

# 胎児心拍細変動 (STV, LTV) 各種表示法の 定量的比較及び細変動の標準的表示法の検討

香川医科大学母子科学講座

原 量 宏 神 保 利 春

## 研究目的

胎児心拍数は胎児中枢神経の支配下にあり、一拍ごとの微細な変動 (Variability) は、胎児中枢神経系 Activity の直接的指標とされ、胎児管理に役立つと考えられている。Variability 表示に関する研究は、Hammacher, Hon らにより多数報告されているが、統一された表示法は確立されていない。その理由として

- 1) Variability の定量的な分析、表示が容易でなかったこと
  - 2) 各研究者が、それぞれ独自の表示法を提唱し表示法のコンセンサスが得られていないこと
  - 3) その結果、Variability と臨床データの関連を明らかにすることが困難であった
- などをあげることができる。

本研究の目的は、従来発表されている多数の STV, LTV 表示法相互の関係を、Computer を用いて定量的に分析し、ひいては標準的表示法を確立することにある。

## 方 法

<装置>今回用いた Computer System は、A/D Convertor, Minicomputer (HP 1000), Magnet Disc 及び Plotter から構成されている。

CTG (HP-8030A) の出力端子からえられる心拍信号 (Direct Fetal Scalp ECG) は、A/D Convertor (Sampling Rate 4/sec) により Digital 信号に変換され、Minicomputer に入力され更に Magnet Disk に記録された。

<演算法> CTG データ48秒ごとを一区間として各計算式に基づいて同時に演算処理し、同一区間の動きを比較した。

## S T V

STV を定量的に表示する方法はすでに多数考案されている。Dalton (1979) は胎児心電信号の R-R 間隔を  $T_i$  とし、隣接データ間の差の絶対値の和  $\sum |T_i - T_{i-1}|$  を Mean absolute beat by beat Difference と定義した。これにたいし Wade, Organ 等は、隣接する心拍数の差の絶対値の和  $\sum |F_i - F_{i-1}|$  (30 sec 以上) を Instantaneous Variability と定義し、Modanlou は Variability Quantification (60 sec 以上) と定義した。一方 Tarlo (1976), Kero (1978) 等は、差の絶対値の代わりに隣接する Interval  $T_i$  の差の2乗の和の平方根を RMS SD とした。

Yeh (1973) 等は、 $d_i = (T_i - T_{i-1}) / (T_i + T_{i-1})$  を beat to beat interval difference とした場合、その standard deviation を Differential Index と定義し、STV を表すものとした。Heidelberg 大で用いられている方法、移動平均法 (Floating mean method) は、Original CTG カーブと smoothing された CTG カーブに囲まれた面積を Variability と定義する。その際移動平均区間が短かければ (1~12 sec) STV, 長ければ (24~64 sec) LTV を意味する。

以上の様に、多くの STV 表示法が考案されているが、これらを整理してみると次の様になる。

- 1) 心拍数  $F$  を用いるか、心拍周期  $T$  を用いるか
- 2)  $\Delta F$ ,  $\Delta T$  は正負の符号を持ち、単純に加えると、ほとんど0になってしまうので、絶対値の和の平均値、もしくは Standard Deviation を用いる。
- 3) 心拍数の base line の影響を除くため、隣接する  $F$  や  $T$  の平均で割る。

これらの組み合わせにより、さまざまな表示法ができることになる。

〈各種 STV 表示法の相互比較〉

STV に関しては、心拍数 F に基づく群と、心拍周期 T に基づく群、計 6 種類の表示法について定量的な比較を行った。(図 1)。

各種 STV 表示法の相異(類似)を定量的に分析する目的で、同一の CTG をそれぞれの演算法に基づき処理した後、CTG の各部分(48secごと)の演算結果を比較してみた。 $\Sigma | \Delta F |$  と  $\Sigma | \Delta T |$  120 Min (150 区間) の演算結果の回帰式は  $Y = 3.96X - 138$  ( $Y: \Sigma | \Delta T |$ ,  $X: \Sigma | \Delta F |$ ) で表され、その相関は  $r = 0.953$  と非常に高い。

$\Sigma | \Delta F |$  と  $\Sigma | \Delta T / T |$  との相関も  $r = 0.986$  と更に高い値を取る。すなわち、これらの高い相関は、STV の演算法が異なっても、その演算結果の意義は変わらないことを意味している。図 2 は、先に列挙した 6 つの異なる STV 演算法の相

図 1

BEAT-TO-BEAT VAR. QUANTIFICATION  
QUANTITIES OF MEASUREMENT

DEPENDENT ON FREQUENCY

1.  $\sum_{48 \text{ SEC}} |F_i - F_{i-1}|$  SUM OF DIFFERENCES (MADE+ORGAN+MODANLU)
2.  $\sqrt{\frac{\sum_{48 \text{ SEC}} (D_i - \bar{D})^2}{(N-1)}}$  SD OF DIFFERENCES
3.  $\sum_{48 \text{ SEC}} |F_i - F_{i-1} \text{ SEC}|$  SUM OF DIFFERENCE VALUE (HEIGELBERG)

DEPENDENT ON TIME INTERVAL

4.  $\sum_{48 \text{ SEC}} |T_i - T_{i-1}|$  SUM OF DIFFERENCES (GALTON)
5.  $\sum_{48 \text{ SEC}} \frac{|T_i - T_{i-1}|}{(T_i + T_{i-1}) / 2}$  SUM OF RELATIVE DIFF.
6.  $\sqrt{\frac{\sum_{48 \text{ SEC}} (D_i - \bar{D})^2}{(N-1)}}$  D = RELATIVE DIFF. DIFFERENTIAL INDEX (YEH)

図 2.

BEAT-TO-BEAT VAR. QUANTIFICATION  
MATRIX OF CORRELATION COEFFICIENTS

	SUM D-F	SD D-F	SUM D-F12	SUM D-T	SUM D-T/T	SD D-T/T
SUM D-F	*	0.958	0.893	0.955	0.986	0.895
SD D-F	0.958	*	0.890	0.972	0.976	0.974
SUM D-F12	0.893	0.890	*	0.842	0.872	0.835
SUM D-T	0.955	0.972	0.842	*	0.991	0.969
SUM D-T/T	0.986	0.976	0.872	0.991	*	0.946
SD D-T/T	0.895	0.974	0.835	0.969	0.946	*

関行列を示すが、各種表示法相互の相関関係は非常に高く常に 0.8 以上である。従って STV を臨床の場で使用するにあたっては、いずれの表示法も同じ意義を持つと言える。その場合 Hard 的にも処理しやすく、しかも STV の意義が直観的に理解しやすい  $\Sigma | \Delta F |$  が最も臨床的に使用しやすいといえよう。

L T V

LTV についても、STV と同様に多数の表示法が提唱されている。

肉眼的分類法としては、従来より Hon の Visual 分類と Hammacher の Oscillation 分類が良く知られている。

前者は振幅の大きさにより、1~5 の 5 段階に分類し、後者は振幅を 0~3 の 4 段階に分類するとともに、変動の頻度(周波数)により a~c の 3 段階に分類した。これらの肉眼的分類法は、臨床においては使いやすいものの、定量化という点で問題が残る、その後各種の LTV 演算法が提案された。

Yeh (1973) 等は、心拍周期の標準偏差を演算区間の平均周期で割り正規化し、これを Interval Index と定義した。Organ 等 (1978) は、心拍数 (FHR 30sec) の標準偏差を Band Width Variability と定義した。Ruttgers, Grothe 等は、STV の場合と同様に Original CTG Curve と移動平均で smoothing 化された Curve に囲まれた面積を LTV の大きさ、交叉回数を変動の速さ(周波数)と定義している。Hara, Grothe らは、Computer を用いた Band breite 評価法 (Peak to peak 法) を考案し、肉眼による判定とかなり相関が高いと報告している。

〈各種 LTV 表示法の相互比較〉

LTV に関しては、心拍数に依存する 3 種の表示法と心拍周期に依存する 2 種の表示法を用いて相互の定量的関係を分析した。(図 3)

Band breite (Peak to peak 法) と移動平均法 (24 sec) 80 分間の演算結果では、両者の回帰式は  $Y = 43X + 151$  ( $Y$ : 移動平均法,  $X$ : Band breite) で表され、その相関係数  $r = 0.882$  とかなり高い。図 4 は、先に列記した 5 つの異なる L

図 3

LONG TERM VAR. QUANTIFICATION  
QUANTITIES OF MEASUREMENT

DEPENDENT ON FREQUENCY

1. "BANDWIDTH" MEAN OF PEAK-TO-PEAK DISTANCES (HARR-GROTHE)
2.  $\sqrt{\frac{40 \text{ SEC}}{N-1} \sum (F_i - \bar{F})^2}$  SD OF FHR (ORDAN)
3.  $\sum |F_i - \bar{F}| \cdot 24 \text{ SEC}$  SUM OF DIFFERENCES TO 24 SEC MEAN VALUE (HEIDELBERG)

DEPENDENT ON TIME INTERVAL

4.  $\sqrt{\frac{40 \text{ SEC}}{N-1} \sum (T_i - \bar{T})^2}$  SD OF INTERVAL
5.  $\sqrt{\frac{40 \text{ SEC}}{N-1} \sum (T_i - \bar{T})^2} / \bar{T}$  SD OF INTERVAL / MEAN T INTERVAL INDEX (YEH)

TV 表示法の相関行列を示すが、ここでもすべての相関係数は、0.8 以上である。

この結果は、臨床において LTV を表示する場合、STV 同様、何れの方法も用いることを意味する。その場合、臨床家にとって理解しやすい、心拍数の標準偏差が最も使いやすいとおもわれる。

考 察

STV, LTV について、従来発表されている演

図 4

LONG TERM VAR. QUANTIFICATION  
MATRIX OF CORRELATION COEFFICIENTS

	PEAK	STD FHR	SUM D-F24	STD T	STD T/T
PEAK	*	0.857	0.882	0.845	0.861
STD FHR	0.857	*	0.813	0.966	0.988
SUM D-F24	0.882	0.813	*	0.821	0.820
STD T	0.845	0.966	0.821	*	0.992
SUM T/T	0.861	0.988	0.820	0.992	*

算法と今回我々の開発した方法を用いて、定量的な相互関係を分析した。

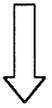
STV, LTV 各種表示法とも、その相互関係は非常に高く、それゆえ、STV, LTV の表示法には、最も演算のしやすく、かつ臨床的に使いやすい方法を選ばばよい。

その場合、STV には隣接心拍数差の絶対値の和、LTV には心拍数の標準偏差が最も使いやすいとおもわれる。LTV に関しては、振幅のみでなくその周波数においても議論すべきであるが、今回は省略した。



## 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



### 研究目的

胎児心拍数は胎児中枢神経の支配下にあり、一拍ごとの微細な変動(Variability)は、胎児中枢神経系 Activity の直接的指標とされ、胎児管理に役立つと考えられている。Variability 表示に関する研究は、Hammacher, Hon らにより多数報告されているが、統一された表示法は確立されていない。その理由として

- 1) Variability の定量的な分析, 表示が容易でなかったこと
- 2) 各研究者が、それぞれ独自の表示法を提唱し表示法のコンセンサスが得られていないこと
- 3) その結果, Variability と臨床データの関連を明らかにすることが困難であったなどをあげることができる。

本研究の目的は、従来発表されている多数の STV, LTV 表示法相互の関係を、Computer を用いて定量的に分析し、ひいては標準的表示法を確立することにある。