

陰圧性肺水腫を見逃すな

陰圧性肺水腫 (negative pressure pulmonary edema, NPPE) は上気道閉塞が生じ、その解除後に急激に発症する。NPPEという用語は1990年代半ばから用いられている。最初の症例報告¹⁾は40年前の小児4例であろう。扁桃肥大の増悪から繰り返し肺水腫を発症したが、扁桃摘出術後は消失している。全身麻酔関連では挿管困難症の成人例²⁾と喉頭蓋炎の小児例³⁾が1977年に相次いで報告された。筆者ら⁴⁾は扁桃摘出術直後の2例を報告した。本号には喉頭浮腫が原因と考えられる症例⁵⁾が掲載されている。このようにNPPEは慢性的な気道閉塞によるものと、何らかの機転で急性に発症するものに大別できる。

NPPEの発症機序に関する仮説や背景因子、発症、診断、治療、予後について概説する。

発症機序

急に上気道が閉塞すると、吸気努力により胸腔内圧は著明に低下し、気道内圧は $-50\text{ cmH}_2\text{O}$ にまで達する⁶⁾。NPPEが発症しやすい小児や青年から壮年では胸郭コンプライアンスが高く、胸腔内陰圧の変動がより顕著になる。その結果、肺毛細管周囲圧低下から肺毛細管透過性亢進が生じる。肺移植術後の難治性気胸の症例⁷⁾で、胸腔内吸引圧を $-20\text{ cmH}_2\text{O}$ から $-40\text{ cmH}_2\text{O}$ にしたところ、その直後から同側の再膨張性肺水腫を認めている。NPPEも類似した機序が考えられる。自験例を含めて3例^{4),8),9)}で水腫液/血漿の蛋白濃度比を測定しているが、すべて0.7以上(0.83~0.96)であり、肺毛細管透過性亢進を示唆する所見であった。

また、上気道閉塞では静脈還流増加から肺毛細管血液量増加による血行力学的肺水腫も否定できない。低酸素血症や高二酸化炭素血症、中枢神経を介する α 交感神経賦活などがNPPEに関与するとの仮説⁶⁾もあるが、自験例⁴⁾では低酸素血症を認めなかった。この仮説は高地肺水腫や中枢性肺水腫の発症機序と考えられている。

10年ぐらい前から気管支鏡所見で気管・気管支粘膜の点状出血¹⁰⁾や、気管支肺胞洗浄にて肺胞出血^{11),12)}の報告が散見されている。これらの症例ではピンク色泡沫状分泌物が吸引できるが、出血した血液が吸気・

呼気ガスで気泡化されるためと考えられる。出血であるなら、前述の蛋白濃度比が1に近いことも理解できる。吸引量が30分間で132 mlとの報告⁹⁾や、出血が持続して輸血を必要とした症例¹³⁾もある。

未だ、NPPEの発症機序は解明されていない。過大な胸腔内陰圧の結果、肺毛細管透過性亢進あるいは血行力学的変動による肺水腫と推察されていたが、過大な胸腔内陰圧は気道粘膜の血管床や、肺胞・毛細管膜の機械的破壊から毛細管を損傷し、気管・気管支出血やびまん性の肺胞出血が生じるとする考えが注目^{10)~15)}されている。NPPEというよりは、陰圧性肺出血(negative pressure pulmonary hemorrhage)と改めることになるかもしれない。

背景因子

全身麻酔関連では気管チューブ抜去後の喉頭痙攣^{8),13)}によるものが50%以上を占める。喉頭痙攣が原因となるNPPEは耳鼻科手術に多くみられ、気管チューブ抜去から喉頭痙攣までは2分以内、NPPE発症までは3分以内が多い¹⁶⁾。本号掲載の症例⁵⁾のように挿管困難症に対して繰り返す挿管試技による喉頭浮腫^{2),8)}や両側声帯麻痺⁹⁾によるものもある。気管チューブやラリンジアルチューブの誤咬もある^{15),17)}。筆者ら⁴⁾は扁桃摘出術に用いる開口器と下顎前歯に気管チューブが挟まれたためと推定される症例を経験した。

手術関連では耳鼻科手術以外にも整形外科手術^{5),8),10),12)}や開腹術⁸⁾、開頭術⁹⁾などでも報告されている。甲状腺摘出術では気管周囲組織の剥離操作によって気管チューブ抜去後に気管が虚脱状態になり発症する^{15),18)}。喉頭腫瘍やポリープ、あるいは気管支腫瘍に対するステント留置後にも発症している¹⁵⁾。その他の原因としては、舌根沈下やてんかん、窒息¹⁹⁾、絞首・縊首²⁾、急性喉頭蓋炎^{3),15)}などがある。

発症・診断

NPPEの発症頻度は、手術症例1,000例に1例と報告²⁰⁾されている。一方、気道閉塞が生じて気管挿管や気管切開を行った小児例および成人例のNPPE発症率は、それぞれ12%および11%である⁶⁾。再挿管直後に

気管内吸引すると、ピンク色泡沫状分泌物が認められることが多い。気管チューブ抜去後数時間して発症した症例^{2),8)}もある。

全身麻酔関連では、American Society of Anesthesiologist (ASA) physical status IあるいはII (73%)で、壮年までの男性(80%)に多い²⁰⁾が、70歳以上でも発症する^{8),15),19)}。併存疾患として睡眠時無呼吸症候群や気管支喘息、高度肥満、短頸などがあると発症しやすい²⁰⁾。

確定診断のポイントを以下に挙げる。①術中輸液量は過剰ではなく、気管チューブの抜去直後から吸気努力や頻呼吸、気管牽引、チアノーゼを認め、胸部聴診で湿性ラ音を聴取する。②肺胞性肺水腫ではピンク色泡沫状分泌物を吸引できる。間質性肺水腫では吸引できない。③通常は低酸素血症を呈する。SpO₂の急激な低下で気づくこともある。④胸部X線写真で両側肺門部陰影の増強を確認することが最重要である。陰影増強は上葉領域に顕著であり、高分解能CTでも同様の所見との報告¹⁹⁾がある。鑑別診断には、誤嚥性肺炎、心原性肺水腫、医原性の過剰輸液が含まれる。

治療・予後

気管チューブを再挿管して終末呼気陽圧を併用した陽圧換気を開始するのが一般的である⁶⁾。数時間から24時間以内に人工呼吸器からの離脱や気管チューブの抜去は可能になる¹⁶⁾。非侵襲的陽圧換気や、エアウェイを挿入して酸素吸入だけで軽快する症例もある。フロセミドやステロイドの投与は必須ではなく、acute respiratory distress syndrome (ARDS)に準じた薬剤投与は不要である。予後は良好で、速やかに治療を開始すれば、生存率は極めて高い。

現在までに報告されているNPPE症例(約250例)について調べたところ、死亡例は2例であった。1例は全身麻酔下に虫垂切除術が実施された18歳男性で、剖検にて肺胞に大量の血液様分泌物の貯留を認めている⁸⁾。別の1例は咽喉痛から心肺停止に至り、一時的に自己循環が回復した33歳男性で、剖検にて急性喉頭蓋炎および梨状陥凹膿瘍と診断されている¹⁵⁾。本号掲載の症例⁵⁾のように誤嚥性肺炎などを併発すると長期化することは言及するまでもない。酸素吸入やマスク換気で低酸素血症などが改善しないときは、躊躇することなく気管挿管して人工呼吸器に接続すべきである。

NPPEは全身状態の良好な症例で上気道閉塞の解除直後に発症する。しかし、遅発性の発症もあり、気管チューブ抜去後60~90分間はNPPEを見逃すことが

ないよう、慎重に観察すべきである。迅速に適切な治療を実施すれば数日間で軽快するのがNPPEである。

崎尾 秀彰

獨協医科大学救急医学

(〒321-0293 栃木県下都賀郡壬生町北小林880)

Don't fail to recognize negative pressure pulmonary edema

Key words: ①negative pressure pulmonary edema (NPPE), ②negative pressure pulmonary hemorrhage, ③upper airway obstruction

Hideaki Sakio

Department of Intensive & Critical Care Medicine, Dokkyo Medical University
880 Kitakobayashi, Mibu-machi, Shimotsuga-gun, Tochigi 321-0293, Japan

J Jpn Soc Intensive Care Med. 2008;15:276~278.

文 献

- 1) Gerald B, Dungan WT. Cor pulmonale and pulmonary edema in children secondary to chronic upper airway obstruction. *Radiology*. 1968;90:679-82.
- 2) Oswalt CE, Gates GA, Holmstrom FMG. Pulmonary edema as a complication of acute airway obstruction. *JAMA*. 1977;238:1833-5.
- 3) Travis KW, Todres ID, Shannon DC. Pulmonary edema associated with croup and epiglottitis. *Pediatrics*. 1977;59:695-8.
- 4) 崎尾秀彰, 鈴木敏彦, 奥田千秋. 扁桃摘出術直後の急性肺水腫. *呼吸*. 1989;8:1364-8.
- 5) 江口広毅. 喉頭浮腫による高齢者陰圧性肺水腫の1例. *日集中医誌*. 2008;15:343-4.
- 6) Lang SA, Duncan PG, Shephard DAE, et al. Pulmonary oedema associated with airway obstruction. *Can J Anaesth*. 1990;37:210-8.
- 7) Memtsoudis SG, Rosenberger P, Sadovnikoff N. Chest tube suction-associated unilateral negative pressure pulmonary edema in a lung transplant patient. *Anesth Analg*. 2005;101:38-40.
- 8) Kollef MH, Pluss J. Noncardiogenic pulmonary edema following upper airway obstruction. 7 cases and a review of the literature. *Medicine*. 1991;70:91-8.
- 9) Dohi S, Okubo N, Kondo Y. Pulmonary oedema after airway obstruction due to bilateral vocal cord paralysis. *Can J Anaesth*. 1991;38:492-5.
- 10) Koch SM, Abramson DC, Ford M, et al. Bronchoscopic findings in post-obstructive pulmonary oedema. *Can J Anaesth*. 1996;43:73-6.
- 11) Schwartz DR, Maroo A, Malhotra A, et al. Negative pressure pulmonary hemorrhage. *Chest*. 1999;115:1194-7.
- 12) Broccard AF, Liaudet L, Aubert J-D, et al. Negative pressure post-tracheal extubation alveolar hemorrhage. *Anesth Analg*. 2001;92:273-5.

- 13) Dolinski SY, MacGregor DA, Scuderi PE. Pulmonary hemorrhage associated with negative-pressure pulmonary edema. *Anesthesiology*. 2000;93:888-90.
- 14) Ackland GL, Mythen MG. Negative pressure pulmonary edema as an unsuspected imitator of acute lung injury/ARDS. *Chest*. 2005;127:1867-8.
- 15) Koh MS, Hsu AA, Eng P. Negative pressure pulmonary oedema in the medical intensive care unit. *Intensive Care Med*. 2003;29:1601-4.
- 16) Halow KD, Ford EG. Pulmonary edema following post-operative laryngospasm. A case report and review of the literature. *Am Surg*. 1993;59:443-7.
- 17) Devys JM, Balleau C, Jayr C, et al. Biting the laryngeal mask: an unusual cause of negative pressure pulmonary edema. *Can J Anaesth*. 2000;47:176-8.
- 18) Sharma ML, Beckett N, Gormley P. Negative pressure pulmonary edema following thyroidectomy. *Can J Anaesth*. 2002;49:215.
- 19) Maniwa K, Tanaka E, Inoue T, et al. Interstitial pulmonary edema revealed by high-resolution CT after relief of acute upper airway obstruction. *Radiat Med*. 2005;23:139-41.
- 20) Deepika K, Kenaan CA, Barrocas AM, et al. Negative pressure pulmonary edema after acute upper airway obstruction. *J Clin Anesth*. 1997;9:403-8.

受付日2008年3月5日
採択日2008年3月19日