

氏 名 (本籍) しん どう ち よ ひと
 進 藤 千 代 彦

学 位 の 種 類 医 学 博 士

学 位 記 番 号 医 第 1 8 2 5 号

学 位 授 与 年 月 日 昭 和 6 1 年 9 月 1 0 日

学 位 授 与 の 要 件 学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当

最 終 学 歴 昭 和 5 3 年 3 月
 東 北 大 学 医 学 部 医 学 科 卒 業

学 位 論 文 題 目 Oxygen consumption of respiratory muscles
 during continuous increase of dead space:
 (連続的死腔負荷時の呼吸筋酸素消費量)

(主 査)

論 文 審 査 委 員 教 授 滝 島 任 教 授 今 野 淳

 教 授 仲 田 祐

論文内容要旨

<目 的>

呼吸筋不全は、呼吸筋への酸素の需要と供給の不均衡により生ずると考えられているが、その筋不全の程度を評価する上で呼吸筋酸素消費量は重要な指標といえる。呼吸筋酸素消費量の測定は従来、意識的に分時換気量を変えたり、吸気抵抗を負荷したり、死腔を負荷するなどの方法によって行なわれて来た。本研究では、呼吸筋酸素消費量を簡単且つ短時間で測定する目的で、死腔量を連続的に変え酸素消費量を測定する装置を開発し、又死腔量を連続的に増加させる事により酸素消費量が増加する事、及び片対数表示で直線に回帰させる事を発見した。従来法ともよく一致し、臨床応用が可能と思われる。

<方 法>

1) 死腔装置：装置の死腔部分は気速計とPo. 1 測定用サークルの一定部分と、外径4.0内径3.3cmのジャバラ状プラスチック製チューブの可変部分からなる。可変部分は半径6.2と6.8cmの木製の溝の間を、アクリル円板が回転するのに合わせて伸展させたが、アクリル円板はスチール製ワイヤーを6個の滑車を通して減速し、モーターで牽引する事により回転させた。死腔末端に9Lスパイロメーターを接続し閉鎖回路とした。Po. 1 は吸気開始0.1秒閉塞時の発生圧として測定した。気速計の出力を気流量とし、呼気流速の積分により分時換気量(VE, L/min)とした。又スパイログラムの呼気終末位の傾斜より、酸素消費量($\dot{V}O_2$, ml/min)を測定した。呼気ガスはガスアナライザーを用いて測定し、一定速度でサンプルし回路内へかえた。

2) 従来法との比較：従来法として同径のプラスチックチューブ6種を用いてそれぞれの死腔負荷時の分時換気量、酸素消費量を求めた。

3) 実験プロトコール：対象は健常者8例と慢性閉塞性肺疾患患者8例で、スパイログラムを施行後、連続法にて酸素消費量を求めた。被験者は、最初の死腔量で3分間呼吸後、103.5 ml/minのスピードで死腔量を増加させ、呼吸ができなくなるまで続けた。あらかじめ、死腔のみの伸展状態をスパイログラム上に記録した。翌日、従来法にて測定した。

4) データ解析：連続法の酸素消費量は、呼気終末位の酸素消費量から死腔増加分を引いて求めた。又 $\dot{V}O_2 - \dot{V}E$ 関係を片対数に表示すると良好に直線回帰させる事により、そのY軸切片を代謝性酸素消費量($\dot{V}O_2 \text{ met}$)として求めた。従って $\dot{V}O_2 \text{ met}$ よりの増加分を呼吸筋酸素消費量($\dot{V}O_2 \text{ resp}$)とした。

＜結 果＞

8例健常者の平均年齢は29.5才に対して、8例COPD患者は66.1才であった。又COPD患者の平均肺活量、及び一秒率は健常者群より低下していた。連続的に死腔負荷する事により、約15分間で72L/minまで分時換気量が増加し、酸素消費量も増加した。装置内の二酸化炭素濃度は6.0～6.25%とほぼ一定であった。連続法と従来法を片対数上にプロットすると両者共ほぼ一致する事がわかった。8例健常者及び8例COPD群で $\dot{V}O_2$ met, 傾きについて両者共も有意な相関が認められた。この事からY軸切片を $\dot{V}O_2$ metとし呼吸筋酸素消費量として図示すると、COPD群は左側に偏位し一定の $\dot{V}E$ ではCOPD群が健常者群より大きい事が認められた。又 Po_1 と $\dot{V}O_2$ の関係はCOPD群は健常者群に重なり、呼吸ドライブは十分にされており、この呼吸筋酸素消費量の増加は呼吸器の機械的制限によるものと考えられた。

＜考 察 及 び 結 論＞

本研究により、私共は連続的に死腔量を増加させる装置を作製し、分時換気量、 Po_1 及び酸素消費量が増加する事を示した。本法は従来法と連続的に測定する点が異なるが、従来法とよく相関する事から、ゆっくり死腔を増加する本法は定常状態法とほぼ等価と考えられる。又閉鎖回路測定では、機能的残気量の変化が酸素消費量測定に影響を与えるが、レスピトレースでモニターしたが変化しなかった。分時換気量0L/minでの酸素消費量($\dot{V}O_2$ met)の推定は片対数回帰により求めたが、COPD群では健常者群に比べて低値で、身体的影響及び年齢の影響が考えられるが今後の課題である。更に二酸化炭素貯留及び温度の影響などが上げられるが、二酸化炭素はほぼ一定で、又予備実験で温度変化は小さい事を確かめた。以上より、本法は運動負荷時の呼吸筋酸素消費量の関与及び呼吸筋不全の評価などの臨床応用が可能と考えられた。

審 査 結 果 の 要 旨

呼吸不全の原因の一つとして呼吸筋の酸素の需要と供給の不均衡から生ずる所謂呼吸筋不全が近年注目されているが本研究はその呼吸筋不全を定量的に評価しうる呼吸筋酸素消費量を連続的に測定する方法の開発とその臨床応用を目的としたものである。従来、呼吸筋酸素消費量は100%酸素で満たしたスパイロメーターと被検者との間に種々の長さのチューブによる死腔を負荷し、一つの死腔ごとに分時換気量と酸素消費量とから求められていた。従って測定開始から終了までの時間が約2時間要するなど被検者の負担も大であった。これに対し本研究で開発された新しい方法は内径3.3cmのジャバラ状プラスチック製チューブをアクリル円板の回転にあわせて伸展させることで死腔を連続的にしかも直線的に変化させ得る連続可変型死腔負荷法とした点にアイデアが優れており、しかも従来法と比べ測定時間が約15分と著しく短縮し、被検者の負担も極めて少ない。更に従来法に比べ分時換気量あるいは occlusion pressure (P0.1) と呼吸筋酸素消費量との関係を比較することが可能となった。例えば本研究の臨床応用でも示された分時換気量-呼吸筋酸素消費量曲線を見ると慢性閉塞性肺疾患 (COPD) では若年健常者のそれに比し著しく左方に編位しており同じ分時換気量増加に要する呼吸筋酸素消費量は著しく増加していたのに対し、P0.1-呼吸筋酸素消費量曲線はCOPD、健常者とも有意な差を認めていない。このことよりCOPD患者における呼吸筋酸素消費量の著明な増加は呼吸中枢から肺胸部系へのドライブは正常であることより肺胸部系の機械的制限によると言え、本研究の新知見と評価できる。

本研究の第一の目的である死腔連続負荷法の確立は世界的にも類似のものがなく興味深いものである。更に呼吸筋不全の病態把握、呼吸筋不全の治療の効果判定、運動時換気応答における呼吸筋の役割の評価など今後の臨床応用範囲も広く発展性が高い。その意味で本研究は学位論文に値すると思われる。