

Introducere în ultrasonografie

Raed Arafat

Principii de bază

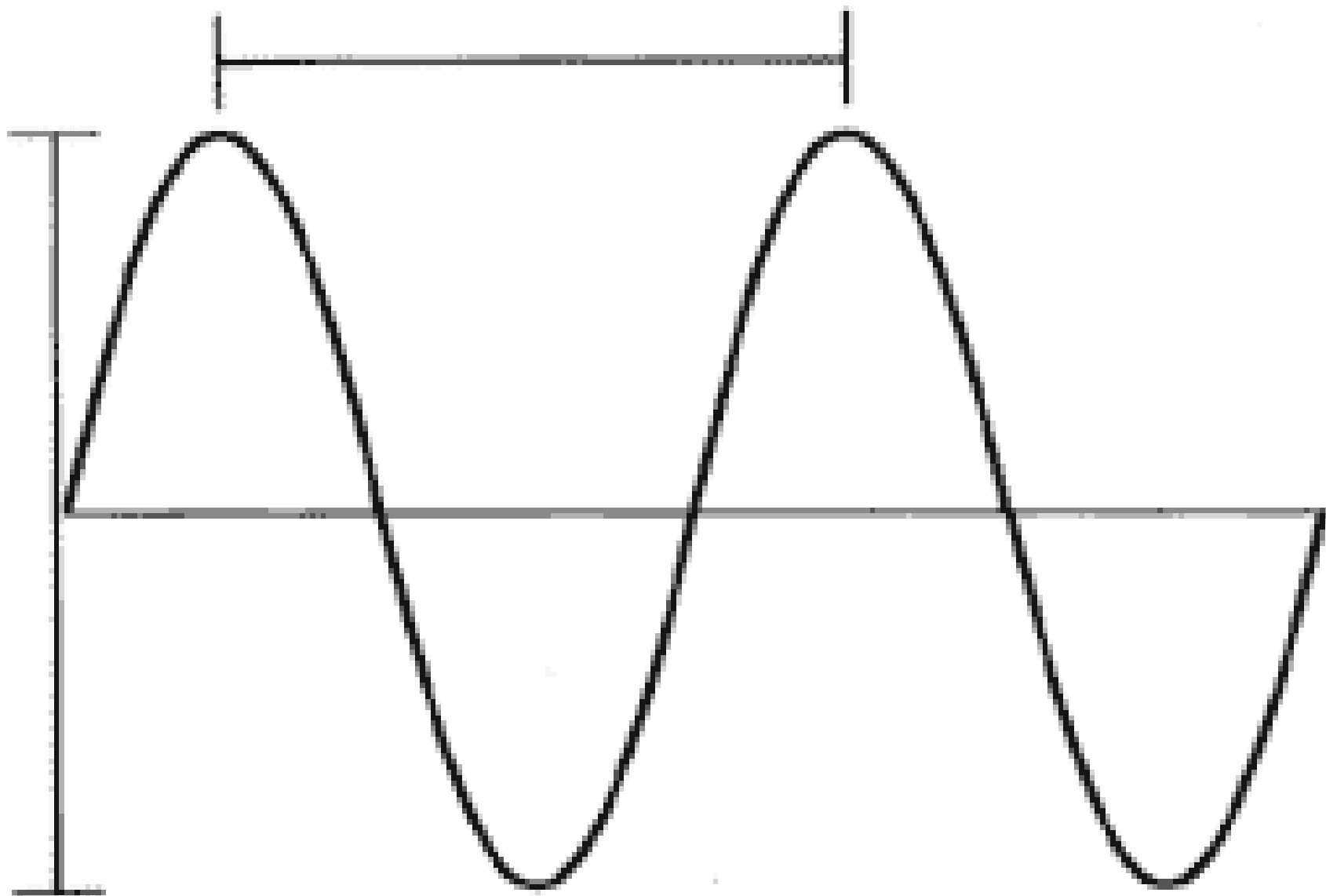
- Ultrasonografia medicală se bazează pe interpretarea ecourilor generate când “unde de puls” emise de un transductor lovesc suprafețele reflectogene ale structurilor interne din corp
- Ecourile sunt transformate în pixeli care formează imaginile

Elemente de fizică acustică

- Pulsurile sau sunetele generate de sursă sunt emise sub formă de unde
- Fiecare undă este reprezentată ca un ciclu
 - Lungimea undei este distanța parcursă într-un ciclu
 - Perioada este timpul necesar pentru a completa un ciclu
 - Amplitudinea este înălțimea maximă (ori presiunea) apărută de-a lungul unui ciclu
 - Reprezintă intensitatea (puterea) semnalului emis

wavelength

amplitude



Elemente de fizică acustică

- Sunetul reprezintă o serie de unde emise repetat
- Frecvența este o măsură, în cicli/sec (hertz), a gradului de emisie a undelor (frecvența de emisie)
 - Sunete audibile = 16 – 20.000 Hz
 - “Ultrasunete” > 20.000 Hz
 - Ultrasunete “medicale” = 2 – 15 MHz (10^6 Hz)
 - Afectează profunzimea vizualizării imaginii ultrasonografice

Elemente de fizică acustică

- Velocitatea este viteza cu care se emit undele
 - Proprietate a mediului, care este constantă
 - Invers proporțională cu densitatea mediului

Impedanța acustică

- Impedanța acustică reprezintă rezistența mediului la propagarea sunetului
 - diferența de impedanță la nivelul interfeței rezultă din reflexia parțială a semnalului
- Afectează modul de conducere al semnalului prin mediu
 - Bun conducător: structurile pline cu lichid, țesuturile moi, mușchii, ficatul, splina
 - Slab conducător: aer, plămân

Atenuarea acustică

- Diminuarea progresivă a energiei acustice cu creșterea distanței față de sursă
 - Determinată de impedanța acustică a mediului
 - Poate varia într-un singur mediu, în funcție de gradul de heterogenitate al acestuia
 - Efect amplificat la nivelul interfeței dintre 2 medii cu mare diferență de densitate (impedanță acustică)
- Rezultă din producerea mai multor fenomene fizice

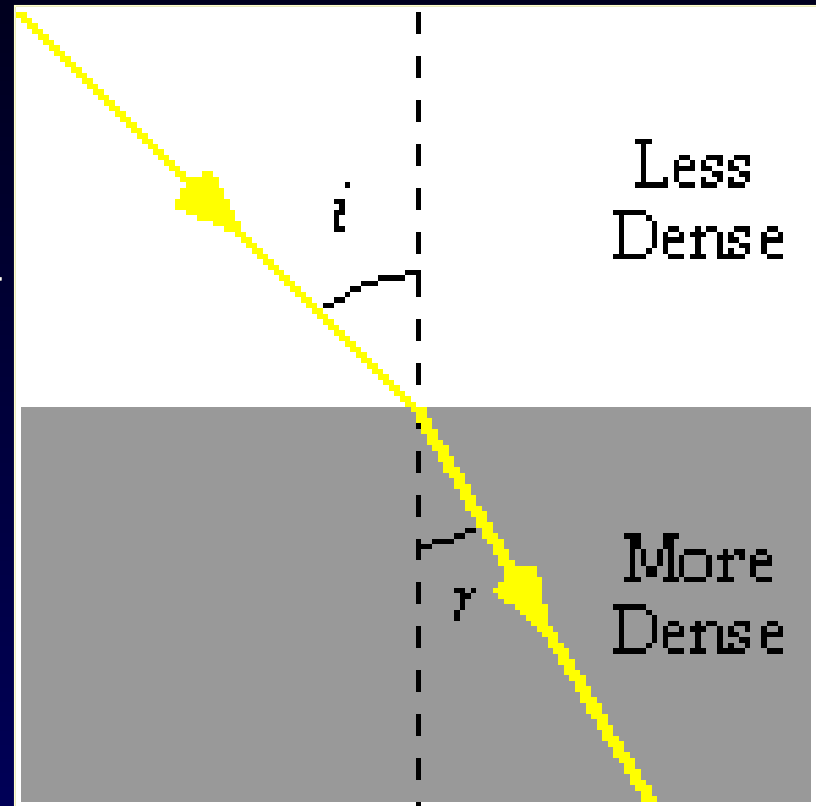
Atenuarea acustică

- *Reflexia:*
redirecționarea
undelor sonore către
sursă
 - Produsă de diferența de
densitate la nivelul
unei interfeței



Atenuarea acustică

- *Refracția:*
redirecționarea
undelor sonore în altă
direcție față de sursă
 - Produsă de diferența de
impedanță acustică la
nivelul interfeței



Atenuarea acustică

- *Dispersia:*
împrăștierea undelor
 - Produsă de suprafețe neregulate, cu reflexii în multiple direcții



Atenuarea acustică

- *Absorbția*: rezultă din pierderea de energie de către semnalul acustic ultrasonic în timpul conducerii sub formă de căldură nedetectabilă
 - Prea mică pentru a fi măsurată

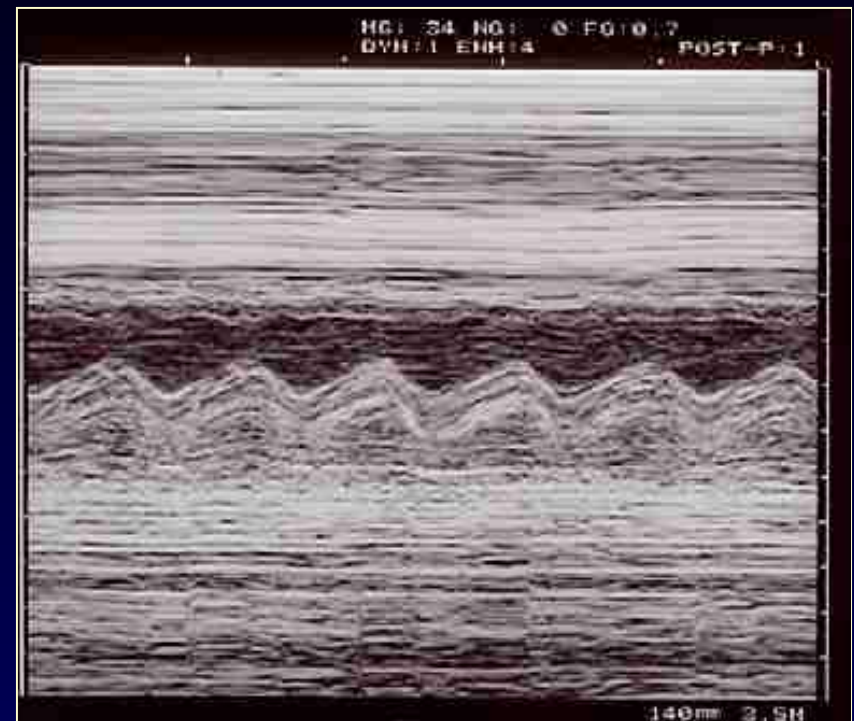
Mod de examinare

- *B mode* (brightness) este prima metodă utilizată
 - Amplitudinea ecourilor recepționate este corelată cu imaginile diferitelor structuri



Mod de examinare

- *Modul M* (movement) descrie mișcarea în timp ca o undă liniară
 - Prima dată utilizată în aplicații cardiace



Mod de examinare

- **Modul D** (Doppler)
interpretează mișcarea
bazându-se pe viteză
și frecvență ale semnalului
 - Color-flow (Doppler color)
furnizează informații
direcționale
 - Power Doppler intensifică
mișcarea la nivelul
interfețelor



Transductoare

- Termenul se referă la instrumentele de examinare
- Capabile să transmită unde și să primească ecourile returnate de țesuturi
- Extremitatea transductorului conține multiple cristale fixate într-un tipar
- Tehnologic se bazează pe efectul piezoelectric
 - Abilitatea de a emite unde când se aplică o diferență de potențial
- Frecvența poate fi fixă sau ajustabilă

Transductoare

- Transductorul convex utilizat pentru cele mai multe aplicații generale
 - Extremitate mare
 - Funcționare bună între 3 - 5 MHz
 - Imagini sub formă de sector



Transductoare

- Transductor sectorial -
utilizat pentru aplicații
generale, în special
cardiace
 - 2.5 - 4 MHz
 - Extremitate plată
 - Cristale dispuse liniar și
emisie cu baleiaj programat
în timp/ ritmic → imagini
sectoriale



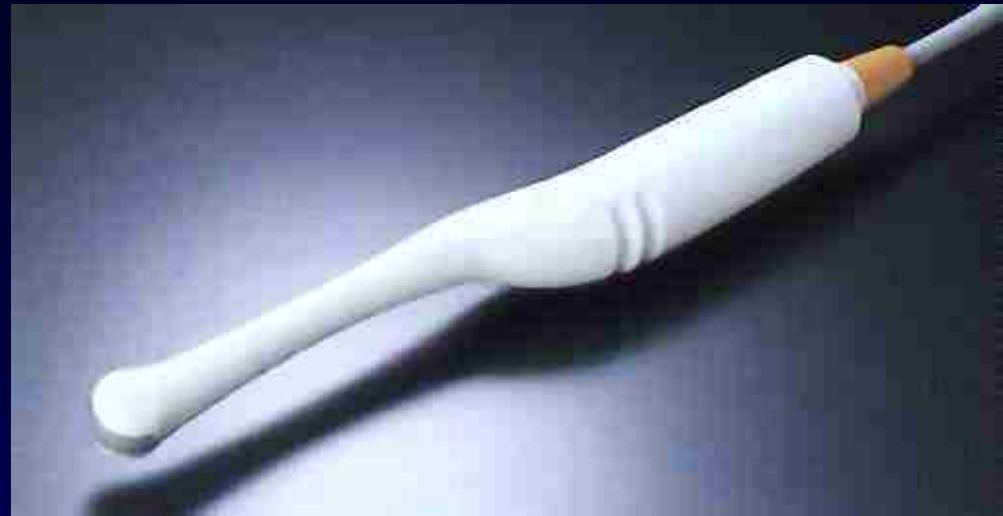
Transductoare

- Transductor liniar utilizat pentru structuri superficiale care necesită rezoluție înaltă de examinare
 - 6 - 10 MHz
 - Cristale așezate liniar, produc unde paralele
 - Imagine sub formă rectangulară



Transductoare

- Transductor endovaginal care permite apropierea de structurile pelvine
 - Necesită penetrare minimă, frecvență înaltă (7.5 MHz)



Poziționarea transductorului

- Poziționarea standard a transductorului permite interpretarea imaginii
- Markerul transductorului privește, prin convenție, către extremitatea cefalică sau dreapta pacientului
- Markerul transductorului corespunde părții stângi a monitorului
- Ecocardiografia utilizează orientări opuse

Markerul transductor

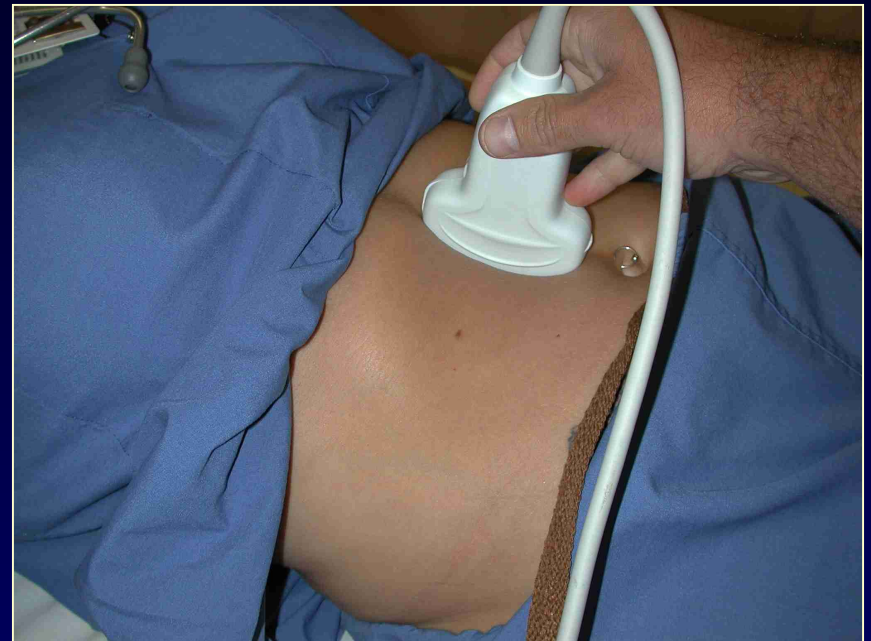


Orientarea imaginii

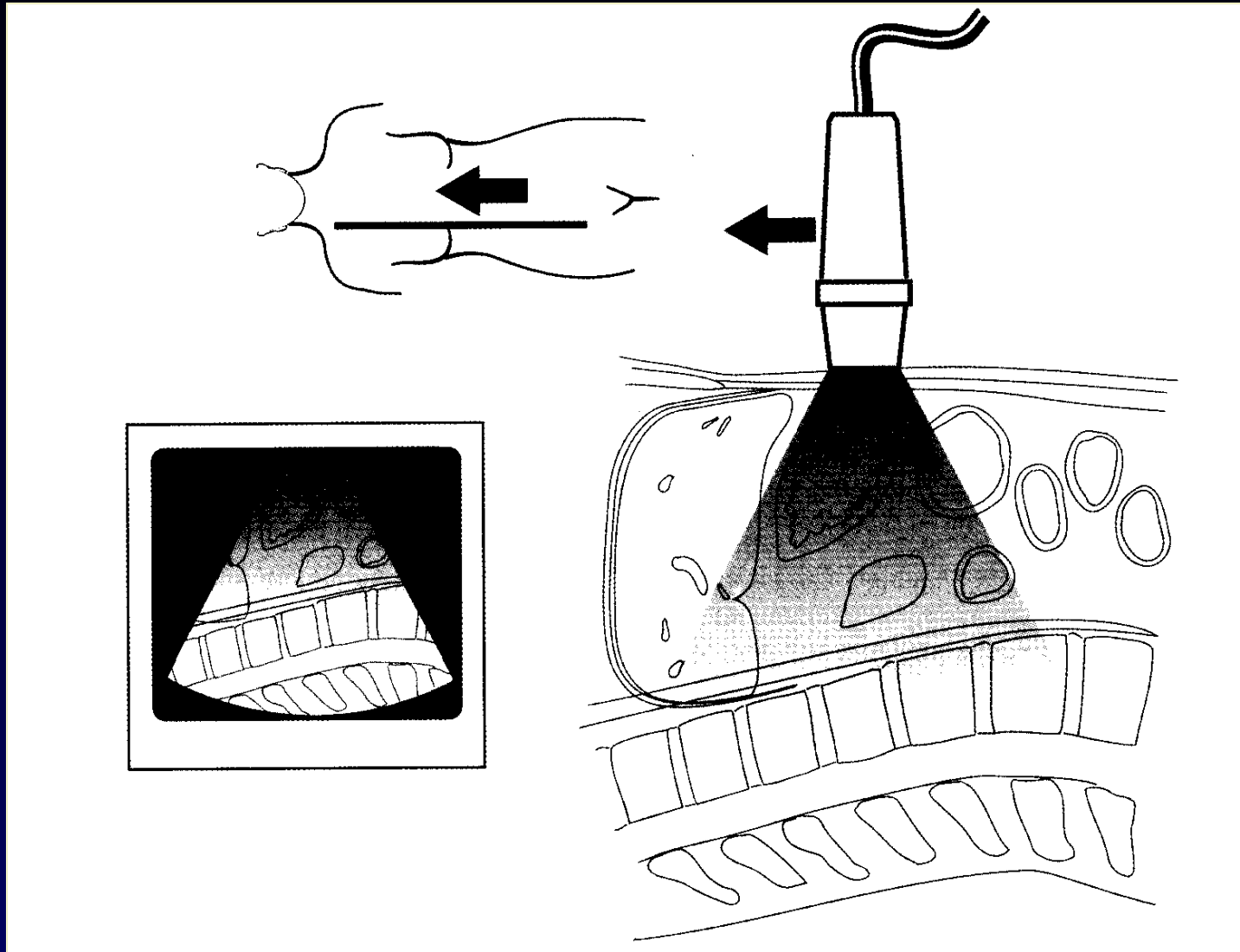


Planuri de examinare

- *Longitudinal sau sagital*
 - Transductorul orientat de-a lungul axului lung anterior
 - Parte cranială = stânga ecranului
 - Partea caudală = dreapta ecranului
 - Anterior = superior pe ecran
 - Posterior = inferior pe ecran

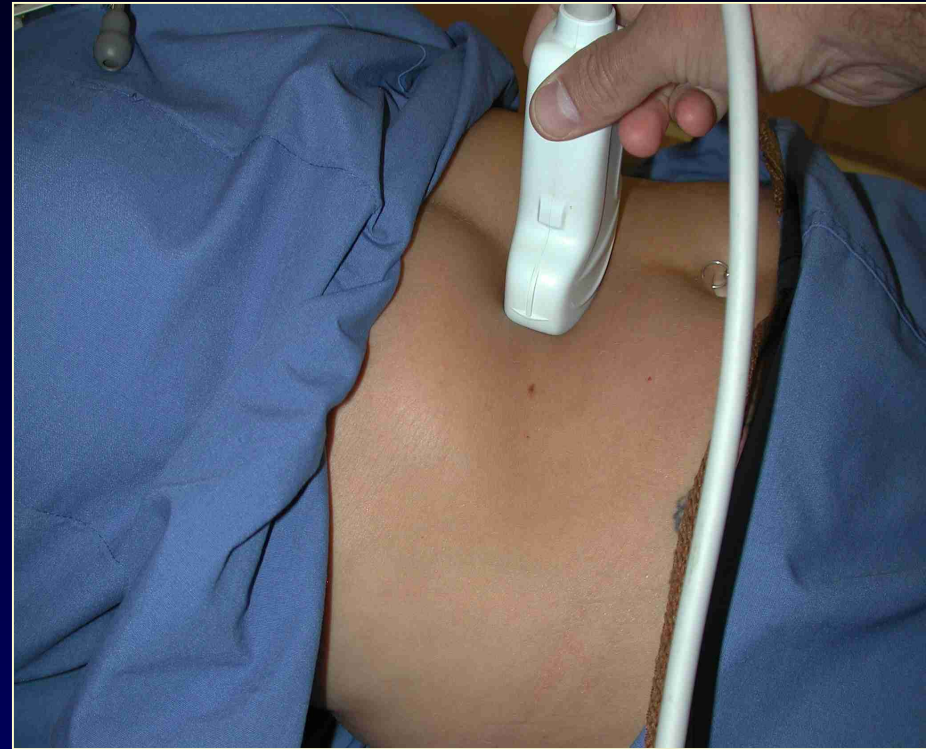


Planul longitudinal

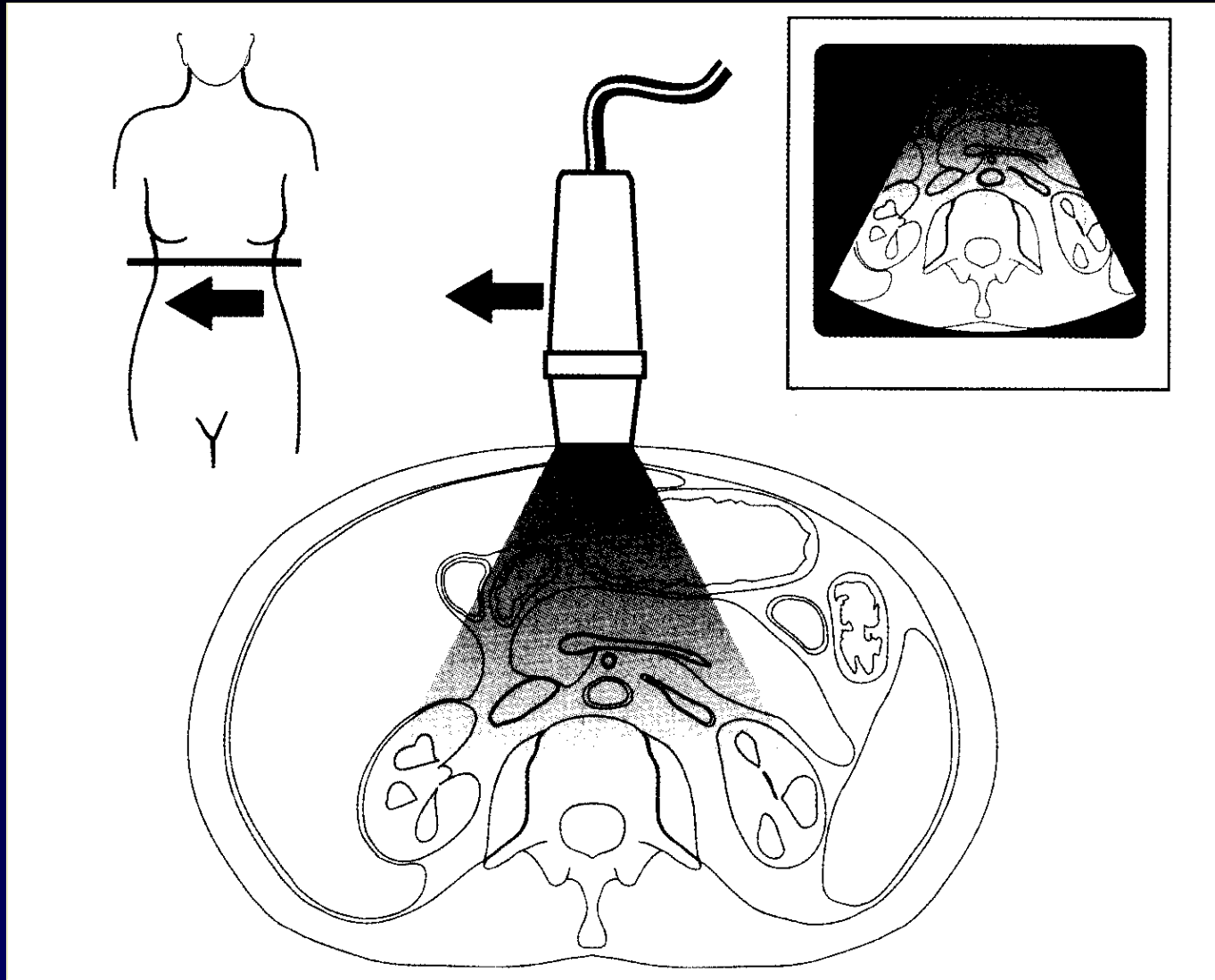


Planuri de examinare

- *Transversal sau axial*
 - Transductor orientat în ax perpendicular pe secțiune
 - Partea dreaptă = stânga ecranului
 - Partea stângă = dreapta ecranului
 - Anterior = superior pe ecran
 - Posterior = inferior pe ecran



Planul Transversal



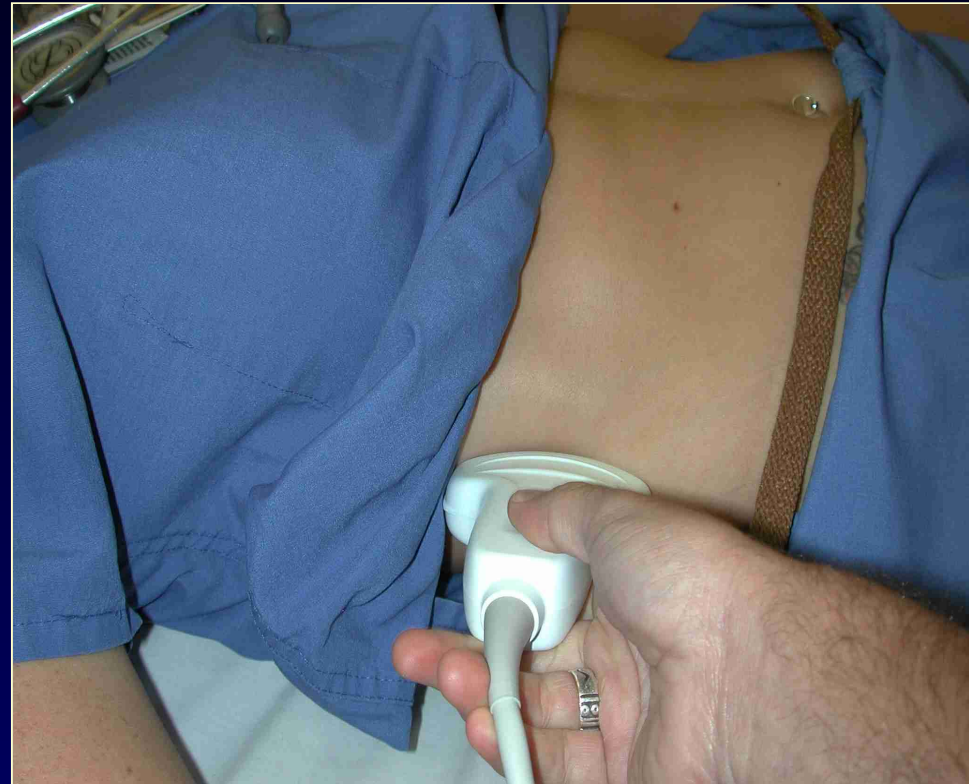
Planuri de examinare

- *Oblic*
 - Combinație



Planuri de examinare

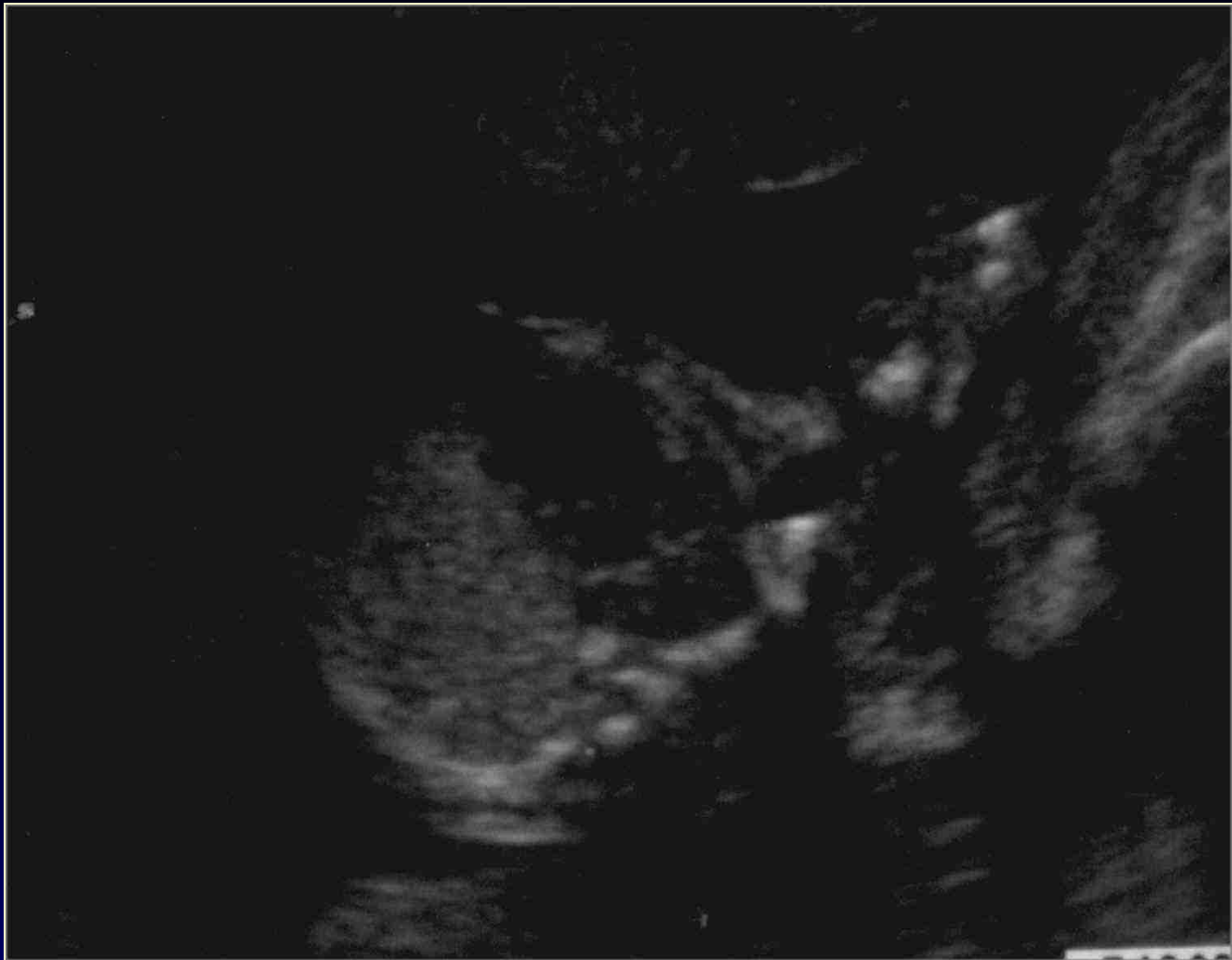
- ***Frontal (coronal)***
 - Transductor orientat de-a lungul axului lung lateral
 - Partea cranială = stânga ecranului
 - Partea caudală = dreapta ecranului
 - Partea dreaptă = superior pe ecran
 - Partea stângă = inferior pe ecran



Noțiuni de reglare a semnalului acustic

- *Frecvența* afectează profunzimea penetrării
 - Nivel scăzut = penetrare mare
 - Nivel ridicat = penetrare scăzută
- *Puterea acustică* reglează amplitudinea de emisie a undelor de puls ultrasonore
 - Utilizați cele mai reduse setări posibile!
- *Gain-ul* reglează în general intensitatea și strălucirea semnalului ultrasonor întotdeauna la transductor

Gain prea mic



Gain prea mare

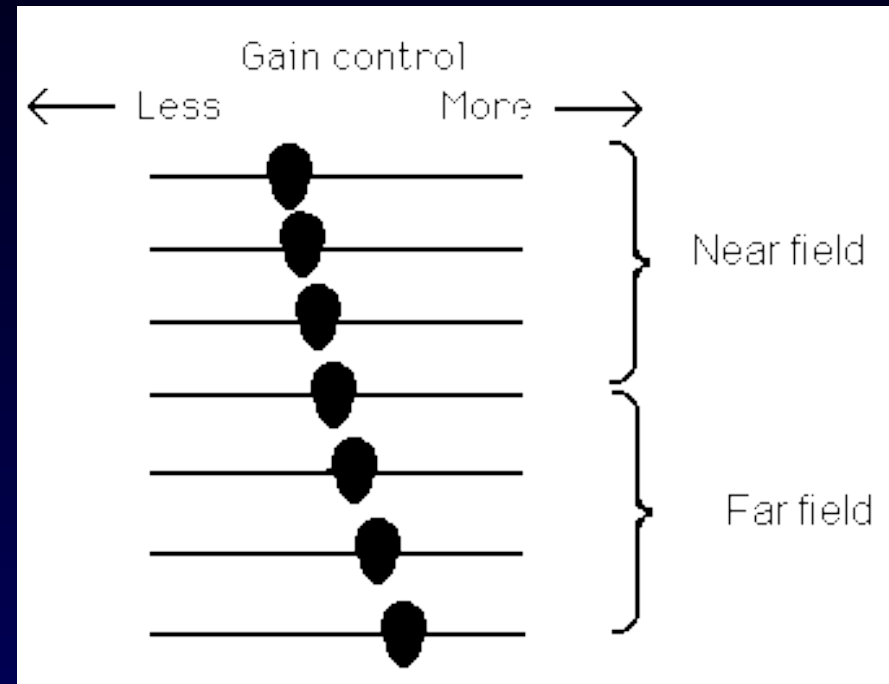


Gain normal

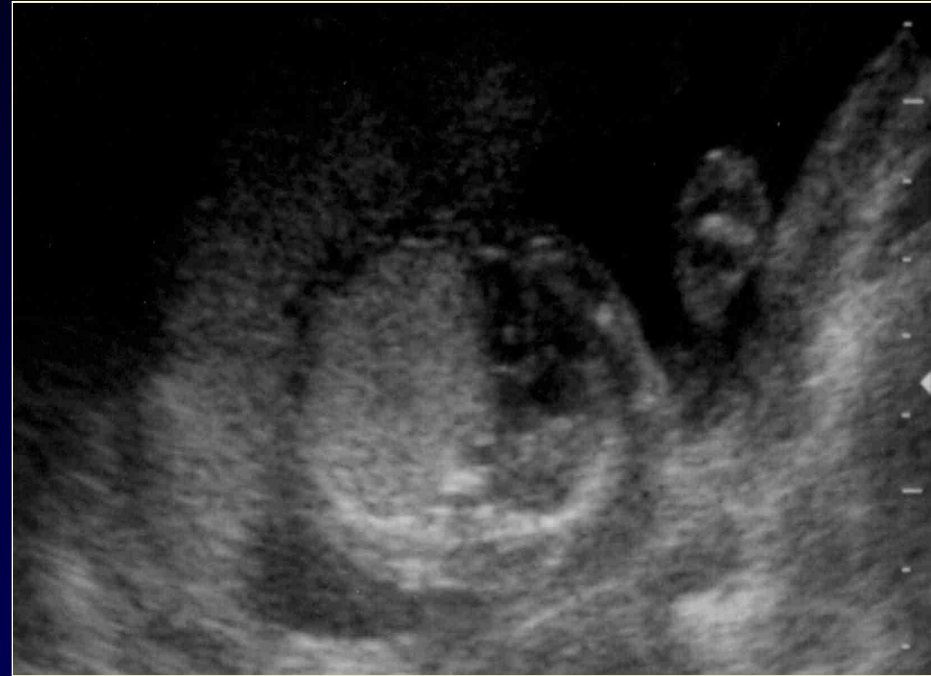
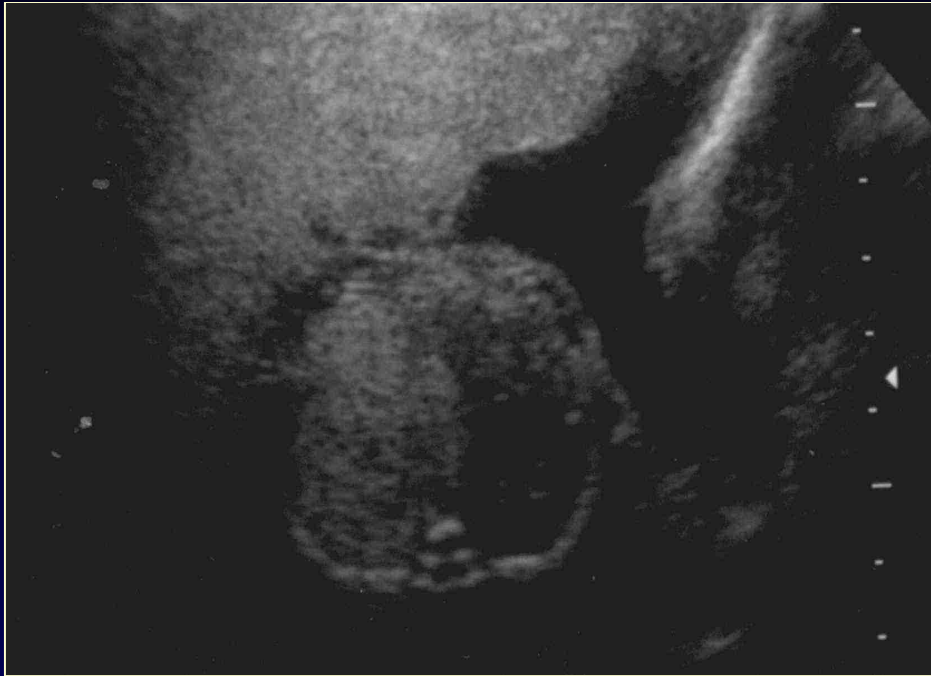


Noțiuni de reglare a semnalului acustic

- *Time gain compensation (TGC)* reglează intensitatea semnalului la diferite nivele de profunzime
 - Corectează atenuarea, crescând semnalul întors de la structurile profunde



Ajustarea TGC



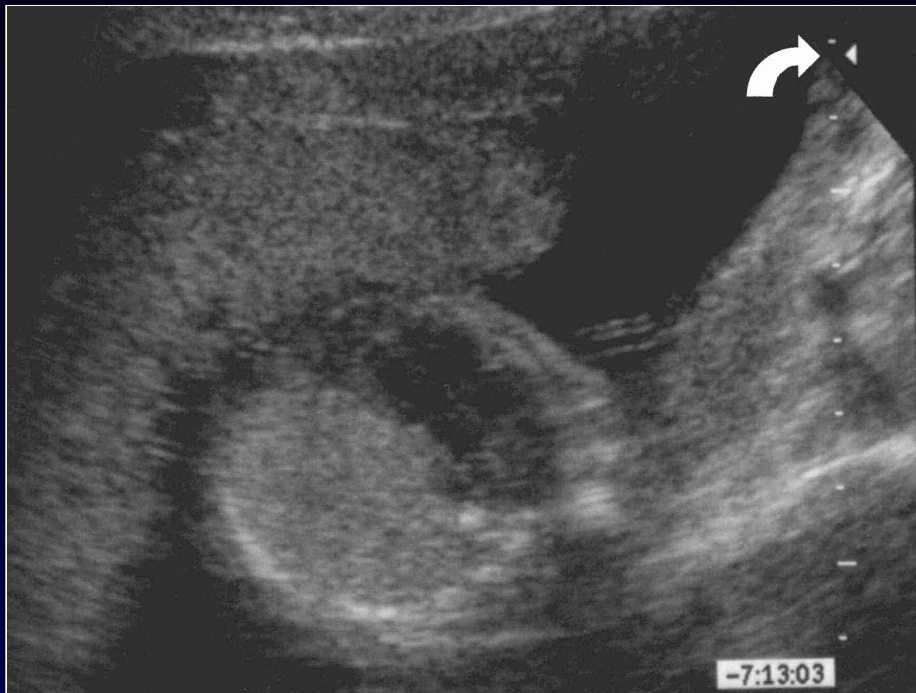
Noțiuni de reglare a semnalului acustic

- *Dynamic range* - ajustează semnalele returnate care sunt procesate și transformate în imagine în scară gri
 - “zgomot de fond”
 - Exprimat în decibeli (30-78 dB)
 - Setare înaltă, imagine uniformă
 - Setare redusă, imagine granulară
- *Grayscale mapping* - ajustează nuanțele de afișare în scară gri

Noțiuni de reglare a semnalului acustic

- *Profunzimea (Depth)* reglează nivelul de procesare al semnalului
 - Permite structurilor de interes să fie afișate pe ecran
- *Focarul (Focus)* permite optimizarea imaginii prin ajustarea profunzimii unde undele sunt focalizate
 - Controlat de transformarea sincronă în tir a cristalelor și concentrarea undelor emise către zona de interes (focar)
- *Zoom* mărește aria de interes

Focarul



Ajustarea imaginii

- *Optimizare automată tisulară (Auto tissue optimization - ATO)* îmbunătățește imaginea în zona de interes prin optimizare maximă de contrast și în scară gri
- *Amplificarea marginilor (Edge enhancement)* creșterea contrastului dintre țesuturile adiacente cu diferite densități

Imagine ajustată - ATO



Rezoluția

- Abilitatea de a diferenția structuri ecogene
- *Rezoluția de contrast (Contrast resolution)* se referă la detalii tisulare
 - Afectată de “dynamic range”, în scară gri

Rezoluția

- *Rezoluția axială* se referă la structurile în plan paralel cu undele ultrasonore
 - Influențată de frecvența de emisie



Rezoluția

- *Rezoluția laterală* se referă la structurile dintr-un plan perpendicular pe planul undelor de ultrasunete
 - Influențată de lățimea fasciculului de ultrasunete emis și profunzimea focarului



Stocarea imaginilor

- *Freeze* - permite examinatorului fixarea imaginii ecografice într-una statică
 - Utilă pentru măsurători și reproducere (printare)
- *Modul Cine* - oferă posibilitatea examinatorului să navigheze printr-o serie de imagini statice stocate într-o bancă de memorie temporară
 - 128 frame pentru GE Logiq 400

De reținut

- Amintește-ți să utilizezi terminologia comună în descrierea elementelor imagistice
- Evitați capcanele de confuzie a artefactelor pentru patologie
- Înțelegeți orienterea spațială a diferitelor planuri de scanare
- Păstrați traiectoria de orientare a markerului transductorului

De reținut

- Creșteți gain-ul dacă este prea întuneric, reduceți-l dacă este prea multă lumină
 - Utilizați TGC pentru a ajusta gainul la diferite profunzimi
- Evitați reglarea puterii acustice dacă nu e necesar
- Reglați profunzimea de vizualizare a structurilor de interes la nivelul câmpului principal de examinare
- Utilizați transductorul cu frecvență adecvată pentru a crește la maxim calitatea imaginii