

心不全患者における運動時換気異常と 安静時肺血流分布との関係

和田 攻,* 麻野井英次,* 宮城 匡子*
石坂 真二,* 能沢 孝,* 篠山 重威*
瀬戸 光,** 渡辺 直人,** 二谷 立介**

慢性心不全患者では好氣的運動において、既に健常者より炭酸ガス換気当量 ($\dot{V}E/\dot{V}CO_2$) が増大していることが知られている¹⁾。Weber らは、慢性心不全患者に心肺運動負荷を行い、運動時最大酸素消費量が 800ml/min 未満の症例 (図 1 C, D 群) で特に、運動時の過剰換気が認められることを報告した¹⁾。この過剰換気は運動時の生理学的死腔率の増加に起因することが Rubin らにより指摘されており²⁾、その要因として換気血流の不均衡や肺実質性病変の存在が想定されている^{3,4)}。今回の研究の目的は、心不全患者における運動時過剰換気と肺血流分布異常との関連性を、呼気ガス分析と肺血流シンチグラフィにより、明らかにすることである。

【対象と方法】対象は心不全患者 18 例で平均年齢は 63.9 歳である。全例に坐位エルゴメータ運動負荷時に breath-by-breath 法を用いた連続呼気ガス分析と動脈血ガス分析を行った。負荷方法は、3 分間の warming up を行った後、毎分 3 から 15 watts ずつ息切れ疲労にて中止するまで負荷を漸増した。また全例に安静時に ^{99m}Tc-MAA による坐位肺血流シンチグラフィを施行した。図 2 に、軽度心機能低下患者において心肺運動負荷試験より得られた、分時換気量 ($\dot{V}E$)、体酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$)、体炭酸ガス排泄量 ($\dot{V}CO_2$)、生理学的死腔率 (VD/VT) の運動による変化を示す。坐位エルゴメータにて本例では、生理学的死腔率 (VD/VT) は安静時で 0.32 から、最大運動時 0.27 へ減少しており、この変化率 -15% を本例の生理学的死腔率の変化率とした。図 3 に、本例における運動中の $\dot{V}CO_2$ と $\dot{V}E$ との関係を示す。両者は良好な直線相関をなし、その傾きを過剰換気の指標とした⁵⁾。肺血流シンチグラフィは、全例第 7 頸椎の位置にコバルトマーカーを装着し、安静坐位にて ^{99m}Tc-MAA を 185MBq 静注した後、同体位にて背面像を 2 分間収集した。その後肺の解剖学的形態を決定するために、臥位にて ^{99m}Tc-MAA を追加投与し、再び坐位背面像を収集した。図 4 に示すように、臥位静注後の画像に、肺の長径を 2 分割した長方形の ROI を作製した後、これをコバルトマーカーを参考に、坐位静注後の画像にあてはめた。肺血流分布は、右肺における上肺野と下肺野のカウン

比 C/D を U/L ratio として定量化した。

【結果】図 5 は、65 歳の僧帽弁狭窄症患者の、経皮的僧帽弁形成術 (PTMC) 前後における肺血流シンチグラフィと $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ 関係の傾き、ならびに運動による生理学的死腔率の変化を示す。PTMC により、僧帽弁弁口面積は、0.63cm² から 1.47cm² へ開大し、僧帽弁圧較差は 20mmHg から 8mmHg へ減少した。治療後、U/L ratio は、0.97 から 0.72 へ減少し、肺血流分布は下方へ偏位した。 $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ 関係の傾きは 45.0 から 37.7 へ減少し、過剰換気は改善した。生理学的死腔率は、PTMC 前、正常とは異なり、運動により 23.3% 増大したが、PTMC 後には、この増加が 5.5% にとどまった。

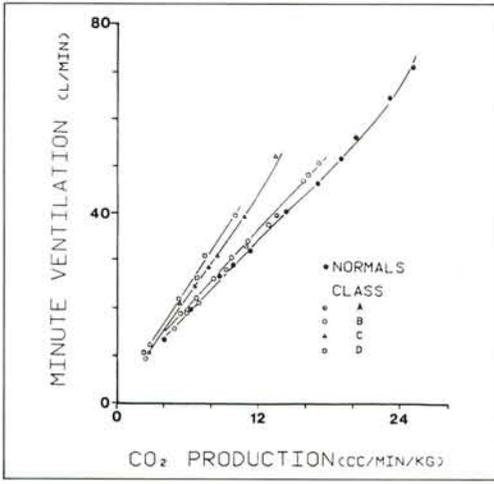
全症例における U/L ratio と $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ 関係の傾きの間には、 $r=0.79$ ($p < 0.05$) の有意な正の相関関係を認めた (図 6)。また、U/L ratio と運動による生理学的死腔率の変化率の間には、 $r=0.73$ ($p < 0.05$) の有意な正の相関関係を認めた (図 7)。

【結語】運動に際して心不全患者にみられる炭酸ガス換気当量の増大と生理学的死腔率の異常は、安静時肺血流の上方偏位の程度と密接に関連した。従って、心不全患者の運動時過剰換気の原因として、肺血流分布異常の関与が示唆される。

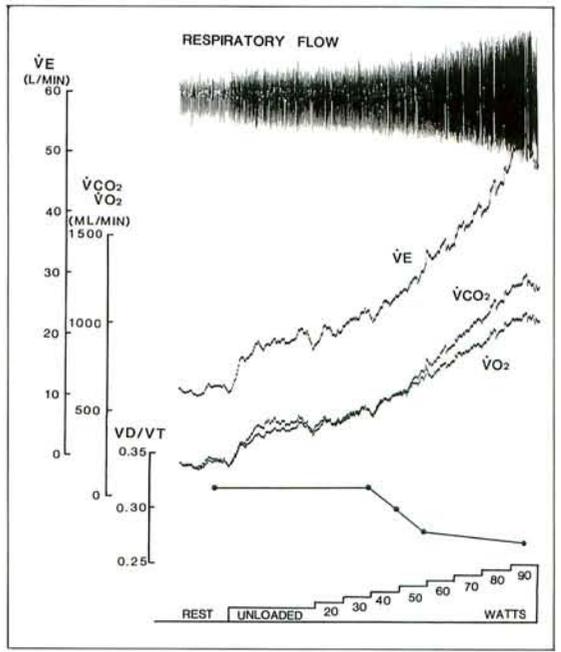
【文献】

- 1) Weber KT, Kinasevitz GT, et al : Oxygen utilization and ventilation during exercise in patients with chronic cardiac failure. *Circulation* 65 : 1213, 1982.
- 2) Rubin SA, Brown HV : Ventilation and gas exchange during exercise in severe chronic heart failure. *Am Rev Respir Dis* 129 (Suppl) : S63, 1984.
- 3) Ingram RH, McFadden ER : Respiratory changes during exercise in patients with pulmonary venous hypertension. *Prog Cardiovasc Dis* 19 : 109, 1976.
- 4) Raine J, Bishop JM : The distribution of alveolar ventilation in mitral stenosis at rest and after exercise. *Clin Sci* 24 : 63, 1963.
- 5) Fink LI, Wilson JR, et al : Exercise ventilation and pulmonary artery wedge pressure in chronic stable congestive heart failure. *Am J Cardiol* 57 : 249, 1986.

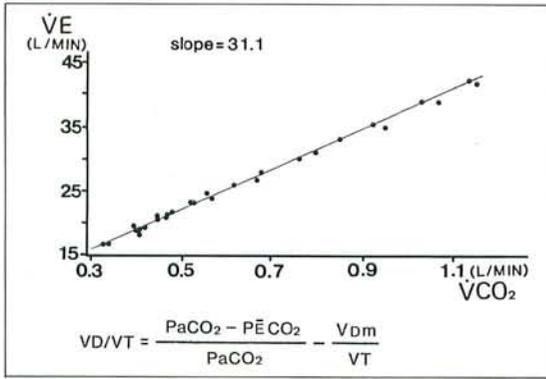
* 富山医科薬科大学 第二内科
** 同 放射線科



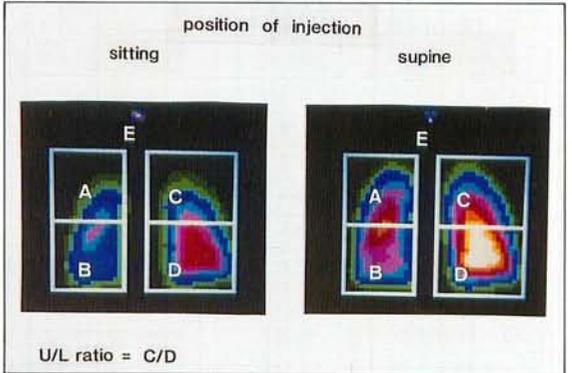
▲ 图 1



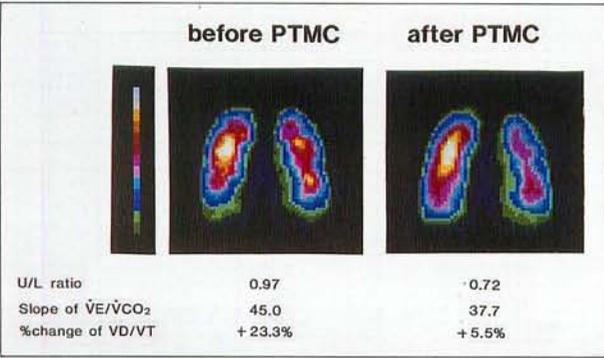
▲ 图 2



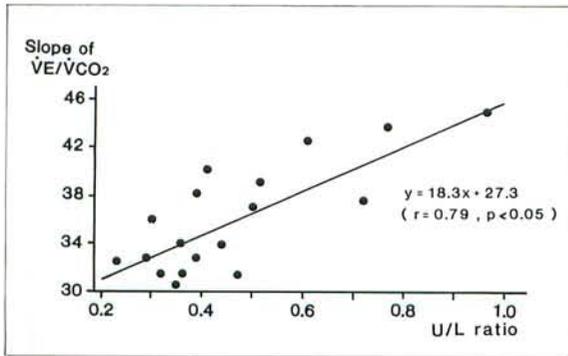
▲ 图 3



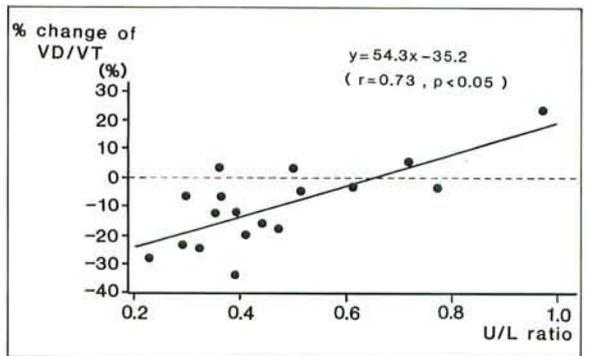
▲ 图 4



▲ 图 5



▲ 图 6



▲ 图 7