

## S-2 高い気道内圧での人工呼吸による肺傷害

愛媛大学医学部麻酔科蘇生科

津野 恭司、 新井 達潤

1950年代後半の世界的な小児麻痺の流行を契機に、気管内挿管による機械的人工呼吸法が普及した。機械的人工呼吸それ自体が肺を傷害するのではないかと疑われ(respirator lung)、1970年代に安全性の検討が行われたが、通常の気道内圧と一回換気量(TV)を用いた人工呼吸では重大な合併症を起こすことはなく、respirator lungは存在しないと結論された。しかし、実際の呼吸管理の場では、最高気道内圧(PIP) 40 cmH<sub>2</sub>O 以上、PEEP 20 cmH<sub>2</sub>O 以上など、過酷な条件での人工呼吸が行われることも多い。

大きなTV、高いPIPによる機械的人工呼吸の肺に及ぼす影響を検討した。体重3.7±0.3 kgの子ブタ17頭を用い、A群(n=6)はFIO<sub>2</sub> 0.4、PIP<18 cm H<sub>2</sub>O、PEEP 3-5 cmH<sub>2</sub>O、TV 10-13 ml/kg、RR 20/min、I/E 1:2で通常的人工呼吸を、B群(n=11)はFIO<sub>2</sub> 0.4、PIP 40 cmH<sub>2</sub>O、PEEP 3-5 cmH<sub>2</sub>O、TV 60 ml/kg、RR 20/min、I/E 1:2で高圧人工呼吸を行った。A群は48時間の人工呼吸の経過中、PaO<sub>2</sub>、肺コンプライアンス、胸部X-rayに変化なく、剖検時の肺は肉眼的、顕微鏡的にも正常であった。B群は経時的にPaO<sub>2</sub>が低下し、42時間以内に全例 60 mmHg 以下となった。肺コンプライアンスは一過性に高くなった後、経時的に低下した。胸部X-rayでは次第に両側性の肺浸潤影が増強し、剖検時にフィブリン析出を伴った多量の胸水が認められた。肉眼的に嚔血無気肺を呈し、病理組織では、肺胞構築の破綻や気腫状変化、肺間質の肥厚と嚔血、好中球とリンパ球の浸潤、肺胞内出血、マクロファージ、II型肺細胞、線維芽細胞の増殖、ヒアリン膜の形成などが認められた。

正常なTVと low PEEPで PIP を低く設定した時、PEEPは用いず、大きなTVでPIPを高く設定した時、正常なTVと high PEEP で PIP を高く

設定した時の肺傷害性を比較検討した。体重30±6 kgのヒツジ23頭を用い、A群(n=8)はFIO<sub>2</sub> 0.4、PIP<18 cm H<sub>2</sub>O、PEEP 3-5 cmH<sub>2</sub>O、TV 10-13 ml/kg、RR 15/min、I/E 1:2で通常的人工呼吸を、B群(n=8)はFIO<sub>2</sub> 0.4、PIP 30 cmH<sub>2</sub>O、PEEP 0 cm H<sub>2</sub>O、TV 30-35 ml/kg、RR 15/min、I/E 1:2で高圧人工呼吸を、C群(n=7)はFIO<sub>2</sub> 0.4、PIP 30 cmH<sub>2</sub>O、PEEP 17-20 cm H<sub>2</sub>O、TV 10-12 ml/kg、RR 15/min、I/E 1:2で高圧人工呼吸を行った。A群は 48時間の人工呼吸中の肺機能に変化はなかった。B群ではPaO<sub>2</sub>、機能的残気量と肺コンプライアンスの低下を生じ、嚔血無気肺の所見であった。C群はA群と同様48時間の人工呼吸の経過中、PaO<sub>2</sub>、機能的残気量、肺コンプライアンスは正常に保たれた。しかし、肺にはブラや虚脱変色した領域が多く見られ、A群の肉眼所見とは大きく異なっていた。

従来から言われているbarotraumaは、過伸展による単なる肺胞の破裂、組織・細胞間への気体の集積という単純なものではなく、様々な機能をもつ何十という種類の細胞で構成される肺組織が、細胞レベルで傷害されるのがその本態であろう。大きなTVのため繰り返される肺の過伸展で、肺胞上皮細胞、血管内皮細胞では、細胞間結合部など脆弱な部分が破綻し、血管透過性が亢進し、好中球・マクロファージ浸潤などによる局所炎症反応から組織破壊に進展するものと考えられる。High PEEPを用い、TVは通常量に設定する方法も、ある程度の肺組織傷害性は免れない。PEEPを高くすればそれだけPIPも上昇し、barotraumaの危険性は増大する。Ventilator-induced lung injuryを防止するには、少ないTVと低いPEEPで人工呼吸を行うのが望ましい。