



# Introducere în principiile ecocardiografiei

Jose A. Madrazo și Suzanne V. Arnold

## CONSIDERAȚII PRACTICE

- Ecografia Doppler pulsat este INTERVAL specifică, dar nu permite măsurarea velocităților mari.
- Ecografia Doppler continuu are capacitatea de a măsura velocități MARI, dar nu poate localiza originea de-a lungul unde (volumul eșantion).
- Modul M are rezoluție TEMPORALĂ crescută, dar este limitat de secționarea oblică a structurilor de interes de către fasciculul de ultrasunete.

## FORMULE CHEIE

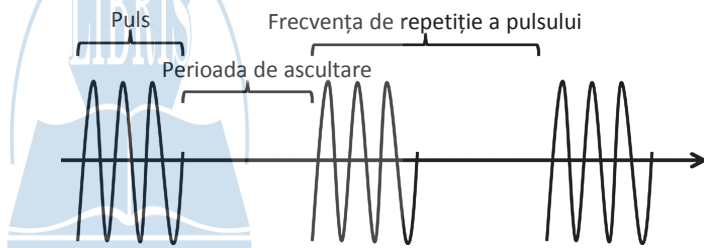
- **Ecuția Bernoulli simplificată:**  $\Delta P(\text{mmHg}) = 4 \times V^2$  ( $V = \text{m/sec}$ )
- Aria TEVS =  $\pi \times (\text{diametrul TEVS în cm}/2)^2$
- Volumul bătaie = (aria TEVS)  $\times$  (TEVS IVT)
- $Q_P/Q_S$  (raport de debite) = (aria TEVD)  $\times$  (TEVD IVT)/(aria TEVS)  $\times$  (TEVS IVT)
- **Principiul continuității pentru aria valvei aortice** = (aria TEVS)  $\times$  (TEVS IVT)/(VAo IVT)

### • Ecocardiografia utilizează unde sonore pentru a genera imagini ale cordului și ale altor structuri.

- Undele sonore sunt vibrații mecanice descrise prin frecvențe sau Hertzi (Hz) = număr de cicluri pe secundă.
- Frecvențele utilizate de transductorul de ultrasunete influențează rezoluția imaginii și gradul de penetrare tisulară
  - Frecvențe înalte = rezoluție înaltă, penetrare tisulară scăzută
  - Frecvențe joase = rezoluție diminuată, penetrare tisulară crescută
- Ultrasunetele reprezintă undele sonore cu frecvențe de 20 kHz sau mai mari.
  - Ecocardiografia adultului folosește în mod uzual frecvențe cuprinse între 2 și 7 MHz.
- Ecocardiografia transtoracică utilizează transductori cu frecvență joasă (de la 2 la 4 MHz), ce permit o penetrare mai profundă a peretelui toracic, dar cu dezavantajul unei rezoluții reduse.

• **DE REȚINUT:** La pacienții obezi este utilă scăderea frecvenței transductorului pentru o îmbunătățire a calității imaginii.

- Ecocardiografia transesofagiană nu necesită penetrare tisulară profundă și poate folosi transductori cu frecvență înaltă (între 3,5 și 7 MHz), pentru a oferi imagini cu rezoluție crescută.



**Fig 1-1.** Descrierea ultrasunetelor, cu nomenclatură standardizată.

- Elementele piezoelectrice sunt cristale ce transformă energia electrică în unde sonore și viceversa. Aceste cristale se află în transductor, iar proprietățile, numărul și mișcarea lor determină caracteristicile imaginii obținute.
- **Imaginea armonică:** țesuturile și bulele de contrast nu numai că reflectă ultrasunetele la frecvența emisă, dar și rezonază la multipli ai acelor frecvențe (frecvențe armonice). Imaginea armonică se referă la reglarea transductorului în așa fel încât să recepționeze frecvențe la multiplii frecvențelor de emisie (de ex. să transmită la 3 MHz și să recepționeze la 6 MHz, a doua armonică). Imaginea armonică îmbunătățește semnalul față de zgomotul de fond și delimitarea marginii endocardice.
- **Indicele mecanic (MI):** o măsură a presiunii mecanice exercitate asupra țesuturilor de ultrasunete. Este important **să se scadă MI în timpul ecocardiografiei de contrast**, pentru ca bulele de contrast să nu se dezintegreze foarte rapid.
- **Rata de cadre:** numărul de cadre fixe afișate secvențial pe unitatea de timp. Numeroase cadre fixe afișate secvențial duc la percepția în dinamică, deci, cu cât rata de cadre este mai mare, cu atât rezoluția temporală este mai bună, dar poate altera calitatea imaginii, și viceversa.

**• DE REȚINUT:** Utilizarea unui câmp imagistic mai superficial și mai îngust permite o rată de cadre mai mare și o rezoluție temporală mai bună.

- **Ciclul de repetare a pulsului:** un puls (fascicul) de ultrasunete de o anumită frecvență este emis de transductor, urmat de o „perioadă de ascultare” prestabilită, înainte ca transductorul să recepționeze undele cu aceeași frecvență și să genereze o imagine. Durata pulsului însumată cu perioada de ascultare reprezintă ciclul de repetare a pulsului. Cu cât această perioadă este mai lungă, cu atât se obține o imagine mai profundă (Fig. 1-1).

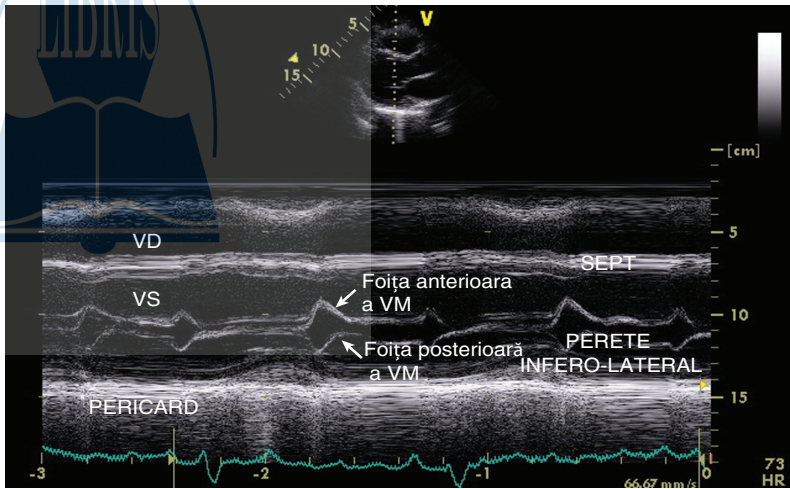
### Modalități imagistice de bază:

#### • Ecocardiografia în modul M:

- Ecocardiografia în modul M (M=mișcare) redă imaginea structurilor aflate de-a lungul unui singur fascicul de ultrasunete. Imaginea statică a acestor structuri este actualizată continuu pe axa X. În concluzie, structurile de pe linia de undă sunt redată așa cum se modifică în timp (Fig. 1-2).

**• DE REȚINUT:** Transductorul de mod M poate fi asemănat unui spărgător de gheață virtual, care afișează pe ecran structurile vizualizate și le actualizează în funcție de timp.

- Datorită frecvenței foarte mari de lucru (până la 1000 pulsuri pe secundă), modul M are o rezoluție axială excelentă și este util în identificarea localizării relative a structurilor și pentru măsurarea amplitudinii mișcării acestora.
- **În plus, modul M are o rezoluție temporală mai bună decât modul 2D**, iar anomalile discrete de cinetică și localizarea lor în timp pot fi mai bine evaluate în



**Fig. 1-2.** Modul M redă o imagine tip „spărgător de gheață” a modificărilor de la nivelul structurilor cardiace în funcție de timp, în incidență parasternală ax lung.

modul M. De exemplu, mișcarea sistolică anterioară a valvei mitrale în CMH și colapsul diastolic al ventriculului drept în tamponada cardiacă sunt apreciate mai corect în modul M.

- **Ecocardiografia bidimensională (2D):**

- Structurile cardiace în planul definit de poziția transductorului sunt ilustrate bidimensional pe ecran, iar ecranul este actualizat continuu (vezi mai sus rata de cadre), producând astfel o imagine în mișcare (un „film”).
- În ecocardiografia adultului, structurile cele mai apropiate de transductor sunt afișate în partea superioară a ecranului, iar partea planului de ultrasunete care corespunde **canelurii** transductorului se află în partea **dreaptă** a ecranului.

**DE REȚINUT:** *La început poate fi util să vă imaginați transductorul ca o lamă virtuală, cu planul orientat similar cu canelura de pe transductor. Poziționarea, rotația și înclinarea acestei „lame” va determina modul în care veți „secționa” inima și implicit modul în care veți obține imaginile.*

- Captarea imaginilor inimii în multiple planuri 2D permite reconstrucția și vizualizarea tuturor părților componente într-o structură 3D.
- **Ecocardiografia tridimensională (3D):**
- Numeroase planuri 2D pot fi asamblate pentru a recrea o structură 3D. Transductorii moderni de ecocardiografie 3D realizează acest lucru prin utilizarea unui fascicul piramidal (spre deosebire de cel „lamelar”, undă este un con inversat cu vârful către transductor).

## Principii și aplicațiile efectului Doppler:

- **Efectul Doppler:**

- Descriș în anul 1842 de fizicianul austriac Christian Doppler, efectul Doppler constă în modificarea frecvenței semnalului recepționat de observator (frecvența reflectată) relativ la sursa de emisie a semnalului (frecvența inițială de emisie).