



CORSO BASE TEORICO PRATICO DI ECOGRAFIA PEDIATRICA PARTE 1

*FISICA E TECNICA DELLE APPARECCHIATURE
ECOGRAFICHE*

Bari 1/Marzo/2013

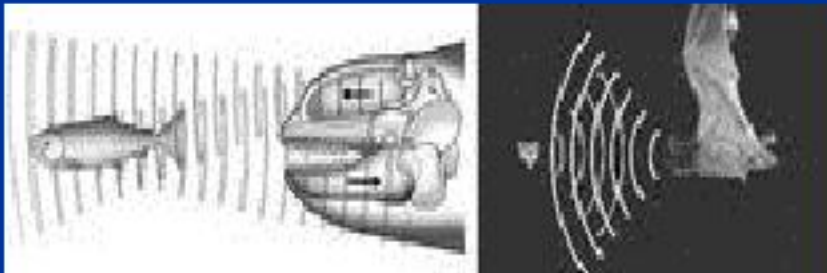
Dr. Palladino Stefano

**ECOGRAFIA (o ecotomografia)
è un termine di origine greca e
corrisponde letteralmente a
“scrittura dei suoni”**

Cenni di storia dell'ecografia

La natura ha ispirato le prime applicazioni degli ultrasuoni: lo scienziato italiano Lazzaro Spallanzani dimostrava, nel 1794, che i pipistrelli usavano gli ultrasuoni per orientarsi nel volo notturno. Successivamente, si scoprì che moltissime specie di pipistrelli e molti cetacei.

Le prime applicazioni degli ultrasuoni sono state di tipo militare. Il SONAR (SOund Navigation And Ranging) è stato sviluppato tra le due guerre mondiali e montato sulle navi per l'individuazione di sottomarini o su questi ultimi per l'individuazione di ostacoli, naturali o artificiali (mine).



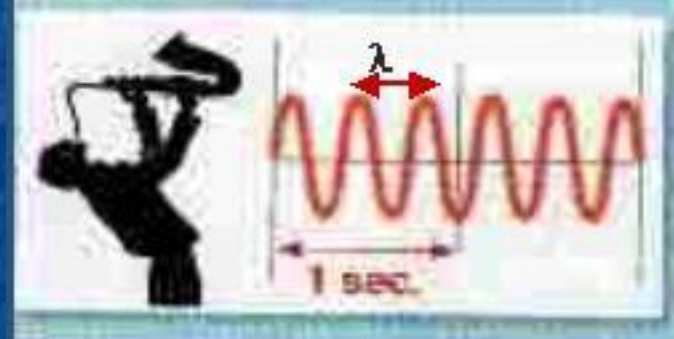
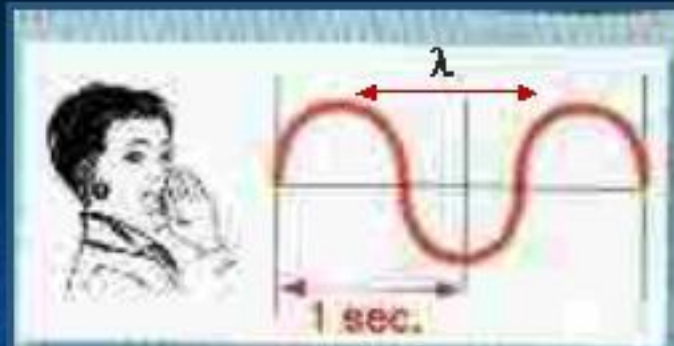
■ *Il suono è un'onda meccanica* e come tale consiste di un movimento vibratorio periodico di strutture molecolari della materia, indotto da una sorgente vibrante.

■ Il moto oscillatorio periodico dell'onda sonora si misura, nell'unità di tempo, in Hertz (1Hz = 1 ciclo/sec).

■ L'esame ecografico utilizza un tipo particolare di suoni: gli **ULTRASUONI** (US) così denominati poiché presentano frequenze sonore poste al di sopra di quelle normalmente percepite dall'orecchio umano (16-20.000 Hz).

In ecografia si utilizzano frequenze variabili da 2 a 20 MegaHz (1 MegaHz = 1.000.000 Hz)

■ Nell'ecografo, il trasmettitore ad impulsi fornisce l'impulso elettrico in risposta al quale il trasduttore emette US.



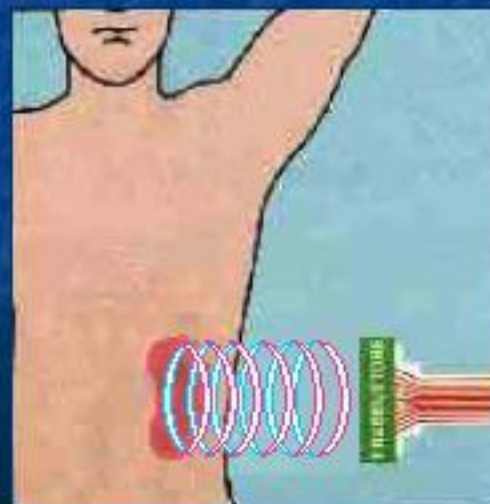


L'ecografo è dotato di una sonda (**TRASDUTTORE**), che emette fasci di US per effetto piezelettrico (capacità tipica di alcuni cristalli di emettere oscillazioni meccaniche se eccitati da impulsi elettrici).

Le onde sonore si propagano attraverso i tessuti, per venire riflesse e rimandate come echi al trasduttore.

Gli echi di ritorno, a loro volta, vengono convertiti dai cristalli in impulsi elettrici, i quali vengono successivamente usati per elaborare l'immagine ecografica

Al di sotto di un certo valore soglia dell'energia emessa, la propagazione del suono avviene senza alcuna modificazione definitiva del mezzo attraversato, nel quale le particelle semplicemente oscillano intorno alla loro posizione di equilibrio.

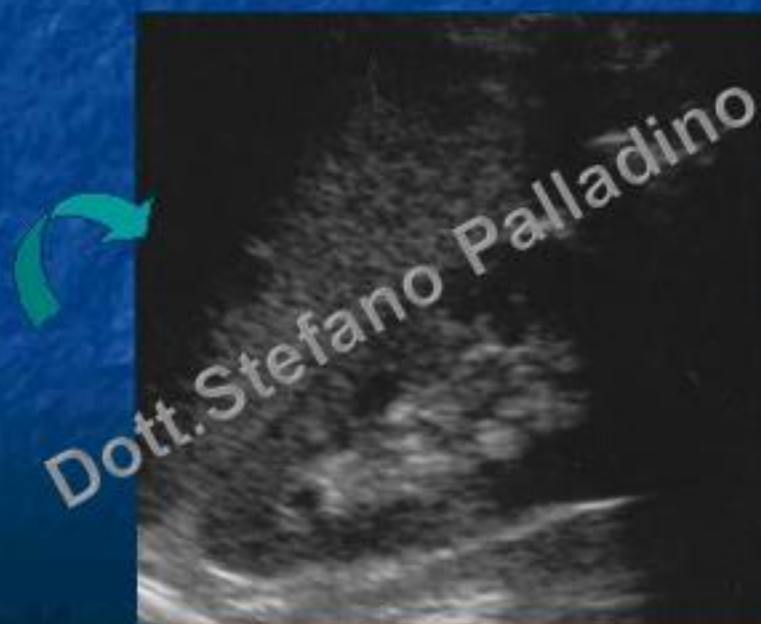
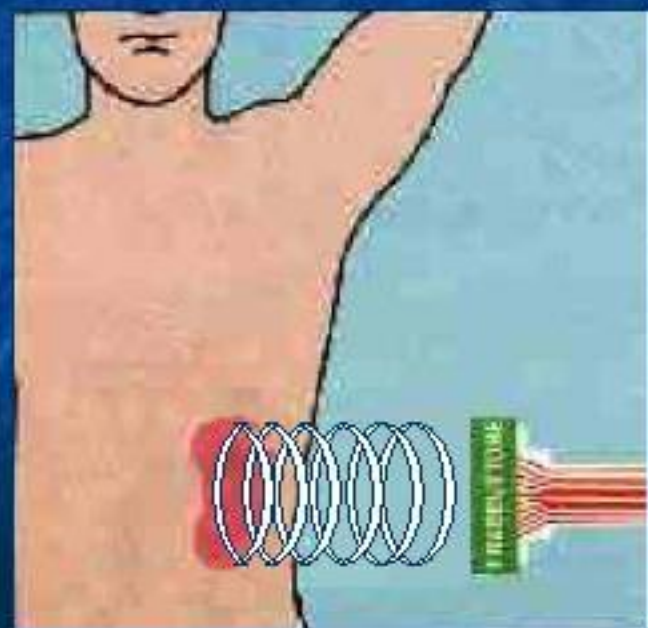
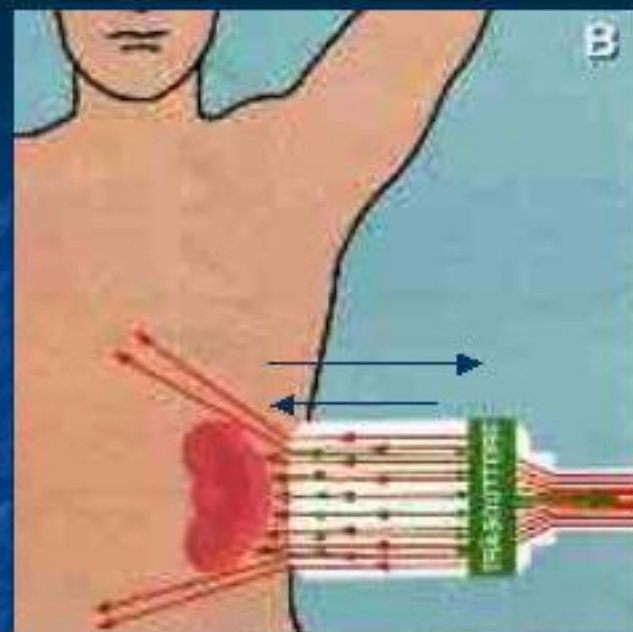
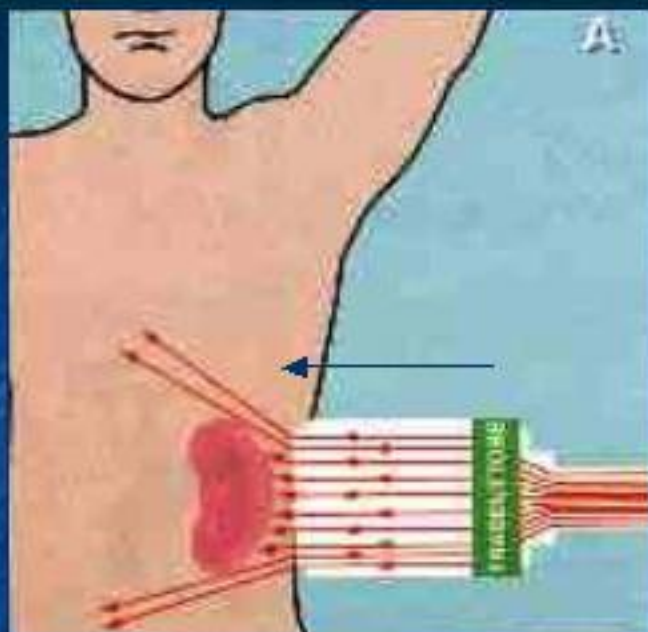


LA VELOCITÀ DI PROPAGAZIONE DEL SUONO DIPENDE DAL MEZZO ATTRAVERSATO

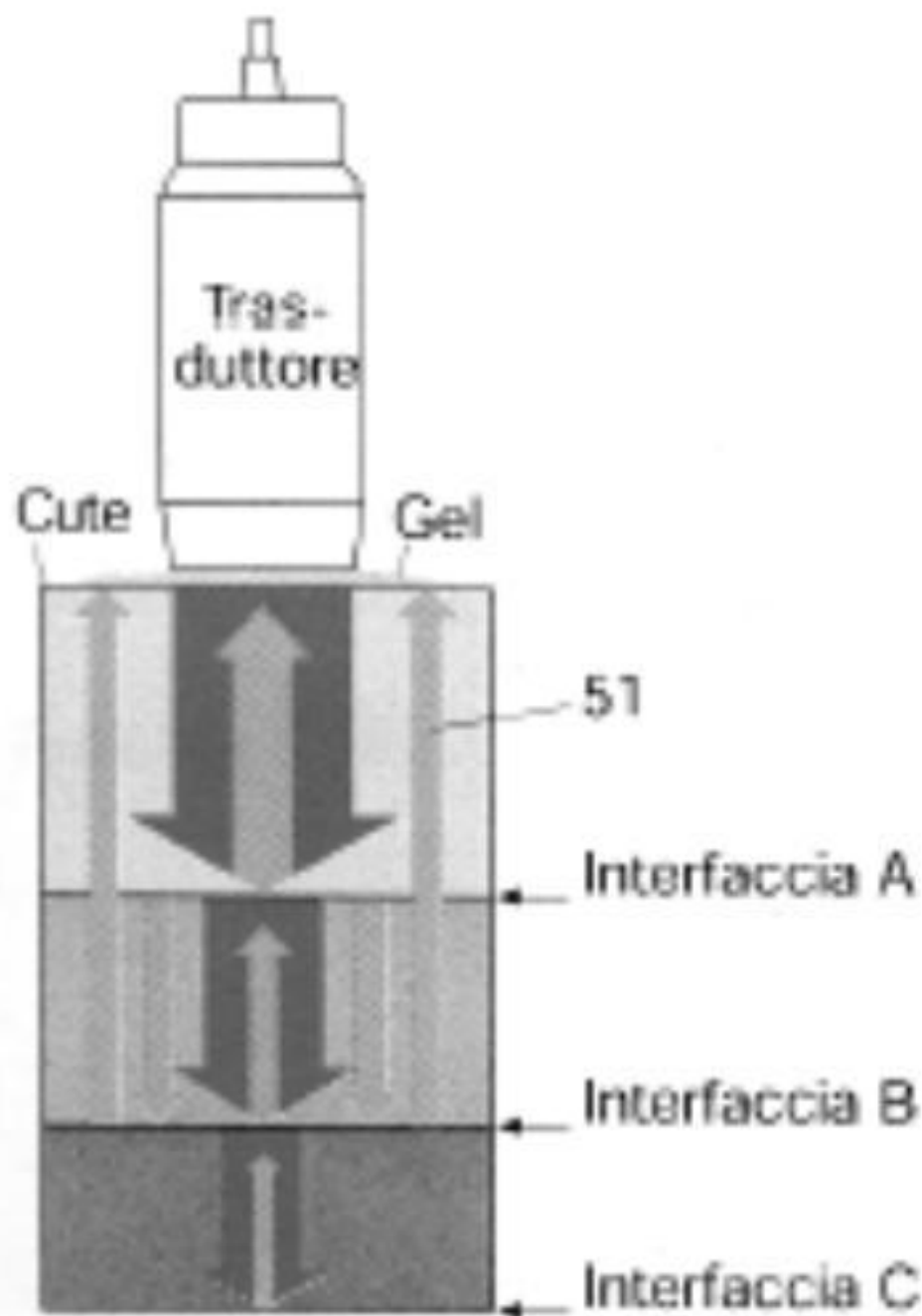


Nella gran parte dei tessuti biologici oscilla di poco intorno alla velocità del suono in acqua che è di 1520m/s (1540m/s nel sangue, 1570 nel parenchima epatico, etc...).

Il suono viene sensibilmente rallentato dall'aria (331m/s), dal tessuto adiposo (1480m/s) e accelerato dall'osso (3360m/s).



Dott. Stefano Palladino



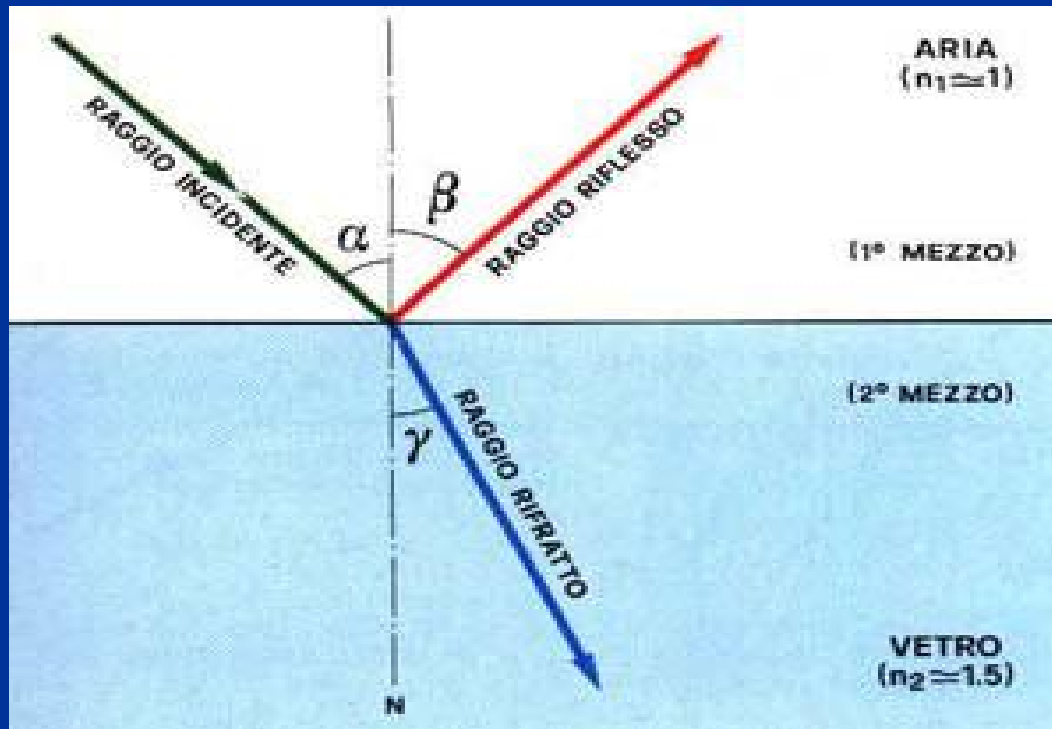
MAGGIORE E' LA
DIFFERENZA DELLA
IMPEDENZA ACUSTICA
FRA LE VARIE
INTERFACCE, MAGGIORE E'
LA RIFLESSIONE
DELL'ONDA SONORA,
sino a riflessione totale con
ombra acustica posteriore come
si osserva dietro le ossa
(costole), i calcoli



INTERAZIONI FONDAMENTALI

alla base della formazione dell'immagine, sono :

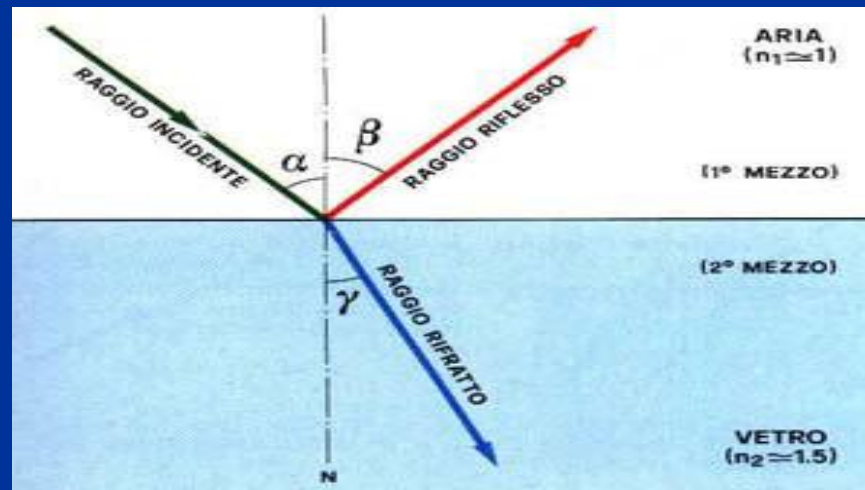
Riflessione: interazione tra un fascio di piccola lunghezza d'onda e una 'interfaccia' piana, di grandi dimensioni, con un'incidenza perpendicolare ('interfaccia speculare'). Se due tessuti hanno impedenza acustica diversa, alla loro interfaccia una parte più o meno grande del fascio di ultrasuoni è riflessa e si genera un eco.



INTERAZIONI FONDAMENTALI

Riflessione: interazione tra un fascio di piccola lunghezza d'onda e una 'interfaccia' piana, di grandi dimensioni, con un'incidenza perpendicolare ('interfaccia speculare'). Se due tessuti hanno impedenza acustica diversa, alla loro interfaccia una parte più o meno grande del fascio di ultrasuoni è riflessa e si genera un eco.

Rifrazione: se l'incidenza del fascio è obliqua, l'eco ritorna dall'interfaccia a un angolo uguale a quello d'incidenza. Il fascio trasmesso è deviato dalla linea retta proporzionalmente alla differenza nella velocità degli ultrasuoni in ciascun lato dell'interfaccia. E' responsabile di alcuni artefatti.



INTERAZIONI FONDAMENTALI

Riflessione: interazione tra un fascio di piccola lunghezza d'onda e una 'interfaccia' piana, di grandi dimensioni, con un'incidenza perpendicolare ('interfaccia speculare'). Se due tessuti hanno impedenza acustica diversa, alla loro interfaccia una parte più o meno grande del fascio di ultrasuoni è riflessa e si genera un eco.

Rifrazione: se l'incidenza del fascio è obliqua, l'eco ritorna dall'interfaccia a un angolo uguale a quello d'incidenza. Il fascio trasmesso è deviato dalla linea retta proporzionalmente alla differenza nella velocità degli ultrasuoni in ciascun lato dell'interfaccia. E' responsabile di alcuni artefatti.

Diffusione o scattering: è la diffusione in tutte le direzioni che il fascio ultrasonoro subisce quando incontra una superficie irregolare o tante piccole superfici orientate in modo diverso.



INTERAZIONI FONDAMENTALI

Riflessione: interazione tra un fascio di piccola lunghezza d'onda e una 'interfaccia' piana, di grandi dimensioni, con un'incidenza perpendicolare ('interfaccia speculare'). Se due tessuti hanno impedenza acustica diversa, alla loro interfaccia una parte più o meno grande del fascio di ultrasuoni è riflessa e si genera un eco.

Rifrazione: se l'incidenza del fascio è obliqua, l'eco ritorna dall'interfaccia a un angolo uguale a quello d'incidenza. Il fascio trasmesso è deviato dalla linea retta proporzionalmente alla differenza nella velocità degli ultrasuoni in ciascun lato dell'interfaccia. E' responsabile di alcuni artefatti.

Diffusione o scattering: è la diffusione in tutte le direzioni che il fascio ultrasonoro subisce quando incontra una superficie irregolare o tante piccole superfici orientate in modo diverso.

Assorbimento: è la trasformazione dell'energia acustica in energia termica (80%), che il fascio ultrasonoro subisce nell'attraversare i tessuti.

INTERAZIONI FONDAMENTALI

alla base della formazione dell'immagine, sono :

Riflessione: interazione tra un fascio di piccola lunghezza d'onda e una 'interfaccia' piana, di grandi dimensioni, con un'incidenza perpendicolare ('interfaccia speculare'). Se due tessuti hanno impedenza acustica diversa, alla loro interfaccia una parte più o meno grande del fascio di ultrasuoni è riflessa e si genera un eco.

Rifrazione: se l'incidenza del fascio è obliqua, l'eco ritorna dall'interfaccia a un angolo uguale a quello d'incidenza. Il fascio trasmesso è deviato dalla linea retta proporzionalmente alla differenza nella velocità degli ultrasuoni in ciascun lato dell'interfaccia. E' responsabile di alcuni artefatti.

Diffusione o scattering: è la diffusione in tutte le direzioni che il fascio ultrasonoro subisce quando incontra una superficie irregolare o tante piccole superfici orientate in modo diverso.

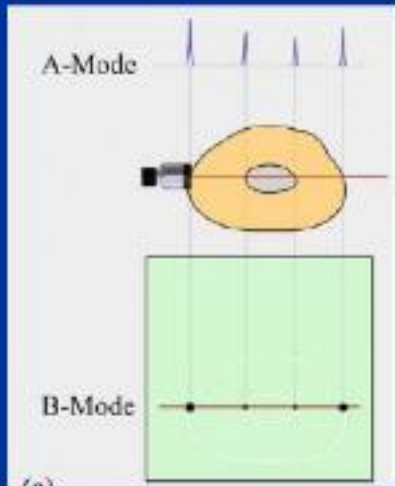
Assorbimento: è la trasformazione dell'energia acustica in energia termica (80%), che il fascio ultrasonoro subisce nell'attraversare i tessuti.

Attenuazione: è la riduzione dell'intensità che il fascio ultrasonoro subisce nell'attraversare i tessuti;

dipende in gran parte dall'assorbimento ma anche da riflessione, diffusione e allargamento del fascio e

avviene secondo la relazione: 1dB/cm/MHZ (aumenta all'aumentare del percorso e della frequenza)

Costruzione dell'immagine ecografica.



Quando il fascio incontra un'interfaccia tra due mezzi a diversa impedenza acustica, gli ultrasuoni vengono in parte riflessi e in parte trasmessi con perdita di energia. Gli echi di ritorno dai tessuti colpiscono il trasduttore, dove sono trasformati in impulsi elettrici e inviati al convertitore che li rielabora in un'immagine in scala dei grigi. A ogni pixel dell'immagine è assegnata una diversa luminosità proporzionale all'intensità degli echi riflessi corrispondenti: echi intensi (iperecogeno- BIANCO) - echi intermedi (iso-ipoecogeno GRIGIO) - assenza di echi (anecogeno- NERO).

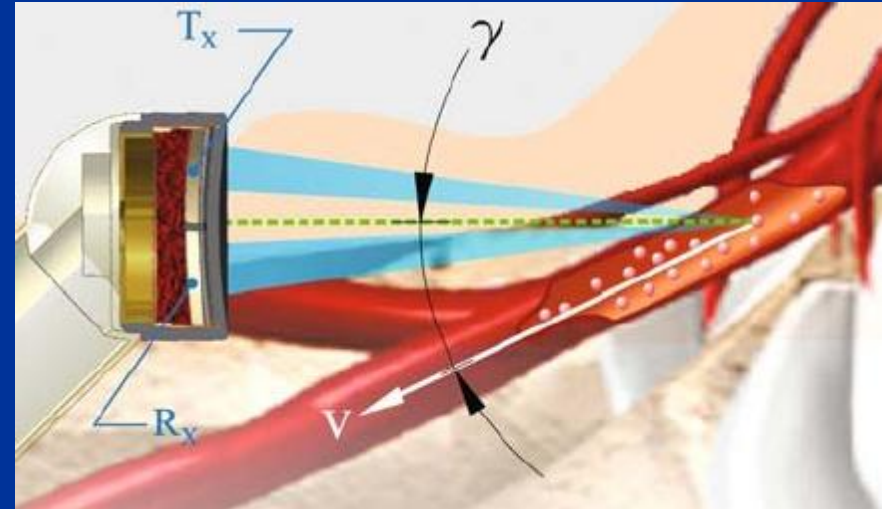
Le interfacce speculari ('riflessione') corrispondono alle superfici di organi, pareti di vasi e piani di clivaggio tra strutture diverse: contribuiscono a determinare la forma degli organi e apparati in esame. Le interfacce oblique o tra tessuti a diversa velocità di propagazione degli US ('rifrazione') sono responsabili degli artefatti. Lo 'scattering' contribuisce alla struttura degli organi, cioè al 'pattern' di echi di piccola ampiezza e dimensioni caratteristico dei parenchimi.

Ecotomografia

Eco doppler

La funzione doppler risponde alla necessità di rappresentare informazioni sulla dinamica del sangue nei vasi in tempo reale. L'effetto si basa sulla variazione in frequenza del segnale di ritorno quando viene colpito un oggetto in movimento.

$$f_D \cong 2f_0 \frac{v}{c} \cos \gamma$$



La f_D ($f_r - f_0$), pari alla differenza tra la frequenza ricevuta f_r e quella trasmessa f_0 , è tanto maggiore quanto maggiore è il valore di f_0 .

La frequenza Doppler appartiene al campo dell'udibile e quindi riproducibile attraverso altoparlanti (il rapporto v/c nelle comuni applicazioni cliniche è circa $10^{-5} \div 10^{-3}$); il sonoro associato fornisce indicazioni immediate relativamente al regime di moto del sangue nei vasi e consente un primo orientamento diagnostico.

$$f_D \cong 2f_0 \frac{v}{c} = 2 \cdot 5 \cdot 10^6 \frac{1}{1570} \cong 6,37 \text{ kHz}$$

Ecotomografia

Doppler CW - PW

Il **doppler pulsato** utilizza gli stessi piezoelementi in trasmissione e in ricezione, per cui, una volta emessi gli ultrasuoni, un relè commuta i cristalli in fase di ascolto: attraverso il ritardo ricostruisco con precisione la profondità di rilevamento della velocità. Per contro la PRF, dovuta alla conversione dei cristalli da emettitori a ricettori, non mi permette di captare velocità troppo elevate (aliasing).

Con il **color** l'effetto doppler viene rappresentato con una scala colorimetrica in cui i flussi in avvicinamento alla sonda sono rappresentati in rosso e quelli in allontanamento in blu.

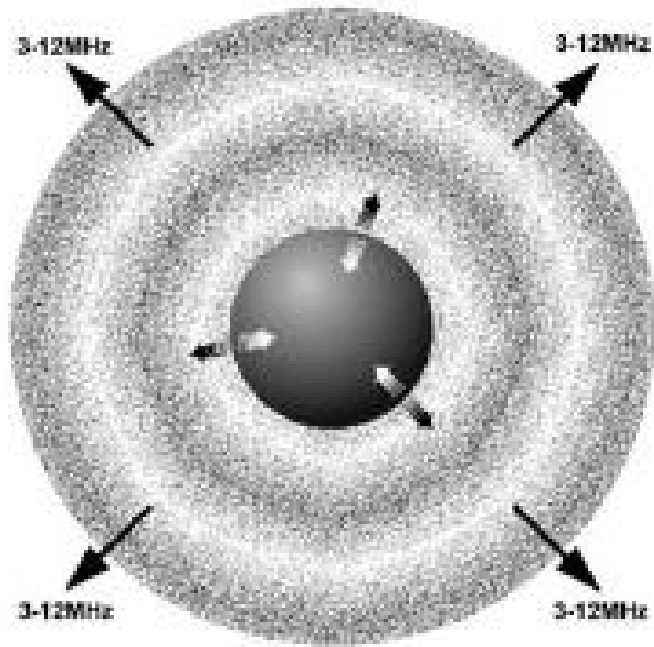


Nel **doppler continuo** i piezoelementi si dividono in trasmettenti e riceventi: ininterrottamente mentre un segnale viene inviato un altro torna alla sonda. E' così possibile conoscere la velocità di flusso sanguigno in un vaso lungo la linea di vista; non possiamo ottenere, però, informazioni circa la profondità di provenienza del segnale.

Il **power doppler** mi restituisce un segnale in ampiezza indicativo del numero di eritrociti che occupano il vaso sanguigno. Non mi dà informazioni quantitative sulla velocità di flusso.

Ecotomografia

THI (tissutal harmonic imaging)



Nell'ecografia con mezzo di **contrasto** l'onda di pressione viene fatta interagire con microbolle gassose, con guscio biocompatibile, iniettate all'interno del tessuto di interesse verso il quale viene inviato un segnale ecografico.

Le bolle entrano in vibrazione alla propria frequenza di risonanza, compresa tra 2 e 10MHz, generando una serie di armoniche, delle quali la dominante è la seconda.

Solo le zone anatomiche in cui sarà presente il mezzo di contrasto genereranno segnale utile, per altro privo di interferenze.

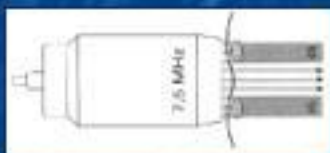
E' così possibile studiare i meccanismi e i tempi di perfusione di organi e tessuti.

3D/4D

LE SONDE

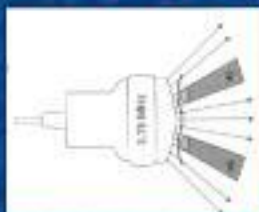
LE SONDE POSSONO ESSERE DI VARI TIPI:

■ LINEARI



hanno la forma di un parallelepipedo sono utili per studiare i tessuti superficiali, come la tiroide, il seno, i muscoli, i tendini, le anche del neonato, alcuni tratti dell'intestino ed il feto in particolari epoche gestazionali. I contorni dell'immagine che si vedrà sul monitor, avranno la forma di un rettangolo.

■ CONVEX



presentano una lieve curvatura della superficie che entra in contatto con la pelle del paziente. Sono indicate praticamente per ogni tipo di esame; i contorni sul monitor ecografico, avranno la forma di un tronco di cono.

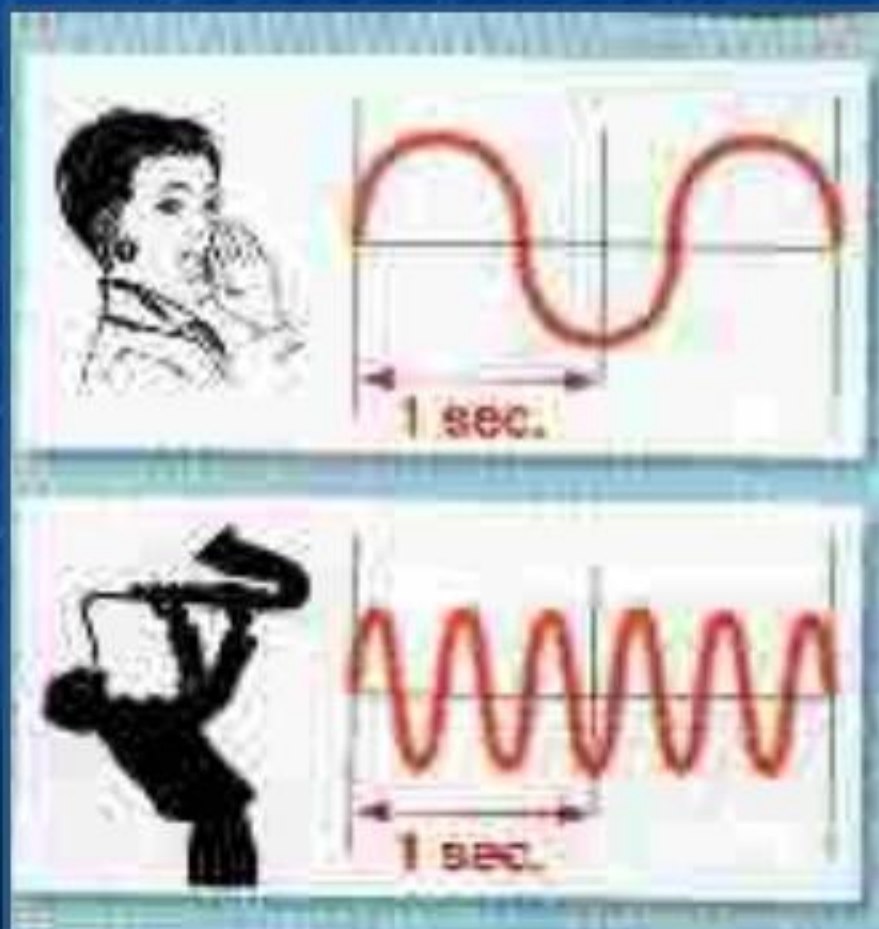
■ SETTORIALI



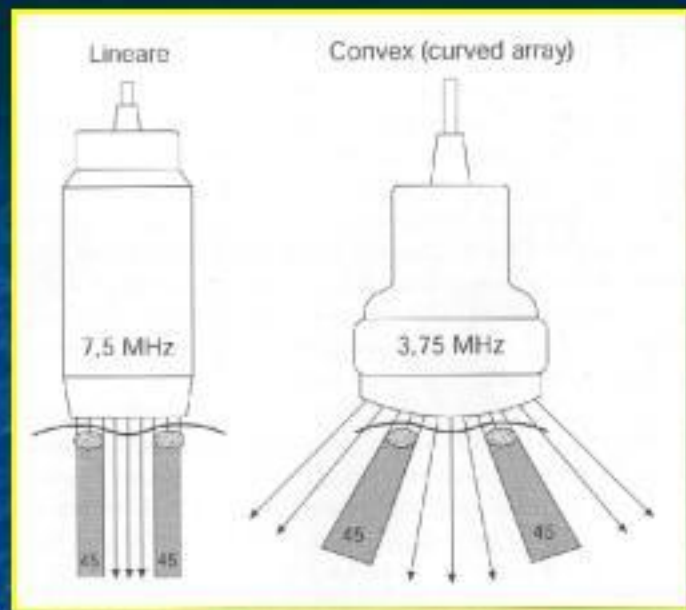
producono immagini a ventaglio, strette vicino alla soglia, che aumentano in larghezza in profondità. Sono utilizzate prevalentemente in cardiologia

■ ENDOCAVITARIE (es. sonda transvaginale, transrettale)

Sonde frequenze e lunghezza d'onda



Sonda
lineare



Sonda
convex



- ↑ **FREQUENZA di emissione** (n° cicli al secondo)
- ↑ **RISOLUZIONE** (qualità generale dell'immagine)
- ↓ **PROFONDITÀ** raggiungibile dal fascio US

... e viceversa.



FREQUENZE MINORI, come per esempio la 3.5 e la 5 MHz, sono generalmente adatte per lo studio di ORGANI RELATIVAMENTE PROFONDI, come il fegato, i reni, il pancreas, l'utero, le ovaie;

FREQUENZE MAGGIORI, per esempio 7.5 e 10 MHz, sono ideali per l'esame della PELLE E DEI TESSUTI SUPERFICIALI.

SEMEIOTICA ECOGRAFICA

LE STRUTTURE NORMALI O
PATOLOGICHE DELL'ORGANISMO
DANNO LUOGO A DISPARATI QUADRI
ECOGRAFICI IN FUNZIONE DEL
NUMERO, DELL'*INTENSITÀ*, DELLE
DIMENSIONI E DELLA
DISTRIBUZIONE DEGLI ECHI
CHE DA ESSE PRENDONO ORIGINE.

TERMINOLOGIA

➤ ANECOGENO

➤ ECOGENO

➤ ISOECOGENO

➤ IPOECOGENO

➤ IPERECOGENO

ANECOGENO

(sinonimi: trasonico, traslucente)

che non riflette gli ultrasuoni;
appare **NERO** sul monitor.

Anche se con qualche eccezione sono anecogeni i **liquidi** o le **raccolte liquide** come l'urina in vescica, la bile nella colecisti, il sangue nei vasi, il contenuto delle cisti.

Contenuto vescicale
anecogeno: urina



Dott. Stefano Palladino

ISOECOGENO

significa della "STESSA DENSITÀ"
nel paragone fra due tessuti.

ENE DX_

**Parenchima epatico
e renale di uguale
ecogenicità**

GE

Dott. Stefano Palladino



IPOECOGENO

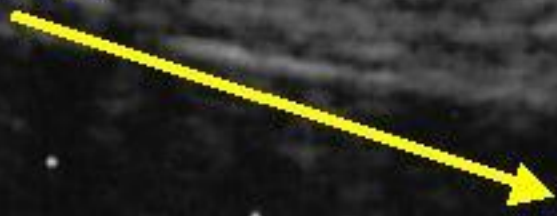
(sinonimi: ipodenso)

appare con tonalità di grigio ridotta
rispetto ad altri tessuti di riferimento

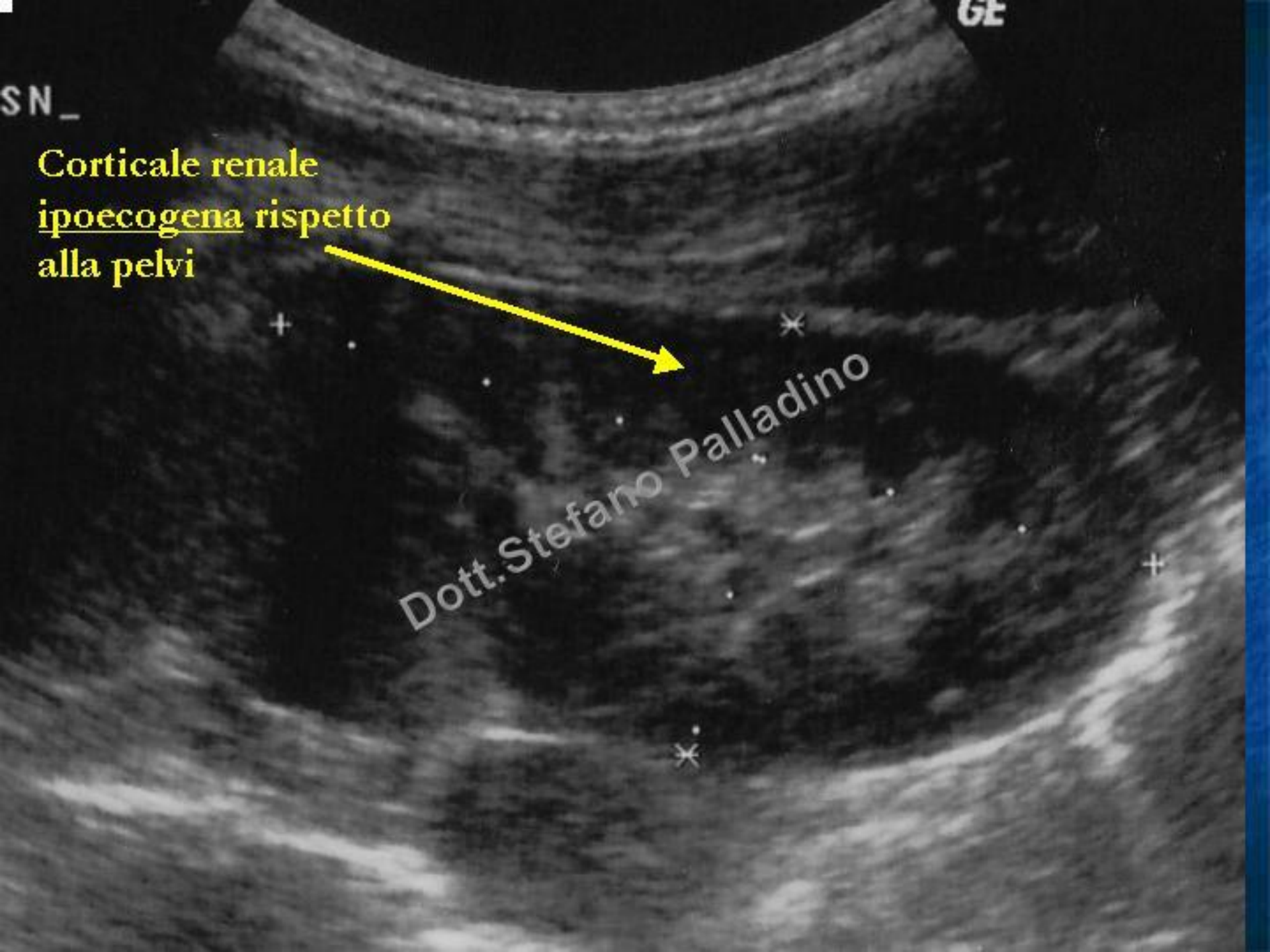
SN_

GE

Corticale renale
ipoecogena rispetto
alla pelvi



Dott. Stefano Palladino



IPEREKOGENO

(sinonimi: iperriflettente, iperdenso)

Organo, parte di esso o reperto patologico che riflette maggiormente gli ultrasuoni e quindi appare BIANCO o molto chiaro sullo schermo.

Esempi possono essere i calcoli, i depositi di calcio....

Formazioni iperecogene nella
colecisti, generanti cono
d'ombra posteriore: **CALCOLI**



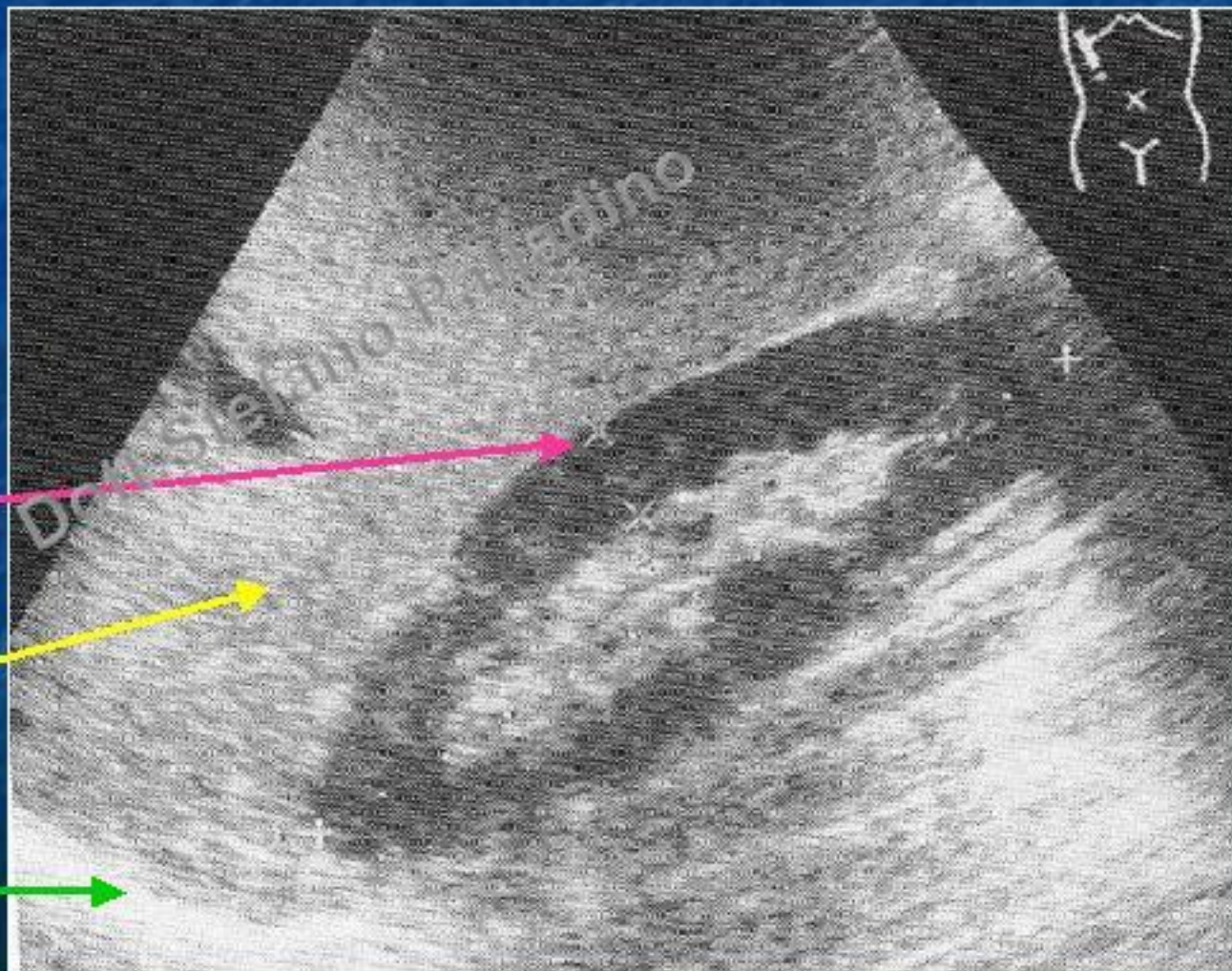
IPERECOGENICITA' DIFFUSA: il grado dell'iperecogenicità può essere valutato mediante il raffronto con altre strutture anatomiche di riferimento.



INCREMENTO DEL
GRADIENTE EPATO-
RENALE

RIDUZIONE O
SCOMPARSA DEGLI
ECHI PERIVASCOLARI

ATTENUATA
DIFFERENZA
FEGATO- DIAFRAMMA



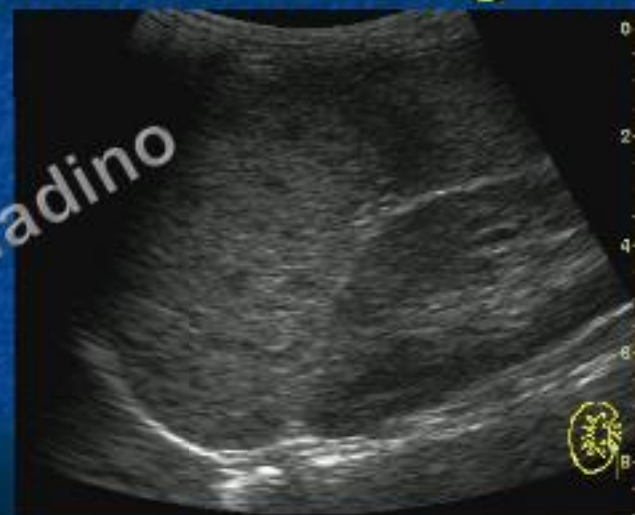
ASPETTI ECOGRAFICI

- Struttura omogenea
- Struttura disomogenea
- Complex mass
- Segni ecografici accessori

Struttura omogenea



Struttura disomogenea



Struttura disomogenea



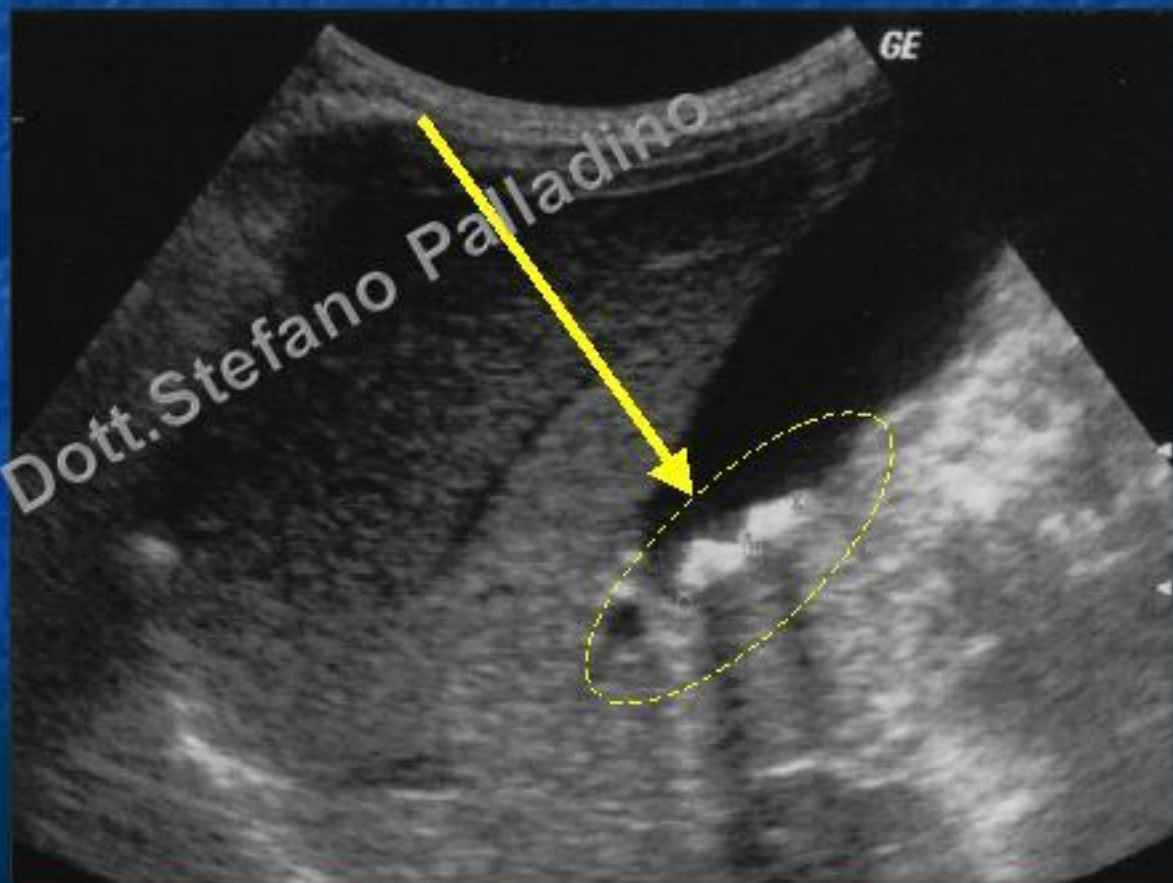
Complex mass



Segni ecografici accessori

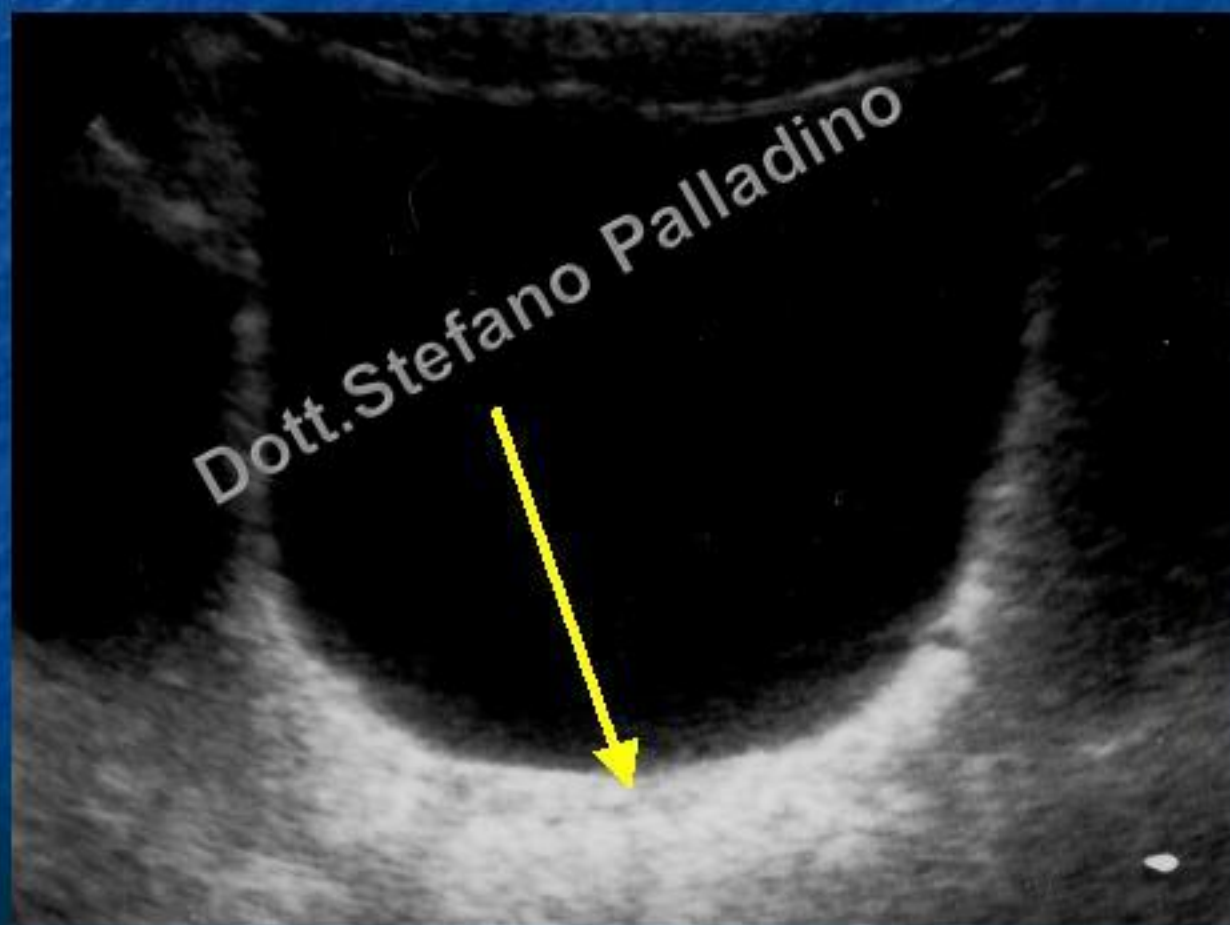
CONO D'OMBRA

attenuazione del fascio ultrasonico al di dietro di strutture iperriflettenti; é rappresentato da una "coda" nera di solito dietro ad alcuni tipi di calcoli o calcificazioni.



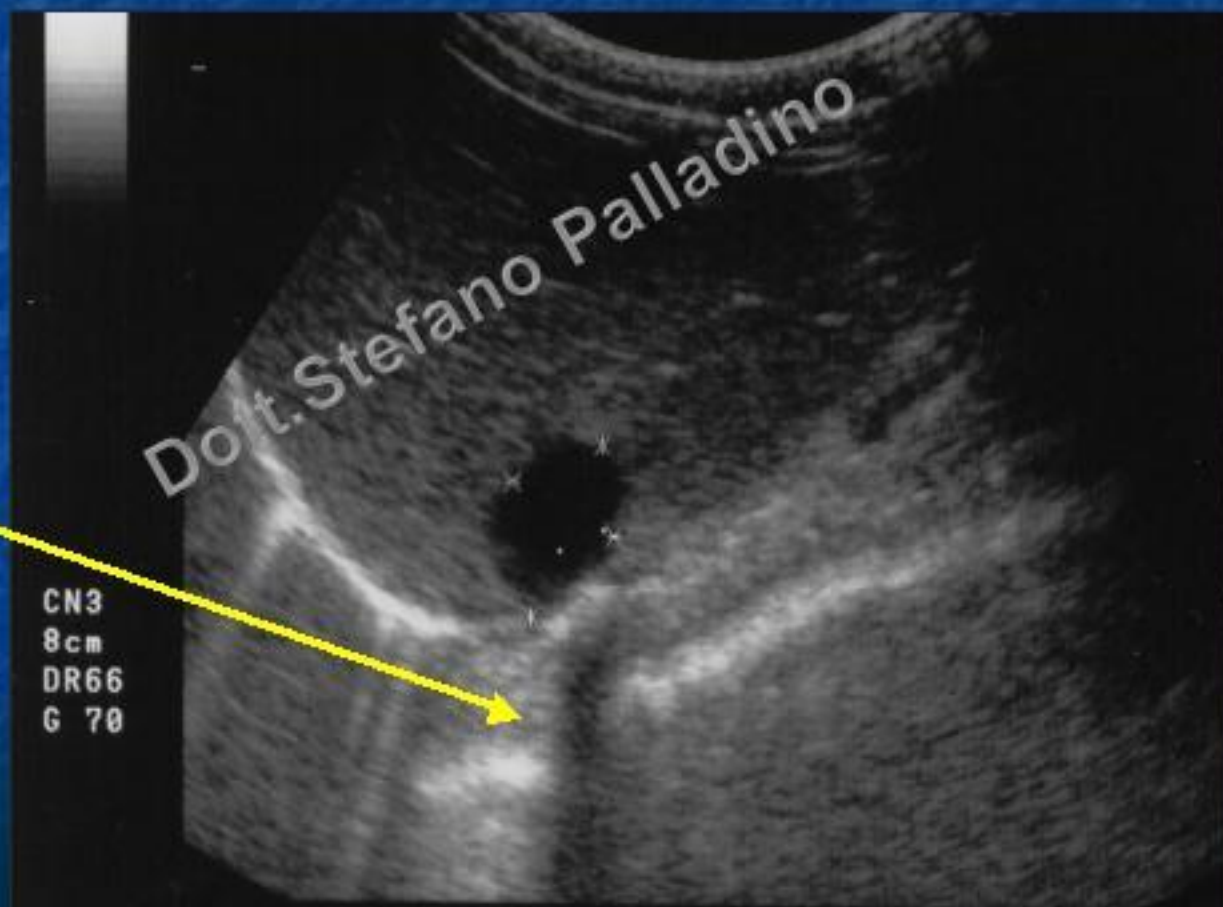
Segni ecografici accessori

RINFORZO
POSTERIORE



Segni ecografici accessori

OMBRE
ACUSTICHE



Segni ecografici accessori

ECHI DI
RIVERBERO



IMPORTANTE !!

OGNI PERSONA HA UNA SUA ECOGENICITÀ

e quindi mentre in alcuni soggetti si apprezzerà anche il minimo particolare, in altri potrebbe non visualizzarsi un intero organo.

GE

Buona ecogenicità

RENE SN

Dott. Stefano Palladino



Cattiva
ecogenicità

RENE SN

Dott. Stefano Palladino





L'OBESITÀ ed il METEORISMO OSTACOLANO

l'ecogenicità del paziente,
cioè la capacità di essere attraversati
ottimamente dagli ultrasuoni e quindi di
"restituire" una immagine ecografica
"chiara"

N.B. I neonati ed i bambini piccoli presentano in
genere un notevole meteorismo addominale a
volte ostacolante la piena riuscita dell'esame.



DURATA DELL'ESAME

La durata di un'ecografia é **VARIABILE** e **DIPENDE DA VARI FATTORI**, come la costituzione del paziente o l'eventuale complessità del quadro ecografico incontrato e ... il grado di collaborazione del pz stesso...!!!

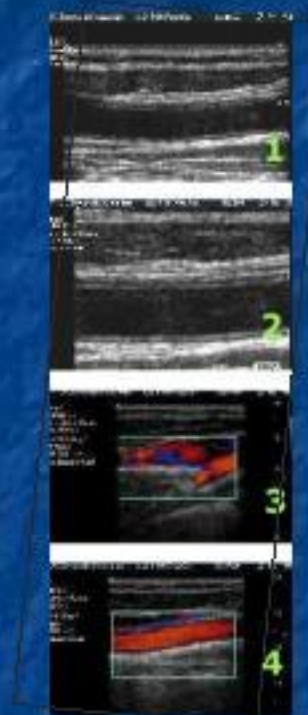


LE FOTO

Il reperto fotografico é utile solo per essere valutato da un altro ecografista, evenienza questa frequente in caso di ricoveri successivi.

Le fotografie spesso non rendono bene l'idea della patologia tranne che in casi tipo e ben delineati.

Sono solo dei "freeze" ulteriormente congelati dai "ghiacciolini" personali di chi le esegue ...



IN PAROLE POVERE ...



**CI SI PUÒ DIVERTIRE A FOTOGRAFARE COSE
CHE NON ESISTONO E A NON
FOTOGRAFARE COSE INVECE REALI!!!**



Fondamentali in un
esame ecografico...

- PAZIENZA
- ESPERIENZA
- CAPACITÀ DELL'ECOGRAFISTA



A differenza della radiologia convenzionale,
dove in genere vengono eseguite alcune lastre
in posizioni standard ed il risultato viene poi
valutato con calma anche da medici differenti...

...IN ECOGRAFIA SI VEDE SOLO
CIÒ CHE SI CERCA
ATTENTAMENTE ...!!!



GRAZIE
DELL'ATTENZIONE







