



主論文

自然呼吸下、側臥位における下側肺の
換気量増加の機序

北海道大学医学部麻酔学教室

福田正人

緒言

自然呼吸下、側臥位においては換気量の約60%が下側肺に分布することが知られている^{1,2)}。この下側肺の換気量増加は重力による肺血流の下方への偏位に対して、換気血流比を適正に保つための生理的な代償機転として重要な役割を果たしている³⁾。この機序について、Rehderらは上下各肺における圧量曲線上の位置関係から説明し、この考えが一般的に受け入れられている^{4,5)}。すなわち、側臥位では下側肺の機能的残気量(FRC)は仰臥位とほぼ等しく保たれるが、上側肺のFRCは仰臥位の場合に比較して増加するために、上側肺は圧量曲線上においてコンプライアンスが比較的小さい位置に移動する。したがって、吸気時に上下両肺に等しい胸腔内陰圧が発生した場合には、下側肺においてはより大きな肺気量の変化が達成されとするものである。

しかしながら、この説明には次の2点で矛

盾があるように思われる。

1) 用いられた圧量曲線は全肺に関するものであり、側臥位における上下各肺をそれぞれの圧量曲線上の変化として検討したものではない¹⁾。側臥位では重力の影響によって横隔膜、縦隔などの位置が偏位して上下各肺は各々異なった圧量関係を示すと考えられるので、上下各肺の換気量変化を単一の圧量曲線上における特性変化としてとらえるのは困難である¹⁾。

2) 上下各肺の胸膜腔はそれぞれ独立しており交通していないので、吸気時の胸腔内陰圧の大きさは上下各肺間で等しくなるとは限らない。吸気努力による下側の横隔膜の尾側への移動は上側よりも大きいので、吸気時に実際に発生する下側肺の胸腔内陰圧は上側肺よりも大きくなると推測される。

そこで今回、自然呼吸下、側臥位における下側肺の換気量増加の機序に関する Rehder らの説明は不十分と考え、以下の点から新たに

検討を試みた。1) 自然呼吸下、側臥位における呼吸運動の定量的解析および、2) ダブルルーメン気管内チューブ挿管、左右肺分離、自然呼吸下における上下各肺の分時換気量 (Expired minute ventilation: $\dot{V}_E$)、最大吸気圧 (Peak Inspiratory Pressure: PIP)、気道閉塞圧 (Pressure generated 0.1 sec after the onset of inspiration: $P_{0.1}$) の解析である。

研究方法

1) 自然呼吸下、側臥位における呼吸運動の解析

研究は健康成人ボランティア6名を対象に行った。年齢、身長および体重の平均値はそれぞれ 33.0 ± 7.5 歳、 158.8 ± 6.1 cm および 56.8 ± 9.3 kg であった。この研究では自然呼吸下、側臥位における横隔膜、胸郭、縦隔の呼気終了時と吸気終了時の位置の

変化について、胸部連続X線写真を撮影し定量的に解析した。胸部連続X線写真は前後方向で毎秒3枚のスピードで撮影し、上下の横隔膜の動きは鎖骨中心線上における移動距離 (D_u , D_l) として、縦隔の動きは側臥位における縦隔の最上点および最下点の胸椎中心線からの距離の変化 (M_u , M_l) としてそれぞれ測定した。胸郭の左右への拡がり第9胸椎椎体上縁の高さにおける胸椎中心線からの距離の変化 (T_u , T_l) として、胸郭の頭尾側方向への動きは背部の第10肋骨上縁の鎖骨中心線上における移動距離 (S_u , S_l) としてそれぞれ測定した (図1)。

図1

2) 左右肺分離、自然呼吸下における

$\dot{V}_E$ 、PIP、 $P_{0.1}$ の解析

手術を予定された患者14名をI群(8名)およびII群(6名)に分け、左右肺分離、自然呼吸下におけるそれぞれの肺の分時換気量 ($\dot{V}_E$)、最大吸気圧 (PIP)、気道閉塞圧 ($P_{0.1}$) を測定した。年齢、身長、体重の分

布は、I群では 44.9 ± 10.6 歳、 156.9 ± 8.8 cm、 53.4 ± 8.0 kg、II群では 32.4 ± 11.3 歳、 164.5 ± 9.8 cm、 58.9 ± 3.6 kgであった。いずれの患者も術前の胸部X線写真、呼吸機能検査では異常を認めず、神経、筋疾患の合併も無く、術前評価は米国麻酔学会（ASA）術前評価分類I度からII度であった。患者には術前に研究の概要を説明し、麻酔管理を含めて承諾書を得た。

I群ではハロセン濃度0.2%から0.4%の浅麻酔下で仰臥位および側臥位の両者について、II群ではハロセン濃度1.4%から2.2%の深麻酔下で側臥位のみについて測定を行った。II群では3名において浅麻酔からハロセン濃度を徐々に増加させた場合の、上下各肺の $\dot{V}_E$ におよぼす麻酔深度の影響についても検討した。

麻酔前投薬は両群ともトリアゾラム0.25mgを麻酔導入の2時間前に内服させた。患者を手術室に搬入し、動脈血圧測定用マンシェッ

ト、心電図電極を装着し、静脈路を確保した後に麻酔を開始した。麻酔の導入はサイアミラール $3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ で行い、サクシニルコリン $0.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ によって筋弛緩を得、4%キシロカイン 5 ml の気管内スプレーの後にダブルルーメン気管内チューブ（ブロンコキャス⑩、37Frから41Fr）を挿管し、左右肺を分離した。ダブルルーメン気管内チューブの位置は胸部聴診および気管支ファイバースコープにて確認した^{8,9)}。

麻酔の維持は酸素・ハロセンで行い、麻酔ガスモニタ（エマ、エングストレーム）を用いて呼気ハロセン濃度を連続的に測定した。左橈骨動脈にカテーテルを留置し連続的に動脈血圧を測定し、随時、動脈血ガス分析を行った。また、赤外線炭酸ガス分析器（シーメンス・エレマ130）を用いて呼気炭酸ガス濃度を連続的に測定した。

$\dot{V}_E$ 、PIP および P_{a,O_2} の測定は安定した自発呼吸が持続され、呼気ハロセン濃度および

図 2

呼気炭酸ガス濃度がほぼ一定となった時点で開始した。図 2 に測定回路を示した。 $\dot{V}_E$ は呼吸気流計 (pneumotachograph, 日本光電 TV-112T) を用いて 1 分間の呼気量を積算した。PIP および $P_{0.1}$ の測定には圧トランスデューサ (KULITE, XTM-190) を用いた。PIP および $P_{0.1}$ の測定の際には被検側の気道閉塞シャッタを呼気相で閉じ、同時に他側の回路も鉗子で閉塞して両側肺に吸気気道内陰圧が発生するように工夫した。気道を閉塞した後の呼気は 1 方向弁を介して逃がし、次の 1 吸気の陰圧発生全経過が記録されるようにした。測定値の解析には A/D 変換器を介してオンラインに接続した HP9816S コンピュータを用いた (サンプリング速度 = 1 KHz)。

図 3

PIP および $P_{0.1}$ の測定例を図 3 に示した。 $P_{0.1}$ の測定値は吸気開始時の判定に依存して大きく変化するために、コンピュータによって順方向性に吸気開始点を決めようとする誤差が大きくなり易い。そこで、本研究では

PIP を得た時点から気道内圧曲線を逆方向性にたどり、圧曲線の傾斜が $5 \text{ cmH}_2\text{O} \cdot \text{sec}^{-1}$ より小さい最初の点を吸気開始点とした。この方法により $P_{0.1}$ の算出はオンラインで自動化されるとともに測定値の再現性は著しく向上した。測定は同一の条件下で3回から5回繰り返して行い、その平均値を求めた。成績はすべて平均値 $\pm$ 標準偏差 ($M \pm SD$) にて表現し、成績の統計学的処理は Student's t-test で行い、 $P < 0.05$ を統計学的に有意と判断した。

結果

1) 自然呼吸下、側臥位における呼吸運動の解析

自然呼吸下、側臥位における横隔膜、胸郭、縦隔の動きについて胸部連続X線写真の測定結果を図4に示した。呼気終末時では、いずれの被検者においても下側の横隔膜は頭

図4

側へ、縦隔は下方へ偏位しており、下側肺の容量は上側肺のそれに比べて著明に小さく見えた(図3)。自然吸気の開始とともに、下側の横隔膜は尾側へ大きく動き、吸気の終了までに $20.4 \pm 7.5\text{mm}$ に達した。この値は上側の約2倍であった。一方、胸郭の横方向への移動距離はそれぞれ $0.8 \pm 0.7\text{mm}$ (上側)、 $0.2 \pm 0.4\text{mm}$ (下側) であり、頭尾側方向への移動距離はそれぞれ $0.25 \pm 1.0\text{mm}$ (上側)、 $0.1 \pm 0.4\text{mm}$ (下側) であった。これらの値は横隔膜の動きに比べいずれの側においても小さかった。また縦隔の移動距離は上側で $3.7 \pm 0.6\text{mm}$ 、下側で $3.6 \pm 0.7\text{mm}$ であった。胸部連続X線写真上では自然呼吸下、側臥位においては下側肺の肺気量変化が大きく、その変化の大部分は下側の横隔膜の大きな動きに起因していた。

2) 左右肺分離、自然呼吸下における $\dot{V}_E$ 、 P_{IP} 、 $P_{0.1}$ の解析

左右肺分離、自然呼吸下における上下各肺

表 1 ~ 3 の $\dot{V}_E$ 、PIP、 $P_{0.1}$ の測定値を表 1 から表 3 に示した。全ての測定条件下において動脈血炭酸ガス分圧 (P_aCO_2) は 35 mmHg から 49 mmHg の間に、呼気炭酸ガス濃度 ($F_{I}CO_2$) は 3.3% から 5.7% の間に、動脈血酸素分圧 (P_aO_2) は 134 mmHg から 507 mmHg の間に分布し、著明な過換気、低換気および低酸素血症は認められなかった。

I 群 (浅麻酔) - 仰臥位では両肺の総分時換気量は $3.72 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ から $6.08 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ の間に分布し、各肺の $L/U (\dot{V}_E)$ 比 [(下側になる肺の $\dot{V}_E$ / 上側になる肺の $\dot{V}_E - 1$) $\times$ 100 (%)] は、いずれも 20% 以内にあり、左右肺間で有意差は認められなかった (表 1)。

側臥位にすると、両肺の総分時換気量の分布は $5.10 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ から $5.68 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ となり、約 11% の増加が認められた。下側肺の $\dot{V}_E$ は著明に増加し ($p < 0.001$)、 $L/U (\dot{V}_E)$ 比 [(下側肺の $\dot{V}_E$ / 上側肺の $\dot{V}_E - 1$) $\times$ 100 (%)、以下同様] は平均で 54.6% と増大した

($p < 0.005$)。側臥位における両肺の総分時換気量の増加は下側肺の $\dot{V}_E$ の増加分に起因していた。II群(深麻酔)においてはL/U($\dot{V}_E$)比は -8.7% と、側臥位における上下肺間の $\dot{V}_E$ の較差は殆ど認められなかった。

PIPに関しては、I群-仰臥位においては各肺のPIPは $3.70 \text{ cmH}_2\text{O}$ から $5.66 \text{ cmH}_2\text{O}$ の間に分布していたが、両者の平均値はそれぞれ $4.66 \pm 0.62 \text{ cmH}_2\text{O}$ (上側になる肺)、 $4.69 \pm 0.53 \text{ cmH}_2\text{O}$ (下側になる肺)であった。L/U(PIP)比は 2.50 ± 6.4 であり、各肺間で有意差は認められなかった(表2)。側臥位とすると下側肺のPIPは $6.77 \pm 1.3 \text{ cmH}_2\text{O}$ に増加し、上側肺の約1.5倍の大きさになった($p < 0.005$)。L/U(PIP)比は 60.5 ± 32.0 と著明に増大した($p < 0.005$)。II群においては、PIPは上側肺で $4.11 \pm 1.0 \text{ cmH}_2\text{O}$ 、下側肺で $4.19 \pm 1.0 \text{ cmH}_2\text{O}$ と上下各肺間の差が消失すると同時にI群-仰臥位よりもその値は小さかった。

$P_{0.1}$ はI群－仰臥位では上下各肺において0.72 cmH₂Oから1.38cmH₂Oの間に分布し、各肺間で有意差は認められず、その平均値は 0.96 ± 0.23 cmH₂O（上側になる肺）、 0.96 ± 0.20 cmH₂O（下側になる肺）であった（表3）。側臥位においては $P_{0.1}$ は上側肺で 0.96 ± 0.21 cmH₂O、下側肺で 1.25 ± 0.3 cmH₂O と下側肺で増加し（ $p < 0.005$ ）、 L/U （ $P_{0.1}$ ）比は 36.38 ± 16.9 となった（ $p < 0.001$ ）。II群においては、上側肺で 0.92 ± 0.16 cmH₂O、下側肺で 0.88 ± 0.17 cmH₂O と上下肺間で有意差は認められなかった（表3）。

図5

$\dot{V}_E$ 、PIP および $P_{0.1}$ の L/U （ x ）比（ $x = \dot{V}_E$ 、PIP、 $P_{0.1}$ ）の変化について図5に示した。I群－側臥位では L/U 比は3者とも他の群より著明に大きかった（ $P < 0.005$ ）。しかし、I群－仰臥位とII群との間ではいずれの L/U 比も有意差は認められなかった。

ハロセン濃度を増加させて麻酔深度を徐々

図 6

に深くした場合の上下各肺の $\dot{V}_E$ の変化について典型的な成績を図 6 に示した。浅麻酔下 (ハロセン濃度 0.6 % から 0.7 %) では上下各肺の $\dot{V}_E$ はそれぞれ $4.1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ 、 $3.1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ であった。呼気ハロセン濃度の上昇とともに上下各肺の $\dot{V}_E$ の較差は次第に小さくなり、ハロセン濃度 1.7 % で各肺の $\dot{V}_E$ は $3.51 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ と等しくなった。この時点では両肺の総分時換気量に変化はなかったが、これ以後は上下各肺とも同程度ずつ $\dot{V}_E$ が減少し総分時換気量も減少していった。

考察

1) 自然呼吸下、側臥位における呼吸運動の解析

側臥位における下側肺の $\dot{V}_E$ 増加の機序に関して Rehder らは、吸気時には上下両肺に等しい胸腔内陰圧が働くと仮定している⁴⁾。この仮定に従うとすれば、下側肺の $\dot{V}_E$ 増加

の機序に関しては上下各肺間の換気力学の相違によると考えざるを得ない。しかし、今回の連続X線写真の解析から、下側肺では上側肺に比べて肺気量は明らかに減少しているように見えた。Kanekoらはゼノンを用いた肺気量の測定から側臥位、下側肺ではFRCが減少することをすでに報告している⁶⁾。したがって、側臥位における下側肺のコンプライアンスについては、Rehderらは仰臥位の場合に比べて変化しないと仮定しているが、実際には仰臥位の場合よりも小さくなる可能性が示唆された。今回の成績では吸気時の横隔膜の運動は胸郭および縦隔の動きよりもはるかに大きく、さらに下側の横隔膜の動きは上側の約2倍であることが示された。したがって、側臥位における下側肺の $\dot{V}_E$ 増加は主に下側の横隔膜の大きな運動に依存していることが明らかとなり、吸気時における下側肺の胸腔内陰圧の変化は上側肺よりも大きくなる可能性が示唆された。

側臥位では、下側の横隔膜は腹部内臓の圧迫のために筋長が伸びるので、横隔膜自体の収縮効率が改善し下側肺の $\dot{V}_E$ が増加するとの報告がある^{4,10)}。しかし、一般に筋の収縮力は静止長で最も大きく、それ以上あるいはそれ以下の筋長においては収縮力は低下する¹¹⁾。これに関して Braunらは坐位および立位で努力吸気時の最大吸気圧と横隔膜の筋長との関係について検討し、残気量からFRCに相当する肺気量において最大の吸気圧が得られると報告している¹²⁾。したがって、伸張された下側の横隔膜の収縮効率の改善から下側肺の $\dot{V}_E$ 増加を説明することは妥当とはいえない。

2) 左右肺分離、自然呼吸下における $\dot{V}_E$ 、PIP、 $P_{0.1}$ の解析

左右肺分離、自然呼吸下における $\dot{V}_E$ 、PIP、 $P_{0.1}$ の測定結果から、 $\dot{V}_E$ の増加した下側肺では同時にPIPの著明な増加が認められ、上下各肺の $\dot{V}_E$ の較差の消失とともに

PIP も上下各肺で同程度となることが明らかとなった。すなわち、側臥位、下側肺の $\dot{V}_E$ 増加の機序には、下側肺の気道内陰圧をより増大させる能動的な過程が関与していることが示唆された。PIP は吸気筋全体によって発生する吸気力を反映するが、自然呼吸下、側臥位においては横隔膜の運動の関与が最も大きかったので、PIP の増加は下側の横隔膜でより強い収縮が生じていることを示唆するものと考えられた。

$P_{0.1}$ は、Whitelaw らが呼吸中枢からの換気ドライブの指標として提唱したものである¹³⁾。これは気道を閉塞した状態で吸気を行い、吸気開始0.1 秒後に発生する気道内陰圧で、その値は横隔神経の出力に比例し、気道抵抗、コンプライアンスおよび迷走神経反射による換気パターンの変化などに影響されず、しかも再現性にも優れているとされる。今回の成績では、 $\dot{V}_E$ 増加に伴うPIP の増加は常に $P_{0.1}$ の増加を伴っていた。このことは

自然呼吸下、側臥位における下側肺の $\dot{V}_E$ 増加の機序に関しては呼吸中枢からのより強い換気ドライブに起因する下側横隔膜のより大きな収縮が極めて重要な要素であることを示すものと考えられる。

側臥位では、重力の影響によって仰臥位や立位の場合とは臓器や血流の分布が異なり、そのために上下各肺の換気力学に関しても変化が生じると考えられる^{5,7)}。したがって、側臥位における下側肺の $\dot{V}_E$ 増加に関して今回明らかとなった呼吸中枢からの上下横隔膜に対するドライブの差と、従来重視されてきた上下各肺のコンプライアンスの差の関与の程度を検討することは極めて重要な課題と考えられる。しかしながら、今回、自然呼吸下でこの問題を定量的に解析することは、被検者に対する身体的、精神的苦痛の増大や測定時間の延長などの倫理上の問題から困難であった。

自然呼吸下、側臥位において下側肺で中枢

からの換気ドライブが増加する機序については以下のように推測された。側臥位では下側の横隔膜が腹部臓器からの圧迫により上側にくらべて大きく伸張される。このために、伸張された下側横隔膜の筋紡錘からのインパルスが伸張反射弓を介して同側の横隔神経の起始運動ニューロンの興奮性を持続的に高める(14, 15)。上昇したこれらニューロンの閾下縁は脳幹からの吸気ドライブに対してより多数の活動電位を発生させる。

一般に、中枢神経系の反射経路は麻酔薬の作用で容易に抑制されることが知られている(16-19)。吸入麻酔下のヒトまたは動物の50%において侵害反射が消失する最少肺胞濃度は1 MAC (Minimum alveolar concentration) と定義され、ハロセン麻酔においては0.75%である(20, 21)。通常の臨床麻酔で用いられる1 MACから2 MAC程度の麻酔深度においては筋自体の収縮性や神経伝導への吸入麻酔薬の影響は小さく、反射の抑制は脊髄内およびよ

り上位のシナプスの抑制によるとされる²²⁾。今回、深麻酔下で下側肺の $\dot{V}_E$ 増加の現象が消失したのは、麻酔薬の影響によって横隔神経を介する反射経路が抑制され、下側の横隔膜の伸張が中枢に反映されなくなったためと推測される。麻酔深度が深くなるに従って上下各肺間の $\dot{V}_E$ の差が失われ、同時にPIP および $P_{0.1}$ の差も消失したことはこの可能性を支持する成績と考えられる。

結論

自然呼吸下、側臥位における下側肺の換気量増加は下側の横隔膜の大きな収縮に起因し、最大吸気圧(PIP)と気道閉塞圧($P_{0.1}$)の増加を常に伴っていた。これらの値の増加はハロセン深麻酔下において消失した。

以上の成績から、下側肺の選択的換気量増加は横隔膜伸張反射弓を介する下側横隔膜に対する中枢性換気ドライブの増加によること

り上位のシナプスの抑制によるとされる
22)。今回、深麻酔下で下側肺の $\dot{V}_E$ 増加の
現象が消失したのは、麻酔薬の影響によって
横隔神経を介する反射経路が抑制され、下側
の横隔膜の伸張が中枢に反映されなくなった
ためと推測される。麻酔深度が深くなるに
従って上下各肺間の $\dot{V}_E$ の差が失われ、同時
にPIP および $P_{0.1}$ の差も消失したことはこの
可能性を支持する成績と考えられる。

結論

自然呼吸下、側臥位における下側肺の換気
量増加は下側の横隔膜の大きな収縮に起因
し、最大吸気圧(PIP)と気道閉塞圧($P_{0.1}$)
の増加を常に伴っていた。これらの値の増加
はハロセン深麻酔下において消失した。

以上の成績から、下側肺の選択的換気量増
加は横隔膜伸張反射弓を介する下側横隔膜に
対する中枢性換気ドライブの増加によること

が示唆された。深麻酔下では麻酔薬によって横隔膜伸張反射が抑制され、下側肺の換気量増加が失われるものと推測された。

本論文の要旨は第34回日本麻酔学会総会にて発表した。

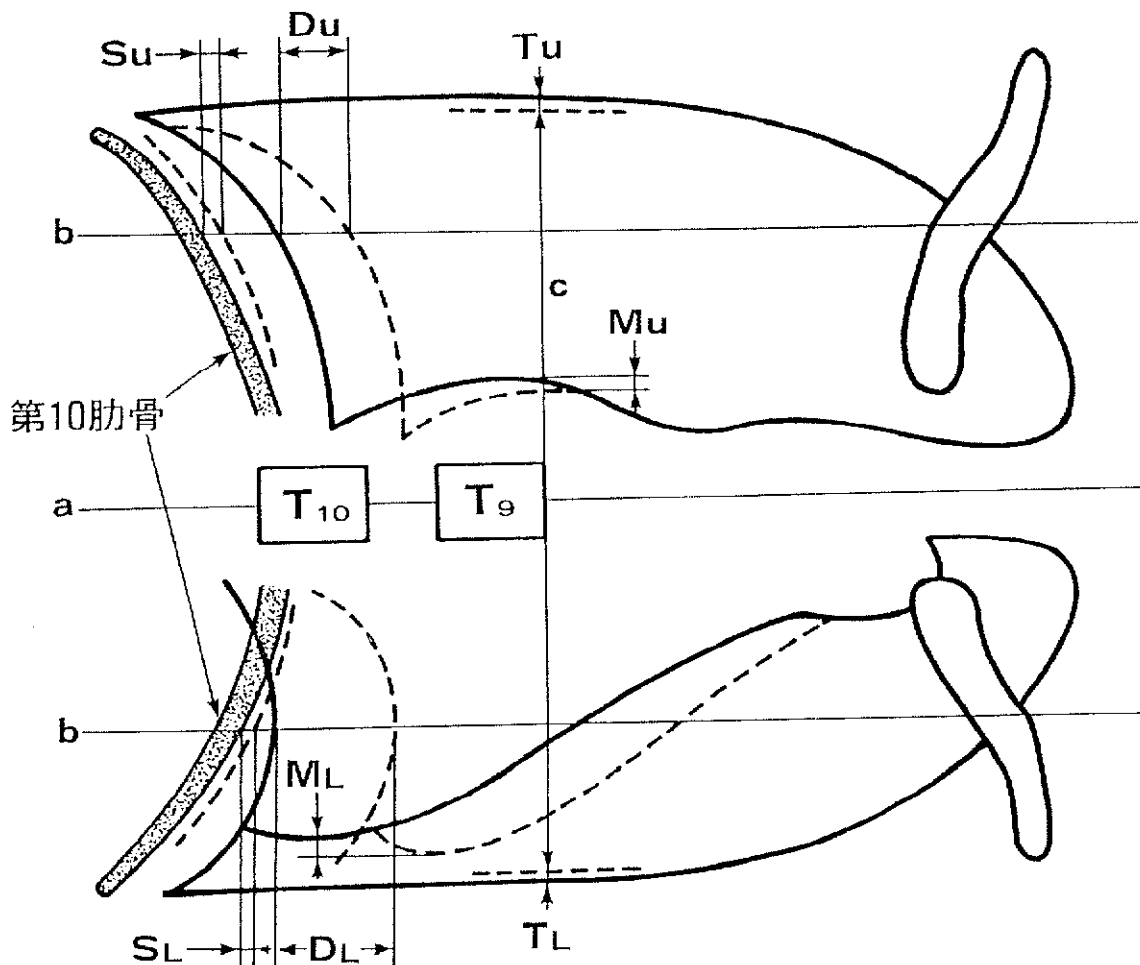


図1 自然呼吸下、側臥位における胸部連続X線写真の解析

破線：呼気終了位、 実線：吸気終了位、
 a：胸椎中心線、 b：鎖骨中心線、
 c：第9胸椎椎体上縁を通る胸椎中心線の垂線、
 T9：第9胸椎椎体、 T10：第10胸椎椎体、
 Du, Dd：上下横隔膜の尾側への移動距離、
 Tu, Tl：上下胸郭の横方向への移動距離、
 Su, Sl：上下胸郭の頭尾側への移動距離、
 Mu, Md：縦隔の上下への移動距離。

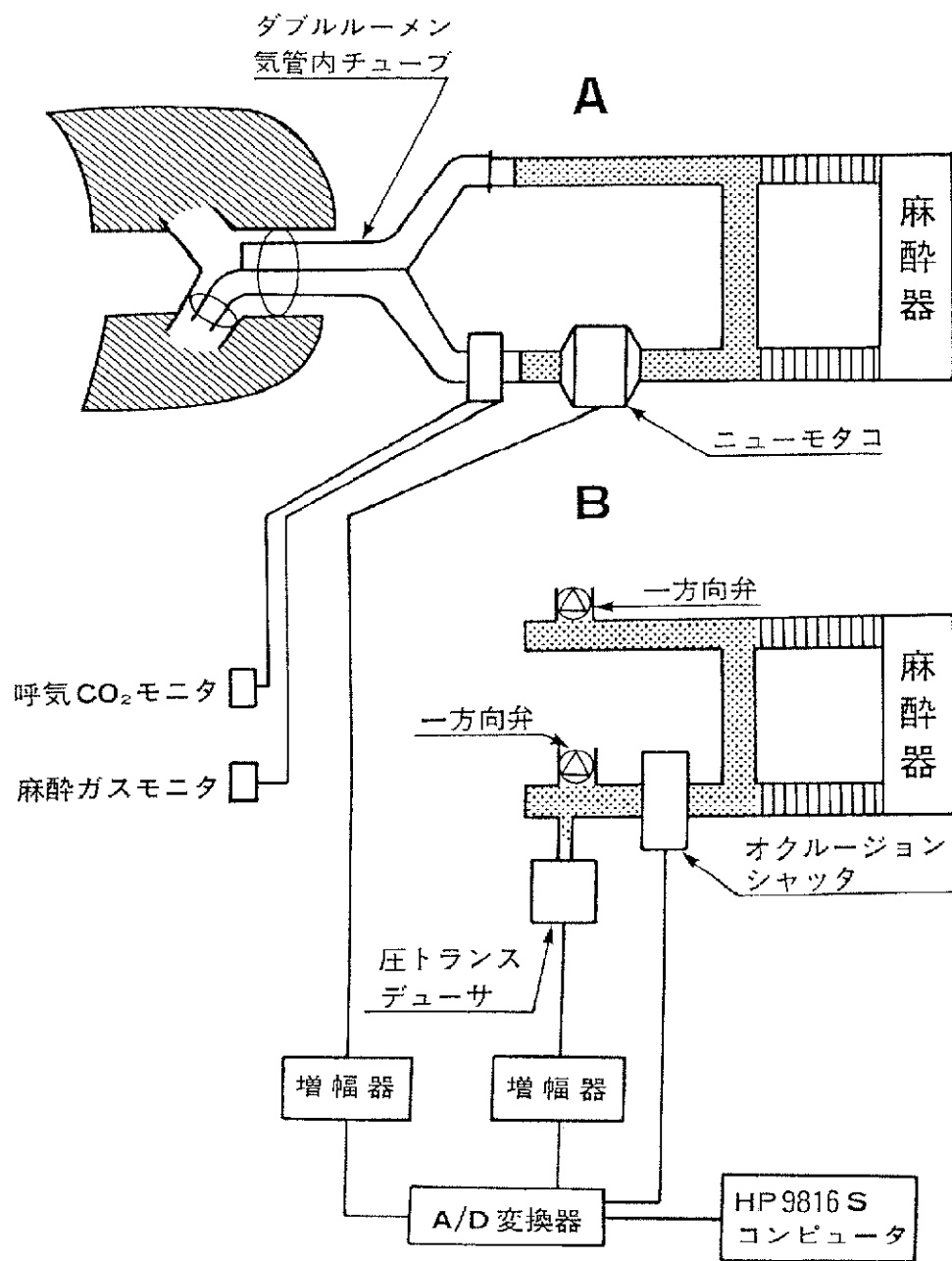


図2 測定回路の模式図

$\dot{V}_E$ の測定には回路 A を用い、PIP、 $P_{0.1}$ の測定には回路 B を用いる。

UPPER LUNG File No : 68

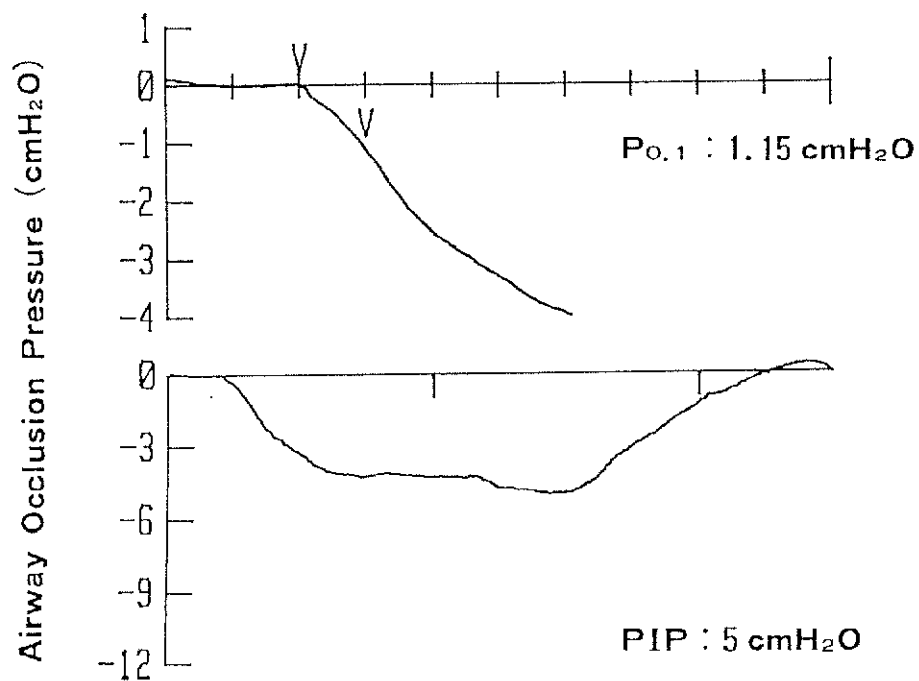


図3 $P_{0.1}$ 、PIP の測定例

上段は $P_{0.1}$ 、横軸は1目盛が100 msec、V印は吸気開始時点とその100 msec 後の時点($P_{0.1}$)を示す。

下段はPIP、横軸は1目盛が1 sec。

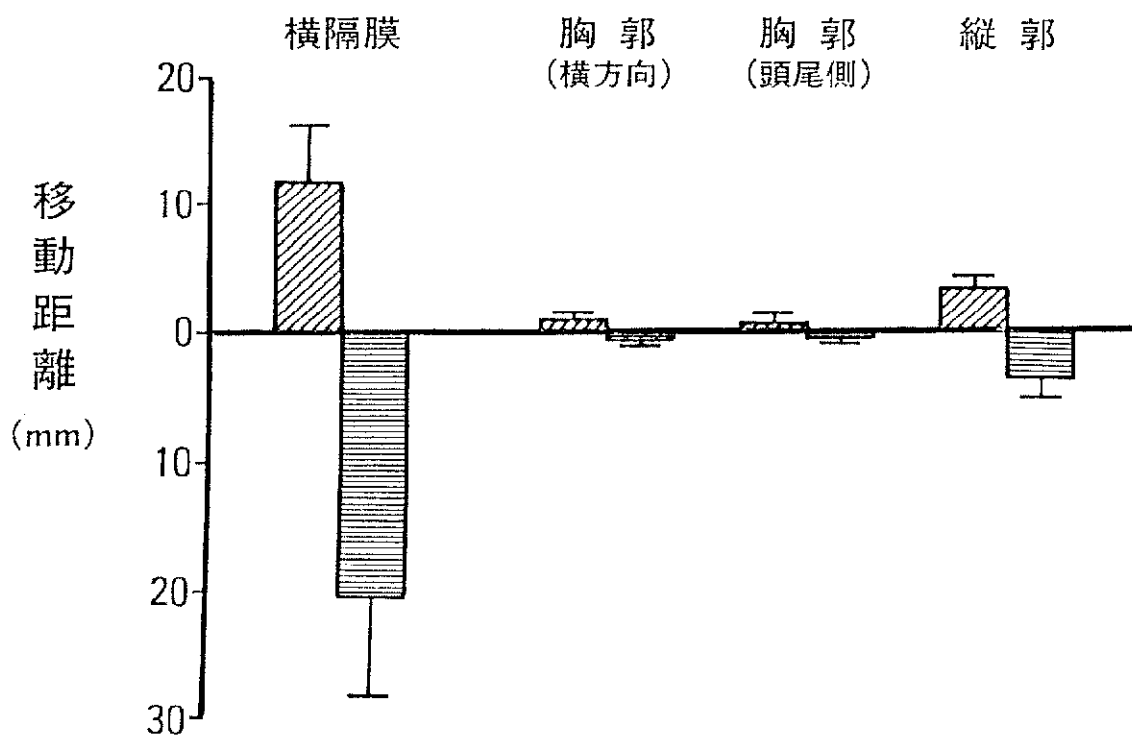


図4 自然呼吸下、側臥位における上下各肺の横隔膜、胸郭、縦隔の吸気時の移動距離

斜線部は上側肺、横線部は下側肺。

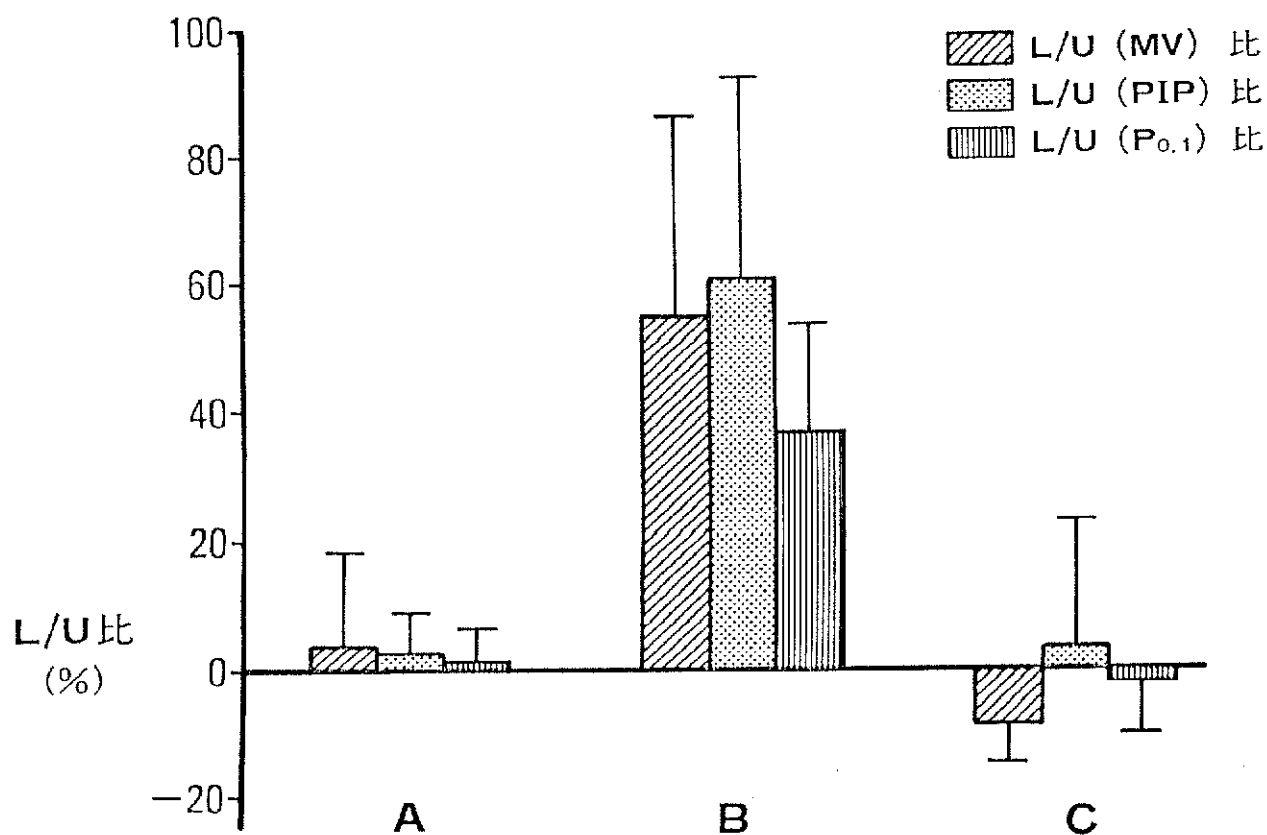


図5 上側肺に対する下側肺の $\dot{V}_E$ 、PIP、 $P_{0.1}$ のL/U比

A : I 群—仰臥位、 B : I 群—側臥位、 C : II 群。

L/U (x) 比は (下側肺の x / 上側肺の x - 1) × 100 (%)。

x はそれぞれ $\dot{V}_E$ 、PIP、 $P_{0.1}$ 。

A と B は $p < 0.005$ で有意差あり。

A と C は NS。

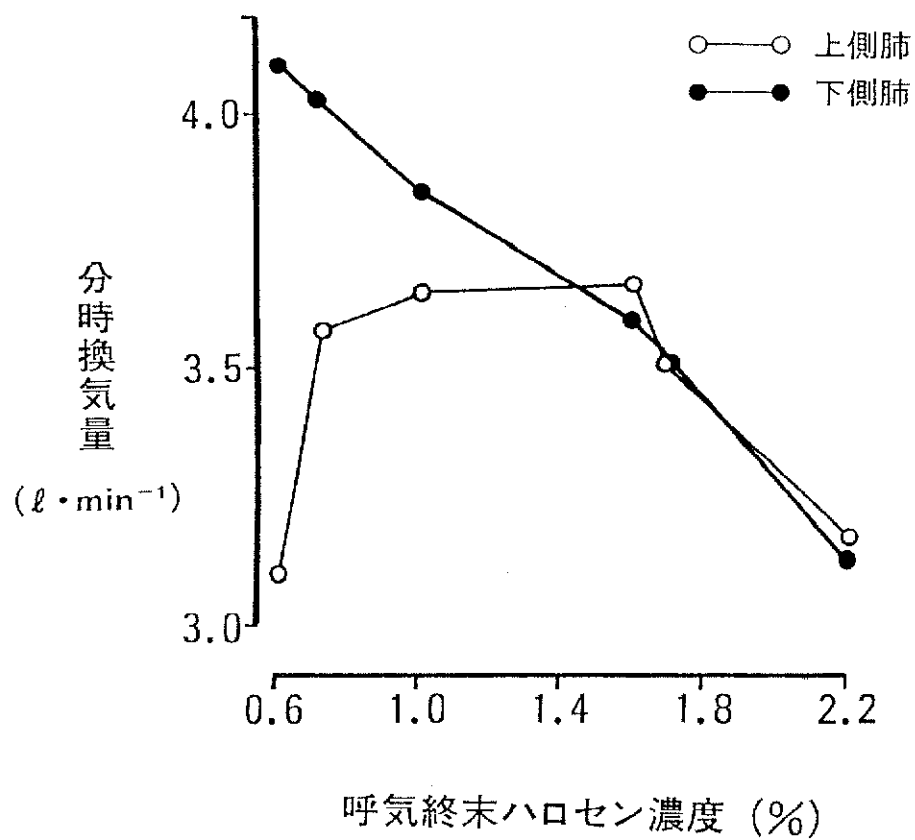


図 6 上下各肺の換気量に対する麻酔深度の影響

表 1 分離肺換気下の各肺の $\dot{V}_E$ ($\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$)

I 群-仰臥位				I 群-側臥位			II 群			
症例	上側になる肺	下側になる肺	L/U ($\dot{V}_E$) 比	上側肺	下側肺	L/U ($\dot{V}_E$) 比	症例	上側肺	下側肺	L/U ($\dot{V}_E$) 比
1	2.44	2.29	-15	2.26	3.51	55	1	2.14	1.84	-14
2	2.80	3.28	17	1.98	3.70	87	2	3.73	3.26	-13
3	1.71	2.01	18	1.89	2.63	39	3	3.16	2.86	-9
4	2.74	3.23	18	2.07	3.82	85	4	3.17	3.14	1
5	3.03	2.73	-10	2.56	3.48	36	5	3.51	3.15	-10
6	2.13	2.23	5	1.64	3.25	98	6	1.78	1.66	-7
7	3.15	2.67	-15	3.11	3.71	19				
8	2.04	2.27	11	2.65	3.14	18				
M	2.51	2.59	3.63	2.27	3.41	54.63		2.92	2.65	-8.67
SD	0.51	0.47	14.77	0.48	0.39	31.74		0.78	0.71	5.39

I 群の症例 5、6、8 は左側臥位、他は右側臥位 (表 2、3 も同様)。

II 群の症例 2、4 は右側臥位、他は左側臥位 (表 2、3 も同様)。

L/U ($\dot{V}_E$) 比は (下側肺の $\dot{V}_E$ / 上側肺の $\dot{V}_E - 1$) $\times$ 100 (%)。

I 群-側臥位における下側肺の $\dot{V}_E$ およびL/U ($\dot{V}_E$) 比は I 群-仰臥位に比し有意に大きい ($p < 0.005$)。

表2 分離肺換気下の各肺のPIP (cmH₂O)

I 群-仰臥位				I 群-側臥位			II 群			
症例	上側になる肺	下側になる肺	L/U(PIP)比	上側肺	下側肺	L/U(PIP)比	症例	上側肺	下側肺	L/U(PIP)比
1	3.70	4.10	11	5.35	6.23	86	1	3.93	4.90	25
2	4.50	4.93	10	2.90	4.83	67	2	2.90	3.30	14
3	4.83	4.77	-1	5.10	8.30	63	3	4.70	4.35	-7
4	5.15	4.77	-7	3.57	7.75	117	4	5.57	4.30	-23
5	4.75	5.00	5	5.43	8.47	56	5	3.00	2.80	-7
6	5.66	5.43	-4	4.30	6.62	54	6	4.55	5.50	21
7	4.73	4.80	1	5.17	6.26	21				
8	3.95	3.75	5	4.74	5.70	20				
M	4.66	4.69	2.50	4.32	6.77	60.5		4.11	4.19	3.83
SD	0.62	0.53	6.41	0.95	1.29	31.97		1.04	1.00	18.98

L/U (PIP) 比は (下側肺のPIP / 上側肺のPIP - 1) × 100(%)。

I 群-側臥位における下側肺のPIP およびL/U (PIP) 比は I 群-仰臥位に比し有意に大きい (p<0.005)。

表3 分離肺換気下の各肺の $P_{O_{.1}}$ (cmH₂O)

I 群-仰臥位				I 群-側臥位			II 群			
症例	上側になる肺	下側になる肺	L/U($P_{O_{.1}}$)比	上側肺	下側肺	L/U($P_{O_{.1}}$)比	症例	上側肺	下側肺	L/U($P_{O_{.1}}$)比
1	1.10	1.00	-9	0.83	1.16	40	1	1.00	0.94	-6
2	1.00	1.05	5	0.93	1.49	60	2	1.00	0.85	-15
3	0.85	0.90	6	0.87	0.96	10	3	0.89	0.93	4
4	0.70	0.72	4	0.71	1.10	55	4	0.61	0.56	8
5	0.72	0.73	1	0.69	0.86	25	5	1.02	1.02	0
6	1.38	1.29	-7	1.09	1.53	40	6	1.02	1.00	-2
7	1.07	1.13	6	1.24	1.74	40				
8	0.84	0.85	1	0.98	1.19	21				
M	0.96	0.96	1.00	0.92	1.25	36.38		0.92	0.88	-1.83
SD	0.23	0.20	5.66	0.19	0.30	16.93		0.16	0.17	8.06

L/U ($P_{O_{.1}}$)比は(下側肺の $P_{O_{.1}}$ / 上側肺の $P_{O_{.1}}$ - 1) × 100(%)。

I 群-側臥位における下側肺の $P_{O_{.1}}$ およびL/U($P_{O_{.1}}$)比はI 群-仰臥位に比し有意に大きい ($p < 0.001$) 。

謝 辞

本研究に対し、御懇篤なる御指導と御校閲を賜った北海道大学医学部麻酔学教室 剣物修教授に深甚なる謝意を表します。本研究を直接御指導頂きました砂川市立病院麻酔科医長 山村剛康博士に心から感謝致します。本研究の遂行に終始御協力、御激励、御援助を頂きました砂川市立病院長 南須原浩一博士はじめ 外科系諸先生、麻酔科諸兄、および中央手術室看護婦諸姉に深く感謝致します。