

Inversed Ratio Ventilation (IRV)

左利厚生* 山下茂樹* 中島 研*

PEEP により肺胞動脈血酸素分圧較差 (A-a DO_2) の改善が見られず、PEEP の値を上げると気道内圧の上昇が著明な症例を対象として、6~8 cmH₂O の PEEP の上にさらに種々の I/E 比の Inversed Ratio Ventilation (IRV) を行い、その肺酸素化能、血行動態、酸素運搬能について検討した。

症例と方法

患者に IRV を施行する前に、モデル肺を用いて IRV の気道内圧 (AWP) を測定した。表 1 にモデル肺による IRV, PEEP 時の AWP の変化を示す。モデル肺 (VT-1 Adult Ventilator, Bio-Tek Instrument) の条件を一回換気量 450 ml, 呼吸数 18 回/分, compliance 0.05 L/cmH₂O として Servo 900 C に接続し測定した。

表 2 に IRV による人工呼吸を行った症例を示す。F_{IO}₂ 1.0, PEEP 6~8 cmH₂O で PaO₂ < 100 mmHg, PEEP 値をこれ以上高くすると、PIP が 40 cmH₂O 以上になる症例を対象とした。

結果

モデル肺による AWP の変化は PEEP 値が 0, 5, 10, 20 cmH₂O と上昇すると、PIP, MAWP とともに直線的に上昇したが、IRV では I/E 比が 4/1 で PIP, 2.6/1 から MAWP ともに著明に上昇した (表 1)。症例では I/E 比を 1/2, 1.2~1.5/1, 2.6~4/1 の 3 つの群にわけて、肺酸素化能、血行動態、酸素運搬能について、検討した (表 3)。PIP は I/E 比 3 群で 1, 2 群より有意に上昇した。PaO₂ は 2, 3 群で 1 群に比し、有意に上昇したが、2, 3 群間では有意の差はなかった。Qs/Qt, RI とともに PaO₂ と同様の変化を示した。PaCO₂ はいず

れの I/E 比でも有意の変化を示さなかった。また、血行動態、酸素運搬能、組織酸素化の指標と

表 1 モデル肺による IRV, PEEP 時の最大吸気圧 (PIP), 平均気道内圧 (MAWP)

PEEP (cmH ₂ O)	I/E ratio AWP (cmH ₂ O)	1/1.9	1.2/1	2.6/1	4/1
0	PIP	13.2	10.2	13.7	20.3
	MAWP	3.5	4.0	7.9	19.4
5	PIP	18.3	15.2	18.6	23.7
	MAWP	8.8	9.3	12.7	17.3
10	PIP	22.7	19.3	22.0	27.9
	MAWP	12.9	13.1	16.3	21.4
20	PIP	32.3	30.0	31.6	38.7
	MAWP	22.4	23.6	26.4	32.0

略語 AWP=Airway Pressure, PIP=Peak Inspiratory Pressure, MAWP=Mean Airway Pressure.

表 2 症例

症例 (歳)	年齢 (歳)	性	診断	人工呼吸 期間(日)	合併 症	転帰
1	39	女	間質性肺炎 SLE	11(8日目)	気胸 死亡	
2	54	男	嚥下性肺炎 アルコール依存症	71(3日目)	なし 軽快	
3	50	女	穿孔性腹膜炎 敗血症	7(3日目)	なし 死亡	
4	88	女	PIE 症候群	33(1日目)	なし 死亡	
5	70	女	間質性肺炎 急性白血病	7(4日目)	気胸 死亡	
6	52	男	肺水腫 冠動脈再建術後	8(2日目)	なし 死亡	
7	73	男	肺水腫 大動脈狭窄	1(1日目)	なし 死亡	
8	80	男	肺水腫 急性心筋梗塞	25(1日目)	なし 死亡	
9	62	女	うっ血性心不全 高血圧症	6(2日目)	なし 軽快	

(日数) は IRV 開始時期を示す。SLE=Systemic Lupus Erythematosus, PIE=Pulmonary infiltration with eosinophilia

* 倉敷中央病院麻酔科

表 3 IRV の肺酸素化能、血行動態、酸素運搬能への影響

Groups I/E ratio	1	2	3
	1/2	1.2-1.5/1	2.6-4/1
PIP cmH ₂ O	27±5	29±7	36±6*
PaO ₂ mmHg	66±16	117±42*	137±50*
PaCO ₂ mmHg	52±17	52±15	53±16
Qs/Qt %	45±9	29±9*	27±7*
RI	10±3	4±3*	4±2*
Cl l/min/m ²	3.0±0.8	3.6±1.3	3.0±0.7
PCWP mmHg	9±3	8±2	11±3
MAP mmHg	75±15	86±21	67±17
MPAP mmHg	20±5	23±7	25±10
DO ₂ ml/min/m ²	383±164	463±151	322±76
PvO ₂ mmHg	36±6	38±6	39±8

平均値±標準偏差、*印は I/E 比1/2 の値と比較して有意差あり ($p<0.01$)。

略語 Qs/Qt=肺内シャント率, RI=Respiratory Index=A-aDO₂/PaO₂, Cl=Cardiac Index, PCWP=Pulmonary Capillary Wedge Pressure, MAP=Mean Artery Pressure, MPAP=Mean Pulmonary Artery Pressure, DO₂=Oxygen Delivery, PvO₂=Mixed venous PO₂.

しての PvO₂ とともに、I/E 比の延長による有意の変化は認めなかった。

考 察

PEEP で PaO₂ の上昇が見られなかつた症例に IRV を行い、PaO₂ の上昇を認めた。これは吸気の延長による機能的残気量 (FRC) の増加による。

FRC は時定数 (TC), と呼気時間 (t) の指數関数で現わされ $\Delta FRC = TV/e^{(t/TC)} - 1$ となる。一回換気量 (TV) が一定ならば、t が小さくなればなるほど、言い換えれば、吸気時間が長くなればなるほど TC の大きい肺胞、すなわち膨らみ難い肺胞程 FRC が増えることになる。逆に、TC が小さい肺胞は、正常の肺胞は IRV の影響は受けない。この点が、膨らみ易い肺胞のみが膨らむ PEEP による FRC の増加と異なり、individual PEEP と表現されている¹⁾。この IRV による PaO₂ の上昇には時間を要し、多くの症例が $FIO_2=1.0$ で $PaO_2>100$ mmHg になるのに 3 時間以上かかった。6 時間かけて PaO₂ の上昇をみ、30 分の観察では IRV の効果は現われないと報告もある²⁾。I/E 比 2 群と 3 群では PaO₂ に有意差ではなく、PIP の 3 群での有意の上昇を考え合わせると、2.6-4/1 の I/E 比は臨床的意義は少ないと考える。

文 献

- 1) Baum M, Benzer H, Mutz N, et al : Inversed ratio ventilation (IRV) : Die Rolle des Atemzeitverhältnisses in der Beatmung beim ARDS. Anaesthesist 29 : 592-596, 1980
- 2) Ravizza AG, Carugo MD, Cerchiari EL, et al : Inversed ratio and conventional ventilations : Comparison of the respiratory effect. Anesthesiology 59 : A 523, 1983