

Az echocardiographia szerepe a kardiológiában 1.

TTE (transthoracalis echocardiographia)

1. Akut kardiológiai kórképek differenciál diagnózisa

- **acut myocardialis infarctus** (falmozgászavar, EF, szövődmények)
- **proximalis (A típusú) aorta disszekció** (aorta regurgitáció, intima flap)
- **acut pulmonalis embolia** (dilatált jobb kamra, tricuspidalis regurgitáció)

2. Akut miokardiális infarktus

- maradék systolés bal kamra funkció, EF
- falmozgászavarok
- bal kamrai remodeling, aneurysma
- papillaris izom diszfunkció
- funkcionális mitralis regurgitáció
- jobb kamrai infarktus
- perikardiális folyadék, tamponád
- perikardiális tamponád

3. Billentyű betegségek

- súlyossági fok (I-IV.)
- prognózis követése
- operálhatóság
- etiológia (rheumás, degeneratív, ínhúr ruptúra)
- organikus vs. funkcionális

Az echocardiographia szerepe a kardiológiában 2.

TTE (transthoracalis echocardiographia)

4. Krónikus szívelégtelenség

- prognózis követése
- terápia hatékonyságának követése

5. CRT (cardiac resynchronization therapy)

- indikáció (EF, disszinkrónia)
- optimalizáció
- responder/non-responder

6. Embólia forrás keresése

- BK fal thrombus (extenzív anterior AMI)
- BK aneurysma
- pitvarfibrilláció
- infektív endocarditis
- műbillentyű thrombosis
- BP thrombus (dilatált BP, MS)
- BP myxoma
- Mitralis anulus kalcifikáció
- ASD (paradox embolia!)

7. Ischaemiás szívbetegség

- mellkasi fájdalom DD

8. Stressz echo

- dobutamin
- ergometria

9. Postoperatív beteg követése

- paravalvularis leak
- műbillentyű thrombosis

10. Transzpalnált beteg követése

11. Infektív endocarditis

12. Pulmonalis hypertonia

13. Szűrővizsgálat

Az echocardiographia szerepe a kardiológiában 3.

TEE (transesophagealis echocardiographia)

1. Pitvarfibrilláció

- fülcse thrombus
- TEE vezérelt kardioverzió

2. Infektív endocarditis

- vegetáció
- billentyű destruáció
- billentyű regurgitáció/stenosis mértéke
- paravalvularis abcessus

3. Embólia forrás keresése

4. Mitrális és aorta billentyű apparátus jobb megítélése

5. Aorta disszekció (A + B)

- stent graft implantáció (intraop. TEE)

6. Pulmonális embólia

7. Strukturális intervenciók segítése (MitraClip, fülcse zárás, PFO zárás)

Fizikai alapok

- a vizsgálófejben (transzducer) lévő piezoelektromos kristályok elektromos energiából mechanikus energiát hoznak létre, ultrahang hullámokat bocsátanak ki
- a kibocsátott ultrahangnyaláb részben elnyelődik, eltérül, visszaverődik, szétszóródik annak függvényében, hogy milyen szöveteken, szolid struktúrákon vagy akusztikus határfelületeken (vér-billentyű, vér-szívizom, vér-érfal) halad keresztül.
- a visszaverődő ultrahangnyalábokat a transzducer detektálja és a kristályok segítségével elektromos jellé alakítja vissza.
- Az ultrahangnyaláb felbontóképessége és penetrációs képessége a frekvencia és hullámhossz függvénye.
- A $\lambda=v/f$ képlet alapján minél magasabb a frekvencia (f), annál rövidebb a hullámhossz (λ).

M-mód

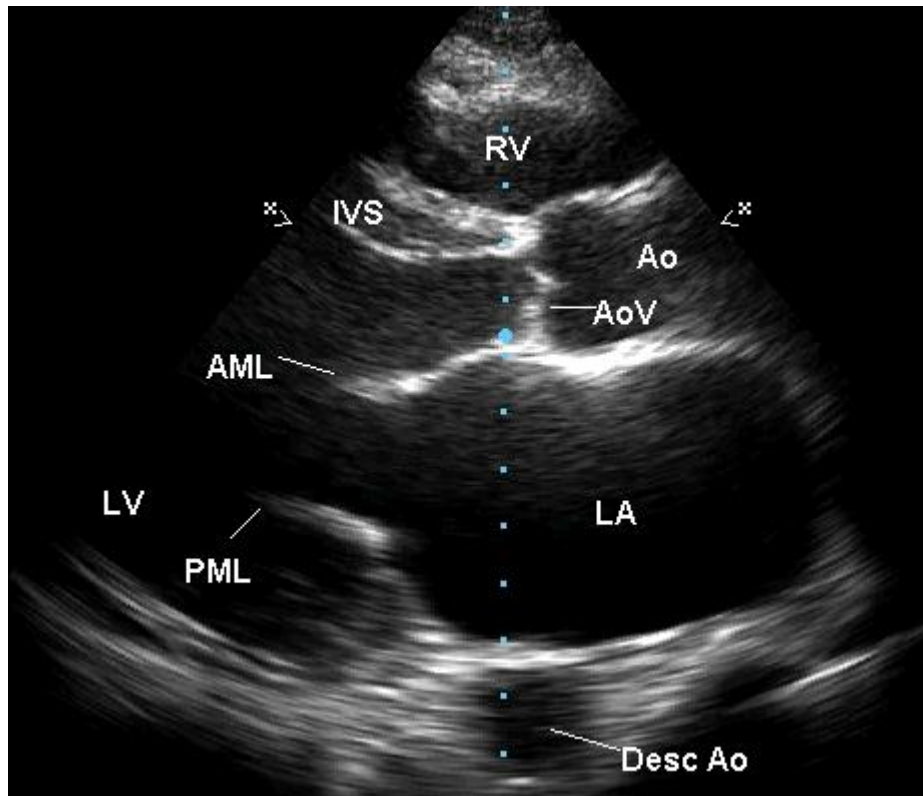
- a 2D képen egyetlen lineáris sugár visszaverődéséről kapunk időben mozgó görbét.

B-mód

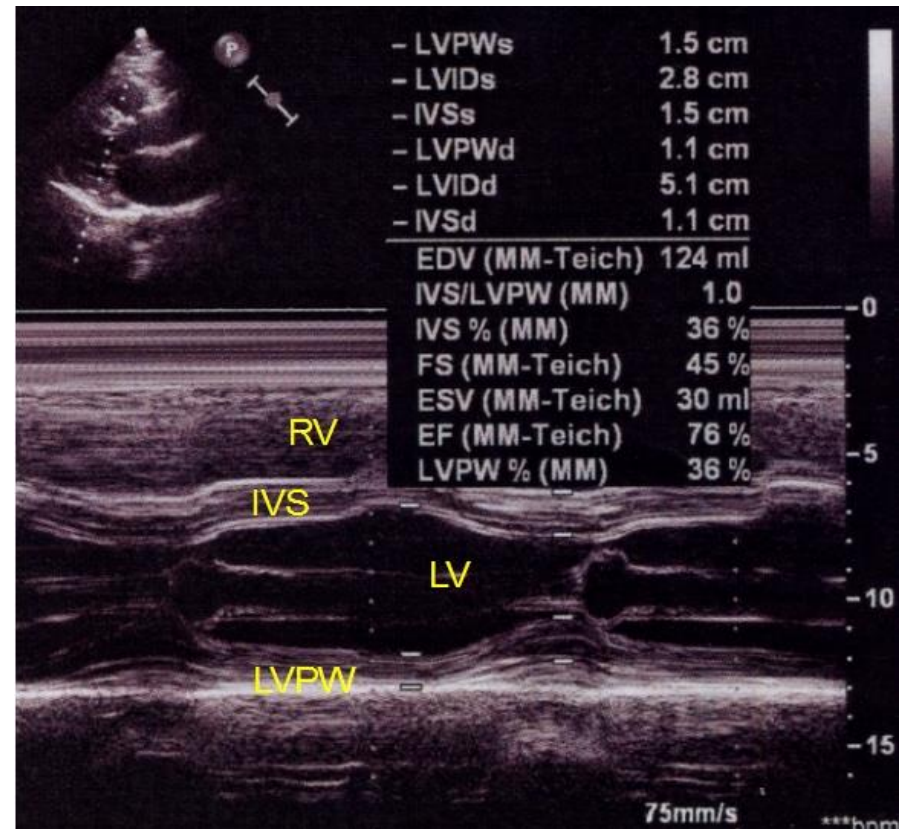
- a szív lágyrész struktúráiról visszaverődő ultrahang által történik valós idejű, mozgó leképezés kétdimenziós keresztmetszeti síkokban.

Parasternalis nézet 2D és M-mód technika

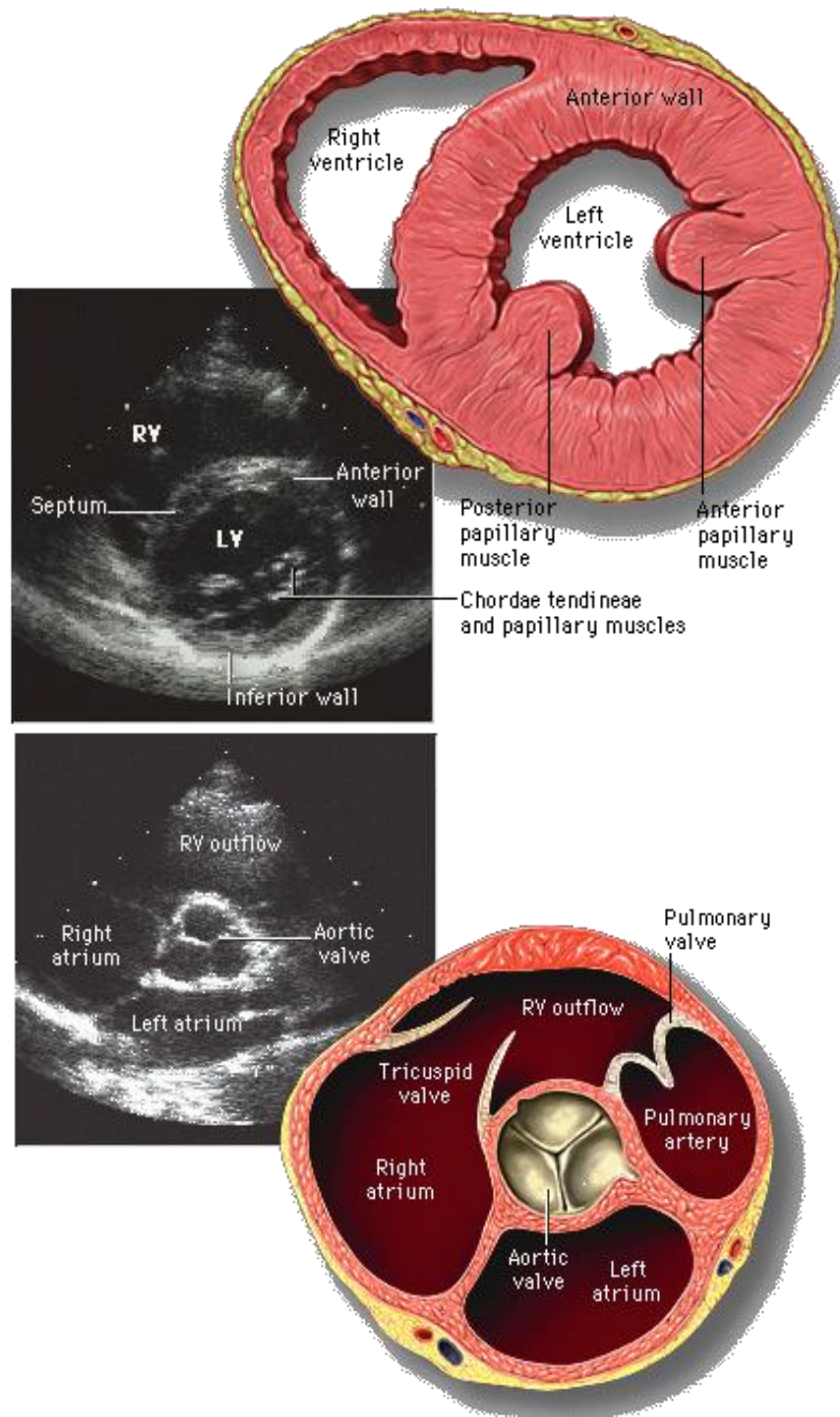
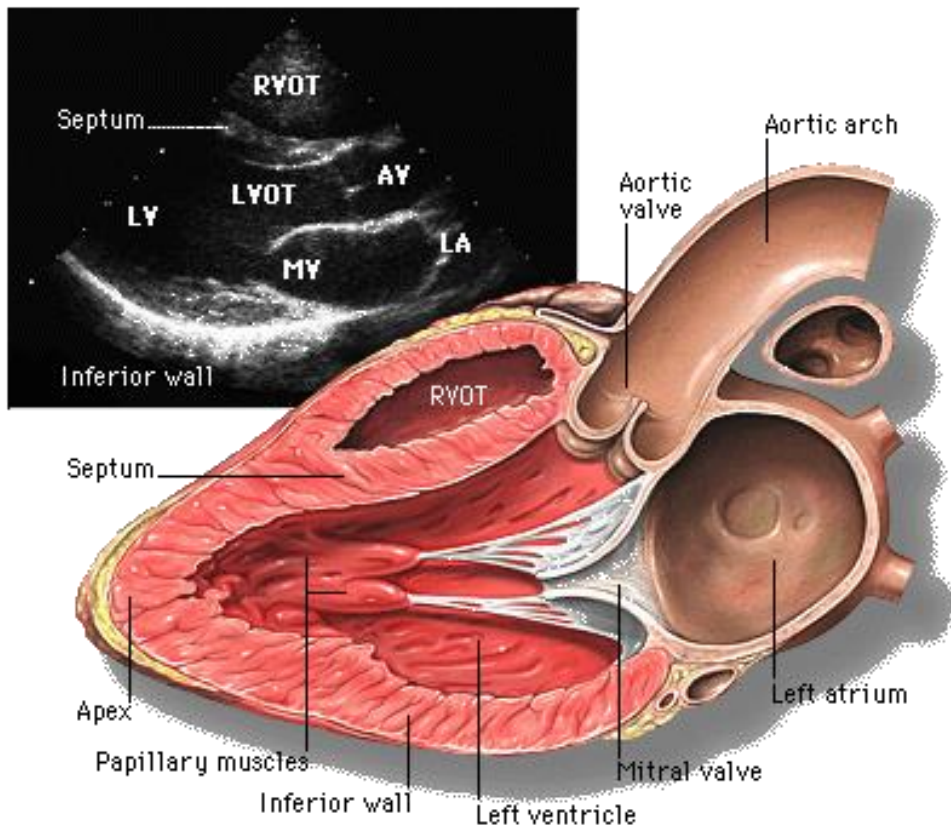
- hossz tengely
- rövid tengely



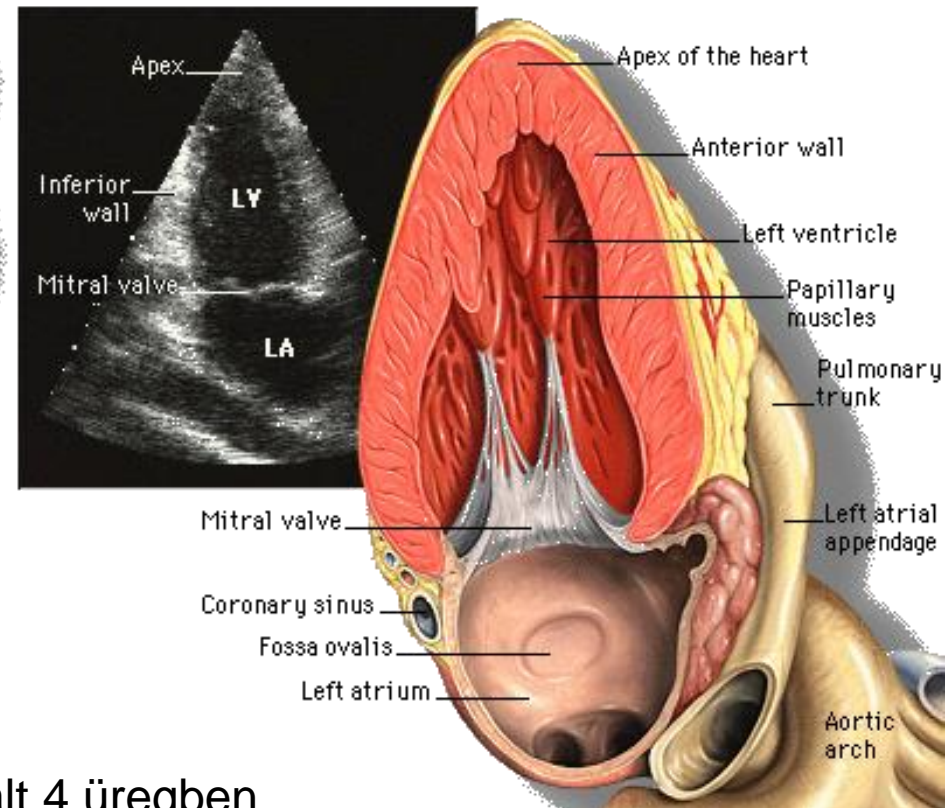
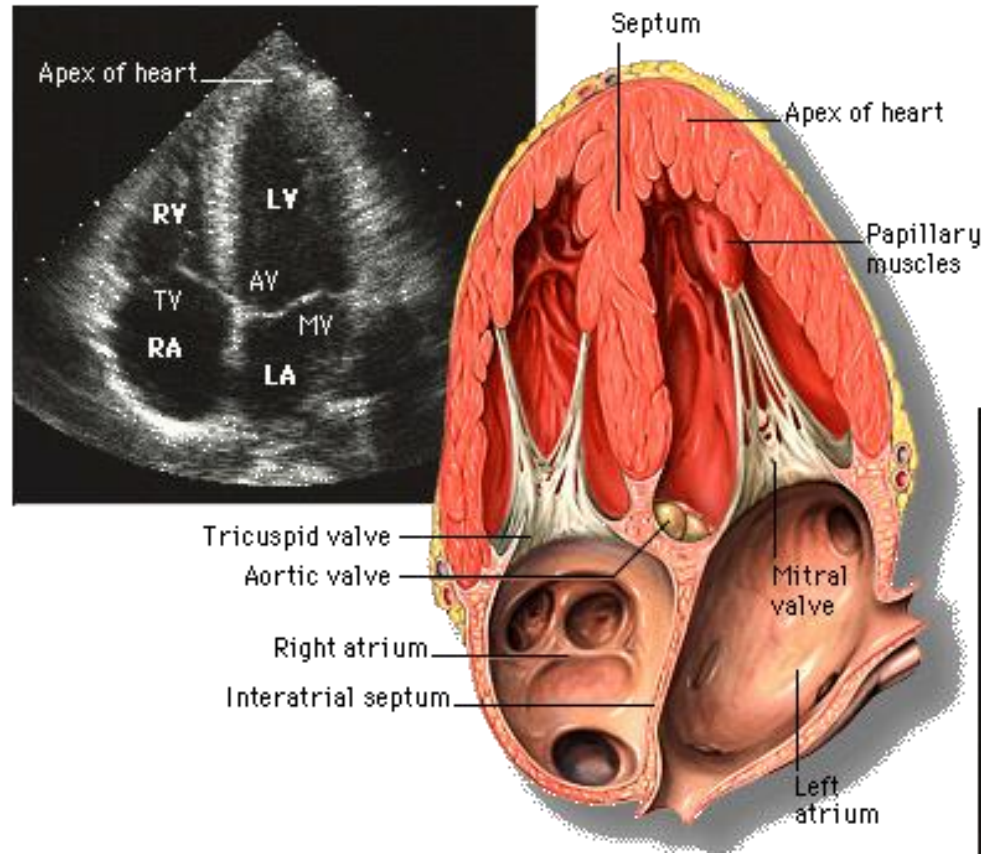
- üregméretek
 - BK végdiasztolés átmérő (LVIDd)
 - BK végsystolés átmérő (LVIDs)
- falvastagságok
 - szeptum (IVSd)
 - hátsó fal (LVPWd)
- ejekciós frakció (EF)
- billentyű szeparáció



Parasternalis nézet hosszú és rövid tengely



Csúcsi 4 és 2 üreg



Stanford szerinti orientáció 4 üregi metszetben

(Mayo szerinti orientáció: bal kamra bal oldalt 4 üregben
- a klinikán megszokás alapján ezt használjuk)

Doppler technikák

- a transzducer által kibocsátott ultrahang nyaláb a vérárammal együtt mozgó vörösvértestekről verődik vissza
- megváltozik kis mértékben a frekvenciája, ami arányos az elmozdulással, azaz a vér áramlási sebességével.

Color Doppler

- a vér áramlási sebessége egy kijelölt terület összes pontján meghatározható és a 2D képen, színkódoltan, "real-time" ábrázolható.
- megegyezés szerint a transzducer felé irányuló áramlást piros, az ellentétes, tőle távolodót pedig kék szín mutatja.

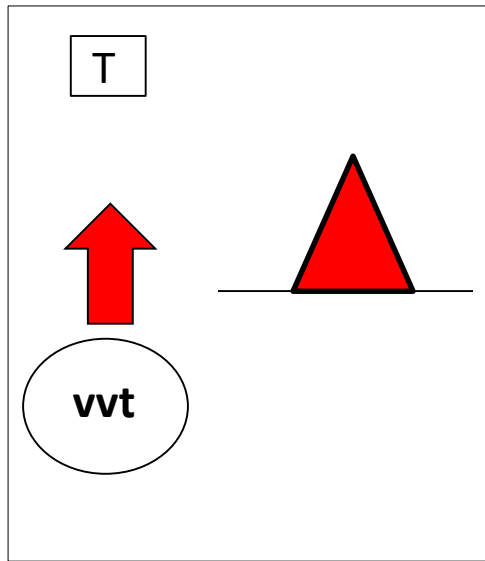
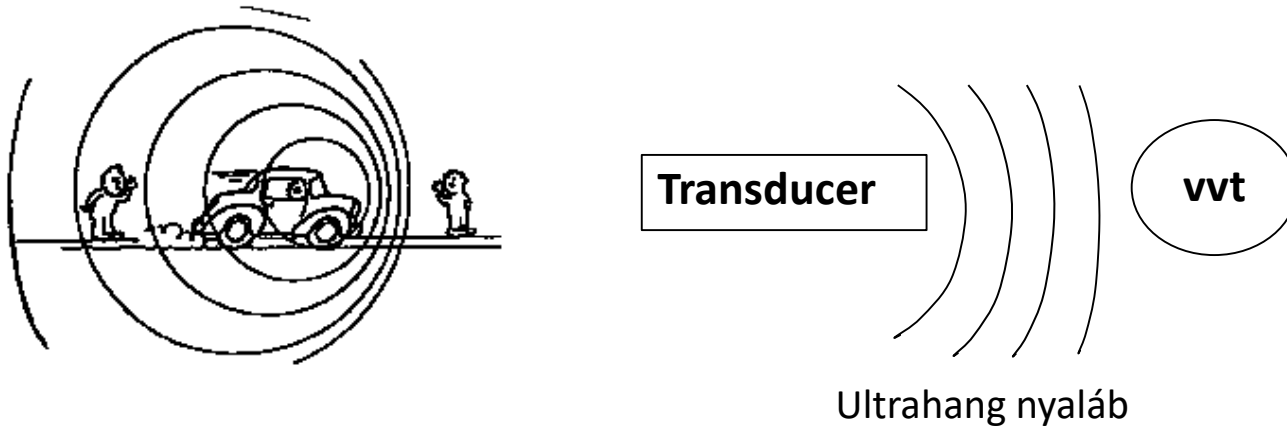
Pulzatis (PW) Doppler

- egyetlen piezoelektromos kristály működik adó-vevőként és rövid ultrahang impulzusokat bocsát ki, majd bizonyos késleltetéssel felveszi a visszavert és megváltozott frekvenciájú ultrahangot.
- egy meghatározott mélységben tudunk áramlási sebességeket mérni, de a technika az „aliasing” jelenség miatt csak alacsony sebességek esetén használható.

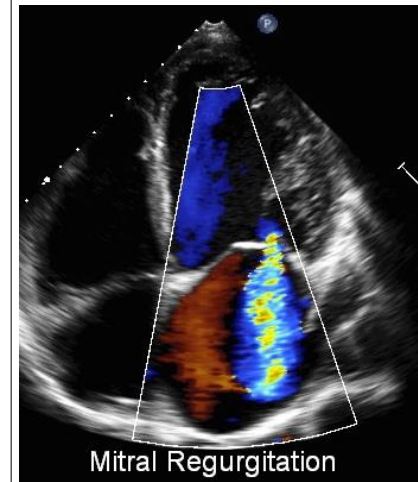
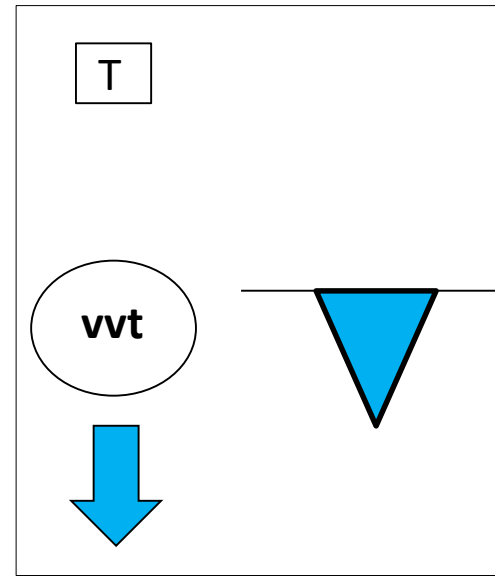
Folyamatos hullámú (CW) Doppler

- két különálló piezoelektromos kristály működik, melyek közül az egyik folyamatosan kibocsátja az ultrahangnyalábot, míg a másik folyamatosan felveszi a visszavert ultrahangot.
- A mérhető áramlási sebesség nem limitált ezzel a módszerrel, azonban mélységi lokalizáció nem lehetséges.

Doppler effektus

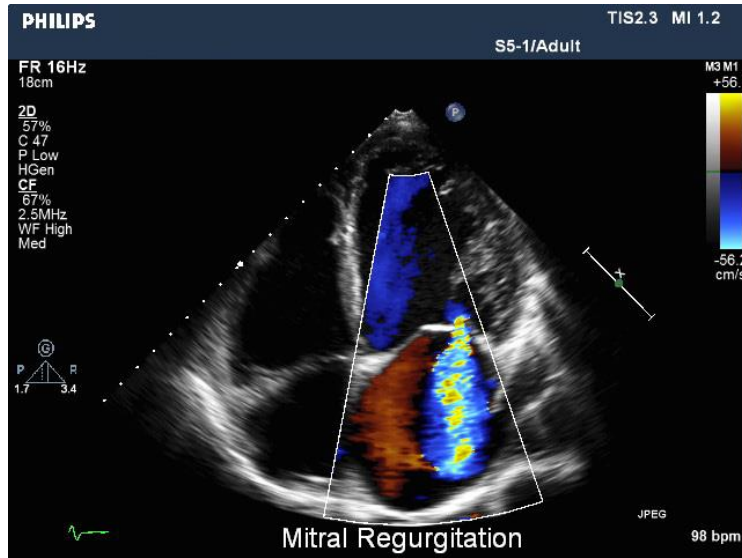


Aorta regurgitáció

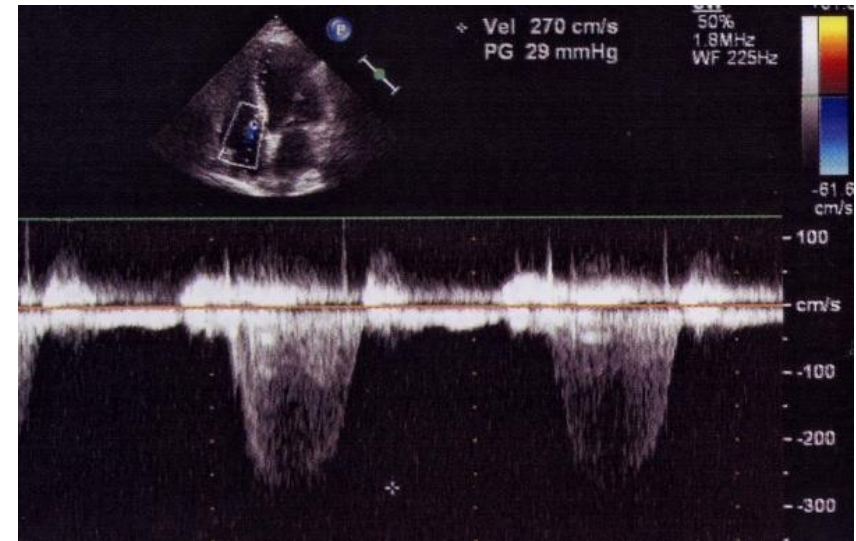


Mitrális regurgitáció

Mitrális regurgitáció



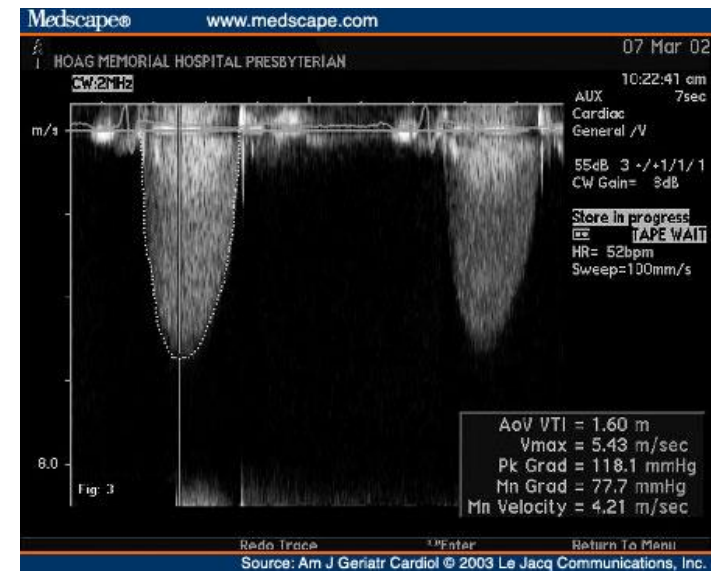
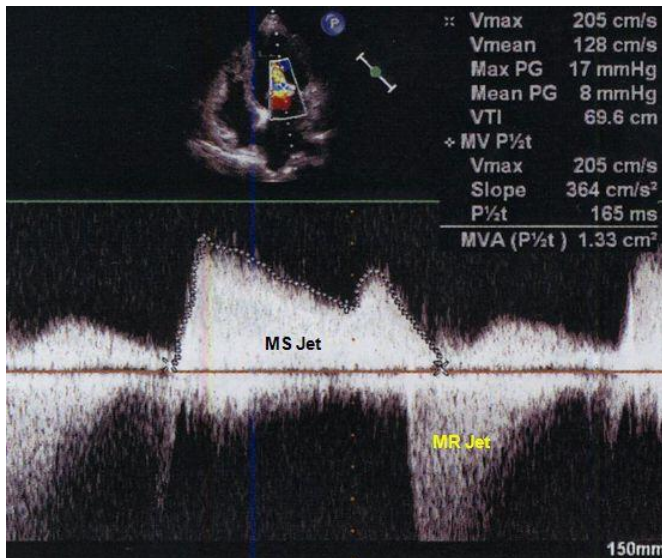
Tricuspidális regurgitáció



Mitral stenosis

$$\Delta P = 4v^2$$

Aorta stenosis



Hemodinamikai mérések, vitiumok kvantifikációja

Regurgitációk:

- regurgitációs volumen (RV)
- regurgitációs orifitium (ERO)
- regurgitációs frakció

The Continuity Equation

Area 1
Wide entrance
Slower speed
Area 2
Narrow exit
Faster speed
What goes in ... comes out
Volume In = Volume Out

Area 2
VTI 2
AVA
Area 1
VTI 1
LVOT

Flow rate (cm³/s) = Area x Velocity

Area 1 x Velocity 1 = Area 2 x Velocity 2

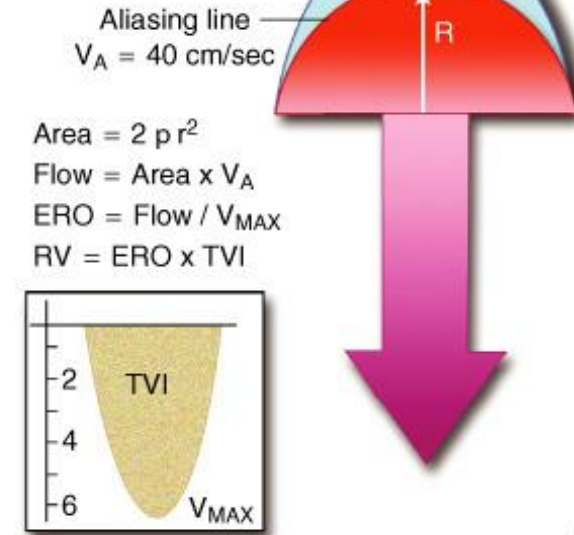
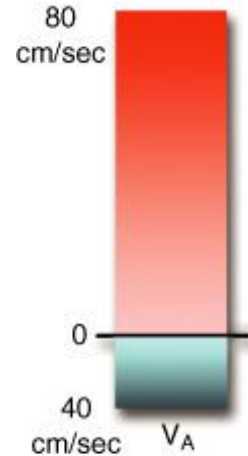
Area_{LVOT} x Velocity_{LVOT} = Area_{AV} x Velocity_{AV}
PW Doppler *CW Doppler*

Area of Circle = $\pi \times \text{radius}^2$

AVA = $\frac{\pi (\text{radius LVOT})^2 \times V_{\text{max LVOT}}^*}{V_{\text{max AV}}^{}}$**

* Pulsed wave (PW) Doppler ** Continuous wave (CW) Doppler

PISA Method



Sztenózisok:

- billentyű area (AVA, MVA)
- transzvalvuláris grádiens

Szöveti Doppler (TDI)

- alacsony sebességű, miokardiális szöveti elmozdulási sebességeket mérünk.
- speciális beállításokkal a vörösvértestekről visszaverődő ultrahanghullámokat kiszűrjük, mintha zaj lenne, így a szívizomszövetről visszaverődő, nagyobb amplitúdójú, kisebb frekvencia eltolódású ultrahang jelek felerősíthetőek és detektálhatóvá válnak.
- PW Doppler TDI – mitralis anulus sebességek

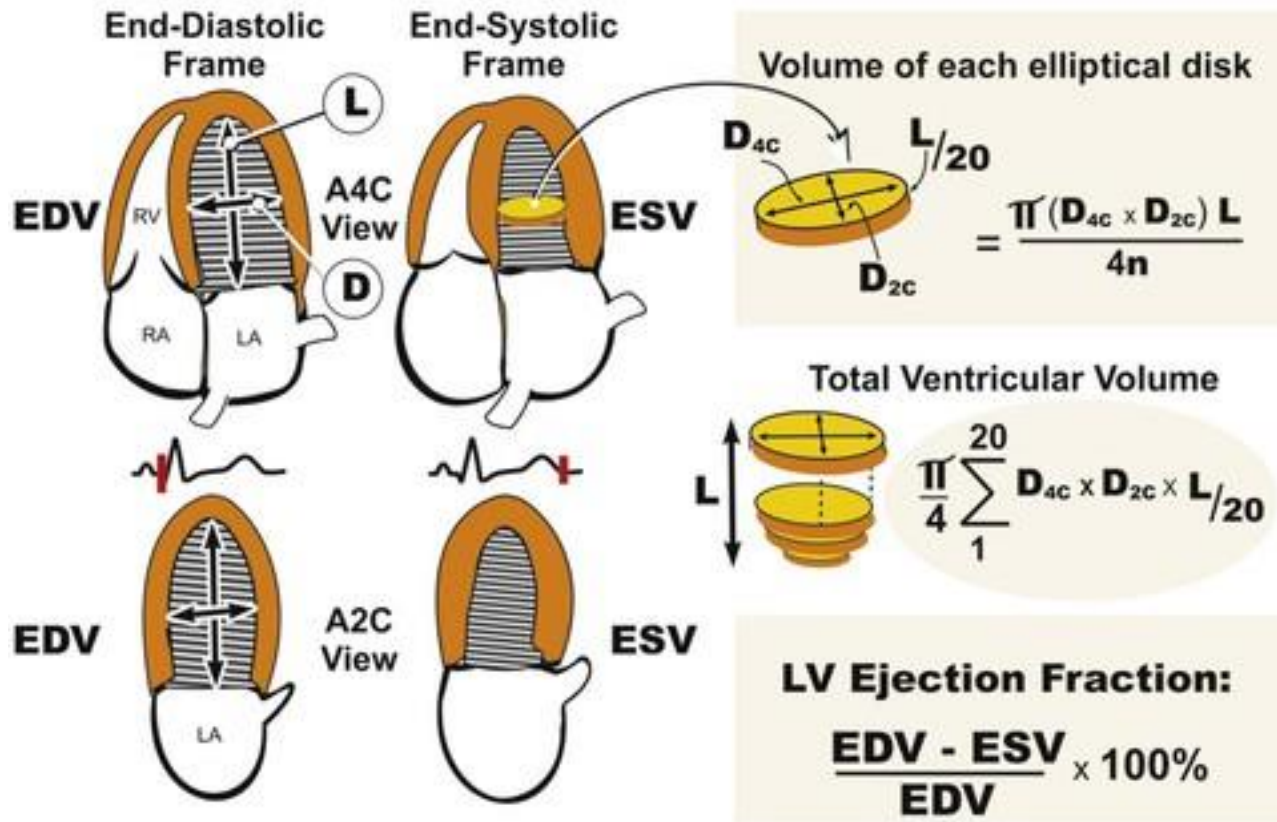
Speckle tracking

- kétdimenziós nem-Doppler alapú strain echocardiographia
- a legújabb módszer a miokardiális deformáció mérésére
- a szívizomszövet ujjenyomatszerű, egyedi echomintázattal (speckle pattern) rendelkezik, melyet egy speciális szoftver felismer
- a miokardium alakváltozása, a szegmentális és globális „strain” és a deformáció sebessége, a „strain rate” mérhető a különböző irányú miokardiális izomrost-rétegek elmozdulásának és kontrakciójának megfelelően.
- globális longitudinális strain (GLS) érzékenyen jelzi a bal kamra systolés funkciójának csökkenését

3D echo

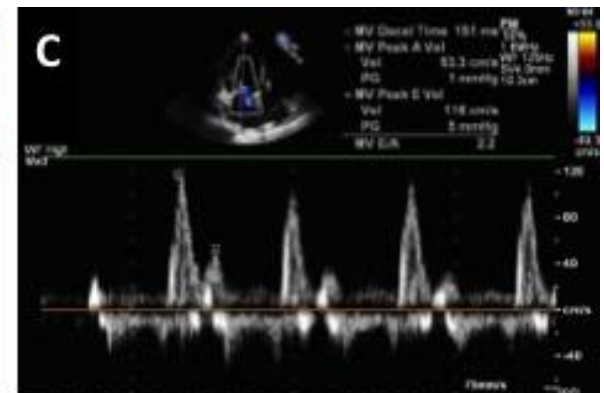
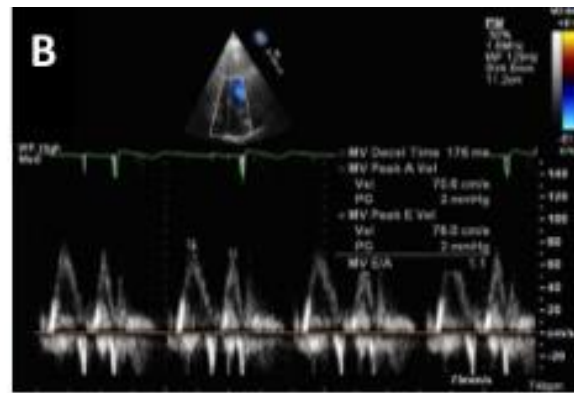
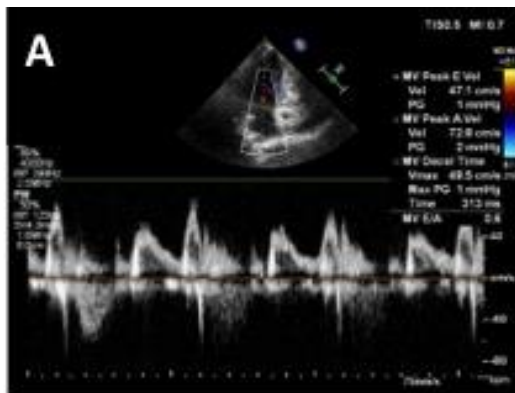
- a 3D technikával egy piramis alakú térrészlet kerül leképezésre.
- a 3D technika hihetetlen előnye, hogy a transzducer elmozdítása nélkül háromdimenziós real time mozgóképet kapunk a szívről és a vizsgálni kívánt struktúrákról

Bal kamra szisztolés funkció – Simpson módszer



| Bal kamrai ejekciós frakció (%) | Férfi | Nő |
|---------------------------------|-------|-------|
| Normál tartomány | 52-72 | 54-74 |
| Enyhén csökkent | 41-51 | 41-53 |
| Közepesen csökkent | 30-40 | |
| Jelentősen csökkent | < 30 | |

Diasztolés diszfunkció



$E/A \leq 0,8$
E-hullám ≤ 50 cm/s
(DT ≥ 240 ms)

Grade I.

$E/A \leq 0,8$ és E-hullám ≥ 50 cm/s
vagy $2 > E/A > 0,8$

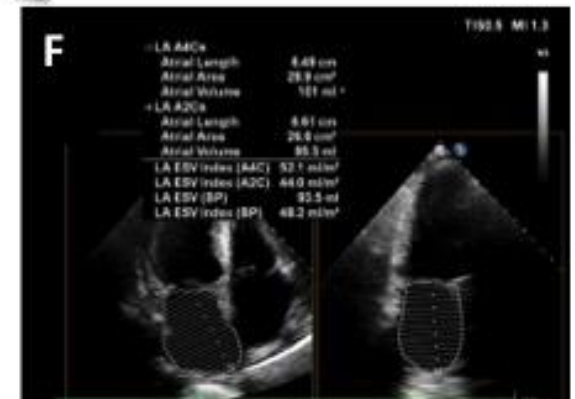
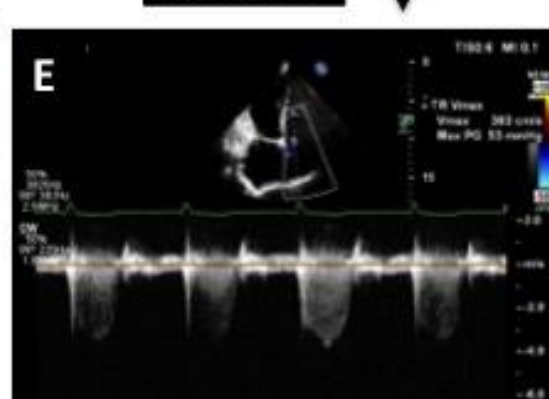
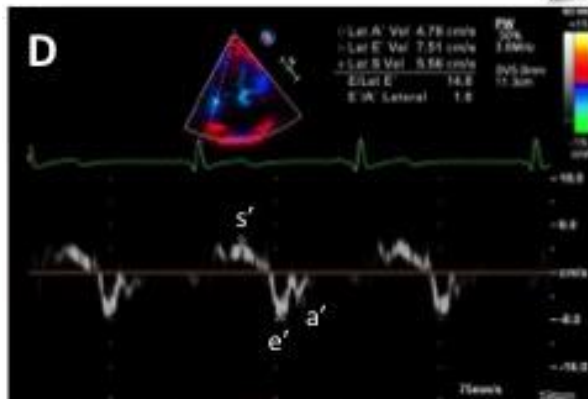


- mitralis anulus TDI átl. $E/e' > 14$
- TI csúcs sebesség $> 2,8$ m/s
- LAVI > 34 ml/m²

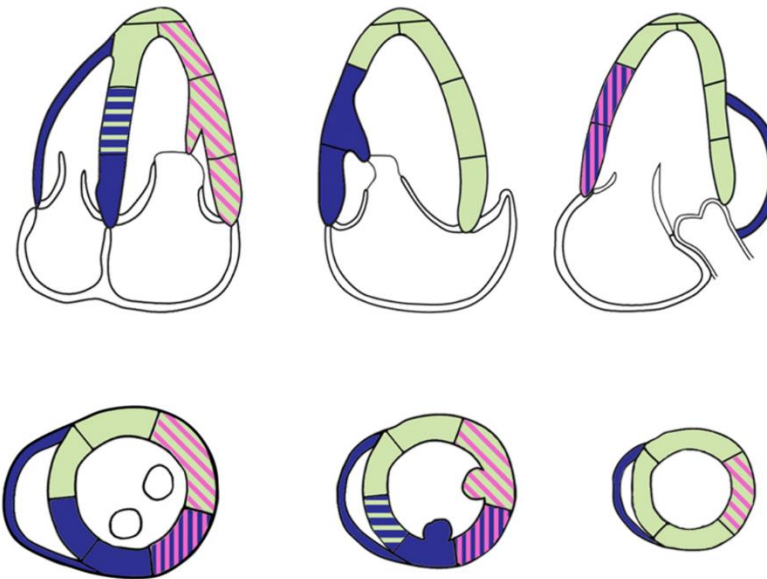
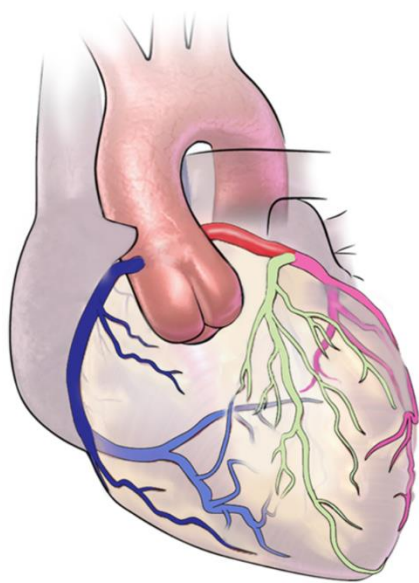
Grade II.

$E/A \geq 2$
(DT ≤ 160 ms)

Grade III.



Koszorúér ellátási területek



- | | |
|-----|------------|
| RCA | RCA or CX |
| LAD | LAD or CX |
| CX | RCA or LAD |

A bal kamra szegmentális beosztása

- | | | |
|------------------------|-----------------------|---------------------|
| 1. basal anterior | 7. mid anterior | 13. apical anterior |
| 2. basal anteroseptal | 8. mid anteroseptal | 14. apical septal |
| 3. basal inferoseptal | 9. mid inferoseptal | 15. apical inferior |
| 4. basal inferior | 10. mid inferior | 16. apical lateral |
| 5. basal inferolateral | 11. mid inferolateral | |
| 6. basal anterolateral | 12. mid anterolateral | |
| | | 17. apex |

