁾海綿静脈叢(erecile tissue)が関与しており、冷気などにより血管運動神経(自律神経)反射が起こることによって、その容量血管が拡張、粘膜の表面積が大きくなり、吸気との接触面積が増大して体温の75%程度まで温められる(図2)。一方、加湿には副交感神経を介した鼻腺の分泌が関与し、吸気時に湿度が与えられる(70~90%)。鼻腺の分泌量は1日に約1Lであるが、加湿にはそのうち約700mLが用いられる(残りは粘液の産生にあてられる)。また、呼気時には鼻腔において、呼気の温度低下により結露が生じ、結果的に約30%が鼻粘膜に再吸収され、次の吸気の

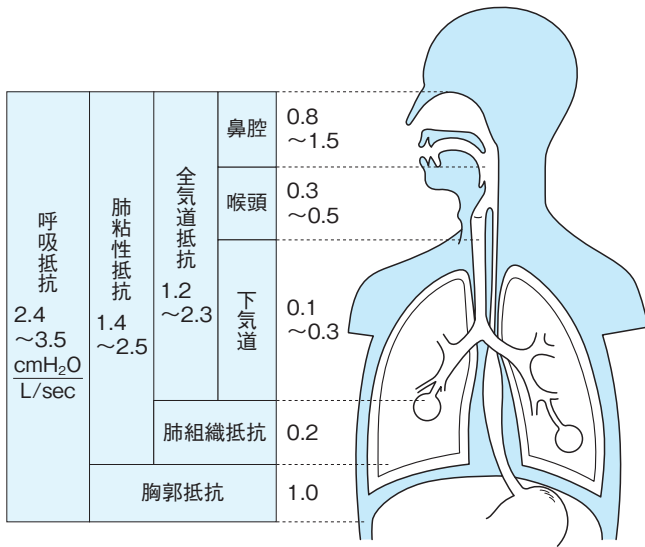


図1 呼吸抵抗の分布 (Otis AB, et al. J Appl Physiol. 1950; 2: 592-607¹⁾)

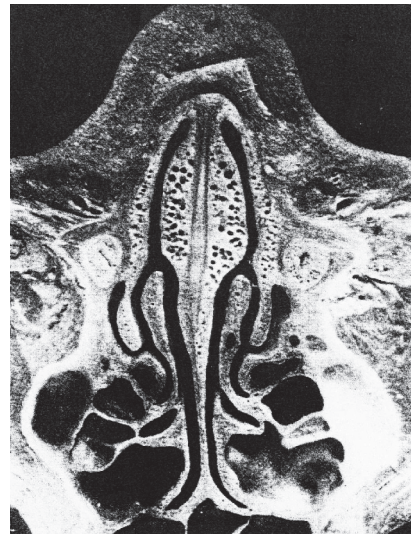


図2 解剖学的な鼻腔内の海綿静脈叢の分布 (Wustrow F. Z Anat Entwicklung. 1951; 116: 139¹²⁾)
前方の鼻中隔・鼻腔側壁に豊富に分布している。

補正に役立てられている(水分のリサイクル)¹³⁾。鼻は気道全体のいわばラジエーター機能としての役割を果たしている。正常鼻腔の加温・加湿機能に関しては、鼻呼吸が口呼吸よりも約2℃加温能が高く、水蒸気圧が約2 mmHg 高いという報告がある¹⁴⁾。したがって、鼻呼吸障害では温度と湿度の低い空気が下気道に吸入されることになる。すると、下気道の水分が失われてサーファクタントの濃度が増加し、肺のコンプライアンスが減少する可能性が示唆されている^{10,11)}。コンプライアンスの減少はすなわち、肺の伸縮性の低下を表し、換気の低下を招く。コンプライアンスの減少には、鼻肺反射(鼻粘膜刺激による気道収縮反射)の関与も示唆されているが、一定の見解は得られていない。また、湿度の低い空気が咽喉頭や下気道のレセプターを刺激して声門の狭小化⁸⁾や下気道の収縮を引き起こす可能性¹⁴⁾なども指摘されている。

さらに、鼻呼吸時は口呼吸時に比較し、吸気において上気道、特に気道拡大筋(外側尾翼筋、口蓋咽頭筋、頤舌筋、甲状舌骨筋など)の筋活動が高く、吸気による気道抵抗の陰圧化に対し、気道を維持する機構が存在する。さらに、吸気時、舌骨体の前面に付着する前頸筋群(胸骨舌骨筋)が喉頭を下方へ牽引することにより、この原理で舌骨大角は上転し、喉頭蓋、舌根が前方に移動する。これにより、結果として、吸気時に舌根部気道は拡大する(図3)。つまり、上気道拡大筋による気道拡張維持機能としてだけではなく、上気道は解剖学的にも、吸気時の陰圧に対し、気道を拡張させる機構を持ち合わせている。

一方、副鼻腔から産生されるNOは、その血管拡張作用により、肺胞末梢レベルでのガス交換の効率化に寄与すると推測されている¹⁵⁾。したがって、鼻呼吸障害や鼻疾患ではNO関与でのガス交換機能の低下が起こる可能性がある。

また、鼻呼吸は、中枢の温度調節に関与するとされる。ネコ、シカなどでは鼻腔で気化熱を使っ

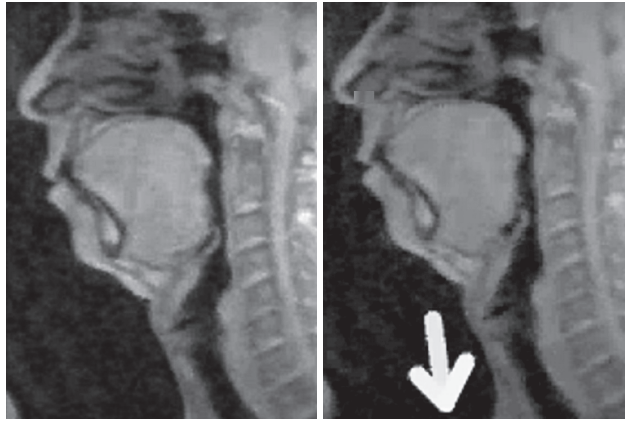


図3 Dynamic MRIによる吸気時と呼気時の上気道所見
呼気時（左図）に比較し，吸気時（右図）に，舌骨体は下方に牽引され，てこの原理で舌骨大角が上転，喉頭蓋が前方移動し，舌根部で気道が拡大する。

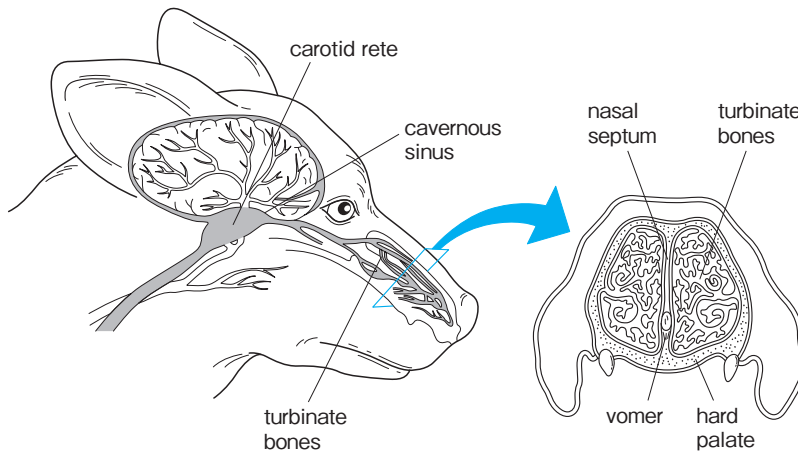


図4 ヒトには carotid rete は存在しないが，さまざまな方法〔上気道：鼻，鼓室腔，導出静脈，眼角静脈，cerebral spinal fluid (CSF) など〕を使って脳温度調節を行っていると考えられる (Kardong KV. Vertebrates: Comparative Anatomy, Function, Evolution. 6th ed. New York: McGraw-Hill; 2011. p.496.)

て冷却された静脈血が，carotid rete（図4）を介して対向流熱交換により脳温度の上昇防止を行っている。われわれは carotid rete のような脳温度の冷却機能のための特異な器官は持たないが，さまざまな方法で脳温度調節を行っており¹⁶⁾，その中で，鼻呼吸による気化熱を使った冷却も機能しているとされる。われわれにとって脳温度の急激かつ過剰な上昇は，生命の維持に関するリスクである。また，日中覚醒時，脳温度と覚醒レベル，パフォーマンス（反射速度）は逆相関し，入眠時は逆に，温度低下がスムーズに行われることにより，スムーズな入眠と良質な睡眠をとることが可能と報告されており，脳温度の調節は日常のパフォーマンス維持，さらにはよい質の睡眠にも重要である。

上述の加温加湿機能，結露による水分再利用，気化熱による温度調節などは，鼻腔の「狭くて（気道径），可能な限りの広い（表面積）構造」が理にかなっている。

以上のように，鼻腔は気道全体や，体全体の生理的調節に関わる優秀な器官である。したがって，鼻呼吸障害による息苦しさは，これらの生理機能が障害されていることを知らせるサインであると認識すべきである。

- 文献
- 1) Otis AB, Fenn WO, Rahn H. Mechanics of breathing in man. *J Appl Physiol.* 1950; 2: 592-607.
 - 2) Jones AS. Practical and theoretical considerations of airflow in nasal surgery. In: Moffat DA, editor. *Recent Advances in Otolaryngology.* Edinburgh: Churchill Livingstone; 1995. p.207-24.
 - 3) Bridger GP. Physiology of the nasal valve. *Arch Otolaryngol.* 1970; 92: 543-53.
 - 4) Mink PJ. *Physiologie der oberen Luftwege.* Leipzig: FC Vogel; 1920. S.3-15.
 - 5) 飯沼嘉孝. 特集: 鼻呼吸と口呼吸 鼻呼吸の解剖 鼻弁とその付近. *JOHNS.* 1995; 12: 629-35.
 - 6) 間島雄一, 坂倉康夫. 特集: 鼻呼吸と口呼吸 鼻呼吸障害の呼吸系の影響 鼻呼吸障害と気道抵抗. *JOHNS.* 1995; 12: 663-5.
 - 7) 池田勝久. 特集: 鼻呼吸と口呼吸 鼻呼吸障害の呼吸系の影響 鼻呼吸障害の下気道への影響. *JOHNS.* 1995; 12: 671-3.
 - 8) 戸川 清. 鼻呼吸障害—その病態と臨床一. 第83回日耳鼻宿題報告. 1982.
 - 9) Woodson GE, Robbins KT. Nasal obstruction and pulmonary function: the role of humidification. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1985; 93: 505-11.
 - 10) Ogura JH, Nelson JR, Dammkoehler R, et al. Experimental observations of the relationships between upper airway obstruction and pulmonary function. *Trans Am Laryngol Assoc.* 1964; 85: 40-64.
 - 11) Rochester DF, Braun NM. The diaphragm and dyspnea. Evidence from inhibiting diaphragmatic activity with respirators. *Am Rev Respir Dis.* 1979; 119 Suppl: 77-80.
 - 12) Wustrow F. Schwellkörper am Septum nasi. *Z Anat Entwicklung.* 1951; 116: 139.
 - 13) Cole P. The Respiratory Role of the Upper Airways: A Selective Clinical and Pathophysiological Review. St Louis: Mosby Year Book; 1992. p.1-46.
 - 14) 今野昭義, 戸川 清. 下気道に対する Air Conditioner としての鼻腔機能. *日耳鼻.* 1977; 80: 228-36.
 - 15) Settergren G, Angdin M, Astudillo R, et al. Decreased pulmonary vascular resistance during nasal breathing: modulation by endogenous nitric oxide from the paranasal sinuses. *Acta Physiol Scand.* 1998; 163: 235-9.
 - 16) Irmak MK, Korkmaz A, Eroglu O. Selective brain cooling seems to be a mechanism leading to human craniofacial diversity observed in different geographical regions. *Med Hypotheses.* 2004; 63: 974-9.

東京在住の30歳代の方が3月にくしゃみ、水性鼻漏を訴えて来院しました。昨年も同時期に同様な症状がみられたとのことでした。スギ花粉症と診断、治療を開始して問題はないでしょうか。

回答者 ▶ 米倉修二

昨年から3月のスギ花粉飛散時期に鼻症状が悪化していることから、可能性が高い疾患としてスギ花粉症があげられる。ただし、この時期はウイルス性の感冒も流行する時期であり、感染性鼻炎との鑑別は重要となる。初期にはアレルギー性鼻炎と症状は似ているが、発熱、関節痛、咽頭痛などがより高い割合でみられる。また、通常は数日で改善がみられる。遷延化すると水様性ではなく粘性、あるいは膿性の鼻漏になる。また、ハンノキ花粉の飛散もみられる時期であり、ハンノキ花粉症、あるいはその合併の可能性も考慮する必要がある。

簡単な聴き取りでスギ花粉症と決めつけずに、詳細な問診、鼻内所見、鼻汁好酸球検査、抗体検査などから、正確な診断を行うことが重要である。特に、原因抗原を明らかにしておくことは、抗原回避、抗原特異的免疫療法など、患者指導や今後の治療にも関係するのでぜひ行っておきたい検査であろう。

アレルギー性鼻炎の検査の流れを図1に示す。鼻アレルギー診療ガイドライン¹⁾によれば、鼻汁好酸球検査、皮膚反応テスト（または血清特異的IgE抗体）、鼻粘膜誘発テストのいずれか2項目以上陽性であることがアレルギー性鼻炎の診断に必要なが、いずれか1つのみ陽性であっても典型的症状を有し、アレルギー検査が中等度以上陽性ならアレルギー性鼻炎としてよいとされている。特にスギ花粉症ではこのパターンが多いと考えられる。ただし、鼻汁好酸球のみ陽性のときは好酸球増多性鼻炎など他の鼻炎との鑑別に慎重でなければいけない。

1 問診

問診は診断のみならず、その後の治療方針の決定に非常に重要な情報を含んでいる。症状の種類、程度、発症年齢、今までの経過、他のアレルギー疾患の合併、家族歴など詳しく問診する。くしゃみ、鼻漏、鼻閉の3主徴のそれぞれがどの程度の強さで発現しているかを詳細に問診する。スギ花粉症の薬物治療の方針決定の際には、この症状の重症度と病型を把握することは必須である。初診時の問診を詳細に行うことで、治療前後の比較が可能であり、正確な治療効果を知ることができる。

2 視診

一般内科医では、技術、設備の面で施行が困難な場合も多いが、鼻鏡を用いた視診は、慢性副鼻腔炎、鼻茸、急性鼻炎などアレルギー性鼻炎類似の症状を呈する疾患との鑑別には不可欠な検査である。

3 鼻汁好酸球検査

鼻汁は採取が容易で、侵襲も比較的少ない。医師が鼻汁をスライドグラスに擦り付けて染色、鏡