

### 7-(5) C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sup>18</sup>O, Ar, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> 混合ガス呼吸法による人工呼吸時ガス交換動態の無侵襲的、より構造的測定・解析試行

\*東京理科大学理工学部物理科, \*\*東邦大学第二内科, \*\*\*東京大学医学研究科, \*\*\*\*東京医科大学第一内科

\*西 功, \*石井 均, \*\*天羽 久美子, \*\*加藤 瑞規, \*\*上嶋 権兵衛, \*\*\*王 力群, \*\*\*\*市瀬 裕一, \*\*\*斎藤 正男, \*\*福島 保喜

緒言： C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sup>18</sup>O, Ar, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>混合ガスを呼吸させる時、それぞれのガス種の呼吸気濃度変化は固有の生理的情報と、生理的応答を反映する。この呼吸気濃度・パターンの解析によって、換気V<sub>E</sub>、肺血流量 $\dot{Q}_c$ 、拡散能力DLCO、ガス交換 $\dot{V}O_2$ 、 $\dot{V}CO_2$ 、PAO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub>及び、PACO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>、A-aDO<sub>2</sub> ( $\dot{V}O_2/1.2DLCO$ )、CaO<sub>2</sub>-C $\dot{V}O_2$  ( $=\dot{V}O_2/\dot{Q}_c$ )、肺組織量 $\dot{Q}_t$ などの因子を同時に見積もる事が出来る。これによって肺胞ガス交換、心肺系のガス輸送動態を構造的に測定、解析する事が出来る。

方法： 呼吸法として、閉回路呼吸、いわゆる再呼吸法と開回路を施行した。前者はバッグに一定気量のテストガスを取り、これを繰り返し呼吸させ、後者は通常呼吸気と同じO<sub>2</sub>濃度のテストガスを開放ガス回路で呼吸させる新しく試みた方法である。それぞれの呼吸法による呼吸気濃度変化のパターンを図1a, b に示す。 $\dot{Q}_c$ 、 $\dot{Q}_t$ の測定に関しほぼ同じ結果を得る。いずれの呼吸法においても、測定・解析はC<sub>2</sub>H<sub>2</sub>、C<sup>18</sup>Oの背圧を0と見なせる短時間に行われなければならない。本研究においては、人工呼吸中の患者に対し、特に再呼吸法を応用して、上記呼吸因子の循環因子の測定を実行した。測定システムの

ブロックダイアグラムを図2に示す。人工呼吸器と並列にバッグインボックスをおき、フローメーター、質量分析計による、VE、 $\dot{V}O_2$ 、 $\dot{V}CO_2$ 、P<sub>E</sub>O<sub>2</sub>、P<sub>E</sub>CO<sub>2</sub>測定中に20-30秒ガス回路をバッグインボックスに切り替え、C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>、C<sup>18</sup>O、Ar、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>混合ガスを再呼吸させる。この時の呼吸気濃度変化とバッグ気量より上記呼吸気循環因子を同時に測定する。測定・解析表示は自動的に行われる。測定結果：ICU観察下の患者7名について測定結果を表1に示す。人工呼吸下の測定は意識呼吸下の測定よりむしろ、安定であった。

考察： 本法による $\dot{Q}_c$ 測定(X)を熟希釈法による心拍出量測定(Y)と比較検証した結果は、健康者、肺気腫患者、肺繊維症について、それぞれ

$$Y = 1.040X + 0.022 \quad r = 0.944 \quad P < 0.01$$

$$Y = 1.090X + 0.228 \quad r = 0.757 \quad P < 0.01$$

$$Y = 0.524X + 2.330 \quad r = 0.731 \quad P < 0.05$$

ここで $\dot{Q}_c$ は肺胞ガスと会合した有効肺血流であって、シャントの部分だけ心拍出量より小さくなることが考えられる。 $\dot{Q}_c$ 、DLCOについては、熟希釈法との同時測定による差異そのものも、病態評価に有益な情報を与えるものと思われる。

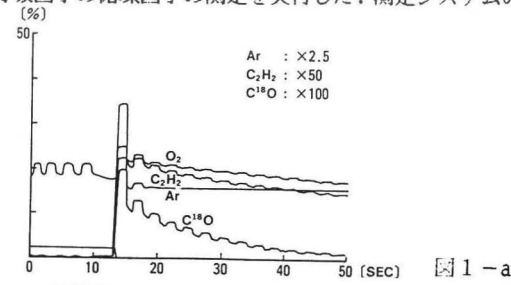


図 1 - a

NORMAL O<sub>2</sub>=20%, CO<sub>2</sub>=10%, Ar=10%, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>=1%, N<sub>2</sub>=100%, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>=1%, N<sub>2</sub>=100%

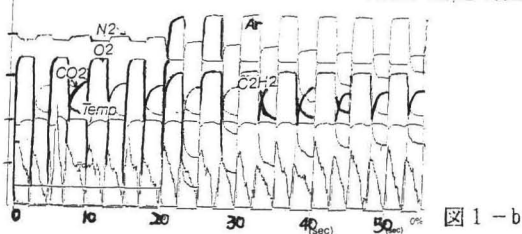


図 1 - b

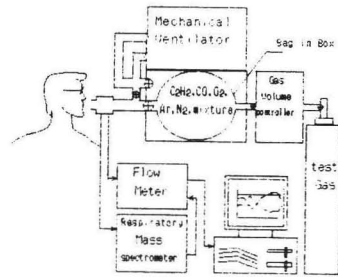


図 - 2

Sub 疾患名	QC1 [L/min]	QC2 [L/min]	DLCO [ml/(min-torr)]	VO2 [L/min]	HR [b/min]	FRC [L]	CaO <sub>2</sub> -CvO <sub>2</sub> [E-3]	A-aPO <sub>2</sub> [torr]	SV [L/b]
1 急性心筋梗塞	5.50	5.98	10.65	146.50	117.0	2.49	26.64	11.46	0.47
2 硬膜外血腫	3.38	5.51	9.30	98.00	49.70	1.29	28.99	8.78	0.07
3 心不全	5.03	4.82	7.55	130.30	61.00	1.22	25.90	14.38	0.08
4 多発外傷	6.59	7.45	12.93	219.00	86.00	1.70	33.23	14.11	0.07
5 窒息	5.01	6.34	8.68	270.50	107.00	0.95	53.99	25.97	0.05
6 心不全	7.07	7.01	8.39	195.00	93.30	1.27	27.58	19.37	0.08
7 心不全	3.32	3.37	5.56	144.70	90.00	1.17	43.58	21.69	0.04

表 - 1