

II. 超音波パルス波の胎児に対する安全性に関する研究 (分科会総括研究報告書)

鳥取大学医学部産科婦人科学教室

前田 一雄

1. 研究目的

今日の産科では超音波診断装置の使用が広く普及し、臨床検査に用いられている。超音波連続波を用いるドブラ法装置が産科に導入されると、その有用性のためにたちまち100%に用いられるようになった。超音波診断によって胎児や新生児に異常を生じた報告はみられず、一般的検討でも障害の可能性はなく、妊娠中に超音波診断をうけた児の出生後生育についても対照例と変りないと報告もあった。しかし児に超音波エネルギーが与えられるのは事実なのであるから、昭和46年ごろから胎児への作用に注意が向けられ、47年からは厚生省心身障害研究班でもこの問題が取り上げられ、5年の研究のうちに、超音波連続波の作用閾値にくらべて診断装置の超音波音響強度は著しく小さく、約200倍の安全域を有する可能性が示唆された。

連続波を使用するドブラ装置については、このように大きな成果がえられたが、一方超音波パルス波を利用する装置、すなわち超音波断層装置もその普及につれて注目され、時間的平均音響強度は小さいけれども、ピーク値その他の点に関する問題点が考慮されるようになった。まず手動複合接触走査について本問題が提示されたが、さらにここ数年来の高速自動走査法の導入、ことに電子走査法の応用が産科領域にもみられるようになり、その高い診断能力と便利さが一般に知られるに至って急激な普及がみられるようになり、したがって超音波パルス波に関する検討も急務とされるようになった。

超音波パルス波は連続波よりも測定や特性表示が複雑で、ことに電子走査では1秒間に数10枚の画素が作られ、あるいは超音波音束の集束が行われるなど、測定面で今後新しく解決の必要な問題もある。アメリカ超音波医学会生体作用委員会¹⁾では、平均 100 mW/cm^2 以下では認むべき生物学的効果がなく、また1~500秒のあいだでは音響強度と照射時間の積が 50 ジュール/cm^2 以下なら前記値より高い強度でも作用を示さないとの見解を発表しているが、産科領域でもこれらの意見を参考としながらさらに検討を進めることが必要である。

2. 研究経過並びに結果

(I) 染色体、培養細胞、妊娠動物に対する超音波パルス波の影響に関する研究

一般に、微弱な超音波は染色体異常発生を増加させないとされている。非常に強力な超音波照射ではむしろ染色体全体の破壊が起こる。坂元らの研究でも連続波照射による異常の増加はみられなかった。中村はRaji細胞M期に 5 W/cm^2 の連続波を30分間照射して脱コイル染色体出現の増加をみ、またリンバ芽球の同様照射で染色体の凝集や粘着を認め、高出力超音波による蛋白分子変性作用と推定した。

連続波の培養細胞照射では、坂元らは増殖速度の変化を認めず、中村らはRaji細胞M期の照射で抑制をみた。前田らは、培養細胞の生理食塩水浮遊液に連続波回転照射を行って、 0.8 W/cm^2 をこえる領域に増殖曲線抑制閾値の存在を推定したが、さらに連続波発振器を改造して $160\text{ }\mu\text{S}$ 幅パルス波を発生させ、最大出力で増殖抑制傾向をみたが、低出力での検討や、定格化装置の短か

いパルス波による実験はさらに今後に残されている。

妊娠動物に対する照射で、連続波では、坂元ら、清水ら、いずれも 1 W/cm^2 付近の胎仔異常発生閾値の存在を示唆する成績をえているが、パルス波については、坂元らが 2.5 MHz 、平均 0.6 W/cm^2 (ピーク 2.2 W/cm^2) で胎仔の奇形発生率が高いことをみた。さらに今後の定格化装置による検討が期待される。

(2) 超音波パルス波の胎児・母体生理に及ぼす影響に関する研究

中村らは、前記の、染色体や培養細胞に対する影響の検討のほか、マウス胎仔の連続波照射を行い、 1 W/cm^2 で胎仔死亡が多く生存胎仔数が少ない傾向を認めた。関場らは、 2.25 MHz 、パルス幅 $2\text{ }\mu\text{S}$ 、 500 Hz 、平均 0.58 mW/cm^2 のパルス波を集束して焦点最大音響強度を 9.5 mW/cm^2 とし、ラット着床前胚に連続 12 時間照射したが、胚の形態変化は認められず、また移植率は 100% 、胎仔生存率 80% で、対照群ではそれぞれ 57.1% 及び 87.5% であった。生存胎仔平均重量に対照と差がなく、照射群に外表奇形はみられなかった。

穂垣は直径 1 mm のマイクロホンを用い、かなりの程度に定量的な *in vitro* の音場分布解明に成功し、竹村は最近の電子スキャン装置定格出力の実態把握につとめ、妊娠 $2\sim 3$ カ月への応用が全く野放図ではありえないことを従来の報告と溶血実験から示した。電子スキャンに関して、出力測定や表示法の統一などにも十分基礎的な検討が必要なことを示し、将来総量規制の方向が必要と提唱した。

(3) 超音波装置の開発・改良に関する研究

これまで連続波についての研究でも明らかにされたように、超音波出力が明らかで、かつ定格化された一定仕様の実験用照射装置を用いることは、超音波照射実験に基き重要な要件であるが、井出は動物実験用パルス超音波照射装置の開発を担当し、本装置に具備すべき条件の検討や装置仕様の決定を目標として研究し、発生超音波周波数、パルス幅、繰返し周波数、音響強度(ピーク及び平均値)を決定し、出力監視法その他についても検討した。

諸橋らは、超音波画像の三次元的観察装置では超音波エネルギーを高い効率で利用できる述べ、診断情報を増加させることをも目的とした超音波画像立体視装置を追求し、角錐状走査による平面立体視像の有利なことを示した。竹内は特殊な生体内マイクロホンを用いて超音波の生体内における伝搬と吸収を検討し、 $0.6\sim 1.8\text{ dB/cm}$ の減衰率をえた。

(4) 超音波胎児診断の疫学的研究

坂元らは、超音波ドブラ診断装置導入前後 9 年間にわたる奇形発生を検討したが、導入後に特に奇形発生が増加する傾向を認めなかった。中村らは、妊娠初期超音波ドブラ装置使用により流早産や児奇形増加の傾向を認めず、また照射時期や照射回数にもこれらとの関係を認めなかった。竹内は、今後本研究班及び産科婦人科 M E 問題委員会に配布して疫学調査を行うための調査用紙を作成した。現在調査進行中であり、回収ののちコンピュータ処理が行われる予定である。

参 考 文 献

1. AIUM bio-effects committee ; Statement on mammalian *in vivo* ultrasonic biological effects. J. Clin. Ultras. 5: 2, 1977.

↓
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
↓

1. 研究目的

今日の産科では超音波診断装置の使用が広く普及し、臨床検査に用いられている。超音波連続波を用いるドブラ法装置が産科に導入されると、その有用性のためにたちまち 100%に用いられるようになった。超音波診断によって胎児や新生児に異常を生じた報告はみられず、一般的検討でも障害の可能性はなく、妊娠中に超音波診断を受けた児の出生後生育についても対照例と変りないとの報告もあった。しかし児に超音波エネルギーが与えられるのは事実なのであるから、昭和 46 年ごろから胎児への作用に注意が向けられ、47 年からは厚生省心身障害研究班でもこの問題が取り上げられ、5 年の研究ののちに、超音波連続波の作用閾値にくらべて診断装置の超音波音響強度は著しく小さく、約 200 倍の安全域を有する可能性が示唆された。