

胎児仮死自動診断法に関する研究

鳥取大学医学部産科婦人科

前田 一雄・辰村 正人

I. 研究目的

分娩時の胎児監視は産科臨床に不可欠であるが、最も主要な部分は胎児心拍数図であり近年、分娩監視装置の導入に伴い、周産期死亡率の低下、新生児仮死の減少などに大きく貢献している。一方、胎児心拍数図上で異常を診断するには連続して常時観察することが必要である。このような理由から胎児心拍数図のコンピュータ自動解析による異常診断および警報装置の表示が必要であり、これによって胎児仮死の早期発見、早期治療が完全に可能になる。外国では、コンピュータを用いた胎児心拍数解析について Hon, Yeh, de Haan らが報告しているが、胎児仮死診断を目的とした臨床応用には、これらはまだ十分とは言い難い。

われわれは昭和48年以来、本研究班で胎児心拍数変動の自動解析を報告してきたが、本研究の基礎になるものは昭和44年に報告した前田らの心拍数総評価点であり、その内容は心拍数基線レベル、一過性徐脈の持続時間、振幅、最減少点の心拍数、回復時間、遅延時間などにそれぞれ重みをつけてスコアリングした定量的診断法である。心拍数総評価点が正常群と胎児仮死群の間で有意差をもって分離できた事実はすでに昭和51年本研究班で報告済みである。当初は汎用ミニコンピュータを用い、胎児心拍数計測も経膈直接誘導胎児心電信号を入力した心拍数計出力を利用していたが、雑音が少なく胎児心拍数基線細変動（特にそのLTV）記録が可能な自己相関計方式の分娩監視装置の開発に伴い、昭和53年頃から外測法（超音波ドプラ胎児心臓信号または胎児心音信号と、外測子宮収縮信号）を用い、分娩監視装置の電気出力を利用するようにした。さらに昭和55年3月にはプログラムをマイクロコンピュータに移植して、コンパクトな自動胎児診断補助装置を開発し、臨床的に実用化するに至った。

II. 研究方法

A. 構成

外測法で得られた自己相関計方式分娩監視装置の心拍数および陣痛の電気出力を入力とし、これをアナログ・デジタル変換したのち、マイクロコンピュータで胎児心拍数変動を自動解析し診断する（図1）。CPUは8ビットで、プログラムは数個のICメモリ（PROM）に固定してある。5分ごとの解析診断結果は小型のドット・インパクト・プリンタ（黒・赤2色）で記録され、要注意所見は赤字で印刷する。また異常診断時にはリモート警報パネルの該当する項目が点灯し、胎児仮死時にはブザーも鳴り、光と音で報知する。この警報装置は遠く離れた場所、たとえばナース・ステーションや医師当直室に設置することが可能である（図2）。

B. 解析

サンプリング間隔時間は2秒、解析時間は5分で、心拍数信号と子宮収縮信号の各150個のデータを収録解析する。

心拍数基線については、0～200 bpmを10 bpmごとに20段階に細分し、心拍数データの最も多い段階を求め、その段階における心拍数データを平均して心拍数基線としている。この基線と心拍数データ変動値から算出された基準線を用い、これよりも低下した値が30秒以上持続し、かつ一程度以上（細変動値により異なる）減少するときに一過性徐脈（dip）として認識し解析する。ただし一過性頻脈が連続し、ときどき正常整脈の基線にかえるようなときはdipとしないようにプログラムを構成している。dipではその持続時間、振幅、最少心拍数、回復時間、lag time及び波形をしらべ、異常値があれば点数をつけ、心拍数基線レベルの異常点数と合わせ5分間の点数を合計し、これを総評価点（FHR score）とする。総評価点は分娩第2期には正常例でも次第に上昇するので、第2期にはパネルのスイッチを押し、スコアの補正を行う。心拍数基線細変動消失の判定は5 bpm以上の細変動（LTV）の有無によって決定される。LTVは、サンプリ

ングした心拍数データが減少していくスロープを示すときとし、その振幅を数え、また1分間の平均頻度を算出している。5分間に5 bpm 以上の変動が全くないときに smooth baseline とし、これが20分以上連続した場合に細変動消失と判定するようにした。

C. 胎児仮死診断基準

胎児仮死診断には胎児仮死指数を用いる。本指数は心拍数総評価点、胎児心拍数基線細変動消失、異常な心拍数パターン及びその持続時間などによって決定される。

1) 胎児仮死指数

a) 胎児仮死指数1点を与える所見

- (1) 5分間の総評価点が10~19点
- (2) 30分以上持続する頻脈(160 bpm以上)
- (3) 10分以上持続する徐脈(120 bpm以下)
- (4) 20分以上持続する胎児心拍数基線細変動消失

(5) 典型的な遅発一過性徐脈(15分間の type II dip 出現率が60%以上で、dip shape 値が0.5より小であり、かつ dip 数が子宮収縮数にほとんど等しい)

b) 胎児仮死指数2点を与える所見

- (1) 5分間の総評価点が20点以上
- (2) 30分以上持続する徐脈(120 bpm以下)

c) 胎児仮死指数3点を与える所見

5分間の胎児心拍数基線レベルが100 bpm 以下で、5分間に回復をみない。又は100 bpm 以下に90秒以上減少したまま回復をみない。

d) その他

典型的な遅発一過性徐脈に基線細変動消失を伴う場合はさらに1点を追加する。

2) 胎児仮死診断

過去15分間の胎児仮死指数の合計値を検討して診断する。いずれも赤字で印字する。

a) 3点以上は明白な胎児仮死で、FETAL DISTRESS! と印字する。

b) 2点は胎児仮死疑い濃厚で、FETAL DISTRESS? と印字する。

c) 1点は要注意で監視続行を必要とし、FETAL DISTRESS?? と印字する。

D. 5分ごとの胎児心拍数所見記録(黒で印字)

(1) FHR SCORE=

(2) BASELINE FHR=x BPM

(3) BASELINE VARIABILITY=x BPM
(5 bpm 以上の LTV の振幅平均値)

(4) NO. OF VARIABILITY/MIN=
(すべての LTV の数の1分間平均値)

(5) NO. OF VARIABILITY(>5 BPM) /
5 MIN=
(5 bpm 以上の LTV の5分間の総数)

(6) NO. OF DIP=

(7) もし dip があれば dip の持続時間、最少心拍数、回復時間、lag time を、各 dip について記録する。lag time \geq 20 秒のときは赤で TYPE 2 DIP と書きそえる。dip がなければ何も印字しない。

(8) NO. OF UC.=
(5分間の陣痛数)

(9) UC. AREA = x MIN*G/SQ. CM

(子宮収縮プラメータ値。外測トランスジューサの感圧部1cm²あたりのグラム数に分を乗じた値)

(10) UC. AREA=x mmHg*MIN

(内測法の場合の子宮収縮プラメータ値。内測と外測は、解析開始前にパネルのスイッチによって、あらかじめ動作を選択しておく)

(11) NO. OF FHR ACCELERATION=

(15 bpm 以上、持続15秒以上の acceleration の5分間の数を印字する。また過去20分間の数も累計して印字する。20分間の数が2未満のときは NON-REACTIVE? と赤で印字する)

E. その他の異常所見の印字(赤で印字)

(1) CORD COMPRESSION?

(dip shape 値が0.7以上、dip 内細変動が著しく大)

(2) PROLONGED BRADYCARDIA x MIN

(3) PROLONGED TACHYCARDIA x MIN

(4) DIP, LONG > 90 SEC, DEEP < 100 BPM, NO RECOVERY!!

(5) SEVERE BRADYCARDIA, < 100 BPM, CONTINUOUSLY!

(6) LATE FHR DECELERATION, TYPICAL

(7) LOSS OF BASELINE VARIABILITY

TY FOR x MIN

(8) HIGH UTERINE ACTIVITY!

(UC AREAが著しく大きいとき診断する)

F. 装置動作不良の表示(赤で印字)

(1) INCREASED NOISE!

INSUFFICIENT DIAGNOSIS!

(雑音が多く、調整を必要とするとき印字)

(2) TRANSDUCER DETACHMENT?

DECISION NOT AVAILABLE!

PLACE TRANSDUCER!

(胎児心拍検出用トランスジューサの脱落を知らせる)

Ⅲ. 研究結果

ミニコンでプログラムを開発して実際に用いた成績では、胎児心拍数図の肉眼診で fetal distress と診断した 3 例, fetal distress 疑とした 2 例は、いずれもミニコン自動診断でも正確に診断された。また要警戒程度で監視続行必要と肉眼診で判定した症例が 8 例であるのに対し、ミニコンで fetal distress?? としたものは 9 例であった。正常例は肉眼診で 60 例、ミニコンによる診断では 59 例であって、各段階において肉眼診とミニコン自動診断はよく一致した。

ミニコンで開発したプログラムを ROM に移植してマイコン CPU とともに形成したシステムを用いて実際に検討を試み、肉眼診に可能な限り近づけるようにした。fetal distress, fetal distress?, fetal distress?? 及び正常の 4 段階の最終診断はミニコンの場合と同様にほとんど正確に肉眼診に一致したが、さらに詳細な印字内容についてはプログラム移植段階での問題点を示したのもあった。すなわち、心拍信号に雑音のあったものでは判読が一致しないものが少数みられた。また、肉眼診で正常と診断した症例でマイコン自動診断では一過性徐脈と認識したものが、これには、頻脈が正常範囲内に戻り、ふたたび頻脈になった場合があった。また逆に振幅の大きい短時間の一過性徐脈を dip と認識せぬ場合もあったが、これらを正しく認識するように細部にわたってプログラムを整備した。肉眼診では正常な所見を自動診断で smooth baseline と診断することもあったが、これもなくなった。

以上のような移植後の訂正に約 60 例を必要としたが、その後実際の臨床に応用したものが 40 例あり、この群は細部にわたって肉眼診と一致した結果を示した(図 3)。

Ⅳ. 結 論

本装置によるときには、分娩時にオンライン、リアルタイムの胎児心拍数診断が可能で、臨床的に充分実用できるような成績がえられた。連続的な自動胎児診断と、異常診断時の警報によって、分娩時の胎児管理をさらに著しく向上させ、新生児予後に大きく貢献するものと考えられる。また妊娠中の NST に応用すれば、胎児心拍数基線細変動の状況が肉眼診に等しい指標を用いて示されるので診断が容易であり、また acceleration も 20 分間についてその発生数を表示するので、利用しやすい。今後多数症例について、胎児心拍数図記録に併用して分娩管理に実用し、また統計学的研究の資料にも利用する予定である。

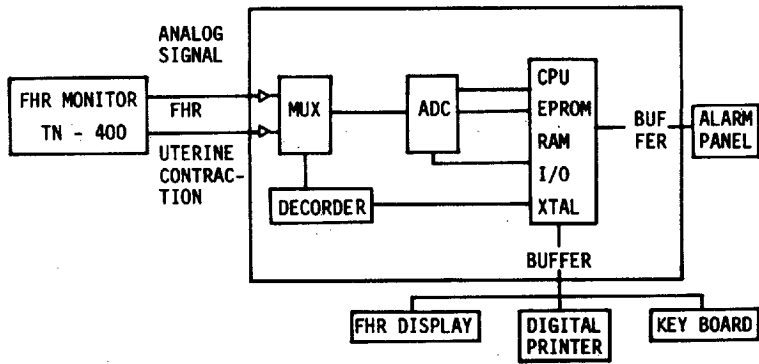


図 1 胎児自動診断装置のブロック図

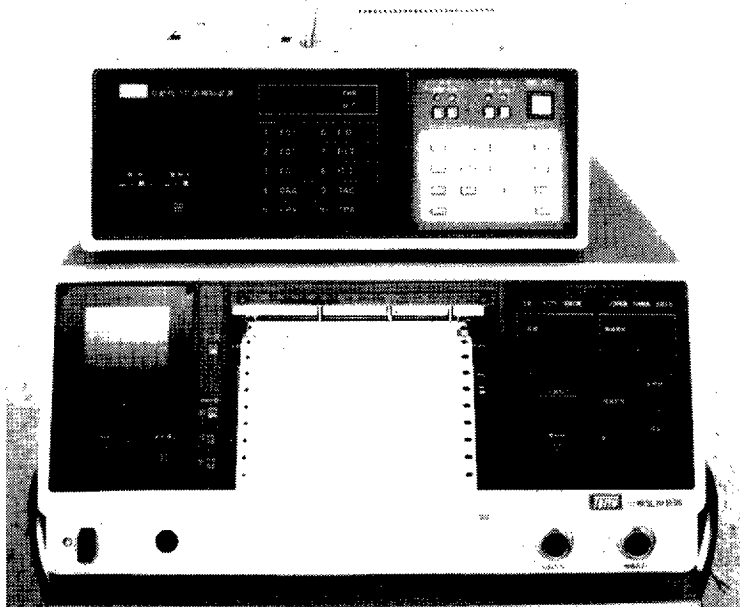


図 2 胎児自動診断装置（上段）及びこれに接続する分娩監視装置（下段）

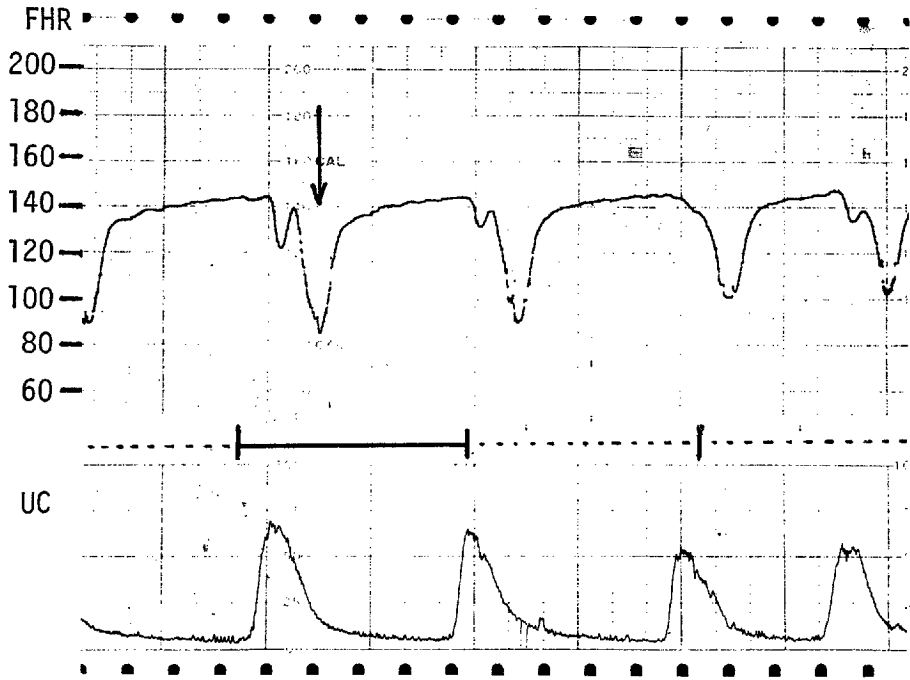


図 3 (A) 胎児自動診断を行った胎児仮死の 1 例の胎児心拍数図 (上段) と陣痛曲線 (下段), 時間指標は 5 分間で, 実線で示した 5 分間の解析結果を図 3 (B) に示した。矢印の一過性徐脈が図 3 (B) に DIP として認識され詳細が解析されている。

15:17 -----
LOSS OF BASELINE VARIABILITY
FOR 30 MIN
LATE FHR DECELERATION, TYPICAL

*** FETAL DISTRESS ! ***
(FD INDEX = 12)

FHR SCORE = 15
BASELINE FHR = 143 BPM
BASELINE VARIABILITY = 1 BPM
NO. OF VARIABILITY/MIN = 2
NO. OF VAR(>5 BPM)/5 MIN = 0
NO. OF DIP = 1

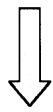
DUR	HR	AMP	REC	LAG
[SEC]	[BPM]	[BPM]	[SEC]	[SEC]
1	146	85	58	86
				60

TYPE 2 DIP

NO. OF UC. = 1
UC. AREA = 27 MIN*G/SQ.CM

NO. OF FHR ACCELERATION = 0
(IN 20 MIN = 0)
NON-REACTIVE ?

図 3 (B) 図 3 (A) の胎児心拍数図の自動診断結果、胎児心拍数基線細変動消失、遅発一過性徐脈、高FHRスコア、一過性頻脈消失と、その結果としての胎児仮死が正確に診断されている。DIPの所見も正しく解析されている。



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



1. 研究目的

分娩時の胎児監視は産科臨床に不可欠であるが、最も主要な部分は胎児心拍数図であり近年、分娩監視装置の導入に伴い、周産期死亡率の低下、新生児仮死の減少などに大きく貢献している。一方、胎児心拍数図上で異常を診断するには連続して常時観察することが必要である。このような理由から胎児心拍数図のコンピュータ自動解析による異常診断および警報装置の表示が必要であり、これによって胎児仮死の早期発見、早期治療が完全に可能になる。外国では、コンピュータを用いた胎児心拍数解析について Hon, Yeh, de Haan らが報告しているが、胎児仮死診断を目的とした臨床応用には、これらはまだ十分とは言い難い。

われわれは昭和 48 年以来、本研究班で胎児心拍数変動の自動解析を報告してきたが、本研究の基礎になるものは昭和 44 年に報告した前田らの心拍数総評価点であり、その内容は心拍数基線レベル、一過性徐脈の持続時間、振幅、最減少点の心拍数、回復時間、遅延時間などにそれぞれ重みをつけてスコアリングした定量的診断法である。心拍数総評価点が正常群と胎児仮死群の間で有意差をもって分離できた事実はすでに昭和 51 年本研究班で報告済みである。当初は汎用ミニコンピュータを用い、胎児心拍数計測も経膈直接誘導胎児心電信号を入力した心拍数計出力を利用していたが、雑音が少なく胎児心拍数基線細変動(特にそのLTV)記録が可能な自己相関計方式の分娩監視装置の開発に伴い、昭和53年頃から外測法(超音波ドブラ胎児心臓信号または胎児心音信号と、外測子宮収縮信号)を用い、分娩監視装置の電気出力を利用するようになった。さらに昭和55年3月にはプログラムをマイクロコンピュータに移植して、コンパクトな自動胎児診断補助装置を開発し、臨床的に実用化に至った。