

Gianfranco Giannasi

IVIZIdel**POLMONE**

leVIRTÙdel**CUORE**

dal segno clinico al segno ecografico

 **EDIZIONI
HELICON**

In copertina opera: "La vela polmonare"
di Adriano Danti, medico pittore e grande amico
che da sempre allietta i miei scritti con splendidi quadri.

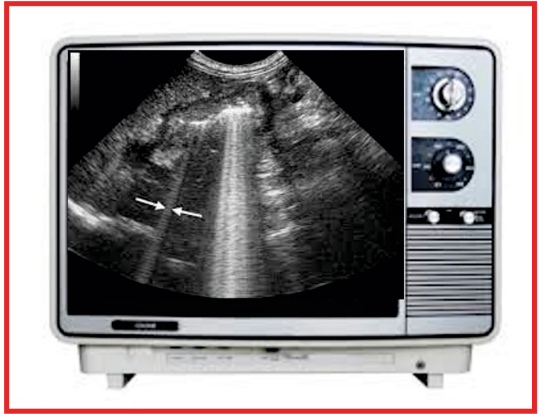
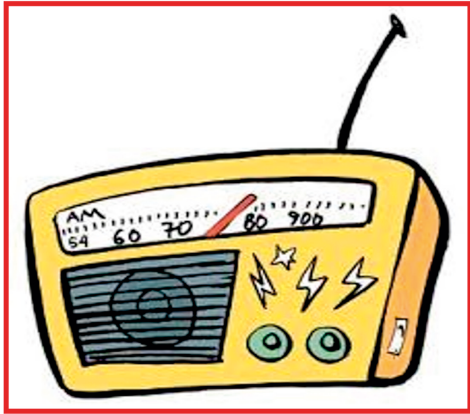
© Copyright
Stampato in Italia / Printed in Italy
Tutti i diritti riservati

Edizioni Helicon S.a.s.
Sede legale: Via Monte Cervino, 25 - 52100 Arezzo
Sede operativa: Via Roma, 172 - 52014 Poppi (Ar)
Tel. / Fax 0575 520496
www.edizionihelicon.it
edizionihelicon@gmail.com

L'Editore è a disposizione degli aventi diritto
per quanto di loro competenza.

*“L’uomo mortale non ha che questo di immortale:
il ricordo che porta ed il ricordo che lascia”*

Cesare Pavese



Dalla RADIO alla TELEVISIONE



INDICE

<i>Introduzione</i>	9
Principi di ultrasonografia	13
Come si forma l'immagine ecografica	18
Visualizzazione delle immagini	21
Semeiotica ecografica.....	22
Concetti base di ecografia clinica.....	32
Il segno clinico ecografico	36
Come si ottiene l'immagine polmonare	41
Tecnica d'esame.....	45
<i>Approccio intercostale con sonda lineare</i>	46
<i>Approccio sottocostale con sonda Convex</i>	48
<i>Pattern Polmonare</i>	49
Anatomia delle aree polmonari	51
<i>Valutazione del parenchima polmonare in urgenza</i>	53
Classificazione della dispnea	54
Lo pneumotorace	58
Versamento pleurico	68
La sindrome alveolo interstiziale	78
Addensamento polmonare ed atelectasia	84
Ecografia nel trauma toracico e nella patologia acuta polmonare	98
Lo studio del diaframma	119
L'ecografia e-fast nel trauma.....	132
L'ecografia nel paziente covid-19.....	164
<i>Approfondimenti: le tecniche</i>	185
<i>Tecniche d'immagine polmonare e cardiaca</i>	204
<i>Confronto tra metodiche</i>	214
Principi di ecocardiografia clinica	219
<i>Parasternale asse lungo</i>	223
<i>Parasternale asse corto</i>	229

<i>Apicale 4 camere</i>	233
<i>Apicale 5 camere</i>	239
<i>Apicale 2 camere</i>	241
<i>Apicale 3 camere</i>	243
<i>Sottocostale</i>	244
<i>Sovrasternale</i>	247
Valutazione ecocardiografica dell'aorta	251
Tecnica REBOA	257
Ecocardiografia mirata in Emergenza-Urgenza.....	267
Applicazione in quadri clinici frequenti in Emergenza-Urgenza	275
<i>Ecocardiografia nel dolore toracico</i>	275
<i>Ecocardiografia nel tamponamento cardiaco</i>	279
<i>Ecocardiografia nel paziente ipovolemico</i>	289
<i>Ecocardiografia nella disfunzione ventricolare sinistra</i>	292
<i>Valutazione della cinetica regionale</i>	297
<i>Funzione diastolica</i>	298
<i>Patologia della diastole</i>	304
<i>Ecocardiografia nella disfunzione ventricolare destra</i>	306
<i>Ecocardiografia nel paziente settico</i>	321
<i>Ecocardiografia nell'arresto cardiorespiratorio</i>	324
Valutazione ecocardiografica occhiometrica con piccolo atlante di ecocardiografia	329
Valutazione della vena cava inferiore.....	338
 <i>Schemi riassuntivi</i>	362
<i>Letture consigliate</i>	367
 <i>Ringraziamenti</i>	391

Introduzione

L'utilizzo degli ultrasuoni in ambito toracico è una scoperta assai recente nel mondo dell'ecografia per l'esplorazione e lo studio del parenchima polmonare. Gli ultrasuoni vantano invece, una grande tradizione per la valutazione di altri organi, come cuore, vene, arterie, muscoli, tendini ed organi addominali dove il loro uso è diventato di fondamentale importanza per la semplicità con cui si ottiene l'immagine, l'affidabilità, la facile riproducibilità ed infine per la loro esecuzione al letto del malato durante la visita medica.

Se esaminiamo la letteratura, infatti, fin dal 1960 l'ecografia era stata impiegata per lo studio del versamento pleurico dove, ha una sensibilità ed una specificità superiore alla TC del torace in quanto non risente del decubito supino obbligato che invece il paziente assume per eseguire le scansioni tomografiche. La posizione supina, peraltro, rende invisibili versamenti di piccole entità che facilmente si ridistribuiscono lungo lo spazio pleurico divenendo impercettibili. L'ecografia, invece, mantenendo un decubito attivo del paziente e potendo fargli assumere la posizione seduta, sfruttando la gravità, concentra il versamento in basso, alla base polmonare, in sede posteriore ed in questo modo anche piccolissime quantità di liquido possono essere evidenziate in maniera sicura e facile.

Nel 1965 Hirsh e Cunningham descrivono lesioni solide polmonari, ma poi la metodica viene abbandonata perché gli ultrasuoni *“sono nemici dell'aria”* ed il polmone, essendo un organo, quando normale, ricco di aria al 98%, tutti i maggiori testi di Medicina Interna, quali Harrison's o Cecil, negano la loro utilità per lo studio delle patologie polmonari «Because ultrasound energy is rapidly dissipated in air, ultrasound imaging is not useful for evaluation of the pulmonary parenchyma». Solo con le nuove edizioni dal 2015 in poi, cominciano a dedicare un intero capitolo alla patologia polmonare evidenziata tramite l'impiego dell'ultrasonografia. Infatti quando il polmone diventa patologico assume un quantitativo di acqua tale, che la linea pleurica non è più visibile, perdendo l'effetto specchio ed in questo modo permette di evidenziare quello che succede nello spazio interstiziale ed alveolare (linee B, consolidamenti polmonari) Fig. 1.



Fig. 1 - Narciso che si specchia nello stagno e che rende bene l'idea di linea pleurica integra (riflessione della sua immagine nello stagno), con iniziale interstiziopatia (sua immagine interrotta da linee verticali) ed infine consolidamento parenchimale (visione del fondo dello stagno).

Nel 1986 però un medico veterinario inglese, Rantanen, nel valutare con gli ultrasuoni il torace di un cavallo, scopre che questi gli permettono di evidenziare uno pneumotorace, dando un segno indiretto di presenza di aria nel cavo pleurico che è la mancanza del *gliding* o segno del mancato scivolamento dei foglietti pleurici.

Tale scoperta non passò inosservata nel mondo medico per cui nel 1987 Wernecke descrisse 8 casi nell'uomo di pneumotorace evidenziato sempre per la mancanza del *gliding*.

Nel 1997 Lichtenstein descrive per la prima volta la sindrome interstiziale e contribuisce in modo determinante all'apertura di un nuovo mondo di conoscenze sulla patologia polmonare che grazie ai medici dell'urgenza ed agli emergentisti ha assunto un ruolo sempre più importante per lo studio e la valutazione dei pazienti in fase acuta, soprattutto quelli con dispnea o problema in B, tanto caro ai medici del Pronto Soccorso a cui appartengo.

Negli ultimi tempi non si parla più di testi di ecografia, ma di libri che descrivono la tecnica ecografica come un'estensione dell'esame obiettivo, facendo nascere per la prima volta l'ecografia clinica che identifica il medico clinico dal medico radiologo, trasformando l'eco-

grafia in una branca della medicina di corsia, un'ecografia che non è più ad appannaggio del tecnico dell'immagine ma del clinico e che si esegue a letto del malato.

L'ecografia applicata con queste modalità, in popolazioni selezionate di pazienti gravi, evidenzia molto frequentemente, con minimi margini di incertezza, la fisiopatologia e l'eziologia sottostanti alle diverse sindromi critiche, nell'ambito di un approccio che è stato definito "visual medicine"; un approccio nel quale le alterazioni fisiopatologiche sono direttamente visualizzate, invece di essere solo ipotizzate: basti pensare ad alcune cause potenzialmente reversibili di arresto cardiaco (tamponamento, embolia polmonare massiva, ipovolemia, pneumotorace), allo stato volêmico nello shock o alla situazione dell'interstizio polmonare nell'insufficienza respiratoria grave.

L'ecografia clinica in emergenza-urgenza si differenzia pertanto dall'ecografia tradizionale per alcuni elementi fondamentali:

- è effettuata dal medico che cura il paziente;
- è rapida e semplice da eseguire;
- è ad alto impatto diagnostico-terapeutico;
- è focalizzata (sulla risposta a quesiti specifici) e non sistematica (su tutto l'organo o distretto anatomico);
- è multi-area (per rispondere al singolo quesito possono essere indagati più distretti anatomici – p. es. cuore e vasi venosi o cuore e addome).

Mentre l'ecografia in elezione o in urgenza di un singolo distretto anatomico può essere effettuata dal radiologo o dallo specialista di settore molto meglio che dal medico d'urgenza, l'ecografia in emergenza nelle sindromi critiche può trovare nel medico d'urgenza l'esecutore ideale.

Il medico d'urgenza ha la conoscenza diretta dei problemi del paziente e può trovare risposte immediate ai quesiti diagnostici eseguendo semplici indagini ecografiche focalizzate su più distretti anatomici (cosa che richiederebbe spesso l'intervento di più specialisti), in tempi inferiori a quelli necessari a richiedere gli stessi esami.

D'altra parte esistono importanti impedimenti logistici e di competenza all'effettuazione delle indagini ecografiche in emergenza da parte degli specialisti; è ovviamente impossibile assicurare la presenza di uno specialista di diagnostica per immagini nell'ambito dell'emergenza territoriale; anche nella maggior parte dei presidi sanitari non è possibile disporre degli specialisti entro pochi minuti dalla pre-

sentazione di un paziente grave; inoltre la valutazione ecografica di un paziente critico richiede spesso l'indagine rapida di diversi sistemi e/o sedi anatomiche (cuore, addome, pelvi, vasi periferici), possibile solo con la disponibilità di competenze multiple, difficilmente in possesso di un unico specialista.

Un'altra caratteristica delle indagini ecografiche in emergenza è che esse sono dettate dalla valutazione primaria e secondaria ABCDE (eventualmente integrata dall'anamnesi e dall'esame fisico) e che l'interpretazione delle stesse indagini deve essere fatta in stretta correlazione con i dati clinici, con i dati delle indagini bio-umoralì POC (point of care) e con quelli delle indagini strumentali eseguibili al letto del paziente (ECG, Rx Torace); il medico d'urgenza è il professionista che più facilmente ha in mano tutti gli strumenti di indagine impiegati nell'emergenza e può correlarli nel migliore dei modi.

Con questo scopo nasce questo manuale che è dedicato a coloro che si affacciano per la prima volta nel mondo degli ultrasuoni, sperando di far crescere questo nuovo modo di fare medicina, una medicina più vera, real time, nella quale il medico gestisce anche gli esami strumentali in prima persona e nella quale il paziente è veramente al centro del processo decisionale, clinico e strumentale dove l'ipotesi diagnostica, supportata dal segno clinico semeiologico, declina subito in un segno ecografico che aiuta in maniera prepotente, tramite un'immagine in tempo reale a concretizzare il sospetto clinico e trovando poi conferma nel ragionamento clinico tramite un'abduzione che diventa diagnosi.

In poche parole possiamo dire che dal mondo della *radio* siamo passati al mondo della *televisione*.

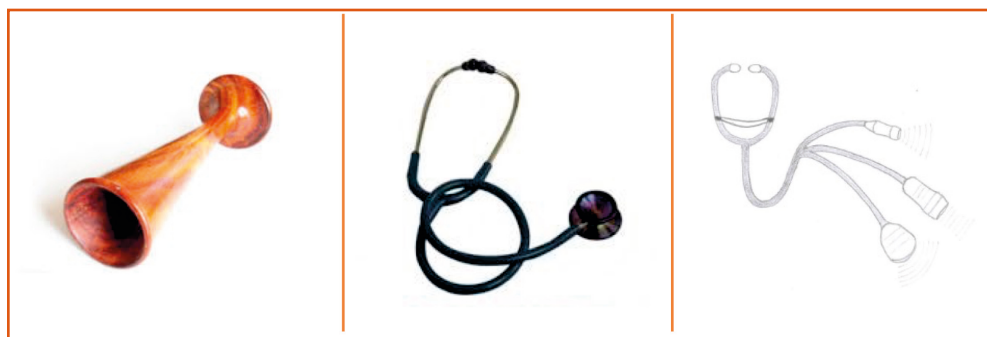


Fig. 2 *Dallo stetoscopio, al fonendoscopio per arrivare alle moderne sonde ecografiche da collegare allo smartphone.*

PRINCIPI DI ULTRASONOGRAFIA

L'ecografia è una metodica diagnostica che utilizza le proprietà degli ultrasuoni (onde meccaniche) per ottenere immagini e segnali finalizzati a ricavare dati di ordine morfologico e funzionale. Gli ultrasuoni si diffondono come onde sonore, ovvero mediante oscillazioni meccanico-elastiche di compressione e rarefazione delle particelle che costituiscono il mezzo in esame. Interazione tra ultrasuoni e le particelle del mezzo (organi e tessuti) da essi attraversato: I TESSUTI NON SONO OMOGENEI, ma sono costituiti da piccole particelle con differente resistenza acustica specifica.

Gli ultrasuoni sono rappresentati graficamente come una sinusoide, in cui la dimensione orizzontale è il tempo e quella verticale l'intensità o ampiezza. Lunghezza d'onda (λ): distanza fra due vibrazioni. Frequenza (f) dell'onda: numero di cicli in un secondo (1 ciclo = 1 Hz).

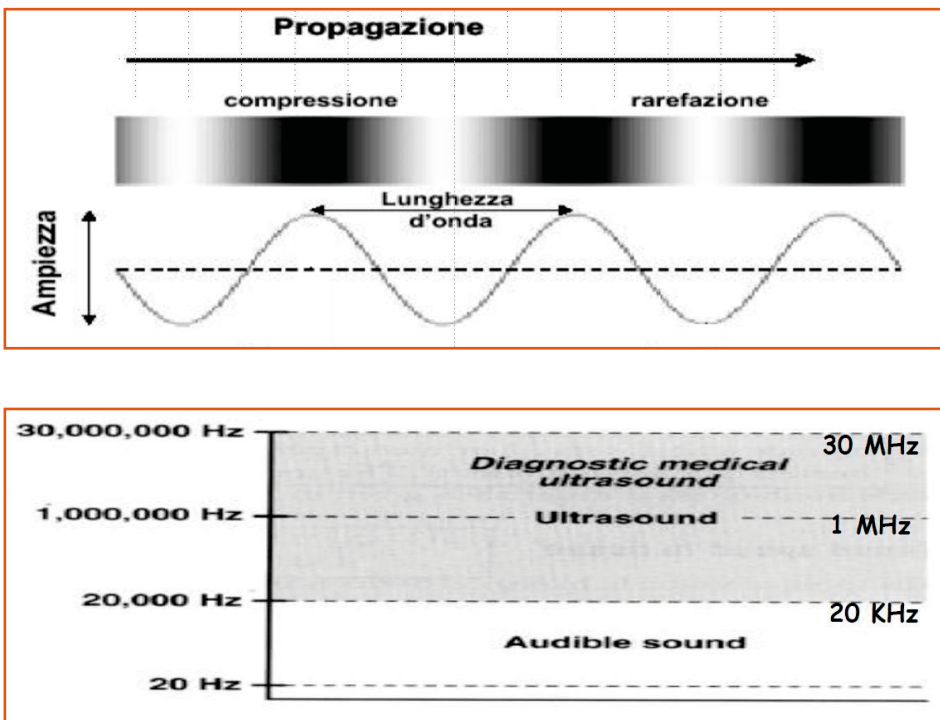


Fig. 3 Propagazione delle onde ultrasonore.

■ Terminologia ricorrente

Impedenza:

«resistenza» opposta da un mezzo alla propagazione dell'onda sonora direttamente proporzionale alla densità del materiale attraversato e alla velocità del suono.

Interfaccia acustica

limite tra due mezzi con differente impedenza acustica.

A seconda dell'interfaccia possiamo avere diversi fenomeni fisici:

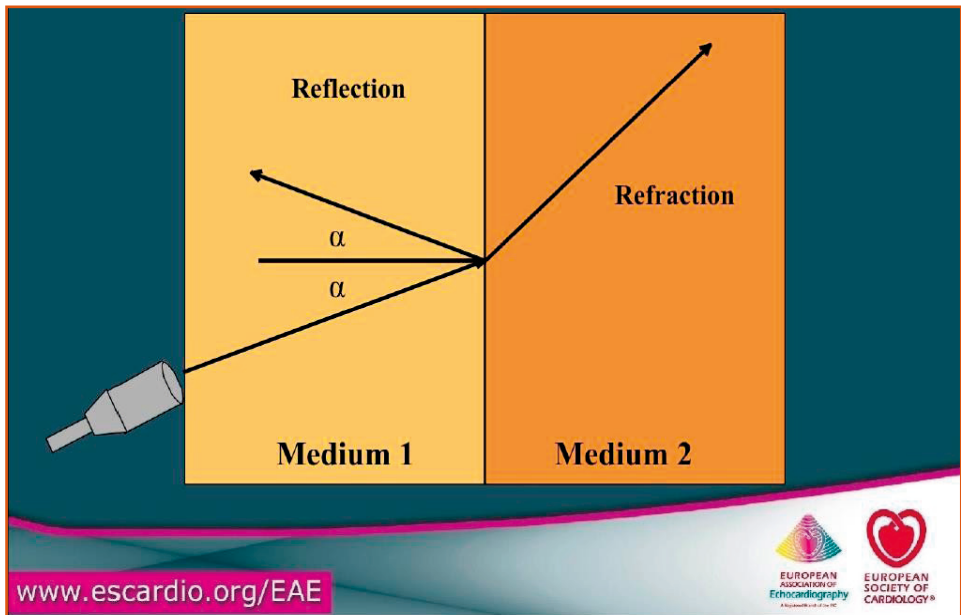
- **ATTENUAZIONE**
- **RIFLESSIONE**
- **REFRAZIONE**

ATTENUAZIONE DELL'ONDA

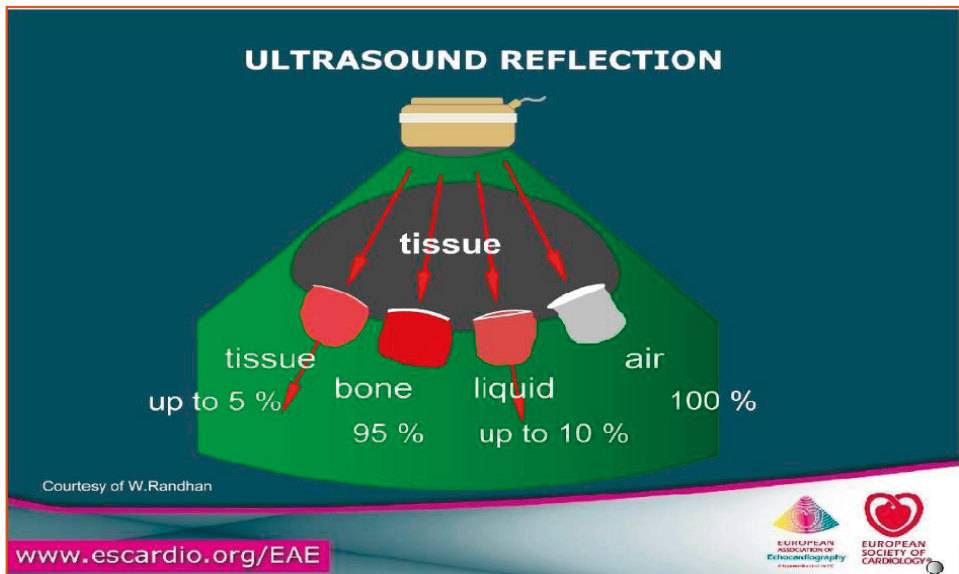


- Proporzionale alla distanza e al tipo di tessuto
- Dipende anche dall'interfaccia acustica
- Secondario alla trasformazione di energia meccanica in energia termica (assorbimento)
- Onde di bassa frequenza penetrano più in profondità

RIFLESSIONE – REFRAZIONE

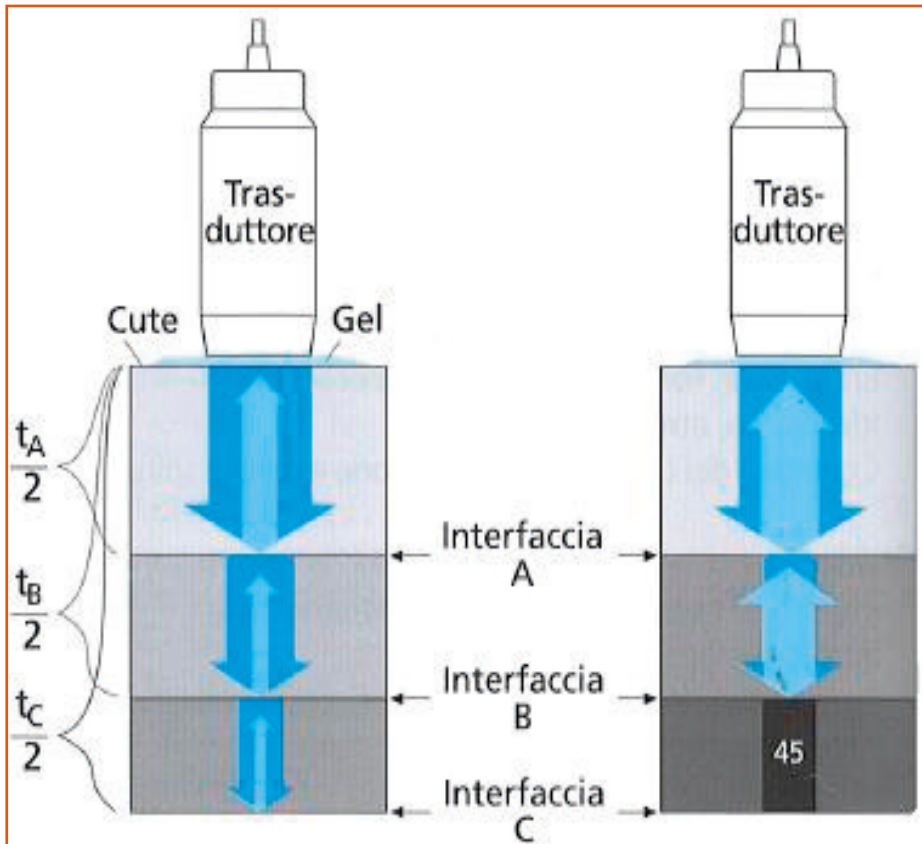


La riflessione del suono varia a seconda del mezzo attraversato.

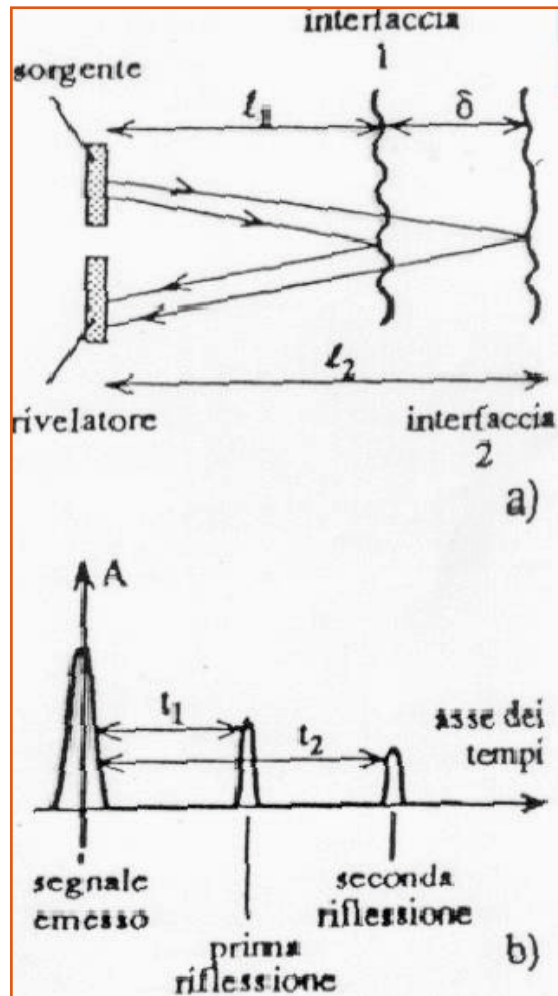


L'aria attenua l'energia degli ultrasuoni

- 6000 volte più dell'acqua
- Aria dei polmoni = elevata impedenza acustica

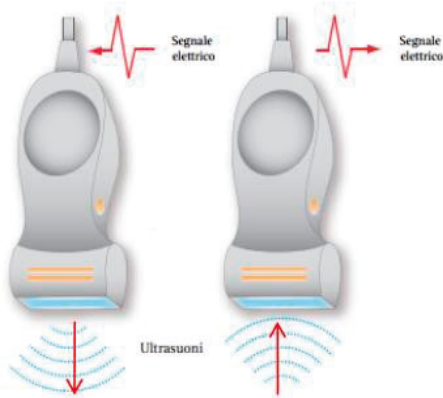


- Ogni interfaccia riflette sotto forma di echi solo una piccola porzione delle onde sonore originarie.
- Se le onde sonore incontrano sul loro percorso aria o coste: riflessione totale.



- Ogni interfaccia produce un'eco per riflessione
- Il tempo di ricezione permette di localizzare l'interfaccia, ossia di stimare la sua distanza dalla sonda: dal tempo di arrivo dell'eco si risale alla distanza della struttura riflettente.

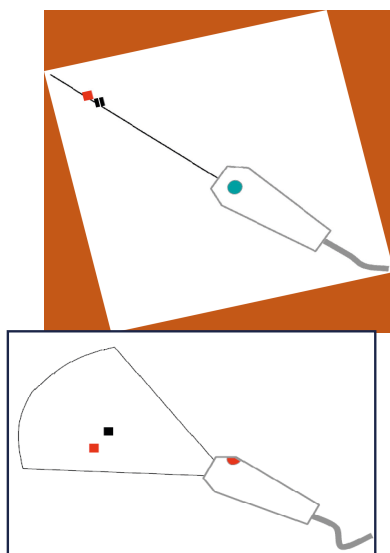
COME SI FORMA L'IMMAGINE ECOGRAFICA



All'interno delle sonde ecografiche vi sono **cristalli piezoelettrici**, che hanno la proprietà di deformarsi ed emettere ultrasuoni se sottoposti a impulsi elettrici e inversamente di deformarsi ed emettere impulsi elettrici una volta che siano raggiunti da ultrasuoni.

La sonda o trasduttore è il “cuore” dell'ecografo; essa emette US e riceve echi riflessi.

RISOLUZIONE



Minima distanza tra due strutture in grado di produrre echi distinguibili

- **Assiale:** capacità di distinguere strutture disposte lungo l'asse del fascio ultrasonoro. Dipende dalla lunghezza d'onda: più la frequenza è elevata, minore sarà la lunghezza d'onda e maggiore la risoluzione.

- **Laterale:** capacità di distinguere due punti adiacenti posti sullo stesso piano. Dipende dalle dimensioni e dalla forma del fascio acustico: tanto più largo è il fascio acustico tanto peggiore è la risoluzione laterale.

TRANSDUTTORI

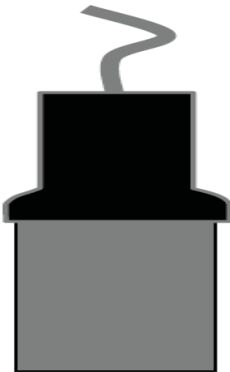


Ne esistono diversi tipi, con diverse frequenze.

Quale scegliere?

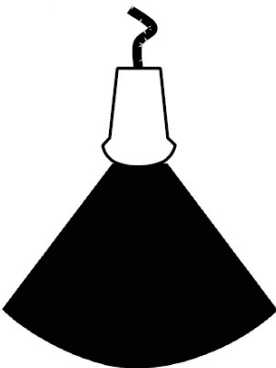
Aumentando la frequenza di emissione di ultrasuoni, migliora la risoluzione ma diminuisce la capacità degli ultrasuoni di penetrazione tissutale. Bisogna scegliere in base a cosa vogliamo studiare ed alle caratteristiche del paziente!

SONDA LINEARE



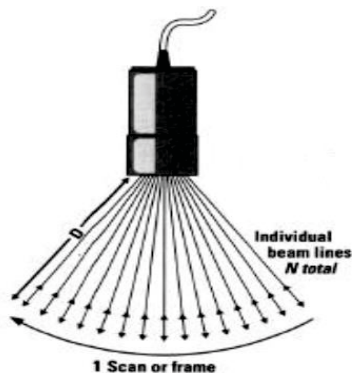
- Ad alta frequenza (5-13 MHz)
- Produce immagini rettangolari
- Utilizzate per lo studio delle parti molli, hanno il vantaggio di riprodurre i tessuti col minor numero di artefatti spaziali possibile: più il fascio è collimato (cioè sottile) e perpendicolare al piano di appoggio della sonda, maggiore è la sua risoluzione.

SONDA CONVEX



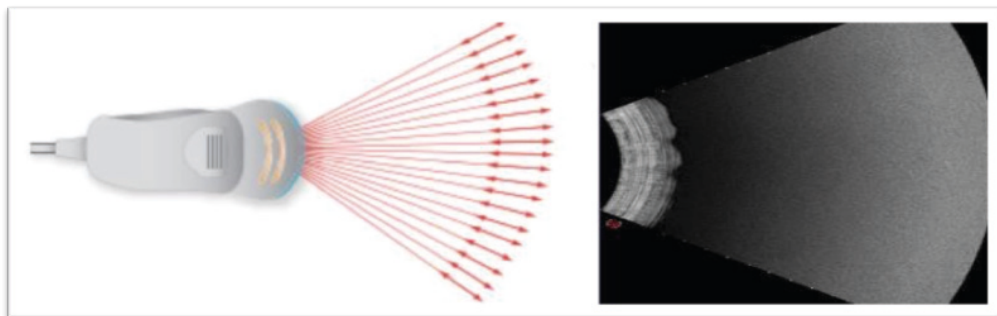
- Frequenze: 2,5-5 MHz
- Generalmente utilizzate per l'addome
- Hanno il vantaggio di richiedere una minor superficie d'appoggio
- Limitazione: la loro morfologia è responsabile di artefatti periferici

SONDA SECTOR



- Frequenze: 2-3 MHz
- Immagine a ventaglio
- Settore di ampiezza fino a 90°
- Utilizzata per lo studio del cuore

Il piano di scansione di ciascun trasduttore si compone di un certo numero di linee di vista (120 -150) ciascuna delle quali viene usata per formare l'immagine bidimensionale.



Dopo l'emissione (simultanea o sequenziale) dell'impulso US la sonda resta "in ascolto" degli echi di ritorno che originano da ciascuna linea del campo sonoro.

