

S-5 protective lung strategy には限界がある

山形大学医学部器官機能統御学講座

急性期生体機能統御学分野 川前金幸

肺保護戦略(lung protective strategy 以下 LPS)には限界が無いかの質問に対し、「無い」と答えられた報告はない。人工呼吸そのものは、呼吸不全の原因となっている病態を根本的に治療しているわけではなく、悪化を予防しているに過ぎない。予備力のある肺胞を開放して酸素化に寄与し、呼吸筋の仕事量を軽減させるのみで、原因病態の改善そのものは他の根本治療と患者の自然治癒力にゆだねられている。人工呼吸による肺障害(Ventilator Induced Lung Injury以下 VILI)に対する LPS の限界について、換気設定を取り上げて考えてみる。

一回換気量が少ないと、有効肺胞換気量が不十分で高炭酸ガス、さらに低酸素に陥る。一回換気量が大きすぎると肺胞、細気管支など過伸展から容量が増大し volutrauma、高い圧による barotrauma、そして物理的な刺激が炎症を誘発し、生物学的な侵襲を加え biotrauma をきたし、致死的となる。

PEEP がないと毎回の換気の際にズリ応力、shear stress が無気肺周辺の肺胞や細気管支に加わり、長時間のストレスにより biotrauma をきたす原因となる。PEEP が高すぎると循環抑制、脳圧亢進、門脈圧亢進などに加えて、肺の過伸展につながる。肺胞過膨張に伴い血管が圧迫されると死腔が増大し、高炭酸ガス血症をも呈する。同時に、肺毛細血管内皮の過伸展から透過性が亢進し、肺水腫、肺炎、肺線維症へと進展する。高炭酸ガスが VILI を抑制するとの研究も散見されるがまだ EBM を得るには至っていない。

呼吸回数を必要以上に減らせば高炭酸ガス。逆に回数を増加して換気量を減らせば auto-PEEP が発生し、肺は膨張し結果的に過伸展をきたして VILI をまねく。適切な換気設定が必要となる所以である。

近年、ARDS の肺圧容量曲線において、二つの極点を有する S 字上の曲線を描くといわれている。この曲線は、正常肺に比べて傾きが小さく、かつ、下方の偏曲点 (lower inflection point、以下 LIP) と上方の偏極点 (upper inflection point、以下 UIP) を持つといわれている。理論的には UIP を超えず、LIP を下回らない曲線上で換気運動させることで人工呼吸そのものによる肺合併症、いわゆる VILI を軽減することができると考えられている。高い PEEP と低換気量による LPS、その極端な戦略が HFO であろう。

VILI の観点から ARDS に対して HFO が理想的な換気法ということになるが Multicenter Oscillatory Ventilation for Acute Respiratory Distress Syndrome Trial (MOAT) Studyにおいて ventilator free days が control に比して短いこと、30日生存率が高いことなどの結果を出しているものの、有意差を認めるには至らなかった。

高い PEEP でズリ応力を少なくし、低換気量による Open lung strategy に関しても、低い PEEP 群と高い PEEP 群で RCT を行い、結果的に予後に有意差がなかったとの報告がある。つまり LPS には限界があるといえる。

また、ARDS という症候群を対象とした研究であるため、病状の程度は同様にそろえているものの、基礎疾患については詳細に検討されていない報告が少なくない。肺外に基礎疾患有する二次性の ARDS は肺に原因疾患をきたした一次性的 ARDS に比較して、予後がよいとされている。やはり、研究の対象を厳密にそろえる作業が必要と考えられる。このような背景を考慮するとやはり現在のところ、protective lung strategy には限界があるといわざるを得ないと思われる。