

UNIVERSITÀ “*CAMPUS BIO-MEDICO*” DI ROMA

*FACOLTÀ DI INGEGNERIA*  
LAUREA IN INGEGNERIA BIOMEDICA

**EFFETTI BIOLOGICI DEGLI ULTRASUONI**

Docente di riferimento  
*Dott. Ing. Franco Marinozzi*

Laureando  
*Lorenza Fiorentino*

ANNO ACCADEMICO 2001/2002

## *Abstract*

L'uomo è da sempre soggetto a radiazioni, naturali o artificiali che esse siano. Una radiazione non è altro che un'oscillazione che si propaga nello spazio, trasportando energia ma non materia. Le radiazioni sono solitamente suddivise in: meccaniche, elettromagnetiche e corpuscolate secondo la classificazione fisica; ionizzanti e non secondo quella radiobiologica. Gli ultrasuoni sono radiazioni meccaniche, non ionizzanti. Esse vengono per lo più generate grazie alle proprietà piezoelettriche di alcune ceramiche (quarzo) che trasformano una tensione alternata posta ai capi del cristallo in un'onda acustica di pressione.

L'apparente innocuità unita alla versatilità e all'efficacia del loro utilizzo ha spalancato le porte all'impiego degli ultrasuoni. L'esperienza mostra però che è cosa saggia frenare l'euforia iniziale delle novità basandosi su un'oculata scelta e delle effettive necessità e delle migliori condizioni di impiego. Di qui l'utilità di trattare un argomento di rilevante importanza perché strettamente correlato alla salvaguardia della salute umana e allo stesso tempo di cui tuttora non si conosce abbastanza.

Premettendo che è sbagliata l'accettazione incondizionata dell'uso degli ultrasuoni, occorre sottolineare che non è neppure corretto il rifiuto categorico del loro utilizzo. Vari esperimenti, i cui risultati mi accingo a menzionare, sono stati condotti per determinare quali sono le condizioni non a rischio per la salute umana in termini di intensità, frequenza e durata dell'esposizione. Nasce così il concetto di soglia, fondamentale in quest'ambito, superata la quale è necessario sapere che ci si sta dirigendo progressivamente verso un terreno minato. Si distinguono pertanto due range, il diagnostico e il terapeutico, aventi intensità rispettive di 0.001-1W/cm<sup>2</sup> e 1-1000W/cm<sup>2</sup>. Nota la possibilità che si verifichino degli effetti collaterali maneggiando alte intensità, quello che ci si propone di scoprire è se si debba temere il verificarsi di taluno di questi effetti anche adoperando range diagnostici.

Proseguirò quindi dapprima nell'analisi dei meccanismi di danneggiamento fisico distinguendoli in termici (riscaldamento) e non (streaming, cavitazione stabile, cavitazione transitoria, effetto delle onde stazionarie, effetti non lineari), quindi cercherò, dati alla mano, di collegare il verificarsi di quale evento, in corrispondenza a quale meccanismo, nonché intensità.

Un'onda sonora, quando attraversa un corpo, subisce i fenomeni della riflessione e della rifrazione. Quest'ultima rappresenta la quota parte dell'energia incidente che è effettivamente trasmessa, ed è proprio questa la fonte del riscaldamento dei tessuti in seguito al suo assorbimento. Il riscaldamento è dimostrato essere teratogeno, pertanto è un effetto su cui si è molto insistito. Dato che tessuti diversi hanno coefficienti di assorbimento diversi, e che nel passaggio attraverso i tessuti l'ultrasuono può essere più o meno attenuato e quindi può essere indotto un maggiore o minore assorbimento in dipendenza della discrepanza tra le impedenze acustiche dei tessuti attraversati. Il maggiore interesse è volto verso quella pratica clinica che ne fa uso in pazienti talmente piccoli da meritare ogni riguardo, ovvero l'ecografia prenatale.

Effetti su feti animali hanno messo in luce l'importanza dell'età gestazionale nel determinare il tasso di incidenza e l'entità del danno, oltre sicuramente alle condizioni di esposizione (intensità, frequenza e durata) impiegate.

Oltre al delicato periodo qual è quello della gestazione, argomento che risulta tanto a cuore ai ricercatori, si passa all'analisi di altri aspetti meritevoli di attenzione quali la degradazione del DNA in seguito ad esposizione ultrasonora, con le sue varianti (despiralizzazione della doppia elica e separazione dei due filamenti) aberrazioni cromosomiche presenti in forma di translocazioni, inversioni, formazione di anelli e di centrisimo. Vedremo ancora effetti sulla proliferazione cellulare che risulta visibilmente ridotta; la formazione di radicali liberi come conseguenza della cavitazione; ed ancora l'emolisi in seguito a onde d'urto provocate dalla cavitazione transitoria; la variazione della permeabilità delle membrane; cambiamenti reversibili e non nella conduzione delle fibre nervose etc...

Tutto questo sta a sottolineare l'importanza di non ignorare la pericolosità, a prima vista nascosta, di una procedura che tuttora dà tanto quale l'impiego degli ultrasuoni e nel contempo si ravvisa la necessità di saperne fare un uso oculato.