

送受兼用探触子による新方式の1MHz 超音波ドプラ信号と 自己相関計式心拍数計による胎児心拍数図の検討

鳥取大学医学部産科婦人科学教室

沢住 和秀 長田 直樹 入江 隆 前田 一雄

Studies on the Cardiotocograms Recorded by a New System with 1MHz Ultrasound and Autocorrelation Heart Rate Meter

Kazuhide SAWAZUMI, Naoki NAGATA, Takashi IRIE
and Kazuo MAEDA

Department of Obstetrics and Gynecology, Tottori University, School of Medicine, Yonago

概要 分娩時の胎児心拍数図記録にも新しい方式の1MHz 超音波ドプラ法と自己相関計式心拍数計を組合わせた分娩監視装置が用いられるようになり、従来の2.5MHz 連続波ドプラ法に比べ、より明瞭な記録が得られるようになった。しかし一方では母体信号によると思われる曲線が混入するという報告もあり、新しい1MHz 装置の有用性を検討した。

NST でも1MHz 超音波と自己相関計式心拍数計を用いた方が、従来の2.5MHz 連続波と自己相関計式心拍数計を用いた場合よりも胎児心拍数図が明瞭に記録できた。各々の全記録時間に対する胎児心拍数図記録不良時間は0～6.6% ($2.8 \pm 2.1\%$)、2.1～23.5% ($8.7 \pm 6.2\%$) で両群間には有意差があつた ($p < 0.01$)。

分娩第2期においても新しい1MHz 装置を用いた胎児心拍数図と直接誘導胎児心電信号と自己相関計式心拍数計を用いた胎児心拍数図を比較しても、記録不良時間は各々3.2%、2.0%とほぼ同じであり、しかも排臨以後は1MHz 装置を用いた方が良好に記録できた。1MHz 超音波を用いた場合は51%の症例で分娩1分前まで良好な記録が得られた。雑音はあるが判読可能なものは36%あり、この両者を合わせると87%が分娩1分前まで胎児心拍数図の評価が可能であつた。

自験例55例中には胎児心拍数図に母体心拍数図が混入した症例はなかつたが、数百回に及ぶ分娩中のルーチンの胎児心拍数図中2例に母体心拍数図混入の症例があつた。この2症例も超音波プローブを他の適切な部位に移動させることにより、母体心拍数図混入はみられなくなった。注意深く胎児心拍を聞き分けることにより母体心拍等の雑音の混入は避けることができる。

Synopsis Improved FHR records were obtained by the use of a new 1 MHz ultrasound transducer and autocorrelation heart rate meter. The results were compared with conventional 2.5 MHz continuous wave ultrasound device. The rate of the loss of FHR recording was 0 to 6.6% ($2.8 \pm 2.1\%$) in the new device, and it was 2.1 to 23.5% ($8.7 \pm 6.2\%$) in the old one. The loss of FHR record in the 2nd stage of labor was 3.2% when 1 MHz ultrasound and new device were used, and it was 2.0% with direct fetal ECG signal using scalp electrode and the same device.

More clear record was obtained with use of ultrasound at a crowning of fetal head than that of direct fetal ECG. In the use of 1MHz ultrasound, 51% cases in 55 patients showed undisturbed FHR record 1 minute before delivery of the fetus. Slightly noisy but analysable FHR record was obtained in 36%. Hence, the FHR records were clearly evaluated until 1 minute before delivery of the infant in 87% of the cases.

Maternal heart rate signal was mixed with FHR in 2 cases in routine intrapartum ultrasonic FHR monitoring. However, the maternal signal disappeared after moving the transducer to other position where fetal heart beat was more clearly detected.

Key words: Pulsed ultrasound • Continuous ultrasound • Direct fetal ECG • Autocorrelation system

緒 言

超音波ドプラ法は分娩第1期はもちろん、分娩第2期でも胎児心拍の検出が容易であるため、穂

垣ら¹⁾の開発した自己相関計式心拍数計と組合わせて分娩監視装置に頻用されている。しかし従来の2.5MHz 連続超音波ドプラ法では、まだ分娩第

2期の陣痛発作時に母体の怒責による腹壁からの雑音が多く、胎児心拍数図記録が困難なことが多かった。近年これまでより周波数の低い1MHz超音波が用いられ、直接誘導胎児心電信号による胎児心拍数図と比較しても遜色のない記録が得られるようになった³⁾。しかし一方では自己相関計式心拍数計を用いると胎児心拍数曲線以外の、おそらく母体信号による曲線が混入するという報告⁵⁾もあるので、送受兼用探触子を用いた新しい1MHz超音波を用いた自己相関計式心拍数計（以下1MHz装置）の有用性を検討した。

対象及び方法

当科入院中の妊婦3例(双胎1例)、及び外来で1MHz装置(space average temporal peak 10

mW/cm²未満), 2.5MHz連続超音波(space average time average 10mW/cm²未満)を用いた non stress test²⁾ (以下NSTと略) 各々11例を比較検討した。分娩時の胎児心拍数図の記録は当科で分娩した55例に対して行つた。

1MHz装置を用い、実時間自己相関計式心拍数計を装備した試作分娩監視装置MT810B特型(現在市販のMT810Bと機能的には同一)で胎児心拍数図を記録し、別の分娩監視装置MT810で母体第1誘導心電信号により母体心拍数図を記録させ、さらに1例に別のMT810でスパイラル電極を用い、母体大腿部に不関電極を置いて導出した直接誘導胎児心電信号による胎児心拍数図を同時に記録した。また単胎及び双胎で2.5MHz連続波装置と1MHz装置を用いて胎児心拍数図の同時記録を試みた。心拍数演算は共に同方式で行っている。超音波プローブは分娩第2期での児頭下降に伴い移動させた(図1)。胎児心臓信号が弱く心拍検出が困難な場合はドプラ信号増幅器の感度を38dBから44dBまたは54dBに高めた。

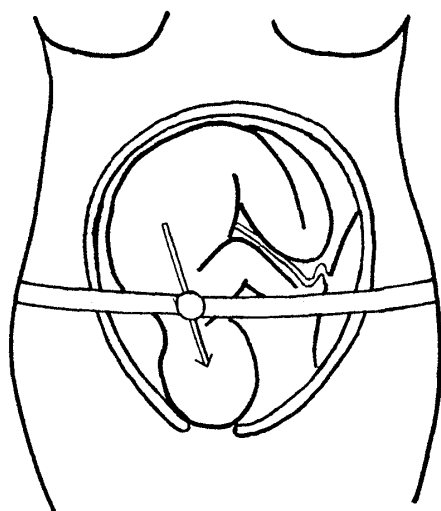


図1 胎児下降に伴う超音波ドプラ探触子の移動

表1 2.5MHz装置と1MHz装置を用いた胎児心拍数図記録不良時間(平均, 標準偏差)

比較項目	2.5MHz装置	1MHz装置	
NST n=11	2.1~23.5% (8.7±6.2)	0~6.6% (2.8±2.1)	p<0.01
分娩第2期 n=10	5.5~43.3% (20.4±12.5)	2.6~19.1% (7.2±5.0)	p<0.01

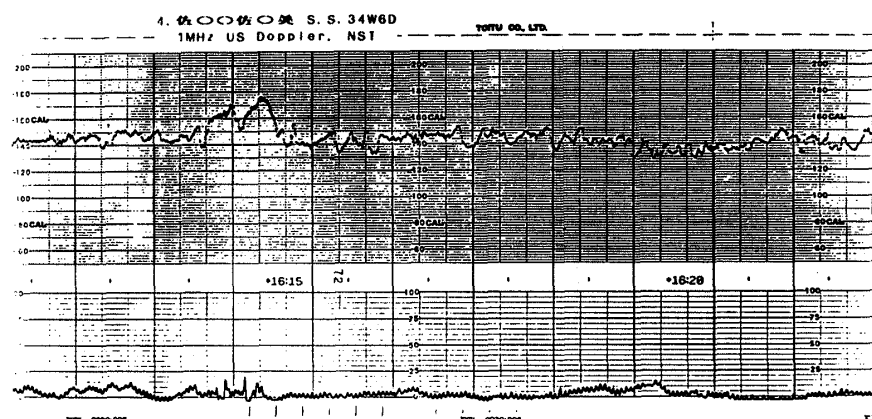


図2 上段は送受兼用探触子による新しい1MHz超音波ドプラ信号による胎児心拍数図(NST), 下段は陣痛曲線。

結 果

外来で施行した1MHz装置, 2.5MHz連続波装置を用いた各々11例のNSTでは胎児心拍数図の記録不良(欠落, 誤記録)時間は全記録時間の0~6.6%($2.8 \pm 2.1\%$)と2.1~23.5%($8.7 \pm 6.2\%$)であり, 従来の2.5MHz連続波によるものより1MHz装置を用いた方が雑音の混入が有意に少なく(表1, $p < 0.01$), 胎児心拍数図はさらに明瞭となった(図2). 2.5MHz連続波装置では子宮収

縮時, 特に腹圧が加わったときに記録が不明瞭になることが多く, この時期の良好な胎児心拍数図記録には直接誘導胎児心電信信号が用いられることが多い. このような時期でも1MHz装置は有用であり, 直接誘導胎児心電信信号による胎児心拍数図と比較しても, 胎児心拍数図記録不良な時間は全記録時間中, 直接誘導胎児心電信信号では2.0%, 1MHz装置でも3.2%とほとんど同じであった(図3). さらに排臨以後は胎児心電よりも1MHz装

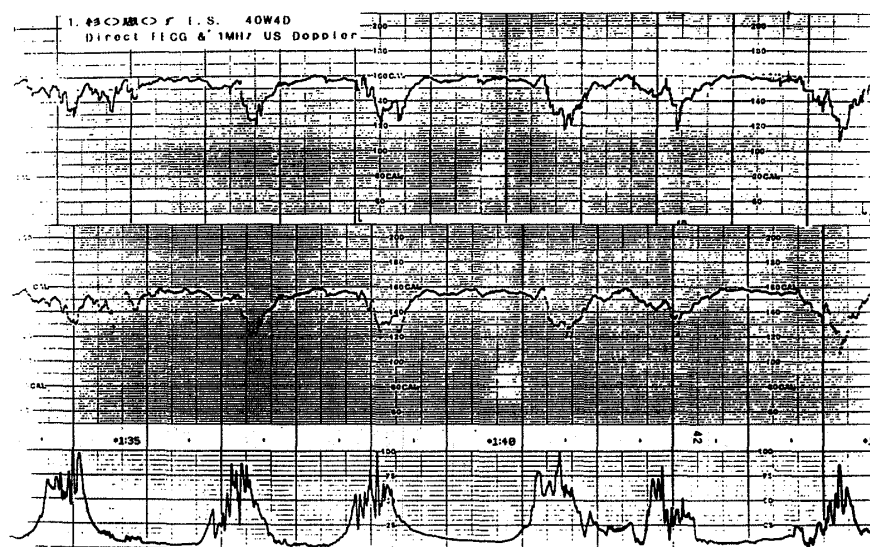


図3 直接誘導胎児心電信信号による胎児心拍数図(上段)と, 新しい方式の1MHz超音波ドプラ信号による胎児心拍数図(中段), 及び陣痛曲線(下段).

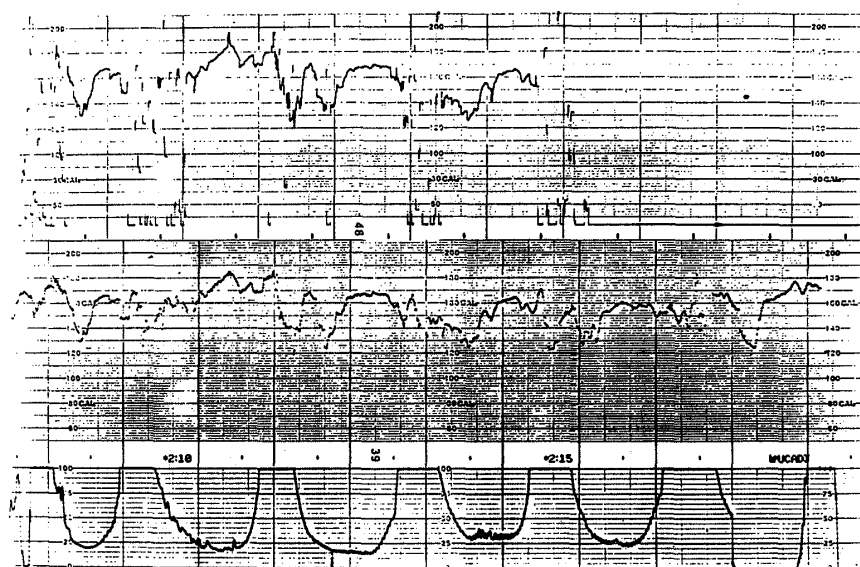


図4 娩出直前の胎児心拍数図. 上段は直接誘導胎児心電信信号, 中段は新しい方式の1MHz超音波ドプラ信号による胎児心拍数図, 下段は陣痛曲線.

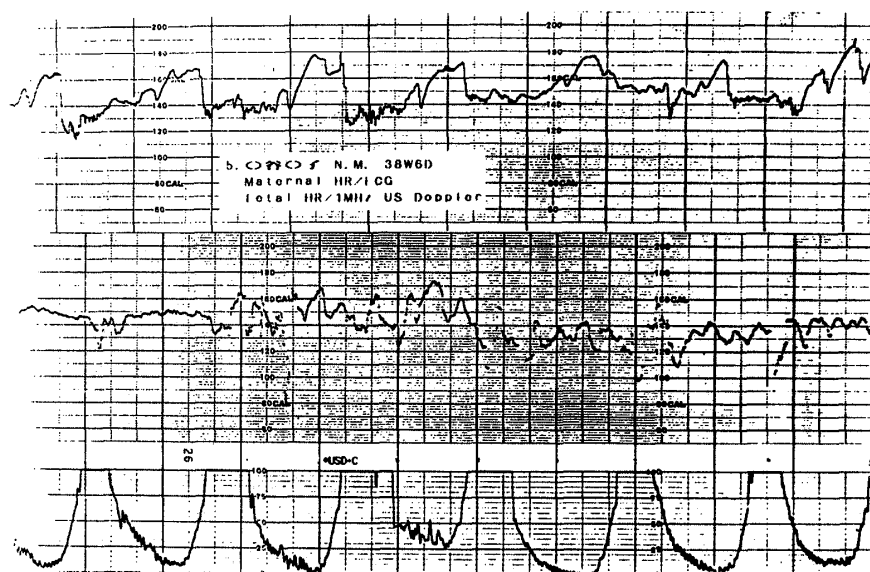


図5 上段は発作性頻拍症を呈する母体 ECG による母体心拍数図, 中段は新しい方式の1MHz 超音波ドプラ信号による胎児心拍数図, 下段は陣痛曲線。

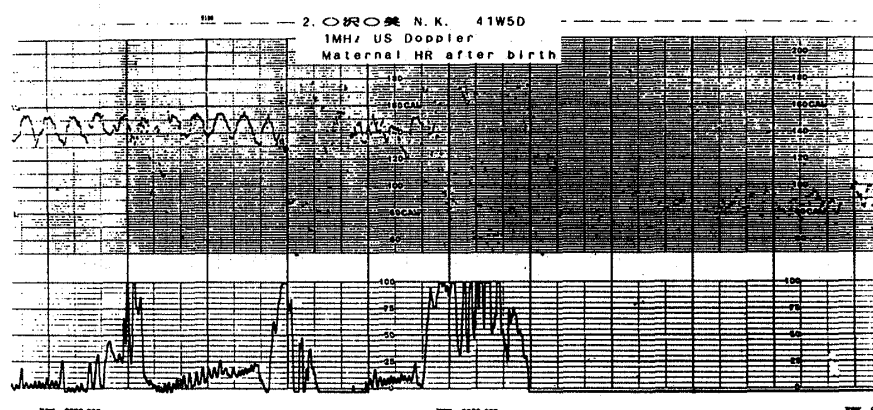


図6 娩出直後に母体心拍数図が記録された症例

置を用いた方が記録が良好で、判読可能な部分のみを比較しても、胎児心拍数図の記録不良時間は直接誘導胎児心電信号では22.4%, 1MHz 装置では9.9%と、1MHz 装置を用いた方が良好な記録が得られた (図4)。

分娩時の母体心拍数図と胎児心拍数図を30例につき比較したが、胎児心拍数図に母体血流、血管信号による曲線が混入した例はなかった (図5)。しかし胎児娩出後そのまま超音波プローブを母体に当てておくと、ひき続きやや不明瞭ながら母体心拍数図が記録された (図6)。

双胎の胎児心拍数図記録では共に2.5MHz を

用いると干渉を起こすため、従来はNSTでは超音波ドプラ胎児心臓信号とマイクロホンによる胎児心音信号、分娩時には超音波ドプラ信号と直接誘導胎児心電信号の組合せで同時記録を行っていたが、1MHz 装置と2.5MHz 連続超音波を用いれば双方の胎児心拍数図が明瞭に記録可能であった (図7)。

1MHz 装置を用いた分娩時の胎児心拍数図55例中28例、約51%では胎児体幹娩出の約1分前まで胎児心拍数図にミスカウントや脱落が少なく明瞭な記録が得られた。雑音はあるが全体として心拍数図判読可能なものは20例、約36%, 娩出前約

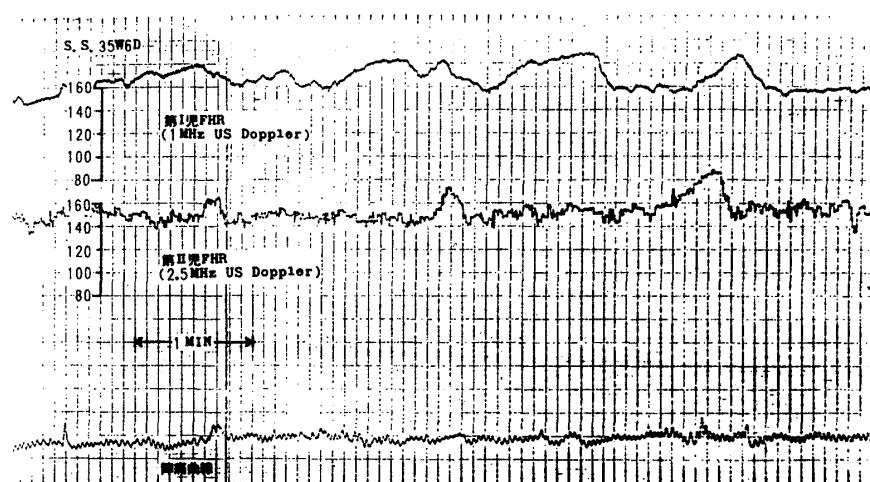


図7 双胎の心拍数図(NST)。上段は新しい方式の1MHz 超音波ドプラ信号、中段は2.5MHz 連続波ドプラ信号による胎児心拍数図、下段は陣痛曲線。

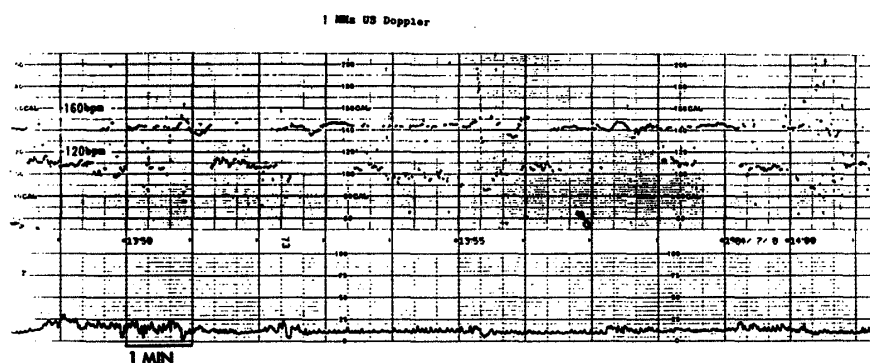


図8 母体心拍数図が混入したと思われる症例

10分間の子宮収縮時に心拍数図記録不十分なものは7例、約13%であった。感度上昇により記録が改善したものも9例あった。自験例55例中には母体信号の混入はなかったが、その他の当科一般使用の2例に母体信号の混入と思われる例があった(図8)。

考 案

Fukushima et al.⁴⁾は胎児心臓ドプラ信号を用い、自己相関計式心拍数計で記録した胎児心拍数図と、直接誘導胎児心電信信号による胎児心拍数図を比較し、自己相関計方式では信号の脱落や偽りの信号があり、直接誘導胎児心電信信号の方がよいと報告している。確かに従来の方式による2.5 MHz 連続波ドプラ信号を用いればそうであるが、1MHz 装置を用いれば直接誘導胎児心電信信号に匹敵する胎児心拍数図が得られた。

1MHz 装置では従来の2.5MHz より超音波の減衰が少なく、また本装置では、連続波で送信、受信に分けて用いた複数の振動子を、全て送受兼用で用いるため、送信、受信面積が大きくなり、ドプラ信号検出範囲も広がった。また、1MHz 装置では反射波受信にレンジゲートがあるため、純粋の連続波では主要な雑音である腹壁信号を拾いにくくなった。母体信号と思われる曲線が混入した2例は共に主治医、助産婦不在のときに記録されており、プローブの位置を胎児心臓信号のよく検出できる位置に置きかえることにより母体信号と思われる曲線は消失した。母体信号の混入はプローブを適切な位置に置くことにより防止できると思われる。理想的には、母体信号と胎児信号の相違を明らかにして母体信号を除外する方法を検討するのがよいと思われる。もう一つの問題と

して、胎児心拍数図記録不十分なもののなかにはモニターの胎児心臓信号は明瞭に聞こえるが、排臨発露時に、実際の心拍数の半分の数を記録してしまう、いわゆる1/2カウントによつて一時的に徐脈様になるものもあつたが、探触子の位置を調整し、或いは心拍数演算をさらに検討するなどで改善できるものと思われる。排臨後は直接誘導胎児心電信号では記録不十分のこともあり、むしろ新しい1MHz装置の方が分娩時に有用であつた。

本論文の要旨は第20回日本新生児学会総会および第7回日本ME学会中国四国支部大会で発表した。

文 献

1. 穂垣正暢, 原 量宏, 坂元正一, 竹内康人, 伊藤 晴夫: 自己相関胎児心拍計測システム. 第14回日

本ME学会大会論文集, 439, 1975.

2. 前田一雄: 胎児心拍数モニタリング. 日産婦誌, 36: 963, 1984.
3. 吉江絹子, 八木健一郎, 佐藤和宏, 大川とみ, 穂垣正暢, 荒井 清, 竹内康人: 1MHz およびそれ以下の周波数における胎児ドブラ信号について. 第42回日超医講演論文集, 359, 1982.
4. Fukushima, T., Flores, C.A., Hon, E.H. and Davidson, E.C.: Limitations of autocorrelation in fetal heart rate monitoring. Am. J. Obstet. Gynecol., 153: 685, 1985.
5. Rüttgers, H. and Auer, L.: Ergebnisse und Erfahrungen mit einem autokorrelierenden Ultraschall-Kardiotokographen. Z. Geburtsh. u. Perinat., 187: 69, 1983.

(No. 6319 昭63・1・12受付)