



Title	呼気終末陽圧法（PEEP）の臨床応用に関する研究：PEEPの酸素運搬および末梢組織のoxygenationにおよぼす影響からの検討
Author(s)	杉本， 壽
Citation	大阪大学，1984，博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/34761
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・（本籍）	すぎ 杉	もと 本	ひさし 壽
学位の種類	医	学	博 士
学位記番号	第	6 6 4 0	号
学位授与の日付	昭和 59 年 10 月 31 日		
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当		
学位論文題目	呼気終末陽圧法（PEEP）の臨床応用に関する研究 —PEEPの酸素運搬および末梢組織の oxygenation におよぼす影響からの検討—		
論文審査委員	（主査） 教授 杉本 侃		
	（副査） 教授 川島 康生 教授 吉矢 生人		

論文内容の要旨

（目 的）

各種の侵襲に続発する急性かつ進行性の低酸素血症（以下、急性呼吸不全）に対して、呼気終末陽圧法（positive end-expiratory pressure；PEEP）は広く臨床応用されているが、その使用法とくに PEEP 値の設定法に関しては、末だ見解の一致をみない。その主たる理由は、PEEP 値の上昇は呼吸機能を改善（機能的残気量増大、肺内シャント率低下、動脈血酸素分圧上昇など）するが、その反面、循環動態を障害（心拍出量減少）するためである。PEEP を適切に応用するためには、その総合作用、すなわち末梢組織への酸素供給ならびに末梢組織の oxygenation に対する PEEP の影響を知ることが不可欠である。本研究はこの点を明らかにするために行ったものである。

（方 法）

当科に収容された重度外傷 11 例、敗血症 3 例、薬物中毒 1 例に続発した急性呼吸不全 15 症例を対象とした。内訳は男 11 名、女 4 名で、年齢は 19 から 76 才、平均 53 才である。全例に従量式呼吸器による機械的陽圧呼吸を行った。呼吸条件は、一回換気量 $10 \sim 15 \text{ ml/kg}$ 、呼吸数は動脈血炭酸ガス分圧（ PaCO_2 ）が $35 \sim 45 \text{ torr}$ 、吸入気酸素濃度は zero end-expiratory pressure（ZEEP）時の動脈血酸素分圧（ PaO_2 ）が $60 \sim 110 \text{ torr}$ になるように設定した。ただし、1 例では純酸素投与にもかかわらず PaO_2 は 46 torr であった。PEEP 値を除く呼吸条件、および輸液速度は測定期間中一定とした。

全例に動脈および肺動脈カテーテルを挿入し、動脈および混合静脈血ガス分析、血圧測定に供した。心拍出量は熱稀釈法によって求めた。また、大腿皮下組織にテフロン膜カテーテルを挿入し、質量分析器を用いて組織ガス分圧（ PtcO_2 、 PtcCO_2 ）を測定した。質量分析器の較正は、テフロン膜カテーテ

ルの近傍皮下に刺入したサーミスターの温度で行なった。これらの測定値より、酸素消費量 ($\dot{V}O_2$)、酸素運搬量 ($\dot{D}O_2$: 動脈血酸素含有量 $\times$ 心拍出量)、available O_2 、肺内シャント率 ($\dot{Q}_{sp}/\dot{Q}_t$) を算出した。ここで available O_2 とは、混合静脈血酸素分圧 ($P\bar{v}O_2$) はその正常下限 35 torr までは組織の酸素利用を障害することなく代償的に低下し得るとの仮定のもとに次式より算出したものである。

$$\text{available } O_2 = \text{心拍出量} \times (CaO_2 - C_{35}O_2)$$

(CaO_2 : 動脈血酸素含有量, $C_{35}O_2$ = 酸素分圧 35 torr 時の混合静脈血酸素含有量)

各症例で PEEP を 0 から最高 20 cm H₂O まで 5 cm H₂O ずつ段階的に上昇させ、各 PEEP 値で上記の項目を測定した。ただし、各測定の間には、45 分間の安定期間を置いた。

(結 果)

PEEP 値の上昇 (0 $\rightarrow$ 20 cm H₂O) に伴って PaO_2 ($87 \pm 8 \rightarrow 196 \pm 37$ torr, mean $\pm$ SEM, $P < 0.05$)、動脈血酸素飽和度 (SaO_2 , $95.1 \pm 1.1 \rightarrow 98.0 \pm 0.9$ %, $P < 0.05$) は増加し、 $\dot{Q}_{sp}/\dot{Q}_t$ ($39 \pm 6 \rightarrow 22 \pm 5$ %, $P < 0.01$) は低下した。他方、心拍出量 ($4.8 \pm 0.2 \rightarrow 3.6 \pm 0.3$ L/min $\cdot$ m², $P < 0.001$) は低下するが、平均動脈圧 ($98 \pm 8 \rightarrow 96 \pm 7$ mmHg)、心拍数 ($101 \pm 8 \rightarrow 106 \pm 9$ /min) は変化しなかった。 $\dot{D}O_2$ ($810 \pm 77 \rightarrow 637 \pm 87$ ml/min $\cdot$ m², $P < 0.01$) は、ほぼ心拍出量と平行して低下し、15 例中 11 例で ZEEP 時にその症例の最高値を示した。地方、available O_2 ($219 \pm 25 \rightarrow 191 \pm 21$ ml/min $\cdot$ m²) は有意の変化を示さなかった。この結果、 $\dot{D}O_2$ の低下にもかかわらず、末梢組織の oxygenation の指標である動脈血 base excess ($2.7 \pm 1.9 \rightarrow 2.5 \pm 2.4$ mEq/L)、 $\dot{V}O_2$ ($143 \pm 12 \rightarrow 140 \pm 14$ ml/min $\cdot$ m²)、 $P\bar{v}O_2$ ($41 \pm 2 \rightarrow 41 \pm 2$ torr)、 $PtcO_2$ ($50 \pm 1 \rightarrow 44 \pm 4$ torr)、 $PtcCO_2$ ($38 \pm 3 \rightarrow 36 \pm 4$ torr) のいずれにも有意の変化が認められなかった。

(考 案)

呼吸循環動態に対して PEEP は PaO_2 の上昇と心拍出量の低下という正負両面の作用を有することから、それらの総合作用の指標として末梢組織への酸素運搬量すなわち $\dot{D}O_2$ を用い、最大の $\dot{D}O_2$ をもたらし PEEP 値を至適 PEEP とする考えが流布された。これらが Suter らの提唱する Best PEEP の概念の中心をなすもので、一見極めて合理的にみえる。ところが臨床例で実際に測定してみると、15 例中 11 例とほとんどの症例で $\dot{D}O_2$ は PEEP 値の上昇に伴って低下する。これは言うまでもなく、PEEP 値の上昇に伴って $\dot{Q}_{sp}/\dot{Q}_t$ の低下、 PaO_2 の上昇がみられるにもかかわらず、 SaO_2 の上昇には限界があり、 $\dot{D}O_2$ は心拍出量に依存することによる。この PEEP による $\dot{D}O_2$ の低下が末梢組織における酸素利用障害に直接結びつくとなれば、この現象は臨床例に PEEP を応用する上で大きな障害となる。ところが、今回の結果からも明らかな如く、PEEP 値の上昇に伴う $\dot{D}O_2$ の低下にもかかわらず available O_2 はよく保全され組織の酸素利用も障害されない。

以上の事柄は、PEEP による急性呼吸不全の死亡率の改善が、 $\dot{D}O_2$ の上昇による組織酸素利用の改善によるものではなく、急性呼吸不全における PEEP の呼吸機能改善作用そのものによることを示すと同時に、急性呼吸不全例では $\dot{D}O_2$ の低下にもかかわらず PEEP 値を上昇させることが可能であることを意味する。

(総 括)

急性呼吸不全における PEEP の呼吸循環動態、酸素運搬、末梢組織酸素利用におよぼす影響を検討し、

PEEP値の上昇に伴って酸素運搬量は低下するが、末梢組織における酸素利用は障害されず、PEEPの臨床応用においてはその呼吸機能改善作用を主眼とすべきことを明らかにした。

論文の審査結果の要旨

至適PEEP値の設定にあたっては、PEEPの呼吸・循環動態のみならず、酸素運搬およびtissue oxygenationに対する影響を明らかにすることが必須である。

本研究は、酸素運搬量が大部分の症例でPEEP値上昇に伴って低下すると同時に、同一症例でも吸入気酸素濃度によって左右されることから、これを至適PEEP値の指標として用いることができないことを明らかにするとともに、この酸素運搬量の低下にもかかわらず、tissue oxygenationは障害されないことを証明したものである。さらに、そのメカニズムがavailable O₂の概念を導入することによって説明できることを示し、至適PEEP値は、呼吸機能の改善を最大の目標として設定すべきことを明らかにしたものである。