

## XV. APPENDICI

### 15.1. Glossario AME della terminologia in ultrasonologia

#### **Accentuazione (Enhancement)**

Termine generico con diversi significati specifici. L'accezione più comune si riferisce all'accentuazione degli echi di strutture poste dietro a lesioni a contenuto liquido che trasmettono il fascio ultrasonoro senza attenuarlo in modo significativo. Per questo motivo è anche definita rinforzo posteriore (*through transmission*).

#### **Accentuazione dei bordi (Edge Enhancement)**

Algoritmo di post-processing elettronico, che accentua i contorni delle strutture che compongono un'immagine (es. immagine ecografica) rendendoli più distinti e chiari all'occhio umano.

#### **Aliasing**

Artefatto che si verifica quando si misura una grandezza che varia rapidamente nel tempo, di solito in modo periodico. L'aliasing si verifica quando la frequenza con cui si campiona (misura) la grandezza in questione non è sufficientemente più alta della frequenza con cui varia la grandezza stessa. In questo caso la frequenza con cui varia la grandezza misurata è sotto-stimata. Ciò produce il tipico artefatto al color-doppler o al doppler pulsato in cui il verso del flusso ematico viene erroneamente invertito.

#### **Ampiezza (Amplitude)**

La forza, l'altezza o il range di variazione di una grandezza misurata in decibel.

#### **Amplitude mode (A-mode)**

Si tratta in realtà di un'immagine a 3 dimensioni (rappresentazione di 3 grandezze), che visualizza come scala di grigi l'ampiezza degli echi ultrasonori sull'asse verticale (che rappresenta la distanza dal trasduttore) e il tempo sull'asse orizzontale. Viene considerata un'immagine mono-dimensionale in quanto in essa è rappresentata una sola dimensione spaziale (la distanza dal trasduttore).

#### **Anecogeno (Anechoic)**

Aggettivo riferito a una struttura che, investita da un fascio ultrasonoro, non genera echi. Si tratta di solito di strutture omogenee senza discontinuità dell'impedenza acustica o con discontinuità dell'impedenza acustica di grandezza inferiore alla lunghezza d'onda del fascio ultrasonoro incidente. Sono caratteristicamente anecoiche le cisti sierose, l'urina nella vescica, ecc. Sinonimi: sono-lucente, echo-free, eco-lucente, transonico.

#### **Array lineare (Linear Array)**

Disposizione lungo una linea retta dei cristalli piezo-elettrici sulla superficie di contatto di una sonda. Tali sonde, qualora non vengano usate tecniche di direzionamento elettronico del fascio ultrasonoro, producono tipicamente immagini con campi di vista rettangolari.

#### **Artefatto da Speckle (Speckle artifact)**

Interferenza tra onde ultrasonore con differente frequenza emesse dalle sonde ecografiche nel contesto di un tessuto spesso, con aspetto periodico che rende apparentemente disomogenei tessuti intrinsecamente omogenei. Produce un aspetto granulare dell'immagine. Le sonde a larga banda producono speckle più intensi. Esistono tecniche di imaging in grado di ridurre l'artefatto da speckle (frequency, spatial compound e coded pulse).

**Attenuazione (Attenuation)**

Riduzione dell'intensità del fascio di radiazioni o di un fascio ultrasonoro durante l'attraversamento di un mezzo a causa dell'assorbimento, della riflessione, della rifrazione e dello scattering. Caratteristicamente l'attenuazione di un fascio ultrasonoro nei tessuti è maggiore quanto più alta è la sua frequenza.

**Azimuthal**

Dimensione perpendicolare al piano dell'immagine. Anche spessore della fetta anatomica (slice thickness).

**B-Scan**

Immagine bidimensionale rappresentante due direzioni dello spazio e l'ampiezza degli echi generati dai tessuti (come scala di grigi). Rappresenta una sezione anatomica (cross-sectional image) nella quale la posizione degli echi viene calcolata sulla base della posizione del fascio ultrasonoro e del ritardo (il tempo intercorrente dall'emissione dell'impulso) con cui l'eco raggiunge il trasduttore.

**Campo di vista (Field of View)**

Estensione dell'area, normalmente porzione di sezione anatomica, presa in esame e quindi visualizzata da una metodica diagnostica tomografica (cross sectional modality).

**Cineloop**

Sistema informatico in cui una serie di immagini (normalmente le ultime immagini prima di aver premuto il tasto "freeze") vengono registrate e possono essere rivisualizzate come filmato in un loop.

**Cistico (Cystic)**

Detto di una struttura costituita da pareti ben definite che racchiudono e circondano una componente fluida organica con diverse viscosità.

**Color Doppler (Color Flow Doppler)**

Modalità operativa in cui vengono sovrapposte e visualizzate due immagini, di cui una corrispondente al B-mode in scala di grigi e una corrispondente a una mappa di colore rappresentante la posizione e la velocità di oggetti in movimento (globuli rossi).

**Compensazione del guadagno (Time Gain Compensation –TGC– or Depth Gain Compensation)**

Sistema che attraverso una maggiore amplificazione compensa la perdita del segnale da parte di echi provenienti da strutture poste più in profondità.

**Complessa (Complex)**

Aggettivo che definisce una struttura anatomica disomogenea, costituita da componenti solide e liquide (cistiche o pseudo-cistiche).

**Compressione (Compression)**

Regione di alta pressione e densità generata da un'onda acustica o ultrasonora che attraversa un mezzo.

**Controllo del guadagno complessivo (Overall Gain Control)**

Controllo di guadagno unico che regola l'amplificazione degli echi a ogni profondità del campo di vista.

### **Cristallo (Crystal)**

Componente attiva di un trasduttore, che, attraverso l'effetto piezo-elettrico, trasforma l'impulso elettrico in energia meccanica (ultrasuono) e, viceversa, trasforma l'onda ultrasonora di ritorno (eco) in impulso elettrico.

### **Decibel (db)**

Unità di misura dell'intensità delle onde acustiche.

### **Densità (Density)**

Concentrazione di materia, ovvero la massa contenuta in unità di volume.

### **Doppler Shift**

La variazione di frequenza che subisce un fascio luminoso o acustico quando la sorgente e il ricevitore sono in movimento relativo. Fenomeno utilizzato nelle modalità operative del Doppler pulsato e del color Doppler.

### **Eco (Echo)**

Riflessione acustica.

### **Ecogenicità**

La proprietà di produrre echi, correlata in diversi modi con i termini iperecoico, ipoecoeico e anecoico, che si riferiscono alla quantità di echi prodotti da un tessuto o una sostanza.

### **Effetto Piezo-elettrico (Piezoelectric Effect)**

Alcuni cristalli (cristalli piezo-elettrici), sottoposti a deformazione meccanica attraverso compressione, possono generare una differenza di potenziale elettrico (effetto piezo-elettrico diretto) e viceversa (effetto piezo-elettrico inverso). I trasduttori ecografici utilizzano questo fenomeno per generare gli impulsi ultrasonori e per ricevere gli echi. In questo caso gli stessi cristalli agiscono alternativamente come attuatori e sensori.

### **Eterogeneo/Disomogeneo (Heterogeneous)**

In ecografia il termine si riferisce alla non omogenea riflessione degli echi.

### **Focalizzazione (Focusing)**

Il processo di focalizzare il fascio e quindi di renderlo più stretto a una certa distanza dal trasduttore.

### **Focalizzazione elettronica (Electronic Focusing)**

Tecnica di focalizzazione e direzionamento del fascio ultrasonoro (gestita dal digital beam former), basata sull'eccitazione con un ben determinato shift di fase di cristalli contigui dell'array che compongono una sonda.

### **Frequenza (Frequency)**

Il numero di volte che un evento avviene nell'unità di tempo. Nel caso di un fenomeno periodico corrisponde al numero di cicli per secondo.

### **Frequenza del fotogramma dell'immagine (Frame rate)**

Frequenza alla quale l'immagine viene rinnovata in un sistema di visualizzazione in tempo reale.

### **Frequenza di ripetizione degli impulsi (Pulse Repetition Frequency, PRF)**

Frequenza con cui gli impulsi ultrasonori vengono inviati. L'intervallo temporale tra gli impulsi è inversamente proporzionale alla PRF. Il PRF è un parametro del color Doppler.

### **Guadagno (Gain)**

Definisce il rapporto tra il segnale di uscita e il segnale di ingresso in un circuito amplificatore. Il guadagno può essere in tensione, in corrente o misto. In un'apparecchiatura ecografica, regolando il guadagno dell'amplificatore si può aumentare o ridurre la brillantezza (intensità) degli echi di ritorno visualizzati, compensando così l'attenuazione causata dall'assorbimento e dalla riflessione.

### **Guadagno in profondità o a distanza (Far Gain)**

Controllo che regola il guadagno dell'amplificatore che tratta gli echi di ritorno da strutture profonde. Determina l'ampiezza degli echi nella parte dell'immagine che rappresenta i tessuti posti più in profondità.

### **Guadagno superficiale (Near Gain)**

Entità dell'amplificazione degli echi provenienti da strutture superficiali nel campo di vista.

### **Hertz**

Unità di misura della frequenza di un fenomeno periodico. In campo ecografico si usa per misurare la frequenza degli ultrasuoni, il tempo di ripetizione dell'impulso nel color-doppler e per misurare la frequenza dei fotogrammi nell'immagine in tempo reale.

### **Impedenza acustica (Acoustic Impedance)**

L'impedenza acustica è la grandezza che descrive come un mezzo si oppone al passaggio delle onde sonore o ultrasonore. Le onde acustiche consistono in una successione di compressioni e dilatazioni e sono localmente associate al moto oscillatorio delle molecole del mezzo. L'impedenza acustica ( $Z$ ) è il rapporto tra la pressione sonora  $p$  e il flusso del mezzo  $U$  (o portata di volume) in un punto.

$$Z = p/U$$

dove il flusso ( $U$ ) è pari alla velocità del mezzo  $u$  moltiplicata per l'area  $A$  che esso attraversa

$$U = uA.$$

La quota di segnale ultrasonoro riflesso a livello di un'interfaccia è determinata dalla differenza dell'impedenza acustica dei due mezzi (tessuti) contigui. L'impedenza acustica svolge un ruolo fondamentale nella progettazione e funzionamento delle sonde ecografiche, in quanto, al fine di permettere il passaggio degli impulsi ultrasonori ai tessuti (e viceversa), è necessario che l'impedenza acustica dei cristalli (che fungono da trasduttori) sia gradualmente adattata a quella dei tessuti stessi attraverso uno strato di accoppiamento (matching layer).

### **Impronta (Footprint)**

Forma della porzione della sonda che viene posta in contatto con il paziente e che contiene l'array di cristalli coperti da più strati di accoppiamento in materiale plastico (matching layer).

### **Interfaccia (Interface)**

Superficie di confine tra sostanze o strutture con differenti proprietà. Nel caso degli ultrasuoni, ci si riferisce a strutture con differenti impedenze acustiche.

### **Iperecogeno (Hyperechoic)**

L'aggettivo iperecogeno si riferisce genericamente a una struttura in grado di riflettere echi più intensi rispetto ad altre strutture circostanti. In questo senso ha sempre un valore relativo. Una struttura iperecogena è visualizzata in B-mode con una tonalità di grigio più brillante rispetto alle strutture limitrofe.

### **Ipoecogeno (Hypoechoic)**

L'aggettivo ipoecogeno si riferisce genericamente a una struttura che riflette echi meno intensi rispetto ad altre strutture circostanti. In questo senso ha sempre un valore relativo. Una struttura ipoecogena è visualizzata in B-mode con una tonalità di grigio più scura rispetto alle strutture limitrofe.

### **Isoecogeno (Isoechoic)**

L'aggettivo isoecogeno si riferisce genericamente a una struttura in grado di riflettere echi della stessa intensità delle strutture circostanti. In questo senso ha sempre un valore relativo. Una struttura isoecogena è visualizzata in B-mode con una stessa tonalità di grigio rispetto alle strutture limitrofe.

### **Kilohertz**

Corrisponde a 1000 hertz o  $10^3$  cicli/sec.

### **Larghezza di banda (Band width)**

Range di frequenze che compongono un fenomeno che varia nel tempo. In campo ecografico si parla di larghezza di banda dell'impulso generato dal digital beam former.

### **Lunghezza d'onda (Wave length)**

La distanza percorsa da un'onda in un solo ciclo ovvero, nel caso di onde acustiche, la distanza tra due picchi successivi di massima o minima pressione. La lunghezza d'onda è pari alla velocità di propagazione nel mezzo divisa la frequenza. A frequenze maggiori corrispondono lunghezze d'onda inferiori.

### **Megahertz (MHz)**

Corrisponde a 1.000.000 di hertz ovvero a  $10^6$  cicli/sec.

### **Ombra acustica (Shadowing)**

Assenza di segnale, dovuta all'incapacità degli ultrasuoni di attraversare alcune strutture (es. osso compatto, aria, concrezioni litiasiche). Nell'immagine ultrasonora si visualizza come un cono nero dietro un oggetto normalmente molto riflettente.

### **Omogeneo (Homogeneous)**

Contrario di eterogeneo. Si riferisce a una regolare riflessione degli echi.

### **Persistenza (Persistence)**

Si parla di persistenza quando la risposta a un evento dura più dell'evento stesso. In fisiologia un esempio di persistenza è quello della retina. Nel caso di un'immagine ecografica dinamica B-mode, definisce la durata nel tempo dell'eccitazione di un pixel del monitor in risposta alla ricezione di un eco. Se il periodo di refresh del monitor è più breve della persistenza, echi successivi contribuiranno all'intensità di un singolo pixel. Aumentando la persistenza, diminuisce il rumore percepito nell'immagine, ma la risoluzione temporale anch'essa diminuisce.

### **Phased Array**

Sistema di deflessione elettronica del fascio ultrasonoro, che si basa sullo stesso principio della focalizzazione elettronica. La direzione del fascio ultrasonoro diviene indipendente dalla geometria del trasduttore. Trasduttori lineari, ad esempio, possono produrre immagini trapezoidali. La deflessione elettronica del fascio ultrasonoro è utilizzata in tecniche avanzate di imaging ecografico, come la composizione spaziale (spatial compound), in cui si sommano proiezioni multiple dell'oggetto in esame ottenute con angoli differenti del fascio ultrasonoro.

### **Potenza Acustica (Acoustic Power)**

Quantità di energia acustica misurata in watt, generata dal trasduttore a seguito della trasformazione dell'impulso elettrico in impulso meccanico.

### **Power Doppler**

Codifica bidimensionale mediante mappa di colore dell'intensità del segnale che subisce lo shift di frequenza per effetto Doppler. A differenza del color Doppler, il power Doppler integra tutto il segnale dovuto allo shift di frequenza, senza tenere conto del segno rispetto alla frequenza di riferimento. In tal modo risulta più sensibile del color Doppler, potendo visualizzare il flusso di vasi più piccoli o posti a maggiore profondità.

### **Principio dell'impulso-echo (Pulse-echo Principal)**

Il fenomeno che permette di inviare impulsi ultrasonori in un tessuto e di riceverne le riflessioni come echi.

### **Range dinamico (Dynamic Range)**

Il range di intensità dal massimo al minimo che un sistema può registrare e/o visualizzare.

### **Rigidezza (Stiffness)**

Resistenza di un materiale alla compressione.

### **Riflettori speculari (Specular Reflectors)**

Superfici riflettenti che risultano lisce rispetto alla lunghezza d'onda del fascio ultrasonoro e che quindi generano un eco brillante sul monitor ecografico.

### **Rifrazione (Refraction)**

La deviazione di un fascio di onde nel passaggio da un mezzo all'altro, con caratteristiche fisiche diverse (velocità di propagazione).

### **Risoluzione (Resolution)**

Minimo intervallo spaziale, temporale o di contrasto, che permette la visualizzazione separata di due oggetti, due eventi o due strutture caratterizzate da segnale diverso (ecogenicità nel caso degli ultrasuoni). Si parla rispettivamente di risoluzione spaziale, risoluzione temporale e risoluzione di contrasto.

### **Risoluzione assiale (Axial Resolution)**

La minima distanza a cui vengono visti come separati due oggetti appaiati che giacciono lungo il percorso del fascio ultrasonoro.

### **Risoluzione laterale (Lateral Resolution)**

Minima distanza a cui vengono visualizzati come separati due oggetti disposti perpendicolarmente all'asse del fascio ultrasonoro. La risoluzione laterale è correlata all'ampiezza del fascio ultrasonoro e quindi alla focalizzazione in un dato punto del fascio ultrasonoro stesso.

### **Risoluzione spaziale (Spatial Resolution)**

La minima distanza a cui vengono visualizzati come separati due oggetti (due riflettori in ecografia).

### **Risoluzione temporale (Temporal Resolution)**

Il minimo intervallo temporale tra due eventi che possono essere distinti e rappresentati. Corrisponde alla capacità di rappresentare eventi in rapido cambiamento o movimento. Negli apparecchi ecografici migliora al crescere del frame rate.

### **Riverberazione (Reverberation)**

Fenomeno caratterizzato da multiple riflessioni di un fascio ultrasonoro tra due interfacce fortemente riflettenti. Tale fenomeno determina un artefatto dovuto a erronea localizzazione e visualizzazione degli echi. Tipicamente avviene a livello dell'interfaccia tra diaframma e polmone quando si visualizza il fegato.

### **Rumore (Noise)**

Disturbo che si sovrappone al segnale misurato, riducendo l'accuratezza della misura stessa. Gran parte del rumore proviene da circuiti elettronici (in particolare gli amplificatori) e/o da campi elettromagnetici variabili. La sua entità è maggiore quando si devono processare segnali (echi) molto deboli, che necessitano una notevole amplificazione. Più che il rumore in assoluto, è interessante conoscere il rapporto segnale/rumore di un'immagine.

### **Sbarramento acustico (Acoustic Shadow)**

Forte attenuazione del fascio ultrasonoro da parte di alcune strutture più superficiali, che impedisce la visualizzazione di oggetti localizzati più in profondità. Corrisponde a un'area di forma allungata (cono d'ombra), dove gli echi sono pressoché assenti.

### **Scala dei grigi (Gray Scale)**

Sistema in cui l'intensità degli echi è visualizzata come un grado di luminosità e quindi di tonalità di grigio.

### **Scattering**

Reindirizzamento di un fascio ultrasonoro da parte di una struttura più piccola della lunghezza d'onda ultrasonora. In questi casi il riflettore del fascio ultrasonoro si comporta esso stesso come una sorgente ultrasonora. Avviene con le microbolle che costituiscono i contrasti ecografici o in caso di superfici irregolari o strutture eterogenee.

### **Scattering acustico (Acoustic Scattering)**

Riflessione multi-direzionale di una radiazione acustica da parte di un oggetto con dimensione pari o inferiore alla lunghezza d'onda incidente.

### **Sonodensa (Sonodense)**

Si dice di una struttura con scarsa trasmissione del fascio ultrasonoro.

### **Spessore di strato (Slice thickness)**

In ecografia è la dimensione del fascio ultrasonoro perpendicolare alla direzione di propagazione e quindi al piano dell'immagine. Determina la risoluzione spaziale perpendicolare (Elevational resolution). Lo spessore di strato è funzione della focalizzazione del fascio ultrasonoro.

### **Tessitura (Texture)**

La distribuzione degli echi in un tessuto.

### **Trasduttore (Transducer)**

Dispositivo elettronico che converte una forma di energia in segnale elettrico o viceversa. Nelle sonde ecografiche i trasduttori sono rappresentati dai cristalli piezo-elettrici, in grado di trasformare impulsi elettrici in impulsi meccanici o viceversa.

### **Velocità acustica (Acoustic Velocity)**

La velocità con cui un'onda acustica si propaga in un mezzo. È funzione della rigidità e della densità del mezzo.

### **Zona Focale (Focal Zone)**

Zona in cui il fascio ultrasonoro è focalizzato, presentando la minima dimensione sul piano trasversale. Rappresenta ovviamente l'area con la massima risoluzione trasversale.

### **Bibliografia**

1. Sanders RC. Clinical sonography. Boston, Little, Brown and Company, 1991.
2. Zagzebski JA. Essentials of ultrasound physics. St. Louis, Mosby, 1996.
3. Reynolds T. Ultrasound physics, a registry exam preparation guide. Phoenix, Arizona Heart Institute Foundation, 1996.

4. Higashi Y, et al. Introduction to abdominal ultrasonography. Marceline MO, Walsworth Publishing Co, 1991.
5. Seeds JW, et al. Practical sonography in obstetrics and gynecology. Philadelphia, Lippincott-Raven, 1996.
6. Kremkau FW. Diagnostic ultrasound principles and instrumentation. St. Louis, Saunders Elsevier, 2006.
7. Henningsen C. Clinical guide to ultrasonography. St. Louis, Mosby, 2004.
8. Curry AC, Tempkin BB. Ultrasonography: an introduction to normal structure and functional anatomy. Philadelphia, WB Saunders, 1995.
9. Tempkin BB. Ultrasound scanning. Philadelphia, WB Saunders, 1999.