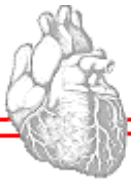


Sistemul Cardiovascular

Cursul 6

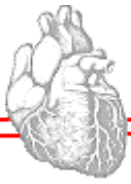
Revoluția Cardiacă



1. Revoluția Cardiacă (RC) sau ciclul cardiac

- Definiție: **ciclul cardiac** include ansamblul de evenimente electro-mecanice legate de trecerea sângelui prin inimă, în cursul unei sistole și diastole cardiace.

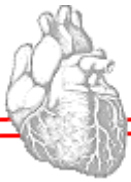
- Principalele etape ale RC:
 - **Sistola ventriculară (SV)** $\Rightarrow$ asigură ejecția sângelui
 - **Diastola ventriculară (DV)** $\Rightarrow$ umplerea ventriculară
 - Sistola atrială (SA) (presistola)
 - ultima etapă a DV;
 - asigură 20% din umplerea ventriculară.



Condiții necesare bunei desfășurări a RC

- Inițierea și conducerea normală a impulsului prin SEC;
- Mișcarea corectă a aparatului valvular:
 - ✓ în **Diastola**: valvele AV deschise și cele semilunare închise;
 - ✓ în **Sistola**: valvele AV închise și cele semilunare deschise.
- Valori presionale adecvate - determină mișcarea valvelor și direcția fluxului sanguin:

Inima dreaptă	Diastola (mmHg)	Sistola (mmHg)	Inima stângă	Diastola (mmHg)	Sistola (mmHg)
AD	0-2	4-6	AS	0-2	6-8
VD	0-2	15-20	VS	0-2	120-135
Artera pulmonară	7-12	15-20	Artera aortă	60-80	120-135



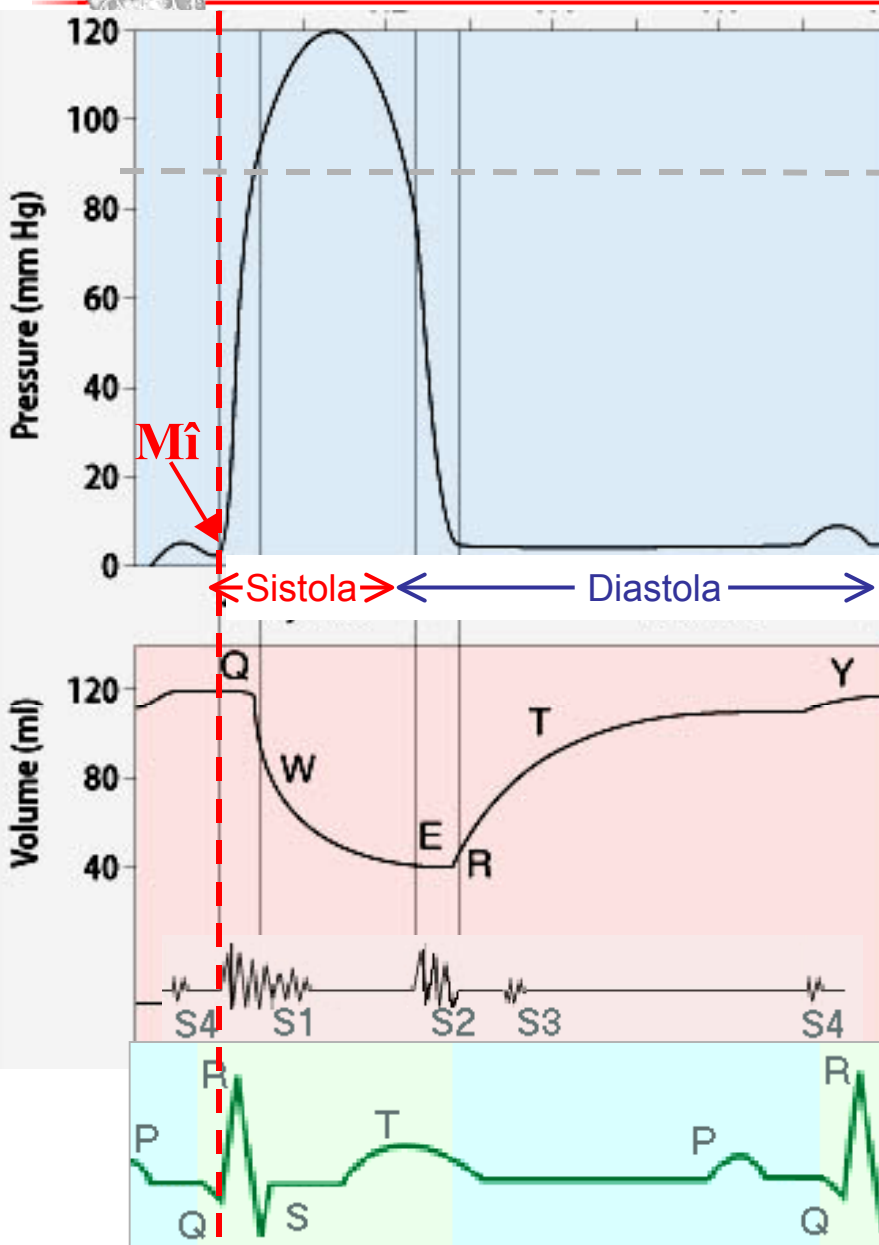
Evaluarea presiunilor în timpul RC

- Prin mecanogramele manometrice: ventriculograma, atriograma, jugulograma (evaluează presiunea din AD).
- **Ventriculograma manometrică** apreciază presiunile din ventriculi, cu ajutorul cateterelor prevăzute la capete cu micromanometre, plasate în cavitățile inimii, introduse:
 - *anterograd* - via vena femurală, subclavie, jugulară sau antecubitală $\Rightarrow$ evaluarea presiunilor din inima dreaptă;
 - *retrograd* - via artera femurală $\Rightarrow$ evaluarea presiunilor din inima stângă.
- Evenimentele mecanice și electrice din timpul RC se pot înregistra concomitent $\Rightarrow$ evidențierea corelațiilor dintre diferitele evenimente

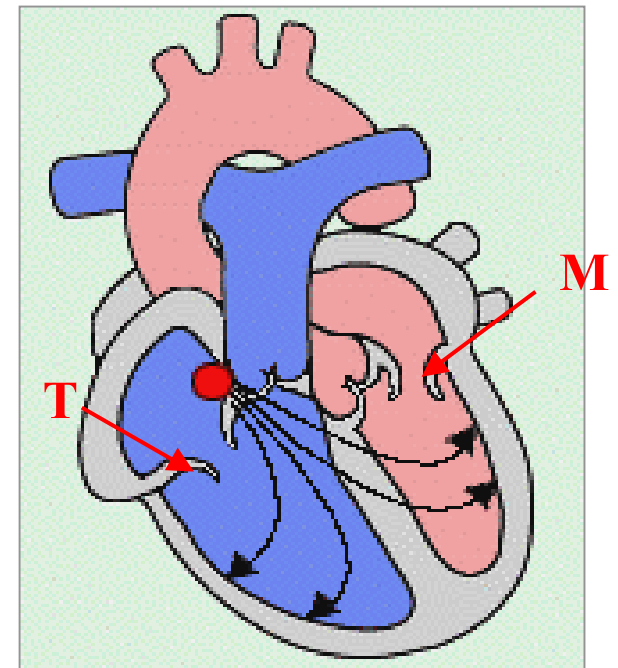
Time (s)

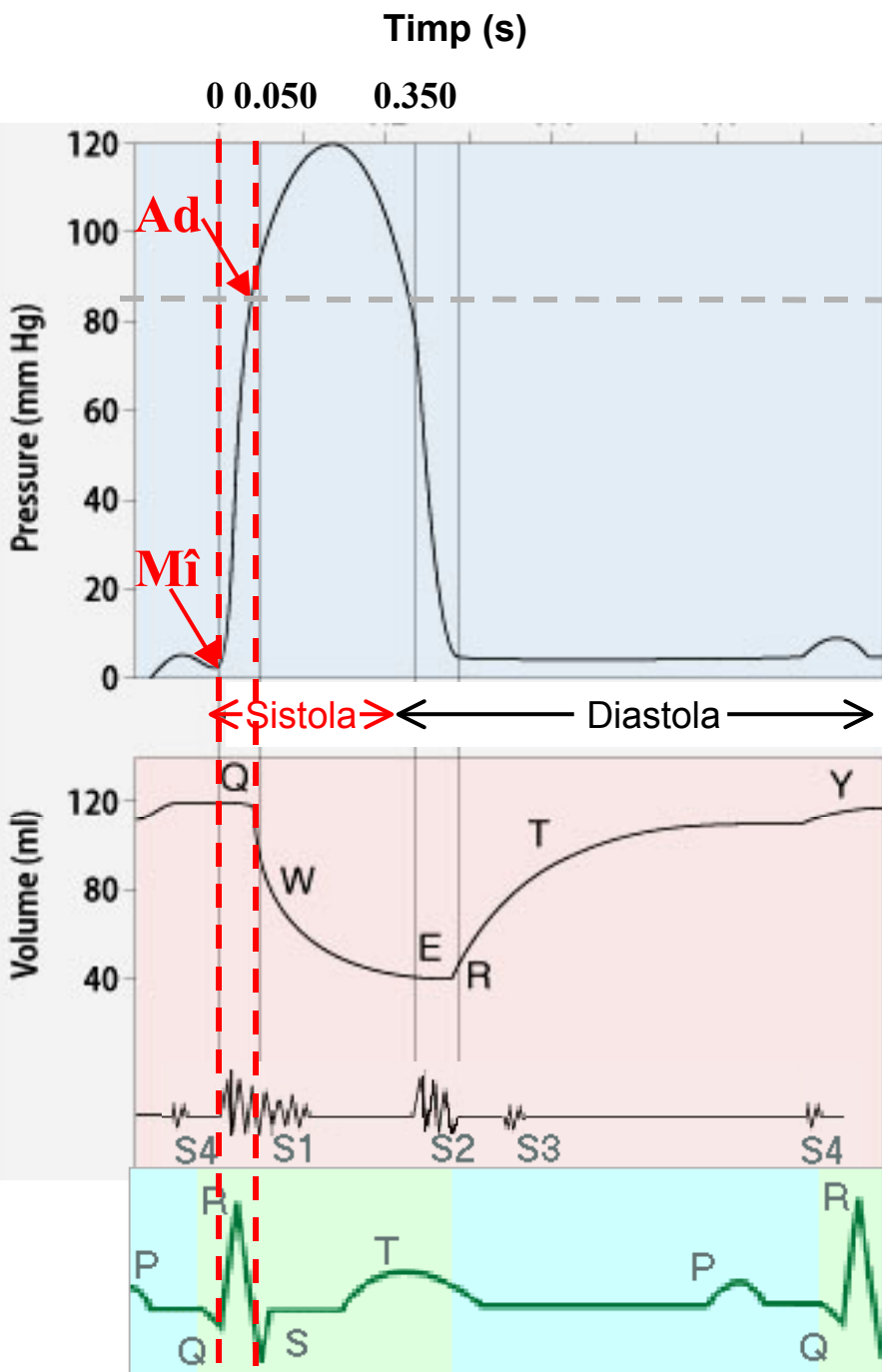
0 0.050 0.350

1. *Sistola Ventriculară (VS)*



- Debut: QRS $\Rightarrow$ fenomenul electric precede pe cel mecanic.
- Se inițiază contracția VS $\Rightarrow$ Presiunea VS începe să $\uparrow \Rightarrow P_{VS} > P_{AS} \Rightarrow$ închiderea valvelor AV (Mî).

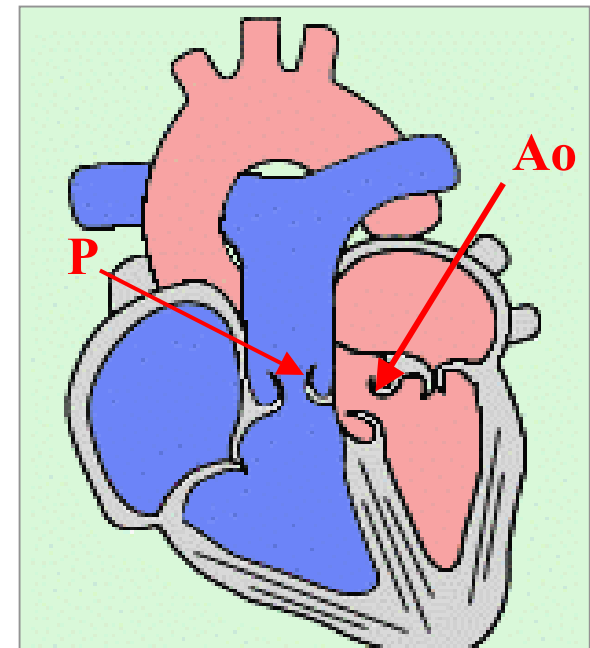




1) Sistola Ventriculară

■ Con trac ția izovolumetrică (CIV)

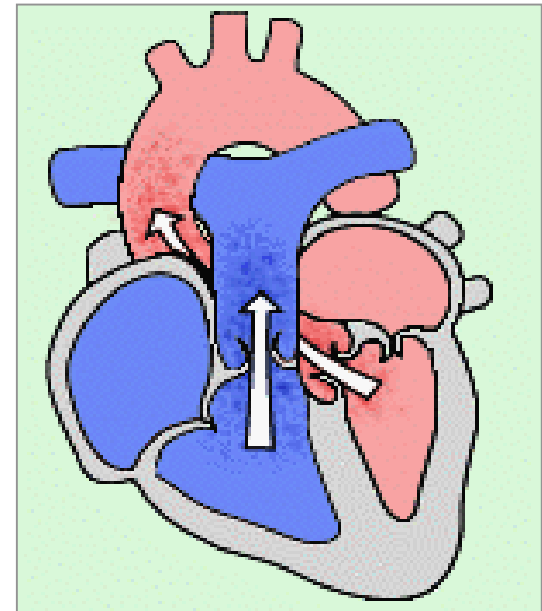
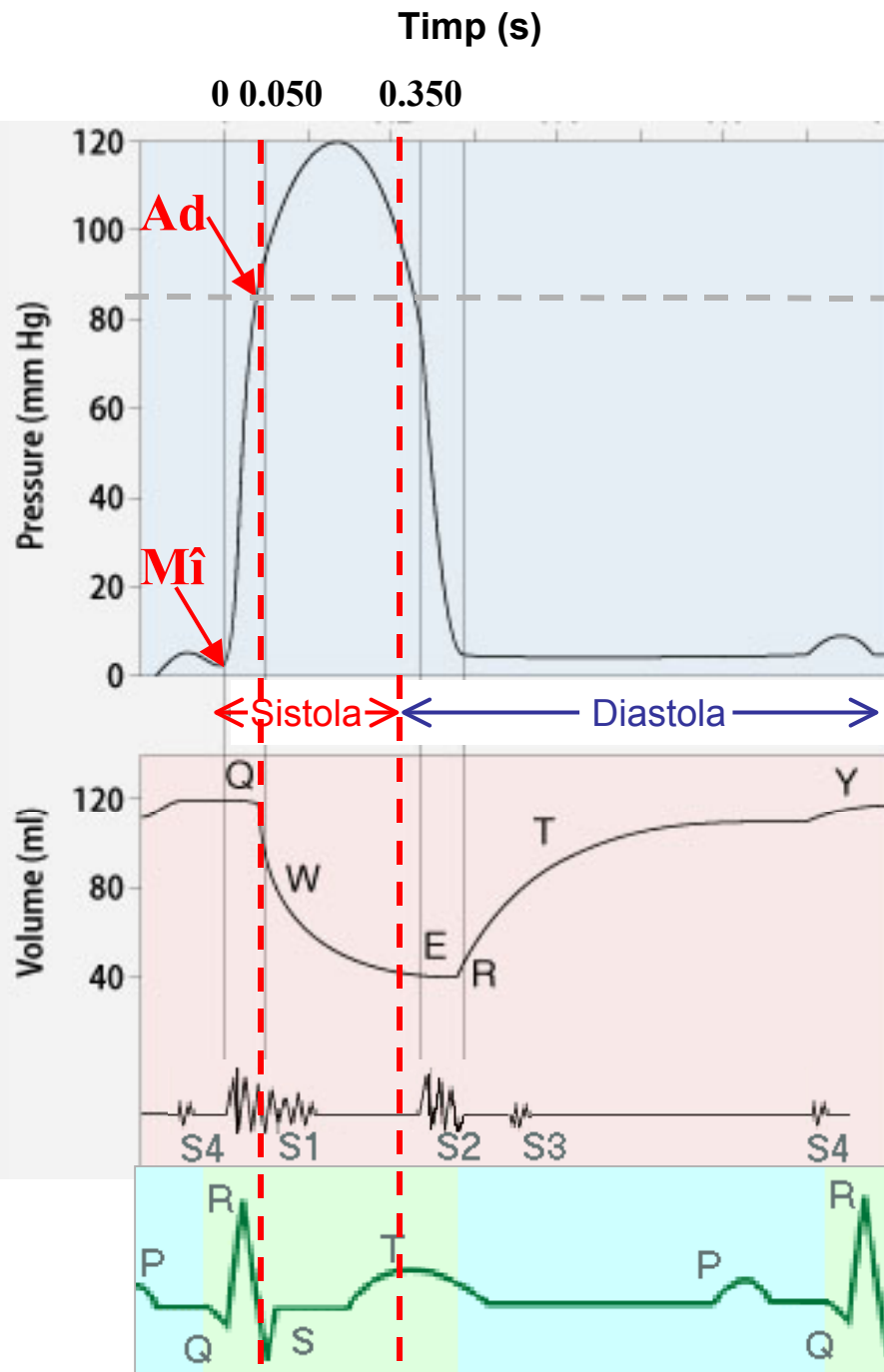
- Durata = 0,050 s.
- Între Mî → Ad.
- Presiunea VS ↑ rapid ($\cong 80$ mmHg) $\Rightarrow P_{VS} > P_{Ao} \Rightarrow$ Ad.
- Vol. sanguin_{VS} rămâne const.

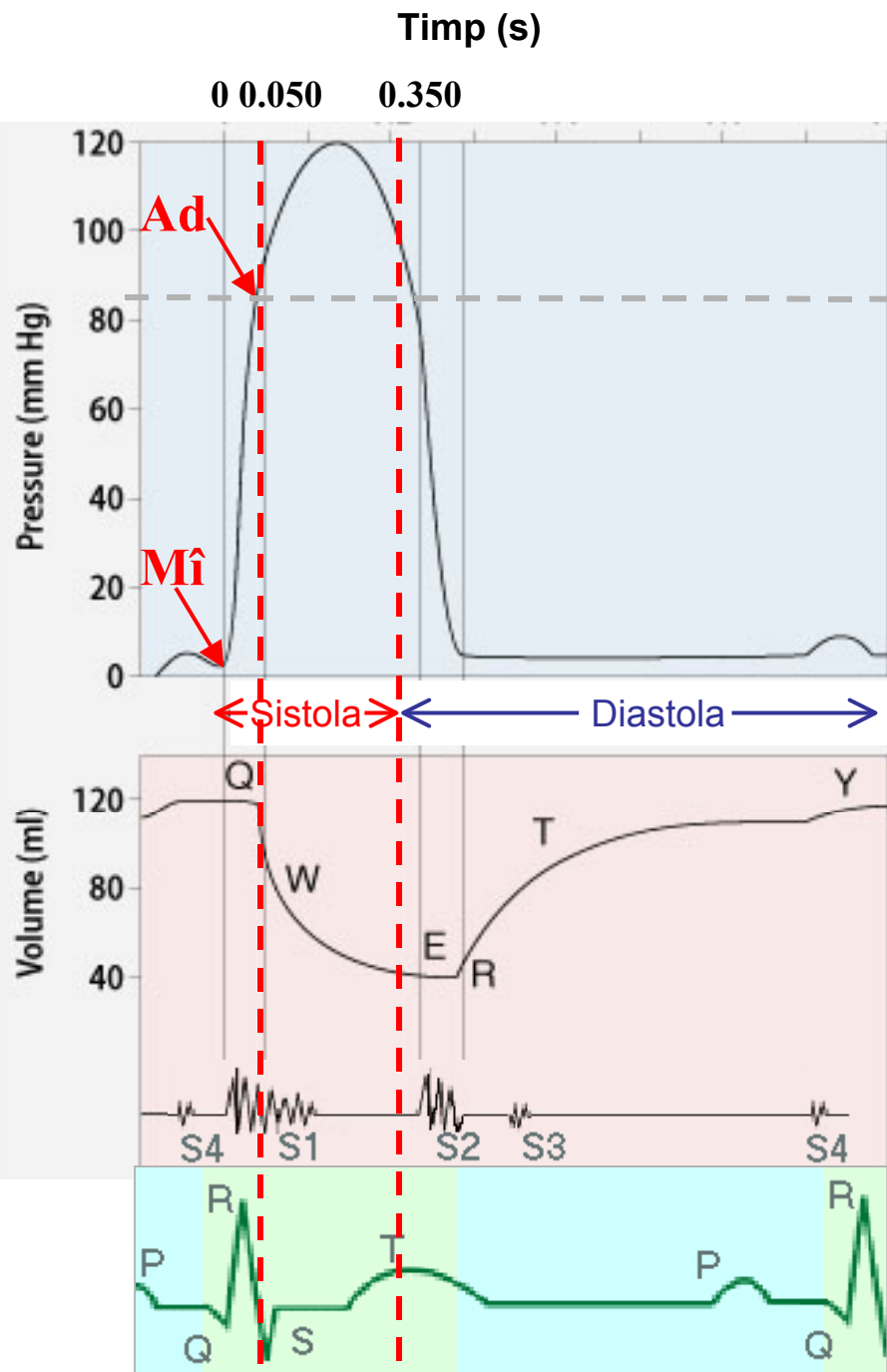


1) *Sistola Ventriculară*

■ Ejecția rapidă

- Durata = 0,100 s.
- $P_{VS} \uparrow$ progresiv (≈ 120 mmHg) $\Rightarrow$ Ejecție $\uparrow\uparrow$ a sângelui din VS $\rightarrow$ Ao.
- Asigură 70% din Vol. Sistolic.

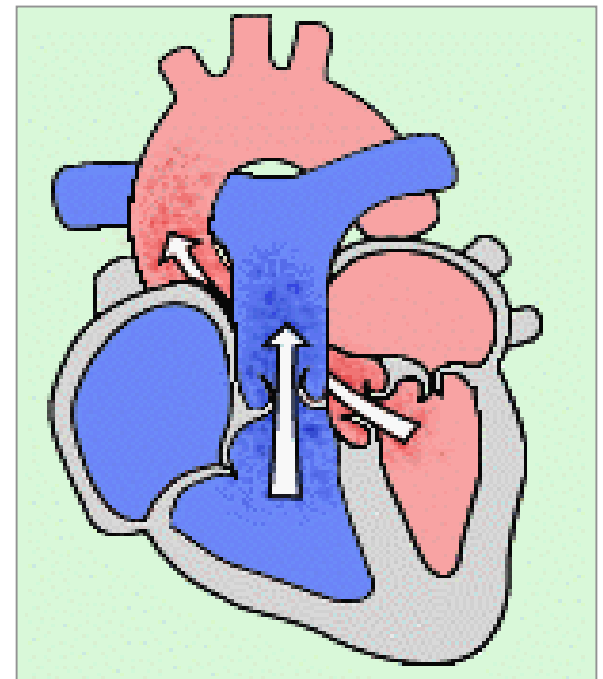




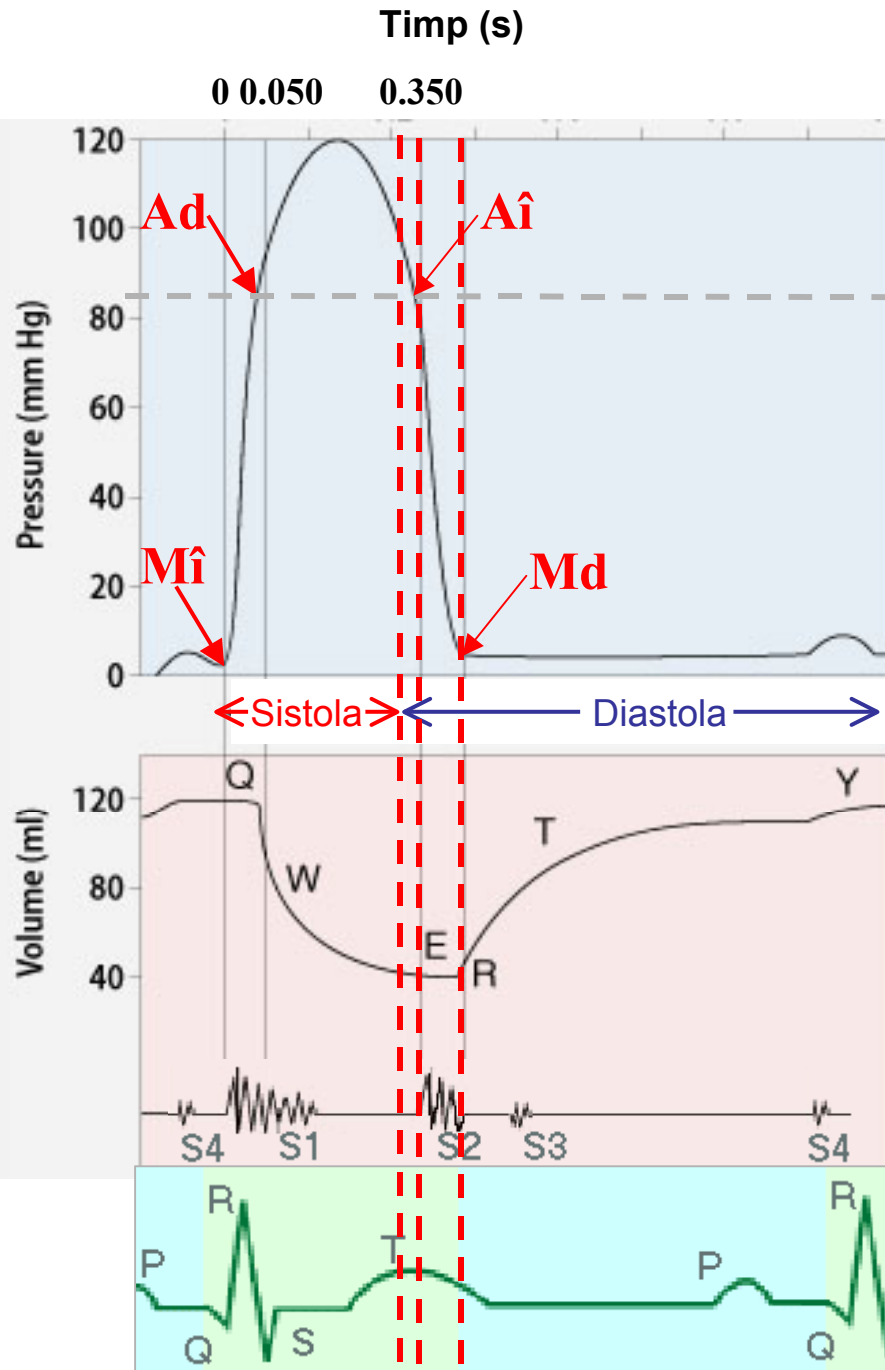
1) Sistola Ventriculară

■ Ejecția lentă

- Durata = 0,200 s.
- $P_{VS} \cong P_{Ao} \Rightarrow$ Ejecție $\downarrow$ sânge
- Asigură 30% din Vol. Sistolic.
- Volum Sistolic $\cong 70$ ml.

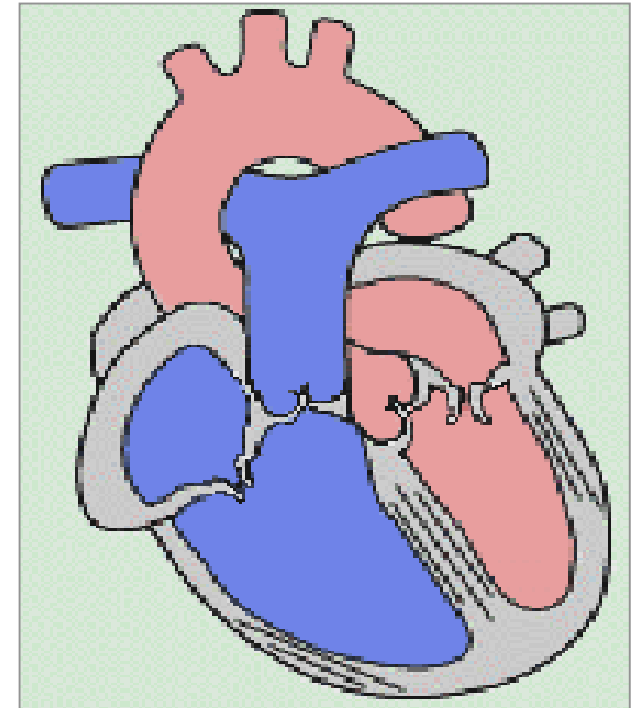


2) Diastola Ventriculară



■ Protodiastola

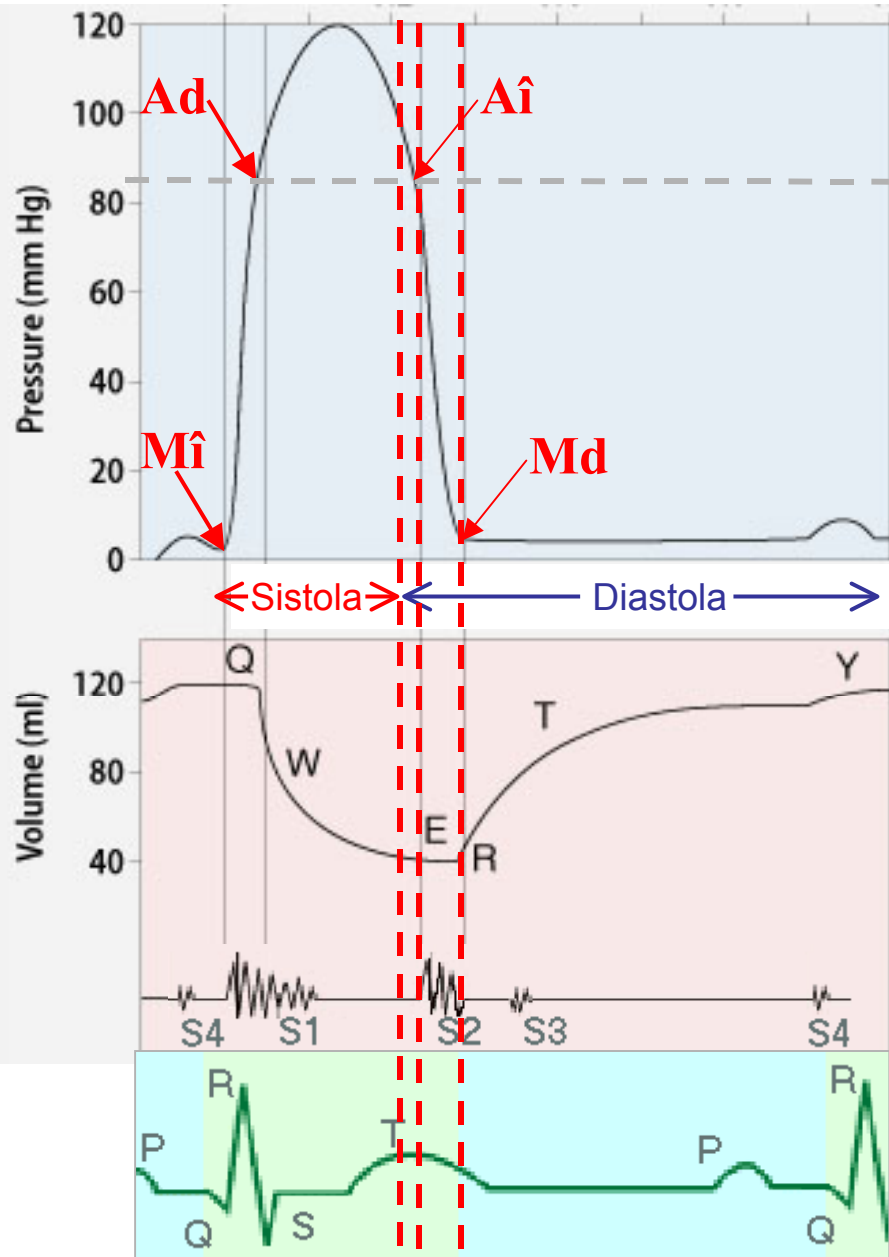
- Începutul DV.
- Durata = 0,025 s.
- Începe $\downarrow P_{VS} \Rightarrow P_{VS} < P_{Ao} \Rightarrow Aî$.



Time (s)

0.050 0.150

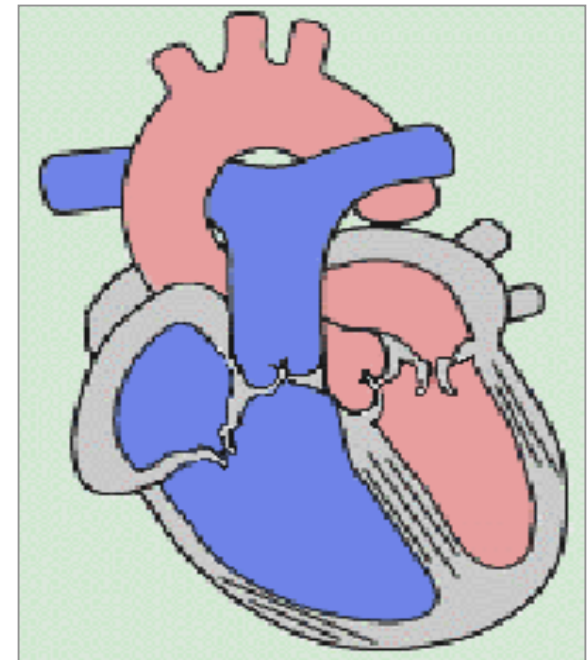
0.350 0.450



2) Diastola Ventriculară

■ Relaxarea izovolumetrică (RIV)

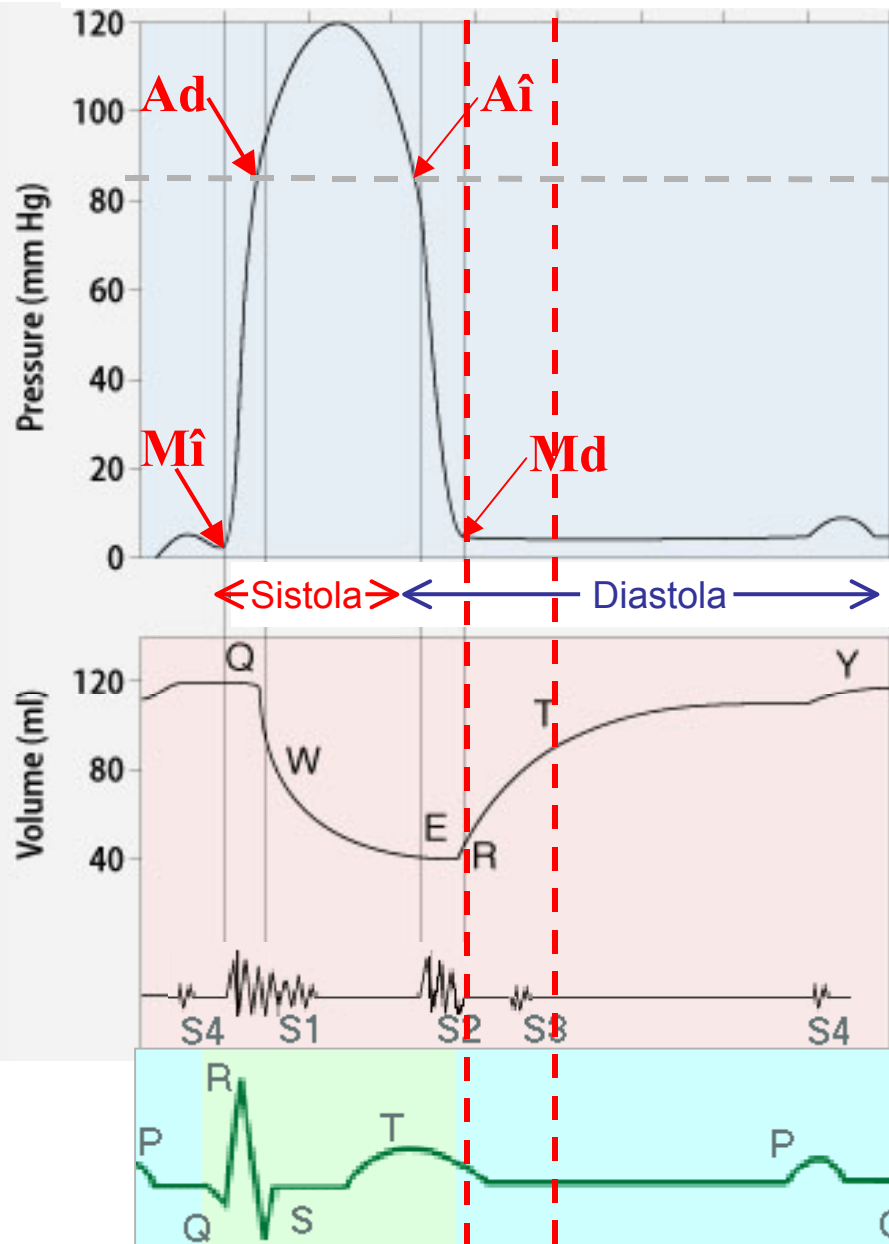
- Durata = 0,050 s.
- Între $A\hat{i} \rightarrow Md$.
- $P_{VS} \downarrow$ rapid ($\cong 0$ mmHg) $\Rightarrow P_{VS} < P_{AS} \Rightarrow Md$.
- Vol. sanguin_{VS} = constant.



Timp (s)

0.050 0.150

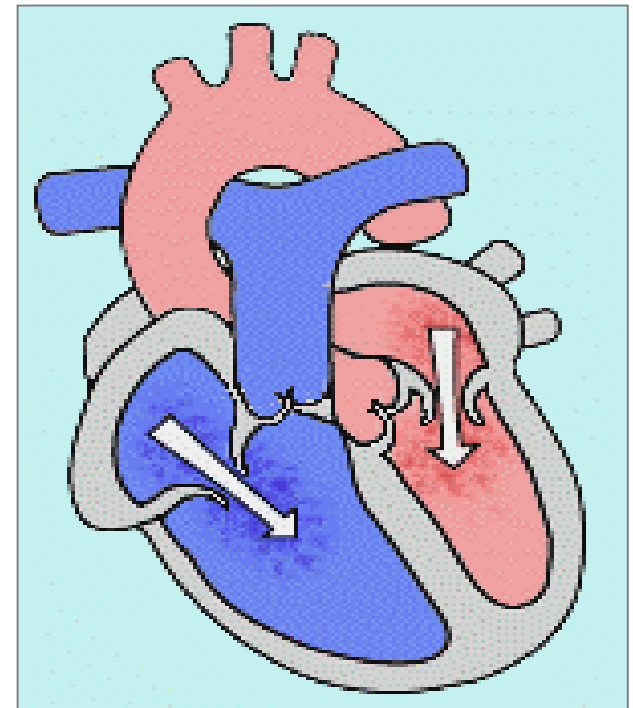
0.350 0.450



2) Diastola Ventriculară

■ Umplerea rapidă

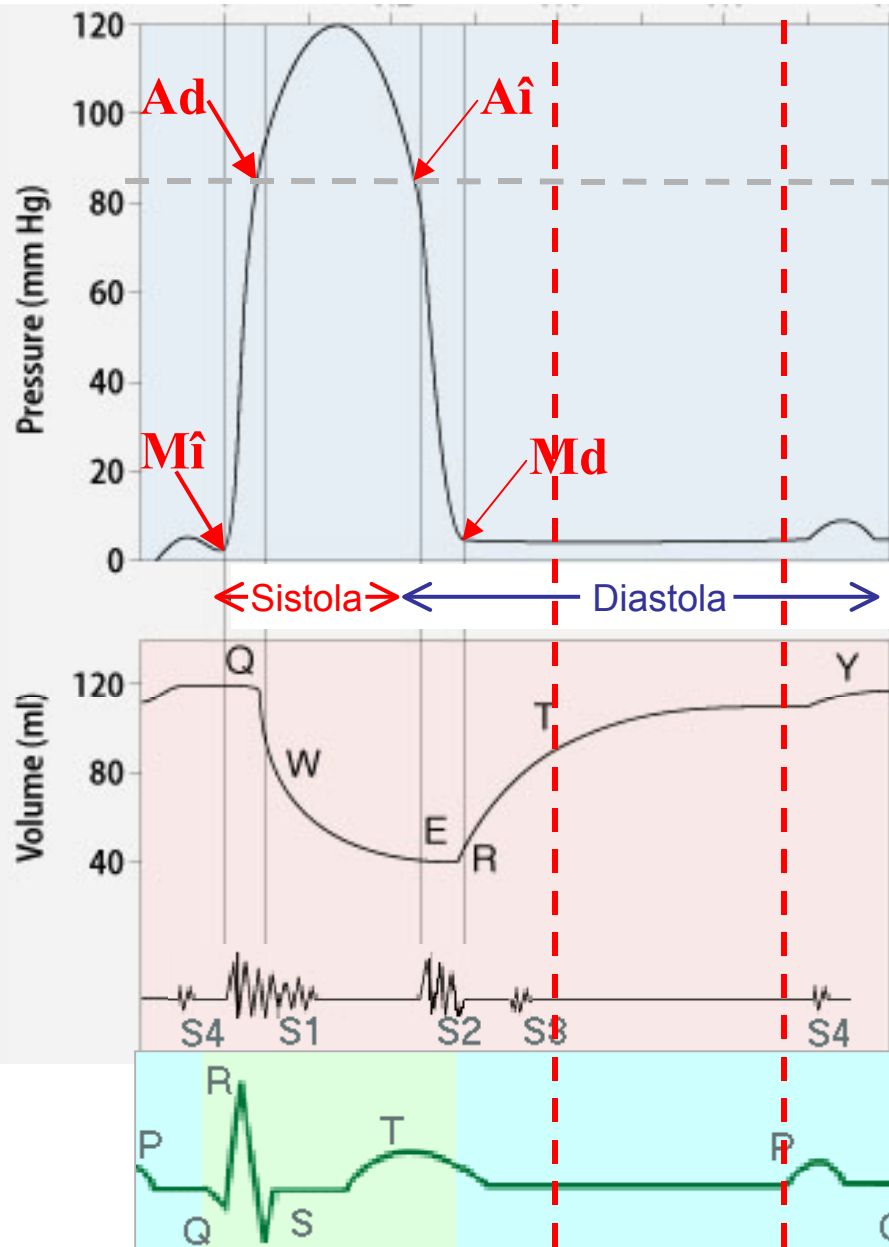
- Durata = 0,100 s.
- $P_{VS} \cong 0 \text{ mmHg} \Rightarrow$ sângele trece rapid din AS în VS.
- Vol. sanguin_{VS} crește (70%).



Timp (s)

0.050 0.150

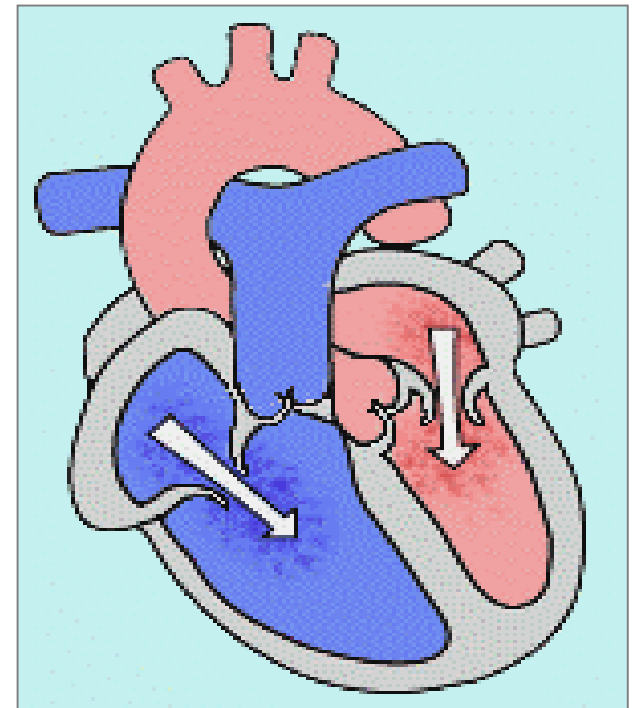
0.350 0.450



2) Diastola Ventriculară

■ Umplerea lentă (Diastasis)

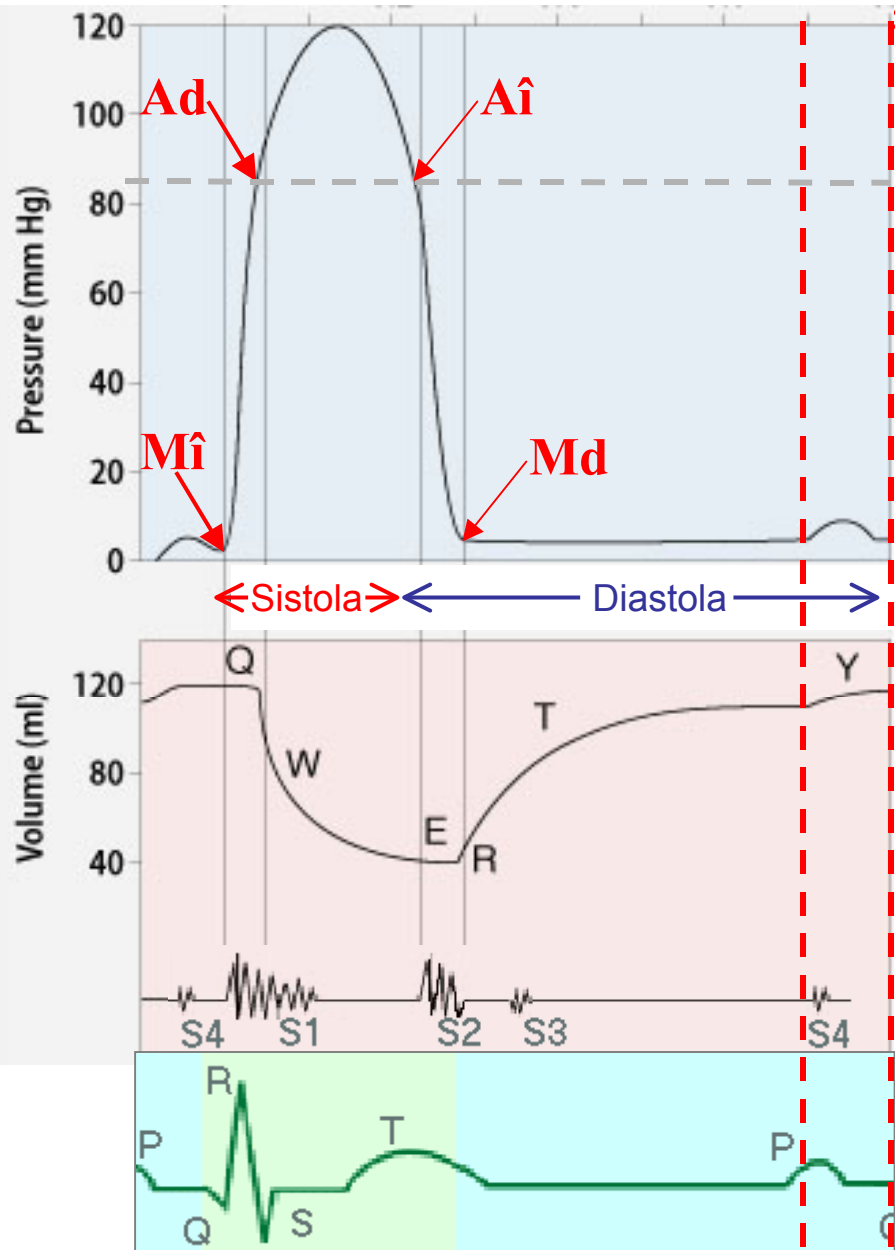
- Durata = 0,200 s.
- $P_{VS} \cong P_{AS}$ ($0 \rightarrow 2$ mmHg) $\Rightarrow$ sângele trece în VS.
- Vol. sanguin_{VS} crește (10%).



Time (s)

0.050 0.150

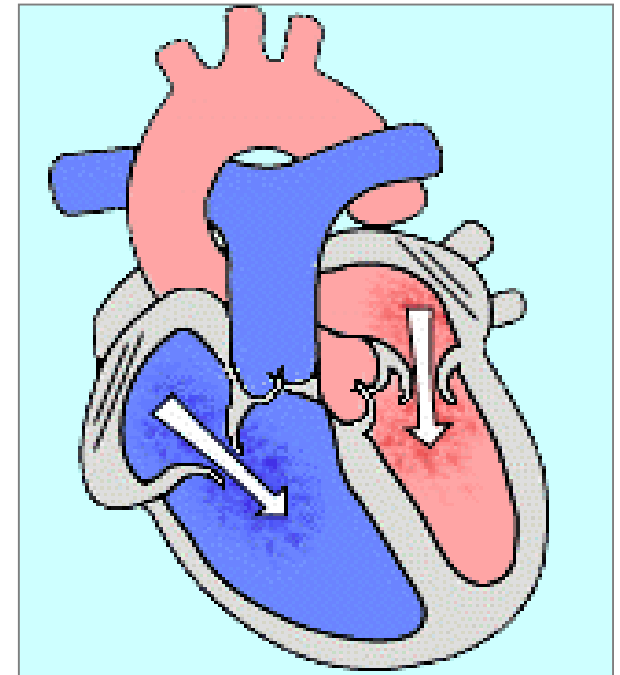
0.350 0.450

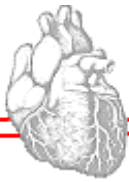


2) Diastola Ventriculară

■ Sistola atrială (Presistola)

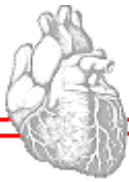
- Durata = 0,100 s.
- $P_{AS} > P_{VS} (\cong 6-8 \text{ mmHg}) \Rightarrow$ sângele trece rapid în VS.
- $\Rightarrow$ finalizarea umplerii ventriculare (20%).



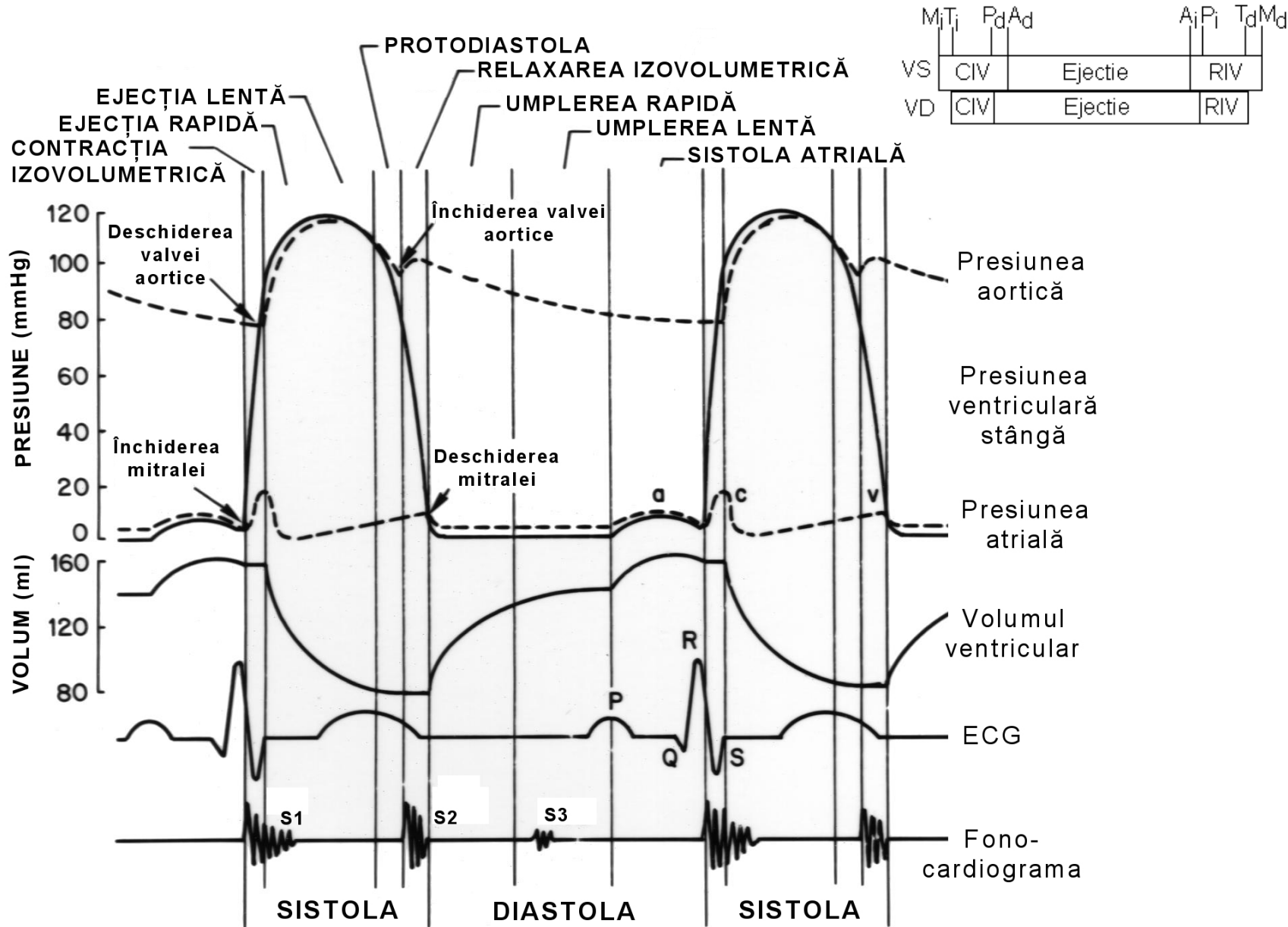


Corelații între mecanograme și ECG

Fonocardiograma	Ventricu-lograma	ECG	Atrio-grama
Zgomotul 1 (Sistolic) (MTî-PAd)	CIV	După Q Mî coresp. R	c
Zgomotul 2 (Diastolic) (APî-TMd)	RIV	Panta descendentă T	v
Zgomotul 3 (Protodiastolic)	UR	După T	y
Zgomotul 4 (Presistolic)	SA	După P dar înainte de Q	a

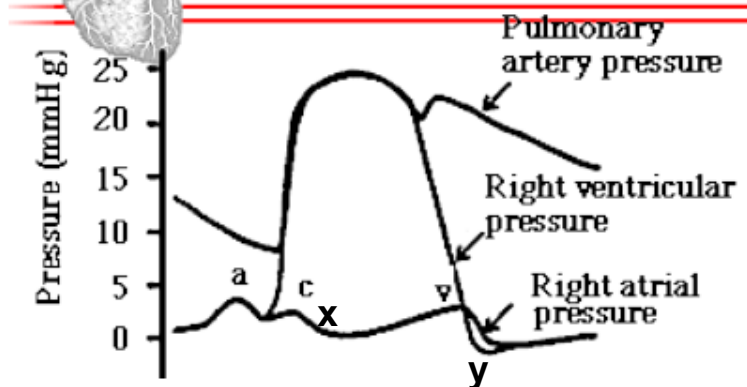


Fazele revoluției cardiace

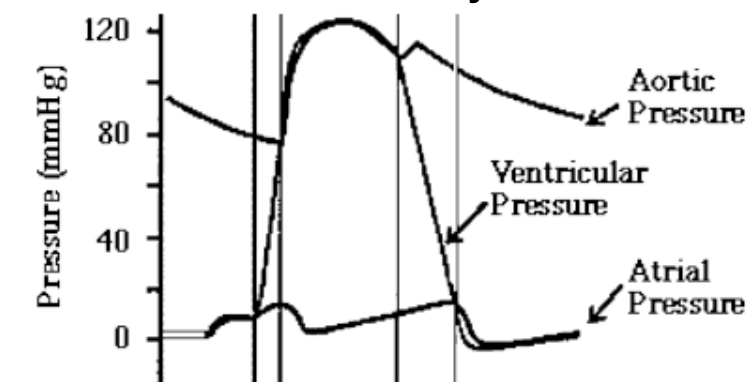




Ventriculograma VD



- Presiunile inima dreapta < Presiunile inima stanga
- Presiunile circulatia pulmonara < Presiunile circulatia sistemica
- miscarea valvelor din dreapta: usor decalata fata de stanga



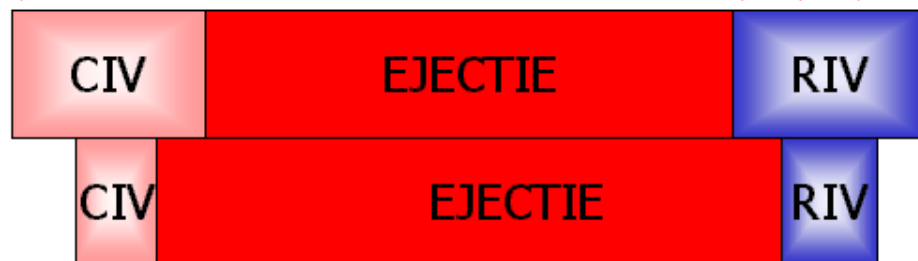
ECG

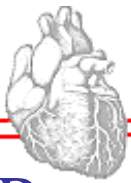


1st 2nd

Mî Tî Pd Ad

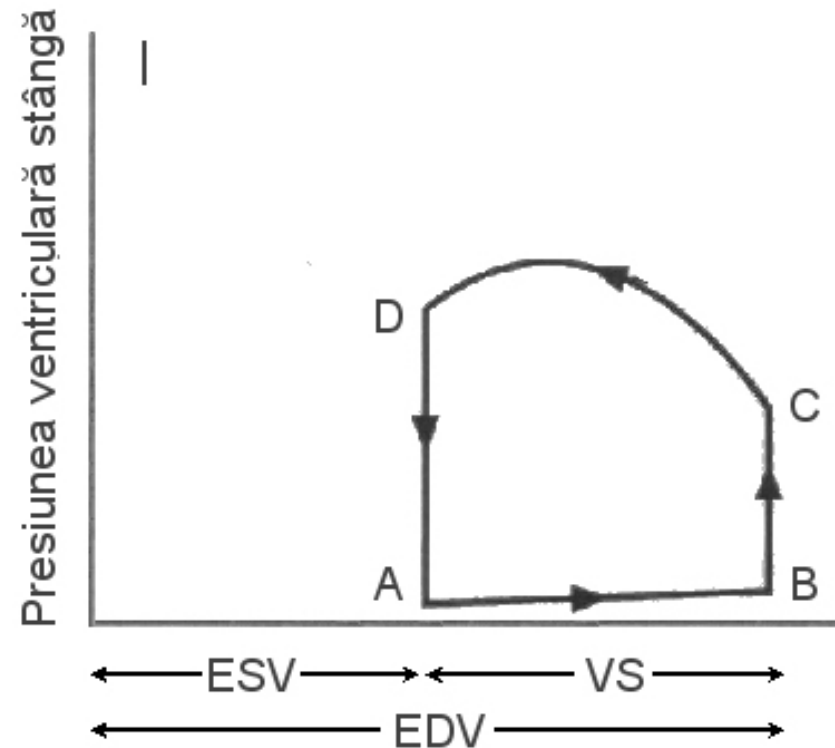
Aî Pî Td Md

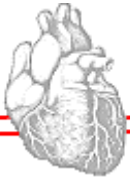




2. Curba presiune-volum

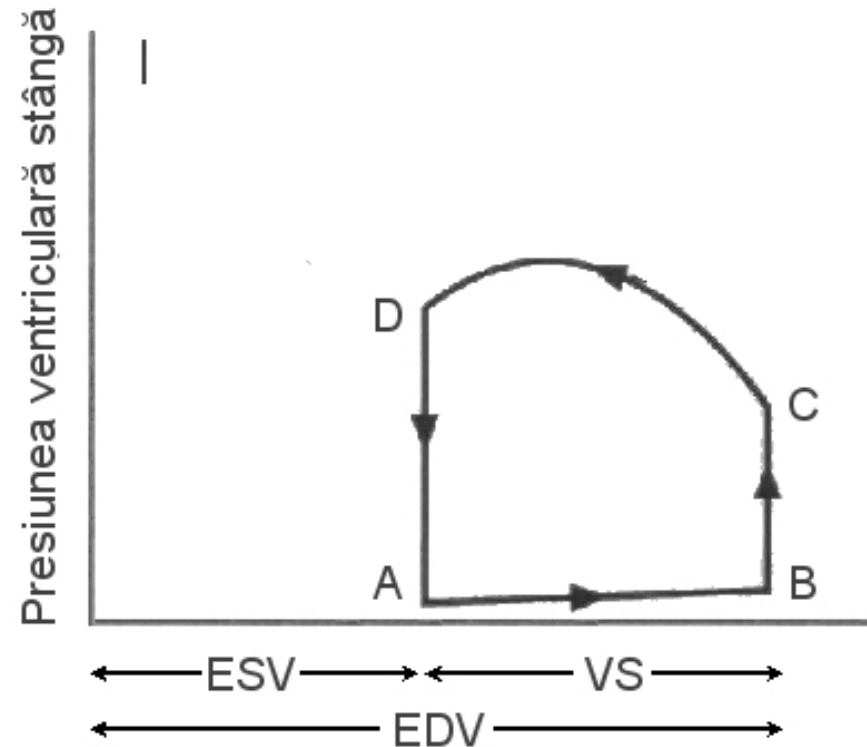
- Rezultă prin înregistrarea variațiilor de presiune și volum în timpul ciclului cardiac (sistolă + diastolă).
- **Umplerea ventriculară** (A→B) - DV:
 - de la deschiderea valvei mitrale (M_d)→la închiderea mitralei (M_1);
 - asigură VEDV (100-140 ml):
 - UR→asigură 70% din umplere;
 - UL→asigură 10% din umplere;
 - SA→asigură 20% din umplere.
 - creșterea de presiune este mică (câțiva mmHg) datorită complianței ventriculare ↑.

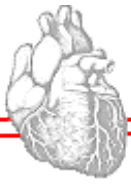




■ CIV (B→C) - SV:

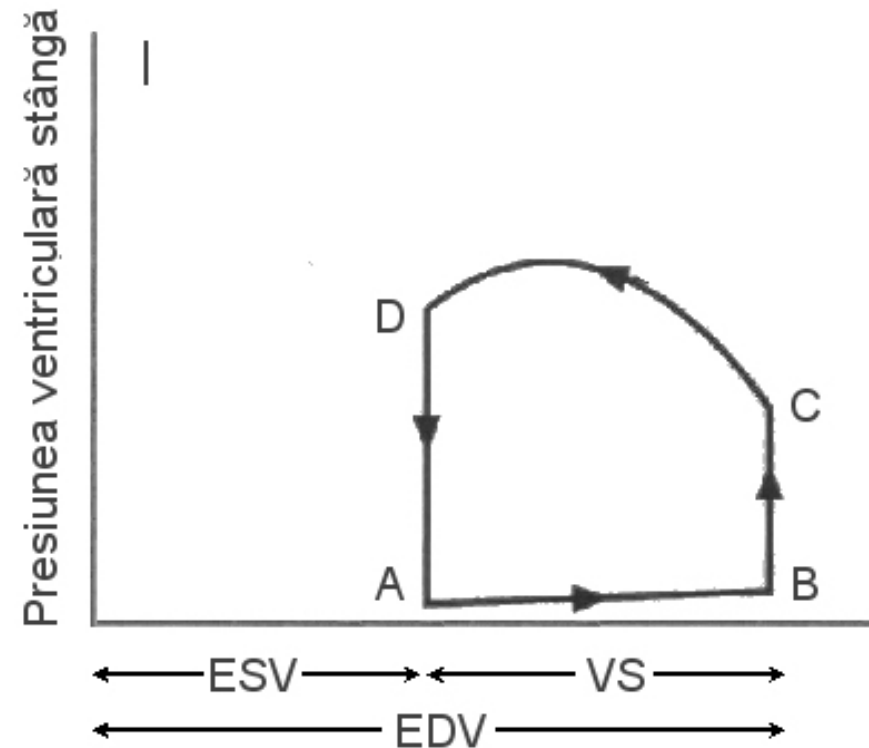
- de la închiderea mitralei (M_i) → până la deschiderea valvei aortice (A_d);
- volumul ventricular = constant (VEDV);
- presiunea ventriculară crește rapid:
 - $P_{VS} > P_{AS}$ (8-10 mmHg) $\Rightarrow M_i$
 - $P_{VS} > P_{Ao}$ (60-80 mmHg) $\Rightarrow A_d$.

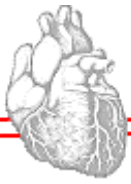




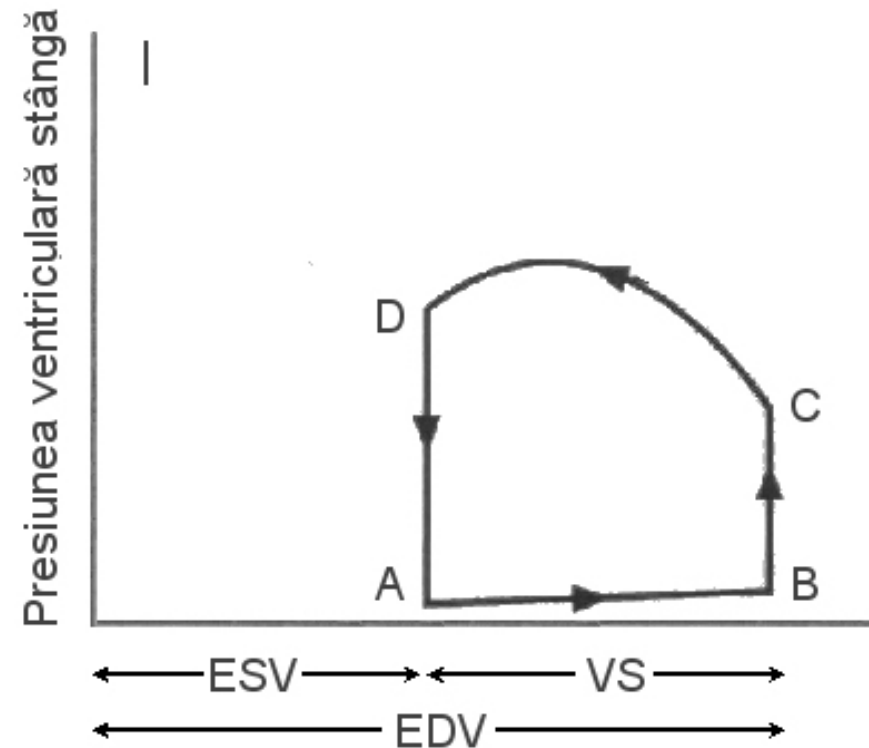
■ Ejecția (C→D) - SV:

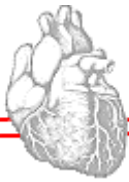
- de la deschiderea valvei aortice (A_d) → până la închiderea valvei aortice (A_i);
- volumul ventricular - scade de la VEDV la VESV
⇒ ejecția VS (70-90 ml)
- presiunea ventriculară - crește inițial până la 120-135 mmHg





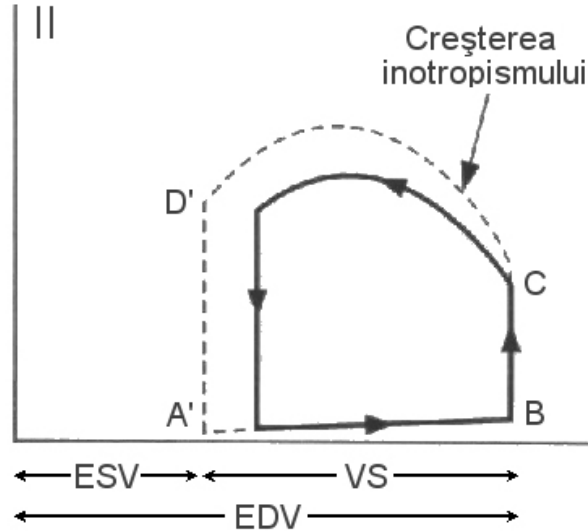
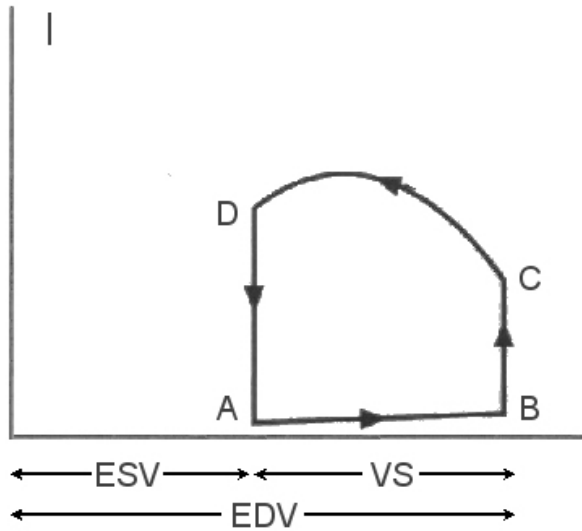
- **RIV** (D→A) - DV:
 - de la închiderea valvei aortice (A_1) → până la deschiderea mitralei (M_d)
 - volumul ventricular - constant (VESV)
 - presiunea ventriculară scade rapid
 - $P_{VS} < P_{Ao}$ (< 120 mmHg) $\Rightarrow A_{o_1}$
 - $P_{VS} < P_{AS}$ ($\cong 0$ mmHg) $\Rightarrow M_d$



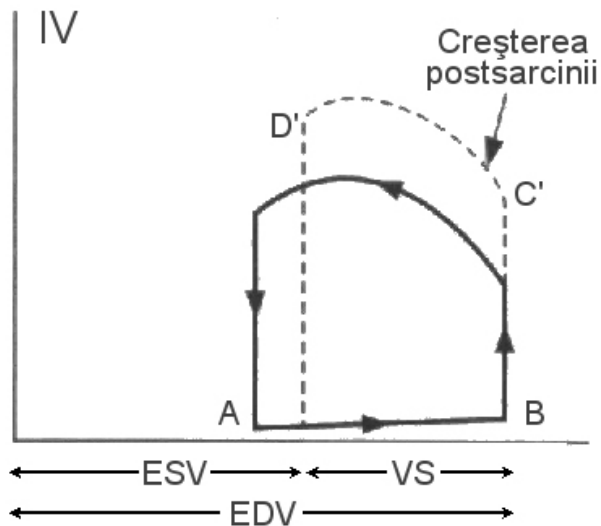
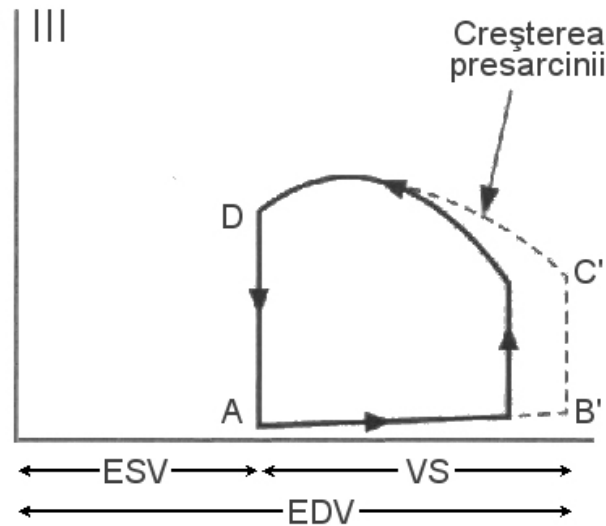


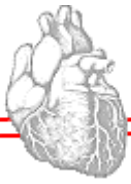
Variațiile curbei presiune-volum

Presiunea ventriculară stângă



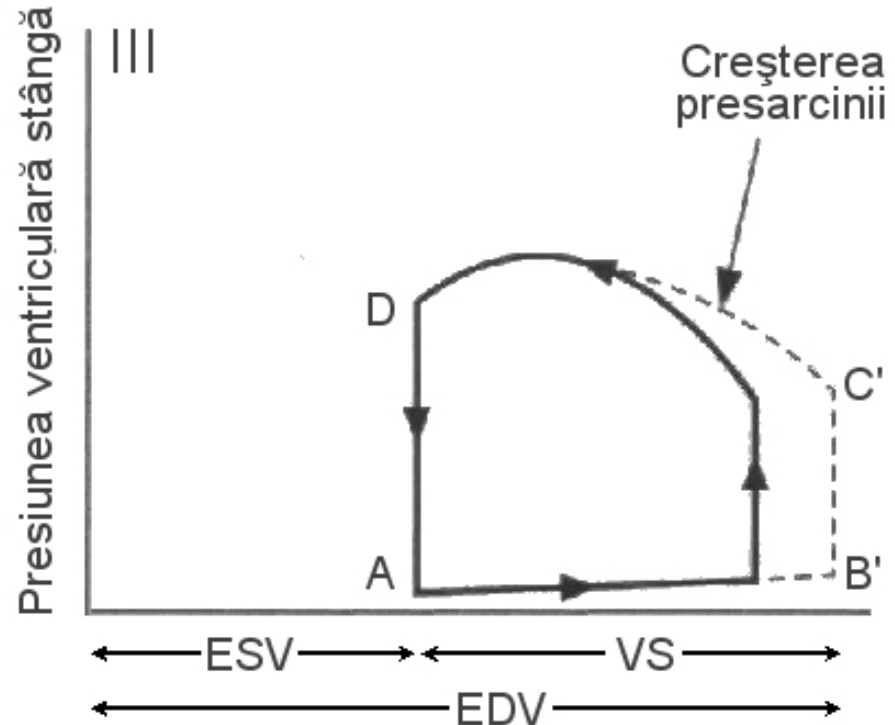
Presiunea ventriculară stângă





Variațiile curbei presiune-volum

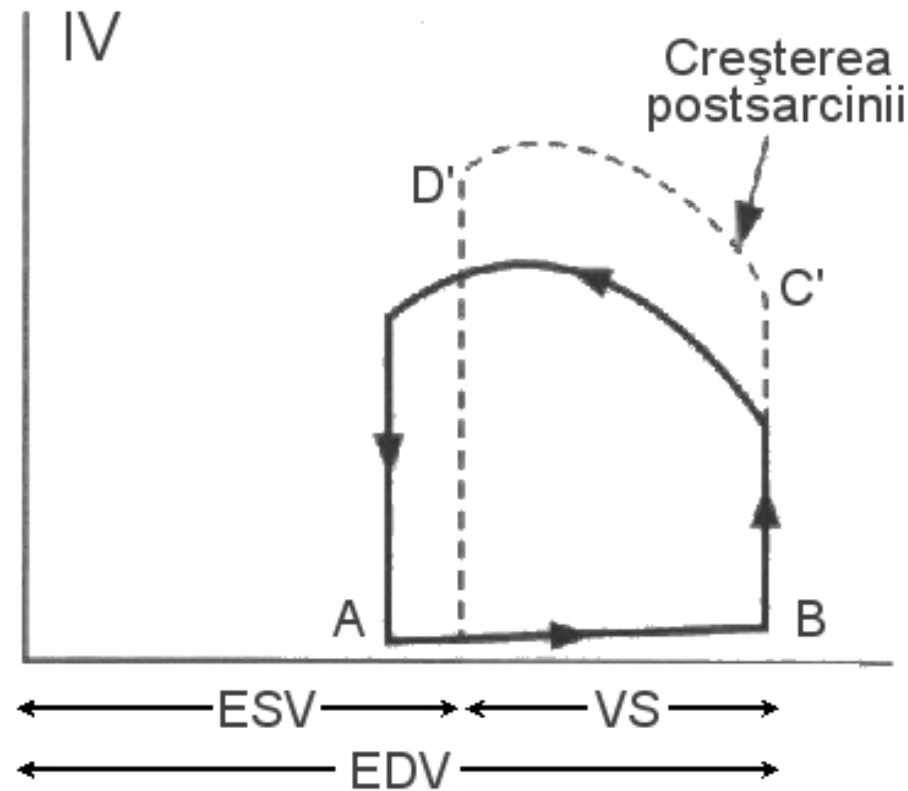
- Creșterea presarcinii determină:
 - $\uparrow$ întoarcerii venoase $\Rightarrow \uparrow$ VEDV (B');
 - VS = $\uparrow$ pe baza mecanismului Frank-Starling;
 - VESV = constant;
 - $\uparrow$ aria curbei presiune-volum.

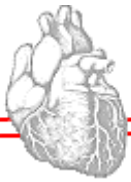




Variațiile curbei presiune-volum

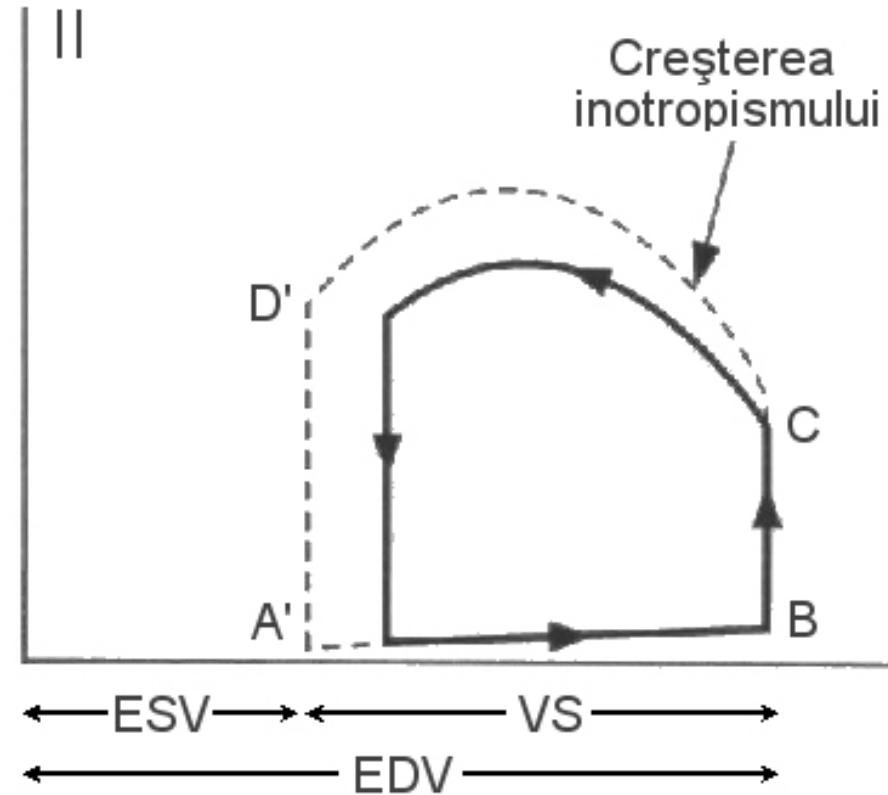
- $\uparrow$ Presiunii Ao $\Rightarrow$ Ventr. Stg. trebuie să dezvolte o presiune mai $\uparrow$ în timpul CIV pt. a deschide valva Ao (C');
- VS = $\downarrow$ prin $\downarrow$ duratei ejeției;
- VESV = $\uparrow$;
- VEDV = constant;
- $\uparrow$ aria curbei presiune-volum.

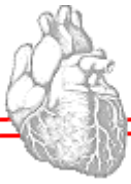




Variațiile curbei presiune-volum

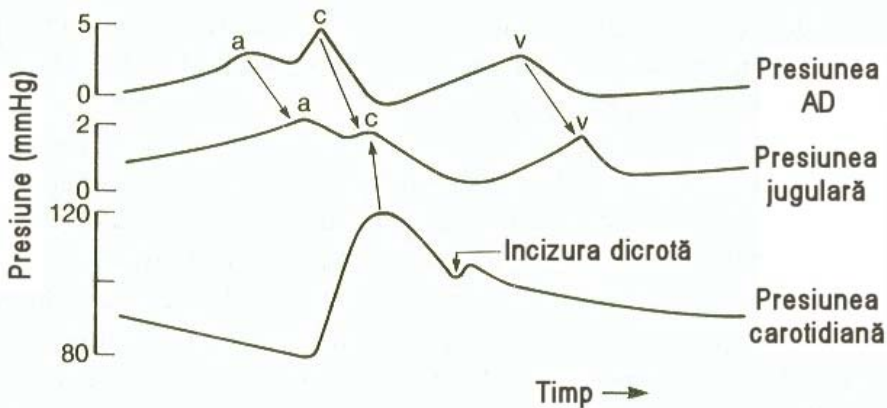
- Creșterea inotropismului determină :
 - $VS = \uparrow$ prin $\uparrow$ Forței de contracție ventriculară;
 - $VESV = \downarrow$;
 - $VEDV = \text{constant}$;
 - $\uparrow$ aria curbei presiune-volum.



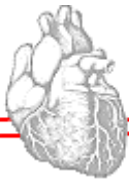


3. Atriograma manometrică

Reprezintă înregistrarea presiunilor din atriu în timpul ciclului cardiac:

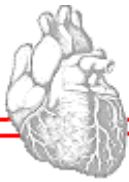


- **a** - $\uparrow$ presiunea atrială în SA;
- **c** - $\uparrow$ presiunea atrială în CIV (valve AV proemină în AS);
- **x** - $\downarrow$ presiunea atrială datorită Ejecției V (valve AV coboară);
- **v** - $\uparrow$ presiunea atrială datorită $\uparrow$ întoarcerii venoase în atri, în RIV (vârful unde coincide cu M_d);
- **y** - $\downarrow$ presiunea atrială datorită trecerii sângelui rapid în ventricul în UR.

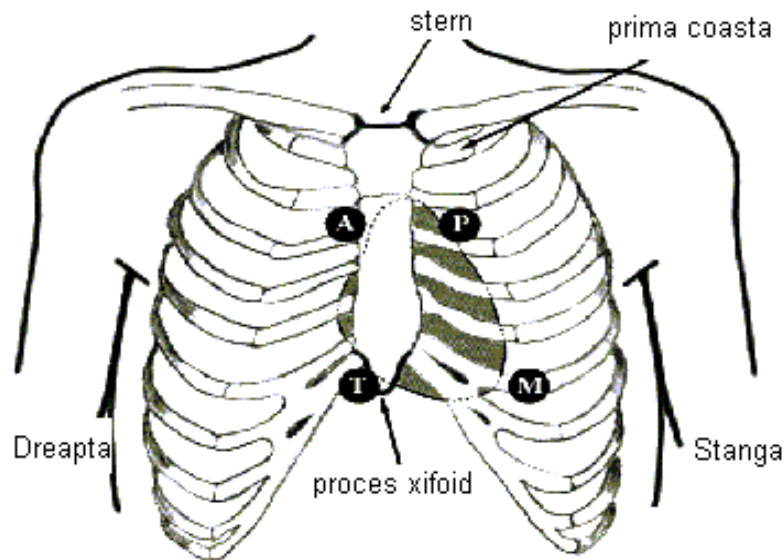


4. Fonocardiograma

- Definiție: înregistrarea grafică a oscilațiilor produse de zgomotele cardiace;
- Zgomotele cardiace sunt produse de:
 - mișcarea valvelor (în special închiderea valvelor),
 - vibrația pereților inimii la trecerea sângelui,
 - vibrația marilor vase la trecerea sângelui.
- Cele patru zgomote cardiace sunt:
 - **Zgomotul 1 și 2** - perceptibile stetacustic, în condiții normale;
 - **Zgomotul 3 și 4** - foarte slabe, în general imperceptibile stetacustic, dar posibil de înregistrat pe fonocardiogramă.



Fonocardiograma

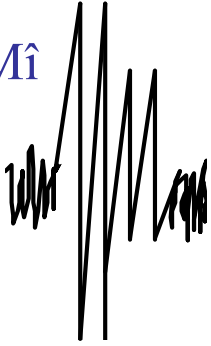


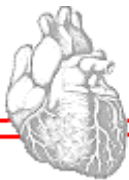
A - Aorta	T - Tricuspidă
P - Pulmonara	M - Mitrală

- **Ausculția** permite perceperea zgomotelor cardiace cu ajutorul unui stetoscop.
- **Zonele de ausculție:**
 - **aria aortică** - spațiul II i.c. drept parasternal;
 - **aria pulmonară** - spațiul II i.c. stâng parasternal;
 - **aria tricuspidiană** - sub apendicele xifoidian;
 - **aria mitrală** - spațiul V i.c. stâng, pe linia medio-claviculară.



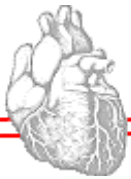
Caracteristicile zgomotelor cardiace

Zgomote cardiace	Durata	Caracter stetacustic	Cauzele oscilațiilor
S1 (sistolic) Mî 	0.08-0.12''	Grav, mai prelung („tum’’) Intensitate maximă în focarul mitral	■ închiderea valvelor AV (cauza majoră): închiderea mitralei (Mî) (cea mai mare oscilație), precede închiderea tricuspidei (Tî) ■ deschiderea valvelor sigmoidiene: pulmonara (Pd) precede aorta (Ad) ■ vibrația pereților ventriculari în timpul CIV ■ vibrația pereților marilor artere în timpul ejecției rapide (turbulența fluxului de sânge).
S2 (diastolic)  Aî Pî	0.04-0.06''	Înalt, mai scurt („ta’’) Intensitate maximă în focarul aortic și pulmonar	■ închiderea valvelor sigmoidiene (cauza majoră): aorta (Aî) precede pulmonara (Pî). - cele două componente sunt vizibile separat. - distanța între ele crește în inspirul forțat. ■ deschiderea valvelor AV: tricuspida (Td) precede mitrala (Md) ■ vibrația pereților ventriculari în timpul RIV.

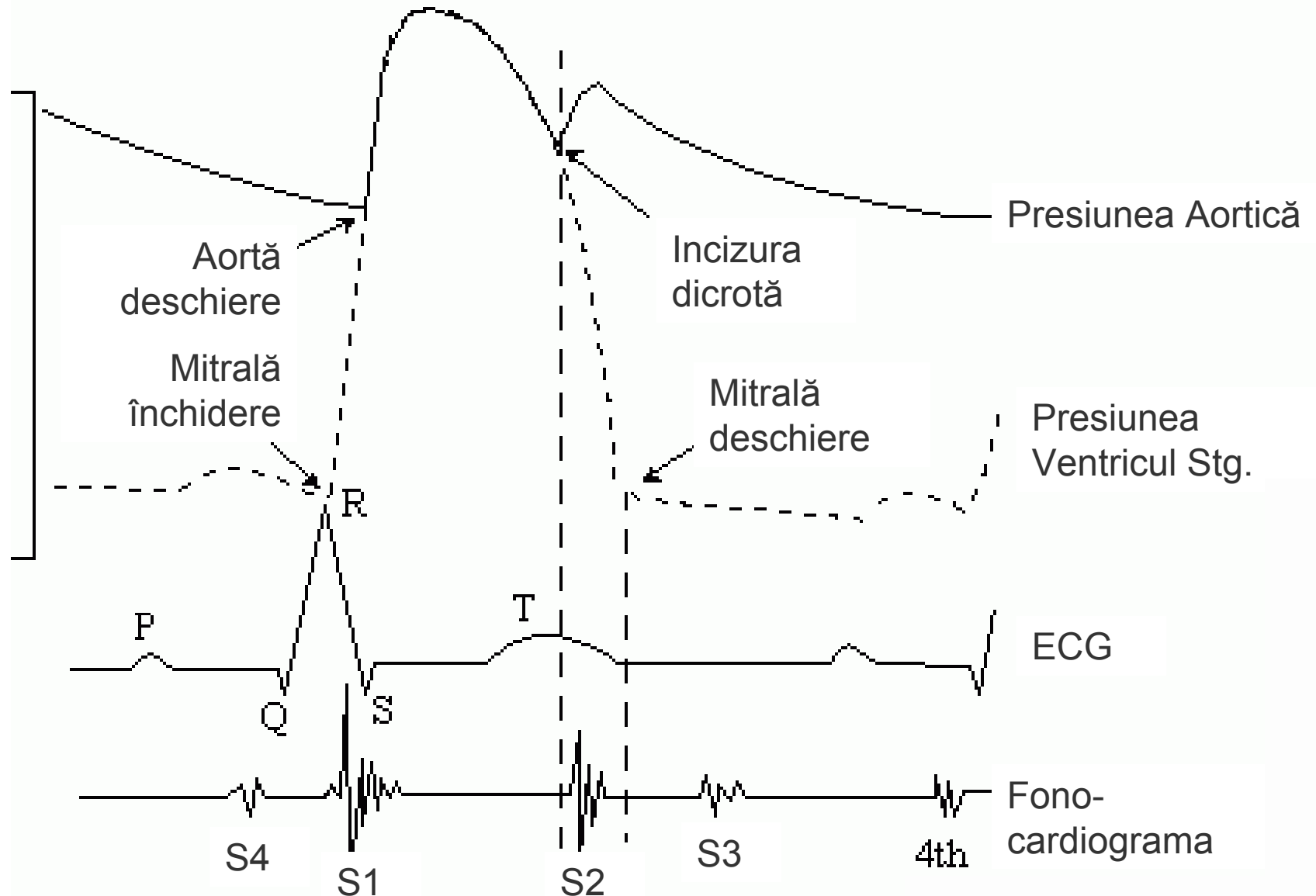


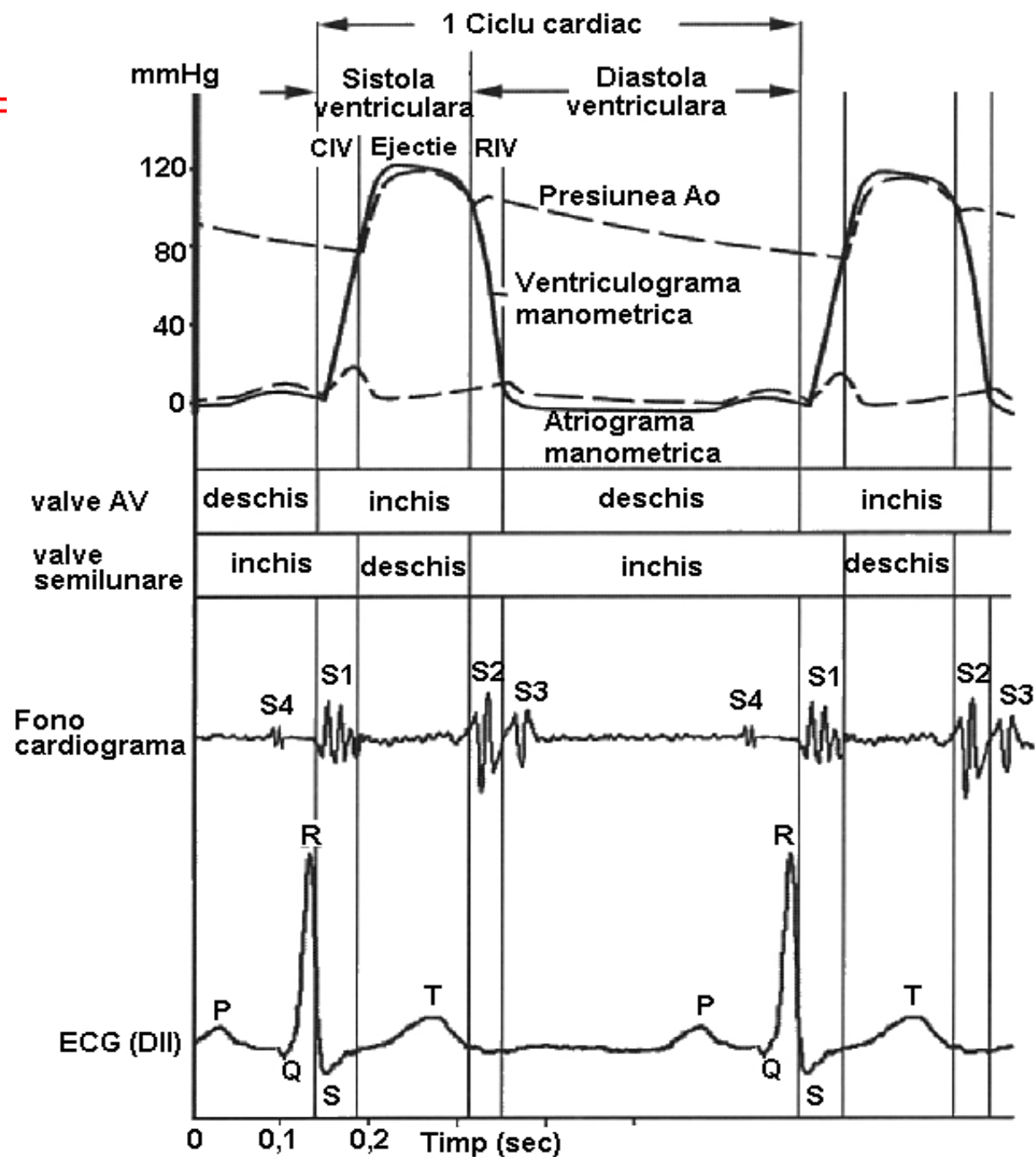
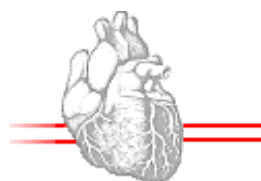
Caracteristicile zgomotelor cardiace

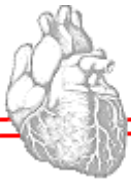
Zgomote cardiace	Durata	Caracter stetacustic	Cauzele oscilațiilor
S3 (proto-diastolic)	0.02-0.04''	Slab, neperceput decât la copii cu torace subțire	■ vibrația pereților ventriculari (au complianța mare) în timpul umplerii ventriculare rapide, când turbulența fluxului de sânge este mare. ■ patologic: mai intens în insuficiența cardiacă (complianță excesivă), când devine perceptibil stetacustic (zgomot de galop).
S4 (pre-sistolic)	0.05-0.10''	Foarte slab, neperceput fiziologic	■ vibrația pereților ventriculari în timpul sistolei atriale, care pompează sângele în ventriculi. ■ patologic devine perceptibil stetacustic: dacă crește presiunea atrială, în hipertrofia ventriculară (perete îngroșat), în insuficiența cardiacă (zgomot de galop).



Fonocardiograma



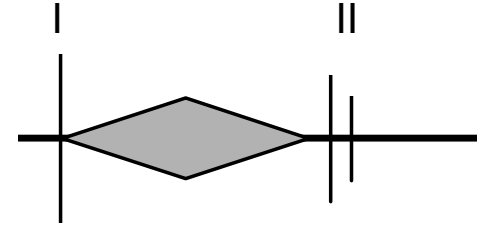




Fonocardiograma – zgomote patologice

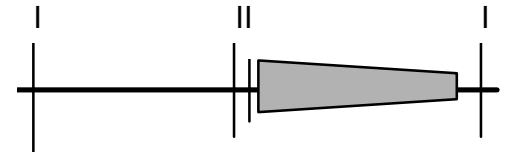
■ Stenoza de valve sigmoidiene:

- suflu sistolic “în romb”.



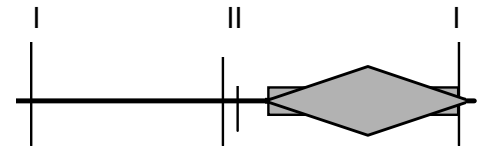
■ Insuficiența de valve sigmoidiene:

- suflu diastolic.



■ Stenoza de valve A-V:

- suflu diastolic “în romb”.



■ Insuficiența de valve A-V:

- suflu sistolic.

