

3、超音波装置の開発・改良に関する研究

② 臨床用低出力超音波診断装置の開発

慶応義塾大学医学部産婦人科学教室

諸 橋 侃
根 本 謙
名 取 道 也

I、超音波 Doppler 法(連続波)に関する研究

研究目的

X線と異なり、超音波の生体作用に閾値(threshold)のあることが示唆されつつある。現在、超音波診断装置が生体に及ぼす超音波エネルギーを低減させることは、将来の医政に直接関係する重大な問題である。

我々は、これまでに広く普及した約85%以上と推測される)超音波 Doppler 胎児診断装置について、超音波音響出力の低減化を試みるばかりでなく、本装置に対し、多数例の臨床的評価を行なうことを目的とした。

研究方法

現在、広く市販されている装置に対し、(1)探触子を効率のよいものに交換し、(2)装置の受信糸を向上させるという改善を行なうことにより、超音波音響出力を10mw/cm²以下に低減させた装置を開発し、これに対し多数例の臨床的検討を加えた。

対象は、慶応義塾大学病院「産婦人科MF外来」を、昭和45年から昭和49年までに受診した16,333例である。

研究結果

1、被曝妊娠週数と奇形発生率の関係

超音波被曝が胎児に影響を及ぼすとすれば、器官形成期である妊娠第12週以前に超音波照射を行なった症例に奇形の発生が急増する筈である。そこで被曝妊娠週数と奇形発生率について検討を加えた。

日本母性保護医協会の外表奇形分類(母斑、反足を含む)によって検討を加えた結果によれば、

器官形成期(妊娠第12週以前)に超音波被曝をうけた1,950例中(0.21%)に奇形の発生を認め、器官形成期以後(妊娠第13週以後)に超音波被曝をうけた10,133例中20例(0.20%)に奇形の発生があり、両者の間に有意の差を認めなかった。($\chi^2=0.0050 > 0.0039 = \chi^2(95\%)$)

2、超音波被曝妊娠週数と流産率の関係

前項において奇形発生率が急増しなかった場合には、本装置による超音波エネルギーが胎児に及ぼす影響が大きすぎるため、分娩時に奇形を発生する以前に子宮内胎児死亡による流産が起る可能性があることを考慮し検討を加えた。

今回の調査期間中における流産例は、362例であって、これの内、器官形成期(妊娠第12週以前)において被曝をうけたものは、流産例162例中6例(3.7%)であり、器官形成期以後(妊娠第13週以後)に超音波被曝をうけたものは、流産例200例中32例(16.0%)であって、流産例は、むしろ、器官形成期後に増加しており両者の間には、0.5%水準で有意の差を認めた。($\chi^2_s=1.440 > 7.88 = \chi^2(0.5\%)$)

3、超音波 Doppler 法の陽性化妊娠週数

本装置による超音波エネルギー被曝が胎児に及ぼす影響が仮りに認められなかったとしても、本法の施行にあたっては、陽性化妊娠週数の上限まで待期する姿勢が望ましい。

そこで、本装置による陽性化妊娠日数について検討を加えた。

基礎体温表により排卵推定日が明らかな症例に対して人工授精を行ない、その結果、妊娠が成立

した55例を対象とした場合、最終月経よりの妊娠日数の(平均値+標準偏差)は(6.91+8.3)日であり、該当妊娠週数は、妊娠第11週であった。

ここで、危険率を1%水準とした場合の最終月経からの妊娠日数の(平均値+棄却限界)は(6.91+22.4)日であり、該当妊娠週数は、妊娠第13週であった。

考 察

1, 超音波被曝妊娠週数と奇形発生率の関係
今回開発した装置によれば、被曝妊娠週数と奇形発生率の間に有意の差を認めなかった。

($\chi^2 = 0.0050$)このことは、本装置による超音波エネルギー(10mw/cm²以下)が、生体作用として閾値(threshold)以下であることを示唆している重要な知見と考えられる。

2, 超音波被曝妊娠週数と流産率の関係

前項において、奇形発生率に有意差が認められない場合、最大の問題点は、超音波エネルギーの生体作用が大きすぎるため、子宮内胎児死亡を起しているのではないかということである。しかし、今回の結果によれば、流産率は、むしろ、器官形成期以後の被曝症例において増加していた。($\chi^2 s=14.40$)

このことは、流産に関しては、超音波エネルギーよりも、むしろ他の因子の影響が大きいことを示唆している。

3, 超音波 Doppler 法の陽生化妊娠週数

以上の結果は、今回開発した装置の臨床的有用性を物語るものであるが、より慎重な態度としては、なるべく器官形成期(妊娠第12週以前)を避けて本装置を使用することが望ましい。

今回の結果によれば、慎重に対象を選んだ場合、陽性化妊娠週数が、1%の危険率に於いて、妊娠第13週であったことは、その意味で、極めて興味深い知見といえる。

II, 超音波断層法(パルス法)に関する研究

研究目的

もし、超音波エネルギーの生体作用に閾値(threshold)がないとした場合には、X線におけるスキャンのように、超音波照射によってえられた情報を記憶装置にメモリし、これを100%有効に処理してやることが重要となる。

我々は、スキャン・コンバーターを活用することにより同時表示方式(多感度, 多時相, 多層)を行ない、これによって、被曝量に比較して、診断効率をよくすることを目的として研究を行なった。

研究方法

スキャン・コンバーターの分解能が優れていることを利用して、同時表示方式(今回は多感度)の超音波診断装置を開発して検討を加えた。左の図は、開発した装置のブロック・ダイアグラムであり、右の図は、その動作状態を示したものである。

すなわち、受信感度を自動的に変化させ、これによってえられたエコーを位置ぎめ信号によってスキャン・コンバーターゲット面の9つの区域に書き込み、これをTV走査で読みとるものである。

研究結果

1, 送信繰返し週波数の低減

1枚あたりの送信繰返し周波数を20Hzに短縮させることが可能であった。

2, 超音波音響出力の低減

超音波音響出力を時間平均して、5mw/cm²以下とすることが出来た。

3, 階調性ならびに分解能の向上

写真に示すように、階調性は、最低6レベル以上であつて、分解能も、臨床上必要な情報を十分に提供しえた。

考 察

1, 送信繰返し周波数の低減

現在、広く使用されている超音波断層法の送信繰返し周波数は400~1200Hzである。

従って感度断層法の場合には、3 dbステップ
9枚の断層像として、超音波パルスの合計は、
(1000Hzの場合)1秒間に9000個であり、
これに、1枚の断層像を作るに必要な時間(数
10~100秒)を掛けたものが被曝量となる(断
面の設定に必要な時間を無視した場合)

今回の成績によれば、1枚当りの送信繰返し周
波数が20Hzであるため、超音波エネルギーの被
曝量を1/20~1/60に低減させることになる。

2. 超音波音響出力の低減

我々の装置は、受信気の感度を向上させ、これ
にスキャン・コンバーターを組合せてあるため、
超音波音響出力は、従来の超音波断層法の約550
分の1と優れた値となっている。

3. 階調性ならびに分解能の向上

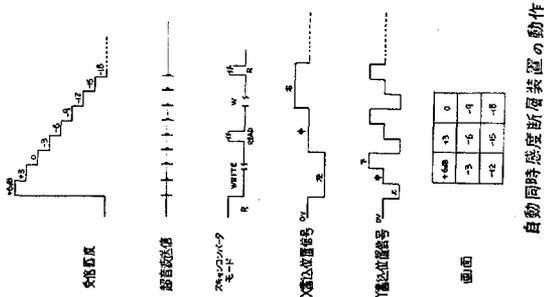
写真に示すような、階調性ならびに分解能がえ

られたことは、より豊富な診断情報を提供しうる
ことを意味しており、診断時間の短縮という面か
ら、超音波エネルギーの被曝量を低減できるこ
とを示唆している。

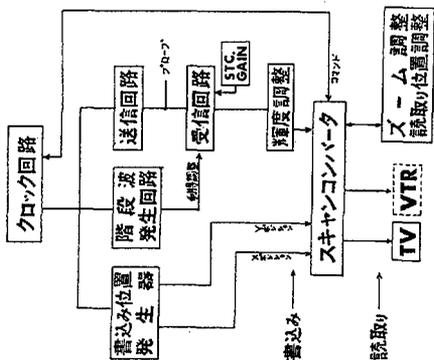
スキャン・コンバーターの記憶能力と分解能力
を利用することにより、階調性自動感度断層法の
開発に成功し、超音波エネルギーの低減のみなら
ず、臨的にみても優秀な感度断層像をうること
ができた。

本研究の要旨は、日本超音波医学会第27回研
究発表会ならびに日本超音波医学会第28回研究
発表会において講演した。

(飯塚理八教授の御指導に感謝する)

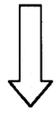


自動同時感度断層装置の動作

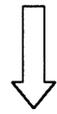


自動同時感度断層装置のブロック図





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



,超音波 Doppler 法(連続波)に関する研究

研究目的

X 線と異なり,超音波の生体作用に閾値(threshold)のあることが示唆されつつある。現在,超音波診断装置が生体に及ぼす超音波エネルギーを抵減させることは,将来の医政に直接関係する重大な問題である。