

新生児の呼吸管理に関する研究 —ランダム矩形波を用いた呼吸インピーダンス測定—

(分担研究： 新生児の呼吸管理に関する研究)

三 田 光 男*

要 約

著者らは呼吸器系に印加するオシレーションの方法、および検出信号の処理方式において従来の方式とは異なった呼吸インピーダンスの測定方式を開発した。この方式はオシレーション波形の制御が容易な数値制御オシレータを用いることにより、印加圧のパワースペクトル、および印加圧と流速の相互スペクトルの比から呼吸インピーダンスの周波数依存性を求め気道抵抗、動的コンプライアンスを求める方式である。実験動物には家兎を用い、実験系を単純化するため、気管、肺を摘出したもので実験を行った。結果は、正弦波形を用いた呼吸インピーダンスの値と一致した。また報告されている動的コンプライアンス (Cdyn)、肺気流抵抗 (Raw) の値と今回の測定値は、摘出肺を用いた事を考慮すれば良い一致を示すと思われる。

見出し語： 呼吸インピーダンス、オシレーション法、スペクトル分析、気道抵抗、肺コンプライアンス

方法及び実験動物

今年度は昭和61年度厚生省心身障害研究研究報告書で報告した呼吸インピーダンス測定装置を用いたオシレーション法による呼吸インピーダンスの測定は、DuBois¹⁾らによつてはじめて報告されて以来気道刺激性物質の吸入に伴う気道の過般性試験にまた慢性閉塞性呼吸器疾患における末梢気道の評価に利用されてきた^{2), 3)}。今回、著者らは呼吸器系に印加するオシレーションの方法、および検出信号の処理方式において従来の方式とは異なった呼吸インピーダンスの測定方式を開発し動物実験により、この方式の有効性を明らかにした。

装置の構成の概略をFig. 1に示す。装置は8ビットのマイクロコンピュータを核として数値制御オシレーター、圧力及び流速トランスデューサーより構成される。この方式の特徴はオシレーション波形の制御が容易な数値制御オシレータ⁴⁾を用いることにより、微小振幅のランダム矩形波の圧変動を呼吸器系に印加し、同時に印加圧と流速信号の時系列解析を行なつて印加圧のパワースペクトル、および印加圧と流速の相互スペクトルの比から呼吸インピーダンスの周波数依存性を求める方式である。実験動物には体重2.5kg前後の家兎を用い、実験系を単純化するため、気管、肺を

* 岩手医科大学公衆衛生学

摘出したもので実験を行った。

結 果

摘出肺の呼吸インピーダンス解析の結果をFig. 2に示す。1は印加圧のパワースペクトル、2は流速のパワースペクトル、3は呼吸インピーダンス軌跡、4は位相角の周波数特性である。流速のパワースペクトルは流速のパワーと比較して低い周波数帯域ほど著しく減衰し、また逆に10Hz前後では著しく増加する傾向が見られる。呼吸インピーダンス軌跡は、横軸が呼吸インピーダンスの逆数の実成分を、縦軸は虚成分を表わし、原点から軌跡までの距離は呼吸インピーダンスの逆数を表わす。呼吸インピーダンスは原点を通り第4象限から実軸を横切って第1象限に達する円弧を示した。位相角の周波数特性は負の値から直線的に増加し、10Hz付近で正の値に転じさらに増加する傾向が見られた。これらの結果は、呼吸系が気道抵抗 (Raw)、肺コンプライアンス (Cdyn) および空気慣性 (Iaw) の各成分が直列に接続したモデルで近似しうる事を示している。従って、呼吸系は次の微分方程式で書き表わす事ができる。

$Iaw \dot{V} + Raw \dot{V} + V/Cdyn = P$
インピーダンス (Z) は上式より

$Z = Raw + j(\omega Iaw - 1/\omega Cdyn)$ となり Raw, Iaw, Cdynの各成分は実測されるインピーダンス軌跡から計算できる。

Table 1は摘出肺15例について上記の方法より求めたRaw, Cdynの測定結果を示す。

考 察

従来行なわれてきた、オシレーション法による呼吸インピーダンスの測定方法は、オシレーション波形として、呼吸系に正弦波の印加圧信号とそれによる正弦波の流速信号との振幅比、および位相差として求められる。この測定方式は簡便ではあるが、呼吸インピーダンスの周波数依存性をこ

の方式で求めようとするると多くの測定が必要となり測定時間の延長は避け難い。今回用いた方法は、オシレーション波形として広帯域の周波数成分を含むランダム矩形波を用い、また信号処理方式に時系列処理の方式を採用する事により測定時間の短縮と周波数分解能の向上がはかられた。Table 2は従来報告されてきた家兎の静肺コンプライアンス (Cst)、動的コンプライアンス (Cdyn)、肺気流抵抗 (Raw) の測定値と今回の測定値とを併記した⁵⁾。Rawの値は若干低値を示したが、今回の測定では摘出肺を用い、肺気量が多い事を考慮すれば良い一致を示すと思われる。Cdynは良い一致を見た。

文 献

- 1) Dubois, A. B., Brody, A. W., Lewis, D. H., Burgess, B. F., (1956), Oscillation mechanics lungs and chest in man, J. Appl. Physiol., 8, 587-594.
- 2) Macklem, P. T., (1972), Obstruction in small airways - A challenge to medicine. Amer. J. Med., 52, 721-724.
- 3) Pimmel, R. L., Sunderland, R. A., Robinson, D. J., Williams, H. B., Hamlin, R. L., Bromberg, P. A., (1977), Instrumentation for measuring respiratory impedance by forced oscillations., IEEE Trans. Biomed. Eng., 24, 89-93.
- 4) Mita, M., (1982), The pressure oscillation method for measuring respiratory impedance of the guinea pig, using the numerically controlled pressure generator.
- 5) Kawai, K., (1979), Inhalation Experiments., 1st, Soft Science, INC., Tokyo, 474-475.

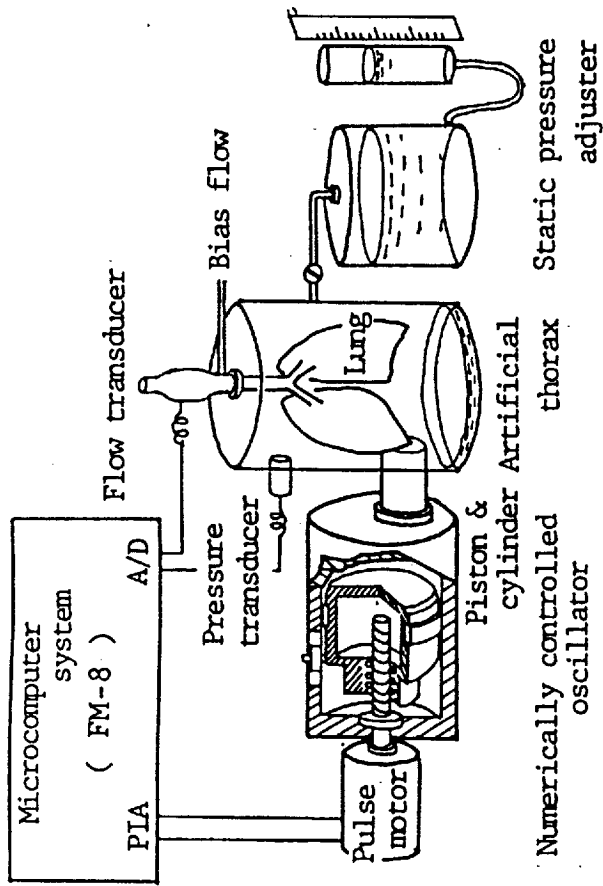


Figure 1. The apparatus for measurement of respiratory impedance

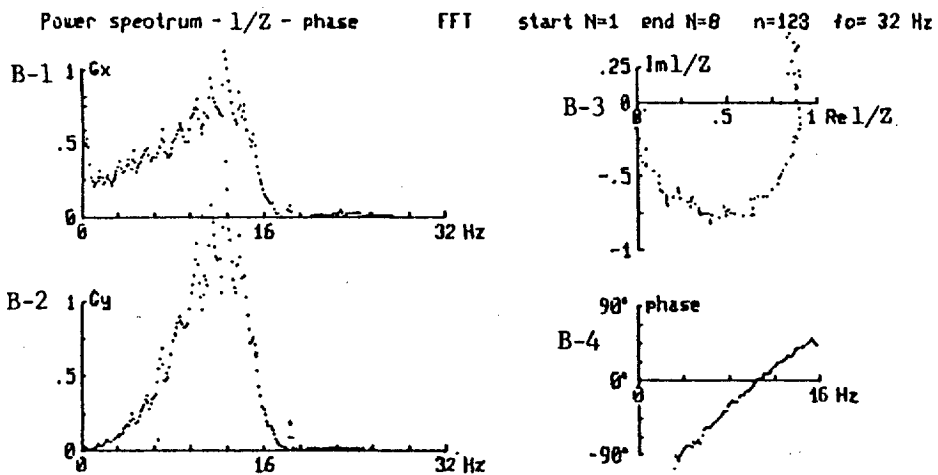


Figure 2. Detrmination of respiratory impedance.

- 1.: The power spectrum for forced pressure oscillation wave.
- 2.: The power spectrum for flow rate wave.
- 3.: The complex admittance locus. The recipiroxal of a distance from origin to a measuring point shows a respiratory impedance
- 4.: The frequency characteristics of phase angle.

Table 1. Respiratory parameters (TLC,Cst,Cdyn,Raw) obtained from use of 15 isolated rabbit lungs.

No.	B.W.* (Kg)	L.W.** (g)	TLC (ml)	Cst (ml/cmAq)	Cdyn (ml/cmAq)	Raw (cmAq/ml/sec)
1	3.0	9.8	95.0	10.7	3.9	0.012
2	3.0	10.2	89.5	13.7	6.6	0.024
3	2.8	9.6	109.0	16.4	7.6	0.010
4	2.5	11.3	72.5	9.4	4.3	0.016
5	2.8	12.3	109.0	14.5	9.8	0.021
6	2.8	13.8	77.0	9.4	3.6	0.024
7	3.1	8.8	101.5	14.8	7.8	0.016
8	2.2	9.5	59.5	8.3	6.6	0.014
9	2.3	10.8	121.0	14.1	8.2	0.021
10	2.5	11.3	65.0	8.7	5.1	0.016
11	3.3	12.2	92.0	9.8	6.5	0.021
12	3.2	11.0	114.0	15.4	8.0	0.026
13	2.3	7.3	64.5	11.8	5.8	0.026
14	2.5	7.9	78.0	10.5	8.3	0.013
15	2.5	8.1	85.5	12.6	10.3	0.018
Mean	2.7	10.3	88.9	12.0	6.8	0.018
S.D.	0.34	1.75	18.7	2.6	2.0	0.005

* B.W.: Body weight.

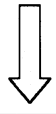
** L.W.: Lung weight.

Table 2. Comparison between reported values for Cst, Cdyn, Raw and those obtained by the present study.

	N*	B.W.** (Kg)	Cst (ml/cmAq)	Cdyn (ml/cmAq)	Raw (cmAq/ml/sec)
Crosfil & Widdcome	4	2.4	-	6.0	0.025
Anthonisen	16	3.4	10.76	-	0.024
Caldwell & Fry	15	3.14	11.48	6.78	-
Yokoyama	6	2.7	5.99	-	0.048
The present study	15	2.7	12.0	6.8	0.018

* N: Number of animals tested.

** B.W.: Mean body weight.



検索用テキスト OCR(光学的文字認識)ソフト使用

論文の一部ですが、認識率の関係で誤字が含まれる場合があります



要約

著者らは呼吸器系に印加するオシレーションの方法,および検出信号の処理方式において従来の方式とは異なった呼吸インピーダンスの測定方式を開発した。この方式はオシレーション波形の制御が容易な数値制御オシレータを用いることにより,印加圧のパワースペクトル,および印加圧と流速の相互スペクトルの比から呼吸インピーダンスの周波数依存性を求め気道抵抗,動的コンプライアンスを求める方式である。実験動物には家兎を用い,実験系を単純化するため,気管,肺を摘出したもので実験を行った。結果は,正弦波形を用いた呼吸インピーダンスの値と一致した,また報告されている動的コンプライアンス(Cdyn),肺気流抵抗(Raw)の値と今回の測定値は,摘出肺を用いた事を考慮すれば良い一致を示すと思われる。