

一般演題 [換気モード]

A-9 液体呼吸における換液方法の動物実験による基礎的検討

国立循環器病センター研究所人工臓器部, 株式会社アイシンコスモス研究所*

馬場雄造, 妙中義之, 塚原金二*, 中谷武嗣, 巽 英介, 増澤 徹, 戸田宏一, 脇坂佳成,
江屋一洋, 大海武晴*, 高野久輝

【目的】液体呼吸(LV)とは、気体の代わりにフッ素カーボン(PFC)等のガス運搬能の高い、無毒な液体を肺に注排液する人工呼吸方法である。本呼吸法は肺表面の液体層との間で発生する表面張力が気体に比べ極めて小さいという特質を持つ。故に、RDS例においてもガス交換が可能と考えられ、また肺洗浄効果も有しているため他の急性呼吸不全例でもガス交換の維持・治療に有効である可能性がある。

しかし圧縮・膨張性のない慣性の大きな重い液体を媒体とするために、その注排液を制御することは難しく、その結果として現在まで適切な液体呼吸維持法に関する研究はあまりなされていないのが実情である。今回、試作した液体呼吸器の性能評価を動物実験で行うと共に、PFC注入時の圧・容量関係から換液方法の問題点を検討した。ついでこれを基に適切な液体呼吸維持方法の基礎的検討を行った。

【検討 I】試作液体呼吸器は、駆動源として、電気油圧式補助人工心臓駆動用を開発した注排液の制御性に優れたLinear-actuator(LA)を用いた。LAにより設定TVを注液し、落差で排液する仕組みで、注排液の切替えを電磁弁で行う。これに主気管支部内圧(Paw)のモニターを組み合わせ、Pawが設定下限圧となると注液に、また上限圧で排液に移行させることで従量・従圧式LVが可能なシステムとした。PFCの酸化・脱炭酸ガス化は人工肺を用いて行った。

5羽の家兎(平均2.7 kg)で平均2.5時間のLVを行い、動脈血液ガスの最良値とその際のpeak Pawおよび換液条件を検討した。尚、Pawの上、下限圧は±20 mmHgとし、排液落差圧は-30～-70 mmHgとした。

動脈血液ガスの最良値は換液回数(f):5～15(平均11)回/分、一回換液量(TV):32～55(43) mlの条件で得られ、pH 7.33～7.53(7.45), PaO₂ 161～544(369) mmHg, PaCO₂ 30～58(46) mmHg, peak Pawは5～18(12) mmHgであった。特に、PaCO₂とpeak Pawは高くかつばらつきがあった。

そこで、別の家兎(n=9, 2.7 kg)で、犠死後短時間の内に計測した閉胸状態でのPFC注入時の圧・容量関係から、このLVの換液状態を推測した。Pawを0とする肺内PFC量を機能的残液量(FRCL)とすると、圧・容量関係からはPawを12 mmHgまで上昇させるにはFRCLの状態から85 ml以上の注液が必要であった。しかしLV中、peak Pawが平均12 mmHgの際の平均TVは43 mlにすぎないことから、LV中の換液状態は、排液後の残存液量(EELV)がFRCLを平均で40 ml以上も上回る状態であったと推測された。

【検討 II】EELV, TVとfを制御するLVを行い、換液条件と血液ガスの関係を検討した。家兎を電気秤に載せ、体重が上、下限設定値で各々排液、注液(共に落差)に切替えるLVを行った。即ち、体重の下限値でEELVを、上・下限値の体重差でTVを調節した。

またfは注液、排液の各々の回路に付けたオクルーダーで調節した。

①7羽の家兎(平均3.0 kg)を用い、各兎でTV, fを一定とした換液条件(TV: 30～50 ml, f: 3.5～6.1 回/分)で、EELVの多寡と動脈血液ガスの関係を検討した。EELVをFRCLからFRCL+40mlに増やすことにより、PaCO₂は35～54(45) mmHgから42～73(59) mmHgに有意に増加した。PaO₂, Hbに差はなかったが、SvO₂は58～76(66)から36～63(50)%に低下した。
②3羽の家兎(平均2.6 kg)で、EELVをFRCLに維持しTVを一定とした条件で、f(あるいはMV)と動脈血液ガスの関係を検討した。TVを30 mlとし、fを3.0～3.6(3.2) 回/分から6.5～7.6(7.0) 回/分に増加させると、PaCO₂は60～69(64) mmHgから36～41(38) mmHgと低下し、PaO₂は31～76(53) mmHgから179～265(235) mmHgに上昇した。

【結論】液体呼吸においては、残存液量を少ない適切な量に維持することが生理的でガス交換にも有利であり、またf(またはMV)を増加させる呼吸維持がガス交換の向上に有効と考えられた。