

診療 (依頼稿)

産科診療における胎児心拍数陣痛計

九州大学医学部婦人科産科学教室

教授 中 野 仁 雄

Key words: Fetal cardiotochogram • Instantaneous fetal heart rate • Non stress test •
Fetal distress • Obstetrical practice

1. はじめに

診療科のうち、産科はヒト社会の全員が少なくとも一度は通過することにその特徴の一部が見出される。広域等価的な高い精度管理を求める現代の風潮がもたらした姿であることに違いはないが理に適うものと言わざるを得ない。すなわち、個体と種族の維持という二大使命を十分に果たすための資質を完成させる過程において胎児期における胎児の生活はその初期値を設定するという意義をもつ。遺伝情報として自らにこめられたポテンシャルを形態、機能両面の成熟に発揮するわけであるが、それぞれに異なる胎児環境との交互作用の結果として生じる個体差のなかには病的変動も含まれている。厳に避けるべき異常や疾病に対処するために、さらには、それにもましてより大きな健康をヒト社会にもたらすために各ライフサイクルの起点とも擬される胎児期はその後の軌道を制する役割の大きさから看過できない意義を有しているのである。

疾病医学的な立場を有する一方で保健医学的色彩の濃い産科学の実践の場である産科診療には健康審査のニュアンスが強くこめられているのも事実である。そこでは経済効率の大小も考慮されるべき要素となる。脳性麻痺の場合を例に引くまでもなく、このような社会医学的な立場からも手厚い産科診療への配慮は不可欠のものである。

産科医の立場を特徴づける前方視的な胎児情報の応用は多次元にわたる情報収集と歩みを共にして一部の胎児治療をすでに可能にしてきた。胎児心拍数陣痛計はそのなかで重要な役割を果たしたもののひとつである。

2. 胎児心拍数陣痛計測

1) 胎児心拍数

心拍動は受精後約20日に始まり、生涯にわたって時を刻みつづける。その停止は死を意味し、遅速には生体機能の低下と高揚とが表現される。このような普遍の真理にもとづき、いつの世においても心拍は重要なバイタル・サインとされてきた。胎児においてもそのあたりの事情はおなじであり、今日、胎児仮死の診断に心拍数計測が必須であることは周知のとおりでもある。

胎児の心拍信号として今日実用に供しているものは心音、心電、ドプラの各信号であり母体の腹壁で測定する外測法（心音、腹壁誘導胎児心電、ドプラ）と、子宮内（腔内）で測定する内測法（児頭誘導胎児心電など）とがある。心音、ドプラを主とした外測法は非侵襲的であり、近年の計測精度の向上とあいまって胎児心拍数計測の主流となつている。

胎児心拍数計測の特徴にはこのように子宮内から信号をとりだすための努力があげられるが、さらに瞬時心拍という特徴もになつている。図1は「のこぎり波」を用いて瞬時心拍数をあらわした時代の成績をしめしている。心音、心電の各信号間隔を連続して記録すると図2のようになり、これを Fetal Cardiotachogram とよんで胎児の診断に供した。つまり、心拍の変動のなかに生体の大切な情報がこめられているとの認識によるものであるが、このことは当時の検討事項でもあつた。今日においては図3のような表示法が用いられているが、討論を重ねて到達した瞬時心拍の表現であることにはかわりはない。その間、心拍信号の S/N 比改善の努力や自己相関論理回路の採用な

図1 胎児心拍（心音，心電）間隔とのこぎり波の高さの比較（前田ら，1969）

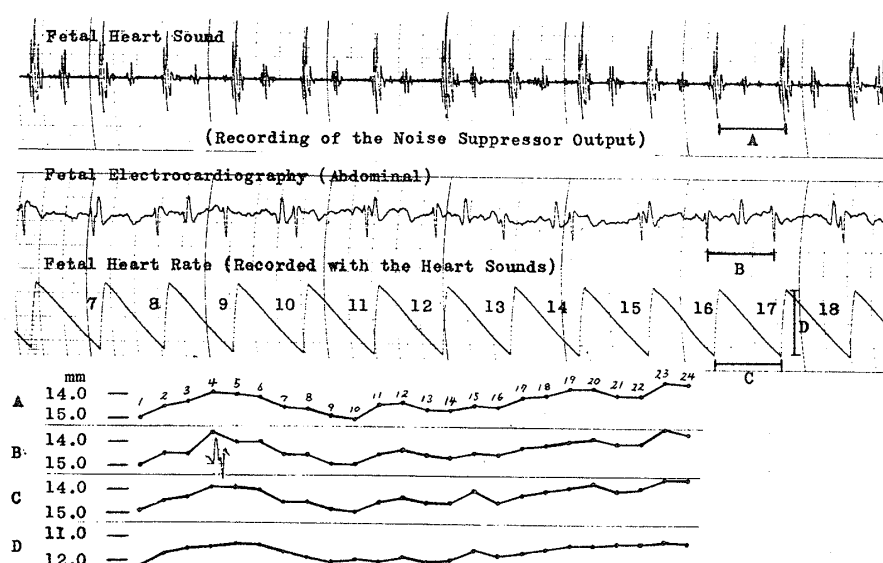
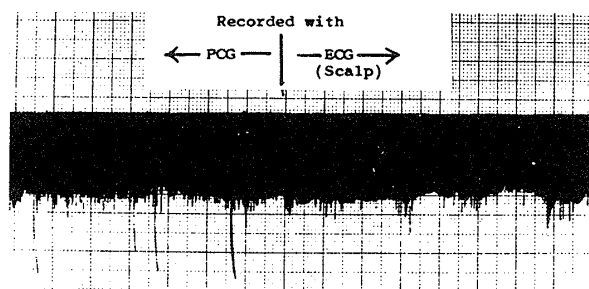
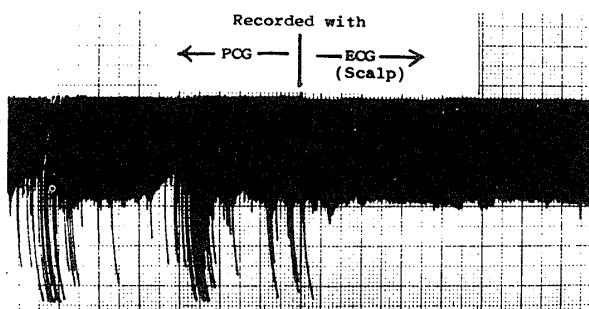


図2 Fetal cardiotochogram（前田ら，1969）

A. FHR recorded in the first stage of labor



B. FHR recorded in the progressed stage of labor



どハードウェアの面での改良がくりかえし行われたことは多くの業績の示すところである。

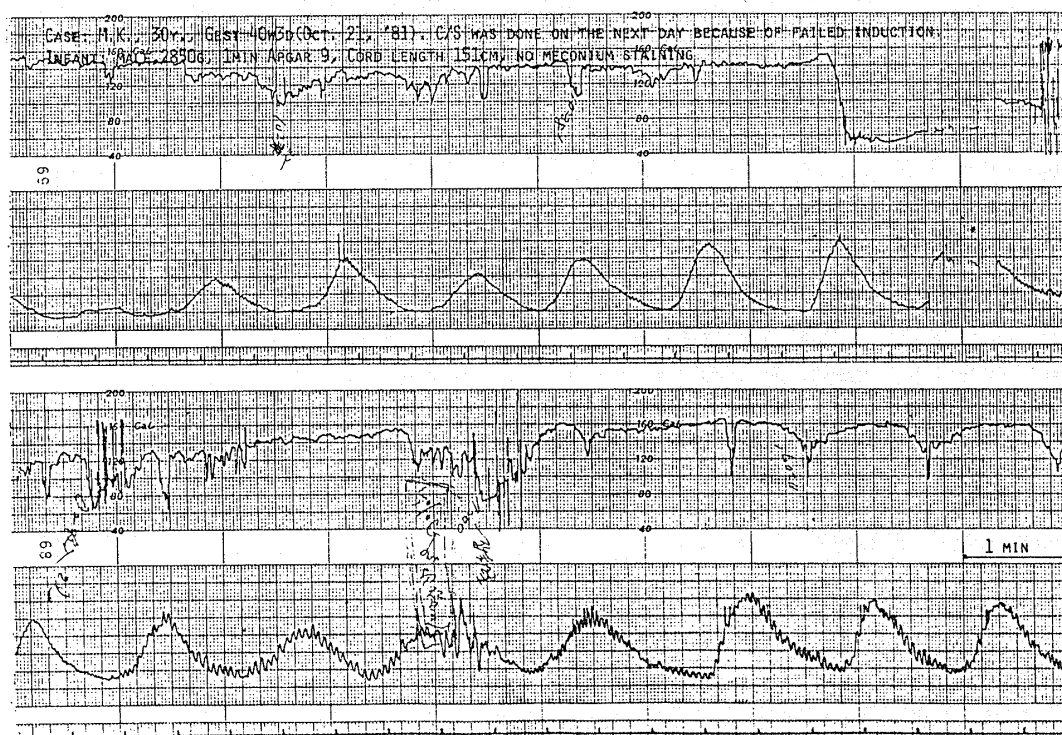
2) 陣痛

大多数の分娩においてその要素となる陣痛は娩出力の基盤であり，他の要素（胎児，産道）との交互作用の結果として分娩過程を修飾する。したがって，陣痛の客観的な記述には重大な関心がよせられてきたが，このような分娩の進行に照らした陣痛の認識のほか，胎児への負荷として，ある

いは，母体子宮の仕事をあらわす物理量としてなど種々の立場でとらえることができる。他覚的な計測法としては，視診，触診によるほかME機器による計測が今日の主流である。測定器がおかれる部位により外測法と内測法とにわかれる。前者としてはSmythのGuard-ring法が，また後者には卵膜外腔へのバルーンやオープン・エンド・カテーテル，あるいは感圧半導体の挿入と羊膜腔へのオープン・エンド・カテーテルの挿入とが繁用されている。鈴村の総説に詳細をゆずるとして⁶⁾，非侵襲の立場からは外測法をえらびたい。いずれにせよ，連続計測により曲線として表示し胎児心拍数図の参照情報にするのが今日の主たる目的である。外測値から子宮内圧値への変換も試みられているが¹⁴⁾，心拍数の参照として内圧変化の時相，ことにそのピーク時をあらわすことにかぎれば慎重にあつかう外測法は臨床の水準において応用可能である。

陣痛計測については現在も検討が続けられている（日産婦ME問題委員会）。その結果に期待するところ大であるが，胎児心拍の参照事項も後述のようなNSTの普及にともない陣痛のみならず胎動にも拡大してきている。さらに，前述のような陣痛の多元的な意義のいずれに重きを置くかによっても計測器の設計思想が異なるであろう。すべてを満足させるのは真に難問といえる。帰すると

図3 Variable deceleration について Late deceleration がみられた症例。臍帯長151cm.



ころ，子宮収縮の生理と化学に端を発した基礎的な事実のつかみかさが需要であり¹⁰⁾，ことにマイクロとマクロの接点をなすいわば *junctional work* をどのように行うかに注意がはらわれなければなるまい⁸⁾。一方，臨床の今日的な問題に対応すべく *problem oriented* に限定性能を論じること大切であるようにおもわれる。

3) 胎児心拍数陣痛計

胎児の瞬時心拍数 (Beats per minute, BPM) と陣痛を2チャンネルに連続的に併記し互いの関連において心拍数図の解析を行う。分娩監視装置としてひろく用いられているわけであるが，分娩時にかぎらず妊娠中の胎児モニタリングにも有用である。胎児心拍数図の特徴抽出は表1の用語に従って行う (日産婦，1982)。

診断の主眼目は胎児仮死にある。「原因のいかにかわらず，胎児—胎盤系の呼吸循環不全を主徴とする症候群 (日産婦)」と定義される胎児仮死はまぎれもなく胎児低酸素症の症候ベクトルを示す。心拍数図における表現としては，Caldeyro-Barcia et al.⁷⁾や Hon⁹⁾が，また本邦では坂元⁵⁾や

前田ら³⁾がその基準を提唱して以来，精力的に論議がかさねられてきた。その詳細は他にゆずるが，基本は徐脈の検出にある。すなわち，Bradycardia, Late Deceleration, Severe variable decelerationの所見に注目することが大切である。かねて胎児仮死の病態を構成する血液ガスの所見，ことにAcidosisの証明をもつて診断することも行われてきたが，低酸素症が心拍数変動に確実に反映され，しかもその早期から予知的検出が可能との見解がしめされるにつれ，心拍数にたいする期待は益々たかまわてきている。ことに近年，FHR-baseline variabilityに関する認識が進んだ結果，Long term variabilityの消失と低酸素症の程度や持続との関連に注意がはらわれようとしている。

はじめは，胎児仮死，ことに顕性胎児仮死の診断にたいして意図的に抽出された特徴であり，用語 (表1) ではあつたが，すでにVariabilityなどの認識の向上にみられるように付加的に価値がかわりつつある。それに呼応するかたちをとつてはいるが，なによりも必要なのは胎児仮死そのものの

表1 胎児心拍数に関する用語 (日産婦, 1982)

胎児心拍数に関する用語**1. FHR-baseline (胎児心拍数基線)**

- a. Normocardia (正常〔整〕脈)
妊娠週数に相応した standard baseline
- b. Bradycardia (徐脈)
- c. Tachycardia (頻脈)

2. 胎児心拍数一過性変動

一過性の胎児心拍数変動で、多くは子宮収縮、胎動などに関連するものをいう。

- a. Deceleration (一過性徐脈)
 - 1) Early deceleration (早発一過性徐脈)
 - 2) Late deceleration (遅発一過性徐脈)
 - 3) Variable deceleration (変動一過性徐脈)
 - (a) mild variable deceleration (軽度変動一過性徐脈)
 - (b) severe variable deceleration (高度変動一過性徐脈)
 - 4) Mixed pattern (混合型)
- b. Acceleration (一過性頻脈)
 - 1) Periodic acceleration (周期〔性〕一過性頻脈)
 - 2) Non-periodic acceleration (非周期〔性〕一過性頻脈)

3. FHR-baseline variability (胎児心拍数基線細変動)

- a. Short term variability (STV)
- b. Long term variability (LTV)

以上の用語は英語のまま使用の方がよいが、必要がある場合は上記の和訳を用いる。

註)

1. Deceleration

- a. Type I dip は early deceleration 及び mild variable deceleration に対応し、Type II dip は late deceleration 及び severe variable deceleration に対応する。
- b. 子宮収縮(陣痛)と関係なくみられる FHR deceleration もあり、これを Dip 0 とよぶ分類がある。また Dip I は Type I dip に、Dip II は Type II dip に対応する。
- c. 持続の短い deceleration を spike と呼ぶことがある。
- 2. Mixed pattern (混合型) とは、早発、遅発、変動のいずれとも決定しにくく、かつ各型の特徴をあわせもつ一過性徐脈をいう。
- 3. 随伴性徐脈は子宮収縮(陣痛)に伴って現われる一過性徐脈で、early deceleration 並びに mild variable deceleration に対応する。
- 4. 随伴性頻脈は子宮収縮(陣痛)に伴って現われる一過性頻脈で、periodic acceleration に対応する。
- 5. 遷延性徐脈は持続の長い severe variable deceleration に対応し、あるいは deceleration に引き続いて bradycardia を呈したものである。
- 6. STV, LTV 及び sinusoidal pattern は、本案では原語のままとした。

STV 及び LTV の概念**1. FHR-baseline variability (胎児心拍数基線細変動)**

FHR-baseline (胎児心拍数基線)に重なっているはやい変動を FHR-baseline variability (胎児心拍数基線細変動)といい、これをさらに short term variability (STV と略)と long term variability (LTV と略)にわけける。

2. STV の概念

胎児心拍数基線細変動のうち、最もはやくて周波数の高い変化であり、一般に beat-to-beat difference (胎児心拍間隔時間又は瞬時胎児心拍数の心拍ごとの変化分)とされており、多くの数学的処理法がある。胎児心拍数図上で肉眼的にこれを認めることは通常困難である。

3. LTV の概念

STV よりも変化がおそく周波数も低くて、胎児心拍数図上で肉眼的に認めることができ、通常1分間2～6回の比較的緩やかな胎児心拍数基線細変動である。

4. 臨床的意義

STV 及び LTV を含めて、胎児心拍数基線細変動の変動幅が著しく小さいときには fetal distress のことがある。ただし、胎児の睡眠様安静状態、未熟胎児、トランキライザ投与、アトロピン投与、麻酔、無脳児でも小となることがあり、鑑別を要する。

にたいする認識を現時点で固めることではなからうか。記述法がかわれば症候ベクトルもかわり、認識の中身も連動してかわる。しかも、その逆もまた真である。無理難題の感なきにしも非ず、ではあるが、過去の主流をなしていた胎児の異常側の検定にとどまらず、現在では正常側の検定も実際に行われている。胎児仮死の補空間をなすものの検討なしに、「正常は異常の裏がえし」的な発想をもたざるをえない現状に若干の不安を感じる。

3. 産科診療における胎児心拍数陣痛計

一過去から未来へ

これまでに述べたように胎児モニタリングへの応用に限って胎児心拍数陣痛計をとらえたとき、その過去には主として分娩時にみられる胎児仮死診断における輝かしい成果をあげることができ、1960年代の後半以後の業績に負うものである。これによつて、85—90%の診断精度がえられとなれば、少なくともハイリスク症例の分娩管理に本法を応用するのは当然のことである。

現在の関心は分娩前の胎児監視に移っている。はじめは、1970年代に主としてアメリカで Oxytocin challenge test, OCT²⁾として分娩のシミュレーションのかたちをとつて行われたが、その後、Braxton-Hicks収縮をふくめた Contraction stress test に包括され、さらに、外測法の妊娠中胎児への繁用によつて Non-stress test, NST の概念が生じてきたものと思われる¹²⁾。NST では Loss of variability, Deceleration, あるいは、胎動に随伴した Acceleration の消失などが異常とされ、胎児死亡や胎児仮死と関連づけて検討されている。すでに内外での成績にもとづき診断基準が示されているが、なお今日の課題でもある。

このような現在をふまえた未来はどのようなものであろうか。

すでに NST において、reactive pattern は胎児の正常を意味するとの考えをもつものが多い。このことは積極的な正常診断の出現を意味する。健康審査を行う目的に適うものであるが、やはり未来にのこされた部分が大きいといわざるをえない。そこには胎児の心拍数制御に関する発達生物

学的な知識が必要となる。おそらく、動物を用いての、あるいは数理論による¹¹⁾多くのシミュレーションを続けざるをえないであろう。

4. おわりに

胎児心拍数陣痛計はすでにポピュラーな産科診療機器であるとの立場にたつてその整理を行つてみた。さらに、随所に若干の感想もつけくわえた。胎児管理を主眼目とした産科診療においては、完成に近い姿としての分娩時応用がある。妊娠中への応用は現在の関心事であり、すでに異常所見についての見解には一致した点が多い。今後はできれば各個体の特徴をも考慮にいった正常性の認識へと発展することが期待される。

文 献

1. 伊藤隆志：外測子宮収縮記録に関する実験的及び臨床的研究。米子医学雑誌，30：205，1979。
2. 小柳孝司，中野仁雄：Contraction stress test の実施の可否について。産婦人科の実験，32：875，1983。
3. 前田一雄，木村制裁，福井儀郎，小沢修一，小坂亘，王張富美，田村迪子，高田大陸，中野仁雄，三苦守行：胎児の生理ならびに病理に関する研究。日産婦誌，21：877，1969。
4. 森 好造：外測子宮収縮曲線記録法の意義に関する研究。米子医学雑誌，24：337，1973。
5. 坂元正一：Fetal distress. 日産婦誌，21：900，1969。
6. 鈴木正勝，青木基彰，内尾曠之，藤野容子：胎児娩出力の監視。産婦人科 Mook No. 15 (坂元正一ら編)，15，金原出版，東京，大阪，京都，1981。
7. Caldeyro-Barcia, R., Mendez-Bauer, C., Poseiro, J.J., Escarcena, L.A., Pose, S.V., Biniarz, J., Arut, I., Gulin, L. and Althabe, O.: Control of human fetal heart rate during labor. In Textbook of The Heart and Circulation in the Newborn and Infant. (ed. D.E. Cassels), 7. Grune and Stratton Co., New York, 1966。
8. Germain, G., Carol, D., Le Houezec, R. and Sureau, C.: Uterine motility in the non-pregnant and pregnant Cynomolgus (Macaca Fascicularis). From The International Symposium on the Pregnant Uterus. Debrecen, Hungary, 1983。
9. Hon, E.H.: Biophysical studies of the human fetus. In Textbook of Fetal Disorders. (ed. Adamson, K.), 185. Springer Verlag, New York, 1968。
10. Kawarabayashi, T., Ikeda, M., Sugimori, H. and

- Nakano, H.* : Effects of magnesium and catecholamines on spontaneous contraction of pregnant human isthmus myometrium. Asia-Oceania J. Obstet. Gynaecol. in print.
11. *Koyanagi, T. and Nakano, H.* : An analysis of the regulatory mechanisms in fetal heart rate changes, using a mathematical analysis model. Acta Obst Gynaec Jpn., 35 : 985, 1983.
12. *Rochard, F., Schiffrin, B.S., Goupil, F., Legendrand, H., Blottiere, J. and Sureau, C.* : Non-stress fetal heart rate monitoring in the antepartum period. Am. J. Obst. Gynecol., 126 : 699, 1976.
-