

eHealth

Innovazione e Tecnologia in Ospedale

AIIC
Associazione
Italiana
Ingegneri Clinici

32

set/ott 2014

ECM
CFP
corso in HTA

10
crediti formativi

INTERACTIVE NEWS

ISSN 2038 - 4238

Bimestrale - Anno VI - Poste Italiane S.p.A.
Sped. in Abb. Postale - D.L. 353/2003
(conv. in L. 27/02/2004 n. 46) Art. 1 Comma 1 - DCB Roma
contiene I.R.

primo piano



Governo delle
tecnologie biomediche,
le sfide della Regione
Piemonte

citopatologia



La citologia digitale
tra tecnologia e tablet.
Sviluppi e opportunità

imaging digitale



La nuova piattaforma
radiologica della A.O.
SS. Antonio e Biagio
e Cesare Arrigo
di Alessandria

Il protagonista del mese
Ernesto Pasquini

Direttore del U.O.C. Area Metropolitana
Otorinolaringoiatria azienda USL di Bologna

in allegato
speciale
sala operatoria
ibrida

ediseef



Francesco Frigerio

autore

*Centro di Ricerche
Ambientali, Fondazione
Salvatore Maugeri, Pavia
Associazione Italiana di Fisica
Medica*

Si fa presto a dire ultrasuoni

INTERACTIVE NEWS

Nel dominio dell'acustica la nozione di "ultrasuoni" per le frequenze superiori a 20 kHz identifica fenomeni e applicazioni anche molto diverse fra loro. La percezione del rischio da parte del pubblico inoltre è spesso tale da sovrastimare il pericolo mentre gli ultrasuoni tendono a essere considerati sicuri. La letteratura scientifica sembra divisa in due parti, apparentemente non comunicanti tra loro

La nostra specie è dotata, come quasi tutto il regno animale, di un apparato efficiente e sensibile (gli occhi) per rivelare le onde elettromagnetiche in un certo intervallo di frequenze che interpreta come luce, ma utilizza ampiamente, attraverso la tecnologia, radiazioni elettromagnetiche in tutto lo spettro.

Lo stesso accade per le onde acustiche, anche se effetti e applicazioni delle onde sonore, al di là di ciò che percepiamo "a orecchio", sono meno conosciuti.

Per tutti gli intervalli dello spettro elettromagnetico esistono infatti definizioni, metodi di valutazione e regolamentazioni abbastanza precise e ormai acquisite, anche dove eventuali effetti nocivi non sono accertati.

Nel dominio dell'acustica viceversa, la nozione di "ultrasuoni" per le frequenze superiori a 20 kHz identifica fenomeni e applicazioni anche molto diverse fra loro.

La percezione del rischio da parte del pubblico inoltre è per i fenomeni elettromagnetici spesso tale da sovrastimare il rischio mentre gli ultrasuoni tendono a essere considerati sicuri.

La letteratura scientifica sembra divisa in due parti, apparentemente non comunicanti tra loro.

Chi si occupa di prevenzione e sicurezza negli ambienti di lavoro ha raggiunto un certo consenso sul fatto che gli ultrasuoni che si propagano in aria a frequenza compresa tra 20 e 100 kHz possono avere effetti sull'orecchio anche se l'uomo riesce a percepire, come un fischio acuto e fastidioso, solo le componenti a frequenza inferiore generate dal sistema insieme all'onda principale, chiamate subarmoniche.

Nella letteratura medica emerge periodicamente il dibattito sugli effetti degli ultrasuoni introdotti nel corpo a scopo diagnostico e terapeutico. Questo dibattito è interessante perché mentre la classica diagnostica ecografica utilizza ultrasuoni a frequenza superiore al MHz, con intensità tali da non causare allo stato attuale delle conoscenze effetti significativi, si stanno sempre più diffondendo applicazioni a scopo estetico, che utilizzano frequenze < 50 kHz e con intensità in grado di indurre effetti quali la distruzione di strutture cellulari, la formazione di radicali liberi e la sonoluminescenza il cui rischio deve essere ancora studiato.

Il D.Lgs 81/08, il famoso Testo Unico sulla sicurezza sul lavoro, identifica gli ultrasuoni fra gli agenti fisici di rischio la cui valutazione è obbligatoria, senza fornire ulteriori precisazioni; le linee guida emanate dall'INAIL per l'interpretazione del decreto rimandano semplicemente ai limiti per gli ultrasuoni a bassa frequenza sopra citati.

L'idea alla base di questo articolo è quella di illustrare come le onde acustiche interagiscono con la materia, compresa quella vivente, e come la semplice proprietà di essere "onde" comporta fenomeni che già conosciamo per le onde elettromagnetiche.

LA FISICA DELLE ONDE ACUSTICHE

Dal punto di vista della fisica, il suono è la propagazione, in un mezzo, di onde longitudinali di compressione del mezzo stesso.

Su internet si trovano ovviamente diverse pagine divulgative sull'argomento: un sito interessante, dove si trovano anche le illustrazioni di questo articolo, è <http://fisicaondemusica.unimore.it> che è un vero laboratorio didattico interattivo dove i concetti illustrati si possono visualizzare mediante animazioni.

Una rappresentazione realistica delle onde longitudinali è riportata in Figura 1.

Il numero di cicli di compressione e rarefazione nell'unità di tempo è detto frequenza, misurata in Hz.

L'inverso della frequenza è il periodo T , espresso in secondi, e la distanza percorsa dalla perturbazione in un tempo pari a un periodo è detta lunghezza d'onda.

Vale quindi la relazione

$$(1) \quad \lambda \cdot \nu = \frac{\lambda}{T} = v_m$$

dove v_m è la velocità di propagazione della perturbazione nel mezzo; l'equazione è la stessa che si applica alle onde elettromagnetiche.

All'interno di un gas, le uniche onde che si possono propagare sono quelle longitudinali del tipo di quelle rappresentate in Figura 1. All'interno di un solido, le cui molecole sono legate tra loro da forze che tendono a mantenerle intorno ad una posizione fissa, possono propagarsi anche onde di tipo trasversale, come quelle rappresentate in Figura 2.

La velocità di propagazione delle onde trasversali è in questo caso funzione dell'elasticità del mezzo. Un mezzo si dice elastico se, in seguito ad una deformazione, esso sviluppa forze interne che tendono a ripristinarne forma e dimensioni originali.

Un aspetto molto importante della propagazione per onde è che quando un fronte di onde incontra un ostacolo o una fenditura della stessa di-

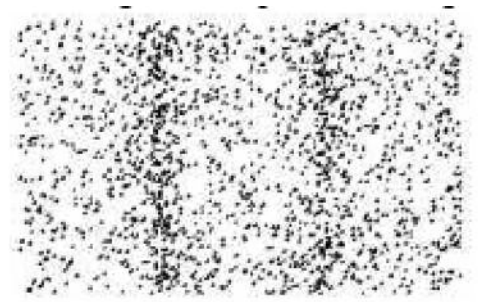


Figura 1: onda di compressione generata dalla propagazione del suono in aria

Nella propagazione in un mezzo qualsiasi, le onde acustiche si attenuano con la distanza.

Questa attenuazione è, in generale, maggiore alle frequenze più alte. Una verifica empirica di questo fenomeno si può avere facendo caso al fatto che a distanza di alcuni chilometri da una discoteca è difficile distinguere il genere di musica proprio perché solo le note più basse sono percepibili

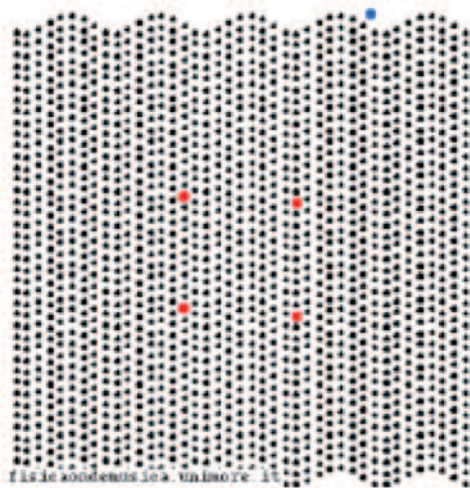


Figura 2: onde trasversali in un solido

mensione della lunghezza d'onda, come mostrato nella Figura 3, il fronte di onde (longitudinali) si "rompe" (in latino diffractus) per ricostituirsi al di là della fenditura. Un'altra classe di fenomeni nei quali sono coinvolte le onde è quella legata alle differenze nella velocità di propagazione nei diversi materiali.

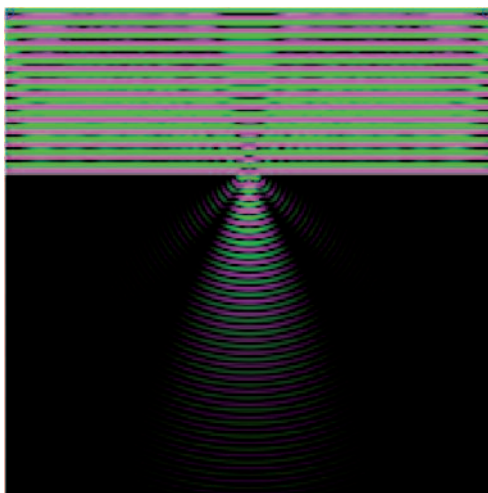


Figura 3: il fronte di onde piane nella parte superiore della figura incontra una fenditura delle stesse dimensioni della lunghezza d'onda e si ricostituisce al di là della fenditura che si comporta come una "nuova sorgente"

Ciascun materiale può essere per praticità caratterizzato da una grandezza chiamata

impedenza acustica data da

$$Z = \rho \cdot v_m \quad (2)$$

dove ρ è la densità e v_m è la velocità di propagazione nel materiale.

Il termine impedenza deriva dal fatto che la Z descrive come il mezzo si oppone al passaggio delle onde.

L'energia che un'onda acustica deposita sull'unità di superficie, si definisce Intensità.

Si dimostra che l'intensità di un'onda sonora è legata alla pressione efficace che incide sulla superficie dalla relazione

$$I = \frac{P_{eff}^2}{Z} \quad (3)$$

Si parla di pressione efficace perché, istante per istante, la pressione varia, un formalismo matematico che non è il caso di introdurre qui permette di descrivere l'"effetto" di questa pressione sulla superficie incidente.

Il concetto di impedenza ci serve per capire cosa succede quando un fascio di onde attraversa l'interfaccia due mezzi diversi.

Tralasciando la dimostrazione formale, possiamo descrivere, in termini dell'impedenza acustica i valori dei coefficienti di riflessione R e di trasmissione T di un'onda sonora all'interfaccia fra due mezzi.

Siano Z_1 l'impedenza acustica del mezzo 1 e Z_2 l'impedenza acustica del mezzo 2.

Il coefficiente di riflessione ovvero il rapporto fra l'intensità dell'onda sonora riflessa rispetto a quella incidente (in direzione ortogonale) è dato da:

$$R \equiv \frac{I_r}{I_i} = \frac{(Z_2 - Z_1)^2}{(Z_2 + Z_1)^2} \quad (4)$$

Il coefficiente di trasmissione è invece dato da

$$T \equiv \frac{I_t}{I_i} = \frac{4 \cdot Z_1 \cdot Z_2}{(Z_2 + Z_1)^2} \quad (5)$$

Coerentemente con il significato di impedenza descritto sopra, se Z_1 e Z_2 sono molto diverse R tende a 1 e T è molto piccolo; se viceversa i valori sono molto vicini (adattamento di impedenza), il coefficiente di riflessione tende a zero e

l'intensità acustica rimane poco attenuata al passaggio della superficie di interfaccia.

L'impedenza si misura in $\text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$, unità detta Rayleigh (Rayl). I valori riportati nella Tabella 1 mostrano un primo dato importante: le onde so-

Mezzo	Impedenza acustica (Rayl)
Aria	4,00E-03
Acqua	1480
Fegato	1640
Muscolo	1700
Osso	7800

Tabella 1: impedenza acustica di diversi mezzi

nore convogliate all'interno dei tessuti si trasmettono all'aria in modo estremamente inefficiente.

L'ecografia si basa proprio sulla ricostruzione numerica di immagini basate sulla differenza di impedenza acustica dei diversi tessuti.

Tornando alla Figura 1, si può affermare che la velocità del suono è data dalla distanza tra due fronti d'onda (le regioni più dense nella figura), divisa per il tempo che intercorre tra l'emissione di un fronte e l'altro.

In questo senso, si capisce che la frequenza è una proprietà della sorgente sonora, per esempio un pistone che spinge l'aria in avanti e in dietro ad una certa velocità, mentre la lunghezza d'onda dipende dal mezzo.

Un osservatore che si trovi ad una distanza fissa dalla sorgente percepirà i fronti d'onda dopo un certo tempo rispetto all'istante nel quale viene generato per effetto della velocità di propagazione, ma sempre ogni 1/ secondi.

Se invece l'osservatore si allontana dalla sorgente, i vari fronti d'onda arriveranno ritardati sia per effetto della velocità di propagazione sia per effetto della velocità dell'osservatore.

In questo caso i fronti d'onda vengono percepiti con un maggiore intervallo nel tempo ovvero con una frequenza minore.

Al contrario, se l'osservatore si muove verso la sorgente, la frequenza percepita dall'osservatore in moto sarà maggiore.

Tutto questo prende il nome di effetto Doppler e viene ampiamente sfruttato per misurare la velocità degli oggetti in movimento, siano essi le automobili su una strada o il sangue all'interno del corpo umano.

Un caso particolare si ha quando la sorgente si muove verso l'osservatore ad una velocità maggiore di λv .

In questo caso la sorgente incontra i fronti di compressione che ha generato e li "perfora", generando una nuova sorgente sonora che si manifesta con il classico "bang" udibile quando transita un aereo che viaggia a velocità maggiore di quella del suono.

Nella propagazione in un mezzo qualsiasi, le onde acustiche si attenuano con la distanza.

Questa attenuazione è, in generale, maggiore alle frequenze più alte. Una verifica empirica di questo fenomeno si può avere facendo caso al fatto che a distanza di alcuni chilometri da una discoteca è difficile distinguere il genere di musica proprio perché solo le note più basse sono percepibili.

Le stesse proprietà che valgono per la propagazione in aria, si applicano alla propagazione all'interno dei tessuti.

L'intensità delle onde acustiche può variare di alcuni or-

Innovazione e Tecnologia in Ospedale NEI MERCATI ESTERI



I Made in Italy di e-Health sono una serie di pubblicazioni in **lingua inglese**, che nascono dalla collaborazione fra la redazione della rivista e-Health e gli organizzatori delle principali fiere internazionali. Il fine è quello di realizzare uno speciale che fornisca al lettore la fotografia della fiera partner, un focus sul mercato estero di riferimento e nello stesso tempo presentare i principali prodotti italiani legati alla tecnologia applicata in ambito ospedaliero.



MÉDITERRANÉE HE
4-5 novembre 2014

FRANCIA MARSIGLIA
dicembre 2014



EGYPT MEDICA

EGITTO IL CAIRO
maggio 2015



KIHE

KAZAKISTAN ALMATY
maggio 2015



medima
Siberia

RUSSIA NOVOSIBIRSK
maggio 2015



SALONS DE SANTÉ AUTONOMIE HE

FRANCIA PARIGI
maggio 2015



HOSPITAL BUILD & INFRASTRUCTURE MIDDLE EAST
CONSTRUCTION & CONGRESS

EMIRATI ARABI DUBAI
giugno 2015



Care Show
Shanghai - China

CINA SHANGHAI
agosto 2015



PUBLIC HEALTH

UCRAINA KIEV
ottobre 2015

Prenota la tua copia gratuita su
ehealthnews.it

dini di grandezza in pochi centimetri; quando una certa quantità varia, nel tempo o nello spazio, in un intervallo così ampio, è utile la rappresentazione in decibel.

Nell'acustica del rumore, si usa solitamente la scala in decibel di pressione sonora:

$$(6) \quad dB = 20 \log_{10} \frac{P}{P_0}$$

Dove P_0 è la minima pressione efficace udibile per un suono a 1000 Hz, ovvero 20 Pa.

Ricordando la (3), si può anche scrivere

$$(7) \quad dB = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

Il valore di riferimento dell'intensità acustica è 10^{-12} W/m^2 , la scala in intensità è utilizzata più spesso nelle applicazioni cliniche e industriali.

EFFETTI E APPLICAZIONI DELLE ONDE ACUSTICHE

Gli ultrasuoni, ovvero i suoni a frequenza $> 20 \text{ kHz}$ possono provocare effetti di tre tipi:

- effetti uditivi a bassa frequenza: fino a 90 kHz, possono esserci effetti di danno acustico all'orecchio, indipendentemente dal fatto che il suono sia udibile o meno; questi effetti, peraltro abbastanza controversi per le componenti $> 20 \text{ kHz}$, sono associati anche alle subarmoniche nel campo dell'udibile generate da sorgenti di ultrasuoni;
- effetti termici ad alta frequenza: a frequenze $> 1 \text{ MHz}$, l'assorbimento localizzato di ultrasuoni può provocare il riscaldamento del tessuto interessato; il danno è in funzione del calore accumulato e quindi della temperatura raggiunta;
- effetti di cavitazione a tutte le frequenze.

Come già notato, esistono diverse applicazioni tecnologiche che sfruttano onde acustiche a frequenza $< 20 \text{ kHz}$ per ottenere informazioni sulla struttura interna di manufatti, costruzioni strutture geologiche e altro ancora misurando l'intensità dello spettro trasmesso o riflesso. Possiamo citare il sonar, utilizzato in campo navale, il sistema RASS che segue con un radar la propagazione di un impulso sonoro in atmosfera per ottenere dati meteorologici, e molti sistemi di controllo non distruttivo di strutture.

PER IL TUO AGGIORNAMENTO PROFESSIONALE



abbonamento

1 anno (6 numeri)

~~€ 52,00~~

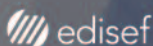
€ 44,00

ADERISCI ALL'INIZIATIVA!

info@edisef.it

www.ehealthnews.it

www.edisef.it



Via Antonio Toscani, 26 - 00152 Roma
tel 06 5373096 - fax 06 58200968
segreteria@edisef.it

Uno degli effetti delle onde acustiche più utilizzati dalla tecnologia e che comporta l'esposizione ad ultrasuoni, è la capacità di provocare la cavitazione nei liquidi.

Le onde sonore sono in grado di far crescere con una rapida espansione e successivamente far collassare le bolle di gas contenute in un liquido.

Il collasso della bolla può, sotto certe condizioni, sviluppare localmente temperature di migliaia di gradi con conseguente emissione di radiazione ottica (sonoluminescenza).

La cavitazione può avvenire a tutte le frequenze in funzione dell'impedenza del liquido.

Alle frequenze comprese tra 20 kHz e 40 kHz, la cavitazione viene indotta in acqua per pulire componenti meccanici, gioielli etc.

L'intensità del campo sonoro sul pezzo da pulire è dell'ordine di 1 W/cm², ovvero 160 dB, una frazione di questa energia si trasmette all'aria dove gli ultrasuoni possono arrivare a 90 , 100 dB.

A titolo di confronto, ricordiamo che il valore limite di soglia per l'esposizione dei lavoratori alla sola banda di frequenza centrata a 20 kHz è, secondo l'American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH) è di 105 dB mentre valori più elevati sono permessi alle frequenze più alte.

Anche se questi apparecchi sono comunemente definiti "a ultrasuoni" usano spesso una frequenza fondamentale molto vicina a 20 kHz, in qualche caso inferiore, con significativa generazione di rumore udibile che deve essere in ogni caso controllato secondo la normativa vigente.

Gli ultrasuoni sono anche utilizzati per la saldatura di materiali termoplastici: il materiale su entrambe le parti interessate alla saldatura fonde, formando un giunto pressoché omogeneo dopo il raffreddamento.

APPLICAZIONI MEDICHE DEGLI ULTRASUONI

In campo medico, le onde acustiche sia ultrasoniche sia a frequenza udibile sono focalizzate all'interno del corpo per diverse applicazioni:

- la frantumazione dei calcoli (litotrissia) o di piccole calcificazioni ossee e tendinee;
- in fisioterapia, sfruttando l'effetto di riscaldamento in prossimità delle interfacce tra tessuti a impedenza;
- per la cura dei tumori: focalizzando in regioni dell'ordine di qualche cm fasci di ultrasuoni prodotti alla superficie del corpo si riescono a distruggere tumori mediante la tecnica denominata High Intensità Focused Ultrasound (HIFU)

Nella litotrissia il personale è normalmente esposto solo ad una trascurabile frazione dell'energia acustica impiegata che può anche superare i 180 dB sul bersaglio.

Le potenze impiegate sono dell'ordine dei 100 W/cm² alla giunzione, corrispondenti a 180 dB.

In alcune applicazioni, gli ultrasuoni a frequenza < 50 kHz sono utilizzati per la loro capacità di depositare energia in profondità nei tessuti. L'impiego è per lo più estetico, utilizzando diversi livelli di potenza che tuttavia non è sempre facile ricavare dalle informazioni fornite dal co-

struttore che, come spesso succede in questo campo, si dilunga nel presentare risultati di studi clinici senza fornire dettagli sulla tecnologia impiegata. Inoltre, ad oggi non vi sono standard tecnici per determinare le intensità sonore emesse al di sotto dei 500 kHz di frequenza.

Ultrasuoni a frequenza > 1 MHz sono normalmente impiegati in fisioterapia per ottenere un riscaldamento profondo dei tessuti.

A queste frequenze, per via delle proprietà descritte, gli ultrasuoni si propa-

In campo medico, le onde acustiche sia ultrasoniche sia a frequenza udibile sono focalizzate all'interno del corpo per diverse applicazioni: la frantumazione dei calcoli (litotrissia) o di piccole calcificazioni ossee e tendinee; in fisioterapia, sfruttando l'effetto di riscaldamento in prossimità delle interfacce tra tessuti a impedenza e per la cura dei tumori mediante la tecnica denominata High Intensità Focused Ultrasound (HIFU)

gano con estrema difficoltà attraverso l'aria; la trasmissione ai tessuti deve avvenire interponendo fra l'applicatore e la pelle un apposito gel di accoppiamento oppure immergendo l'applicatore e la parte da trattare in acqua.

In caso di mancato o inefficiente accoppiamento tra il trasduttore e il tessuto, la maggior parte dell'energia viene riflessa all'interno del trasduttore stesso con conseguente riscaldamento e rischio di rottura ma anche di ustione del paziente.

L'intensità nel punto di trattamento è dell'ordine dei 3 W/cm^2 , ovvero 165 dB.

Il trattamento, in particolare a intensità elevata, viene eseguito muovendo il trasduttore anche per evitare la formazione di onde stazionarie che potrebbero innescare fenomeni di cavitazione.

In ambiente medico si possono trovare, oltre ai sistemi di terapia, diversi dispositivi anche di laboratorio che possono emettere ultrasuoni.

Il trattamento in bagno a ultrasuoni è utilizzato in diverse procedure di laboratorio e presenta i livelli di esposizione sopra descritti, ovvero circa 1 W/cm^2 nel punto di applicazione.

Come sempre va posta una certa attenzione nei laboratori di ricerca in quanto, se gli apparati sono progettati per concentrare la massima energia sul campione da trattare, non sempre gli standard di sicurezza, qualora disponibili al momento della costruzione del sistema, possono essere considerati.

In letteratura si trovano descritti diversi esempi di applicazioni degli ultrasuoni in vitro per il trattamento di campioni biologici.

L'applicazione più diffusa e più nota degli ultrasuoni in medicina è in ogni caso l'ecografia diagnostica.

Per le proprietà formali dovute alla propagazione per onde, il suono è soggetto ai fenomeni di diffusione, riflessione e rifrazione.

Questi fenomeni, insieme alle piccole differenze di impedenza acustica fra i diversi tessuti, vengono utilizzati per generare immagini cliniche.

Le frequenze utilizzate sono generalmente comprese fra 1 e 20 MHz per combinare l'esigenza di ottenere una risoluzione sufficiente, ovvero lunghezza d'onda compresa fra 1,5 e 0,07 mm ed un'adeguata capacità di penetrazione nei tessuti: abbiamo visto infatti che al crescere della frequenza cresce anche l'attenuazione.

L'intensità impiegata è limitata oltre che da considerazioni per la sicurezza del paziente, dal fatto che se l'ampiezza dell'onda è molto elevata possono manifestarsi effetti non desiderati quali conversione di modi (generazione di onde trasversali), differenze di propagazione tra la semionda positiva e la semionda negativa, cavitazione etc.

In pratica l'intensità è limitata generalmente a 100 mW/cm^2 (150 dB) salvo i sistemi Doppler che possono arrivare anche $2,5 \text{ W/cm}^2$. L'intensità emessa può diventare critica nel caso di impiego di mezzi di

Frequenza	Impiego	Intensità al punto di impiego	
		W/cm^2	dB re $1 \mu\text{W/m}^2$
20 - 25 kHz	Lavaggio per cavitazione	1	160
20 - 40 kHz	Saldatura materiali termoplastici	100	180
30 - 50 kHz	Trattamenti estetici per cavitazione	10	170
100 kHz - 10 MHz	Fisioterapia	3	165
1-20 MHz	Diagnostica per immagini	0,1	150
1-3 MHz	HIFU	300	185

Tabella II: diversi impieghi e intensità delle sorgenti ultrasoniche

contrasto ecografici in quanto se troppo elevata ne può vanificare i benefici.

Anche nel caso dell'ecografia, il passaggio degli ultrasuoni dal tessuto all'aria è praticamente impedito dalle differenze di impedenza ed è indispensabile l'utilizzo del gel di accoppiamento.

Le onde sonore utilizzate in ecografia sono longitudinali mentre la formazione di onde trasversali è di solito prevenuta per garantire la qualità dell'immagine.

Poiché la velocità delle onde trasversali è funzione dell'elasticità dei tessuti, le onde trasversali vengono oggi sfruttate proprio per la misura di questo parametro.

Da secoli il medico tocca il paziente per valutare l'elasticità dei tessuti la cui improvvisa variazione può essere segno patologico.

Normalmente questa valutazione è di tipo soggettivo, recentemente con la tecnica detta elastosonografia, si genera all'interno del corpo una sorgente di onde trasversali la cui velocità è una misura oggettiva e ripetibile del modulo elastico.

Per limitare l'intensità della stimolazione applicata, la sorgente di onde trasversali viene generata sommando due fasci ultrasonori che producono una sorgente in movimento a velocità maggiore di quella delle onde trasversali nei tessuti. Il risultato è un'emissione secondaria di onde trasversali simile a quella dell'effetto super-sonico descritto all'inizio.

Il movimento di questa sorgente "virtuale" viene poi ricostruito mediante un ecografo in grado di acquisire e ricostruire immagini ad alta velocità.

Le prospettive più promettenti dell'impiego di ultrasuoni in medicina restano quelle legate alla terapia dei tumori con i sistemi HIFU.

La lesione prodotta viene monitorata quasi in tempo reale mediante risonanza magnetica (MRG-HIFU) o mediante un normale dispositivo ecografico (USG-HIFU). Le metodiche al momento più diffuse sono per il trattamento dei fibromi uterini nel primo caso e delle patologie della prostata nel secondo, ma sono in corso di sviluppo protocolli per patologie tumorali dislocate più o meno in tutti i distretti corporei.

Al momento tuttavia le applicazioni sono ancora in fase di grande sviluppo per una serie di problemi legati alla pianificazione dei trattamenti nonché alla misura degli effetti e comunque meriterebbero una trattazione in un articolo dedicato.

Nella Tabella II sono confrontate le diverse applicazioni, mediche e non mediche degli ultrasuoni per evidenziare i diversi livelli di frequenza e intensità in gioco. ■



A.I.C.O.

Associazione Italiana Infermieri
di Camera Operatoria
Società Scientifica



XVI CONGRESSO NAZIONALE A.I.C.O. VERONA

16-17-18 ottobre 2014
Palazzo della Gran Guardia

**Il Nursing perioperatorio al servizio del cittadino.
Evoluzione continua e sfida per il cambiamento**

