



**FOCUS SULL'  
ECOCARDIOGRAFIA IN  
ETÀ neonatale**

**Agata Privitera**

**Cardiologia Pediatrica**

**Ospedale San Marco**

**Catania 18/04/2024**

# 1° Indicazione: sospetto di cardiopatia congenita/aritmia



Soffio con  
caratteristiche di  
cardiopatia



Cianosi:  
dopo 24 ore  $< 90\%$   
 $\neq$  SAO2 tra braccio  
dx e gambe  $> 3\%$



Scompenso  
cardiaco/aritmie

(e) CDH



European Journal of Echocardiography (2011) 12, 715–736  
doi:10.1093/ejehocard/jer181

**EXPERT CONSENSUS STATEMENT**

## Targeted Neonatal Echocardiography in the Neonatal Intensive Care Unit: Practice Guidelines and Recommendations for Training

**Recommendations:** If strong clinical suspicion of CHD or arrhythmia is present in a newborn, the infant should be clinically assessed by a pediatric cardiologist, and comprehensive echocardiography should be performed and interpreted by a pediatric cardiologist. In hemodynamically unstable newborns without any clinical suspicion of CHD, the initial echocardiographic examination should always be a comprehensive study that can be performed by a core TNE person and initially interpreted by an advanced TNE person. However, it is strongly recommended that this initial study be read by a pediatric cardiologist within a reasonable time period. In the follow-up of children in whom CHD has been excluded, standard TNE can be performed as a targeted functional study for certain indications. Performance of these studies requires core training in TNE, and they should be interpreted by a person with advanced training in TNE. Focused TNE may be indicated for the evaluation and follow-up for a limited number of specific indications (effusions and lines). TNE should not be used in the follow-up of structural heart disease. See Table 2 for a summary of these recommendations.

# 2° Indicazione: indice di funzione



European Journal of Echocardiography (2011) 12, 715–736  
doi:10.1093/ejehocard/er181

**EXPERT CONSENSUS STATEMENT**

## Targeted Neonatal Echocardiography in the Neonatal Intensive Care Unit: Practice Guidelines and Recommendations for Training

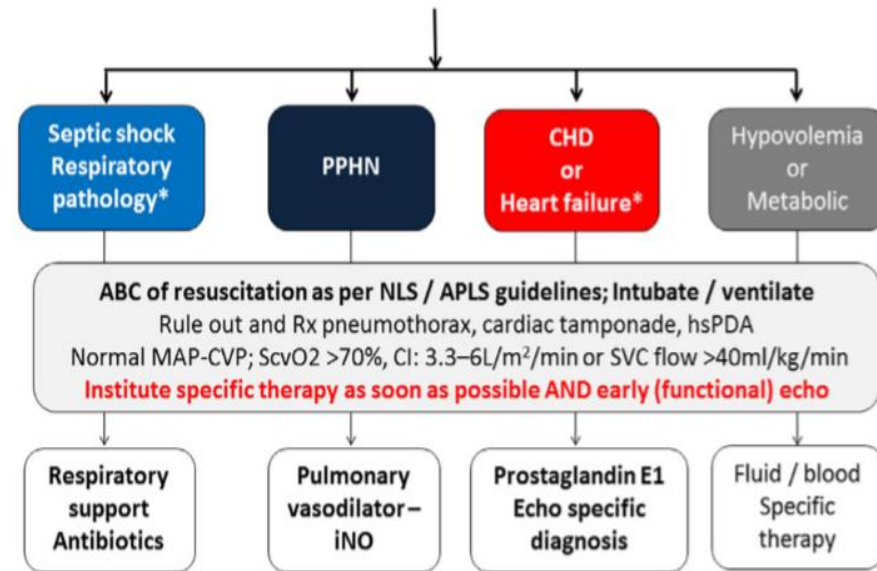
### 2.1.3. Components of standard TNE

Every standard targeted neonatal echocardiographic study should include

- (1) Evaluation of LV systolic function
- (2) Evaluation of LV diastolic function
- (3) Evaluation of RV function
- (4) Assessment of atrial-level shunt
- (5) Assessment of PDA
- (6) Evaluation of RV systolic pressure (RVSp) and PA pressures
- (7) Assessment of systemic blood flow
- (8) Assessment of pericardial fluid

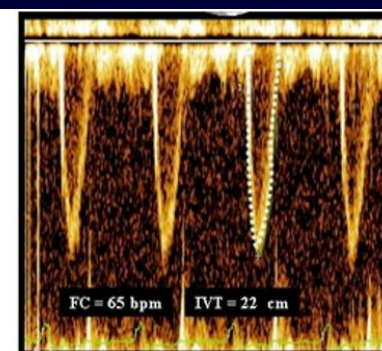
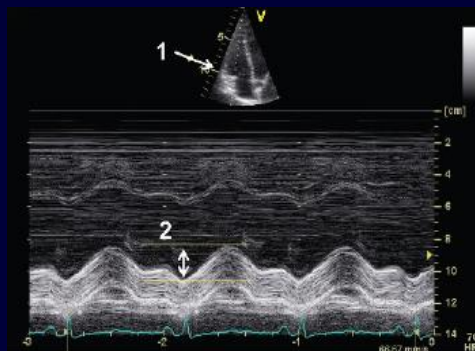
## Advances in Diagnosis and Management of Hemodynamic Instability in Neonatal Shock

Goal oriented targeted management





# 2° Indicazione: indice di funzione



## M- Mode

- diametri e spessori parietali delle cavità cardiache
- TAPSE 22<sub>±</sub>4 mm
- MAPSE 12<sub>±</sub>2 mm

## B-Mode

- diametri
- Aree
- Volumi
- Frazione di Eiezione

## Doppler

- Gittata cardiaca
- Indice di contrattilità isovolumetrica DP/dT
- Tei-index

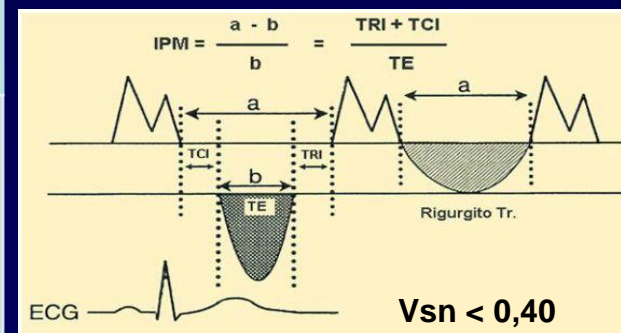
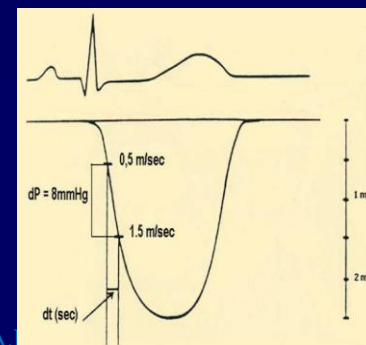


Tabella VI. Legenda: MAPSE: mitral annular plane excursion, DTI: Doppler tissue imaging, S<sub>m</sub>: velocità dell'onda sistolica.

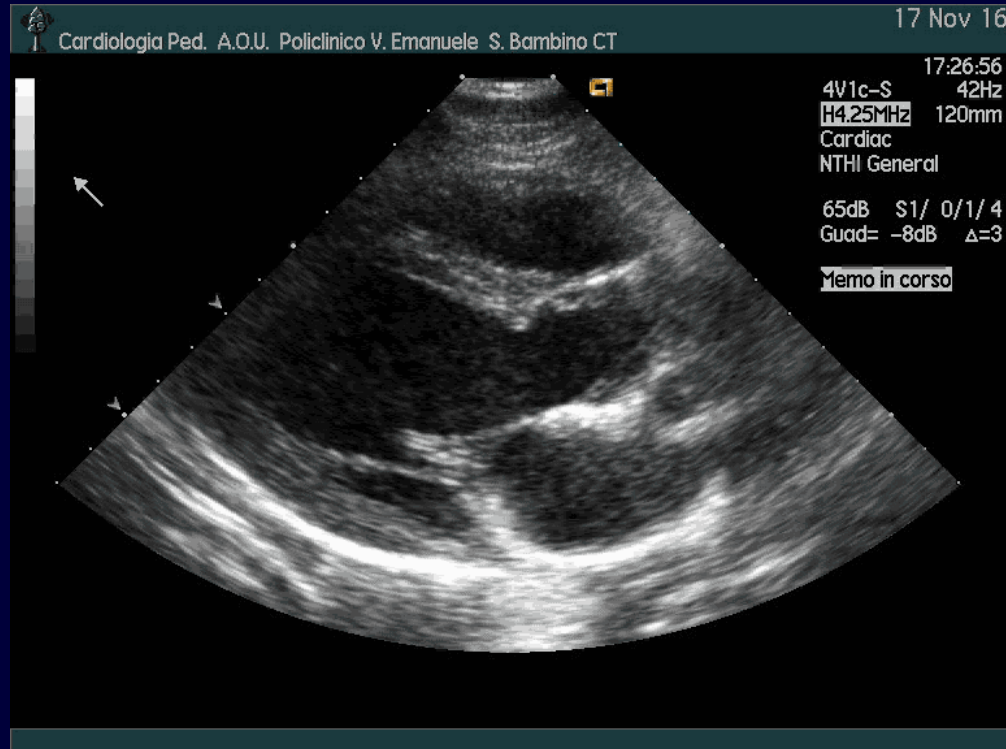
| Parametro                            | Essenziale | Utile | Superfluo | Scopo di ricerca |
|--------------------------------------|------------|-------|-----------|------------------|
| Gettata sistolica                    |            | ✓     |           |                  |
| Portata cardiaca                     |            | ✓     |           |                  |
| Frazione di eiezione                 | ✓          |       |           |                  |
| Frazione di accorciamento            |            |       | ✓         |                  |
| Frazione di accorciamento delle aree |            |       | ✓         |                  |
| MAPSE                                |            | ✓     |           |                  |
| DTI S <sub>m</sub>                   |            | ✓     |           | ✓                |
| Distanza E-tangente setto            |            |       | ✓         |                  |
| Indice di Tei                        |            |       |           | ✓                |
| Strain imaging                       |            | ✓     |           | ✓                |
| Eco stress                           |            | ✓     |           | ✓                |

Vsn 1400-1800 mmHg/sec  
(dipendente da pre e postcarico)



# Studio Ventricolo Sinistro

## Proiezione Parasternale



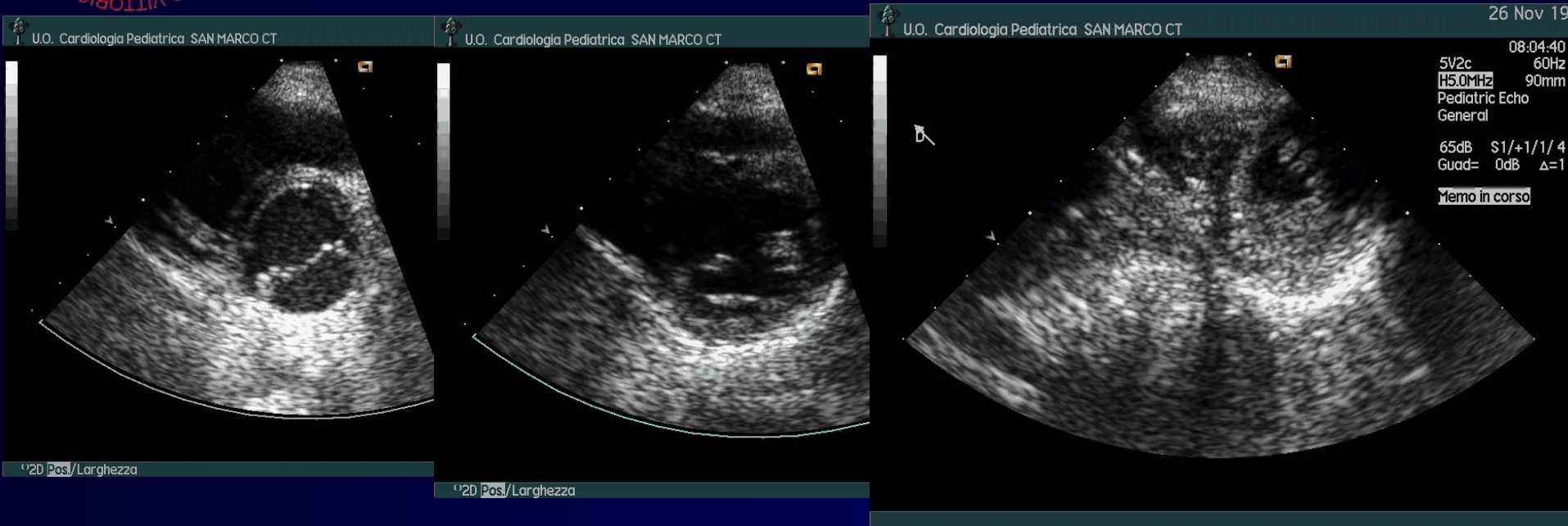
Parasternale asse lungo

Ecocardiografia 2 D visione diretta:

della contrattilità ventricolare e di eventuali asinergie regionali

# Studio Ventricolo Sinistro

## Proiezione Parasternale



Parasternale asse corto

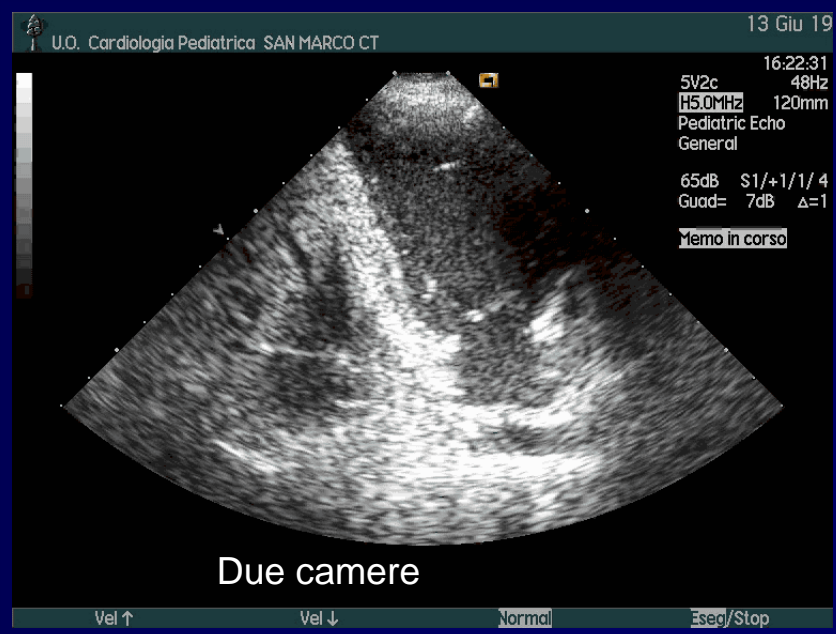
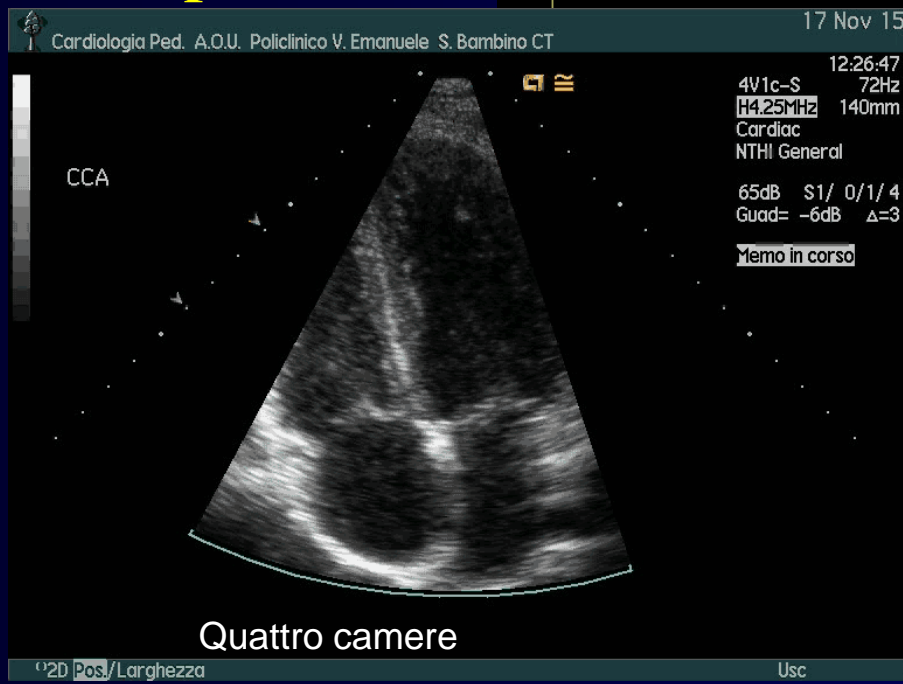
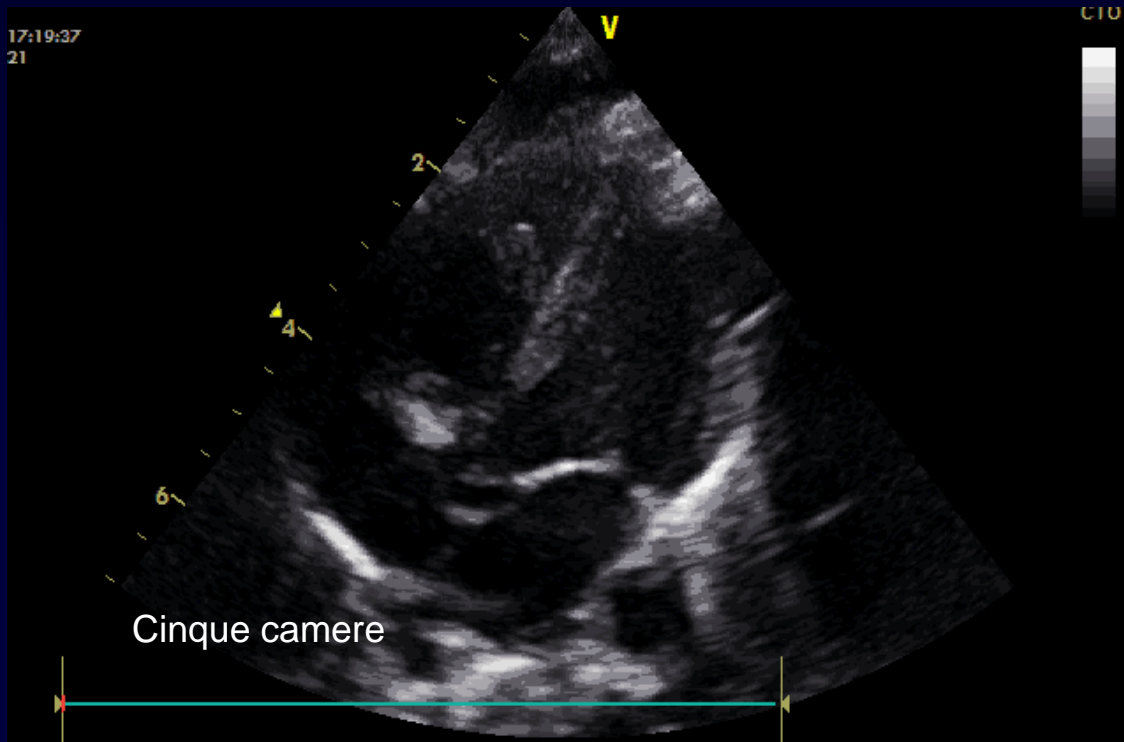
Parasternale asse corto

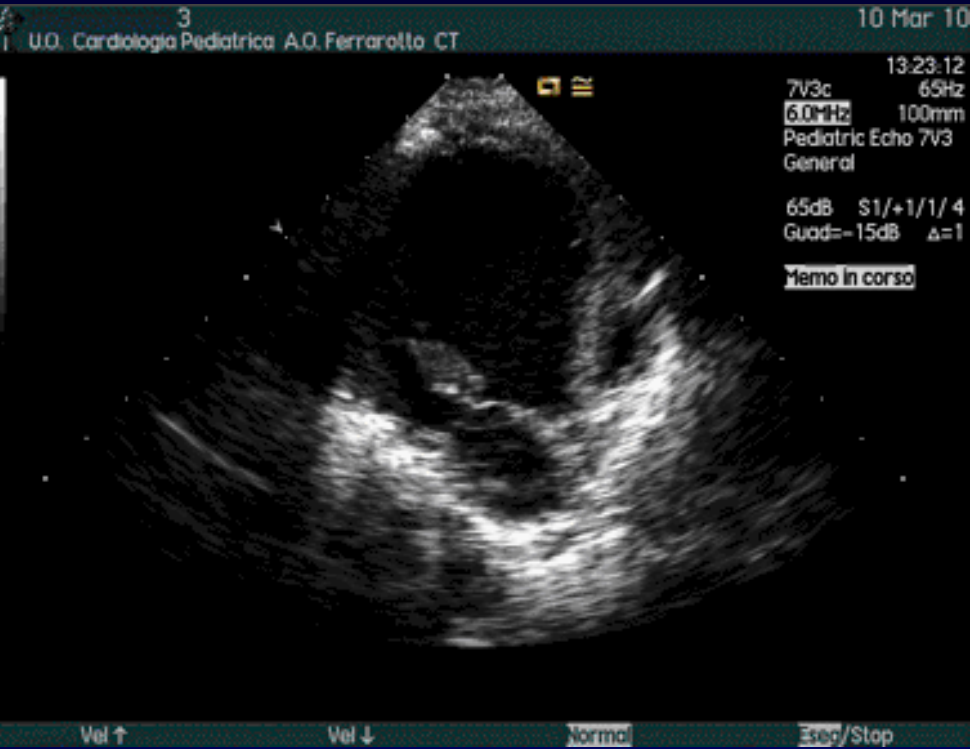
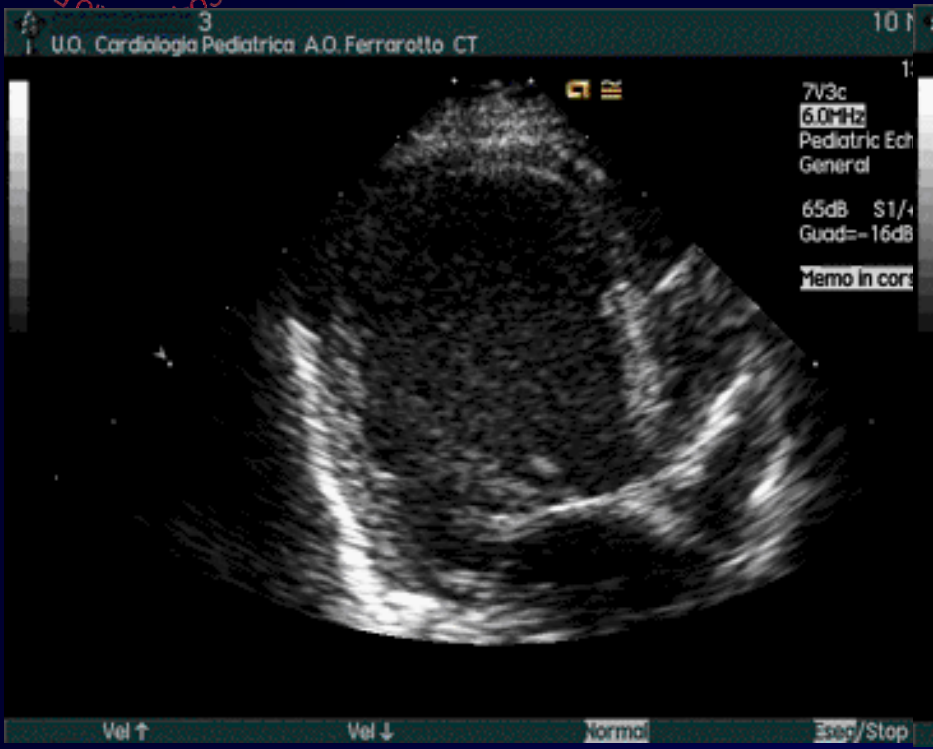
Ecocardiografia 2 D visione diretta:

della contrattilità ventricolare e di eventuali asinergie regionali

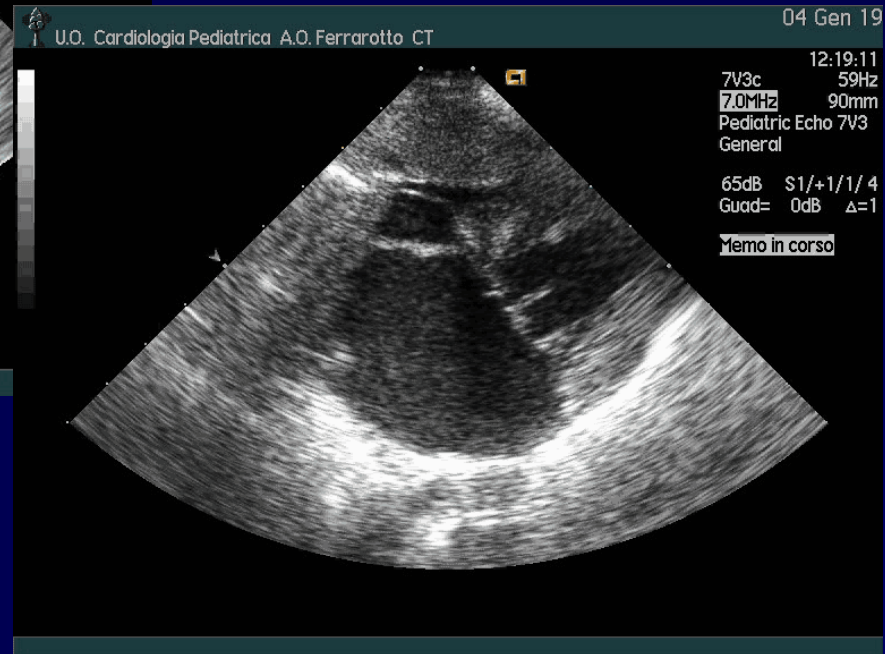
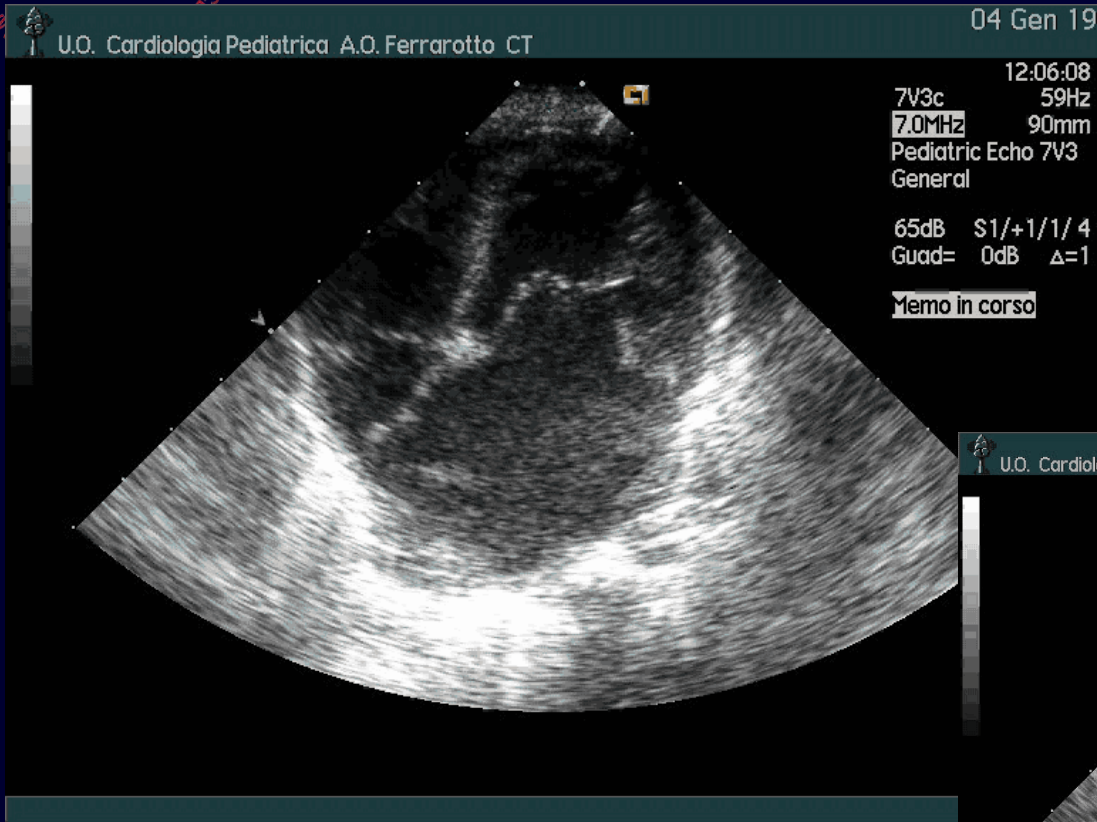


# Studio Ventricolo Sinistro Proiezioni Apicali



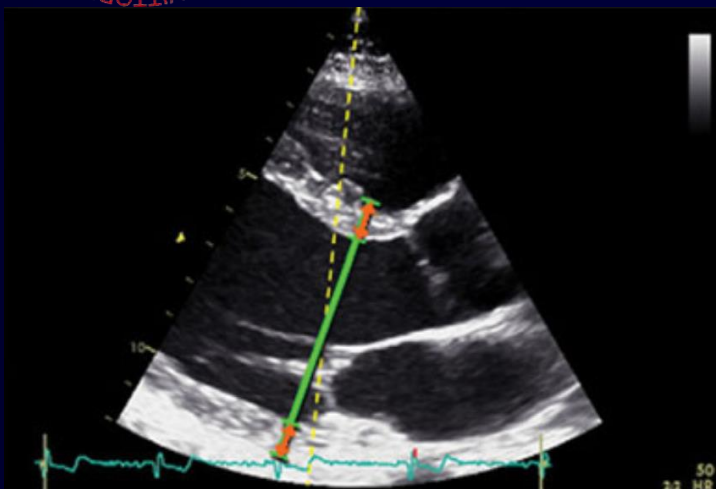




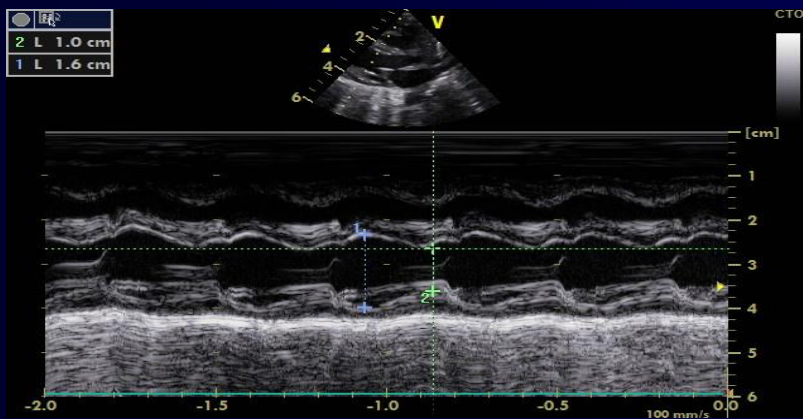
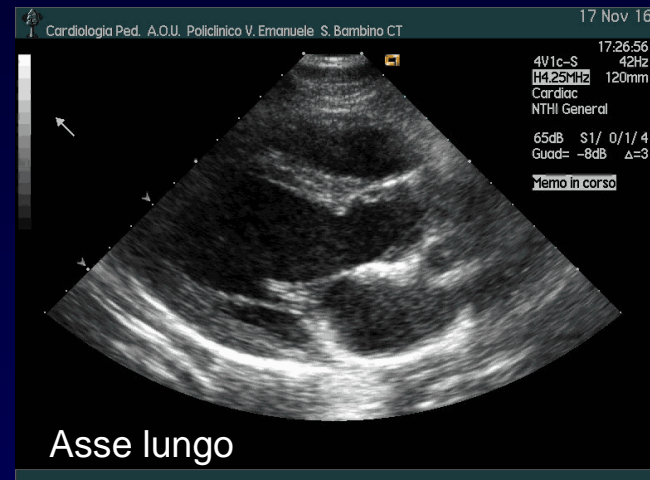


# Studio Funzione Ventricolo Sinistro

## Proiezione Parasternale



Ecocardiografia M-mode  
 (DDV<sub>sn</sub>, DSV<sub>sn</sub>, SIV, PP)



M-Mode Ventricolo sinistro



Spessore Parete Ventricolo sinistro

# Valori Normali di Riferimento

Table 1 Normal M mode echocardiographic values for neonates with mean body weight between 2000 g and 4000 g

| BW (kg) | RVAWd (mm) | RVDD (mm)  | IVSd (mm)  | IVSs (mm)  | LVEDD (mm)  | LVESD (mm)  | LVPWd (mm) | LVPWs (mm) | PAD (mm)    | AoD (mm)   | LAD (mm)    |
|---------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|
| 2.0     | 1.3        | 4.0        | 2.1        | 2.4        | 15.0        | 9.7         | 1.9        | 2.8        | 6.2         | 6.9        | 8.3         |
|         | <b>2.4</b> | <b>8.4</b> | <b>3.5</b> | <b>4.4</b> | <b>17.1</b> | <b>11.0</b> | <b>2.7</b> | <b>4.5</b> | <b>9.3</b>  | <b>8.2</b> | <b>11.5</b> |
|         | 3.5        | 12.8       | 4.7        | 6.4        | 19.2        | 12.3        | 3.5        | 6.2        | 12.4        | 9.5        | 14.7        |
| 2.5     | 1.4        | 4.0        | 2.1        | 2.4        | 15.0        | 9.2         | 2.2        | 2.9        | 6.8         | 7.4        | 8.5         |
|         | <b>2.5</b> | <b>8.4</b> | <b>3.5</b> | <b>5.0</b> | <b>18.1</b> | <b>11.7</b> | <b>3.2</b> | <b>5.0</b> | <b>11.0</b> | <b>8.8</b> | <b>12.1</b> |
|         | 3.6        | 12.8       | 4.7        | 7.6        | 21.1        | 14.2        | 4.2        | 7.1        | 15.2        | 10.2       | 15.6        |
| 3.0     | 1.4        | 4.1        | 2.3        | 2.5        | 15.1        | 9.2         | 2.4        | 3.1        | 7.0         | 7.5        | 9.4         |
|         | <b>2.5</b> | <b>8.5</b> | <b>3.6</b> | <b>5.1</b> | <b>18.2</b> | <b>11.7</b> | <b>3.5</b> | <b>5.1</b> | <b>11.0</b> | <b>9.1</b> | <b>12.6</b> |
|         | 3.6        | 12.9       | 4.9        | 7.7        | 21.3        | 14.2        | 4.6        | 7.1        | 15.0        | 10.7       | 15.8        |
| 3.5     | 1.5        | 4.1        | 2.3        | 2.5        | 15.4        | 9.5         | 2.5        | 3.3        | 8.0         | 7.5        | 10.2        |
|         | <b>2.6</b> | <b>8.6</b> | <b>3.7</b> | <b>5.3</b> | <b>18.8</b> | <b>11.9</b> | <b>3.6</b> | <b>5.4</b> | <b>11.2</b> | <b>9.3</b> | <b>13.2</b> |
|         | 3.7        | 13.1       | 5.1        | 8.1        | 22.2        | 14.3        | 4.7        | 7.5        | 14.4        | 11.1       | 16.2        |
| 4.0     | 1.5        | 4.1        | 2.4        | 2.6        | 16.5        | 10.2        | 2.6        | 3.5        | 9.3         | 7.6        | 10.5        |
|         | <b>2.6</b> | <b>8.6</b> | <b>3.8</b> | <b>5.4</b> | <b>19.9</b> | <b>12.7</b> | <b>3.7</b> | <b>5.7</b> | <b>12.5</b> | <b>9.6</b> | <b>13.7</b> |
|         | 3.7        | 13.1       | 5.2        | 8.2        | 23.3        | 15.2        | 4.8        | 7.9        | 15.7        | 11.6       | 16.9        |

The mean value is bold; the value above is mean - 2 SD, the value below is mean + 2 SD.

AoD, aortic diameter; BW, body weight; IVSd, thickness of interventricular septum at end diastole; IVSs, thickness of interventricular septum at end systole; LAD, left atrial dimension; LVEDD, left ventricular end diastolic dimension; LVESD, left ventricular end systolic dimension; LVPWd, left ventricular posterior wall thickness at end diastole; LVPWs, left ventricular posterior wall thickness at end systole; PAD, pulmonary artery diameter; RVAWd, right ventricular anterior wall thickness at end diastole; RVDD, right ventricular end diastolic dimension.

*Heart* 2000;**83**:667-672



# Valutazione funzione sistolica

**Recommendations: Quantitative assessment of LV systolic function is an essential component of TNE. It requires the estimation of LV dimensions on the basis of M-mode or 2D measurements. LV end-diastolic dimension and septal and posterior wall thickness should be measured. On the basis of M-mode or 2D imaging, SF can be measured if there are no regional wall motion abnormalities and if septal motion is normal. In the case of wall motion abnormalities or abnormal septal motion, EF should be calculated using a biplane volumetric measurement (biplane Simpson's or five-sixths area × length method). Optional techniques include mVCFc and wall stress measurements.**

*(dipendente dal post carico  
Non consigliabile come misura di routine)*

## Limiti

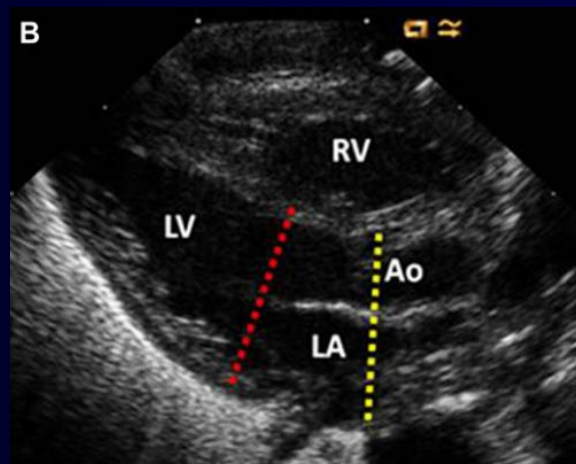
*Alta frequenza cardiaca*

*Concomitanti problemi respiratori*

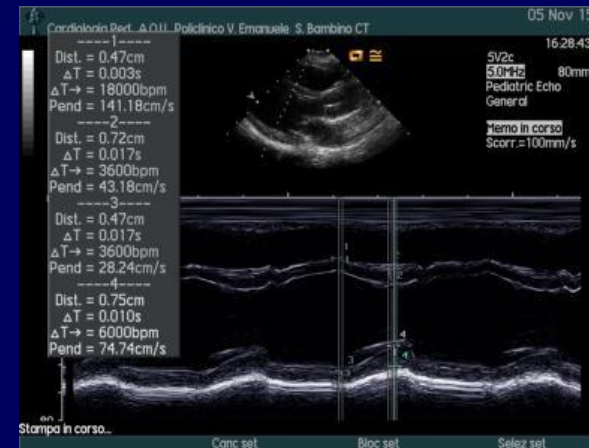
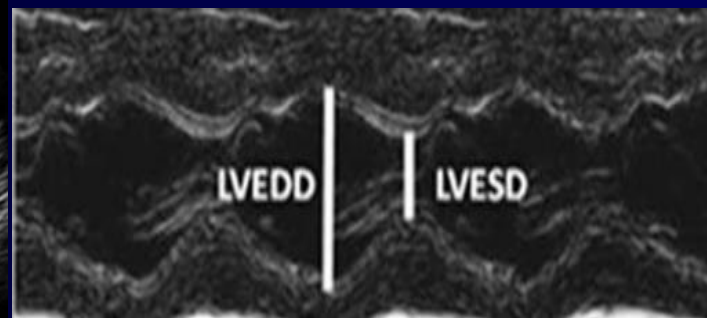
*Motilità setto interventricolare*

$$FA = \frac{DTD - DTS}{DTD} \times 100 = 26 - 46\%$$

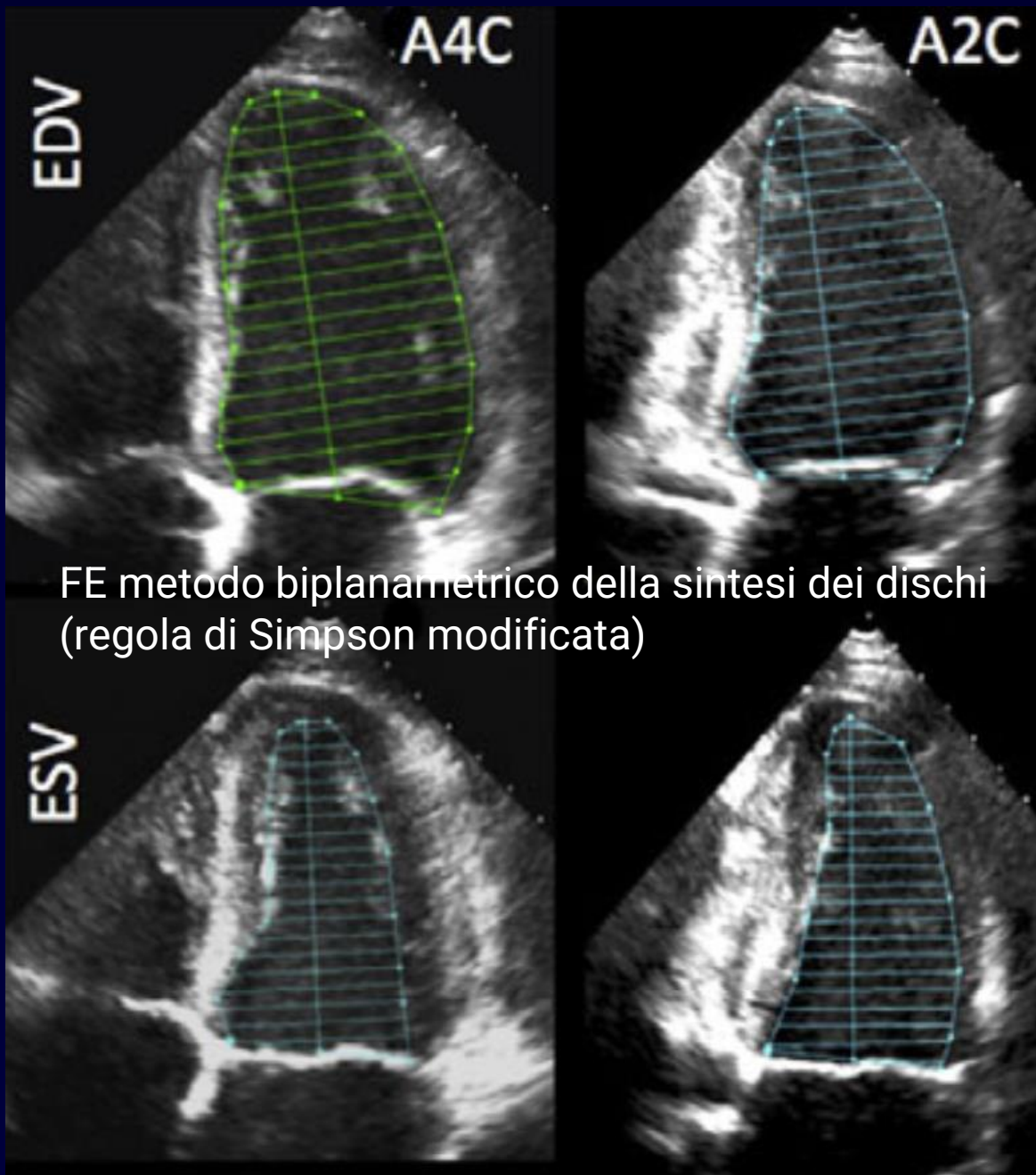
*Valutazione visiva qualitativa  
rimane la tecnica più  
comunemente usata nella pratica  
clinica di routine*



*Parasternale asse lungo  
B-mode; M-Mode*

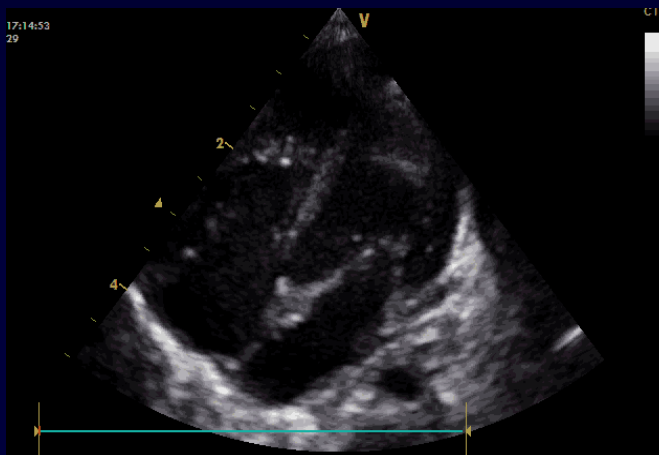


# Studio Ventricolo Sinistro Proiezioni Apicali



FE metodo biplanarimetrico della sintesi dei dischi  
(regola di Simpson modificata)

# Funzione sistolica calcolo dei volumi



$$FE = \frac{VTD - VTS}{VTD} \times 100 > 55 - 70\%$$

41-55% lievemente ridotta

31-40% moderatamente ridotta

<30% fortemente ridotta

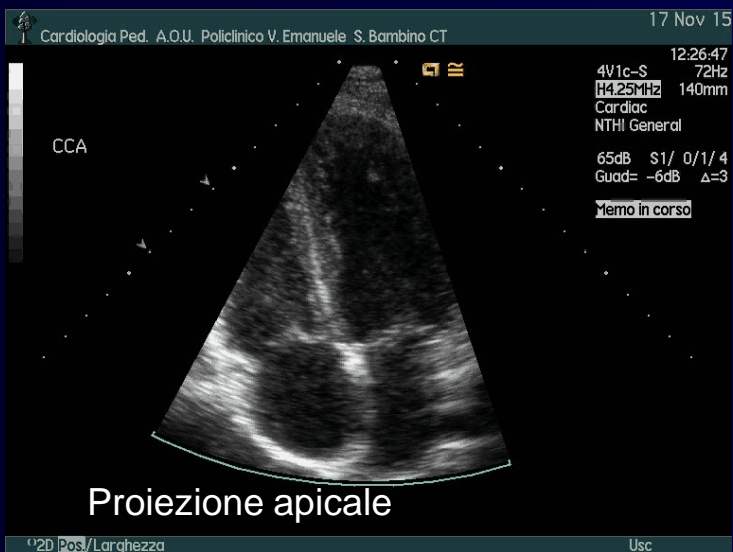
Fine sistole: il volume immediatamente successivo alla chiusura della valvola aorta o il volume cardiaco più piccolo.

Fine-diastole: il primo fotogramma dopo la chiusura della valvola mitrale o il Volume più grande





# Studio Ventricolo destro



Apice LV al centro del settore di scansione, purché venga visualizzato il diametro basale del ventricolo destro



# Studio Funzione Ventricolo Destro

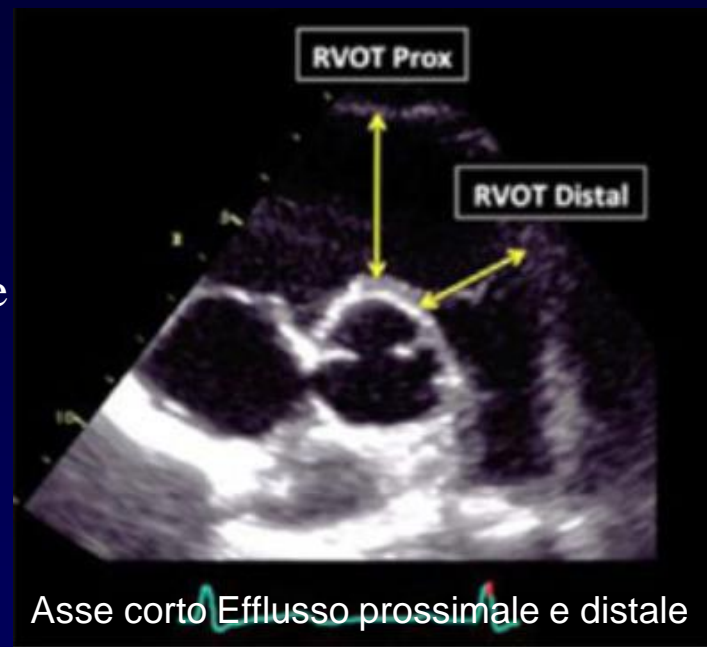
## Proiezioni Parasternali misure lineari



misurato in fine diastole

### Efflusso prossimale:

parete anteriore Vdx /giunzione  
setto interventricolare-aorta

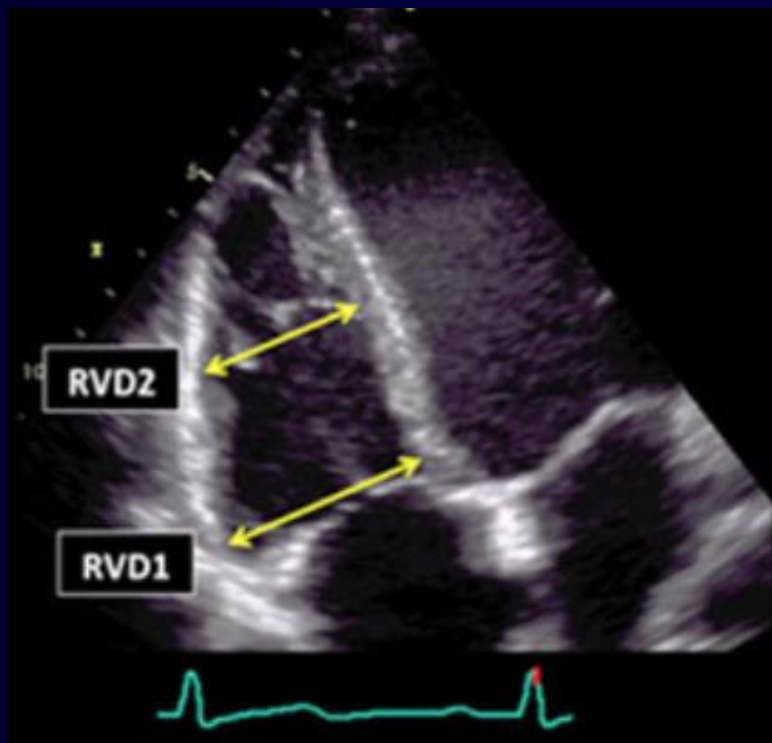


### Efflusso distale:

tratto appena prossimale alla valvola polmonare

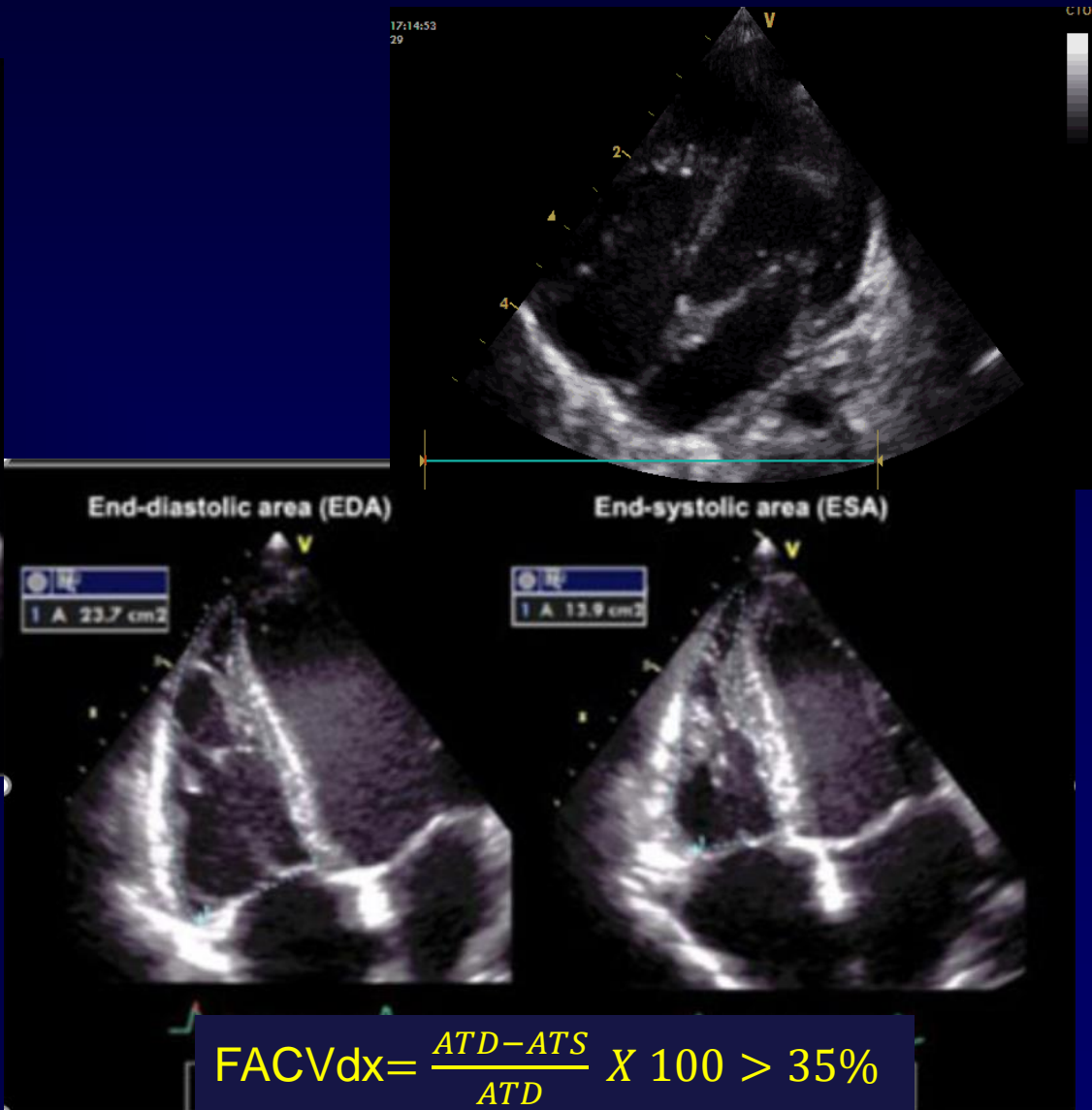
# Studio Funzione Ventricolo Destro

## Proiezione Apicale



misure lineari

Are in diastole e in  
sistole  
il limite inferiore ai  
limiti della normalità  
35%



$$FACV_{dx} = \frac{ATD - ATS}{ATD} \times 100 > 35\%$$



# Studio Funzione Ventricolo Destro

## Proiezione Apicale

Recommendations: The assessment of RV size and function should be part of TNE. Qualitative visual assessment remains the most commonly used technique in routine clinical practice. Two-dimensional measurements, including tricuspid annular plane systolic excursion and fractional area change, can be used for quantitative serial follow-up.



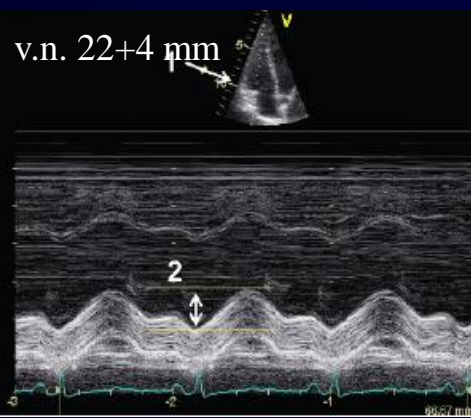
Movimento longitudinale dell'anulus tricuspidalico  
Registrato in M mode,  
tra fine diastole e picco sistolico misurato in mm

# Indice di funzione sistolica Vdx

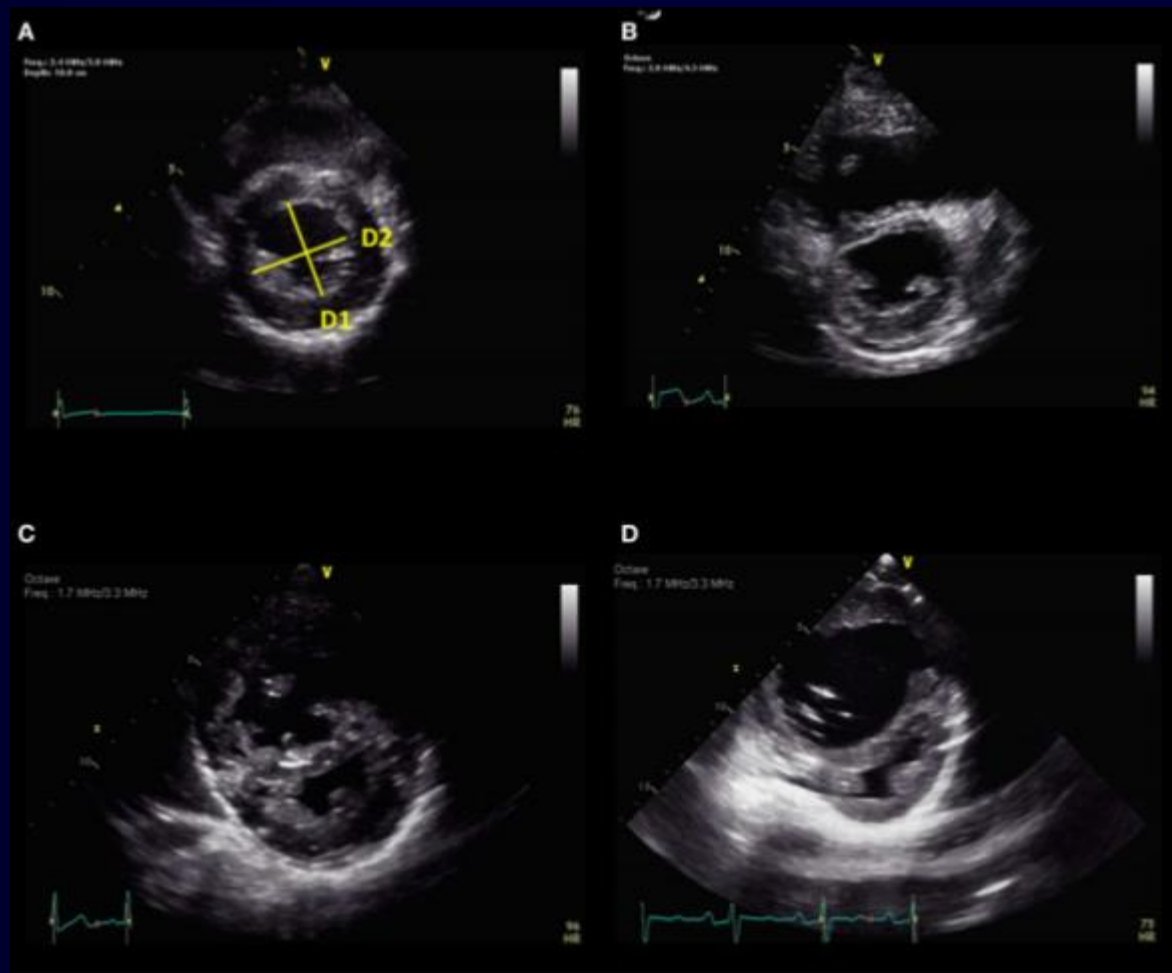
Table 1 Classification table for TAPSE values

| Age     | n  | TAPSE (cm) |                           |             |             |      | BSA (m <sup>2</sup> ) |         |      | Indexed TAPSE<br>mean/BSA mean |
|---------|----|------------|---------------------------|-------------|-------------|------|-----------------------|---------|------|--------------------------------|
|         |    | Mean       | Bounds for z-score ranges |             |             | Mean | Minimum               | Maximum |      |                                |
|         |    |            | ±2 SD (95%)               | ±3 SD (99%) | ±3 SD (99%) |      |                       |         |      |                                |
| 0-30 d  | 41 | 0.91       | 0.68                      | 1.15        | 0.56        | 1.26 | 0.22                  | 0.14    | 0.28 | 4.13                           |
| 1-3 mo  | 45 | 1.14       | 0.85                      | 1.42        | 0.71        | 1.56 | 0.29                  | 0.12    | 0.54 | 3.93                           |
| 4-6 mo  | 20 | 1.31       | 1.01                      | 1.65        | 0.86        | 1.77 | 0.34                  | 0.26    | 0.41 | 3.85                           |
| 7-12 mo | 22 | 1.44       | 1.13                      | 1.77        | 0.97        | 1.91 | 0.40                  | 0.31    | 0.47 | 3.6                            |
| 1 y     | 25 | 1.55       | 1.25                      | 1.88        | 1.10        | 2.00 | 0.47                  | 0.3     | 0.69 | 3.29                           |
| 2 y     | 39 | 1.65       | 1.36                      | 1.94        | 1.22        | 2.09 | 0.53                  | 0.4     | 0.62 | 3.11                           |
| 3 y     | 27 | 1.74       | 1.48                      | 2.02        | 1.35        | 2.14 | 0.63                  | 0.52    | 0.77 | 2.76                           |
| 4 y     | 47 | 1.82       | 1.56                      | 2.07        | 1.43        | 2.20 | 0.70                  | 0.6     | 0.91 | 2.6                            |
| 5 y     | 29 | 1.87       | 1.60                      | 2.13        | 1.47        | 2.26 | 0.77                  | 0.63    | 0.99 | 2.42                           |
| 6 y     | 41 | 1.90       | 1.62                      | 2.18        | 1.48        | 2.33 | 0.82                  | 0.46    | 1.06 | 2.31                           |
| 7 y     | 32 | 1.94       | 1.64                      | 2.25        | 1.49        | 2.39 | 0.94                  | 0.75    | 1.17 | 2.06                           |
| 8 y     | 23 | 1.97       | 1.67                      | 2.28        | 1.52        | 2.43 | 0.97                  | 0.79    | 1.39 | 2.03                           |
| 9 y     | 20 | 2.01       | 1.73                      | 2.30        | 1.58        | 2.44 | 1.00                  | 0.8     | 1.32 | 2.01                           |
| 10 y    | 27 | 2.05       | 1.79                      | 2.31        | 1.65        | 2.46 | 1.15                  | 0.82    | 1.54 | 1.78                           |
| 11 y    | 25 | 2.10       | 1.83                      | 2.36        | 1.69        | 2.50 | 1.28                  | 1.06    | 1.55 | 1.64                           |
| 12 y    | 18 | 2.14       | 1.84                      | 2.43        | 1.68        | 2.60 | 1.39                  | 1.08    | 1.67 | 1.53                           |
| 13 y    | 20 | 2.20       | 1.85                      | 2.54        | 1.68        | 2.71 | 1.48                  | 1.03    | 1.87 | 1.48                           |
| 14 y    | 35 | 2.26       | 1.87                      | 2.65        | 1.68        | 2.84 | 1.55                  | 1.11    | 1.93 | 1.45                           |
| 15 y    | 25 | 2.33       | 1.93                      | 2.75        | 1.74        | 2.92 | 1.59                  | 1.32    | 1.96 | 1.46                           |
| 16 y    | 34 | 2.39       | 1.98                      | 2.78        | 1.78        | 3.01 | 1.66                  | 1.3     | 2.04 | 1.43                           |
| 17 y    | 27 | 2.45       | 2.04                      | 2.88        | 1.83        | 3.06 | 1.77                  | 1.43    | 2.06 | 1.38                           |
| 18 y    | 21 | 2.47       | 2.05                      | 2.91        | 1.84        | 3.10 | 1.79                  | 1.34    | 2.25 | 1.37                           |

For each age group, the SD of TAPSE was taken to construct ranges of the mean  $\pm$  2 SDs and the mean  $\pm$  3 SDs. These ranges represented the expectable normal intervals of deviation for certainty levels of 95% and 99%. Furthermore, the mean, minimum, and maximum of BSA were calculated for the age groups. An index was calculated of mean TAPSE for age divided by mean BSA for each age group.

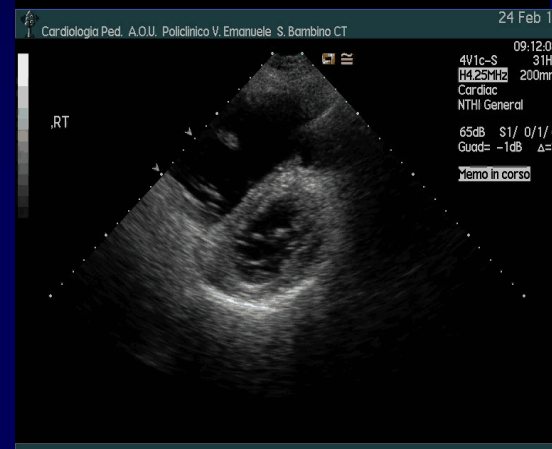


# Indice di eccentricità misura in sistole Valore normale 1



D1: setto-parete postero-  
 laterale  
 D2: parete inferiore-  
 parete anteriore

Geometria settale asse  
 corto Forma a «D»



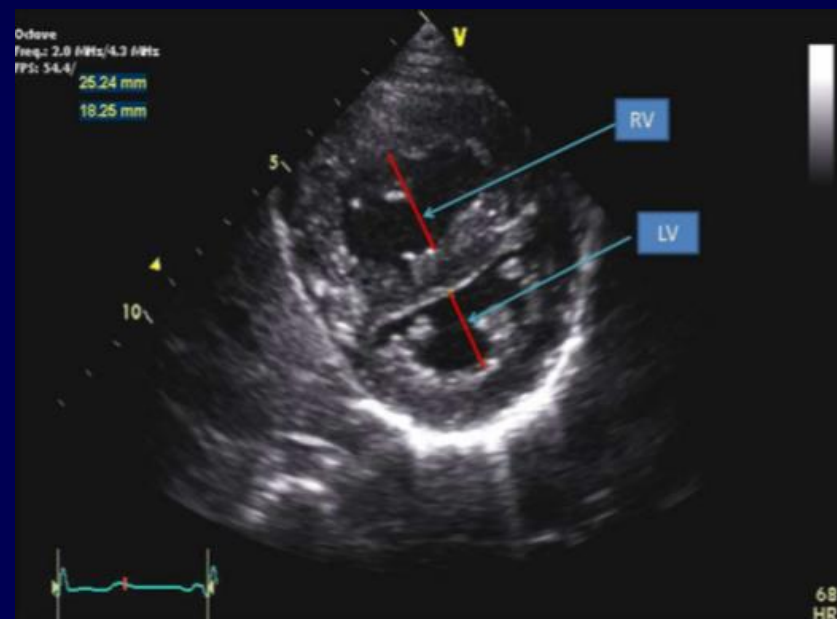
Appiattimento più visibile in  
 fine sistole



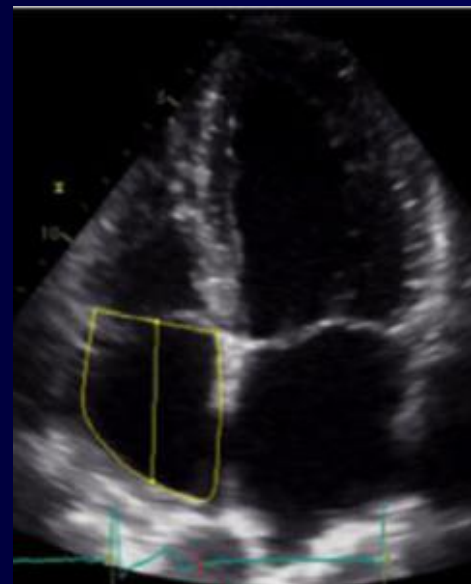
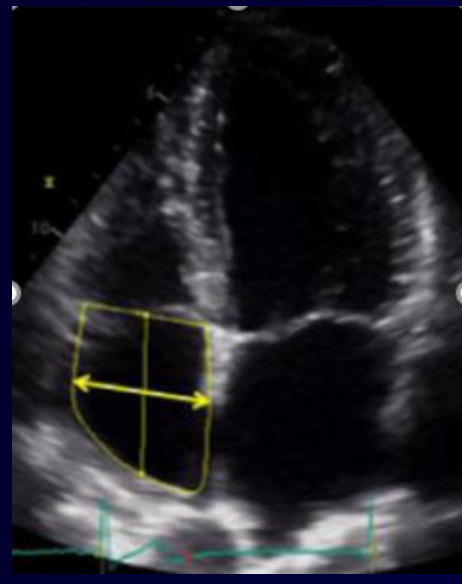
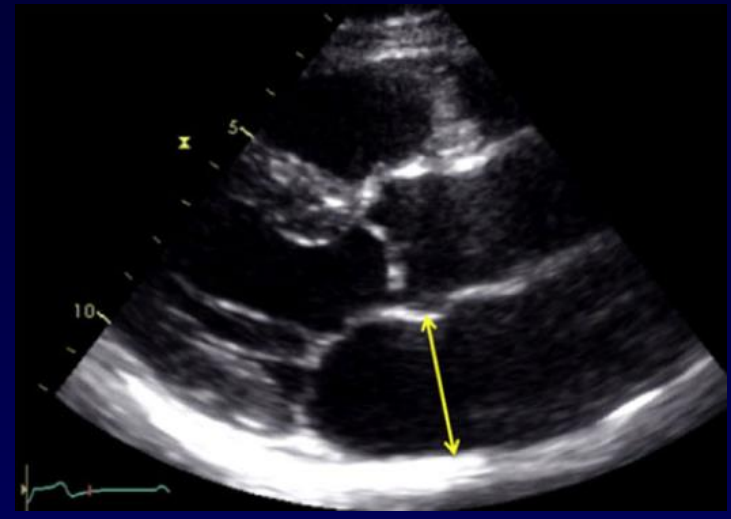
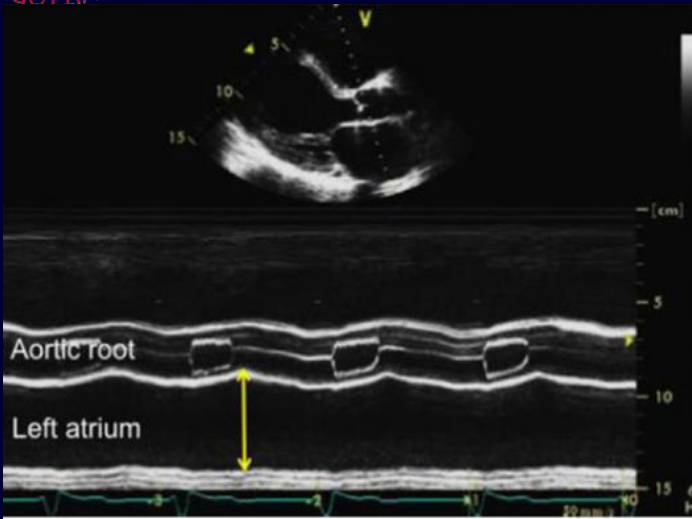
# RV/LV > 1 fortemente patologico



RV/LV misurato in fine sistole a livello dei muscoli papillari



# Studio Atrio destro e sinistro

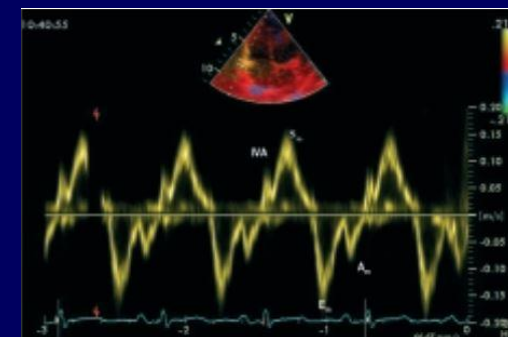
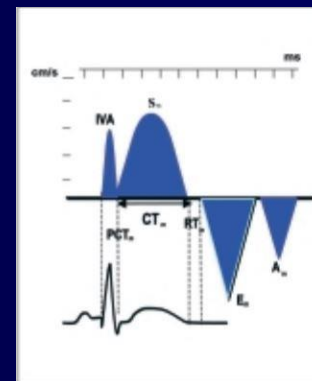
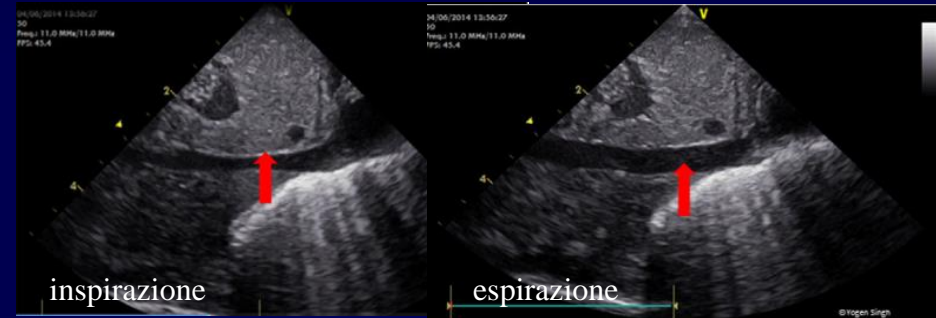


# Ecocardiografia

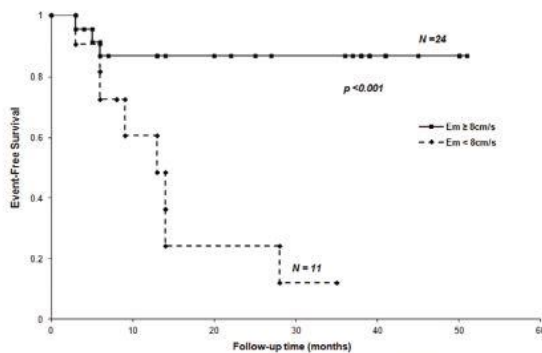
## Stima Pressione atriale destra

| VCI in età pediatrica % di collasso | Stima PAD |
|-------------------------------------|-----------|
| Collasso > 45%                      | 5 mmHg    |
| 35% < collasso < 45%                | 9 mmHg    |
| Collasso < 35%                      | 16 mmHg   |

| Altro Parametro | PAD       |
|-----------------|-----------|
| E/Em > 6        | > 10 mmHg |



Tricuspid E' velocity by tissue Doppler imaging at baseline and survival rate



47th Annual Meeting of the Association for European Paediatric and Congenital Cardiology.

**Figure 6.** Event-free survival and tricuspid Em velocity on tissue Doppler imaging at baseline, and survival rate. Cumulative event-free survival was significantly lower when tricuspid Em was 8 cm/s or less (log-rank test,  $P < 0.001$ ).<sup>66</sup>



# L'emodinamica dei flussi viene studiata in ecocardiografia con la Funzione Doppler

Doppler pulsato  
Doppler continuo  
Doppler colore

velocità dei globuli rossi

Doppler tissutale colore  
Doppler tissutale pulsato

velocità del miocardio ventricolare

## Importante sapere che utilizzando la funzione Doppler:

- velocità di flusso e flusso:
  - non misure dirette, ma ricavate
- Differenze di (gradiente)/pressione attraverso una struttura
  - non misure di pressioni assolute

1. Stima della pressione intracardiache e pressione in arteria polmonare
2. Gittata sistolica, gittata cardiaca, e indice cardiaco
3. Grado di stenosi valvolare
4. Shunt intra ed extra-cardiaci
5. I volumi di rigurgito valvolare

# Doppler Pulsato

**Linea Campione**

parallela con il flusso da campionare ( $\wedge 0 - 20^\circ$ )

**Volume campione**

*In sede d'interesse*  
Piccolo 2-3 mm

**Linea di Base**

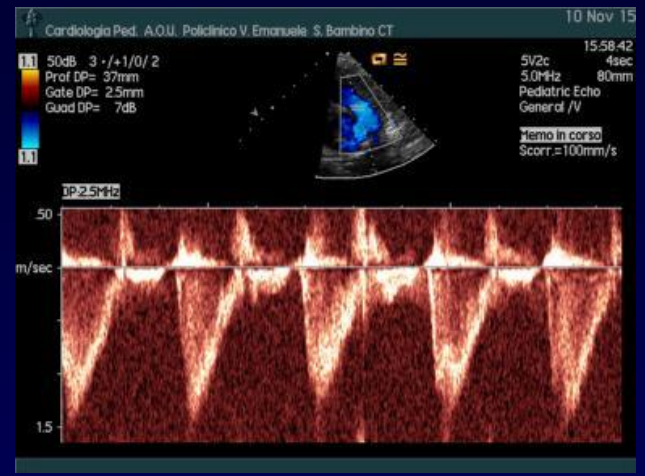
deve visualizzare completamente la curva velocimetrica

**Guadagno**

ridotto in modo che la curva velocimetrica risulti ben definita

**PRF o scala di campionamento**

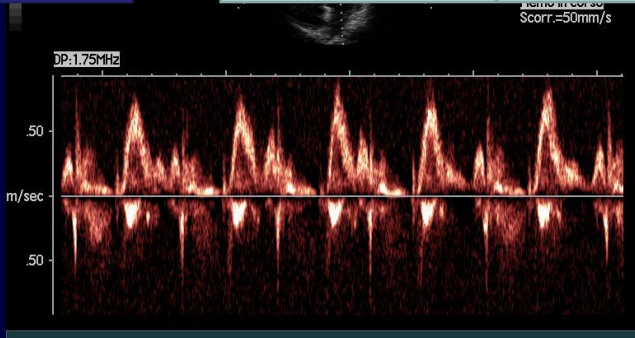
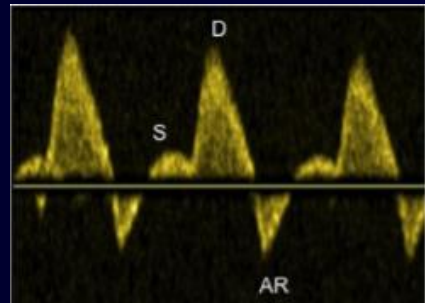
adeguata alla velocità attesa evitare fenomeno "aliasing"



7-20 cm/s flussi venosi;

40-60 cm/s valvole atrio-ventricolari;

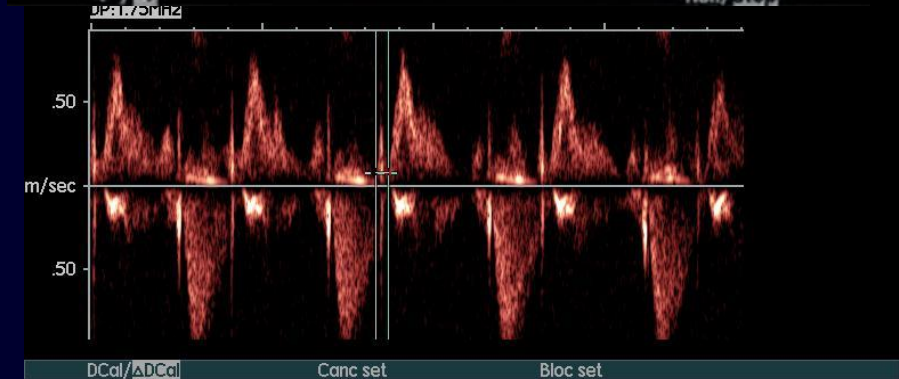
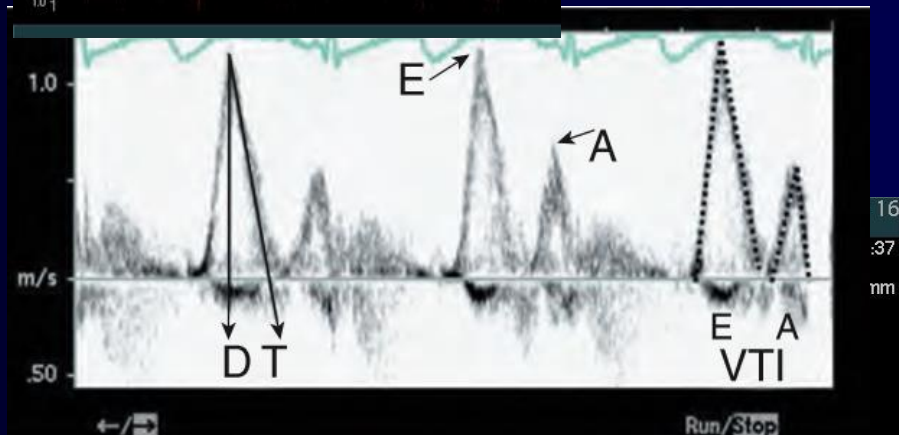
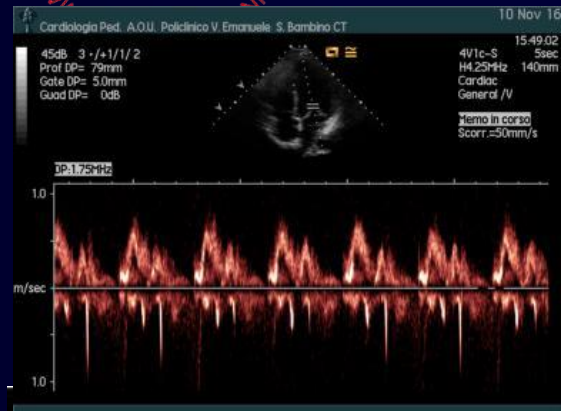
50-90 cm/s semilunari aortica/polmonare



# Funzione diastolica pattern trans-mitralico

Proiezione apicale

Linea Doppler allineata parallelamente al flusso ematico  
 volume campione distalmente all'anulus, vicino punte di  
 apertura valvola mitrale



Velocità onda E ed A; rapporto E/A;  
 Integrale di Flusso (VTI) onda E ed A  
 tempo di decelerazione onda E

IVRT: tempo tra il tono di chiusura della  
 valvola aorta ed apertura della valvola mitrale  
 (misurata con linea campione in apicale  
 cinque camere tra aorta e mitrale)

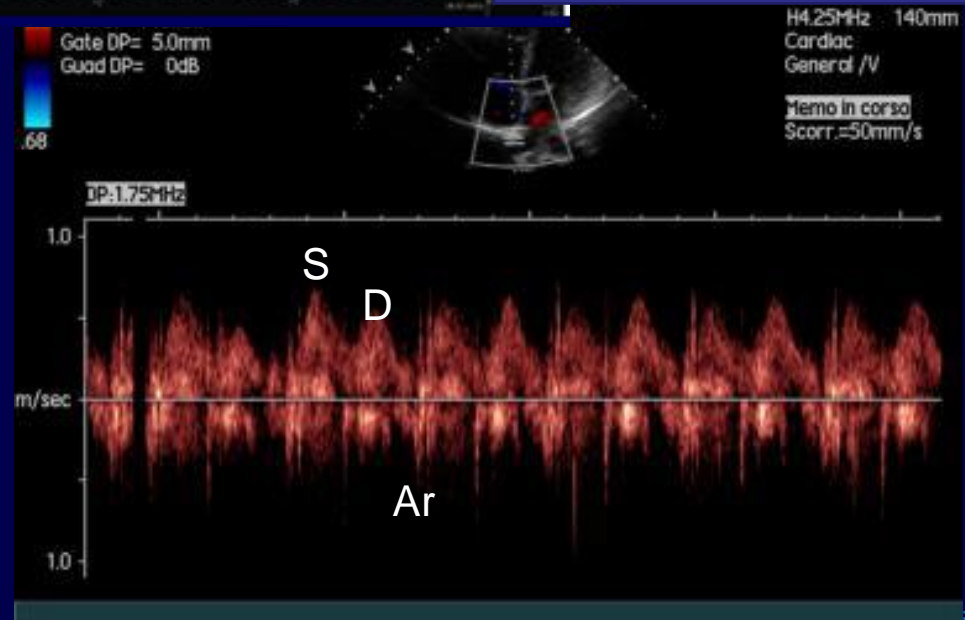


# Studio della funzione diastolica dati limitati nel periodo neonatale



Riempimento ventricolare  
flusso trans-mitralico  
limiti:

- Rapido cambiamento nei primi giorni/settimane di vita si osserva Aumento:
- velocità onda E e E/A
- E/A fusi per elevata FC
- Velocità onda E dipendente dal precarico (dotto pervio)



# Gradienti di Pressione

la misurazione dei gradienti di pressione è valutazione emodinamica più comune nella pratica clinica, esempi in cardiologia pediatrica includono:

tra ventricolo ed atrio destro per stimare la pressione in arteria polmonare

attraverso shunt intracardiaci (difetto interventricolare, dotto arterioso)

attraverso valvole stenotiche

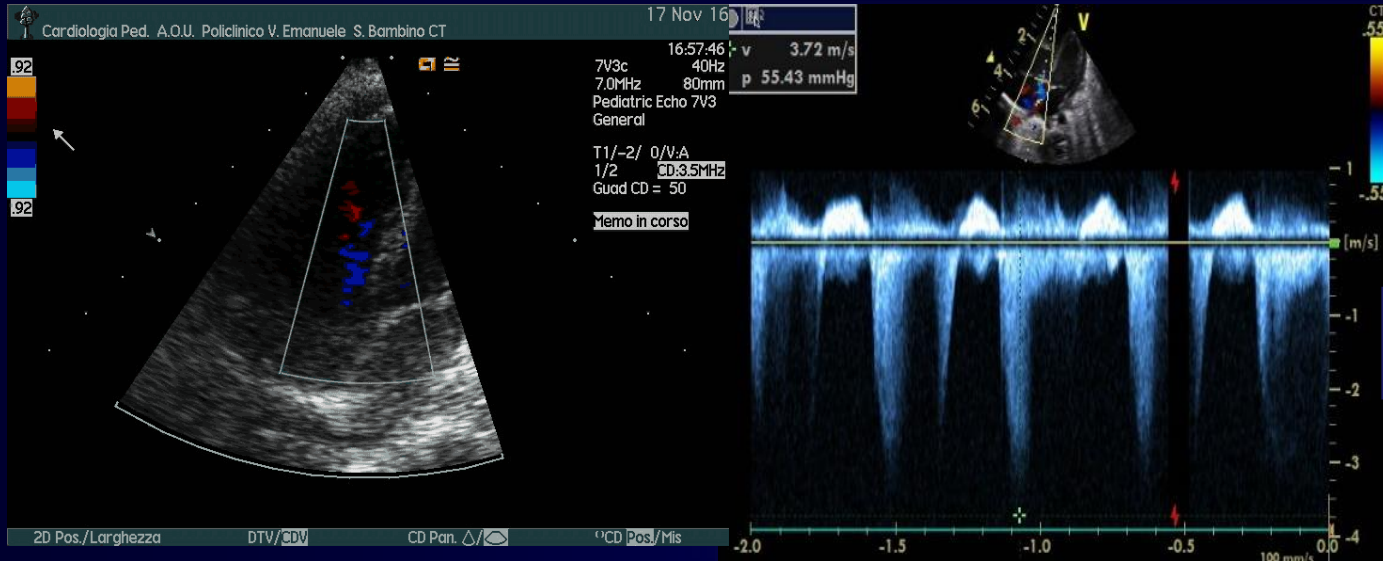


# Calcolo delle pressioni in Ventricolo Destro

Principio di Bernoulli semplificato

$$\Delta P = 4v_2^2$$

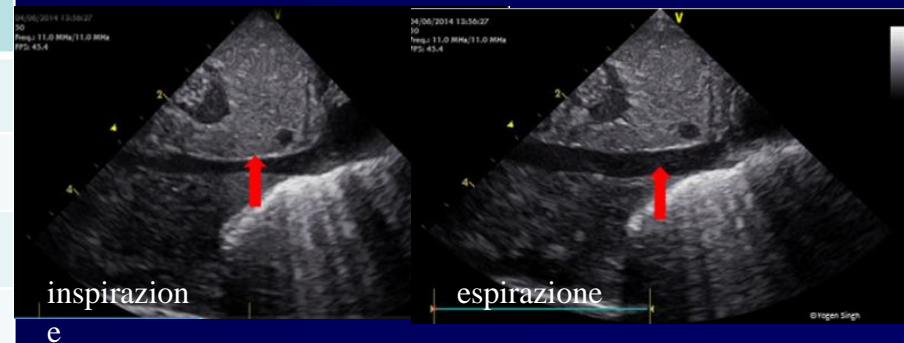
4 = alla metà della densità del sangue



$$PVdx = PAPs = G_{max}(Vdx - Adx) + PAdx$$

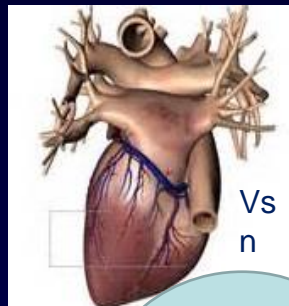
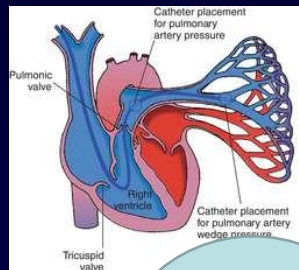
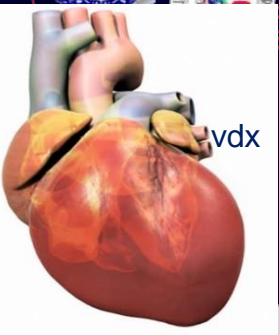
## Stima della pressione atriale destra (PAD)

| VCI in età pediatrica % di collasso | PAD     |
|-------------------------------------|---------|
| Collasso > 45%                      | 5 mmHg  |
| 35% < collasso < 45%                | 9 mmHg  |
| Collasso < 35%                      | 16 mmHg |



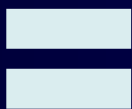


# Calcolo delle pressioni intracardiache: Stima Pressione in Ventricolo DESTRO



Pressione in ventricolo destro

- Sistolica
- diastolica



Pressione arteria Polmonare

- Sistolica
- diastolica

Pressione in ventricolo sinistro

- Sistolica
- diastolica



Pressione Arteriosa sistemica

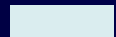
- Sistolica
- diastolica

## In presenza di difetto interventricolare DIV

$\Delta \max$   
( $V_{sx} - V_{dx}$ )

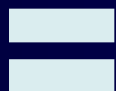


Pressione sistolica  $V_{sn}$



Pressione sistolica  $V_{dx}$

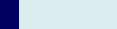
Pressione arteria polmonare  
• Sistolica



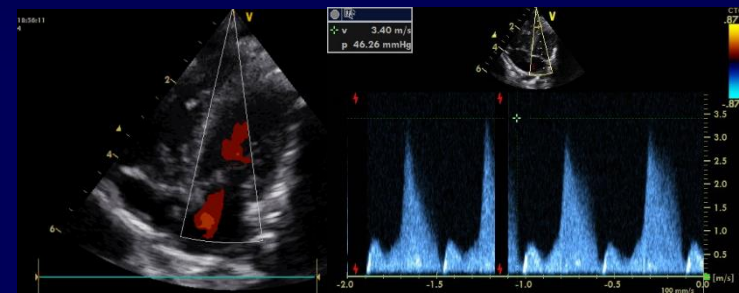
Pressione sistolica  $V_{dx}$



PA sistolica



$\Delta \max$   
( $V_{sn} - V_{dx}$ )



# Gradienti di pressione patologici vengono misurate con il Doppler Continuo Regole:

## Doppler continuo

Linea Campione parallela con il flusso da campionare (^ 0-20°)

Rischio sottostima del gradiente massimo

Usare la frequenza minima possibile

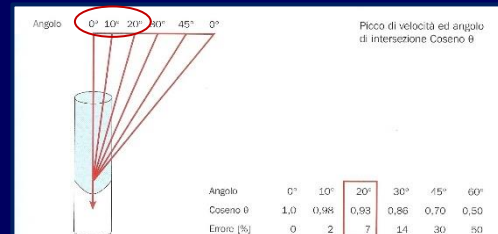
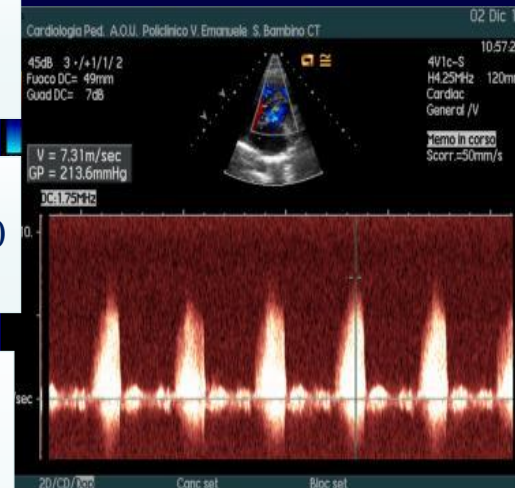
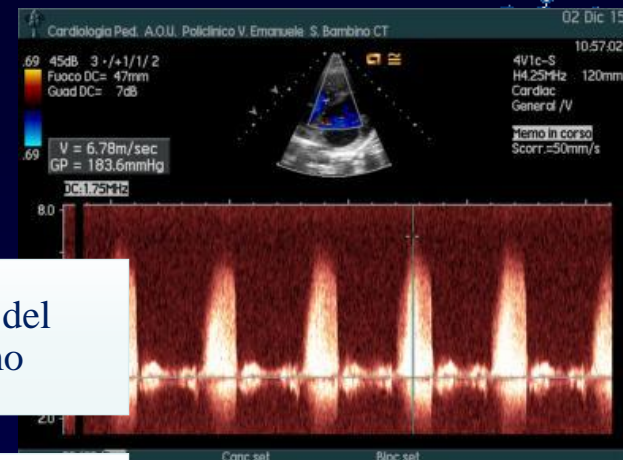
Rischio sovrastimare il gradiente

Per velocità in aliasing, spostare prima la linea dello 0 e dopo aumentare la PRF

Senza peggiorare lo sfondo

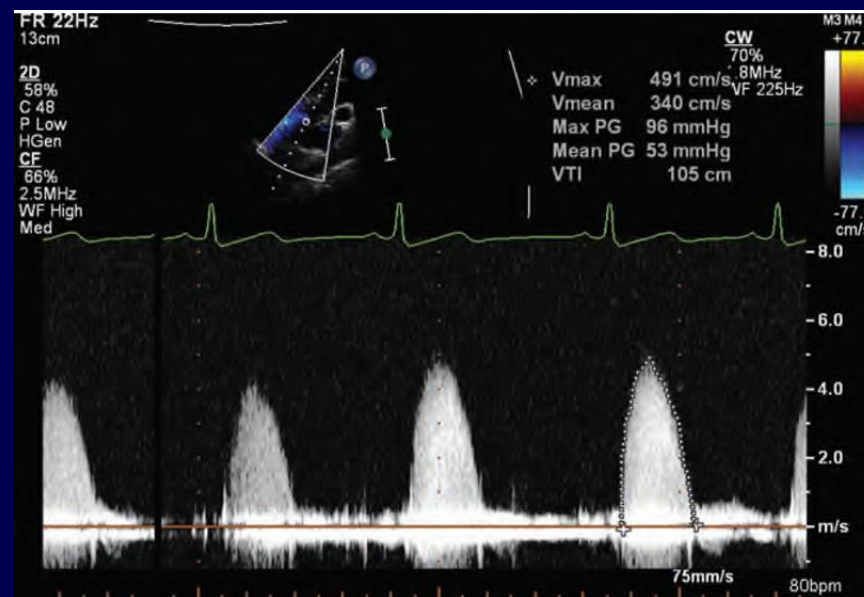
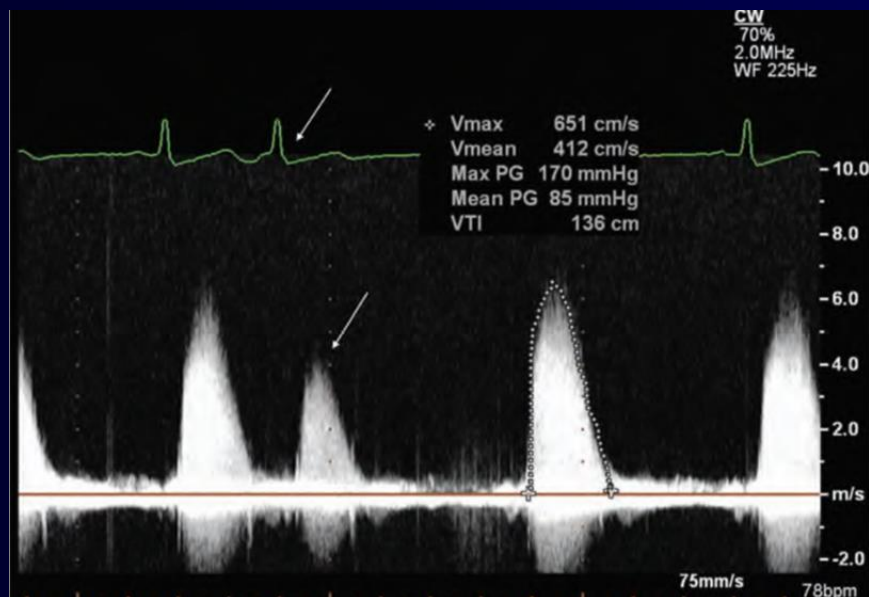
compressione massima  
 reiezione minima  
 Filtro alto 300Hz  
 guadagno minimo (I-II) di grigio

Per segnali deboli: spostare il repere del continuo aumenta la sensibilità del Doppler



I Gradienti devono essere ottenuti in presenza di una frequenza cardiaca stabile, infatti:

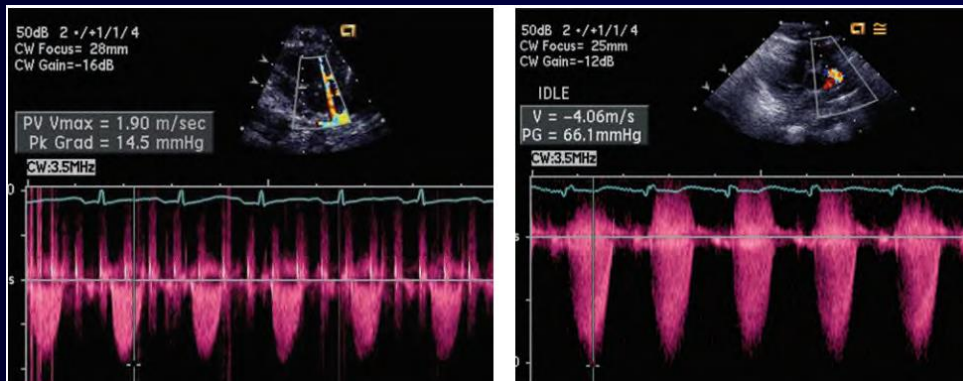
*battiti prematuri facendo variare la gittata sistolica possono portare ad errori nella valutazione del vero gradiente*





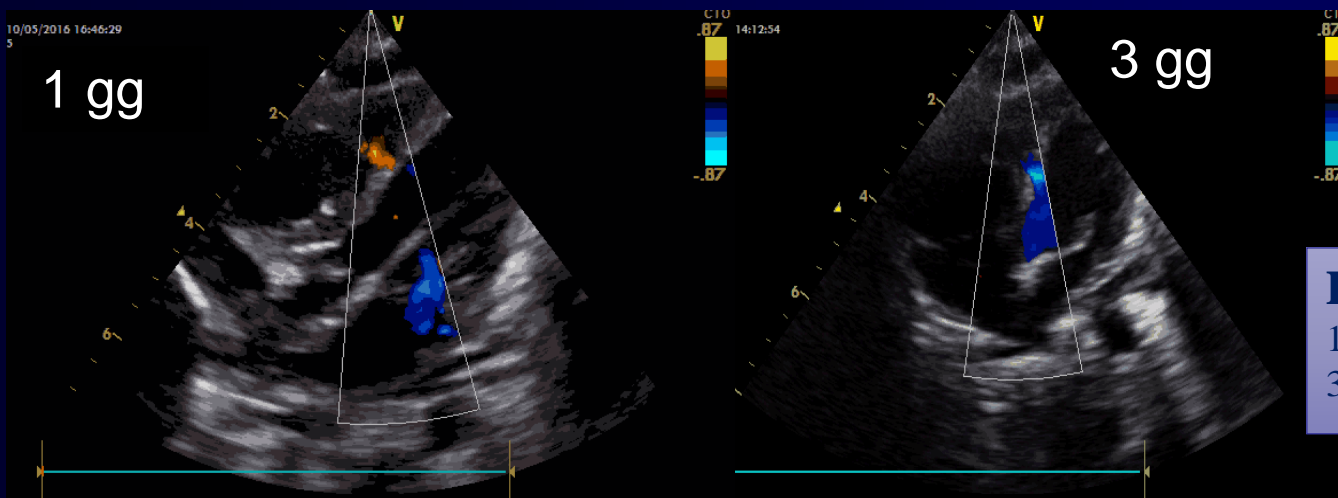
# Gradienti di pressione

*Importante ricordate che in l'ecocardiografia è possibile misurare solo differenze di pressione attraverso una struttura (gradiente di pressione) se un gradiente è basso ciò non implica automaticamente che a monte la pressione è bassa, ma può essere elevata la pressione a valle*



## Stenosi della valvola polmonare

Come varia il gradiente rapidamente nei primi giorni di vita conseguentemente al fisiologico ridursi delle resistenze polmonari

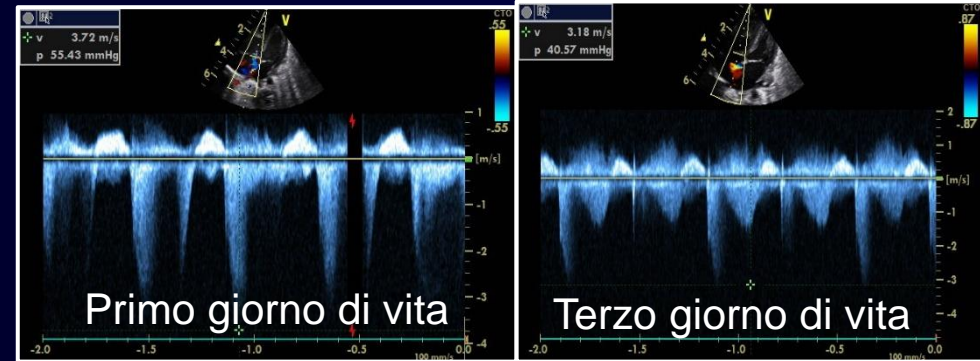
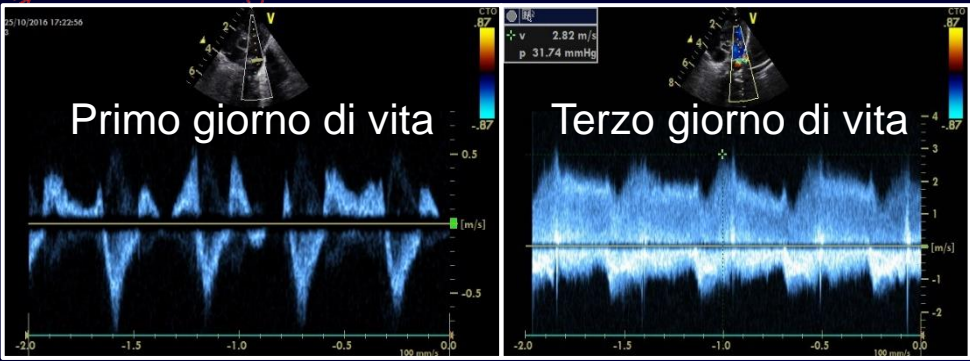


## Difetto interventricolare

1 giorno di vita shunt bidirezionale  
3 giorno di vita shunt sn-dx

# Gradienti di pressione e pressioni

**Shunt attraverso il dotto**  
 Come varia il gradiente rapidamente nei primi giorni di vita conseguentemente al fisiologico ridursi delle resistenze polmonari



pressioni stimate in ventricolo destro



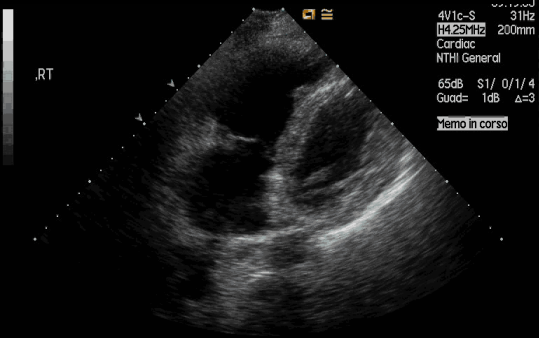
# Gradienti di pressione e funzione ventricolare

la funzione ventricolare può inficiare il valore assoluto del gradiente misurato

- negli adulti, comunemente, la stenosi aortica si può presentare con un basso gradiente attraverso la valvola a causa della funzione ventricolare ridotta (marcata riduzione della gittata sistolica)
- in età pediatrica, quasi sempre, presentano una normale funzione cardiaca ad eccezione della stenosi aortica critica del neonato

Così come la ridotta funzione ventricolare dx sottostima il grado di ipertensione polmonare

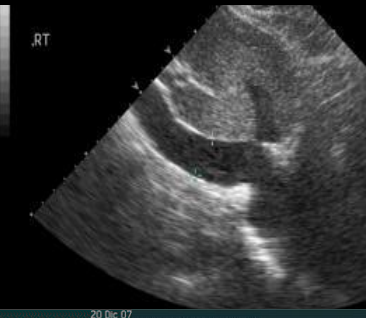
ipertrofia, dilatazione, TAPSE



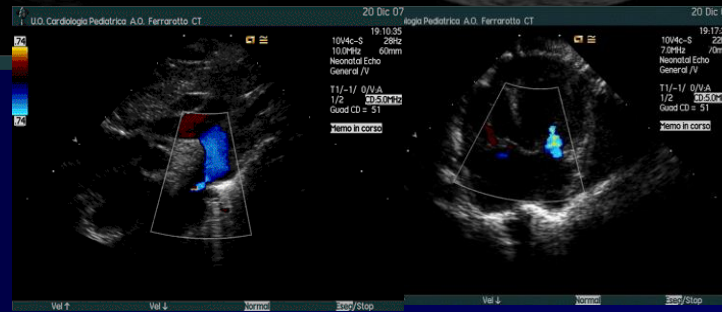
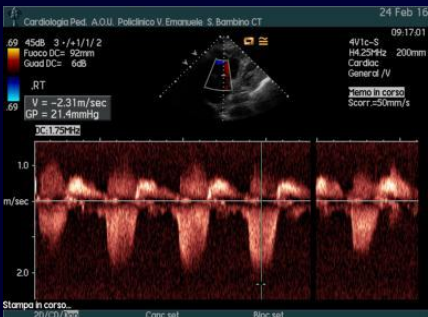
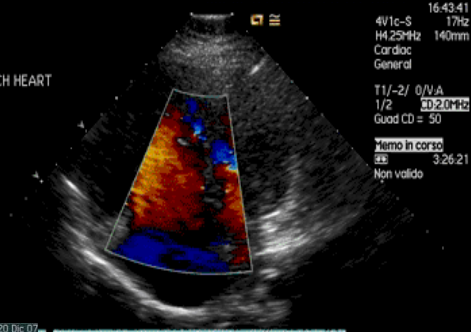
Geometria settale



Dilatazione cava



Rigurgito tricuspidalico



## Ricerca di dati semiquantitativi aggiuntivi

Stadi iperdinamici: tachicardia, anemia o insufficienza aortica sovrastimano il gradiente trans-valvolare aortico

# Ipotensione Sistemica Shock Ipovolemico

## Riduzione del volume circolante Ecocardiogramma

### B Mode

- Riduzione del volume telediastolico e telesistolico (ventricolo sinistro «baciante»)
- Ipercinesia parietale
- Ventricolo destro e atrio destro normale o piccolo
- Collassamento VCI > 55%
- $VCI/Ao_{addominale} = 0.8$  associato a disidratazione

### M Mode

- Riduzione del diametro telediastolico e telesistolico
- Aumento dell'ispessimento in sistole del setto e parete posteriore
- Aumento della frazione di accorciamento

## Terapia

carico idrico



# Ipotensione Sistemica

## Asfissia Perinatale

Può portare a disfunzione miocardica, nota come transitoria ischemia del miocardio e conseguente **ipotesione persistente**

### Ecocardiogramma

#### B mode

- Aumento del volume telediastolico e telesistolico
- Riduzione della funzione contrattile globale (FE)
- Riduzione della gittata cardiaca

#### M mode

- Aumento del diametro telediastolico, telesistolico
- Riduzione della frazione di accorciamento
- Aumento diametri atrio sinistro

#### Doppler

- Insufficienza valvola mitrale
- Aumento della pressione in arteria polmonare
- Insufficienza valvola tricuspide

### Terapia

Restrizione  
idrica

Inotropi

# Equazione idraulica di flusso

Il flusso di liquido (sangue) (Q) attraverso un tubo (vaso o valvola) può essere ottenuto da una semplice equazione idraulica:

**Q**  
 Flusso  
 di  
 sangue

=

**A**  
 Area  
 trasversa  
 (vaso,  
 valvola)

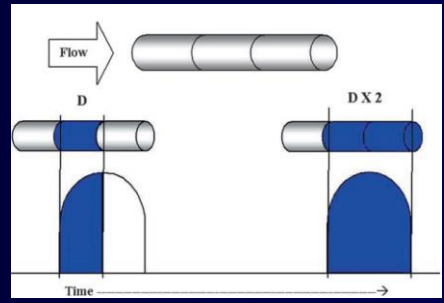
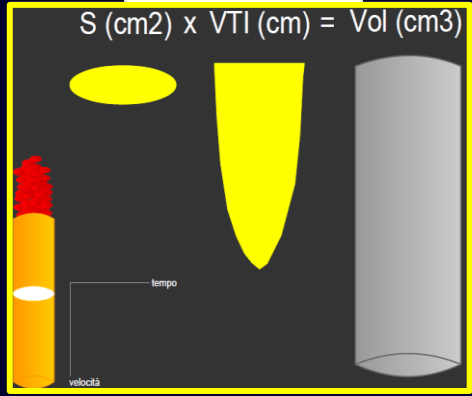
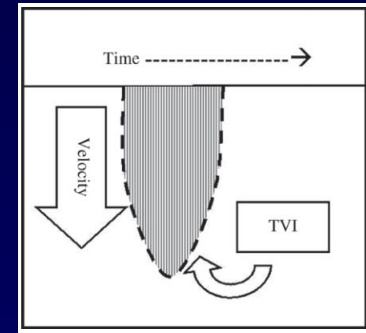
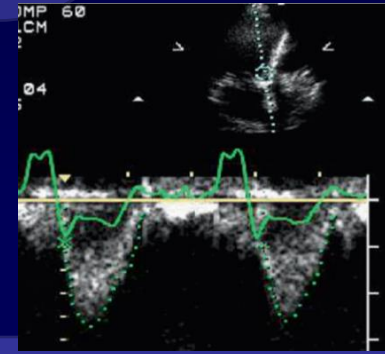
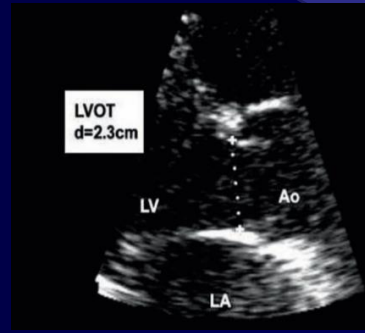
×

**V**  
 Velocità  
 di flusso  
 (sangue)

*Anulus aortico:  
 bordo interno del punto di inserimento  
 cuspidi destra nella radice arteriosa  
 al bordo interno del punto opposto di  
 inserimento cuspidi non coronarica*

**Area  
 Circolare**  
 $A = \pi r^2$   
 (Diametro/2)<sup>2</sup>  
 = 3.14 (D/2)<sup>2</sup>  
 (3.14/4)D<sup>2</sup> =  
**0.785 D<sup>2</sup>**

**Area  
 ellissoide**  
 $A = \pi (D1/2 \times D2/2) =$   
**0.785 (D1  
 x D2)**



**Velocità di flusso**

- In un sistema pulsatile (sistema cardiovascolare), la velocità di flusso varia per tutto il periodo di eiezione.
- Il flusso totale deve essere determinato integrando tutte le singole velocità dello spettro Doppler (TVI) determinato dalla misura dell'area sotto la curva dello spettro Doppler

Applicando l'Equazione idraulica di flusso a qualsiasi valvola, quando NORMOCONTINENTE, è possibile ricavare:

# GITTATA: SISTOLICA-CARDIACA e INDICE CARDIACO

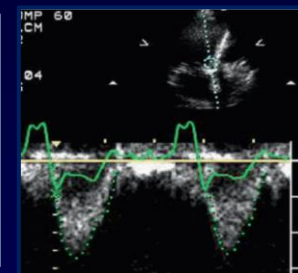
**Q**  
gittata  
sistolica  
(ml)

=

**A**  
Area  
valvolare

×

**VTI**  
integrale  
velocità  
di flusso



**GC**  
gittata  
cardiaca  
ml/m o  
l/m

=

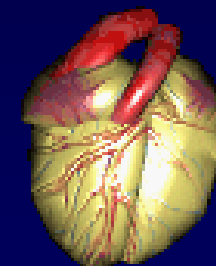
**A**  
Area  
valvolare

×

**VTI**  
integrale  
velocità  
di flusso

×

**FC**  
Frequenza  
Cardiaca



**IC**  
indice  
cardiaco  
l/m/m2

=

**A**  
Area  
valvolare

×

**VTI**  
integrale  
velocità  
di flusso

×

**FC**  
Frequenz  
a  
Cardiaca

×

**MBI**  
superficie  
corporea



# Calcolo della gittata sistolica del ventricolo sinistro $GS(ml)$

Area dell'anulus aortico o tratto di efflusso del ventricolo sinistro

- ottenuta dal diametro in proiezione parasternale sinistra in asse lungo D/2
- VTI (integrale velocità tempo) della curva velocimetrica del flusso sistolico aortico
- ottenuto da proiezione apicale con Doppler pulsato

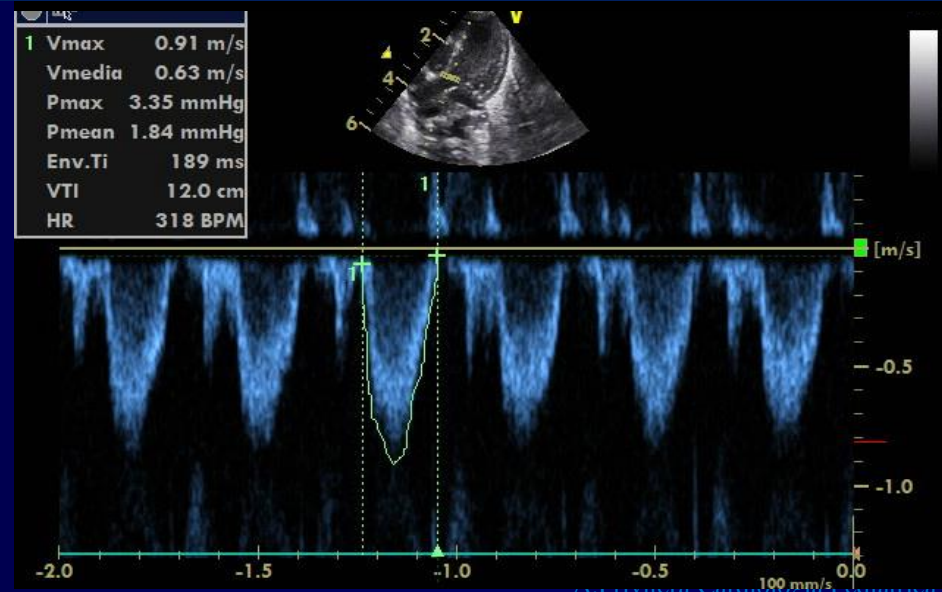
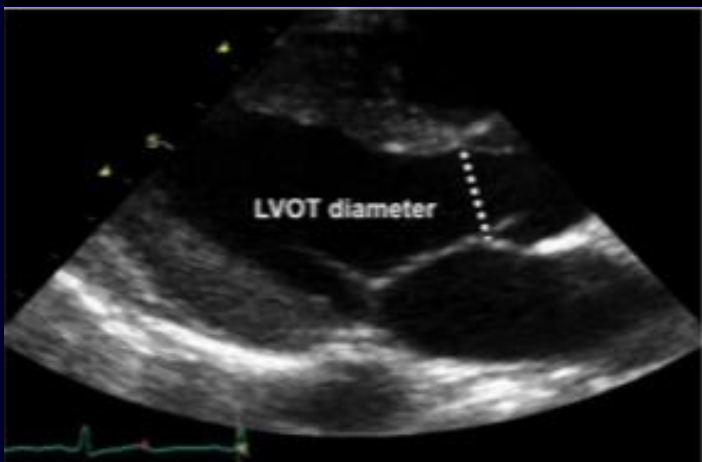
**Il prodotto della gittata sistolica per la frequenza cardiaca fornisce la gittata cardiaca  $GC (ml)$**

$$GS (ml) = VTI (cm) \times \pi r^2 (cm^2) = 2.17 ml$$

$$GC (ml) = 2.17 \times 150 (fc) = 325 ml$$

$$Indice\ cardiaco = 3.3-6L/min/m^2$$

**dimensioni LVOT**



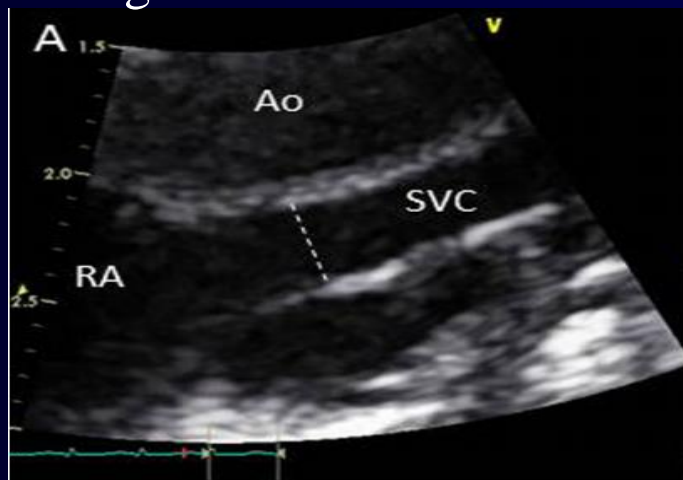


# Metodo alternativo di misura della portata sistemica utilizzando il flusso e diametro della vena cava superiore

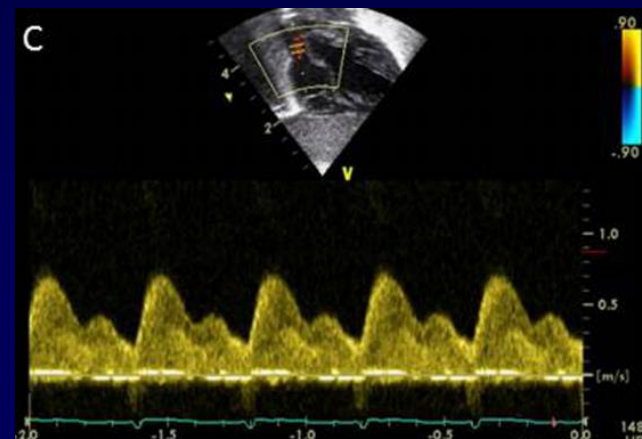
## Proiezioni utilizzate: sottocostale e soprasternale

Diametro vena cava misurato in mono o bidimensionale

Integrale di flusso: la media di 5 cicli, per tenere conto della variabilità respiratoria



*V.N. 90-77ml/kg/min*  
*Un basso flusso indica:*  
*>incidenza di emorragia intraventricolare*  
*>compromissioni neurologiche*



### Limiti:

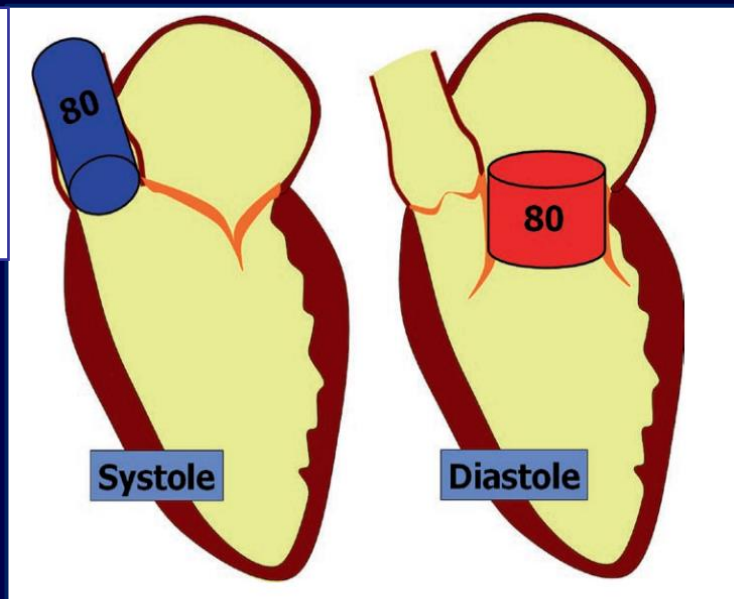
*Variabilità significativa intra-osservatore e inter-osservatore per difficoltà di allineamento di flusso e misura della VCS*  
*Non riflette direttamente la portata cardiaca essendo influenzata dalla pressione toracica e dalla pressione atriale destra*  
*Necessita di convalida per essere inserito nella pratica clinica*

Recommendations: TNE can include a measurement of cardiac index using the LV output method. Both acquisition and analysis need to be well standardized and optimized to guarantee maximal reproducibility. In the presence of a PDA, LV output measurement does not reflect systemic blood flow. The SVC method may be used to follow changes in cardiac output when a PDA is present, but caution is required when interpreting the findings.

# Legge di continuità

(Legge di Conservazione Della Massa: IL FLUSSO DI UN FLUIDO ALL'INTERNO DI UN SISTEMA CHIUSO RIMANE COSTANTE ATTRAVERSO OGNI SEZIONE)

Il volume di sangue che attraversa la valvola mitrale deve essere uguale a quello che attraversa la valvola aortica



Area x  
TVI  
valvola  
mitrale

=

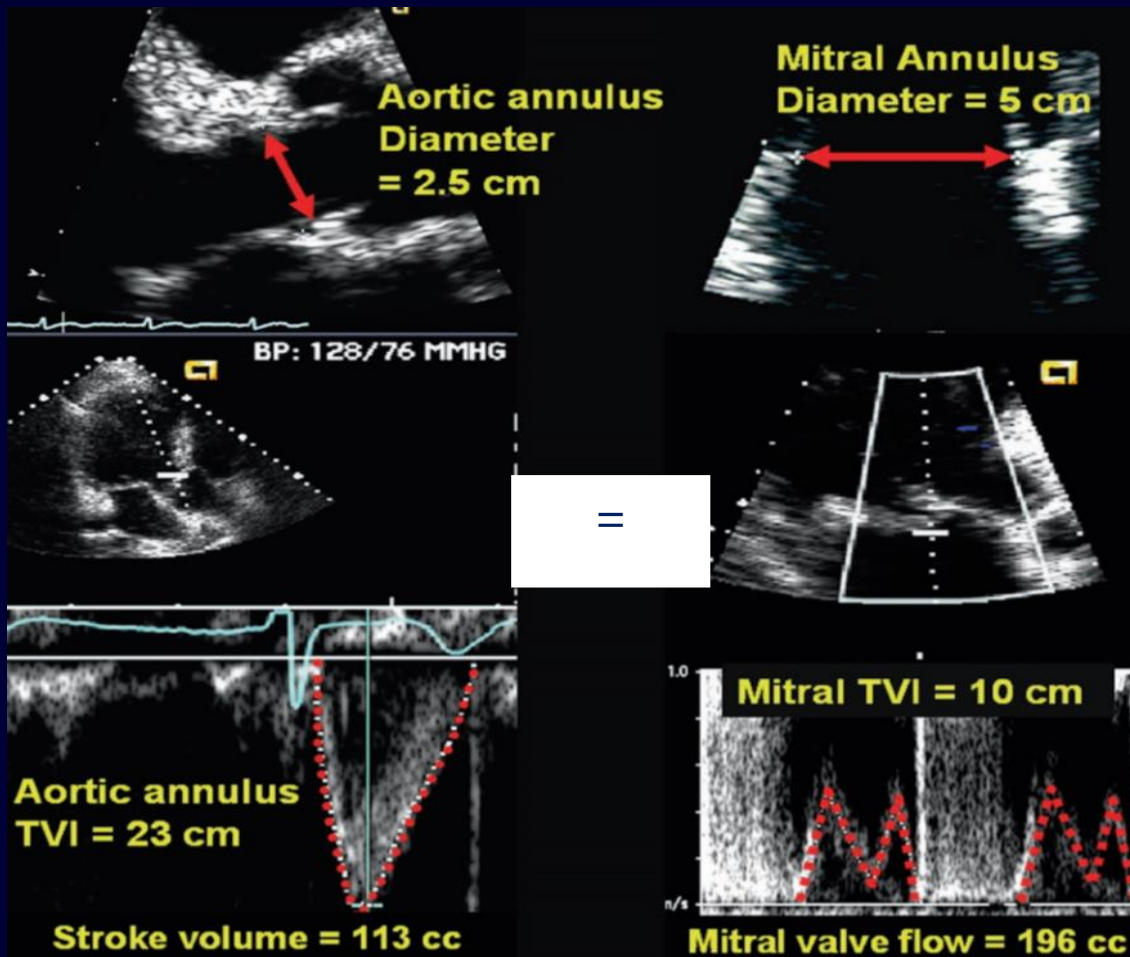
Area x  
TVI  
valvola  
aorta

# Misure Ecocardiografiche

Diametro  
 Anulus aortico  
 2 Bidimensionale

X

Integrale di  
 flusso aortico  
 (VTI)  
 Doppler  
 pulsato/continuo



Diametro  
 Anulus mitralico  
 2 Bidimensionale

X

Integrale di  
 flusso  
 mitralico  
 (VTI)  
 Doppler  
 pulsato/continuo

Il concetto di continuità è molto utile clinicamente per valutare:

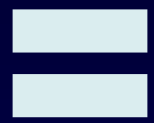
1. Volumi di rigurgito mitralico o aortico (frazione e/o orifizio di rigurgito)
2. Stenosi o area della valvole
3. Shunt intracardiaci

# Portata sistemica



Nel punto di attacco, bordo interno, delle cuspidi alla radice polmonare in sistole

Gittata Sistolica Aortica  
• QS

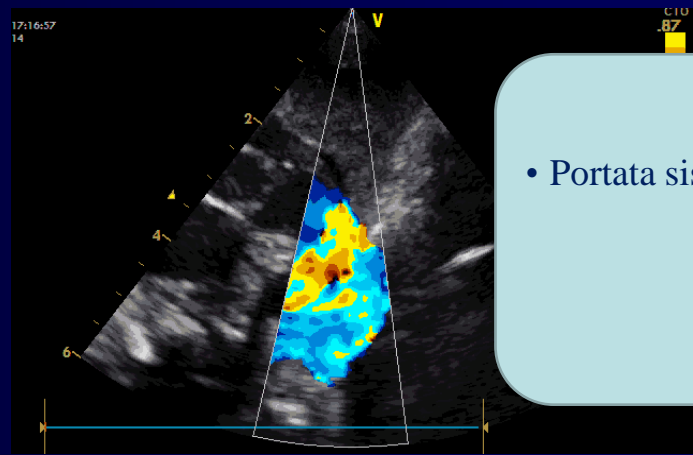
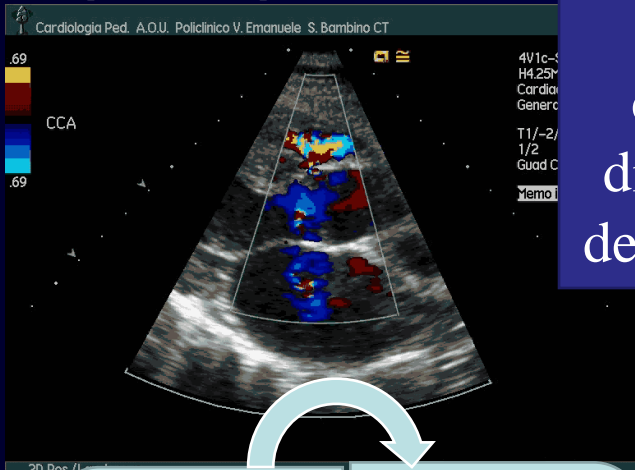


Gittata Sistolica Polmonare  
• QP



Nel punto di attacco, bordo interno, delle cuspidi alla radice polmonare in sistole

In caso di shunt intra ed extra-cardiaci è possibile calcolare la differenza di portata tra ventricolo destro e ventricolo sinistro (QP/QS)



**QP >**  
• Portata sistemica + **shunt intracardiaco**  
• **DIA o DIV**

**QS**  
• Portata sistemica

**QP <**  
• Portata sistemica

**QS**  
• Portata sistemica + **shunt extracardiaco**  
• **Dotto arterioso**  
• **Finestra aorto-polmonare**



**Vantaggi:**

**Valutazione quantitativa**

## QP/QS

- a causa delle imprecisioni di calcolo queste misure non vengono comunemente eseguite
- la misura dell'anulus polmonare è soggetto ad errore dovuto a una scarsa visualizzazione della valvola
- un piccolo errore di misurazione provocherà un notevole errore di calcolo ulteriormente amplificato se la misura viene utilizzato per determinare un rapporto come Qp/Qs

## Functional Echocardiography in the Neonatal Intensive Care Unit

### BOX 1 KEY MESSAGES ON THE ROLE OF FUNCTIONAL ECHOCARDIOGRAPHY IN THE NICU

1. First echocardiogram should include a detailed structural assessment to rule out significant congenital heart defects or define normality.
2. Functional echocardiography is the investigation of choice in diagnosing pulmonary hypertension and assessing its severity. When clinically suspected, treatment should not be delayed while waiting for the echocardiography.
3. While the treatment of PDA remains controversial, a detailed evaluation of hemodynamics may help in rationalising the treatment approach - selecting the right patients for the right intervention at right time.
4. Echocardiography is mandatory in infants with PDA before any medical or surgical intervention.
5. Functional echocardiography may give added physiological information in infants with neonatal shock which can help in identifying the underlying pathophysiology and providing condition specific treatment.
6. Functional echocardiography may help in adopting a physiology-based logical approach to treatment in infants with hypotension or shock – it may be used in choosing fluid resuscitation therapy or inotropic therapy, and further what type of inotrope or vasopressor therapy indicated based upon preload, afterload and cardiac function on echocardiographic assessment.
7. A structured training program specifically designed for the neonatologists to acquire echocardiography skills is urgently needed. Adherence to standardised protocols and robust clinical governance is the key to ensure that high standards of echocardiography skills are being delivered in the NICU.
8. A close collaboration with pediatric cardiologists and neonatologists performing functional echocardiography is recommended.

*NICU: neonatal intensive care unit; PDA: patent ductus arteriosus.*



FOCUS SULL'  
ECOCARDIOGRAFIA IN  
ETÀ neonatale

**GRAZIE!**

**Agata Privitera**  
U.O. Cardiologia Pediatrica  
Ospedale San Marco  
Catania 18/04/2024