

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

(分担研究報告書)

大阪大学医学部産科婦人科学教室

分担研究者 倉 智 敬 一
研究協力者 中 村 徹
穂 垣 正 暢
関 場 香

本研究の目的は、現在産婦人科領域で、極めて有用な診断装置として普及している超音波断層装置を、いかに安全に有効に利用するか、さらに安全で精度の高い装置を開発するか、また胎芽胎児に影響があるとするれば、どの程度の音響強度でどのような影響があるかを解明していく事にある。

1. 生物学的効果の検討

この照射実験において本分科会の井出により設計された標準型の実験用パルス超音波発生装置を用いた。

a. 妊娠マウス胎仔への影響

研究協力者、中村、高林らは高出力パルス超音波をマウスに照射し、胎仔の器官形成期に与える影響を調べた。実験動物は C₃H/He マウスを使用し妊娠 8 日目に腹部を剃毛し、37°C 脱気水中に探触子より 10cm 離し、5 分間照射した。照射条件は繰り返し周波数を 1000 Hz とし、1 群 (パルス幅 10 μ sec, ピーク出力 58.6 W/cm², 平均出力 0.586 W/cm²), 2 群 (パルス幅 10 μ sec, ピーク出力 29.7 W/cm², 平均出力 0.297 W/cm²), 3 群 (パルス幅 5 μ sec, ピーク出力 59.4 W/cm², 平均出力 0.297 W/cm²), 4 群 (パルス幅 5 μ sec, ピーク出力 33.8 W/cm², 平均出力 0.169 W/cm²), 5 群 (パルス幅 3 μ sec, ピーク出力 56.3 W/cm², 平均出力 0.169 W/cm²) とした。妊娠 18 日目に帝王切開により生存胎仔を娩出せしめたところ、1 群と 3 群に有意に奇形発生が多く認められた。発生した奇形は、脳ヘルニア、脊椎裂、腹壁ヘルニアである。

以上の結果より催奇形性に関与しているのは平均音響強度よりも、ピーク出力であると推測されるが、第 5 群のピーク出力は高いが、パルス幅が 3 μ sec と小さい場合、奇形発生率が低い事も考えると、パルス幅も関与している可能性が示された。

次にピーク値 45 W/cm² 附近でパルス幅 10 μ sec, 5 μ sec についても照射を行なったが、奇形発生は有意に増加しなかった。この事よりピーク値に関する閾値は 60 W/cm² 附近にあることが考えられた。

b. 体外培養着床前胚に対する影響

研究協力者、関場、赤松らは、Wister 系妊娠ラットより採取した Late morula, 及び early blastocyst のステージの着床前胚にパルス超音波を照射した。その結果、平均出力 0.03 W/cm² で 12 時間照射した群には、発育遅延等の影響は見られなかったが、0.6 W/cm² (平均) の照射では 60 分間照射で発育が進む傾向がみられ、12 時間照射で発育の遅れる胚が増加した。この場合のピーク出力は約 60 W/cm² であった。

c. 染色体に対する影響

倉智、末原らはヒト末梢リンパ球の染色体に対する検討を行なった。分裂前期に 60 分間照射しコルヒチン処理の後観察した。照射条件は、繰り返し周波数 1000 Hz, 500 Hz, 250 Hz, パルス幅 10 μ sec, 5 μ sec, 平均音響強度 500 mW/cm², 300 mW/cm², 250 mW/cm², 120 mW/cm², 100 mW/cm² と変化させ、染色体への影響を観察したが、繰り返し周波数 1000 Hz, パルス幅 10 μ sec, ピーク出力 50 W/cm², 平均出力 500 mW/cm² の最大出力でも有意な差は認められなかった。

d. 赤血球溶血に関する検討

倉智、千葉らは赤血球の溶血、形態変化を検討した。診断用装置 USP-1 型照射装置を用いたが、いずれにおいても、赤血球の溶血や形態変化は有意には増加せず、赤血球の変化は環境温度の変化による事を示した。本実験における最大の照射条件は、平均出力 0.57 W/cm², ピーク出力 57 W/cm², パルス幅 10 μ sec, 繰り返し周波数 1000 Hz である。

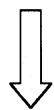
2. 装置の改良による照射量減少の検討, および妊娠初期超音波検査の効率と診断時期適正化の検討。

倉智, 千葉らは電子スキャン超音波断層法の妊娠初期診断における診断効率を, 血中 HCG, HPL, progesterone 定量法と比較検討した。その結果, HCGやHPL, progesterone の定量値はGSの長径のみによる予後判定とほぼ同等の診断効率である事を示し, これら初期胎盤機能値の低下は胎芽死亡の結果である事を示した。多変量解析診断法を用いる事により胎芽死亡と胎芽生存群との判別は正診率97%まで上昇させる事を示した。しかしこの胎芽生死に関する診断は100%の正診率を要求される事を考え, 客観的事象のみによって妊娠週数を判定し, GSの存否, 胎芽(児)心拍動の存否, GSの成長を中心にした枝わかれ診断法を考案し, その external check を行なった。その結果最高2回の検査で臨床的に効率よく, 電子スキャン超音波断層装置を使用し得る事を示した。

穂垣は探触子の走査方向と直角の方向の不要応答は目的のエコー後面に長く尾を引く像として観察される事を示し, これを減少させる方法として, まわし電極の採用と, 超音波レンズの使用を提案した。また生体内での超音波強度測定のためのモデル制作を基礎的に検討した。

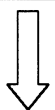
ま と め

以上のようにパルス超音波照射の生体への影響では, 中村, 関場他の研究により, 平均音響強度 $0.6\text{W}/\text{cm}^2$ 付近, ピーク出力 $60\text{W}/\text{cm}^2$ 付近に閾値がある事が示された。52年度の竹村の調査では, 診断装置のカタログ音響出力は測定方法, 表示方法とも統一されておらず, 今後, 統一する必要がある事も示された。現在使用されている診断用装置はピーク値, 平均出力とも今回考えられた閾値の $1/100$ 程度と考えられる。今後これらの研究をもとに, 超音波断層装置が, さらに有用に安全に広く使用され, 産婦人科臨床に寄与する事を望みたい。



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



本研究の目的は、現在産婦人科領域で、極めて有用な診断装置として普及している超音波断層装置を、いかに安全に有効に利用するか、さらに安全で精度の高い装置を開発するか、また胎芽胎児に影響があるとすれば、どの程度の音響強度でどのような影響があるかを解明していく事にある。