

CPAP の施行上のコツとして、 ΔP を小さくした装置を使用することのほかに、虚脱部が再開通してコンプライアンスが上昇するか否かが呼吸仕事量に大いに関与している(図1)。このため、定期的に用手加圧を行い肺拡張を図ることが重要ポ

イントとなる。進行した ARDS では CPAP 施行が困難な理由は、線維化のために拡張可能な肺面積がすでに失われ、コンプライアンス上昇が期待できないことによる。

PEEP と CPAP

高 橋 光太郎*

PEEP, CPAP はいずれも FRC を増加させることによる肺酸素化機能の改善を目的としている。

まず最初に、急性呼吸不全で人工呼吸中の5例を対象に、終末呼気圧を段階的に 10 cmH₂O まで上昇させていった場合の FRC の変化を検討した。終末呼気圧の上昇に伴い FRC は有意に漸増し、1 cmH₂Oあたり約 90 ml の増加がみられた。同時に測定した Pao_2 は上昇、 Qs/Qt は低下する傾向にあったが、有意の変化は得られなかつた。症例によっては FRC の増加にもかかわらず Pao_2 , Qs/Qt はほとんど変化しなかつた。これは、健常部分のみ過膨張し、無気肺部分の再膨張が得られなかつたためと思われる。このような場合、健常部分の血流が肺内圧の上昇に伴って無気肺部分に shift し、かえってシャント量を増加させることも考えられる。これが PEEP の問題点でもあり、限界ともいえよう。片側肺疾患患者に対して、かかる事態を避けるために、selective PEEP が試みられている。われわれも左上葉肺水腫および右下葉肺炎の2症例に、selective PEEP による分離肺換気を行つた。吸入酸素濃度、一回換気量、呼吸数は左右同一とし、患側にのみ PEEP を施行した。これにより、両症例とも血液ガス所見、胸部X線写真に劇的な改善をみた。ところが患側肺からの酸素摂取量および炭酸ガス排出量を測定してみると、右下葉肺炎患者において、患側肺の酸素摂取量は 88 ml/min と全体の 41% であったが、

患側に 8 cmH₂O, 10 cmH₂O と PEEP をかけていくと 34%, 31% と減少した。同様に炭酸ガス排出量も 46% から 38%, 32% と著明に減少した。このように selective PEEP は Pao_2 の著明な改善をもたらすが、患側肺のガス交換への関与は却つて減少し、ことに炭酸ガス排出量の減少が著明であった。Selective PEEP による血液ガスの改善は患側から健側への血流の shift により患側肺でのシャントの減少によるものであり、患側肺での肺胞の拡張によるものではない。一見合理的な selective PEEP も、必らずしも患側肺の病態を積極的に改善するものではないといえる。

次に集中治療部で呼吸管理を受けている6例の術後患者を対象に、同一吸入酸素濃度下に、同一終末呼気圧の PEEP および CPAP を施行、呼吸機能を両者間で比較検討した。酸素化の指標として Pao_2 , $A-aDo_2$, $R\text{-index}$ を、換気の指標として MV , \dot{V}_A , VD/VT を測定し、あわせて $\dot{V}o_2$ も測定した。同一終末呼気圧であるから当然平均気道内圧は PEEP の方が高いにもかかわらず、 Pao_2 は PEEP と CPAP ではほとんど差がなく、 $A-aDo_2$ および $R\text{-index}$ は PEEP 時の方がむしろ高い傾向にあった。換気効率についてみると、 MV は PEEP 下で 9.7 ± 6.1 L, CPAP 下で 9.0 ± 4.5 L であったが、 \dot{V}_A は PEEP 下で 4.8 ± 1.3 L, CPAP 下で 5.2 ± 1.5 L とむしろ CPAP 時の方が大となり、CPAP の方が換気効率が優れていると思われた。 $\dot{V}o_2$ は PEEP 下で 197 ± 35 ml/min, CPAP 下で 214 ± 62 ml/min と、oxygen

* 福井医科大学麻酔科

cost of breathing は 8% 弱であった。このように CPAP の方が PEEP に比しガス交換の効率が優れているが、これは PEEP と CPAP の差というよりも、機械的陽圧呼吸と自然呼吸との差に基づくと考えられる。

機械的陽圧呼吸の dependent lung への影響をみるために、右下葉に気管支内チューブを挿管し、右下葉と残りの肺とを同時に換気し、右下葉の換気量と終末呼気酸素濃度を測定した。術中の患者を対象に、一回換気量 500 ml、呼吸数 12 回で人工呼吸を行い、500 ml の換気量が、右下葉および残りの肺のコンプライアンスおよび気道抵抗によりそれぞれに分布するようにした。

右下葉への換気分布は全体の約 13% であり、これは段階的に終末呼気圧を上げていってもほとんど変化しなかった。

1 例のみではあるが、CPAP 下で測定してみると右下葉の換気量は PEEP 時の 1.3 倍であり、終末呼気圧の上昇に伴い却って増加した。5 cm H₂O の PEEP 下では右下葉の一回換気量が 45

ml、分時換気量 0.67 L であったのに対し、同一終末呼気圧の CPAP 下では 78 ml、1.29 L であった。

機械的人工呼吸下で、右下葉の終末呼気酸素濃度は $36.4 \pm 4.7\%$ で、残りの肺の $38.8 \pm 5.6\%$ に比し有意に低値を示した。したがって吸入気、終末呼気酸素濃度較差は右下葉で $6.06 \pm 1.73\%$ と残りの肺の $3.64 \pm 1.00\%$ に比し有意に高かった。終末呼気圧を上げてもこの傾向は変わらなかった。終末呼気を肺胞気とみなすことには問題があるが、吸入気終末呼気酸素濃度較差が大であることは、 $V_A/Q = (C_{AO_2} - C_{VO_2}) / (F_{IO_2} - F_{AO_2})$ の式から、換気血流比が小でありしたがってシャント様効果が大となることを意味する。すなわち、機械的人工呼吸下では dependent lung の換気分布を減少させて、当該部位での生理的な V_A/Q の低下をさらに増強させて、シャント様効果の増加を招くものと思われる。したがって換気能力に問題のない場合は原則として PEEP を避け CPAP で管理すべきであろう。