

非観血的心周期の分析:閉塞性肺疾患の呼吸性変動について

Noninvasive analysis of cardiac cycles: Respiratory variations in obstructive lung disease

鼠尾 祥三
津田 司
勝目 紘
沢山 俊民
松島 敏春
直江 弘昭

Shozo NEZUO
Tsukasa TSUDA
Hiroshi KATSUME
Toshitami SAWAYAMA
Toshiharu MATSUSHIMA
Hiroaki NAOE

Summary

Respiratory variation in polygraphically obtained left ventricular systolic time intervals was evaluated in patients with obstructive lung disease (OLD) as compared with normal control, by using simultaneous tracings of respiratory curve, carotid arterial pulse, phonocardiogram and electrocardiogram. Statistically significant respiratory variations were found on ejection time between OLD group and normal control, which might be explained by greater changes in left ventricular stroke volume in the former and be related to paradoxical pulse seen in this condition. Respiratory differences in ejection time with 30 msec or more would be of clinical importance in evaluation of OLD patients.

Key words

systolic time intervals
obstructive lung disease

はじめに

健常者における収縮期血圧の呼吸性変動は3~10mmHgであり、これをこえた呼吸性変動は奇脈として知られ臨床上重要な所見である。この所見は心タンポナーデ、緊縮性心包炎、閉塞性肺疾患等でみられることはよく知られており、その発生機序として心拍出量の呼吸性変動が強く関与していると言われている。心タンポナーデに関して

は心機図を用いて左室収縮時間の呼吸性変動をみた報告は2, 3みられるが,¹⁾²⁾ 閉塞性肺疾患に関してのものはみあたらない。そこで我々は心機図を用いて閉塞性肺疾患における左室収縮時間の呼吸性変動を検討した。

対象と方法

対象とした症例は閉塞性肺疾患(OLD)12例

川崎医大 循環器内科
呼吸器内科
倉敷市松島577(〒701-01)

The Departments of Cardiology and Respiratory Disease, Kawasaki Medical College.
Matsushima 577, Kurashiki, 701-01

(肺気腫 7 例, 気管支喘息 5 例), 対象として健康者 15 例, 拘束性肺疾患 (RLD) 7 例, 心筋症及び虚血性心疾患 13 例, ASD 10 例である. 平均年齢はそれぞれ 53.8 才, 30.2 才, 56.4 才, 52.4 才および 26.9 才である. OLD 群のうち気管支喘息は軽度発作中の例で, 肺気腫は肺気腫研究会の診断基準に合致し, 1 秒率 70% 以下のものを対象とした. また RLD 群の基準は%肺活量 80% 以下とした. これらの症例に対し頸動脈波, 心音図, 心電図および呼吸曲線を同時記録した. 患者を仰臥位にし 15 分間安静を保たせたのち, 中等度の呼吸中に paper speed 毎秒 100mm で記録を行なった.

測定した諸量は Q-II, ET, PEP, ET/PEP の 4 項目で,³⁾ 呼吸中に心拍数の変化を認めた場合は前 3 者をそれぞれ index として算出し,⁴⁾ 心拍数の影響を除外した. これら 4 項目は呼吸 3 周期にわたって連続測定し, 吸気時の値を基準とした呼気時の最高変動幅を, 呼吸による左室収縮時間 (STI) の変動値とした.

成績

Table 1 に対象とした各群の症例数, 平均年齢をはじめ STI 4 項目の呼吸による変動値(Δ STI) および 95% 信頼限界を示す. この値は吸気時を基準とした呼気時の変動幅を示している. Figure 1~4 までは STI の種類別に各々の変動値をプロットしたもので, 縦軸の数字は吸気時の STI 値を 0 とした時の呼気時の変動幅を msec で表わしている. また各群のプロット上に引かれた横棒は, Δ STI の平均値と 95% 信頼限界を示す. また心疾患群には心筋症と虚血性心疾患を含み, 黒丸は心不全症状のない例, 白丸は NYHA II° 以上の心不全例を示す. Figure 1 は Δ ET index についてのもので, ASD 群を除く 4 群においては呼気時の有意の延長を認めた. なかでも OLD 群は他の 3 群よりさらに有意の延長を認め, 12 例中 5 例は 30 msec 以上の呼気時延長を示した.

このうち奇脈を認めたのは 2 例のみであった. 一方 ASD 群では逆に呼気時に短縮傾向を認め, 他の 4 群における呼気時延長に比し有意であった. Figure 2 は Δ PEP index についてである. 健常

Table 1. STI variation on respiration in obstructive lung disease (OLD) versus other conditions.

	No. of Patients	y - o (average)	Δ ETi(msec)	Δ PEPi(msec)	$\Delta \frac{ET}{PEP}$	Δ Q-IIi(msec)
Normal	15	30.2	9.1 \pm 3.4	- 8.0 \pm 2.8	0.32 \pm 0.08	1.2 \pm 4.7
OLD	12	53.8	* 24.0 \pm 6.6	-11.6 \pm 4.1	* 0.55 \pm 0.16	* 13.7 \pm 5.6
RLD	7	56.4	10.8 \pm 6.4	- 3.9 \pm 4.6	0.23 \pm 0.15	6.8 \pm 5.5
IHD, MD	13	52.4	8.2 \pm 4.3	- 7.4 \pm 3.9	0.24 \pm 0.12	0.8 \pm 4.4
ASD	10	26.9	* -4.2 \pm 5.9	* 0.1 \pm 5.2	* -0.05 \pm 0.17	-4.3 \pm 6.4

Note : OLD = obstructive lung disease RLD = restrictive lung disease
 MD = myocardial disease i = index
 * = statistical significance (p<0.05) between normal and others
 \pm = 95% confidence limit
 (see text)

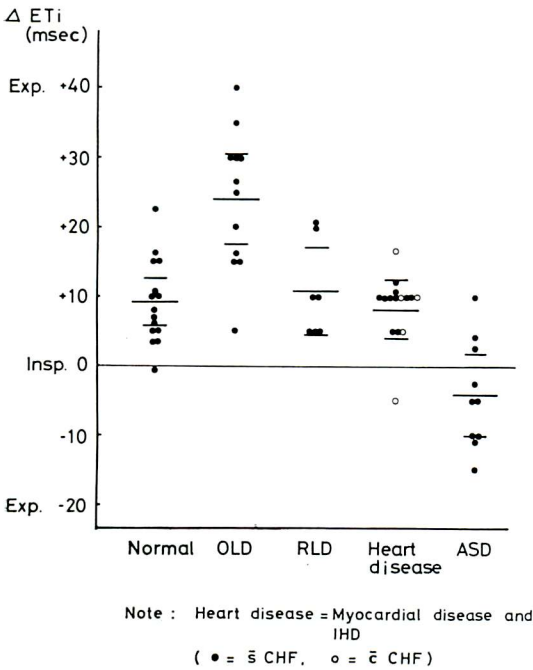


Figure 1. Individual respiratory variation of ΔET index in OLD vs. other conditions (for abbreviations refer Table 1).

群, OLD 群, 心疾患群では, 呼気時の短縮が有意であった。なかでも OLD 群は, 他の 2 群よりさらに短縮の傾向を示したが有意ではなかった。一方 ASD 群では呼吸による有意な変動はみられなかった。Figure 3 は $\Delta(ET/PEP)$ についてであるが, この場合は ΔET index と同様の結果を得た。Figure 4 は $\Delta Q-II$ index についてのもので, OLD 群, RLD 群では呼気時に有意な延長を認め特に OLD 群において顕著であった。健常群, 心疾患群では有意な呼吸性変動はなく, ASD 群では逆に呼気時に短縮の傾向を認めたが有意ではなかった。Figure 5 は肺気腫例(70 才, 男性)の心機図を示す。STI の著明な呼吸性変動を認める。Figure 6 は気管支喘息発作中の 1 例(75 才, 女性で II 音の“交叉性分裂”に関して報告した例⁵⁾)に心機図記録を行い連続した 21 心拍についての測定値をグラフで示したものである。横軸に連続した心拍を 1 から 21 までとり, 矢印は吸気時の頂

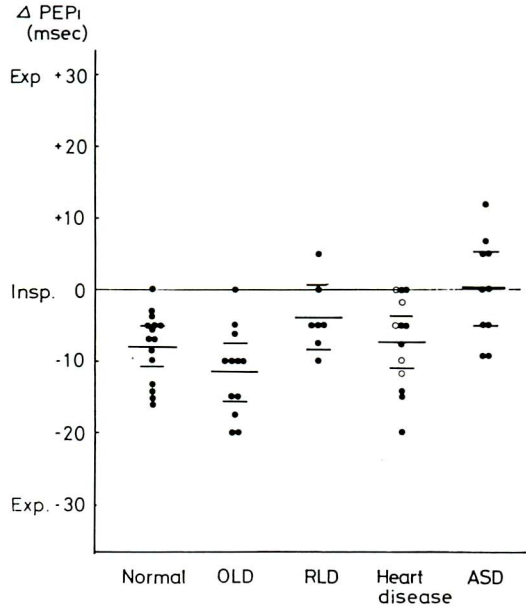


Figure 2. Individual respiratory variation of ΔPEP index in OLD vs. other conditions.

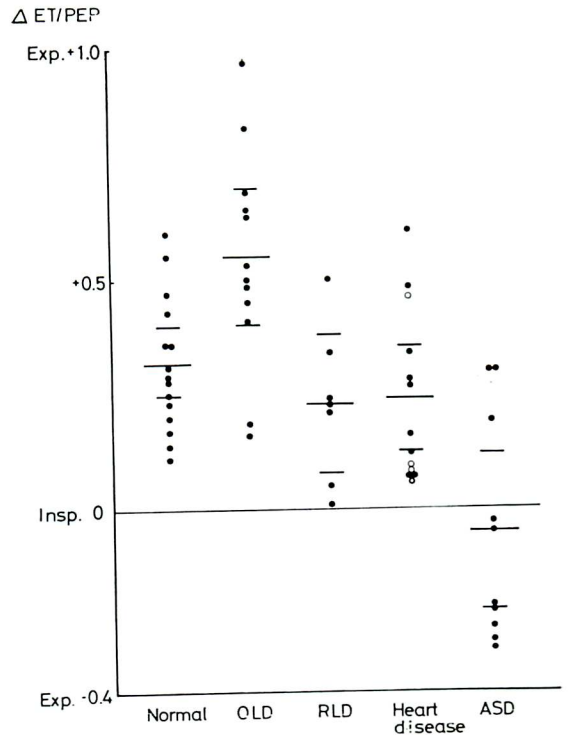


Figure 3. Individual respiratory variation of $\Delta ET/PEP$ in OLD vs. other conditions.

点を示す。Q-IIPは吸気時に延長し呼気時に短縮, Q-IIAはQ-IIPと逆の動きを示すが, Q-IIPの方がはるかに大きな呼吸性変動を認める。ET index

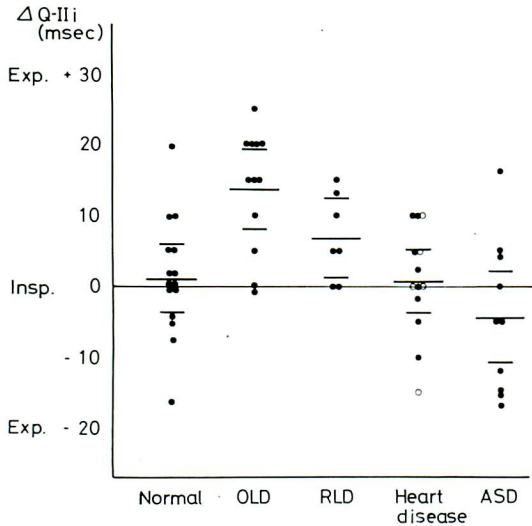


Figure 4. Individual respiratory variation of $\Delta Q-II$ index in OLD vs. other conditions.

は最高 35 msec の呼吸性変動を示し, 呼気時延長する。Figure 7はOLD群における呼吸困難の重症度と ΔET index の関係を見たものである。OLD群の重症度を適確に表わせる簡単な指標はみあたらないが, 自覚的呼吸困難の程度を評価する Hugh Jones の分類をとりあげ ΔET index との関係を見た。Hugh Jones の分類でⅢ度の症例は全例 ET index が呼気時に 30 msec 以上の延長を認めた。なお 1 秒率との間には相関はみられなかった。

考案

健常者における収縮期血圧の呼吸性変動の機序は次のように説明される。呼気時に胸腔内圧が減少し右心への静脈帰来量が増加する。逆に呼気時には胸腔内圧が上昇し静脈帰来量は減少する。従って胸腔内圧の変動により右心の拍出量は呼吸性に変動すが, これが肺循環を介して左心に影響をおよぼすには数心拍を要する。そのため左心では

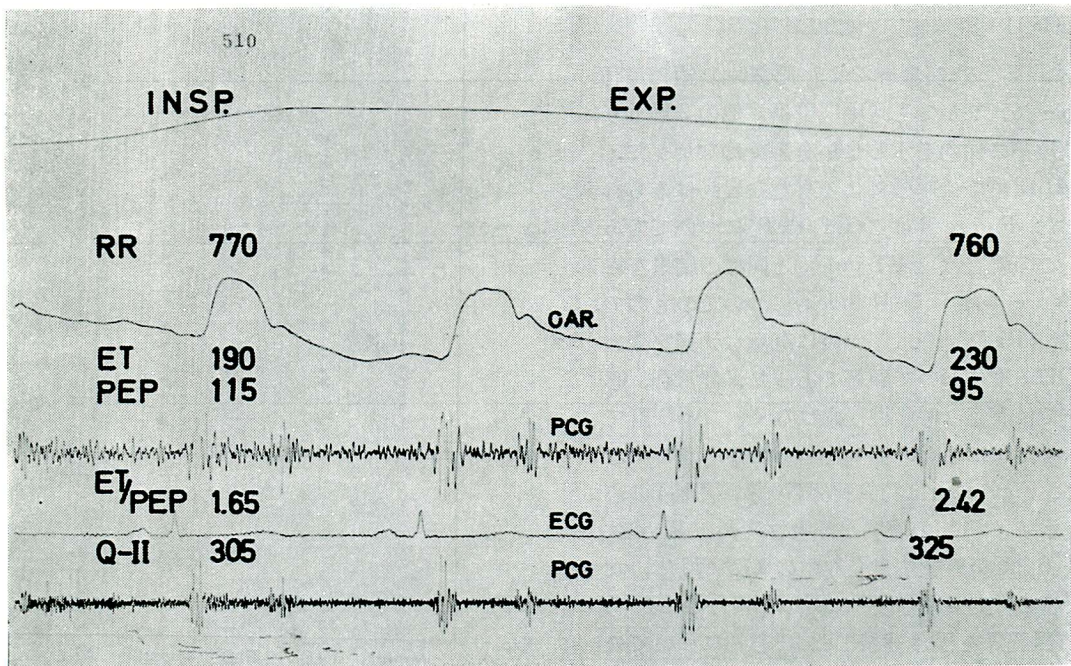


Figure 5. Simultaneous tracings of respiratory curve, carotid artery pulse (CAR) and 2 phonocardiograms (PCG) with electrocardiogram (ECG) inbetween (from top to bottom) in a patient with OLD.

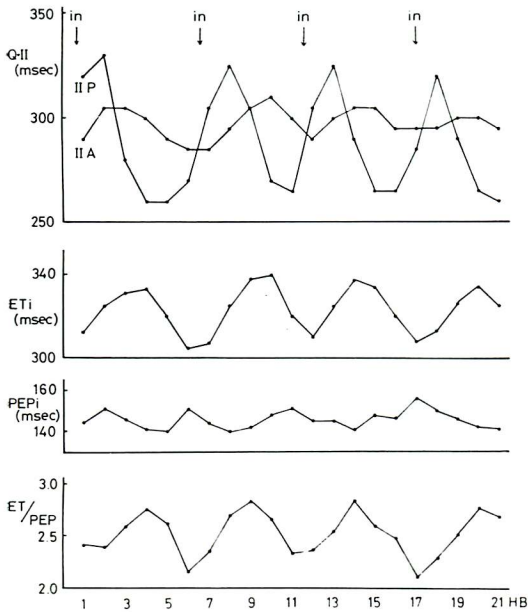


Figure 6. Beat-to-beat respiratory variations of STI values in a patient with asthma.

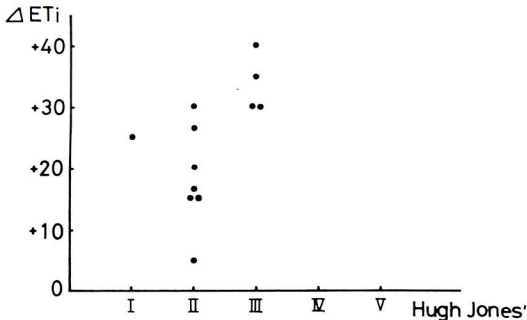


Figure 7. Δ ET index and Hugh Jones' classification of OLD.

呼吸の時相が逆転し、吸気時に左心の心拍量が低下し、呼気時に増大することになる。これが収縮期血圧の呼吸性変動の主たる原因とされている。⁶⁾

STI の諸量については ET は 1 回拍出量と正の、PEP は負の相関を示すことが確かめられている⁷⁾。健常群でみられた STI の呼吸性変動は、呼気時に ET index の延長、PEP index の短縮、ET/PEP

の増加を認めており、このことは呼気時左心の心拍出量増大を意味していると考えられる。これらの成績は諸家の報告と一致した所見である。^{1) 8) 9)} 一方心タンポナーデの際にみられる奇脈に関しては多くの報告があり、吸気時に左心の心拍出量低下が著明になるためとされているが、その機序に関しては多くの説があり一定していない。^{10)~14)} また OLD の際にみられる奇脈についても定説はないが、胸腔内圧の著明な呼吸性変動が、重要な役割を演じているといわれている。そのため右心への静脈帰来の呼吸性変動ひいては右心の心拍出量の変動が増大されること、また吸気時胸腔内圧が著明に低下するため、肺静脈系における pooling が増大し左房への流出量が低下する。以上の結果吸気時に左心の心拍出量が低下するという説がある。^{12) 15)} Figure 6 において Q-II および STI 値の呼吸性変動が増大していることは、右心への静脈帰来量、それに伴う左心拍出量の呼吸性変動が著明であることを想定させる。しかし OLD においては心拍出量の呼吸性変動はあまり増大せず、胸腔内圧の著明な変動が直接大動脈壁等に伝達されることが奇脈発生の主たる原因であるとする説¹¹⁾ もあり、しかも最近では後者の説が有力視されている。^{2) 6)} しかし著者らの成績では、OLD 群の Δ STI の呼吸性変動は健常群よりさらに有意な増大を認めた。このことは観血的動脈圧や血流量等の測定は行っていないが、OLD 群では心拍出量の呼吸性変動が健常群より増大していることを示唆しており、奇脈発生の主因を心拍出量の著明な変動に求める方が妥当と考えられる。なお、 Δ ET index が 30msec 以上の呼気時延長を認めた 5 例中奇脈を認めたものは 2 例にすぎないことから、奇脈がなくても Δ ET index が呼気時 30 msec 以上の延長を認めた場合、他に原因のみられない時は OLD を考慮する必要があると思われる。

ASD においては、 Δ STI は健常群と逆の変動を認めた。このことは呼気時に左心の心拍出量が減少傾向にあることを示しており、Veyrat¹⁷⁾ も

鼠尾, 津田, 勝目, 沢山, 松島, 直江

心機図を用い同様の成績を得ている.

まとめ

心機図を用い, 左室収縮時間の呼吸性変動の様子を OLD 群をはじめ, 2, 3 の疾患で検討した. その結果, OLD 群においては, ET index, ET/PEP, Q-II index が健常群よりさらに有意な呼吸性変動を示した. このことは OLD 群では心拍出量の呼吸性変動が健常群より増大していることを示唆する所見である. また RLD 群, 心疾患群では, 健常群と同様の, ASD 群では逆の呼吸性変動を認めた.

文 献

- 1) Weissler AM, Peeler RG, Roehll WH: Relationships between left ventricular ejection time, stroke volume and heart rate in normal individuals and patients with cardiovascular disease. *Amer Heart J* 62: 367, 1961
- 2) Carter WH, McIntosh HD, Orgain ES: Respiratory variation of left ventricular ejection time in patients with pericardial effusion. *Amer J Cardiol* 29: 427, 1972
- 3) 沢山俊民, 仁木偉瑛夫: 心機図による心臓病診断の技術. 金芳堂, 京都, 1970
- 4) 沢山俊民: 心臓の視かたと心機図. 金芳堂, 京都, 1972, p.147
- 5) 沢山俊民, 勝目紘: 第 II 音の交叉性分裂を呈した気管支喘息の 1 例. *心臓* 4: 623, 1972
- 6) Shabetai R, Fowler NO, Gueron M: The effects of respiration on aortic pressure and flow. *Amer Heart J* 65: 525, 1963
- 7) Wallace AG, Mitchell JH, Skinner NS, Sarnoff SJ: Duration of the phases of left ventricular systole. *Circulat Res.* 12: 611, 1963
- 8) Pigott VM, Spodick DH: Effects of normal breathing and expiratory apnea on duration of the phases of cardiac systole. *Amer Heart J* 82: 786, 1971
- 9) Nandi PS, Pigott VM, Spodick DH: Sequential cardiac responses during the respiratory cycle: patterns of change in systolic intervals. *Chest* 63: 380, 1973
- 10) Golinko RJ, Kaplan N, Rudolph AM: The mechanism of pulsus paradoxus during acute pericardial tamponade. *J Clin Invest* 42: 249, 1963
- 11) Dornhorst AC, Howard P, Leathart GL: Pulsus paradoxus. *Lancet* 1: 746, 1952
- 12) Katz LN, Gauchat HW: Observations on pulsus paradoxus (with special reference to pericardial effusion). II. Experimental. *Arch Int Med* 33: 371, 1924
- 13) Wood P: Chronic constrictive pericarditis. *Amer J Cardiol* 7: 48, 1961
- 14) Shabetai R, Fowler NO, Fenton JC, Masangkay M: Pulsus paradoxus. *J Clin Invest* 44: 1882, 1965
- 15) Lange RL, Tsagaris TJ: Time course of factors causing exaggerated respiratory variation of arterial blood pressure. *J Lab & Clin Med* 63: 431, 1964
- 16) Shabetai R, Fowler NO, Guntheroth WC: The hemodynamics of cardiac tamponade and constrictive pericarditis. *Amer J Cardiol* 26: 480, 1970
- 17) Veyrat C, Kalmanson D, Savier CH, Chiche P: Diagnostic des communications inter-auriculaires par Létude des temps systoliques gauches en respiration profonde. *Coeur et Méd Intern* 11: 451, 1972

討 論

司会 (増田): ちょっと私, 聞き漏らしたかもしれませんが, 呼吸性の影響を調べた場合, 呼吸はどのような呼吸をしたのですか.

演者 (鼠尾): 呼吸はいわゆる中等度の呼吸で, あまりそう強い呼吸はさせておりません.

司会: 奇脈が現われる前に, そういうような脈波の方の変化が現われるということは非常に面白

いと思うのですが, 実は私ども pulsus alternans の症例で, 心不全の改善とともに alternans も治るのでありますが, そのときに ejection time とか PEP というものは変動の幅がかなり大きくて, そちらの方がやはり指標としては意味が大きいという印象を受けたのでありますが, それと何か同じようなことが言えるような気がいたし

ます。ただ問題になりますのは、やはり pulsus paradoxus というのもやはり基準があるわけで、その基準をある程度下げますと、こういったことが出てくるんじゃないかという気もするのですが、その辺はどうでしょうか。

演者：私たちが一応基準としましたのは、収縮期血圧 10 mmHg の変動です。文献を見ますと 10 mmHg をとっているのが多いので、それを基準として見たわけなんですけれども……。