

SIEMC

Società Italiana di Ecografia
in Medicina e Chirurgia

II CORSO NAZIONALE E
SEMINARI DI
ECOGRAFIA CLINICA
SIEMC



RIMINI,
4 - 7 OTTOBRE 2015
AQUA HOTEL + ARIA HOTEL

GERARDO TRATTELLI

**TERMINOLOGIA ECOGRAFICA
ATTEZZATURE E SONDE**

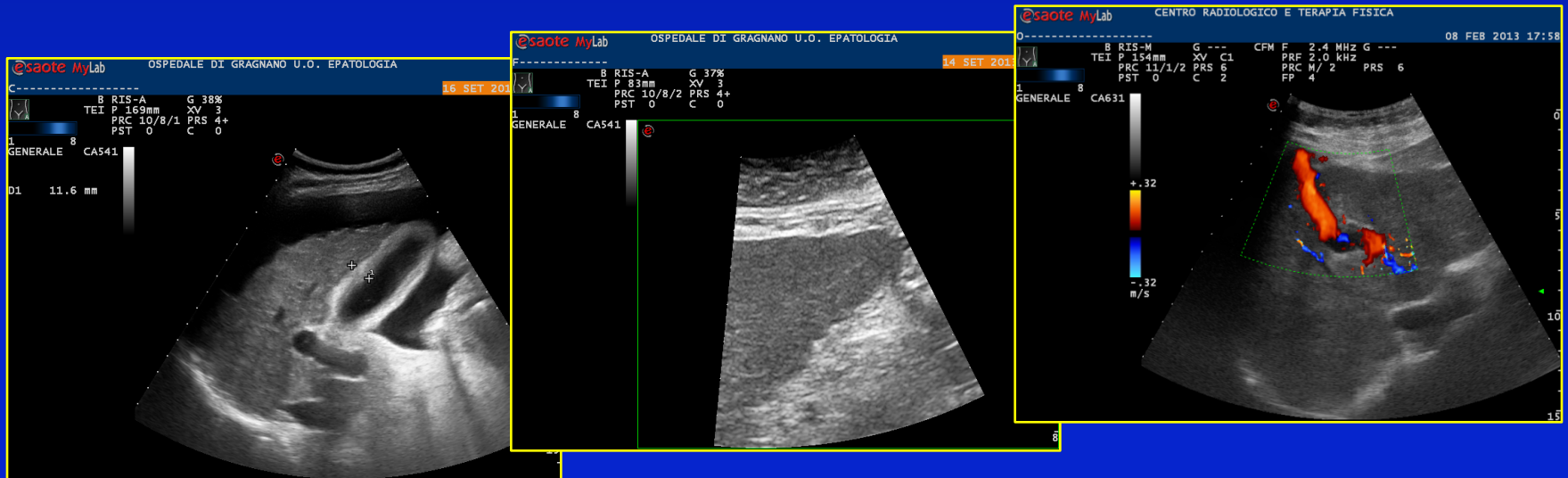
Terminologia ecografica

Come in ogni disciplina medica, anche in ecografia la **fase semeiologica** rappresenta il primo momento del processo diagnostico che porta all'identificazione di una determinata condizione patologica



Terminologia ecografica

La corretta rilevazione ed interpretazione dei **segni** conduce alla diagnosi o, nei casi non conclusivi, comunque guida l'ulteriore approfondimento clinico-strumentale



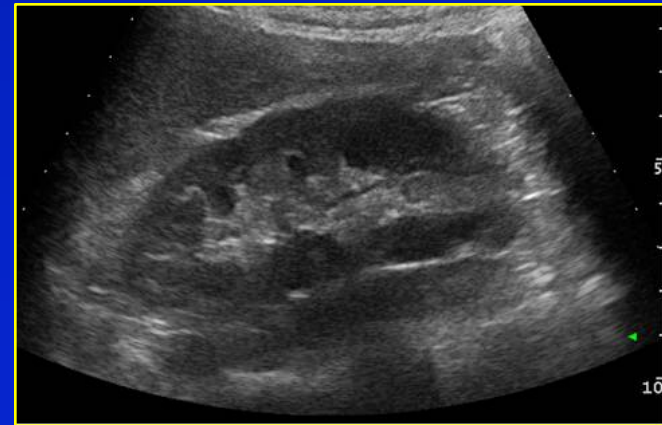
Terminologia ecografica

La terminologia ecografica, che poi sarà utilizzata nella stesura del referto, deve essere *appropriata*, uniformata cioè a quella ampiamente *codificata* in campo ecografico, in modo da risultare facilmente condivisibile e non ingenerare confusione d'interpretazione



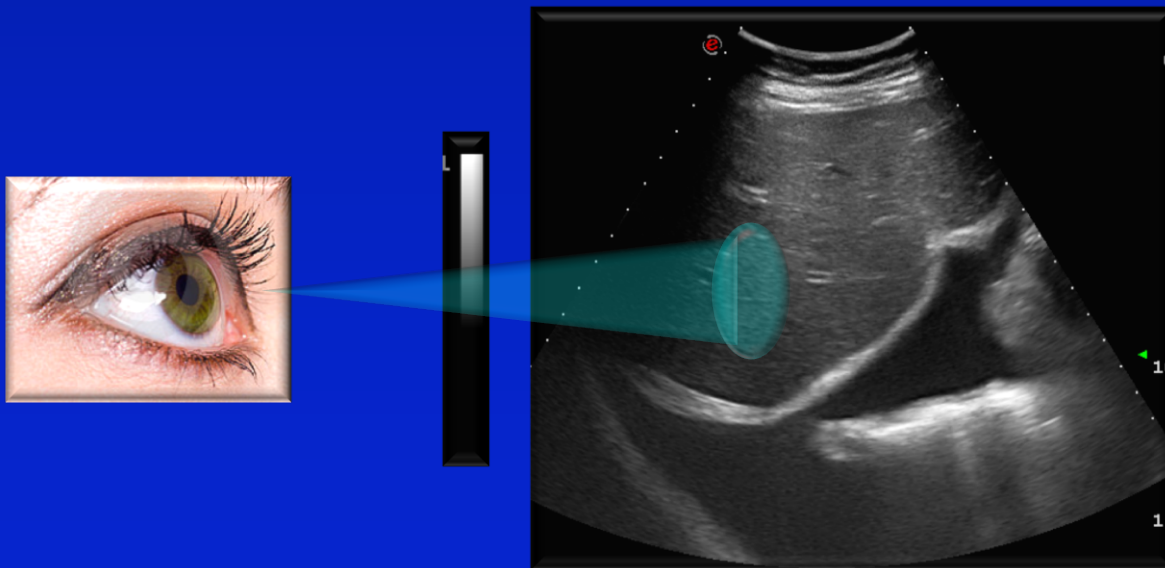
Terminologia ecografica

L'immagine ecografica è un'*immagine virtuale* che riproduce su un piano bidimensionale una sezione anatomica tridimensionale dell'organo insonato, quindi di per sé ricca di artefattualità e con un rapporto segnale/rumore nettamente sfavorevole



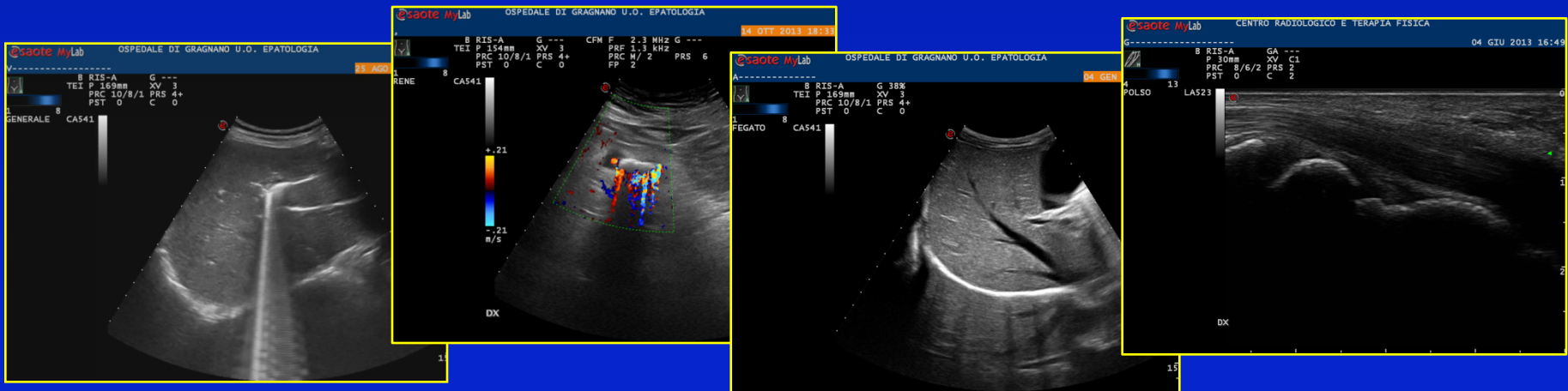
Terminologia ecografica

Inoltre l'operatore interpreta un'immagine che viene proposta sullo schermo dell'ecografo con **256 livelli di grigio**, mentre l'occhio umano è in grado di discriminarne adeguatamente solo 60-90 livelli



Terminologia ecografica

L'ecografista che esegue l'esame e legge in tempo reale l'immagine, deve possedere l'*arte* e l'*esperienza* per discriminare quello che è "vero" da ciò che può essere vero o è solo un "artefatto"



Terminologia ecografica

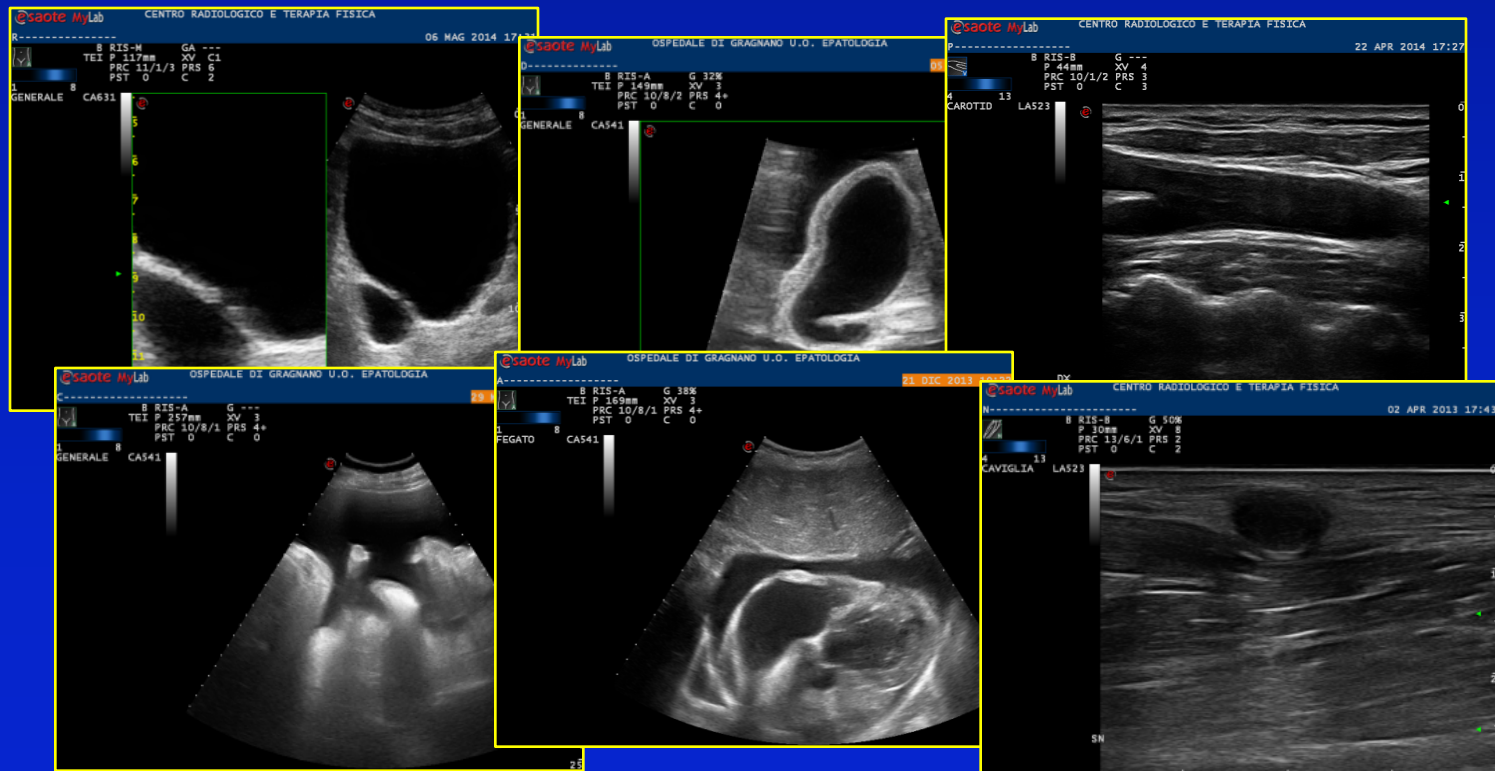
Fondamentale e preliminare ad ogni tipo di rilievo semeiologico
è la differenziazione tra struttura **liquida** e **solida**



Terminologia ecografica



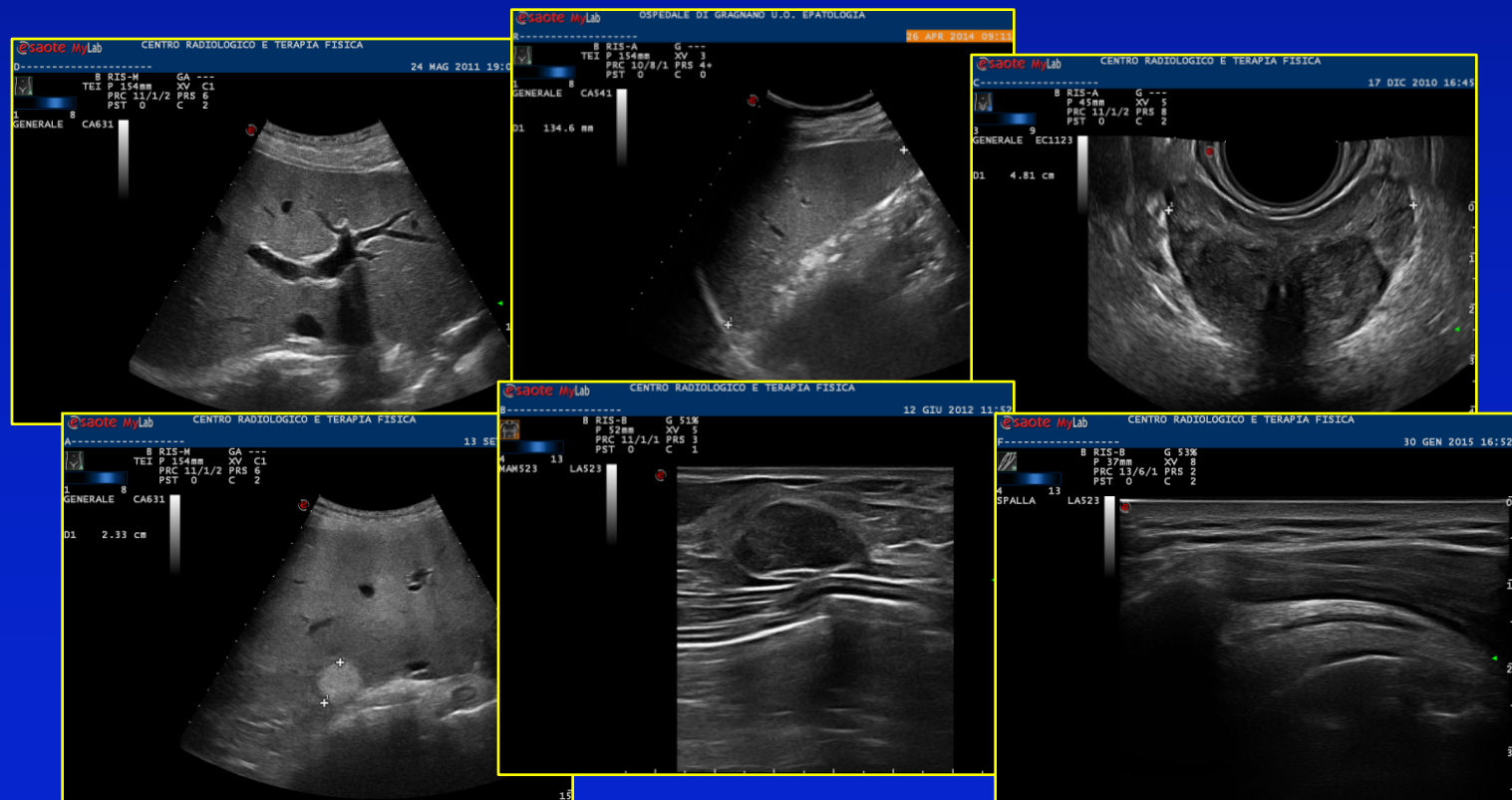
- 1. Anecogene:** strutture a contenuto liquido, prive di interfacce e quindi di echi riflessi



Terminologia ecografica



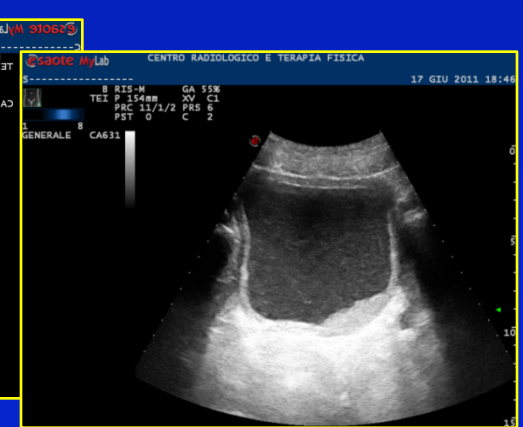
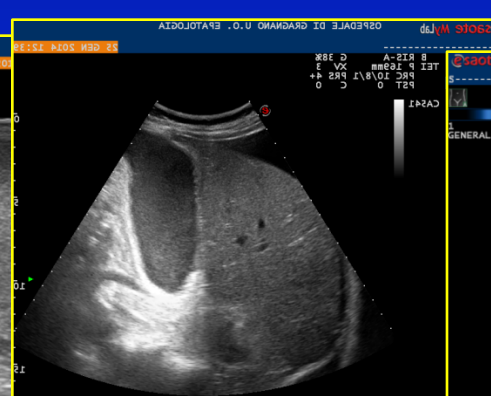
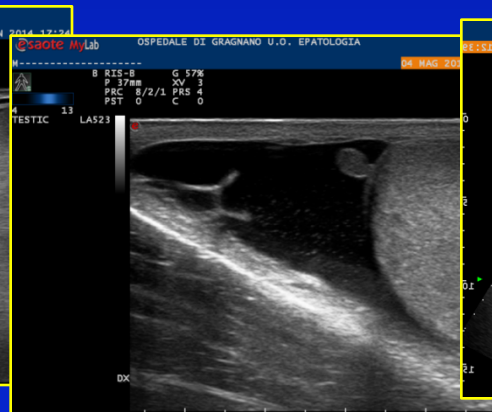
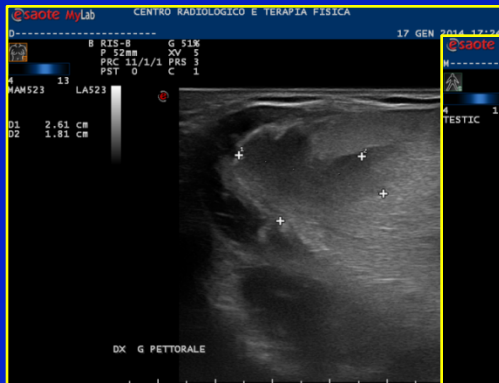
2. **Ecogene**: strutture solide, capaci di generare riflessioni ultrasonore



Terminologia ecografica

Formazioni anecogene disomogenee

Si presentano non completamente anecogene per la presenza di echi in sospensione o stratificati, espressione di componente solida dovuta a corpuscolato di varia natura (flogistico-suppurativo, ematico, sabbia biliare, sedimento urinario, ecc.)

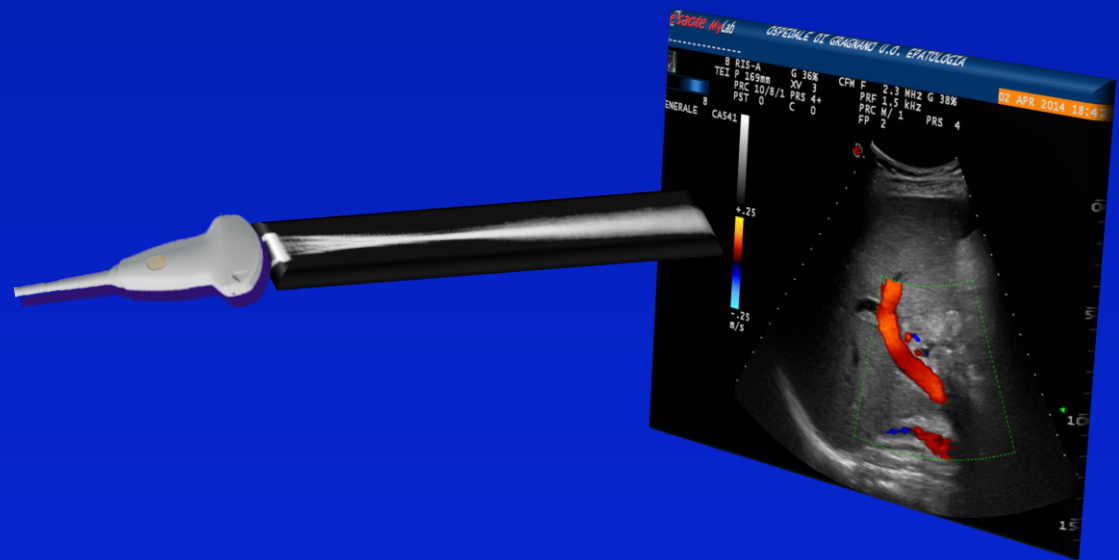


Terminologia ecografica

Formazioni ecogene

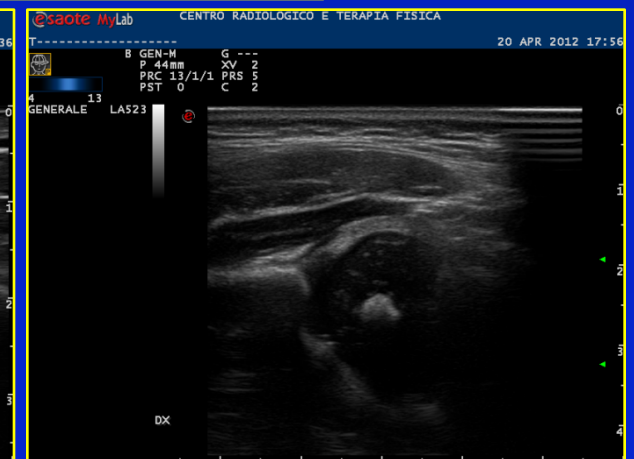
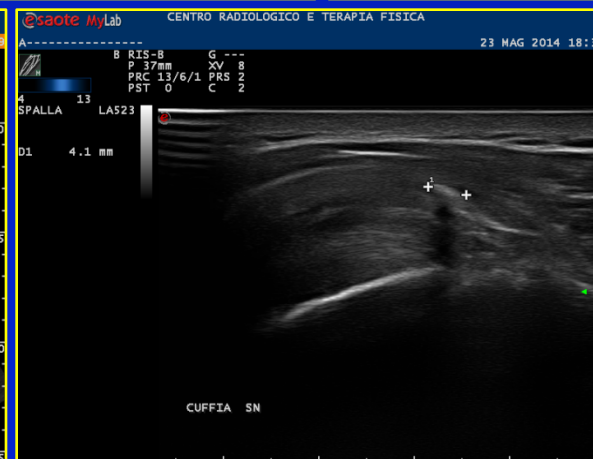
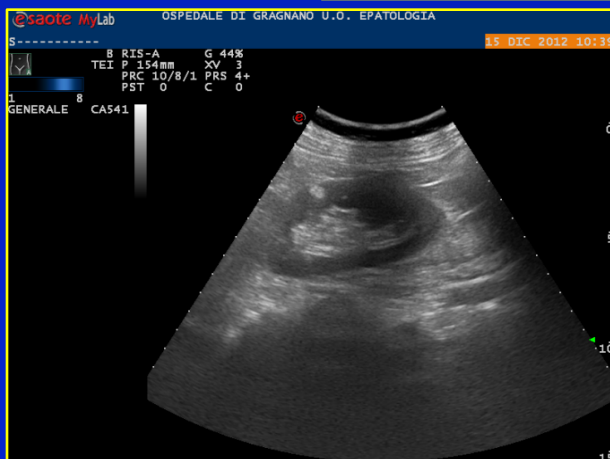
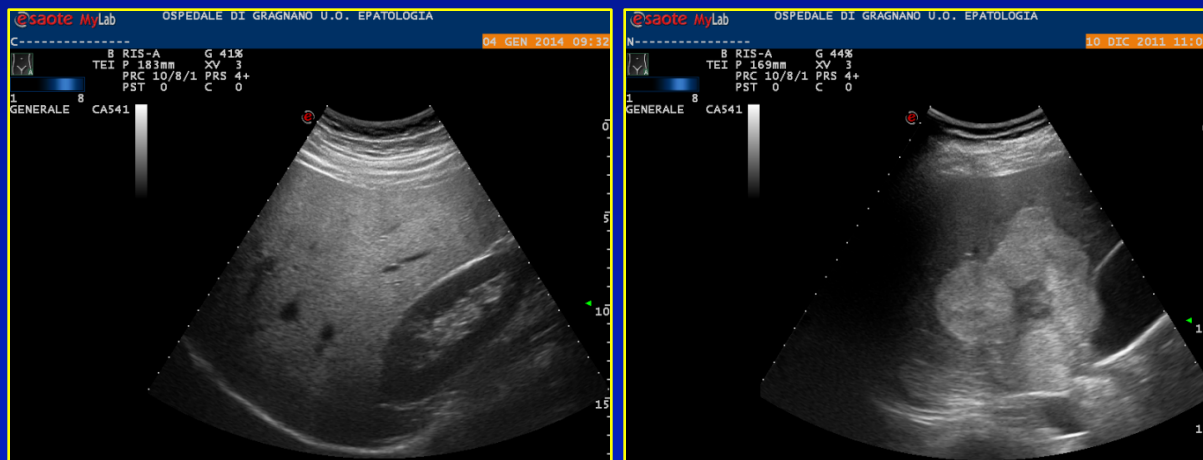
In relazione alle loro caratteristiche strutturali ed all'intensità degli echi riflessi, possono apparire più o meno luminose rispetto ad un parametro di riferimento

- *Iperecogene*
- *Isoecogene*
- *Ipoecogene*



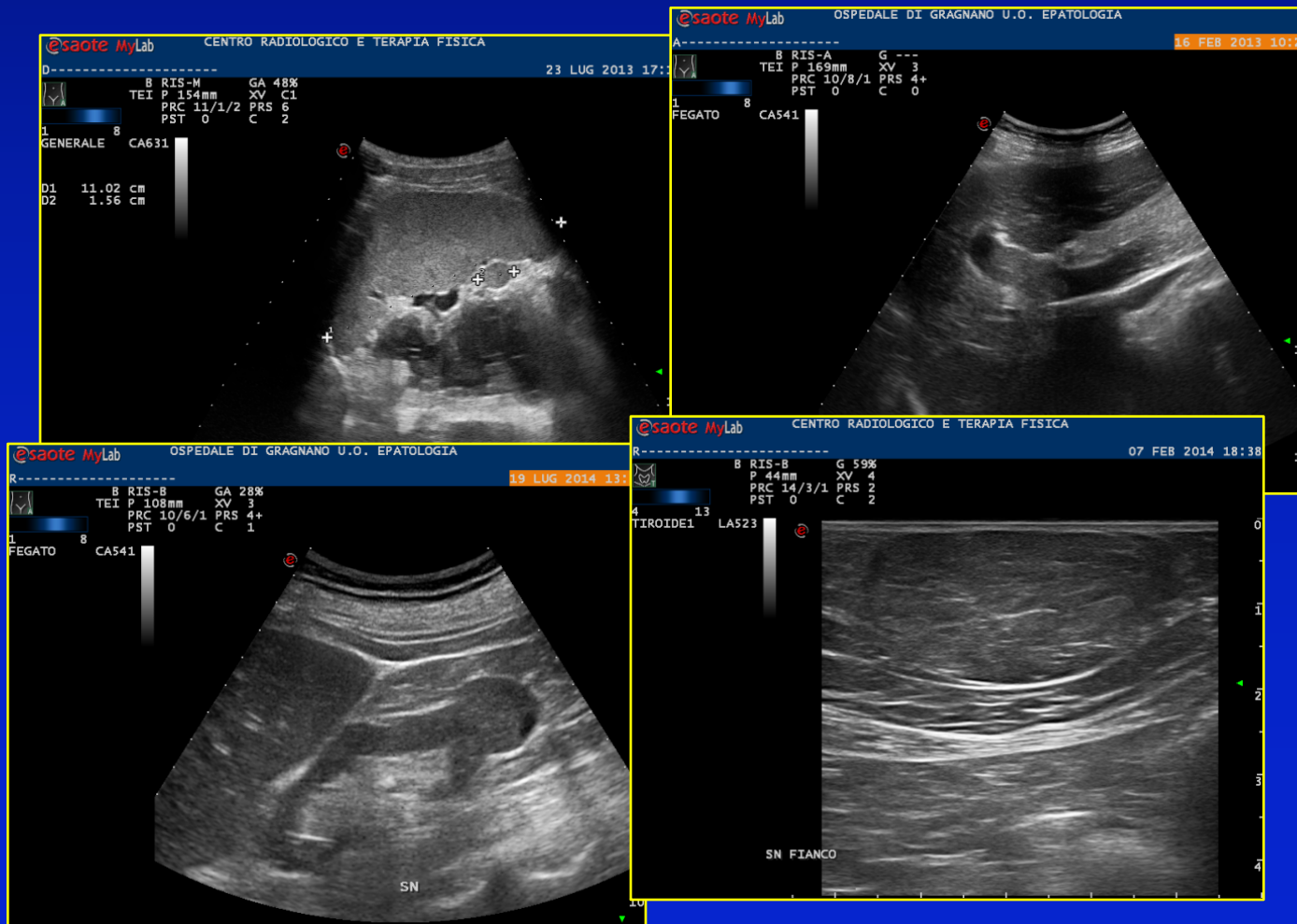
Terminologia ecografica

Formazioni iperecogene



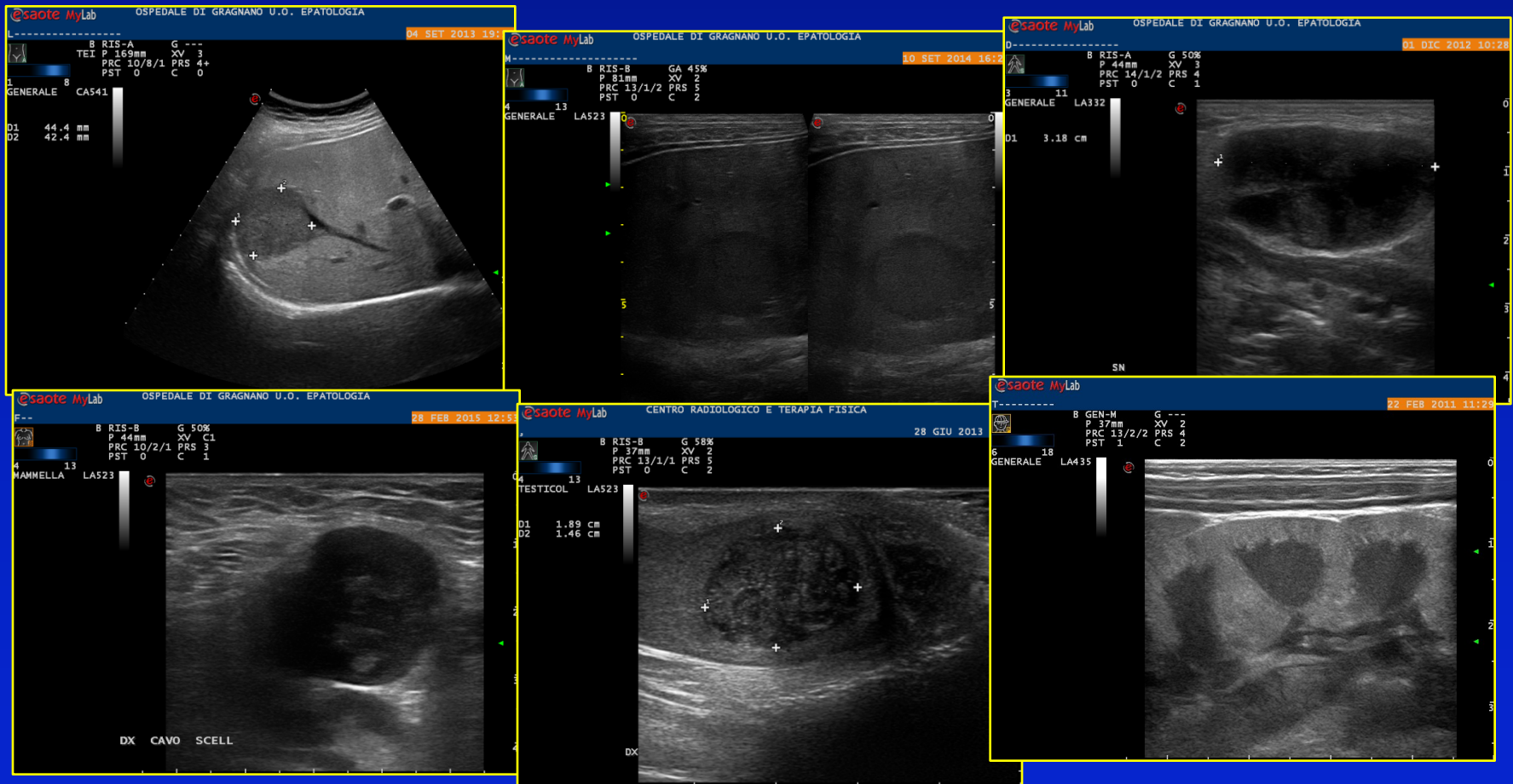
Terminologia ecografica

Formazioni isoecogene



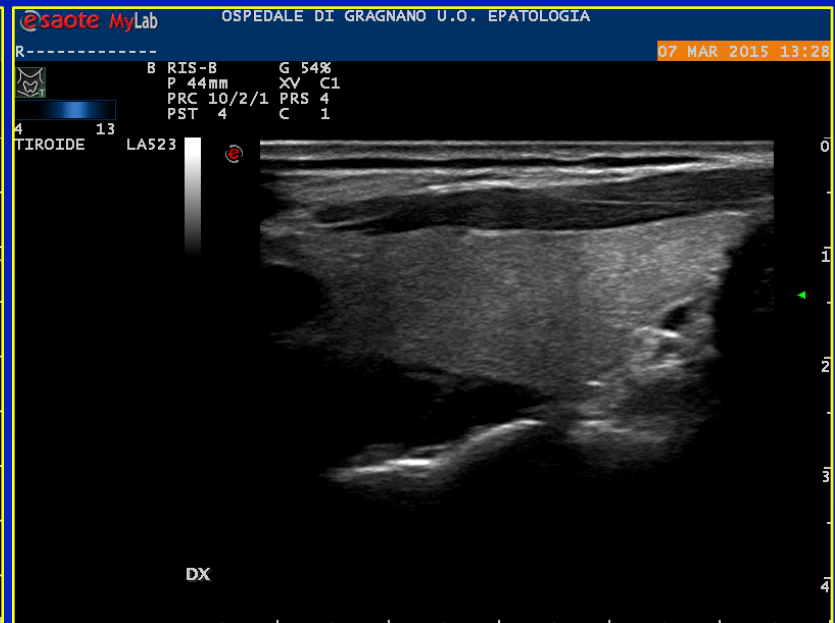
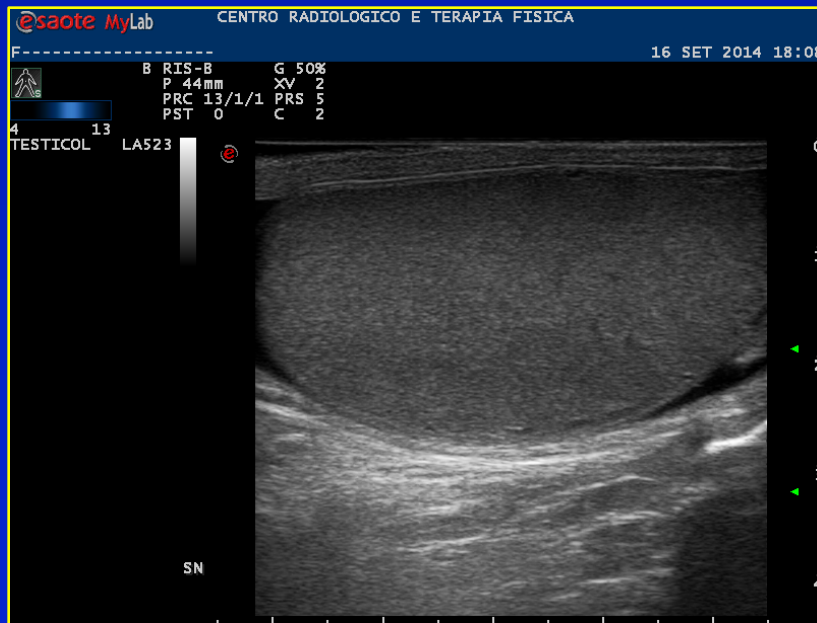
Terminologia ecografica

Formazioni ipoecogene



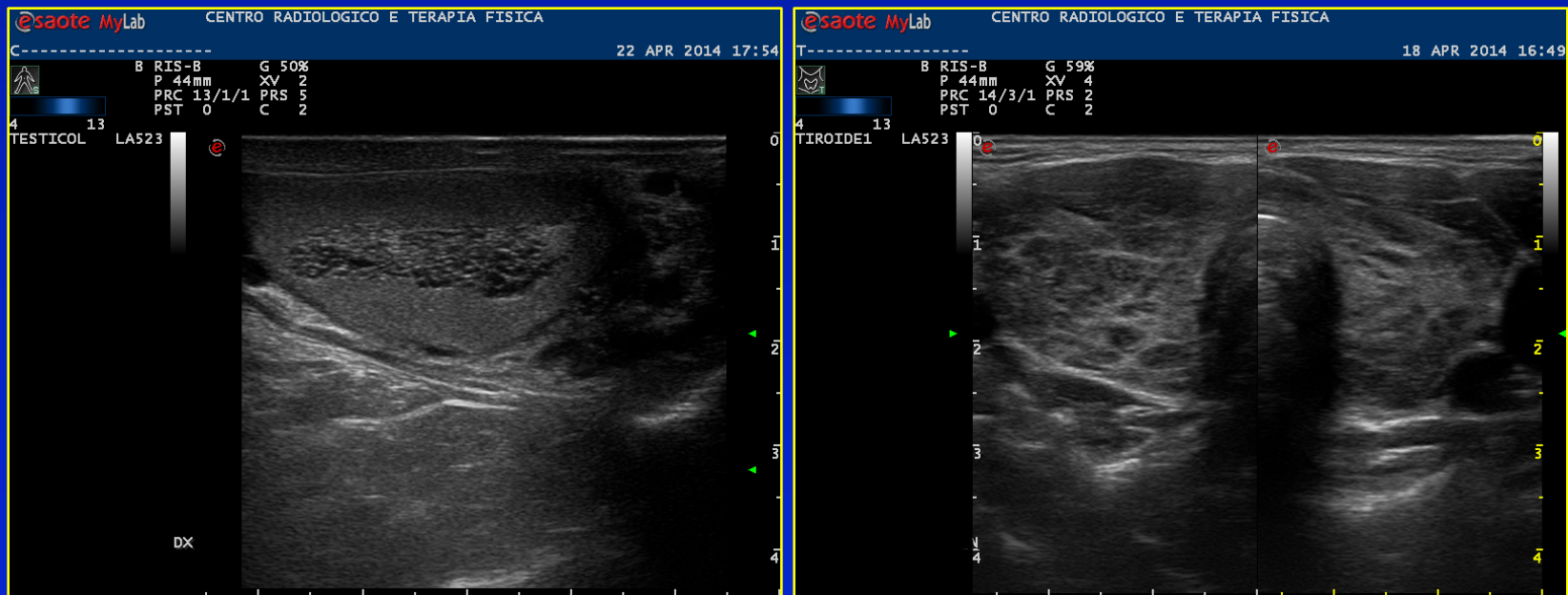
Terminologia ecografica

Ecostruttura omogenea



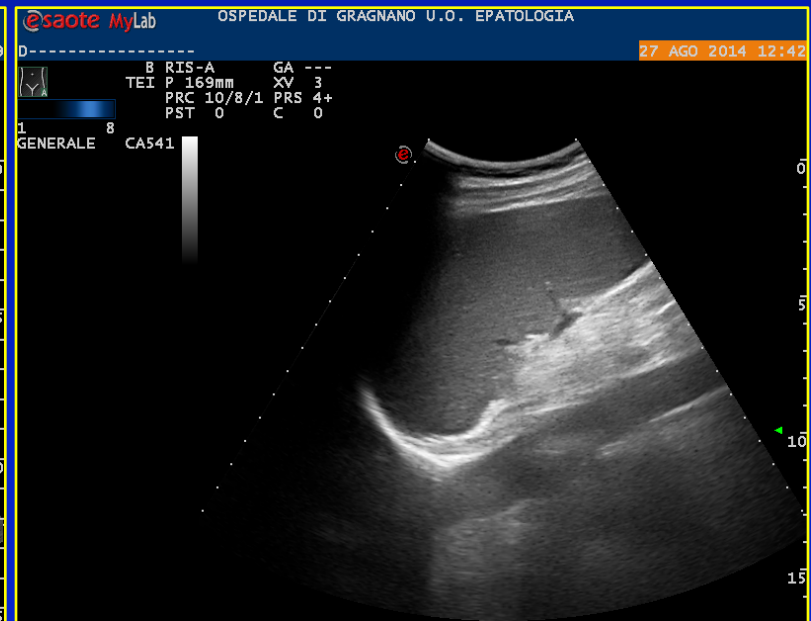
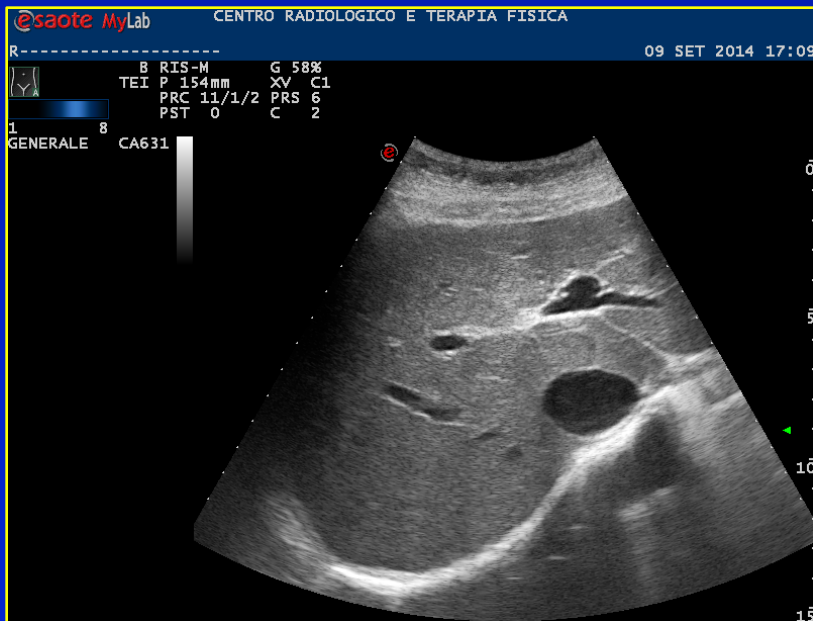
Terminologia ecografica

Ecostruttura disomogenea



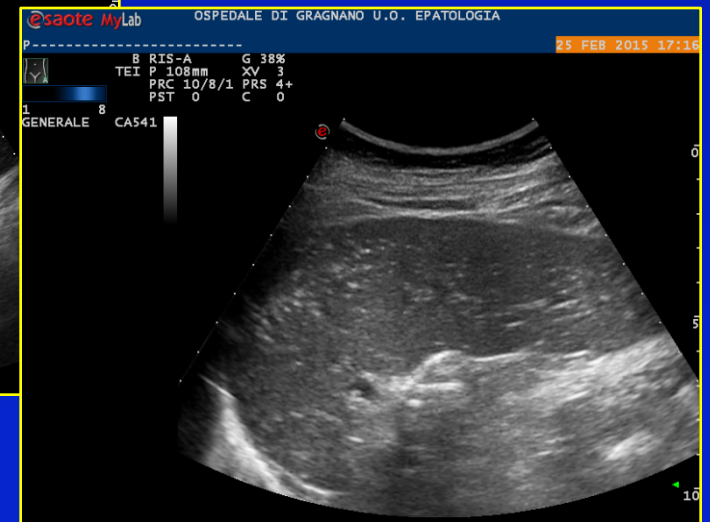
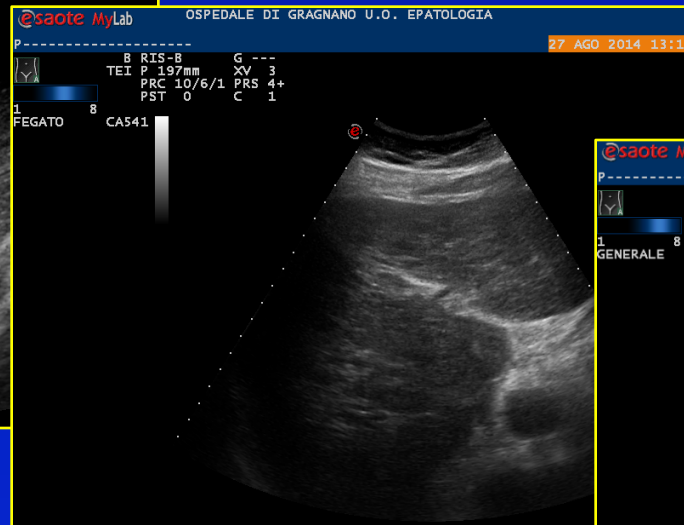
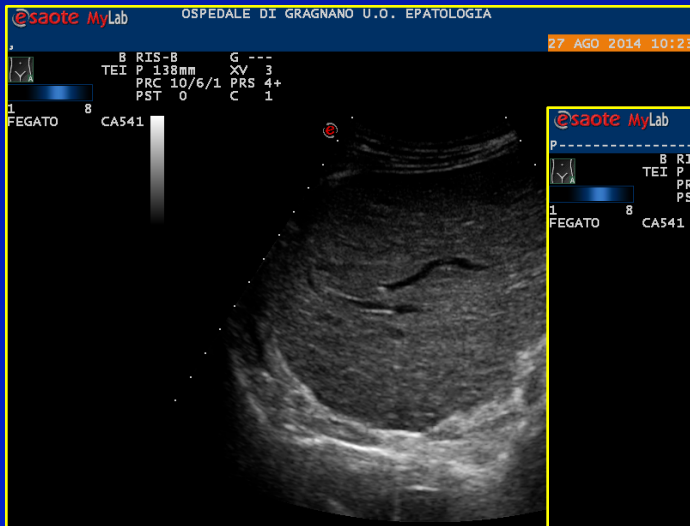
Terminologia ecografica

Ecotessitura omogenea



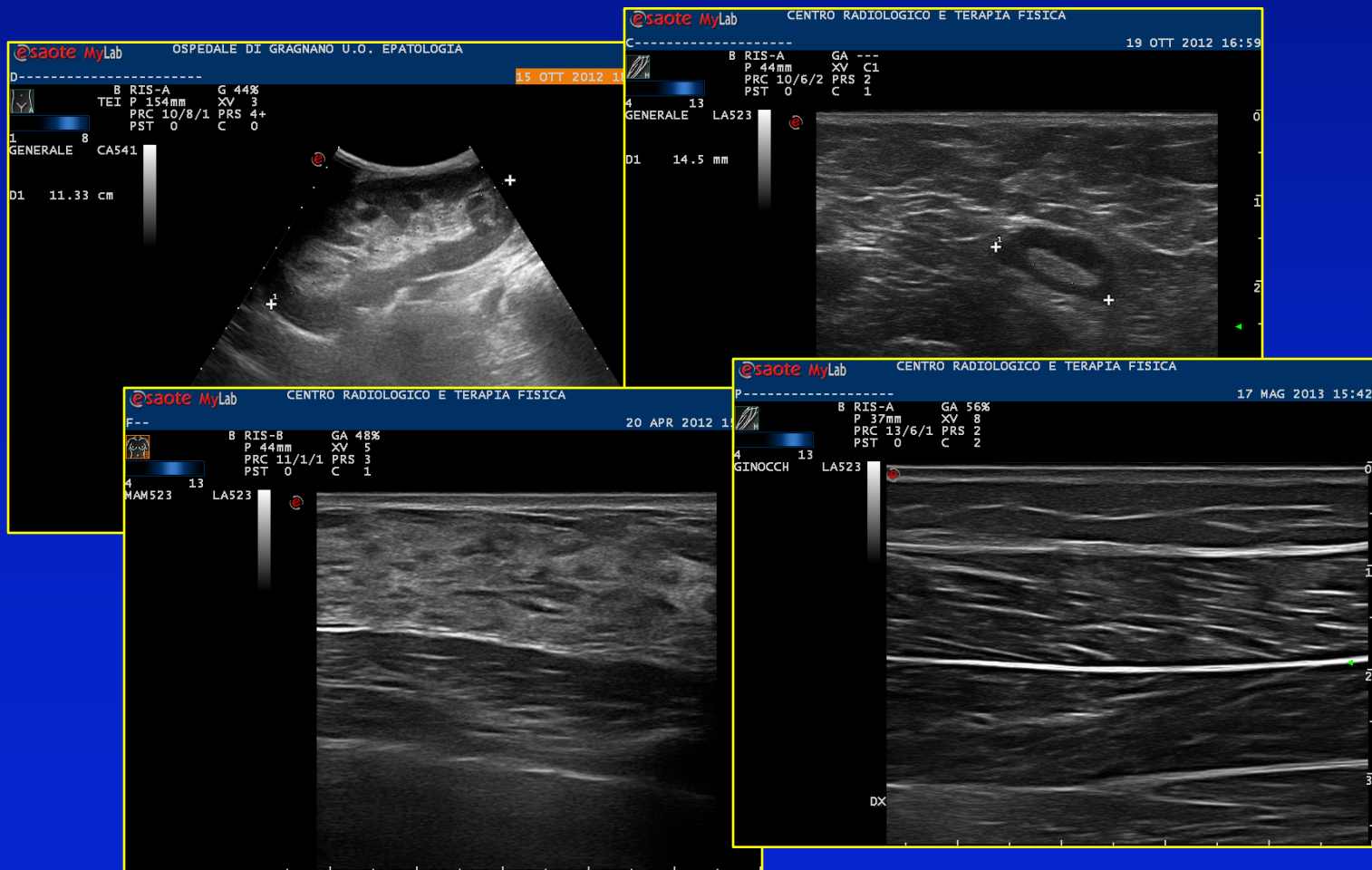
Terminologia ecografica

Ecotessitura disomogenea



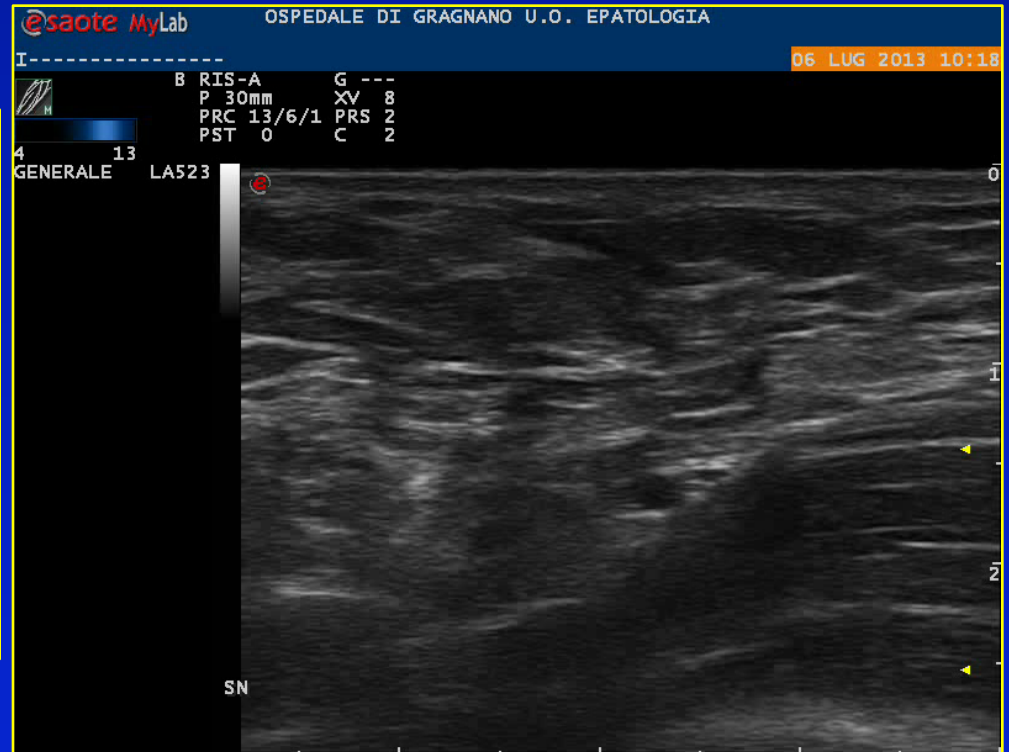
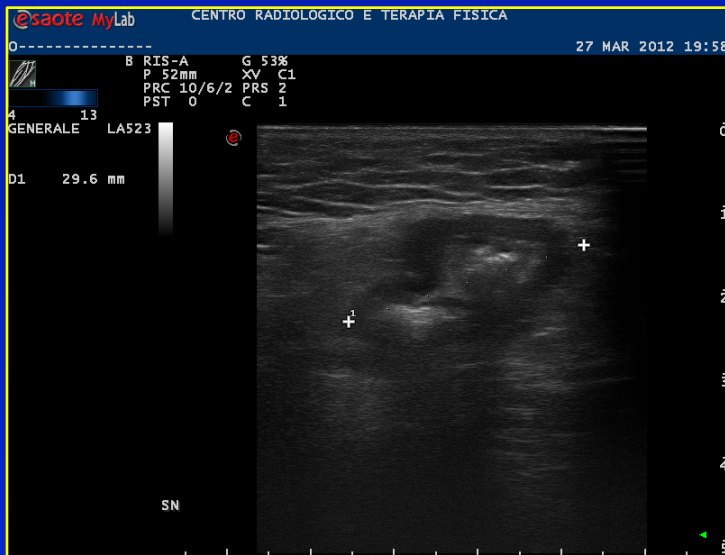
Terminologia ecografica

Ecostruttura regolare



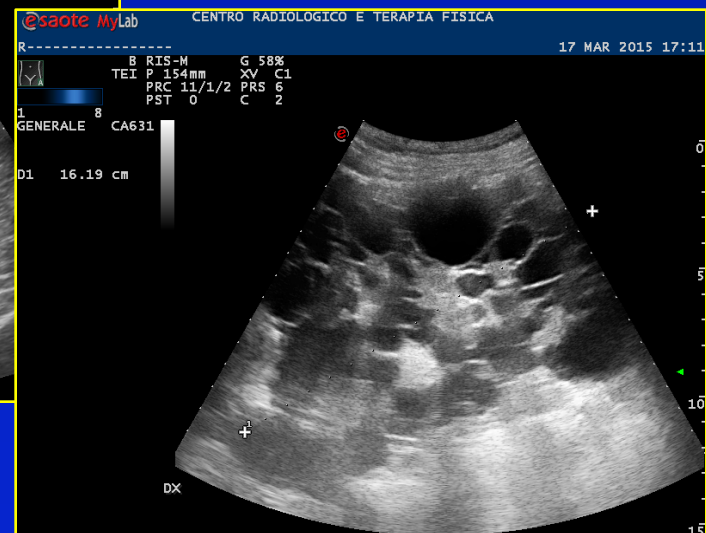
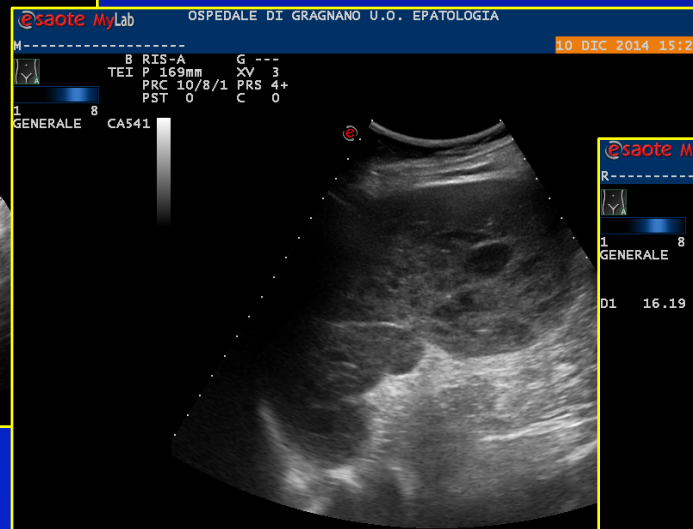
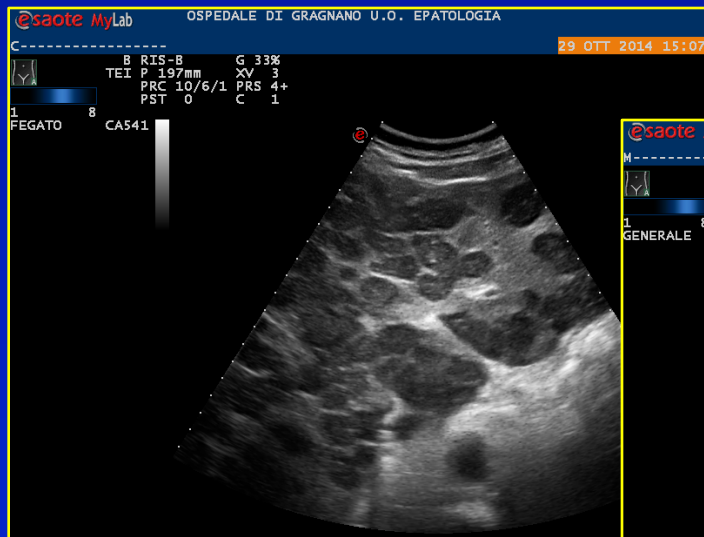
Terminologia ecografica

Ecostruttura regolare



Terminologia ecografica

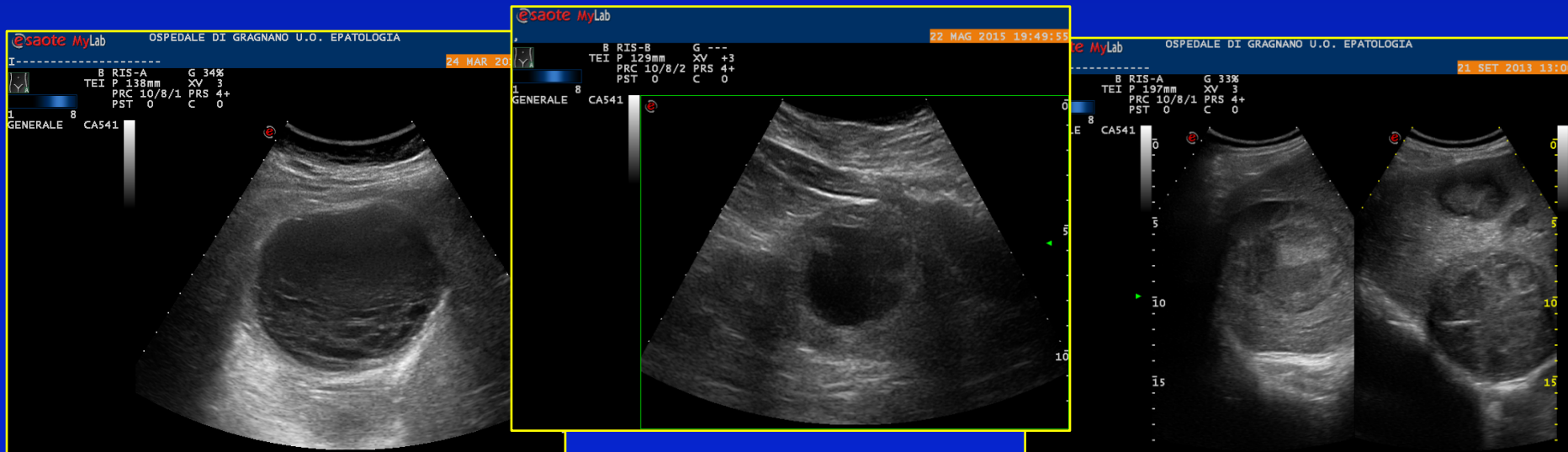
Ecostruttura irregolare



Terminologia ecografica

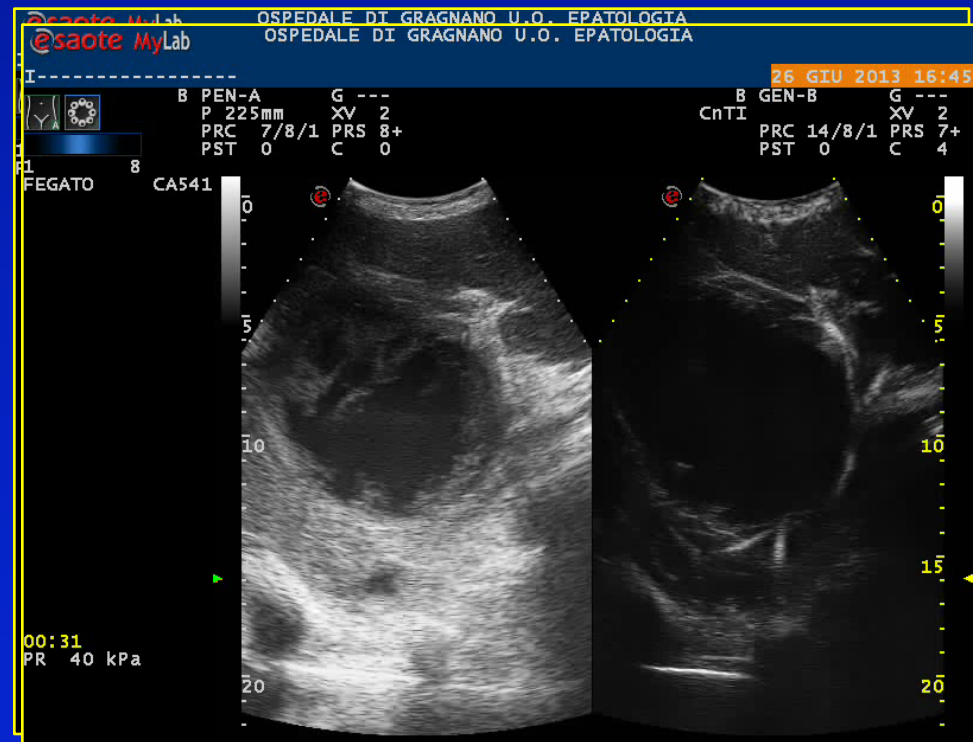
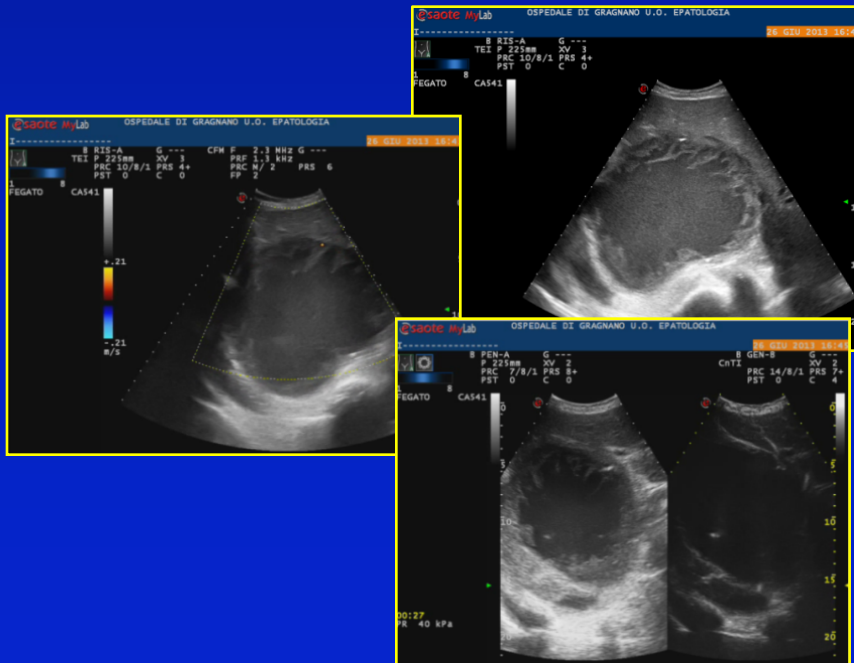
Complex mass

Si caratterizza per l'elevata disomogeneità ecostrutturale che non è riconducibile ad uno dei modelli di base descritti



Terminologia ecografica

Complex mass



Terminologia ecografica

Modelli ecostrutturali di base

1. Iperecogena
2. Isoecogena
3. Ipoecogena
4. anecogena



- a. Omogenea
- b. disomogenea



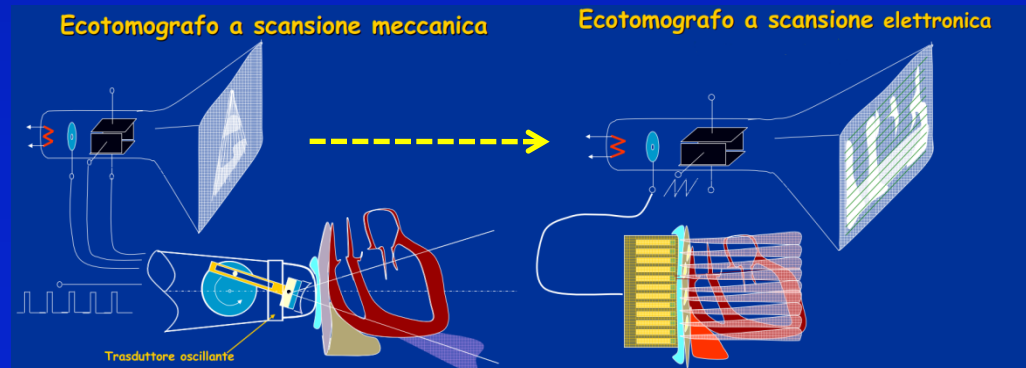
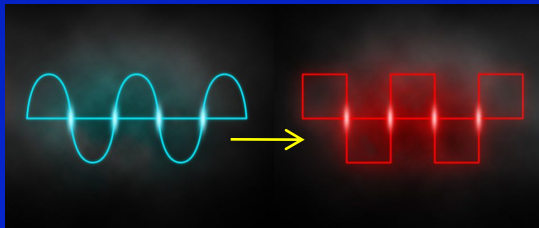
5. *Complex mass*

Attrezzature e sonde



Attrezzature e sonde

Il passaggio dall'*analogico* al *digitale* ha consentito una notevole evoluzione tecnologica nell'ambito della progettazione e costruzione delle apparecchiature ecografiche e la sostituzione dei trasduttori a tecnologia *meccanica* con quelli *elettronici*



Attrezzature e sonde

Le moderne apparecchiature ecografiche *real time* sono costituite da tre elementi fondamentali:

1. La sonda
2. Il sistema centrale
3. Il monitor



Attrezzature e sonde

Sonda o trasduttore

I **trasduttori** sono dispositivi in grado di convertire una forma di energia in entrata in una forma diversa di energia in uscita



Attrezzature e sonde

La sonda ecografica

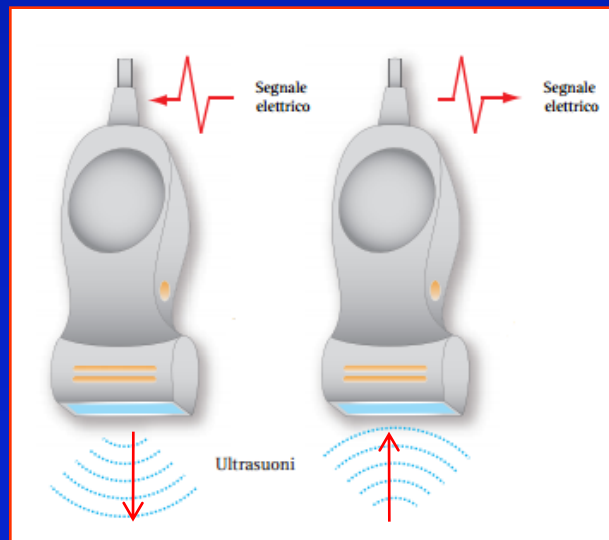
Rappresenta l'elemento centrale dell'apparecchiatura ecografica



Attrezzature e sonde

La sonda ecografica

Nella sonda la corrente elettrica alternata di rete viene convertita in ultrasuoni e viceversa, per *effetto piezoelettrico inverso* e *diretto*



Attrezzature e sonde

La sonda ecografica

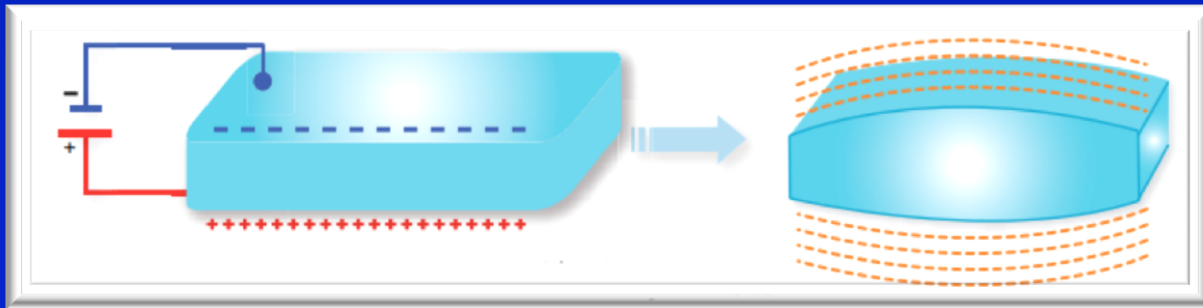
La *piezoelettricità* è un fenomeno fisico descritto per la prima volta dai fratelli Pierre e Jacques Curie (1880) nel quarzo e nei sali di Rochelle (tartrato di sodio e potassio)



Attrezzature e sonde

L'effetto piezoelettrico

Si manifesta in diversi altri solidi cristallini quali la tormalina, il titanato di bario, *il titanato-zirconato di piombo (PZT)* che resta la ceramica più usata nella costruzione delle sonde ecografiche

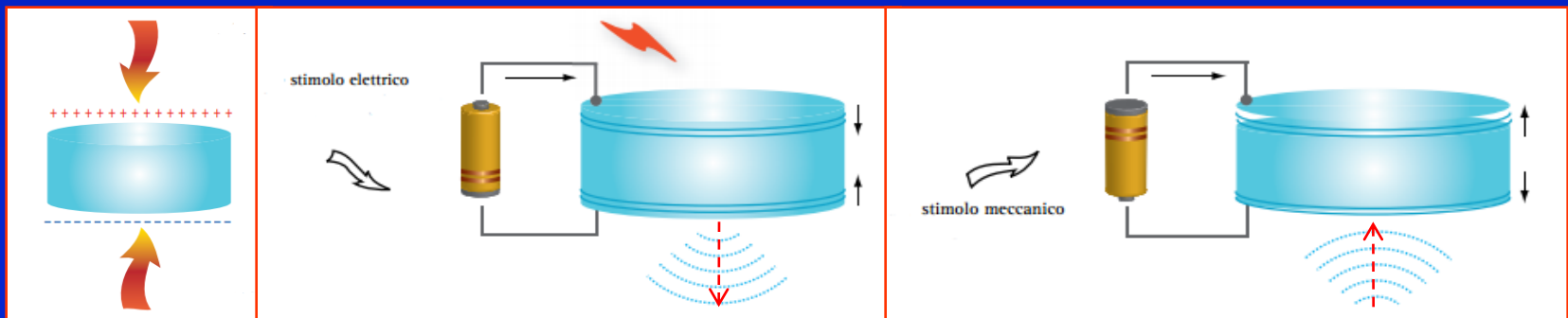


Attrezzature e sonde

L'effetto piezoelettrico

Per la loro peculiare asimmetria strutturale microscopica, questi cristalli sollecitati da una tensione elettrica, si contraggono ed espandono generando US per conversione di energia elettrica in meccanica (*effetto piezoelettrico inverso*)

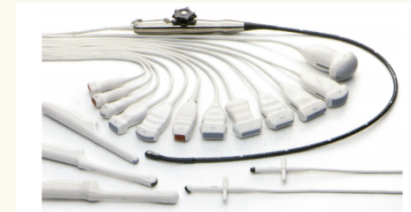
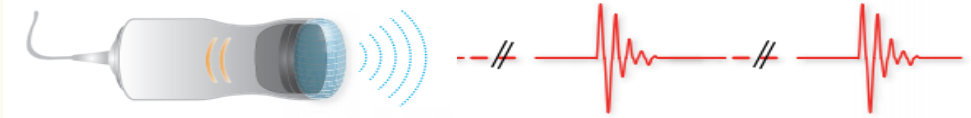
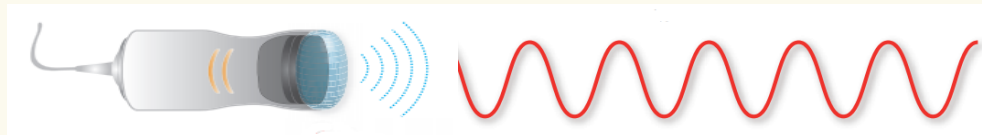
Viceversa, lo stimolo meccanico esercitato dell'eco di ritorno genera una tensione elettrica (*effetto piezoelettrico diretto*)



Attrezzature e sonde

L'effetto piezoelettrico

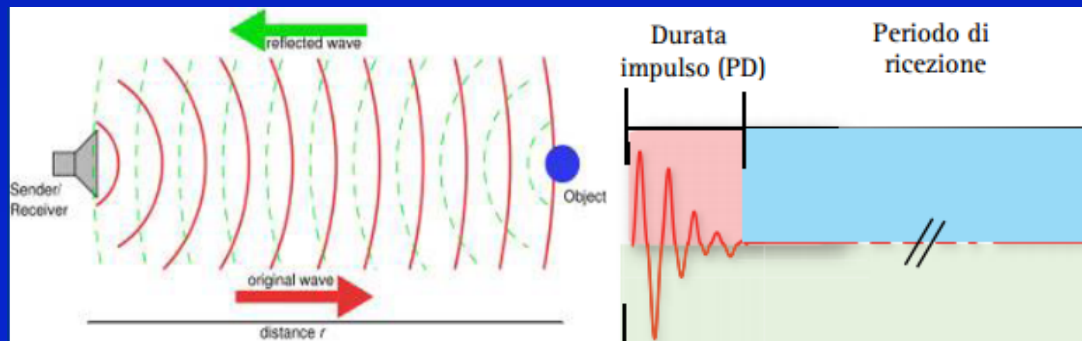
I cristalli possono essere sollecitati con corrente elettrica continua o discontinua (alternata), con conseguente *emissione continua* o *pulsata* di ultrasuoni



Attrezzature e sonde

L'effetto piezoelettrico

Poiché le due funzioni, di emissione e rilevazione dei segnali, non possono essere espletate contemporaneamente dalla stessa lamina piezoelettrica, nei moderni trasduttori ecografici si alternano continuamente una *fase di trasmissione* ed una di *ricezione* (emissione pulsata)

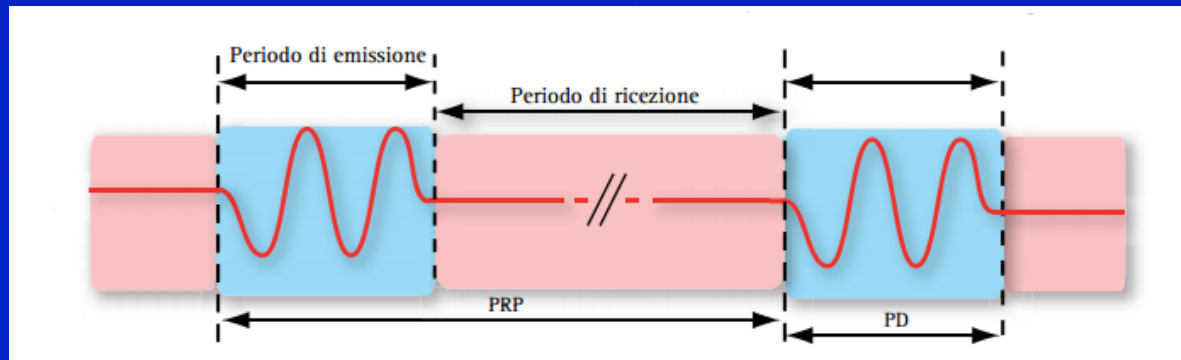


Attrezzature e sonde

L'effetto piezoelettrico

Nella *fase di trasmissione*, della durata di circa un milionesimo di secondo, la lamina eccitata elettricamente emette un brevissimo treno di onde ultrasonore

Nella *fase di ricezione* più lunga, della durata di circa un millisecondo, la lamina resta in “ascolto” degli echi di ritorno dalle varie profondità tissutali

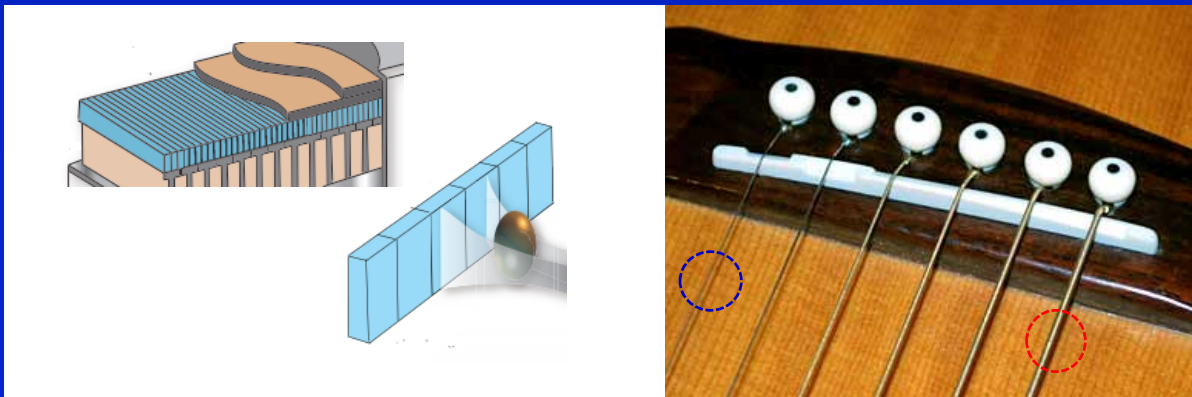


Attrezzature e sonde

La frequenza

La **frequenza** con cui vibra una lamina piezoelettrica è strettamente dipendente dallo spessore dei suoi elementi (*frequenza nominale o di risonanza*)

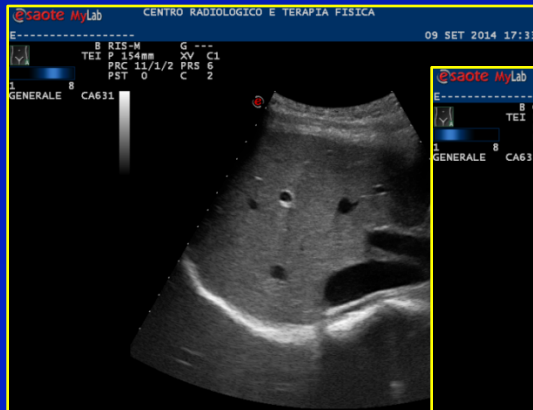
Quanto più ridotto è il suo spessore tanto maggiore sarà la frequenza degli ultrasuoni emessi



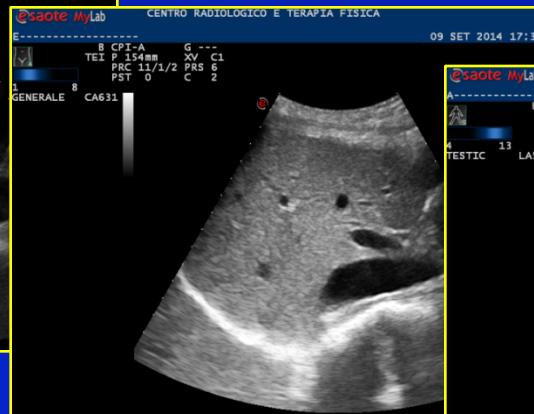
Attrezzature e sonde

La frequenza

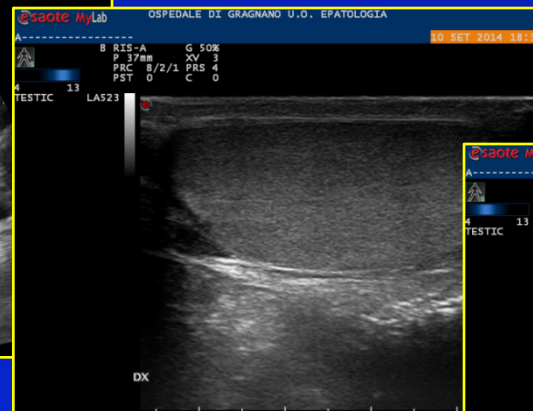
La *frequenza* utilizzata è importante perché da essa, a da alcune caratteristiche del trasduttore, dipende la risoluzione spaziale e quindi la qualità dell'immagine



5 MHz



3 MHz



11 MHz



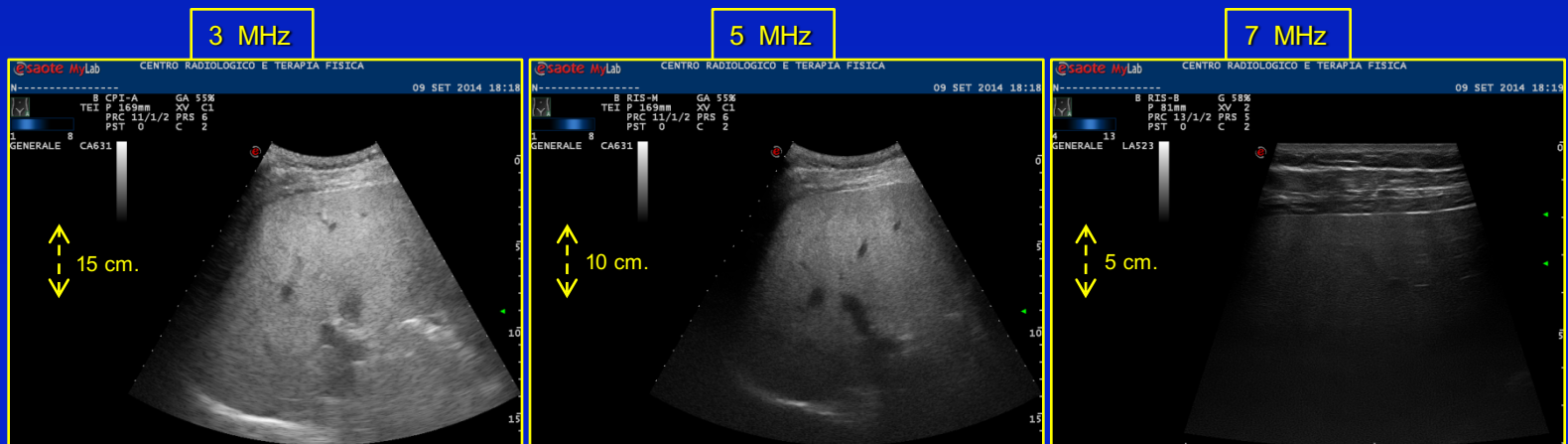
7 MHz

Attrezzature e sonde

La frequenza

Incrementando la frequenza, però, si riduce progressivamente l'intensità del fascio con perdita della *capacità di penetrazione* in profondità

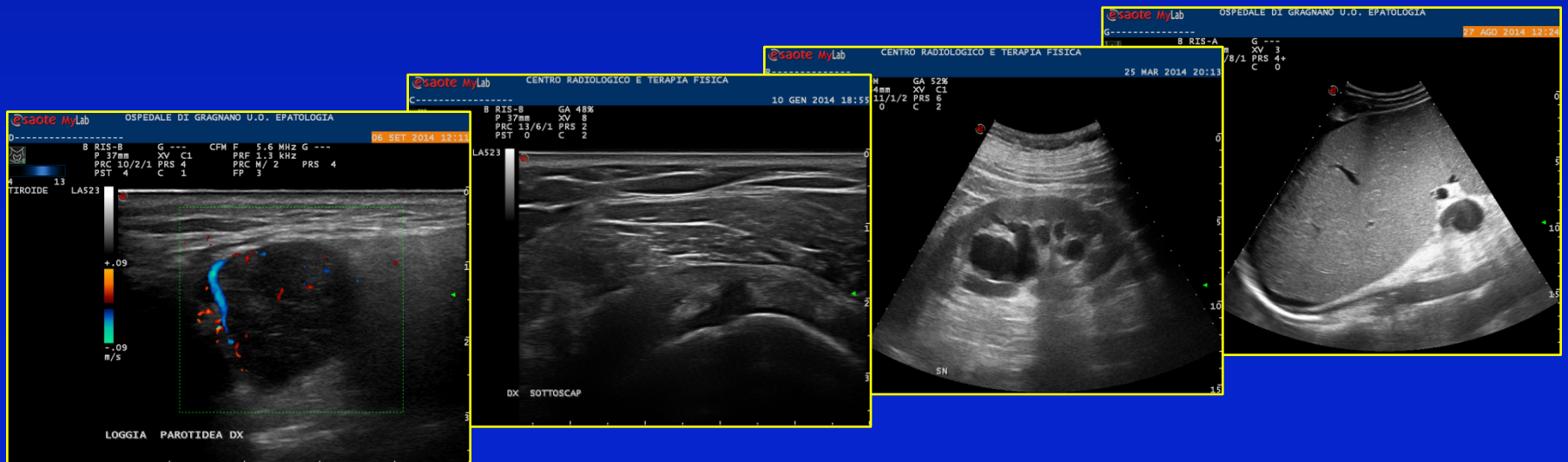
Tale *attenuazione*, dovuta alle varie forme di riflessione e soprattutto all'assorbimento acustico, è legata con rapporto lineare alla frequenza impiegata



Attrezzature e sonde

La frequenza

Per questo motivo per lo studio delle strutture superficiali occorre utilizzare sonde a più alta frequenza (7,5 – 13 MHz) mentre la valutazione di organi profondi richiede l'impiego di basse frequenze (3,5 – 5 MHz)

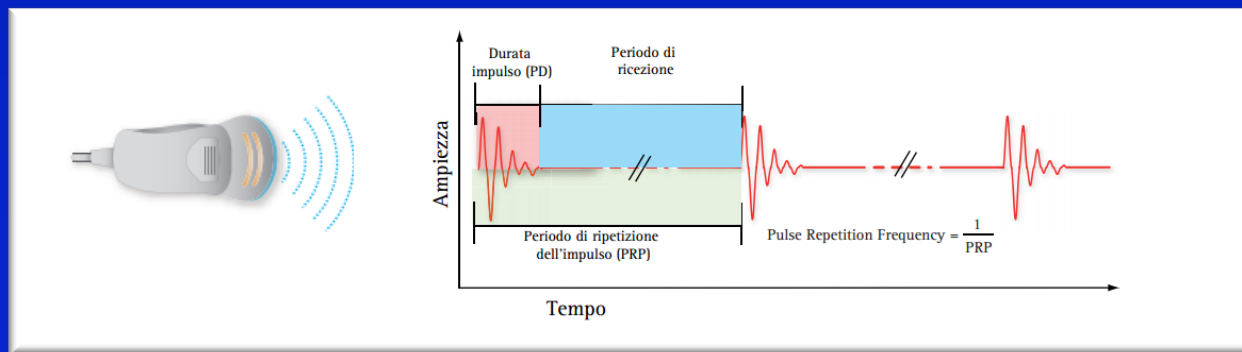


Attrezzature e sonde

La frequenza di ripetizione degli impulsi (PRF)

La **PRF** (*pulse repetition frequency*) indica quanti impulsi vengono generati dalla sonda in un secondo e viene espressa di KHz (200-2000 emissioni/sec)

E' indispensabile che la PRF sia tale da premettere, nella fase di ascolto, anche l'arrivo dei segnali più lontani

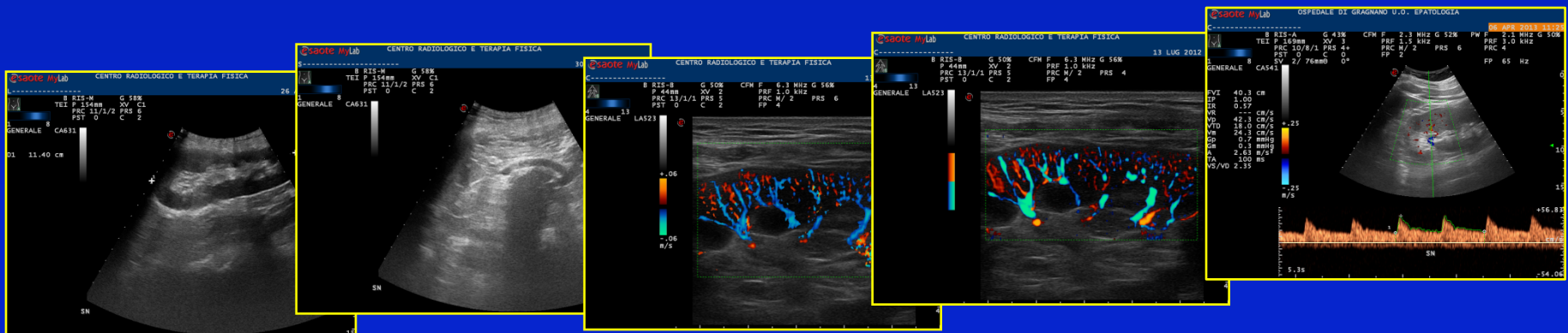


Attrezzature e sonde

La frequenza di ripetizione degli impulsi (PRF)

Nell'imaging convenzionale in *B-Mode*, la regolazione di tale parametro è meno importante che nel campionamento *Doppler* in quanto il tempo di ricezione è molto più lungo del tempo di trasmissione

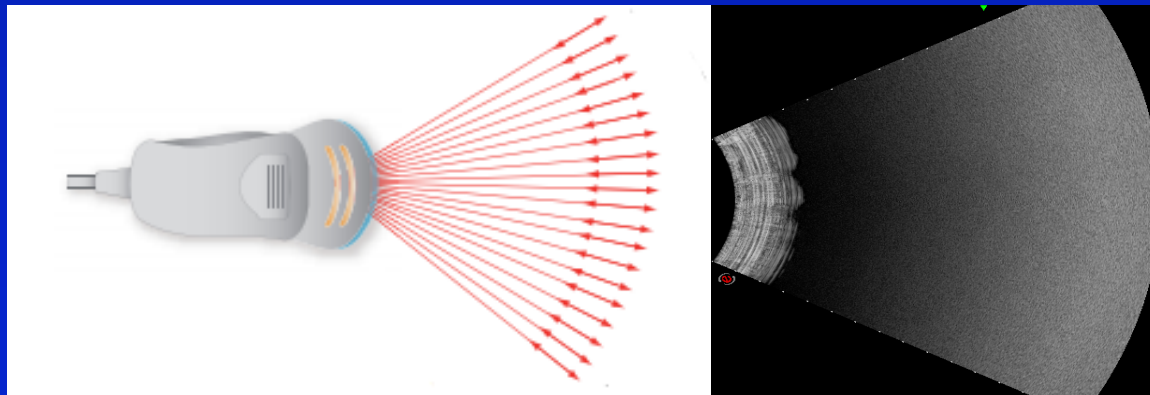
Il trasduttore genera "treni" di ultrasuoni per meno dell'1% del periodo di ripetizioni degli impulsi e riceve il segnale eco per oltre il 99% del rimanente tempo



Attrezzature e sonde

Formazione dell'immagine ultrasonografica

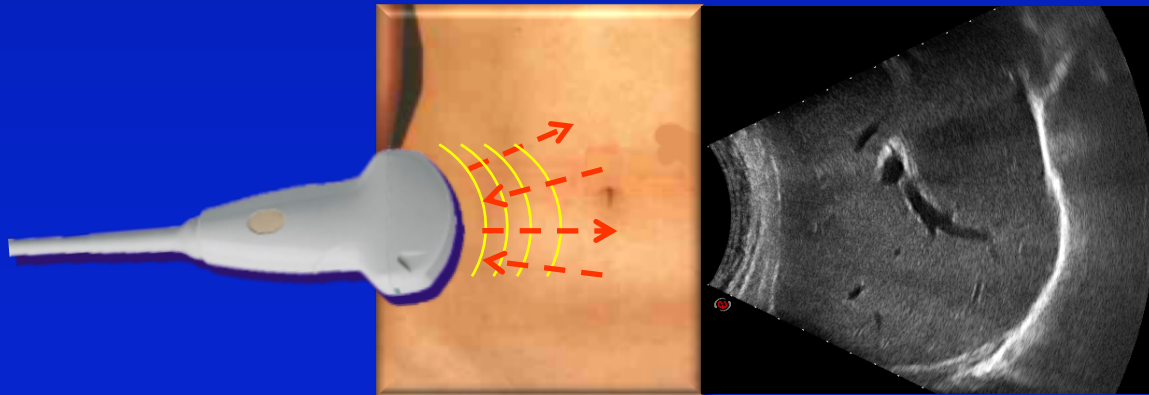
Il piano di scansione di ciascun trasduttore si compone di un certo numero di *linee di vista* (120 - 150) ciascuna delle quali viene usata per formare l'immagine bidimensionale



Attrezzature e sonde

Formazione dell'immagine ultrasonografica

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

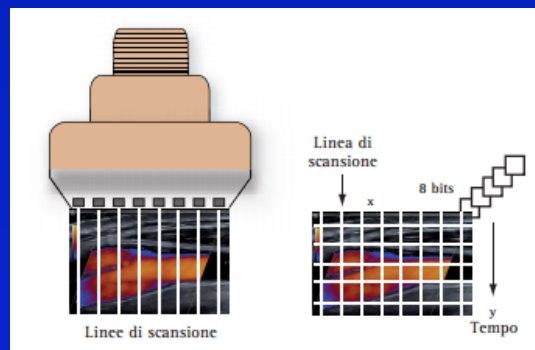


Attrezzature e sonde

La scansione ultrasonografica

Il segnale raccolto viene memorizzato in una matrice digitale di 512x512 pixel

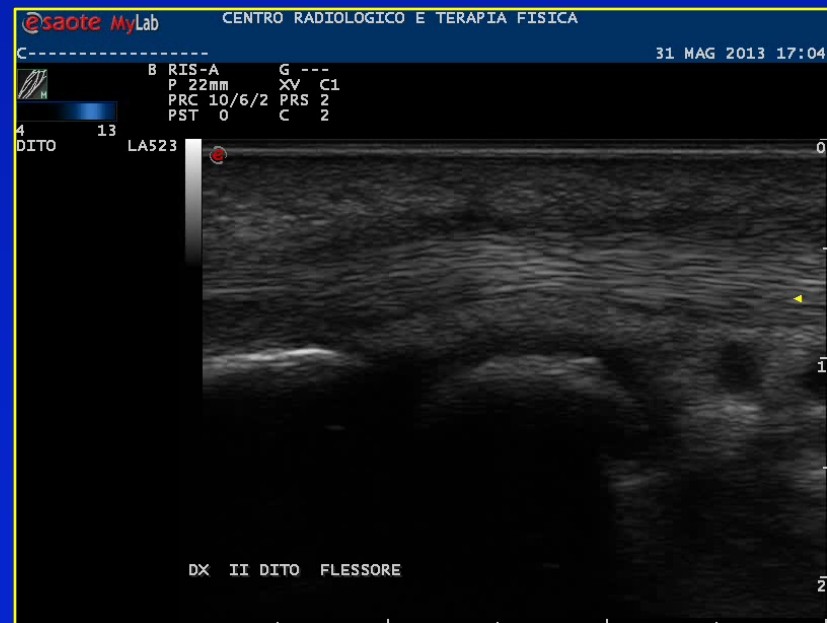
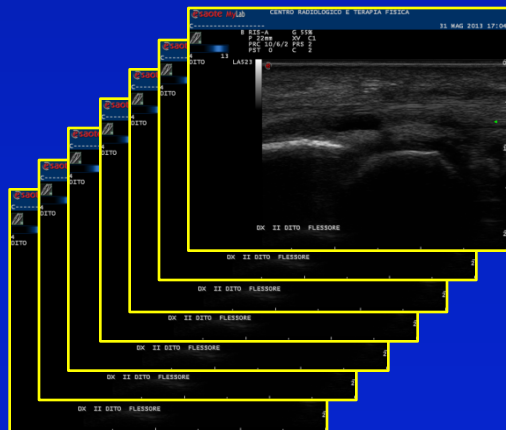
Nel monitor l'immagine viene riprodotta lungo linee orizzontali progressive dall'alto verso il basso in funzione del tempo d'arrivo



Attrezzature e sonde

La scansione ultrasonografica

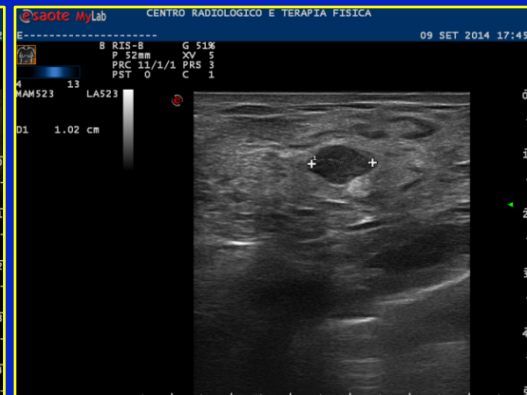
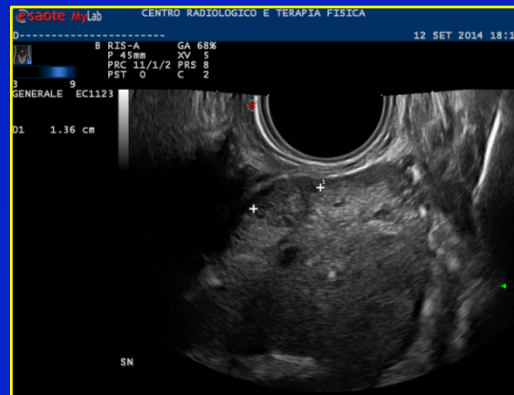
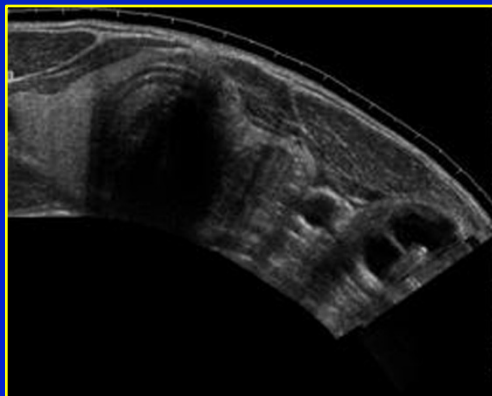
Questo processo è così rapido da ripetersi più volte in un secondo, formando un numero d'immagini complete, da 5 a 40 al secondo, sufficiente perché l'occhio umano le recepisca in movimento (*real time*)



Attrezzature e sonde

Modalità di presentazione dell'immagine

1. **Ecografia B-Mode** o **Brightness-Mode**, statica o in real-time rappresenta il segnale sottoforma di punti (pixel) con luminosità proporzionale all'intensità del segnale eco di ritorno alla sonda, posizionati sul monitor in funzione del tempo, formando un'immagine bidimensionale in scala di grigi

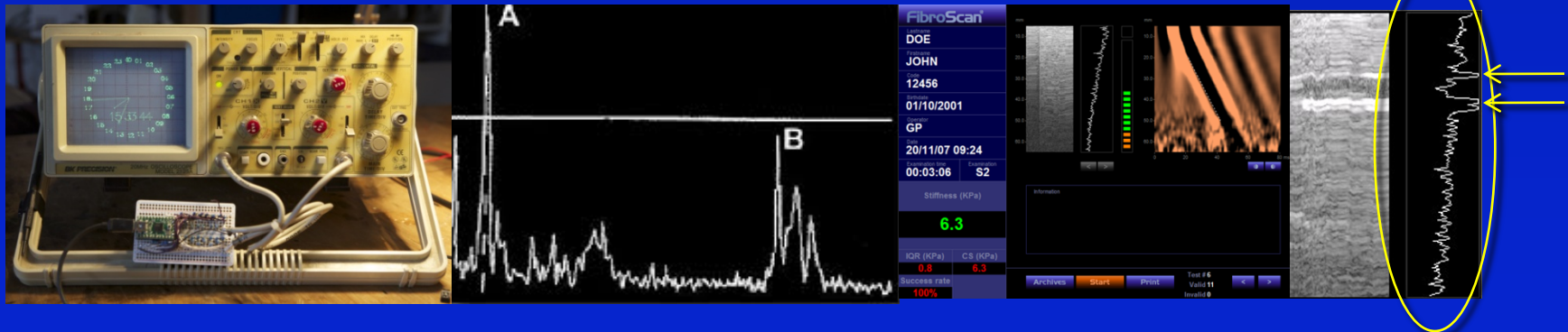


Attrezzature e sonde

Modalità di presentazione dell'immagine

2. *Ecografia A-Mode* o *Amplitude-Mode* (modulazione di ampiezza) è la più semplice modalità di rappresentazione del segnale, utilizza una sonda fissa e fornisce un'immagine monodimensionale

Ha applicazioni molto marginali rivestendo per lo più un ricordo storico

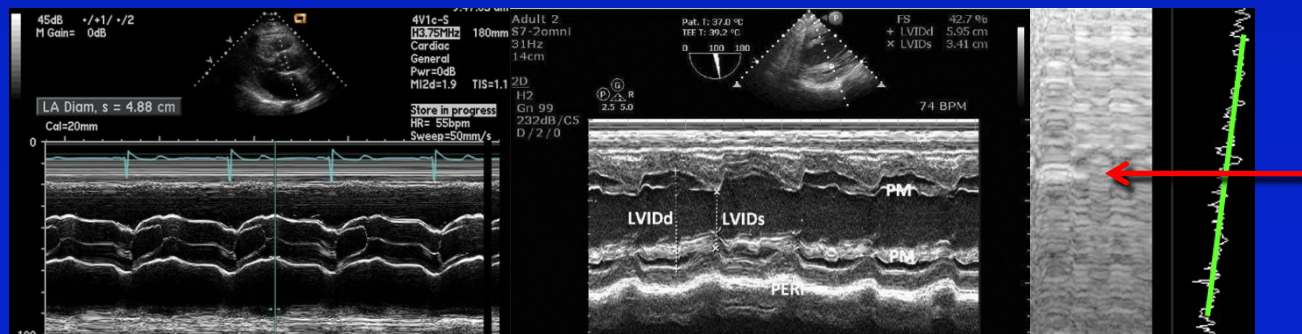


Attrezzature e sonde

Modalità di presentazione dell'immagine

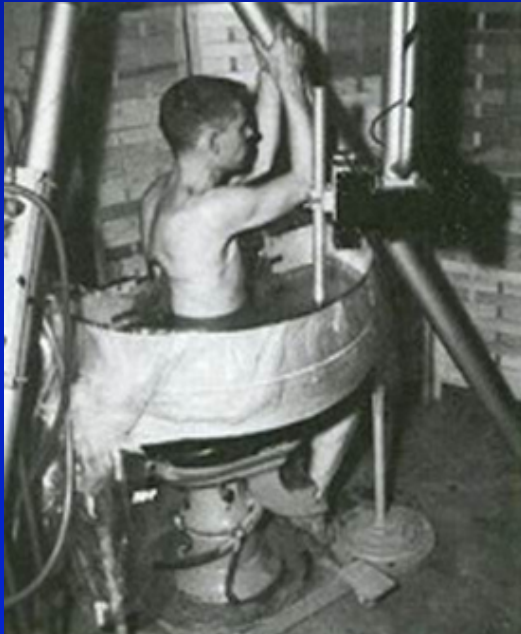
3. **Ecografia M-Mode** o **TM-Mode** (*Time-Motion Mode*) è una forma particolare di ecografia B-Mode che prevede l'acquisizione del segnale eco lungo una sola linea del campo di scansione

Presenta elevata risoluzione temporale e trova larga applicazione in cardiologia (movimenti valvolari e di parete, misura delle cavità cardiache, calcolo della FE)



Attrezzature e sonde

I tipi di sonda



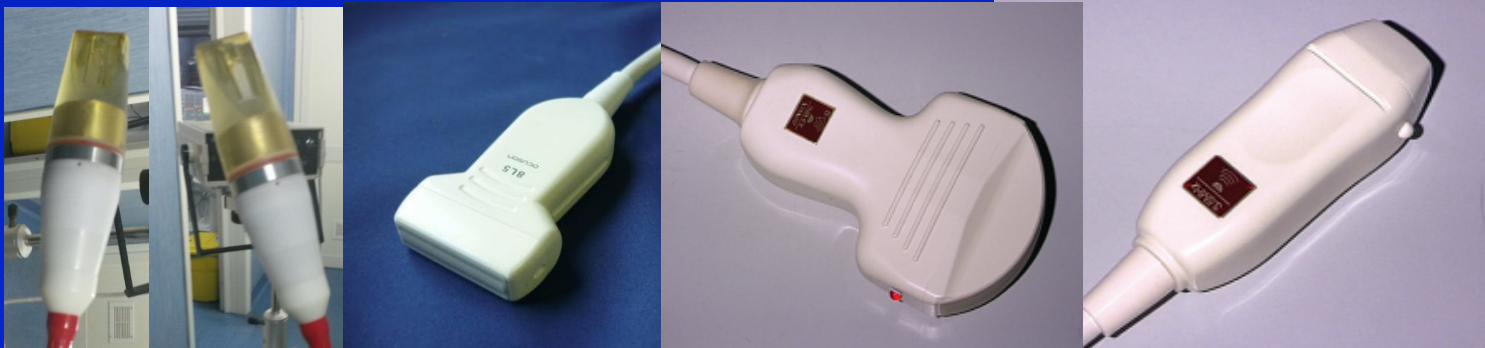
Ecografo ad immersione

Pan-scanner - 1957

Attrezzature e sonde

I tipi di sonda

- **Trasduttori a tecnologia meccanica**
- **Trasduttori a tecnologia elettronica**



Attrezzature e sonde

I tipi di sonda

Trasduttori Meccanici

Utilizzano motori elettrici per far ruotare ed oscillare gli elementi attivi del trasduttore ed effettuare ogni linea del settore di scansione

Gli elementi attivi vibrano in un contenitore pieno di liquido



Attrezzature e sonde

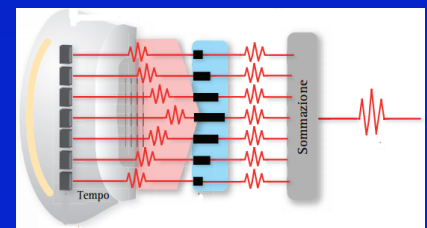
I tipi di sonda

Trasduttori Elettronici



Il fascio ultrasonoro di scansione è formato da emissioni degli elementi piezoelettrici controllate elettronicamente

Tali elementi vengono attivati in rapida sequenza di piccoli gruppi embricati realizzando l'acquisizione delle varie linee di scansione senza alcun movimento fisico dei cristalli



Attrezzature e sonde

Trasduttori multielemento o Arrays

Sono costituiti da numerosi elementi piezoelettrici (da 64 a più di 500) disposti a filiera con disegno geometrico variabile

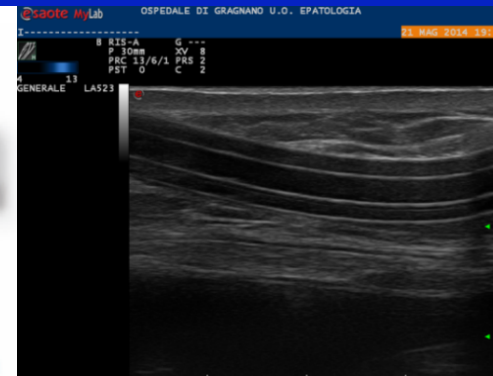
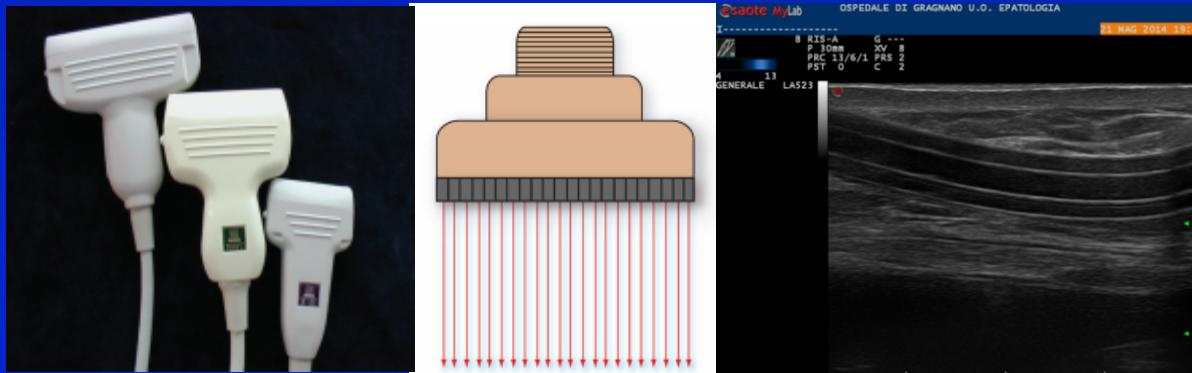
- Sonde lineari
- Sonde con profilo convesso (convex)
- Sonde settoriali fasate (phased arrays)
- Sonde anulari (anular arrays)
- Sonde biplanari



Attrezzature e sonde

Trasduttori multielemento o Arrays

- a. Sonde lineari:** i cristalli sono disposti in linea, hanno una lunghezza fra 2,5 e 10 cm, frequenza elevata, area di scansione di forma rettangolare

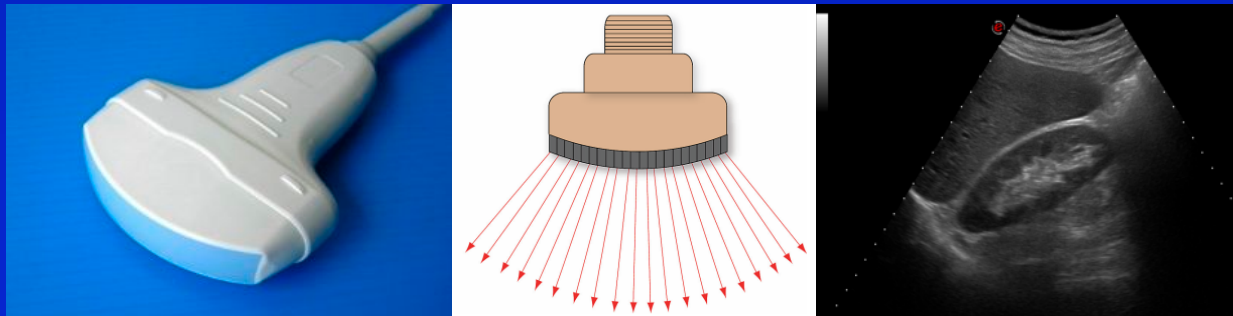


Attrezzature e sonde

Trasduttori multielemento o Arrays

b. Sonde convex: la geometria esterna del trasduttore viene concepita in modo che gli elementi attivi sono disposti su un arco di circonferenza generando un'area di scansione "a tronco di cono"

Le dimensioni variano da 20 a 120 mm in funzione delle applicazioni diagnostiche

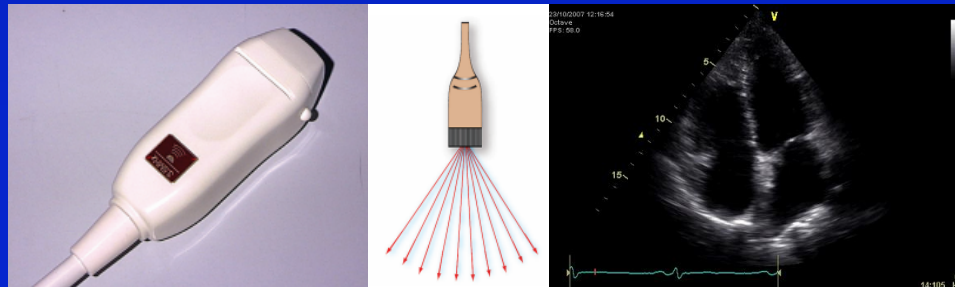


Attrezzature e sonde

Trasduttori multielemento o Arrays

c. Sonde settoriale fasate (phased array): comunemente più piccole delle lineari e delle microconvex, sono costituite da microcristalli multipli affiancati che vengono attivati con piccolissimi ritardi l'uno dall'altro generando un fascio che può essere inclinato in varie direzioni (*steering*)

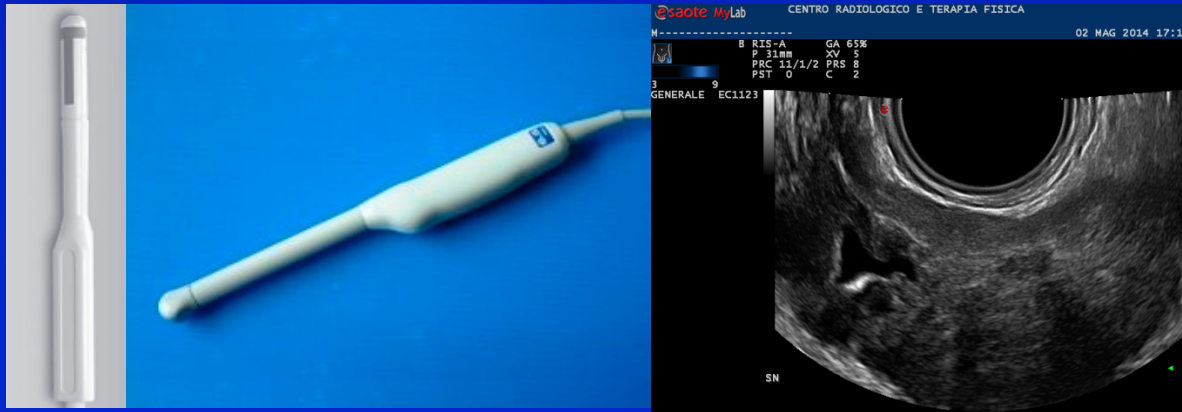
La risultante area di scansione è di tipo conico



Attrezzature e sonde

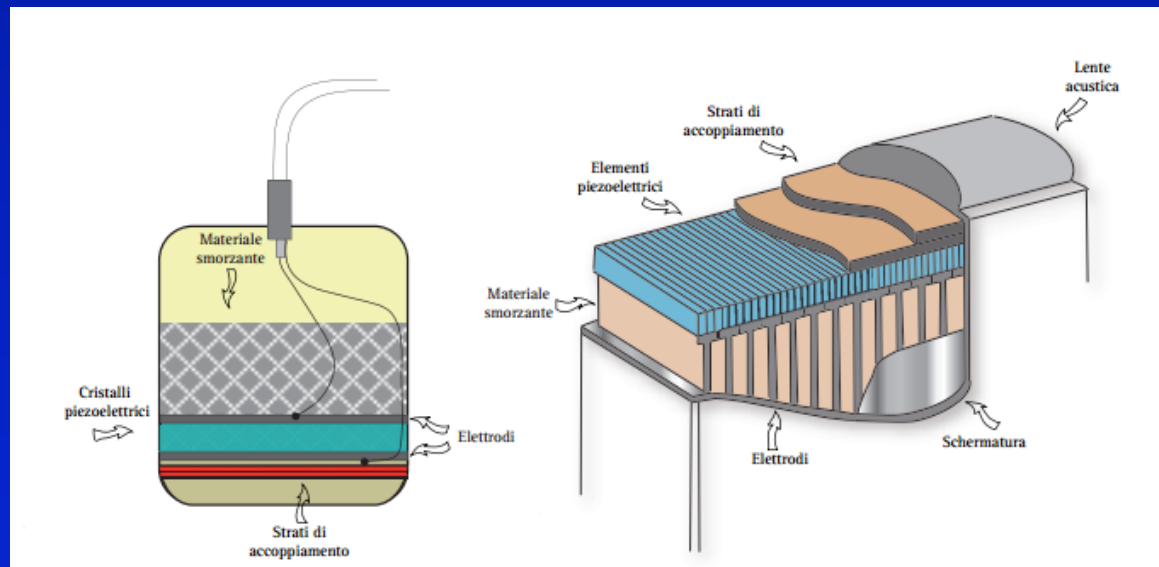
Trasduttori multielemento o Arrays

- d. Sonde endocavitare:** possono biplanari e multiplanari, consentendo di ottenere con la stessa sonda scansioni in più piani diversi o “*end fire*” con disposizione dei cristalli settoriale o convex all’apice della sonda



Attrezzature e sonde

Sezione schematica di un trasduttore



Attrezzature e sonde

Tipi di sonda ed applicazione

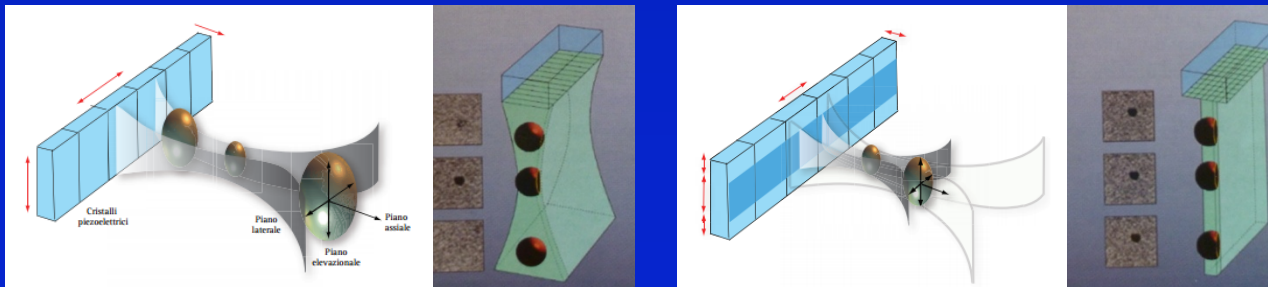
Tipo di sonda e frequenza di trasmissione	Applicazione
Convex, microconvex, settoriale 2,5 – 3,5 MHz	<ul style="list-style-type: none">• Addome superiore• Addome inferiore• Aorta, vasi profondi, vasi portali, retroperitoneo
Convex, lineare 5,0 – 7,5 MHz	<ul style="list-style-type: none">• Addome pediatrico, vasi profondi addominali, testicoli, tiroide
Lineare 7,5 - 10 – 12 MHz	<ul style="list-style-type: none">• Tiroide, paratiroidi, tessuti superficiali, vasi superficiali• ligamenti, articolazioni, corpi estranei nei tessuti molli
Biplanare (side-fire, end-fire) Lineare endocavitaria 7,5 – 10 MHz	<ul style="list-style-type: none">• Transvaginale (utero, ovaie, scavo pelvico)• Transrettale (prostata, vescicole ed ampolle seminali)

Attrezzature e sonde

Progressi tecnologici

Sonde a matrice attiva

Prevedono la collocazione dei cristalli disposti sia in file che in colonna con ottimizzazione del fascio nelle tre dimensioni, assiale, trasversale e coronale, con maggiore risoluzione spaziale e uniformità della focalizzazione in tutto il campo di scansione

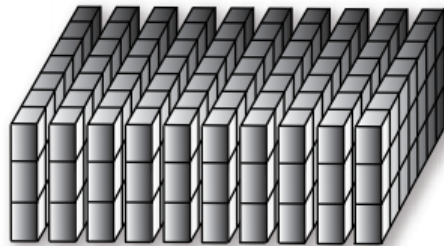


Attrezzature e sonde

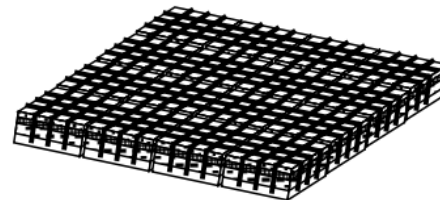
Progressi tecnologici

Sonde a matrice attiva

I limiti sono rappresentati dall'elevato numero di cristalli (2500- 4096 elementi) con costi notevoli, necessità di disporre di nuovi materiali con impedenza acustica simile a quella dei tessuti molli, complessità di creare migliaia di connessioni elettriche, necessità di software molto sofisticati



Matrice 1,5 D



Matrice 2 D

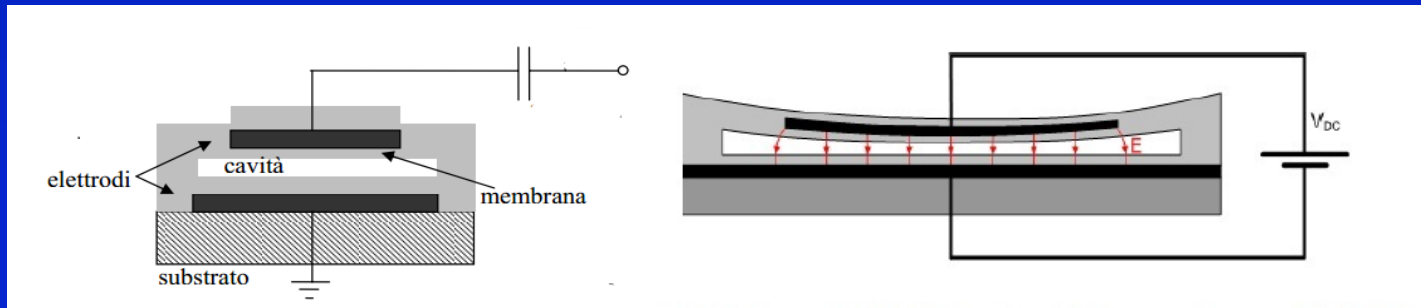
Attrezzature e sonde

Progressi tecnologici

Sonde CMUT (*Capacitive micromachined Ultrasonic Transducer*)

Non utilizzano elementi piezoelettrici ma piuttosto condensatori a piatti paralleli costituiti da una sottile membrana isolante metallizzata sospesa su una cavità con pareti rigide costituente l'elettrodo superiore mobile

L'elettrodo inferiore è fissato al substrato sul quale vibra la membrana

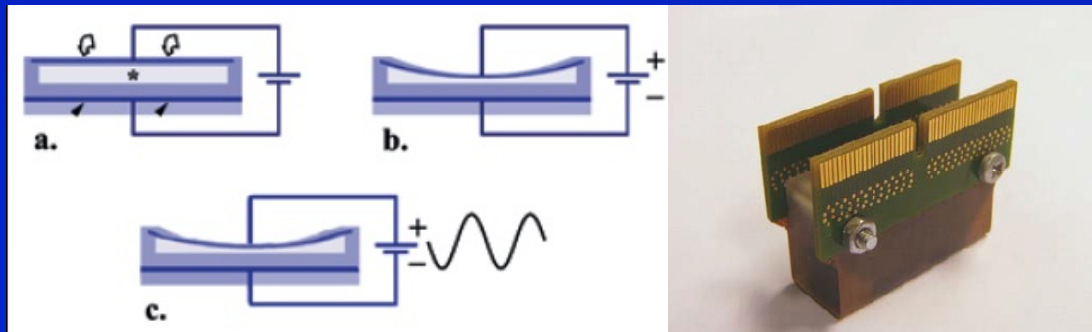


Attrezzature e sonde

Progressi tecnologici

Sonde **CMUT** (*Capacitive micromachined Ultrasonic Transducer*)

L'applicazione di una differenza di potenziale alternata applicata tra i due elettrodi provoca vibrazione dell'elettrodo mobile generando un'onda acustica e viceversa in fase di ricezione

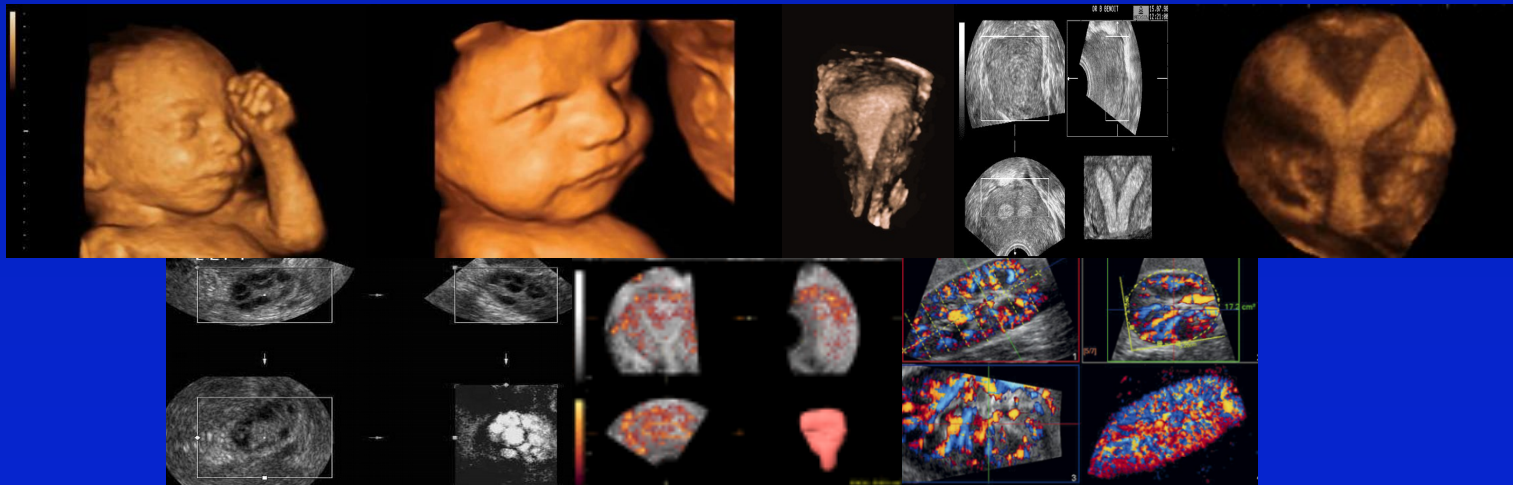


Attrezzature e sonde

Progressi tecnologici

Sonde CMUT (Capacitive micromachined Ultrasonic Transducer)

Hanno un architettura intrinsecamente a matrice, migliore adattabilità acustica e consentono *imaging 4D* di alta qualità, con minor numero di elementi e costi di produzione inferiori



Attrezzature e sonde

Il sistema centrale

Comprende due distinte parti elettroniche controllate e sincronizzate da un computer

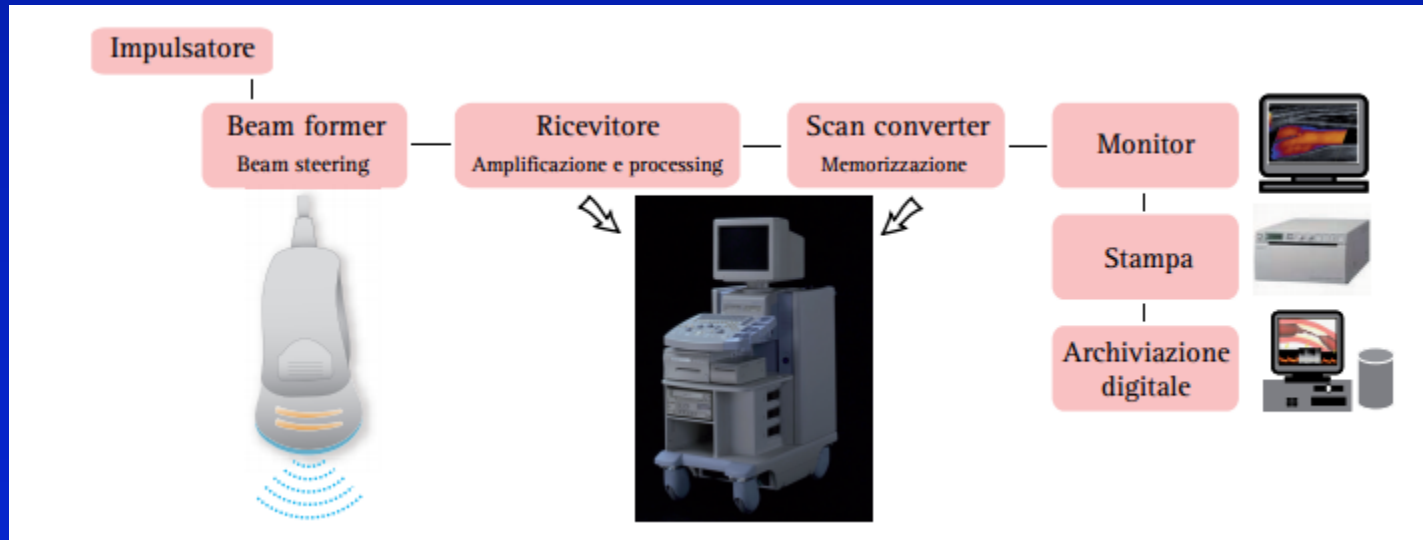
- a. *La sezione di trasmissione*, collegata ad uno o più beamformers (analogici e digitali) che regolano la sequenza di ritardo con cui vengono eccitati i cristalli del trasduttore in uscita ed in ritorno
- b. *La sezione di ricezione e trattamento del segnale*



Attrezzature e sonde

Il sistema centrale

Tutti i processi di elaborazione del segnale si realizzano nelle schede elettroniche contenute nel sistema centrale



Attrezzature e sonde

La consolle

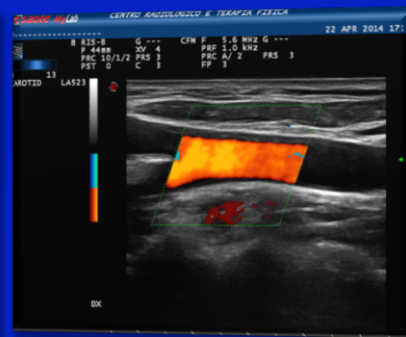
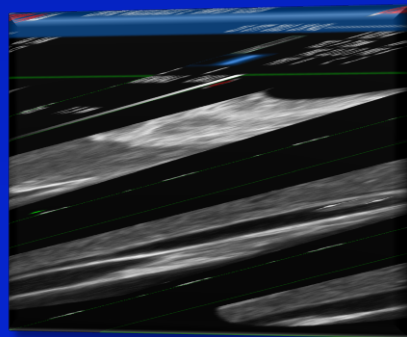


Attrezzature e sonde

Il monitor

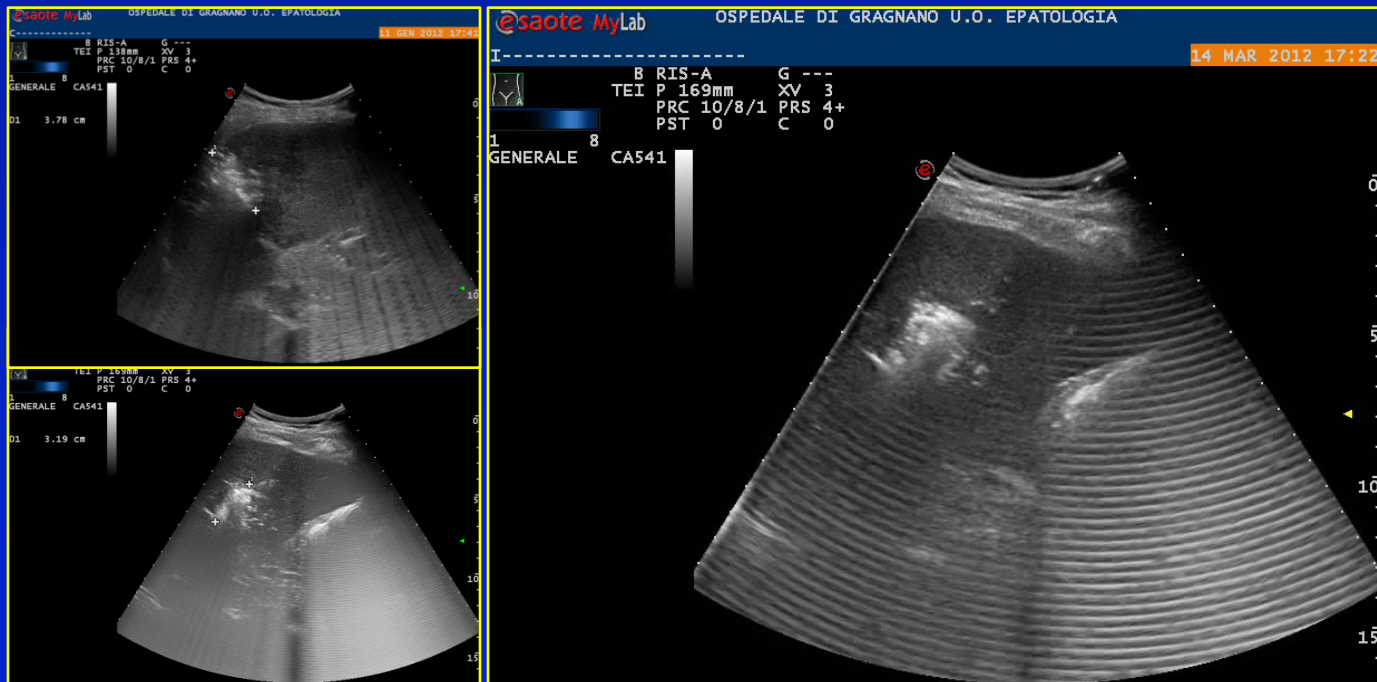
E' il sistema necessario per visualizzare in scala di grigi o a colori le immagini ecografiche o color-Doppler

L'immagine presentata sul monitor può essere riprodotta su carta termica o immagazzinata in sistemi di memoria elettronica (hard disk, CD, memorie mobili)

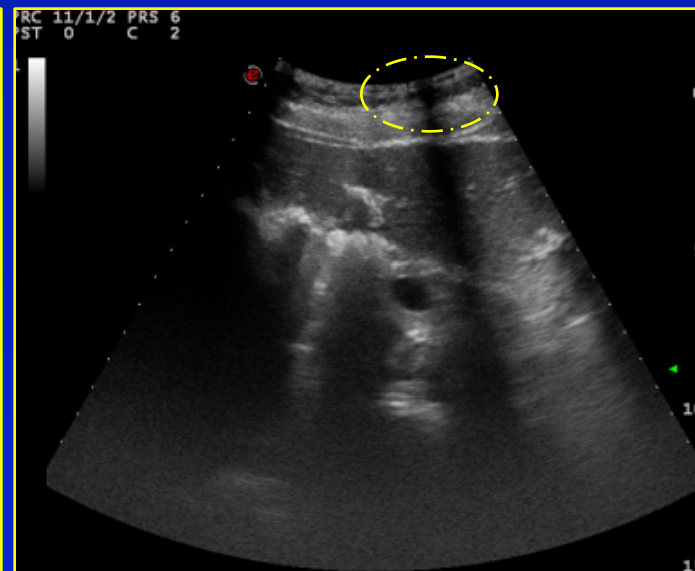
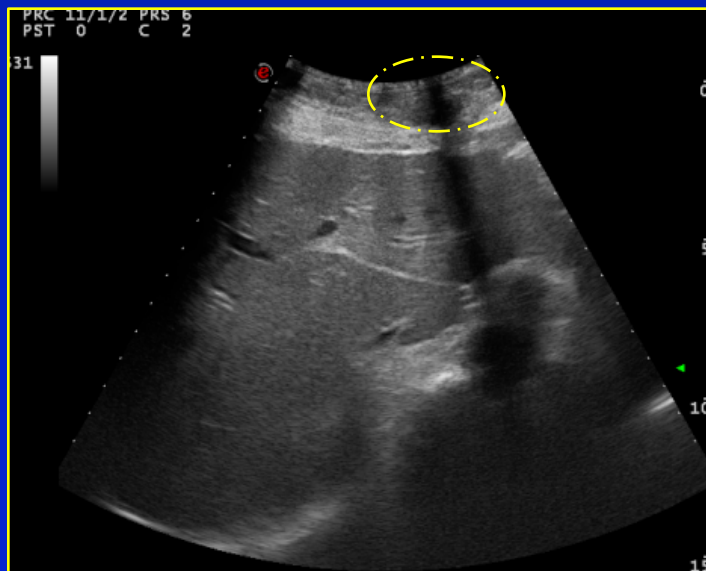
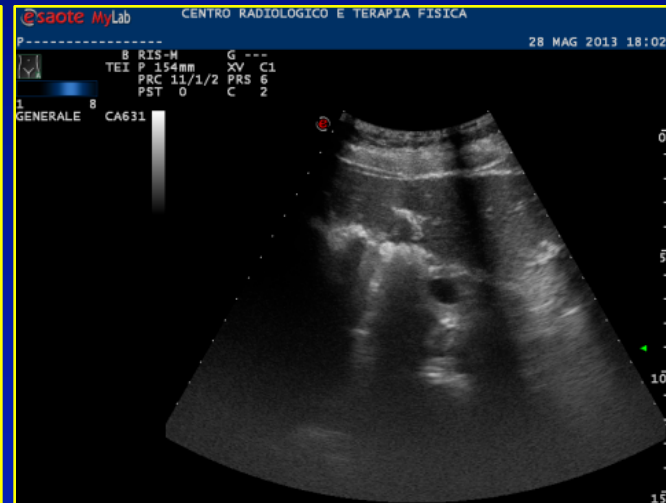
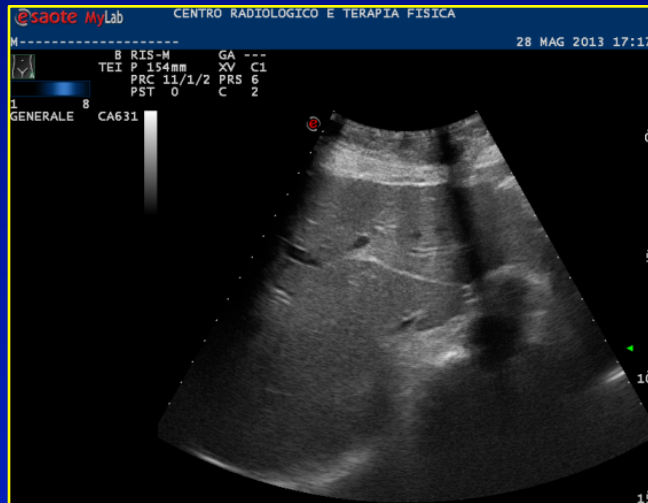


Artefatti da rumore elettronico

E' causato da interferenze con circuiti dell'ecografo da parte di apparecchiature elettriche poste nelle immediate vicinanze



e ... da altre anomalie





Società Italiana di Ecografia
in Medicina e Chirurgia

II CORSO NAZIONALE E SEMINARI DI ECOGRAFIA CLINICA SIEMC



RIMINI,
4 - 7 OTTOBRE 2015
AQUA HOTEL + ARIA HOTEL

RELATORI, MODERATORIE TUTORI

Amadei Emanuela - Roma
Amendola Ferdinando - Salerno
Amoruso Daniela Caterina - Gragnano (NA)
Brunello Franco - Torino
Caremani Marcello - Arezzo
Carrieri Vito - Brindisi
Casciano Giacinto - Matera
Caturelli Eugenio - Viterbo
Ciracì Emanuela - Ostuni (BR)
Coppola Carmine - Gragnano (NA)
Crucinio Nicola - Foggia
De Stefano Carlo - Potenza
De Stefano Giulio Francesco - Matera
Dell'Olio Andrea - Bisceglie (BT)
Farro Michela - Gragnano (NA)
Fornari Fabio - Piacenza
Gargovich Matteo - Roma
Gatti Pietro - Ostuni (BR)
Giorgio Antonio - Napoli
Lapini Laura Emma - Arezzo
Lauletta Gianfranco - Bari
Magnolfi Fabrizio - Arezzo
Metrangolo Antonio - Casarano (LE)
Milella Michele - Bari
Monaco Luigi - Avellino
Palmieri Vincenzo Ostilio - Bari
Potenza Domenico - Brindisi
Pizzolante Fabrizio - Roma
Rossi Sandro - Pavia
Sabatella Vincenzo - Potenza
Santoro Bruno - Caserta
Santovito Daniela - Foggia
Sasso Antonio - Trani
Scarano Ferdinando - Casoria (NA)
Semeraro Stefano - Ostuni (BR)
Sogari Fernando - Taranto
Staiano Laura - Gragnano (NA)
Trattelli Gerardo - Napoli

SEMINARI DI ECOGRAFIA

RELATORI

Amadei Emanuela - Roma
Brunello Franco - Torino
Caremani Marcello - Arezzo
Caturelli Eugenio - Viterbo
Crucinio Nicola - Foggia
Gatti Pietro - Ostuni (BR)
Giorgio Antonio - Napoli
Magnolfi Fabrizio - Arezzo
Metrangolo Antonio - Casarano (LE)
Roselli Paola - Viterbo
Rossi Sandro - Pavia