

A-67 混合ガスRebreathing法によるPEEP付加時の肺拡散能力・機能的残気量測定・解析

東京大学医学研究科第1基礎医学専攻 *福島県立医科大学麻酔科学講座

**東京理科大学理工学部物理学科

王 力群 西 功** 川前金幸* 田勢長一郎* 奥秋 晟* 上野照綱

筆者らは従来のRebreathing法に幾つかの改良点を加えることで、人工呼吸を必要とする患者を対象にした測定システムを開発した。これを人工呼吸下のイヌに用いて肺拡散能力、機能的残気量を測定することに成功した。そこで、筆者らはPEEPレベルを変動させ、PEEP付加によるDLco, FRC, Qc, 更に酸素消費量(以下, VO₂)の影響について検討した。

【方法】

平均体重13.4±2.7kgのイヌ10頭を対象とした。ペントバルビタール25mg/kgを静注し、臭化ベクロニウムを持続投与し、強制換気した。換気条件はroom airで、TV:300ml, 呼吸数はFETCO₂を35-45torr間に維持するように調整・設定した。

測定項目はRebreathing法によるDLco, FRC, Qc(有効肺血流量), VO₂である。同時にNa, 熱希釈法によるCOとEVLWV(血管外肺水分量)を、留置したSwan-Ganzカテーテルと動脈カテーテルからAP, PAP, PCWPを計測した。動脈血, 及び混合静脈血を採取し, PaO₂, PaCO₂, SaO₂, SvO₂, を測定した。

Rebreathing測定: test gas (C₂H₂0.6%, C¹⁸O0.25%, Ar^{9.0}%, O₂21%, N₂balan.)はrebreathing bagに充填した。バルブ開閉の自動制御により、測定時にRebreathing回路に切り替わり、50秒後に元の人工呼吸回路に戻る。この間、質量分析計(WSMR-1400 WESTRON社製)からの各ガス濃度信号とフロー信号がコンピューターに記録・モニターされる。測定終了後、オンライン解析システムによるデータを解析した。

Protocol: (図)に示した。

【結果】

1.測定結果を表に示した。Qc/BSA, CO/BSAの間に極めて高い相関を示した(r=0.97, n=120)。

2.FRCとDLcoはPEEP0, 4, 8, 12においてPEEPの上昇につれ、各群において有意な増大が認められた(P<0.001)。

a.FRC=0.9+0.1×PEEP (r=0.72, n=120)

b.DLco=5.2+4.1×FRC (r=0.94, n=120)

c.DLco/FRC=9.8-0.3×PEEP (r=0.72, n=120)

d.PEEPの上昇に対し、Qcは有意に減少していた。全PEEP群にわたってVO₂は有意な変化を認めなかった。

【考察】

1.本実験ではPEEPの影響を受けて拡がったのはFRC単独である。DLcoの増大のは肺の総拡散面積の拡がりによるものと考えられる。

2.PEEP付加時単位容積当たりの肺拡散能力(DLco/FRC)の低下は肺拡散効率が減少することを反映している。その原因は有効肺血流量の減少、換気血流比不均等の拡大、及びFRCの拡大によって、ガスは拡散膜表面まで届き難くなったものと考えられる。すなわち肺拡散能力の評価はDLcoとDLco/FRCの両者を参考にすべきである。

3.Rebreathing法で測定したパラメータの生理学的意義は肺胞から有効肺血流へ移動したガス全般の動態を表すもので、測定条件でのガスの通過性、ガス交換能、肺換気、肺循環などの総合的機能の投影である。

【結論】

1.0~12cmH₂Oまでの範囲以内に、PEEPの上昇に従って、DLco, FRCが共に増大する。DLco/FRCはPEEPの上昇に対して低下した。これは「必要以上のPEEPの付加は肺拡散効率を低下させる」と言う結論に至る。

2.本方法はPEEP下でも、肺拡散能力、機能的残気量、有効肺血流量の測定可能である。測定結果を適切に分析することによって、多くの呼吸・循環に絡む情報を得ることはできる。

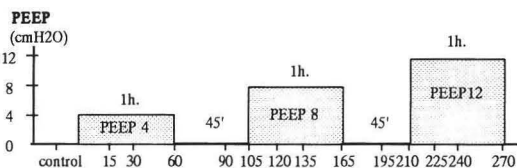


図-測定プロトコール

PEEP [cmH ₂ O]	DLco±SD [ml/min·mmHg] (STPD)	DLco/BSA±SD [ml/min·mmHg/m ²] (STPD)	DLco/FRC±SD [ml/min·mmHg/l] (STPD)	FRC±SD [l-BTPS]
0 (n=30)	8.63 ± 1.43	13.94 ± 3.12	9.91 ± 1.20	0.89 ± 0.25
4 (n=30)	10.43 ± 1.53	16.83 ± 3.36	8.44 ± 1.14	1.28 ± 0.37
8 (n=30)	12.11 ± 2.48	19.52 ± 4.55	7.47 ± 0.99	1.67 ± 0.54
12 (n=30)	13.94 ± 2.22	22.48 ± 4.59	6.95 ± 1.08	2.09 ± 0.65

表 測定値(測定条件はIPPB: RR=20、TV=300ml; 仰臥位)