

母体腹壁誘導胎児心電信号の無線テレメトリー伝送

研究第1部 穂垣正暢

〔研究協力者〕 竹内康人

(横河ヒューレットパッカード)

分娩前の、待期中の産婦における胎児心拍信号の無線テレメトリー伝送を検討し、産婦の自由を確保した上で長時間にわたる安定した胎児心拍計測を行うために最も適した胎児信号を選択し、また無線伝送系の方式設計も検討し、あわせて臨床実験も行ったので報告する。

現在実用的に得られる胎児心拍信号としては、児頭誘導あるいは腹壁誘導の胎児心電、胎児心音およびドブラの4者があるが、目的とする主旨に従って児頭誘導は除外され、残る3者が考察の対象となる。これらの各々について無線テレメトリー化を前提としてトランスデューサーや装置方式の最適化を研究し、そのうち各システムを比較検討した。

考察せねばならぬ事項としては、

- 可能な限りの産婦の自由な起居行動を許容するのがねらいであるから、動き廻っている間にも良好に採取し得る信号であること。
- 同じ見地から、母体に装着される装置は極小小型軽量で簡素なものであること。
- 無線システムとして、実用上十分な到達距離を確保でき、かつ妨害や混信をさけ、又は他に及ぼす事が極力少ないこと。また電波法上の問題も考慮すべきこと。
- 長時間という事と、ランニングコスト上の問題から、信号採取や送信に要する消費電力は最少限におさえ、電池の寿命を長くすること。また最も適した種類の電池を採用すること。
- 母体及び胎児に対する、あらゆる意味での安全性。

f. ハードウェアのコスト。等々があげられる。

まず消費電力については、各方式を極限にまで低電力化すると、無線送信部を除くアンテナや周辺回路の消費電力はドブラが他の2者より1桁近く大きく、これは超音波送波器の駆動回路に少くとも10mw程度の直流電力を喰われるため、この値は無線送信段の所要電力よりも格段に大きい。心音、心電はともに1~2mwもあれば十分な増巾器を構成し得るが、心音の方が多少とも少く済む。

無線送信段に関してはその消費電力は到達距離に直接影響するが、一般のワイヤレスマイクと同程度とすると3~5mwで十分に性能を確保できる。

信号採取条件に関しては、歩行中の事まで考えると心音は絶望的であり、ドブラも探触子が重かったり装着がうまくなかったりすると振動して問題である。この点心電は貼りつけ式の極く軽い使い捨て電極が使用できるので問題が少い。胎児心拍計測では基線動揺は全んど問題とならない事も心電を有利にする。しかし座位や臥位と異り立位では筋筋に力が入り、筋電が雑音として混入し、個人差にもよるが、胎児心拍計測の精度が多少おちる事が認められたが、トレンドデータとしては実用上の支障とはならなかった。

無線システムとして、水晶制御で専用周波数帯(UHF)を使うか、一般のワイヤレスマイクのようにFM放送付近のVHF帯で自動FMとするかは総合評価で1つの分れ道となる。現時点では消費電力、装置の簡素さ、

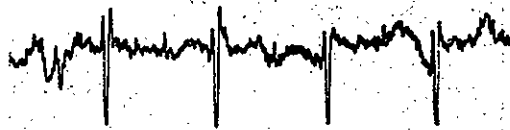
第1図 受信された信号波形

Fig. 1 Receiver output.

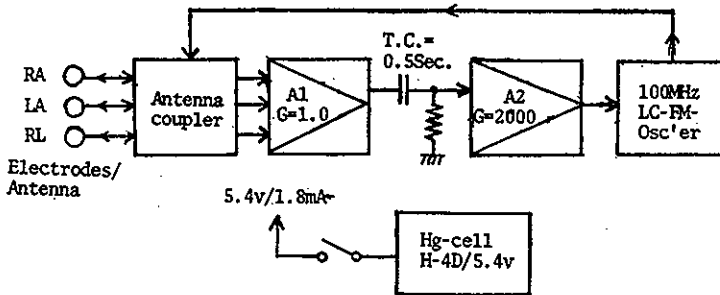
a) Mother is sitting on chair.



b) Mother is walking slowly in the labor-room.



第2図 送信側のブロックダイアグラム
Fig. 2 Block diagram of transmitter



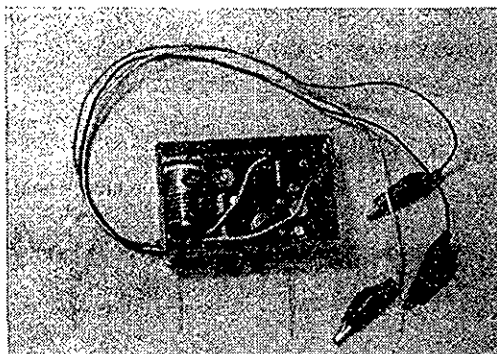
コスト等の点から自動FMの方が多少とも有利であるが、近い将来多数のFM局が出来て空きバンドがなくなったり、また逆に簡素で高精度な音響表面波素子を用いたUHF帯での直接FM発振等が実用化されたりするとこの関係は逆転するであろう。電波法上の制約もこの方向を裏打ちする。

また、方式上サブキャリアを用いるか否かも問題点であるが、波形歪をあまり問題にしない胎児心拍計測などには直接主キャリアをFMする方式で十分である事がわかった。

安全性という見地からは、ドブラが一抔の不安を残すが、他の方式も含めて信号採取については特に重大な問題はないと考えられる。一方無線送信段の出力は人体のごく表面近くで、具体的には電極リード等をアンテナに共用して空間に送出されるわけだが、高々1mwにもみない電力であり、また周波数の点から考えても直流や低周波ではないから、送出されたエネルギーの殆んどが人体に吸収されたとしても有害となる領域よりはるかに低値である。

使用する電池に関しては、一般に入手容易な小型の水銀電池がよいが、最近実用化されたリチウム・フッ化炭素電池も注目され、この物はすでに単位体積、単位重量

第3図 送信側装置の外観
Fig. 3 Transmitter.



はもちろん単位コスト当りのエネルギー量についてもすでに水銀電池を追い抜く所まで来ている。

以上の点から、腹壁誘導とVHF自動FM方式の組合せが現時点では最適と考え、試作機を作り臨床実験を行った。第3図が送信側の装置の外観、第2図がそのブロック図、第1図が受信された信号波形である。産婦がいきにかけている時(第1図a)に比して歩行

中(b)には筋電の混入が増大するが、胎児R波を捕足し得なくなる事は少ない。このほか、喋ったり笑ったりすると更に強い筋電が混入するが、それらは一過性であり胎児心拍数図を得る上では問題とはならなかった。

実用的な到達距離として30~40m(屋外)10~15m(鉄筋コンクリート建物の内部において大部屋の端から反対側のとなりの看護婦だまりまで)を得た。また電池の寿命として連続120時間を記録した。

なお、受信された信号は今学会に演題を改めて発表される処理装置に入力され処理されたので、その方もあわせて参照されたい。

以上の如く、腹壁誘導胎児心電の無線テレメトリーを試み、実用に耐える成果を得たが、将来これと陣痛計との組合せ、ないしは高エネルギー密度の電池を用いて到達距離の延長ないしは専用周波数帯への上昇等が検討すべき宿題であると考えられる。また逆に電池の寿命を犠牲にしても小型軽量の探触子を用いたドブラの可能性も考慮されるべきである。

終りに、実際に本装置を着帯して労をいとわず歩き廻っていただいた産婦母子に深謝する次第である。

参考文献として代表的なものを以下に示す。

- 1) 斎藤、竹内、49年度電通学会全国大会、演題番号2426(水品式の例)
- 2) 片生、竹村他、第12回日本ME学会大会、演題番号C-36(ドブラ+陣痛の例)
- 3) 小国、長沢他、第13回日本ME学会大会、演題番号1-F-146および同150(胎児心音の例)
- 4) 竹村他多数、第15回日本MF学会大会、演題番号2-F-8(児頭誘導の例)
- 5) 内山、JJME. Vol 10, No. 6, pp 472(テレメーターの一般解説)
- 6) 藤井久四郎他、JJME. Vol 2, No. 1, pp 33(古いものの代表例)