

BBDデイレースを用いた母体心電消去回路による腹壁誘導胎児心電信号からの胎児心拍計測

研究第1部 穂垣正暢

〔協同研究者〕 竹内康人

(横河ヒューレット・パッカード)

最近開発された半導体デイレースを利用して、新しい方式による母体腹壁誘導胎児心電信号胎児心拍数計を開発し、臨床実用化試験を行い良い結果を得たので報告する。

この信号 (Abdominal FECG) は、古くから採取、観測、記録等はされたものの、臨床用の胎児監視装置には殆んど利用されなかった。その理由は、筋電等の妨害を受けやすい事もあるが、主として母体心電と胎児心電が混在する中から胎児心電だけをトリガにかけ信号処理の難しさ、従って装置の複雑さ、によるもので、児頭誘導、心音、ドップラと進展をみせた胎児心拍数計の歴史の上でも常に等閑に付されていたと言える。

しかし最近直流からオーディオ周波数以上に及ぶ周波数領域の信号をアナログ値のまま相当長時間の遅延を実現し得る集積回路が実用化され、これを用いると Abd. FECG 信号の中から母体心電QRS区間だけを選択的に除去し得る事がたしかめられた。

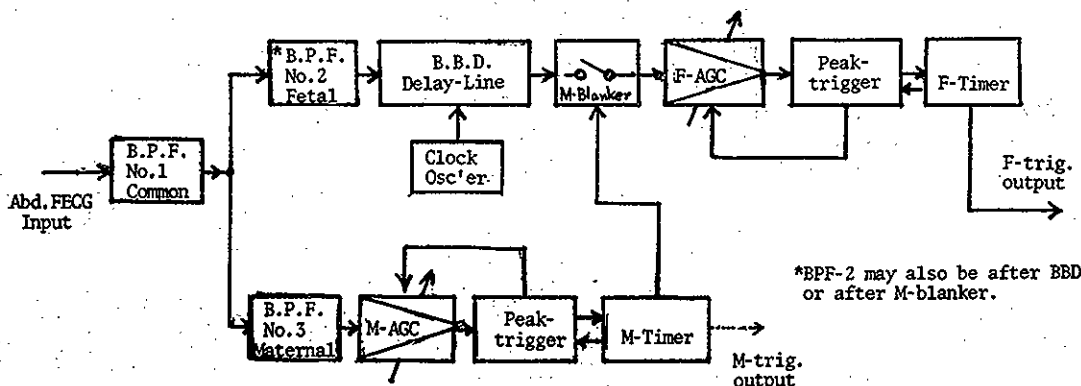
この種の集積化半導体デイレースにはCCD (電荷転送素子) とBBD (バケツリレー素子) があるが、生体信号の如き超低周波信号には後者の方が適している。

すなわち本題の Abd. FECG 信号処理装置においては (第1図)、まず原信号から基線動揺を除去したハム

や筋電を抑圧するためのバンドパス処理 (10~45 Hz 程度) を施した結果を問題のBBDデイレースラインに入力する一方同じ信号を母体R波に合致したBPF (10~20 Hz 程度) を介して母体R波トリガ発生回路に入力し母体R波トリガパルスを得る。そしてBBDをう廻して来た信号からこの母体R波トリガパルスにもとづいて母体QRSに相当する区間を選択的に信号通路を遮断する事により除去する。その結果残った信号の中のスパイク状成分はノイズでなければ胎児R波であるからこれを胎児R波用のBPF (20~40 Hz 程度) とAGCを介して通常の心電トリガ発生回路に与えれば、母体R波と胎児R波が重なった時に時折脱落を生ずるがとにかく胎児心電トリガパルスを得る事ができ (第3図)、これを周期選択性を有する心拍演算装置に与えれば脱落を有する個所は除去されて実用上十分なカルジオトログラムを得る事ができる (第2図A)。

そこで演者らはより完全な心拍数図を得るために、脱落を含む個所においては1つ先のトリガパルスまで待つて、2つの拍間時間を合計した値 t から $2/t$ を演算して代用する機能を有する心拍数計を開発して用いた。勿論通常の場合は拍間時間 t から $1/t$ を算出する。このようにすると、1発の脱落のために前後2拍分のデータを完全に失う事は防止され、瞬時心拍データとして殆んど

第1図 Block-diagram of our signal processing system.



支障ない補間値を得る事ができる(第2図b)。しかしながら1/tと2/tを互換性ある精度で発生するためにはかなり高精度の函数発生器を必要とし、アナログ方式よりデジタル方式ないし μ CPUに乗ったソフトウェアによる方式の方が有利である。

臨床実用化試験の結果は、胎位、週数、母体々形等の条件の悪い一部を除きいずれも心電心拍数図の良さを生かした拍々間変動がきれいに描記されたカルジオトログラムを得る事ができた。しかし分娩第2期においては、強い陣痛の時には筋電の混入による記録の乱れがみられた。ここで原信号は別題にて発表のテレメトリー装置により採取されこのテレメトリー装置と結合する事によりこの胎児心拍数計は破水前の、ないしはさらに陣痛発来前の待期中の産婦と胎児の精密な管理に特に有効である事が証明された。

以上の如く、本題のAbd. FECD胎児心拍数計は従来の複雑なアナログ波形処理や大容量の波形メモリによる方式と全く異り、非常に主旨に忠実な簡素な信号処理方式を用い、また心電心拍数図の特長を生かしたカルジオトログラムが破水よりずっと前から得られるという長所を有するものであり、従来等閑に付されていたこの信号の利用価値を再発見させるものである。実際上の問題として第1図中のBBDと胎児R波BPFとは順序が逆でもよく、また母体R波トリガ発生回路の前にも専用のAGCを用いた方が良い結果が得られた。その他詳細については改めて報告の予定である。

第3図 Waveform under processing.

(1) BPF-1 output



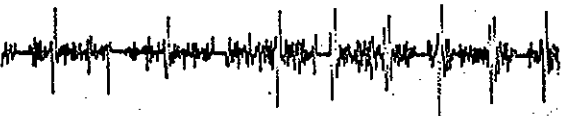
(2) BPF-3 (Maternal) output



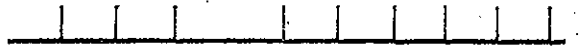
(3) BPF-2 (Fetal) output, (after BBD)



(4) M-blanker switch output

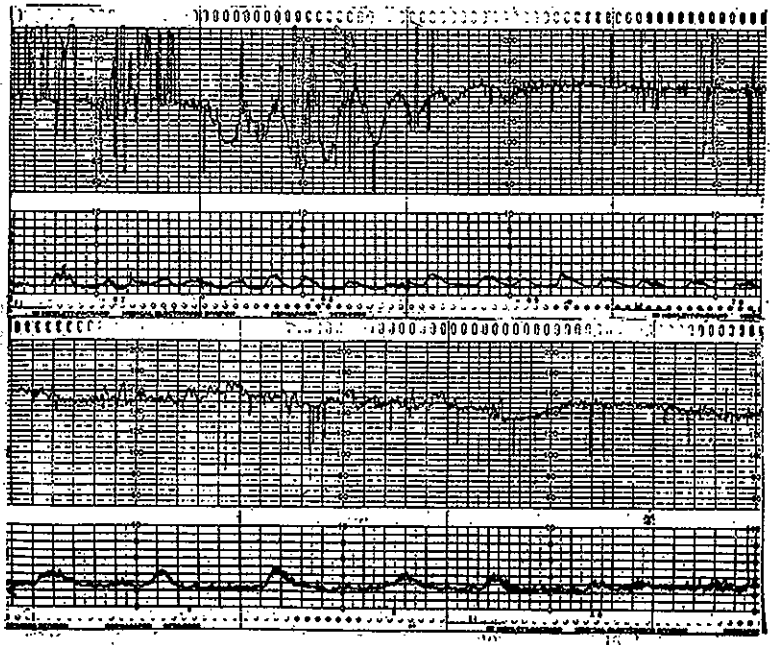


(5) Trigger output



第2図 a

Cardiotocogram obtained
by our system, case 1
(without 2/t interpolation)



第2図 b

Cardiotocogram, case 2
(with 2/t interpolation)

