

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

竹村 晃

本分担研究の目的は母児の生理を指標として、パルス超音波診断装置の安全性を究明することにあるが、まず東北大、中村徹氏らは従来よりのマウス胎仔に対する連続超音波照射実験を続行して、 1 W/cm^2 照射群では対照群に比し、胎仔死亡が多く、生存胎仔数が少ない傾向を認めた。Raji 細胞のM期に 5 W/cm^2 の連続超音波を30分間照射した所、非照射コントロール群およびS-G₂ 期60分照射群に比べ、10倍の頻度で、脱コイル染色体が出現した。なお東北大産婦人科で昭和52年1月1日から12月31日の間に超音波断層検査を受け、出生した児につき、外表奇形を検討した成績では、施行例の直前に出生した非施行例を対照とする時、何ら有意差を認めなかった。

次に関場香氏は、Aloka USI-10 の超音波パルス (2.25 MHz, パルス幅 $2\ \mu\text{sec}$, くり返し周波数 500 Hz, 平均超音波強度 0.58 mW/cm^2) を直径 30 mm, 曲率半径 100 mm の振動子を以って集束させ、焦域最大超音波強度は約 9.5 mW/cm^2 のものを、Wistar 系ラットの着床前胚 (交配 96~99 時間の late blastocyst) に Rose の培養器中にて、連続 12 時間照射した。ついで位相差顕微鏡下に胚の形態的变化を観察した後、blastocoele のある胚を、同期化した同系雌ラット子宮内に移植、交配後 19 日にて開腹し胎仔の異常を観察した。その結果、パルス波照射群は対照と同様、変性膨化等の形態的变化は認められず、移植着床率も 100%, 胎児生存率は 80% であった。ちなみに対照群の着床率は 57.1%, 生存率 87.5% であった。生存胎仔の平均重量にも差はなく、照射群にも外表奇形は観察されなかった。

穂垣正暢氏は、ハート面から電子スキャン探触

子のとくに焦点近傍における超音波パルス波形の計測に取り組み、直径 1 mm ϕ のハイドロホンを用いて、かなりの程度、定量的、in vitro における音場分布の解明に成功した。

班員、竹村晃は、最近の電子スキャン超音波断層装置の急速な普及と、その妊娠初期への応用に鑑み、その各機器における定格出力の実態把握に努めると同時に、その妊娠 2~3 カ月への臨床応用が、全く野放図ではありえないことを、従来の報告および溶血実験の成績から示した。すなわち米国超音波医学会 1975 年の報告では、 $0.1\text{ W/cm}^2 \times 500\text{ sec} \leq 50\text{ joules/cm}^2$ 以内の範囲であれば、より短い時間ではもう少し強い出力でも、何ら生物学的作用はないとしているが、現実に市販されている電子スキャン等の断層法における超音波パルスのピーク出力は $0.13 \sim 5\text{ W/cm}^2$ となっており、 5 W/cm^2 は焦点附近の最大出力を直径 1 mm ϕ のハイドロホンで計ったものであるから、平方センチメートル当りではかなり割り引いて考えねばならぬとしても、局部的、瞬間的に 1 W/cm^2 を越える超音波が、幼若胎芽にいかなる影響があるかは、十分に検討されねばならない。平均出力に関しては定義の仕方もマチマチで、電子スキャンの場合でも単一固定発信子として $1.3 \sim 5.2\text{ mW/cm}^2$, フレーム数による空間平均としては $0.056 \sim 0.25\text{ mW/cm}^2$ で、一段と低い値を示す。ただここで、従来の手動コンパウンド法の平均出力でも 0.025 mW/cm^2 という低い出力に抑えている機器もあることは特筆に値する。いずれにせよ、平均出力に関して、断層法パルス超音波は、ドブラ法連続波に比し、かなり低いエネルギーレベルにあることは間違いなく、竹村による溶血実験の成果も、それをはつき

りと裏づけている。がしかし、断層法の超音波エネルギーによっても、長時間連続照射すると、非照射群に比べ、ある程度の溶血効果があることは従来からも示され、今回、市販されている電子スキュンの探触子上に直上に接して、20時間連続照射した成績からも、それは明瞭に示された。もちろんこの検定法にも種々の問題があり、現実には、もつと短い時間で、比較的離れた所から、ある程度散乱減衰したエネルギーが加わることになる。しかし今後、電子スキュン超音波診断を進めて行く上で、非常に重要なことは、照射するエネルギー量を、単位面積当たりの超音波強度 (W/cm^2) のみならず、照射時間や空間照射による総量としても、とらえられねばならないことであり、それには物理的な出力測定、表示法の統一等に関して、十分基礎的な検討が必要なが明らかにな

った。例えばビームの集束による focusing を行う場合には、トランスジューサ表面の数倍の強度が焦点近傍に集中し、その密度も mm^2 と cm^2 の表現法とでは大いに異なってくる。平均出力でもフレーム数を考慮に入れる場合は、そうでない場合の数十分の1になるが、自動スキュンによって胎芽全体が曝射されることを考えると、問題が残されている。

かくのごとく、とくに電子スキュン等のパルス法超音波診断手段は、現在の所、直接的な障害が臨床的に証明されているわけではないが、今後、飛躍的にその応用が広まることを考えると、なお一層安全を期し、基礎的臨床的に十分な検討が加えられるよう期待したい。

↓
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
↓

本分担研究の目的は母児の生理を指標として、パルス超音波診断装置の安全性を究明することにあるが、まず東北大、中村徹氏らは従来よりのマウス胎仔に対する連続超音波照射実験を続行して、1W/cm² 照射群では対照群に比し、胎仔死亡が多く、生存胎仔数が少ない傾向を認めた。Raj1 細胞の M 期に 5W/cm² の連続超音波を 30 分間照射した所、非照射コントロール群および S-G2 期 60 分照射群に比べ、10 倍の頻度で、脱コイル染色体が出現した。なお東北大産婦人科で昭和 52 年 1 月 1 日から 12 月 31 日の間に超音波断層検査を受け、出生した児につき、外表奇形を検討した成績では、施行例の直前に出生した非施行例を対象とする時、何ら有意差を認めなかった。