症 例

術後両側性の再膨張性肺水腫を発症した1例

本望 聡, 有倉 潤, 山崎 弘貴
青木 裕之, 永瀬 厚

要 旨

自然気胸に対して、病側に胸腔鏡下手術を施行直後、両側性の再膨張性肺水腫が発生した。著しい呼吸機能の低下を認めたが、人工呼吸器による呼吸管理と、シベレスタットナトリウムとウリナスタチンの投与、およびステロイドパルス療法により、重症化することなく速やかに軽快した。

索引用語：再膨張性肺水腫，自然気胸，胸腔鏡下手術

re-expansion pulmonary edema, pneumothorax, video-assisted thoracoscopic surgery

緒 言

再膨張性肺水腫 (Re-expansion pulmonary edema : RPE) は、一旦虚脱した肺が、外科的治療により再膨張した後に生じる肺水腫である。通常 RPE は患側肺に限局し、両側発生の報告は少ない。今回、自然気胸に対する胸腔鏡下手術後に発生した両側性の RPE を経験し、迅速な対応が有用であったので報告する。

症 例

症 例：65歳，男性。

主 訴：胸痛，呼吸苦。

既往歴：肺気腫，結核腫。

現病歴：2006年7月14日，上記主訴が出現。症状の改善が認められないため，16日に前医を受診したところ，胸部X線写真で左自然気胸と診断された。胸腔内持続吸引にて軽快し，20日にトロッカーを抜去されたが，27日の胸部X線写真で再度，左肺の虚脱が確認され，同日当科に紹介受診となった。

初診時現症：身長172cm，体重78kg，体温36.2度，血圧120/78，脈拍80回/分，整。

入院時検査所見：末梢血，一般生化学検査はすべて正常範囲内。動脈血ガス分析結果は PH7.40，pCO₂ 42mmHg，pO₂ 90mmHg。心電図上も特に異常は認められなかった。

画像所見：前医受診時の胸部X線写真で，左肺の著明な虚脱を認めたため，トロッカーを挿入し，持続吸引を開始した (Fig. 1)。5日後の胸部CTでは，肺は完全に膨張しており，両肺尖部には bulla が多数認められた (Fig. 2)。リークはすでに消失していたが，再発例であり，本人も手術療法を強く希望されたため，8月8日，左肺に対する胸腔鏡下ブラ切除術を施行した。

経 過：前投薬として，硫酸アトロピン (0.5mg) と塩酸ヒドロキシジン (25mg) を筋注し，プロポフォル (170mg) と臭化ベクロニウム (8mg) で導入した。二腔チューブ (左用ブロンコキャス®37Fr) で気管内挿管した。チューブの先端位置は，聴診および気管支鏡で確認した。

麻酔の維持は80%酸素にプロポフォル (500mg/h) とクエン酸フェンタニル (0.1mg×2)，硬膜外麻酔 (1.5%塩酸リドカイン 4ml/h) で行った。術直前の PaO₂/FiO₂は520 Torr で，術中の SpO₂は，右肺の片肺換気後も99~100%で経過した。血圧は120~130mmHg，脈拍は60~65回/分と安定していた。

Fig. 1 Chest X-ray (after insertion of the chest tube) showed collapse of the left lung.

Fig. 2 Computed tomogram of the chest revealed bullae in apical of both lungs.

肺尖 bulla 周囲に胸壁との癒着があり、剥離のため若干の時間は要したものの、通常どおり胸腔鏡下に bullectomy を施行した。また、術後の再膨張時も、気道内圧を20cmH₂O 以下に保ち、時間をかけ膨張させた。手術時間は1時間35分。出血量は28ml、術中輸液量は1170ml、術中尿量は277mlであった。

術後まもなく自発呼吸が出現し、SpO₂も安定していたため抜管したが、5分後（再膨張より30分後）より呼吸苦を訴え、SpO₂が80%まで低下したため補助換気を開始した。血液ガス分析の結果は、純酸素にて PH 7.19, pCO₂ 65mmHg, pO₂ 67mmHg と、PaO₂/FiO₂の著明な低下を認め、胸部 X 線写真にて両肺野にスリガ

Fig. 3 Chest X-ray showed massive bilateral pulmonary edema just after bullectomy.

Fig. 4 Chest X-ray revealed that the diffuse alveolar infiltrates had almost disappeared 3 days after the operation.

ラス状の陰影を認めた。経過より、RPE が強く疑われたため、スタンダードタイプの気管内チューブにて再挿管した (Fig. 3)。直後の気管支鏡検査では、白色泡沫状および漿液性の分泌液が多量に確認された。

術後経過：帰室後、人工呼吸器を一回換気量が10ml/kg 以下に、吸気終末のプラトー圧が30cmH₂O 以下になるよう設定した (PEEP は10cmH₂O)。さらに、

Fig. 5 Time course of therapy to RPE, and changing in WBC and CRP.

シベレスタットナトリウム (300mg/day) およびウリナスタチン (30万単位/day) の投与と、コハク酸メチルプレドニゾロンナトリウム (500mg から開始し、以後漸減) のパルス療法を開始した。利尿がついていたため、利尿薬は使用しなかったが、輸液バランスがゼロとなるよう水分管理を行った。5時間後、 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ は330 Torr と上昇し、胸部X線写真上のスリガラス状陰影も改善傾向にあった。その後も呼吸状態は改善し、2病日目に抜管できる状態にまで回復した。3病日目の胸部X線写真とCTで、肺水腫による陰影がほぼ消失しているのを確認した後 (Fig. 4)、ステロイドを漸減し、14病日目に退院となった (Fig. 5)。

なお、切除肺の病理組織所見では気腫性肺嚢胞のほかに、異常所見は認めなかった。

考 察

RPE は、虚脱肺の毛細血管内皮障害に起因する、血管透過性亢進型の肺水腫である。すなわち、虚脱した肺の微小血管内皮が、虚血によって産生された、活性酸素や炎症性メディエーターによって障害される。そこに再膨張という機械的ストレスが加わり、肺血流が再開すると、肺血管透過性が亢進し、肺間質と肺胞腔内へ水分が漏出すると考えられている。そのため、本来 RPE は片側発生の透過性肺水腫とされていた。し

かし、高村ら¹⁾ は家兎を用いた実験で、健側肺に約18%のRPE発生を認めており、事実、両側発生の臨床報告も散見される²⁻⁴⁾。その理由として日野ら⁵⁾ は、RPE発症時の気管支肺胞洗浄液を調べ、好中球関連因子やprostanoidsが高値であることを示し、これら液性因子の関与が、両側発症の原因と推測している。つまり、ARDS/ALIと同様、肺に集積した好中球が、Interleukin-8やLeukotriene B4などの好中球遊走因子により活性化され、肺の微小血管に接着した後、好中球エラスターゼ等の組織障害性因子を放出し、血管内皮障害および組織損傷を引き起こすと考えられる。しかしながら、先に述べた様にRPEは片側発生の方が圧倒的に多く、虚脱側の肺葉に局限した発症例の報告⁶⁾もあるため、一元的にその成因を説明するのは難しい様である。

本症例における肺水腫の原因として、心原性是否定的である。術中の水分バランスは不感蒸泄を考慮しても、約400ml程度多い。しかし、術後の利尿は十分にあり、血圧、脈拍ともに変動なく経過した。また、術前の栄養状態は良好で、低タンパク血症や貧血も認めていなかったため、溢水による肺水腫は考えにくい。さらには、冠動脈スパズムによる虚血性変化を疑わせるような所見は、術後の心電図検査、および採血結果では認めなかった。今回、気管支肺胞洗浄液中の液性

因子については検討していないが、肺の再膨張直後、急速に発症した非心原性肺水腫と考え、RPEと診断した。しかしながら、術前に2度も胸腔持続ドレナージ治療の経緯があるにもかかわらず、術後のみにRPEを発症した原因は不明である。

RPEの治療は他の非心原性肺水腫と同様、呼吸管理を基本とし、さらにはエラスターゼ阻害剤、ステロイド、利尿剤等の投与が一般的に行われている⁷⁻⁹⁾。エラスターゼ阻害剤の投与は、発症機序に好中球エラスターゼが関与しているため、有効と思われる。ステロイドの使用については、その治療効果の有効性は未だ明らかではない。しかし、血管内皮障害の原因と考えられている液性因子の産生や、びまん性肺胞障害による不可逆的な線維化の抑制にステロイドは寄与するとされている。さらには近年、ステロイドが肺胞上皮を介した能動的Na⁺輸送を活性化すると報告もあり¹⁰⁾、肺胞水分吸収促進の観点から、呼吸機能改善にも有効と思われる。本症例においても、呼吸管理とシベスタットナトリウム、ウリナスタチン、およびステロイドパルス療法にて肺水腫は速やかに軽快した。

RPEは再膨張後、2時間以内にその60%以上が発症すると言われており¹¹⁾、その発症および重症度の予測は不可能である。しかしその死亡率は依然、10%を超えているため¹²⁾、肺の再膨張に際しては、常にRPEの発症を念頭に置き、早期発見、早期治療を心掛けることが肝要と思われる。

文 献

1. 高村研二. Re-expansion pulmonary edema に関する研究. 日胸疾会誌 1981; **19**: 171-83.
2. Ozlu O, Kilic A, Cengizlier R. Bilateral re-expansion pulmonary edema in a child: a reminder. Acta Anaesthesiol Scand 2000; **44**: 884-5.
3. Cheong KF. Re-expansion pulmonary oedema following one-lung ventilation-A case report. Ann Acad Med Singapore 1999; **28**: 572-3.
4. Morikawa H, Hirota K, Kito K, et al. Re-expansion pulmonary oedema following removal of intrathoracic haematoma. Acta Anaesthesiol Scand 1994; **38**: 518-20.
5. 日野光紀, 小林国彦, 阿部信二, 他. 気管支肺胞洗浄中のCA19-9が高値を呈した両側性再膨張性肺水腫の1例. 気管支学 1997; **19**: 540-4.
6. 玉井 直, 篠村徹太郎, 足立健彦. 自然気胸後, 下葉に限局して発生した再膨張性肺水腫の1症例. 日集中医誌 2001; **8**: 131-2.
7. 大友麻恵, 川谷昌子, 森川朋子, 他. 長期肺虚脱, 心大血管圧迫を伴う巨大胸腔内腫瘍摘出術中に再膨張性肺水腫を来した症例. 麻酔 2004; **53**: 291-3.
8. 渡 正伸, 片山達也. シルベスタットナトリウムが有効と考えられた再膨張性肺水腫の1例. Progress in Medicine 2005; **25**: 2221-4.
9. 望月憲招, 柴田純平, 水戸野裕之, 他. 再拡張性肺水腫をきたした鏡視下両側ブラ切除術の麻酔経験. 臨床麻酔 2001; **25**: 1663-4.
10. Noda M, Suzuki S, Tsubochi H, et al. Single dexamethasone injection increases alveolar fluid clearance in adult rats. Crit Care Med 2003; **31**: 1183-9.
11. 河野光智, 澤藤 誠, 小林絃一, 他. 外科的治療後に発症した再膨張性肺水腫症例. 臨床呼吸生理 2000; **32**: 97-9.
12. 蘇原泰則. 再膨張性肺水腫の基礎と臨床. 臨床呼吸生理 2000; **32**: 105-10.

Bilateral re-expansion pulmonary edema following video-assisted thoracoscopic surgery for pneumothorax

Satoshi Honmou, Jun Arikura, Hirotaka Yamazaki
Hiroyuki Aoki, Atushi Nagase

Department of Surgery, Dohoku National Hospital, Japan

A 65-year-old man showed bilateral re-expansion pulmonary edema (RPE) following video-assisted hemithoracoscopic surgery. Mechanical respiratory support, and administrations of sivelestat sodium hydrate, ulinastatin, and prednisolone dramatically improved RPE without any further complication.