

〔一般演題〕

重症患者における酸素消費に関する検討

滝 井 義 隆* 宮 田 佳 彦* 福 田 ますみ*
長谷川 伝* 西 邑 信 男**

はじめに

今回、人工呼吸を必要とする重症患者で自発呼吸時、筋弛緩薬を使用しない調節呼吸時、筋弛緩薬を使用した調節呼吸時とで酸素消費量、炭酸ガス排出量、呼吸商などを測定し、主として呼吸運動による酸素消費量に関する検討を行った。

対象と方法

対象は ICU に入室し気管内挿管を行い、人工呼吸管理を行った男性 17 名、女性 6 名の計 23 症

例である(表 1)。原疾患は脳出血 6 名、脳梗塞 4 名、脳挫傷 4 名、くも膜下出血 3 名、肺炎 2 名、硬膜下血腫 2 名、脳動脈硬化症 1 名、心停止蘇生後 1 名であった。胸部 X 線所見は正常 17 名、肺炎様陰影が見られた者が 4 名、肺うっ血 1 名、肺水腫 1 名であった。

研究方法として 23 例中 13 例で人工呼吸器を装着したままの自発呼吸時と筋弛緩薬を使用しない調節呼吸時に、さらに 13 例で、同様な自発呼吸時と筋弛緩作用による調節呼吸時に分け、おのおの 30 分間ずつ酸素消費量(以上 $\dot{V}O_2$ と略す)、

表 1 対象症例

症例	年齢	性	身長(cm)	体重(kg)	疾 患 名	胸部写真
1	36	M	170	65	硬膜下血腫	正常
2	56	M	166	50	硬膜下血腫	正常
3	60	F	145	50	脳挫傷	正常
4	46	F	152	48	脳出血	正常
5	45	M	170	65	脳出血	正常
6	44	M	165	55	脳挫傷	肺炎様陰影
7	43	F	155	50	脳出血	肺うっ血
8	18	M	169	55	脳挫傷	正常
9	50	F	149	72	脳梗塞	正常
10	73	M	164	64	脳出血	正常
11	65	M	163	60	脳挫傷	正常
12	71	M	168	60	くも膜下出血	正常
13	47	M	158	55	脳梗塞	正常
14	68	F	158	53	肺 炎	肺炎様陰影
15	72	M	170	71	脳梗塞	正常
16	56	M	173	53	脳出血	正常
17	59	M	160	55	くも膜下出血	肺炎様陰影
18	48	M	163	58	肺 炎	肺炎様陰影
19	83	F	165	52	心停止蘇生後	肺水腫
20	70	M	160	52	くも膜下出血	正常
21	53	M	165	65	脳出血	正常
22	84	M	165	55	脳動脈硬化症	正常
23	74	M	164	43	脳梗塞	正常

* 目白病院集中治療室
** 日本医科大学麻酔学教室

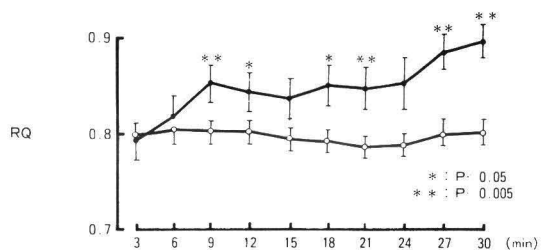
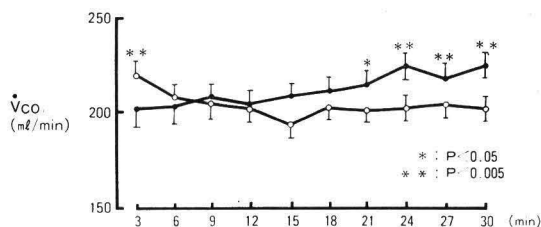
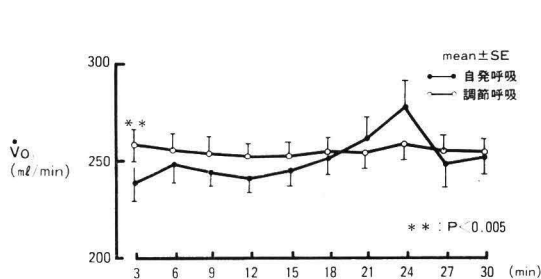


図 1 自発呼吸時と筋弛緩薬を使用しない調節呼吸時の $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$, RQ の変化 (n=13)

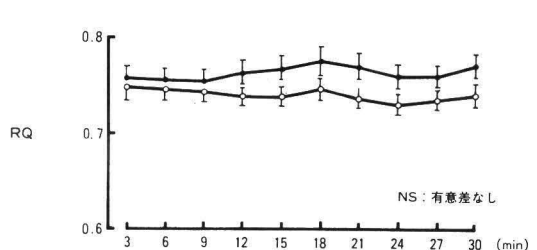
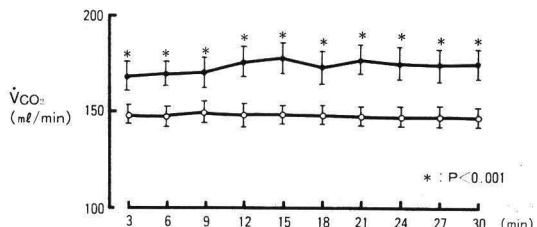
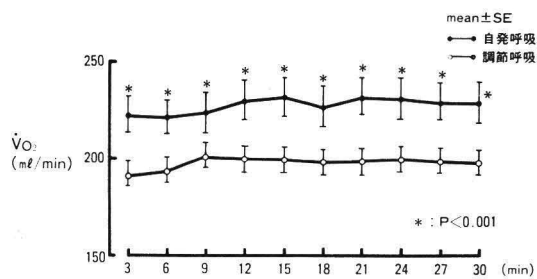


図 2 自発呼吸時と筋弛緩薬を使用した調節呼吸時の $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$, RQ の変化 (n=13)

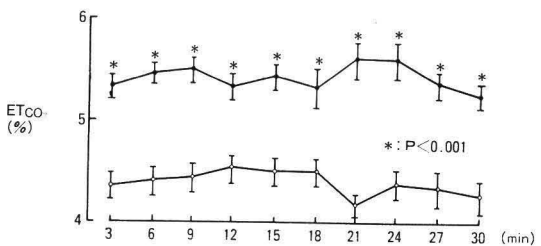
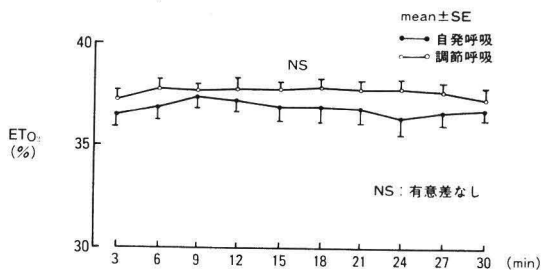


図 3 自発呼吸時と筋弛緩薬を使用しない人工呼吸時の ET_{O_2} , ET_{CO_2} の変化 (n=13)

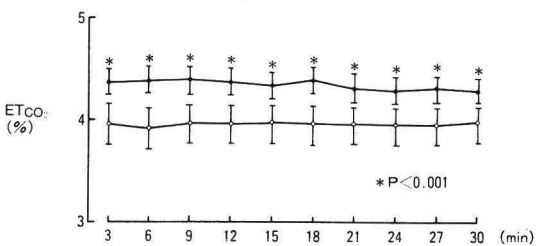
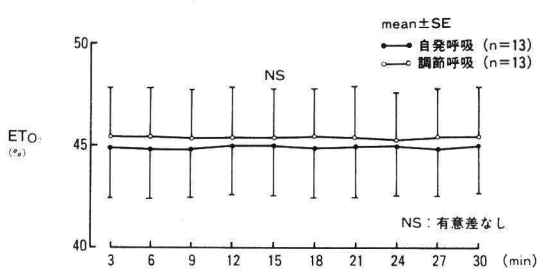
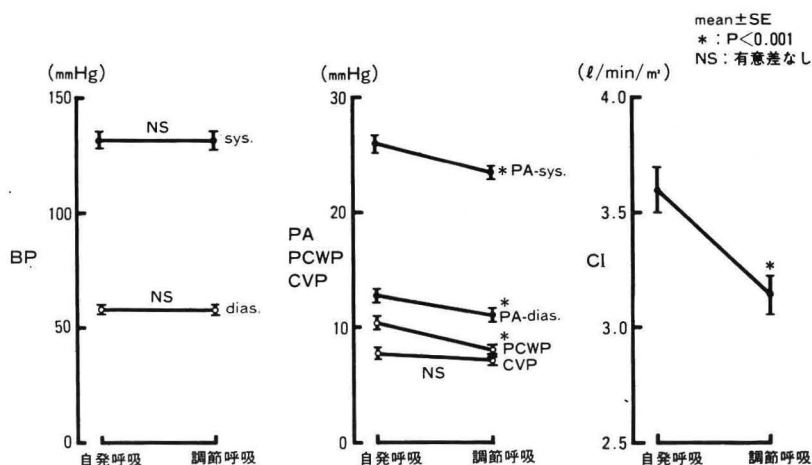
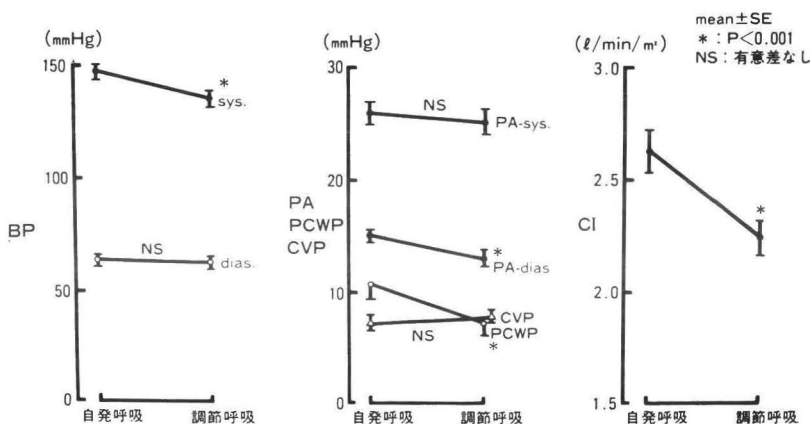


図 4 自発呼吸時と筋弛緩薬を使用した調節呼吸時の ET_{O_2} , ET_{CO_2} の変化 (n=13)



A. 自発呼吸時と筋弛緩薬を使用しない調節呼吸時の血圧，肺動脈圧，肺動脈楔入圧，中心静脈圧，心係数の変化 (n=12)



B. 自発呼吸時と筋弛緩薬を使用した調節呼吸時の血圧，肺動脈圧，肺動脈楔入圧，中心静脈圧，心係数の変化 (n=13)

図 5

炭酸ガス排出量（以下 \dot{V}_{CO_2} と略す），呼吸商（以下 RQ と略す），その他の呼吸のパラメーターをミナト医科学製レスピロモニター RM 200 を用いて測定した。またこれらのパラメーターは自発呼吸時と調節呼吸時とで，Student-t テストを用いて統計学的な検討を行った。

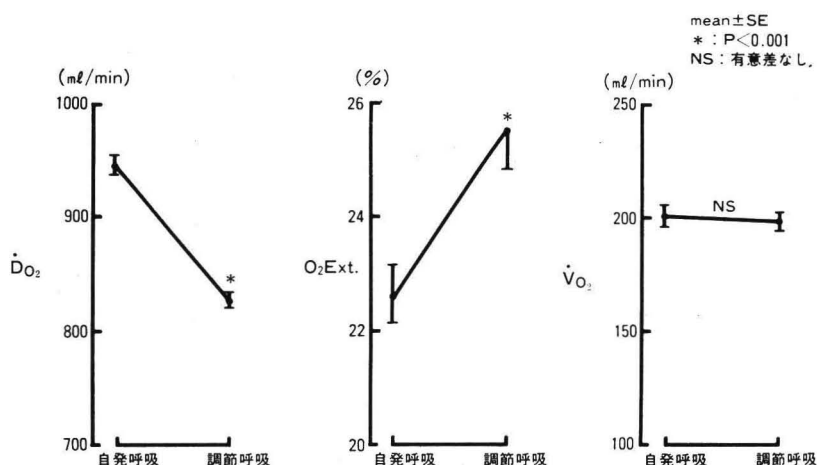
同時に 23 例中 22 例でスワンガンツカテーテルを挿入して循環動態の測定を行い， \dot{V}_{O_2} の算定を行い RM 200 による値との相関関係を調べた。

結 果

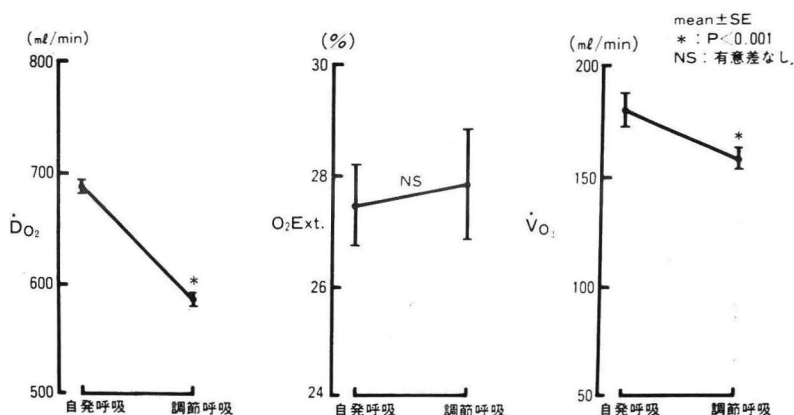
自発呼吸時と筋弛緩薬を使用しない調節呼吸時

の 13 例での \dot{V}_{O_2} ， \dot{V}_{CO_2} ，RQ を図 1 に示す。 \dot{V}_{O_2} は測定開始後 3 分のみ自発呼吸で有意に低値を示したが，以後は有意差がなかった。 \dot{V}_{CO_2} も最初の 6 分まで自発呼吸で低値であったが，9 分から 18 分までは有意差がなく，21 分から 30 分では有意に高値を示した。したがって RQ は 9 分から自発呼吸において高値を示した。

一方，自発呼吸時と筋弛緩薬を使用した調節呼吸時との 13 例では，図 2 に示すごとく \dot{V}_{O_2} ， \dot{V}_{CO_2} とともに調節呼吸時に有意に低下し，RQ は変化しなかった。筋弛緩薬を使用しない場合と比較して測定値は安定しており，変化は少なかった。



A. 自発呼吸時と筋弛緩薬を使用しない調節呼吸時の $\dot{D}O_2$, $O_2Ext.$, Swan-Ganz カテーテルによる $\dot{V}O_2$ の変化 (n=12)



B. 自発呼吸時と筋弛緩薬を使用した調節呼吸時の $\dot{D}O_2$, $O_2Ext.$, Swan-Ganz カテーテルによる $\dot{V}O_2$ の変化 (n=13)

図 6

図 3, 図 4 に終末呼気酸素濃度 (ET_{O_2}), 終末呼気炭酸ガス濃度 (ET_{CO_2}) の変化を示す。筋弛緩薬を使用しない調節呼吸時での ET_{O_2} に有意な差は見られず, ET_{CO_2} は有意に低下した。筋弛緩薬を使用した調節呼吸時も同様な変化を示した。

循環動態の変化を図 5 に示す。筋弛緩薬を使用しない調節呼吸時には, A に示すごとく肺動脈収縮期圧および拡張期圧, 肺動脈楔入圧, 心拍出量は有意に低下したが, 筋弛緩薬を使用した調節呼吸時には B に示すごとく前群と異なり, 肺動脈収縮期圧は変化せず, 収縮期血圧の有意な低下がさらに加わった。

図 6 に酸素運搬能 ($\dot{D}O_2$), 酸素利用率 ($O_2Ext.$), スワンガンツカテーテルによる $\dot{V}O_2$ の変化を示す。筋弛緩薬を使用しない時には $\dot{D}O_2$ は有意に低下し, $O_2Ext.$ は有意に上昇した。 $\dot{V}O_2$ に変化はなかった。一方, 筋弛緩薬を使用した場合には同様に $\dot{D}O_2$ は有意に低下したが, $O_2Ext.$ は変化しなかった。また $\dot{V}O_2$ が有意に低下した。

図 7 に RM 200 とスワンガンツカテーテルによる酸素消費量算定値の相関関係を示す。スワンガンツカテーテルによる $\dot{V}O_2$ は RM 200 と同様の結果を示し, かつ RM 200 とでは相関係数 0.52, 回帰直線 $Y = 0.61X + 130.1$ を得た。RM 200 の

方が有意に高値を示した。

考 察

一般に自発呼吸と人工呼吸との酸素消費量の差が計算されれば、これは呼吸筋によるものと考えられる。Field ら¹⁾は呼吸循環障害の患者で \dot{V}_{O_2} を測定しているが、呼吸運動による \dot{V}_{O_2} は 75 ml/分であり、これは自発呼吸時の全体の \dot{V}_{O_2} の 24% をしめたと報告している。しかしわれわれの結果からは比較的正常の肺の換気においては、筋弛緩薬を使用しない調節呼吸時には \dot{V}_{O_2} の差は統計学的には認められなかったが、個々の症例についてみると 13 例中 8 例において調節呼吸時に \dot{V}_{O_2} がかえって増加していた。Berry ら²⁾も調節呼吸時に \dot{V}_{O_2} が低下する例と上昇する例とがあり一定していなかったと報告している。自発呼吸時に \dot{V}_{O_2} の変化は見られなかったが、 \dot{V}_{CO_2} は増加する傾向を示した。すなわち、 \dot{V}_{CO_2} の増加は生体の代謝が亢進していることを示すことから呼吸運動の増加が示唆される。

一方、筋弛緩薬を使うと \dot{V}_{O_2} は平均 29.9 ml すなわち 13.1%、 \dot{V}_{CO_2} は平均 27 ml、15.2% の有意な減少を示し、この部分は呼吸運動に関与していると考えられる。

また循環動態に関しては両群の調節呼吸時に心拍出量の有意な低下が認められたが、その理由は不明である。

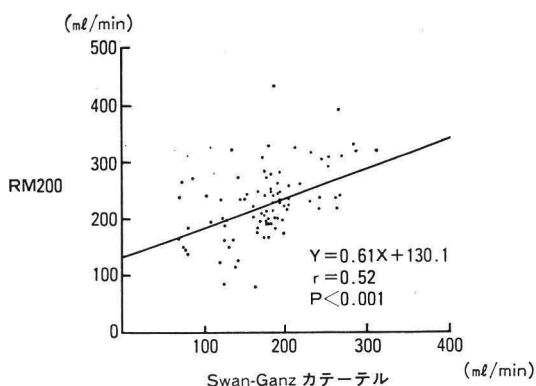


図 7 RM 200 と Swan-Ganz カテーテルによる酸素消費量算定値の相関関係

なお \dot{V}_{O_2} の測定に関しては RM 200 の方がスワンガンツカテーテルよりも有意に高値を示しほかの研究とは異なる結果を得た。

文 献

- 1) Field S, Kelly SM, Macklem PT : The oxygen cost of breathing in patients with cardiopulmonary disease. Am Rev Respir Dis 126 : 9-13, 1982
- 2) Berry PR, Pontoppidan H : Oxygen consumption and blood gas exchange during controlled and spontaneous ventilation in patients with respiratory failure. Anesthesiology 29 : 177-178, 1978