

Ecocardiografia: come, quando e perché

Dr. Andrea Sonaglioni

Unità Operativa di Cardiologia

Ospedale San Giuseppe Multimedica

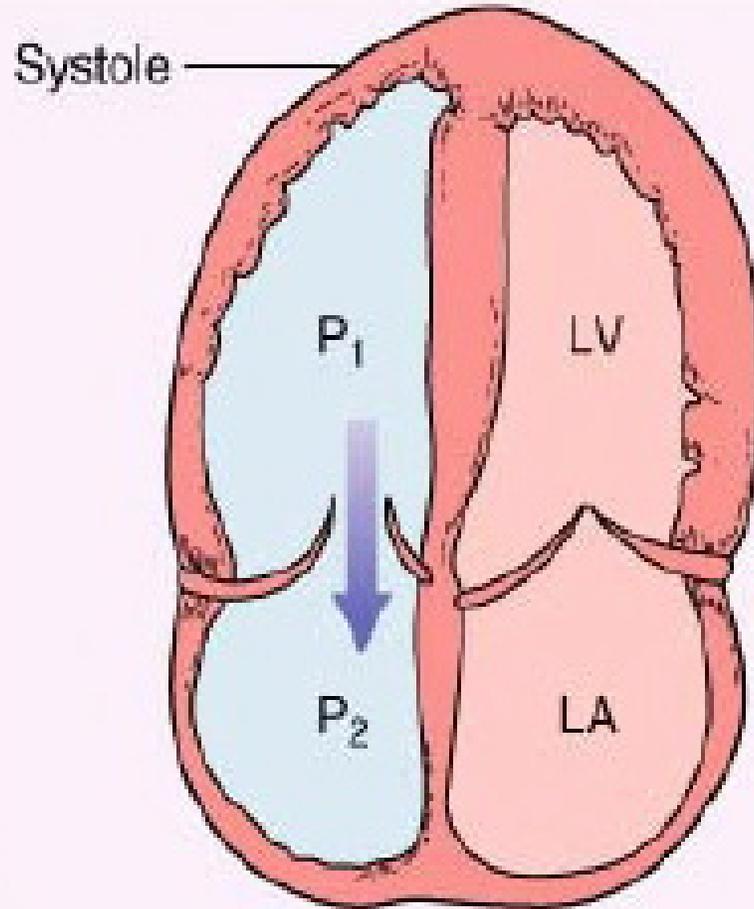


Stima ecocardiografica della PAPs

- La pressione sistolica in arteria polmonare (**PAPs**) è equivalente alla pressione sistolica del ventricolo destro (**PSVD**) in assenza di stenosi polmonare.
- La **PSVD** si calcola dalla misura della velocità di picco del flusso di rigurgito tricuspидale (**TRV**) e dalla stima della pressione atriale destra (**PAD**), applicando l'**equazione di Bernoulli modificata**:

$$\Delta P (\text{PSVD-PAD}) = 4 \times V_{\text{max}}^2 \rightarrow \text{PSVD} = 4\text{TRV}^2 + \text{PAD}.$$

Metodologia calcolo PAPs



$$P_1 - P_2 = 4V^2$$

$$P_1 = 4V^2 + P_2$$

$$RVSP = 4V^2 + P_{RA}$$

V = Peak velocity of TR jet

P_{RA} = Jugular venous pulse

Stima della Vmax del rigurgito tricuspide (TRV)

- La **TRV** è un parametro che permette di stimare il gradiente pressorio sistolico retrogrado tra ventricolo destro ed atrio destro. Tale gradiente ha mostrato di correlare molto bene con i gradienti pressori misurati al cateterismo cardiaco.
- La stima della TRV viene effettuata fondamentalmente dall'**approccio apicale (sezione 4C apicale)**, ma ne è possibile una stima approssimativa anche dagli **approcci parasternale asse corto**, da un **approccio 4C parasternale off axis** e dall'**approccio 4C sottocostale**.
- **ColorDoppler e Doppler a onda continua.**

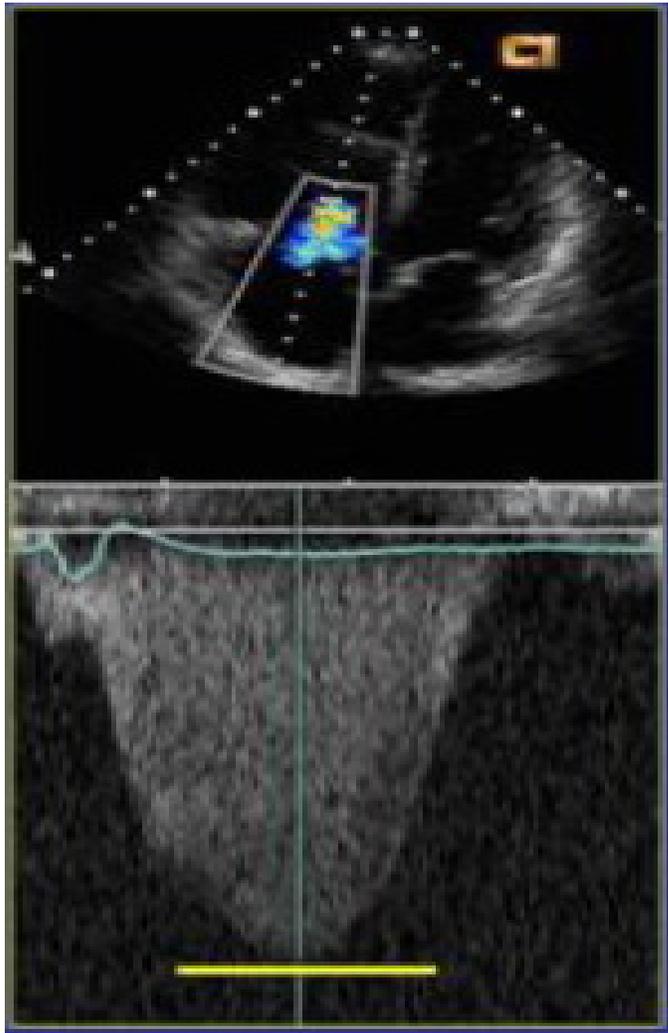
ColorDoppler

- Il colorDoppler consente di stimare l'entità del rigurgito tricuspидale.
- Con l'ausilio del colorDoppler possiamo identificare la direzione del jet di rigurgito tricuspидale.
- L'uso del colorDoppler è raccomandato per scegliere la finestra ecocardiografica più consona ad un corretto allineamento tra il fascio ultrasonoro (US) del Doppler continuo e il flusso rigurgitante.

Doppler a onda continua

- Il **fascio US** deve essere diretto verso la valvola tricuspide ed **allineato parallelamente al jet di rigurgito tricuspide** tra ventricolo destro ed atrio destro.
- Mantenere un angolo inferiore a 20° tra il fascio Doppler e la direzione del jet rigurgitante: **il segnale Doppler è angolo-dipendente** ed è tanto più intenso quanto più **l'incidenza del fascio US è parallela al jet di rigurgito tricuspide** in esame.
- Pertanto, la TRV dovrebbe essere **presa da multiple proiezioni ed off-axis se necessario**, ricercando l'envelope migliore e misurando la massima velocità.

Stima della TRV (m/sec)



- La TRV è di solito compresa fra 2-2,5 m/s; valore normale $\leq 2,8$ m/sec, assumendo una pressione atriale destra di 3-5 mmHg.
- Valori di TRV $> 2,8$ m/sec indicano la presenza di una aumentata pressione in arteria polmonare o di una ostruzione all'efflusso ventricolare destro.

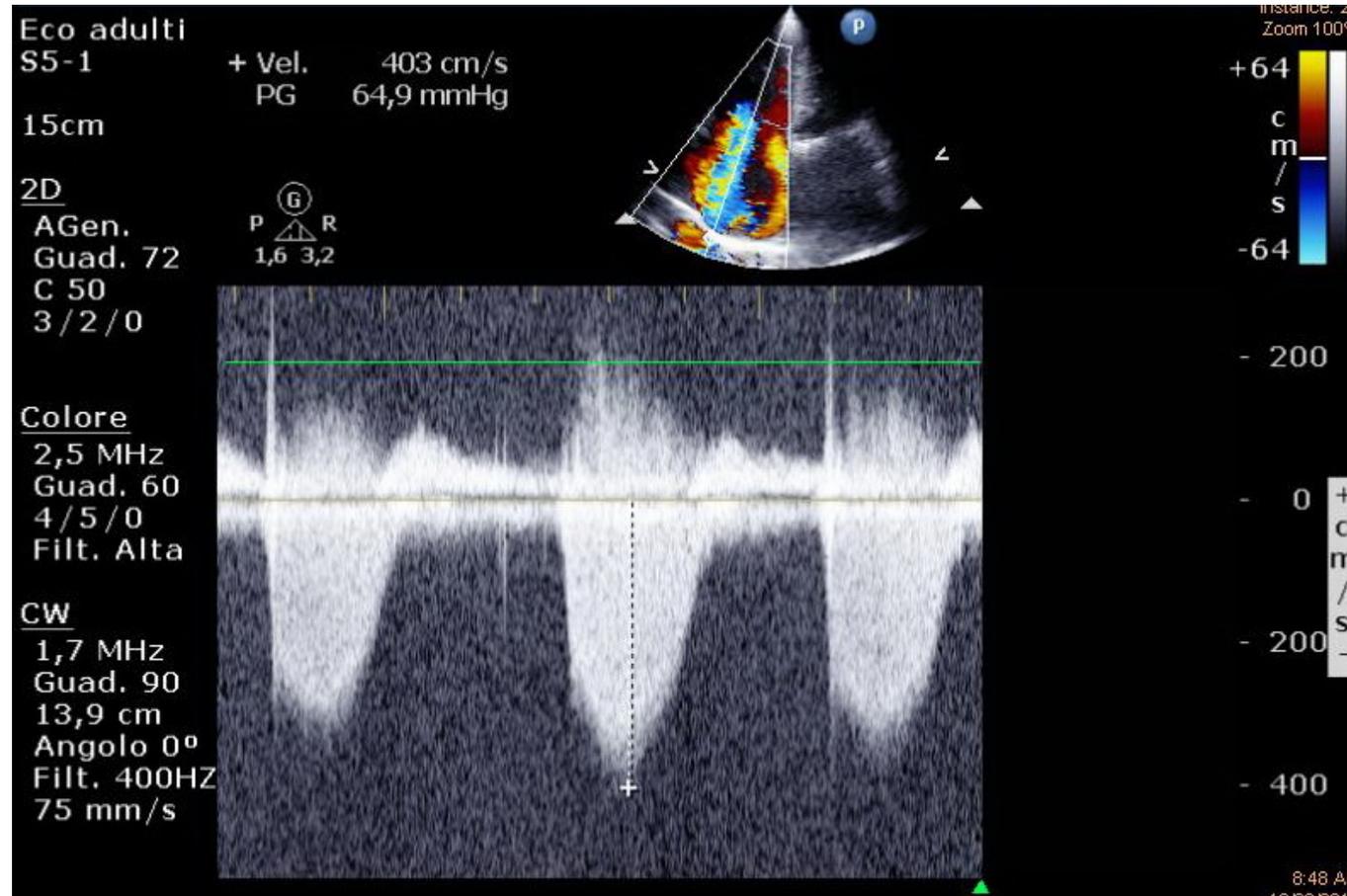
Apparato valvolare tricuspидale

- Il **tessuto valvolare tricuspидalico** è solo di poco superiore all'area dell'annulus.
- Dilatazioni anche moderate dell'anulus comportano **insufficienza tricuspидale funzionale**.
- **Rigurgiti fisiologici** sono apprezzabili nel 40-70% dei soggetti sani.

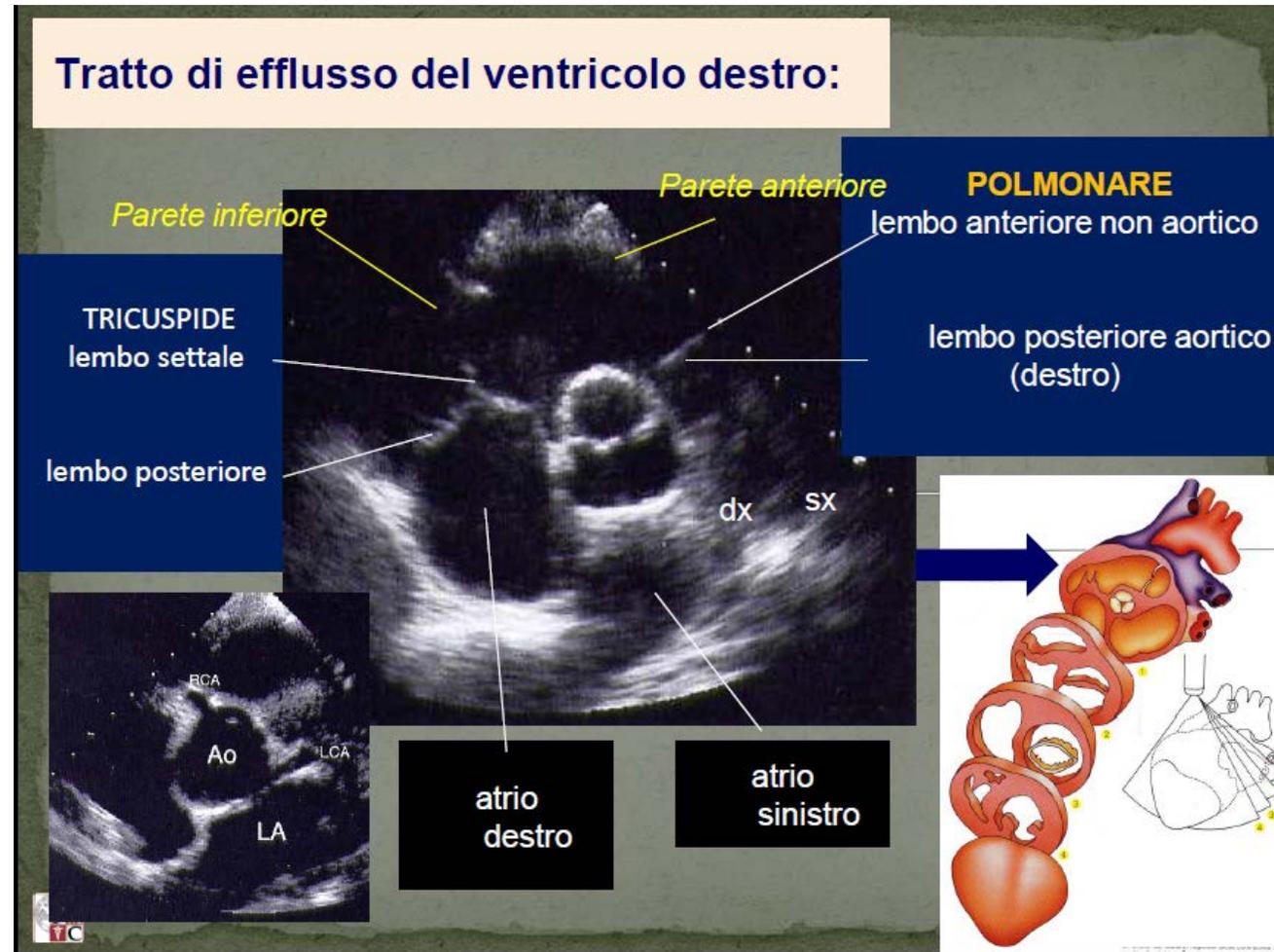
Approccio 4C apicale



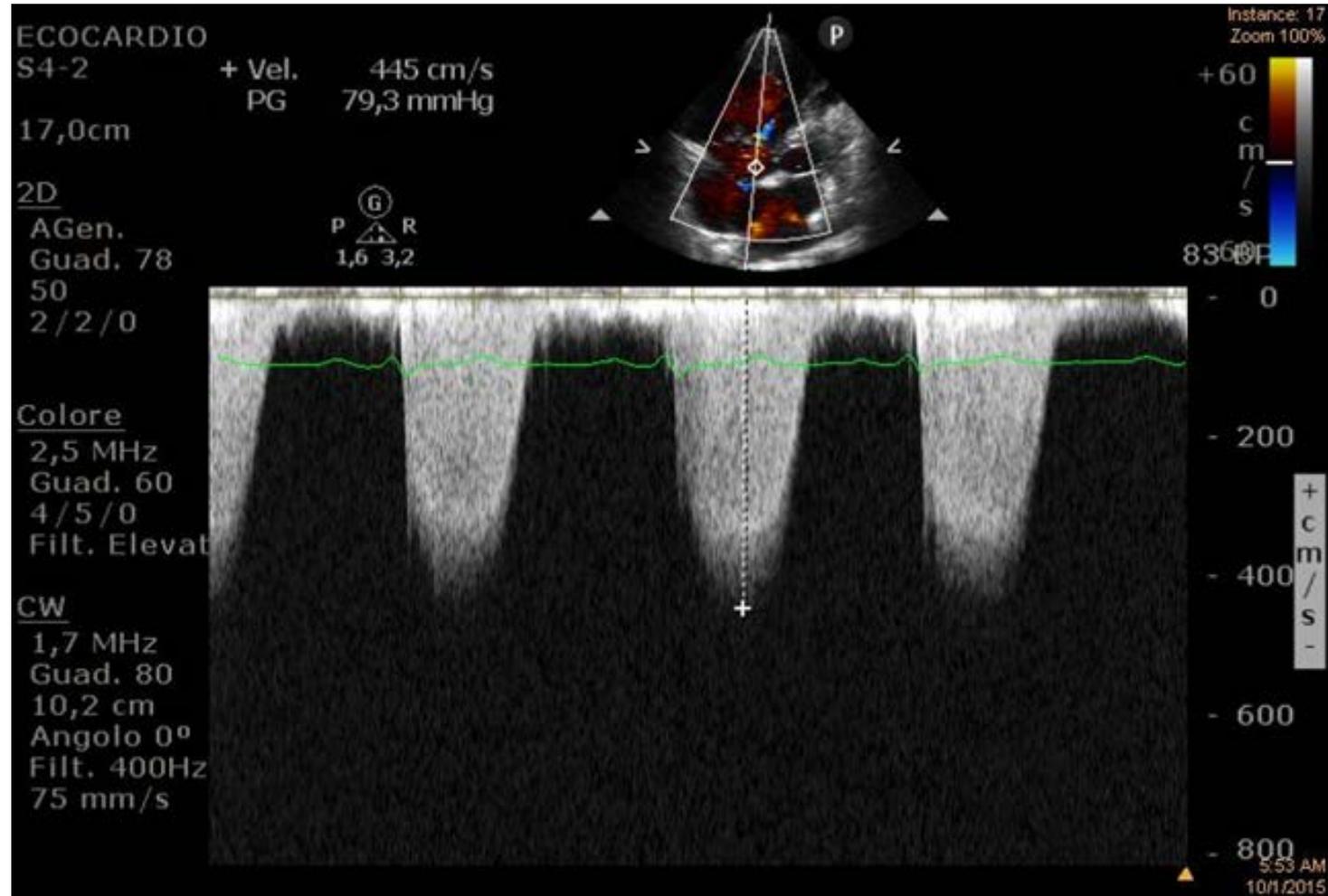
Approccio 4C apicale



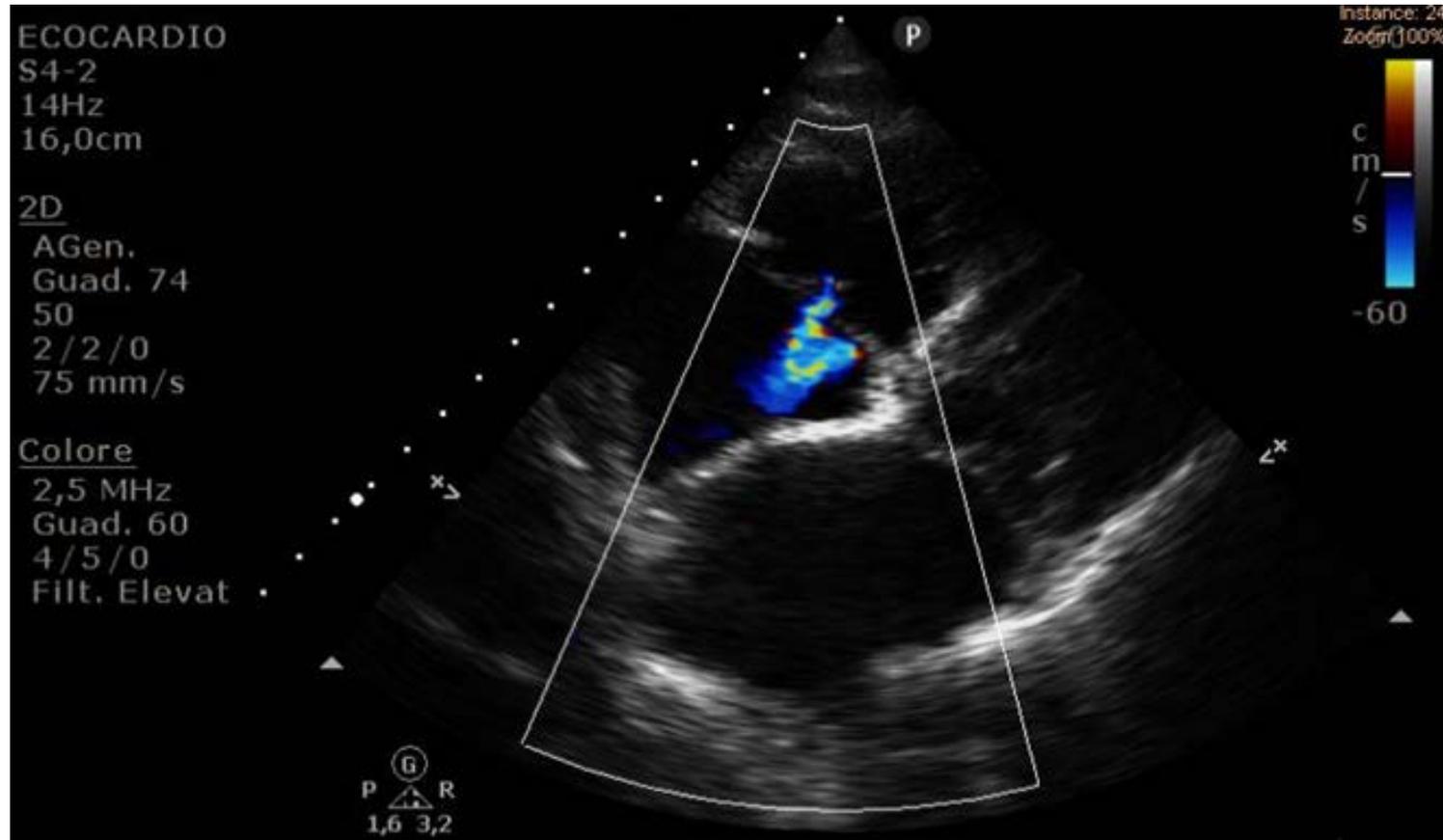
Approccio parasternale asse corto



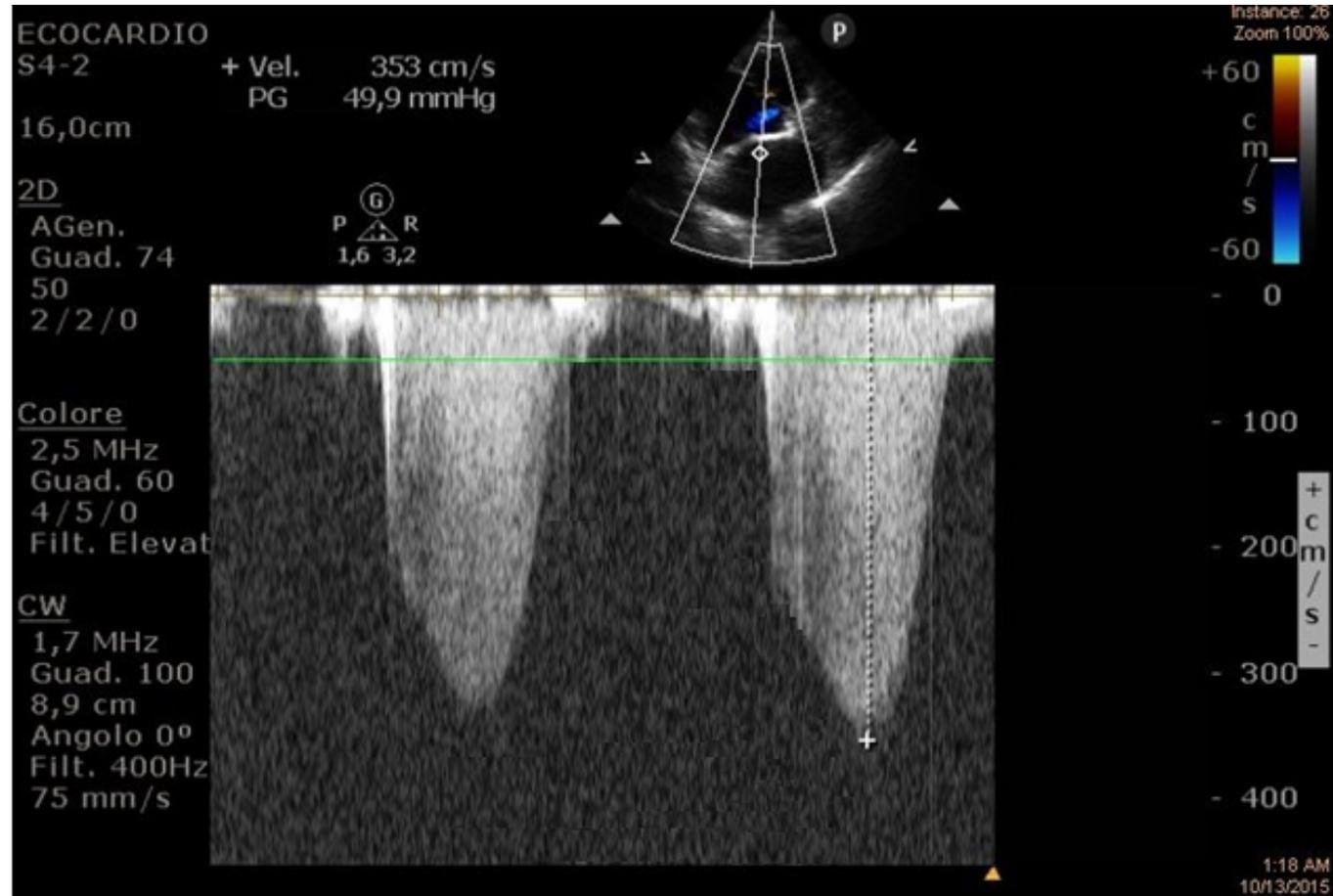
Approccio 4C parasternale off axis



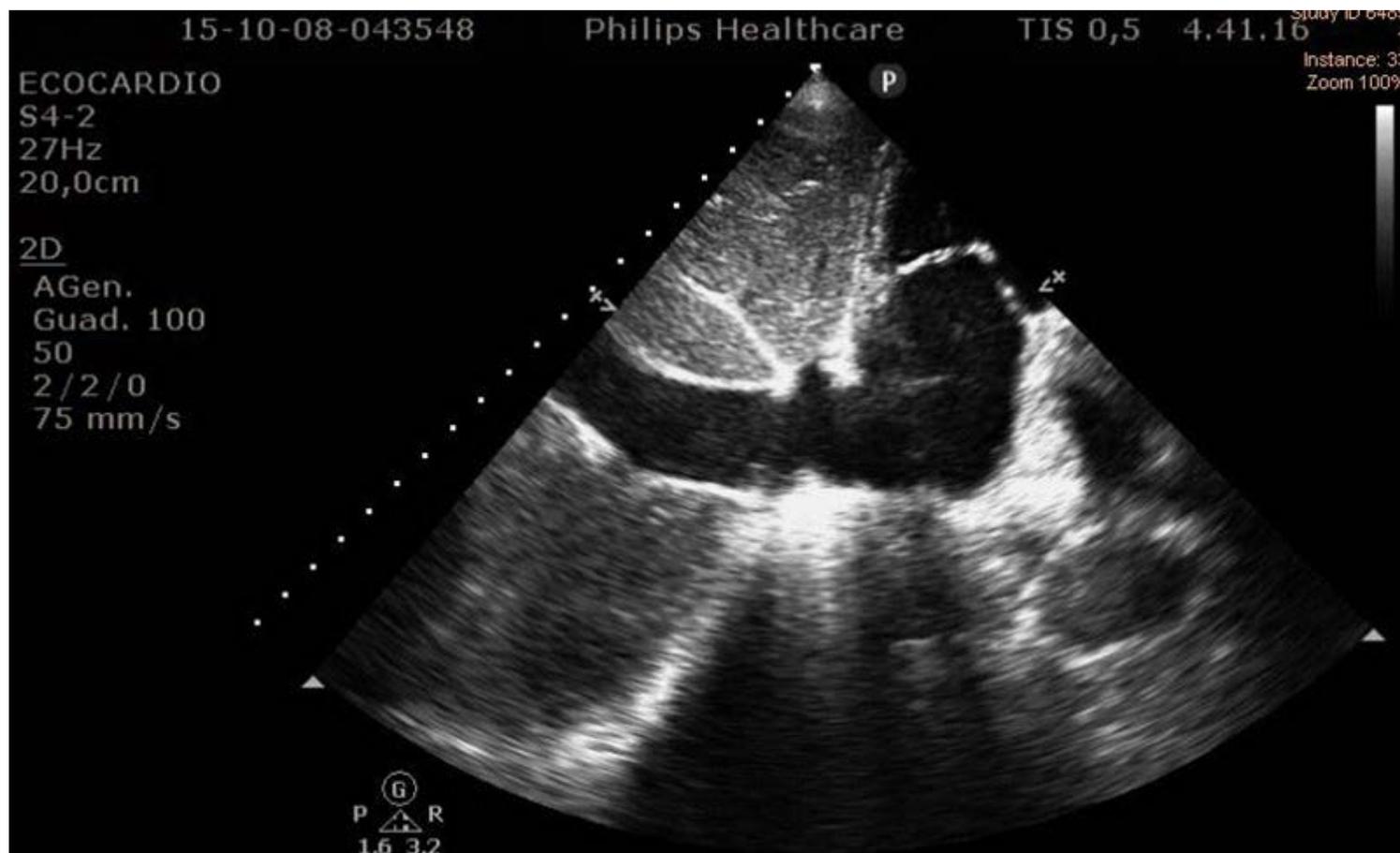
Approccio 4C sottocostale



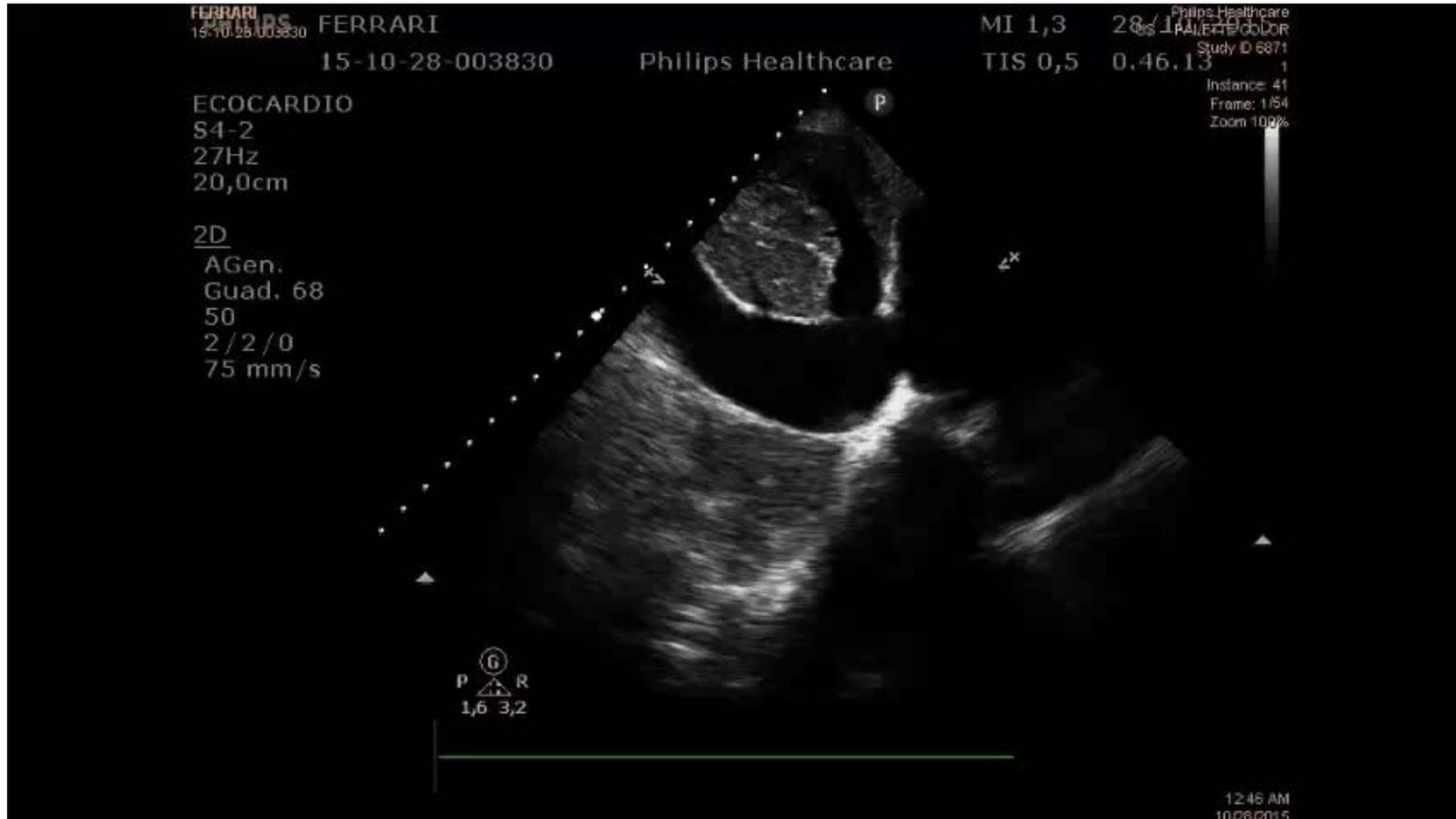
Approccio 4C sottocostale



Stima della pressione atriale destra (PAD)



Studio 2D della VCI



Stima della PAD

VCI	Collasso inspir.	PAD
<18 mm	>50%	5 mmHg
>18 mm	>50%	10 mmHg
>18 mm	<50%	15 mmHg
>18 mm	assente	20 mmHg

Cosa ci dicono le ultime linee guida

- “However, given the inaccuracies of RAP estimation and the amplification of measurement errors by using derived variables, we recommend using **the continuous wave Doppler measurement of peak TRV (and not the estimated PASP) as the main variable for assigning the echocardiographic probability of PH**”.

Echocardiographic probability of pulmonary hypertension in symptomatic patients with a suspicion of pulmonary hypertension

Peak tricuspid regurgitation velocity (m/s)	Presence of other echo 'PH signs' ^a	Echocardiographic probability of pulmonary hypertension
≤2.8 or not measurable	No	Low
≤2.8 or not measurable	Yes	Intermediate
2.9–3.4	No	
2.9–3.4	Yes	High
>3.4	Not required	

Ecocardiografia nella diagnosi di ipertensione polmonare

- Sensibilità 85%
- Specificità 55%
- VPP 52%
- VPN 87%
- Accuratezza 48%

Arcasoy S.M. et al Am J.Resp. Crit Care Med 2003

Falsi positivi

- Per evitare falsi positivi, è importante ricordare che il fisiologico range di normalità della PAPs a riposo è dipendente dall'età e dal BMI.
- Il limite superiore di normalità può essere **40 mmHg nei pazienti anziani e negli obesi (BMI >30 Kg/m²)**.
- L'incremento età-dipendente della PAPs è più comune nei pazienti **diabetici** ed è verosimilmente secondario all'incremento delle LVFP che occorre con l'età e l'ipertensione sistemica; la PAPs è anche legata alla **gettata sistolica e alla pressione arteriosa sistemica**.
- **Lettura erronea delle velocità del jet di rigurgito tricuspideale.**

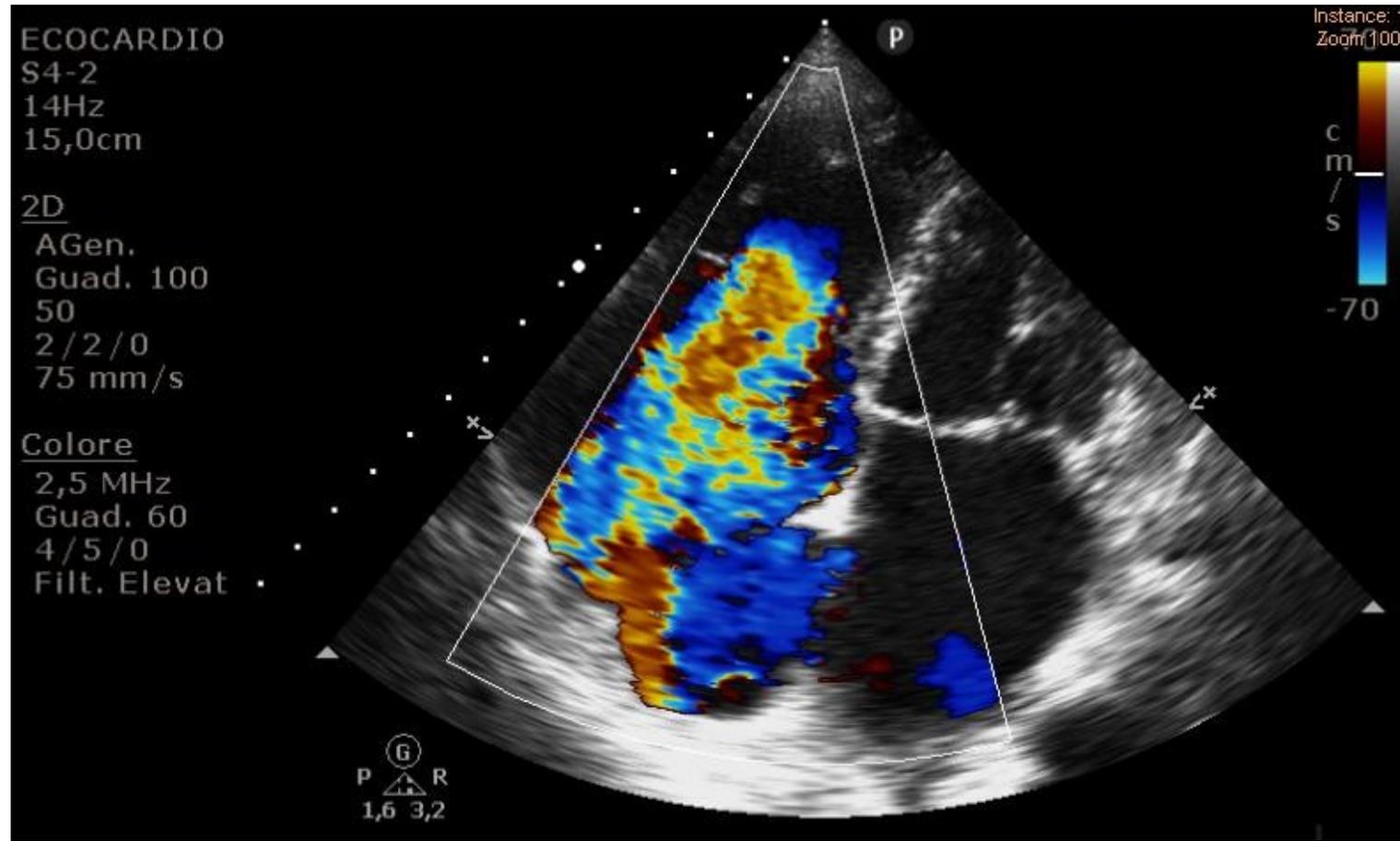
Sottostima della PAPs

- Specie in pazienti con enfisema.
- Non corretto allineamento del fascio ultrasonoro.
- Traccia del jet di rigurgito tricuspide non completa.
- Insufficienza tricuspide severa e pressione atriale destra molto elevata (la presenza di un grosso orifizio rigurgitante determina dal punto di vista emodinamico un certo annullamento del gradiente tra Vdx e atrio dx, trasformando il sistema in una camera unica).
- Disfunzione ventricolare destra.

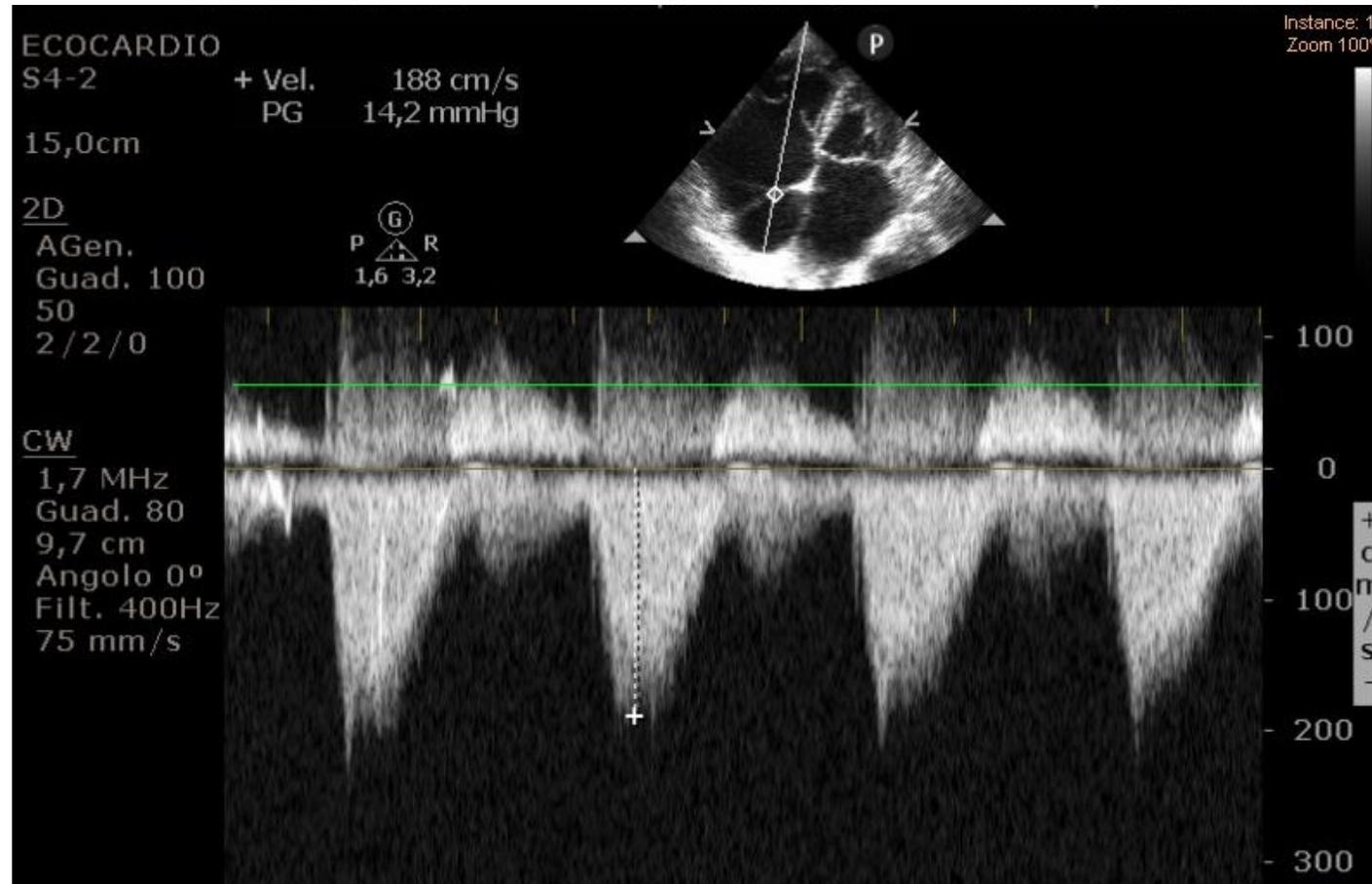
Sottostima della PAPs (1)



Sottostima della PAPs (2)



Sottostima della PAPs (3)



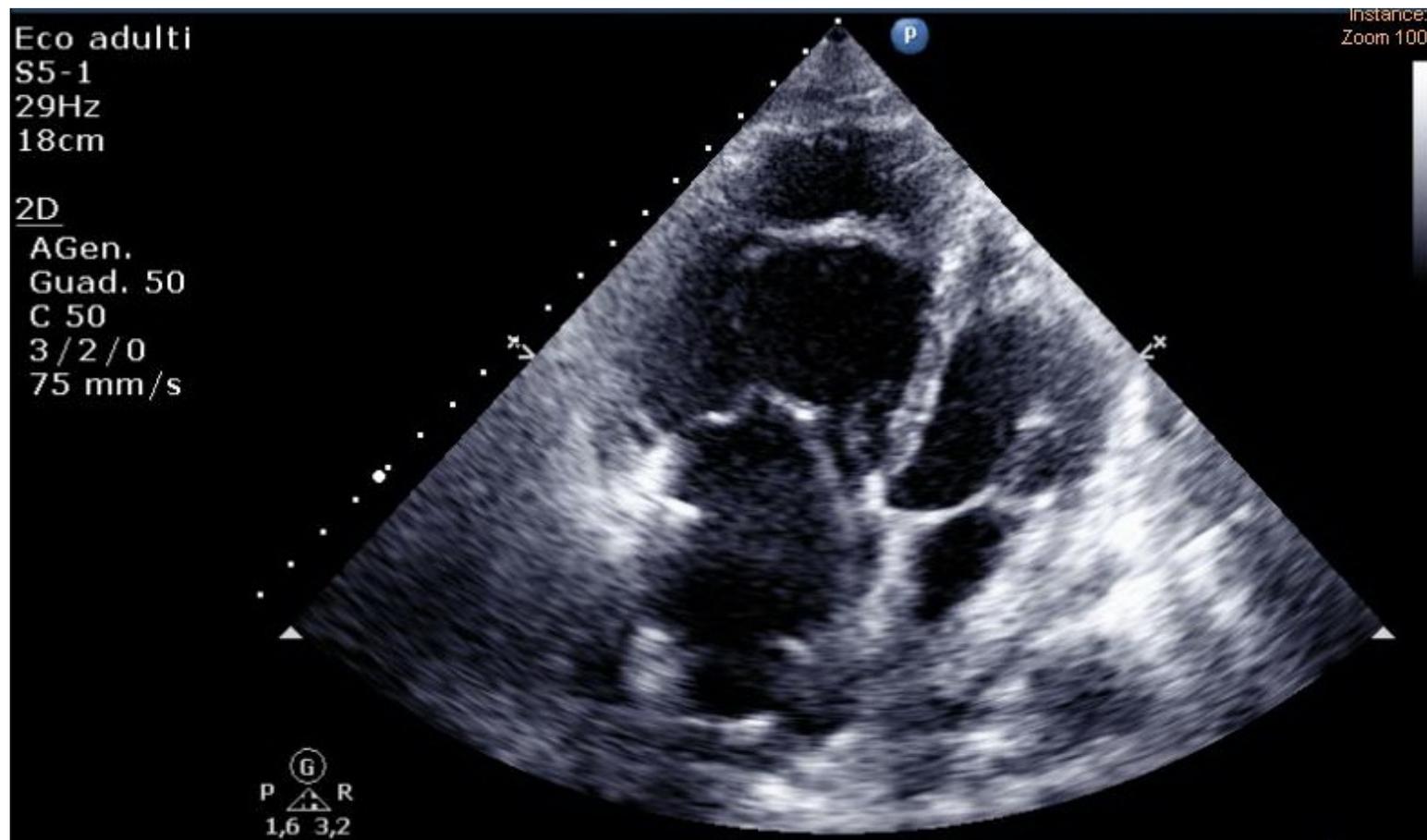
Echocardiographic signs suggesting pulmonary hypertension, in addition to TRV measurement

A: The ventricles ^a	B: Pulmonary artery ^a	C: Inferior vena cava and right atrium ^a
Right ventricle/ left ventricle basal diameter ratio >1.0	Right ventricular outflow Doppler acceleration time <105 msec and/or midsystolic notching	Inferior cava diameter >21 mm with decreased inspiratory collapse (<50 % with a sniff or <20 % with quiet inspiration)
Flattening of the interventricular septum (left ventricular eccentricity index >1.1 in systole and/or diastole)	Early diastolic pulmonary regurgitation velocity >2.2 m/sec	Right atrial area (end-systole) >18 cm ²
	PA diameter >25 mm.	

RV/LV basal diameter ratio >1



Abnorme dilatazione delle sezioni destre



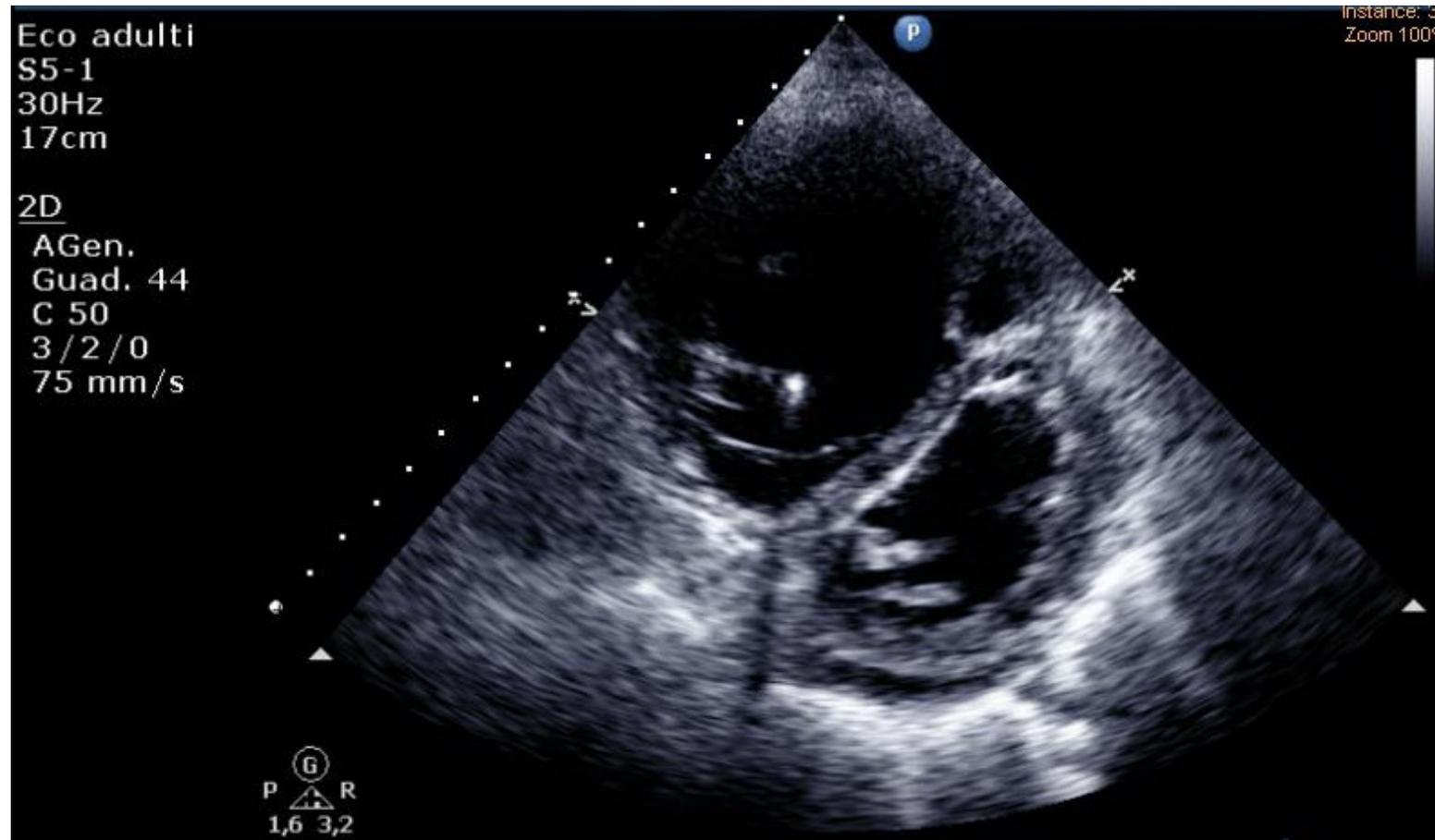
Dissinergia settale da sovraccarico destro

- Con il progressivo aumento delle pressioni delle sezioni destre, **il setto interventricolare si fa piatto**: caratteristico elemento ecocardiografico dell'ipertensione polmonare.
- L'incremento delle pressioni ventricolari destre si manifesta con un **movimento settale paradossale**: il setto sembra funzionare come parte del ventricolo destro, piuttosto che del ventricolo sinistro.
- Il movimento paradossale del SIV in sistole è seguito da un **movimento a scatto verso la cavità ventricolare sinistra in protodiastole**, per un aumento della pressione protodiastolica $V_{dx} > a$ quella V_{sin} .

Flattening of the interventricular septum

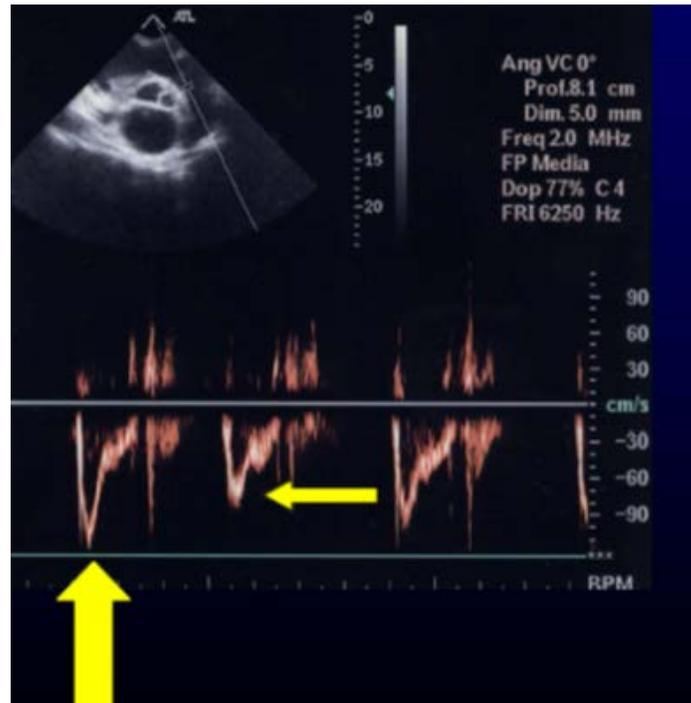


Right ventricular overload: D-shape LV

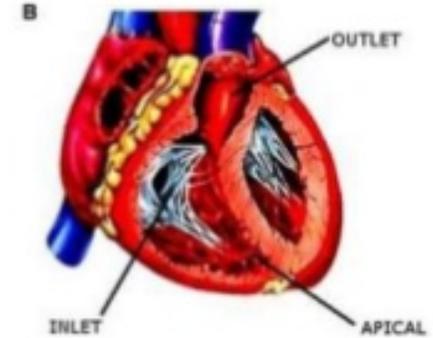
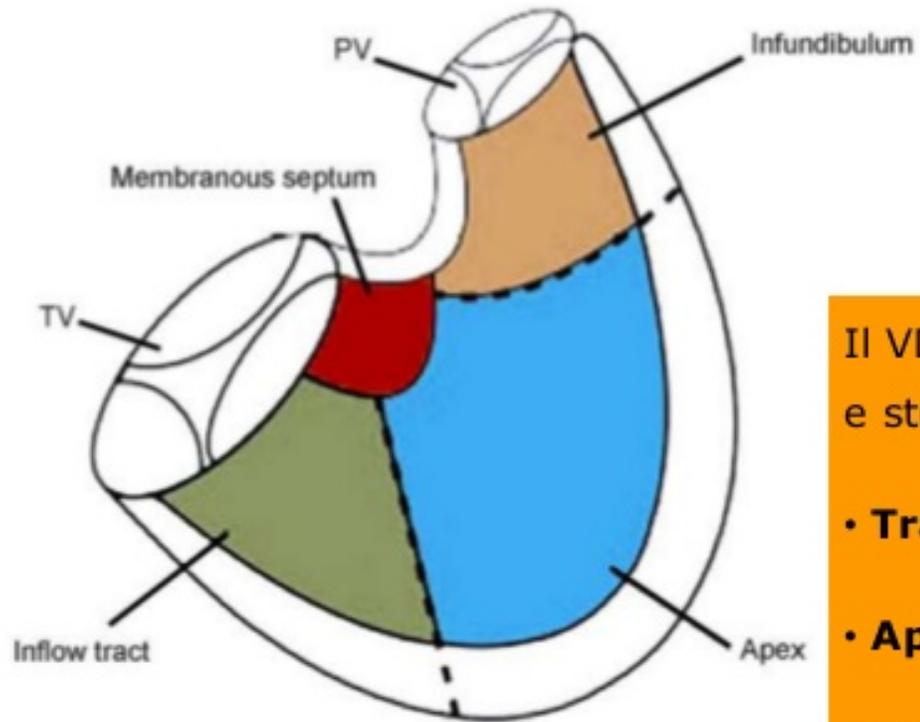


AT_{RVOT}

- Un parametro indiretto per valutare le PAPs è **il tempo di accelerazione del flusso polmonare (Time to peak velocity)**: un valore <105 msec, con possibile incisura mesosistolica, deporrebbe per la presenza di ipertensione polmonare, con una sensibilità del 97% e una specificità del 100%.



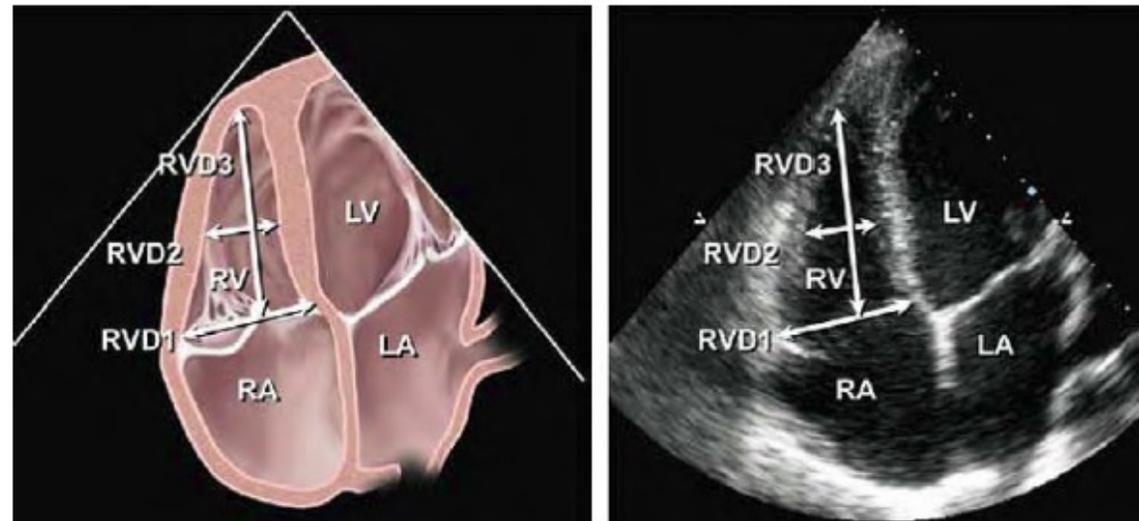
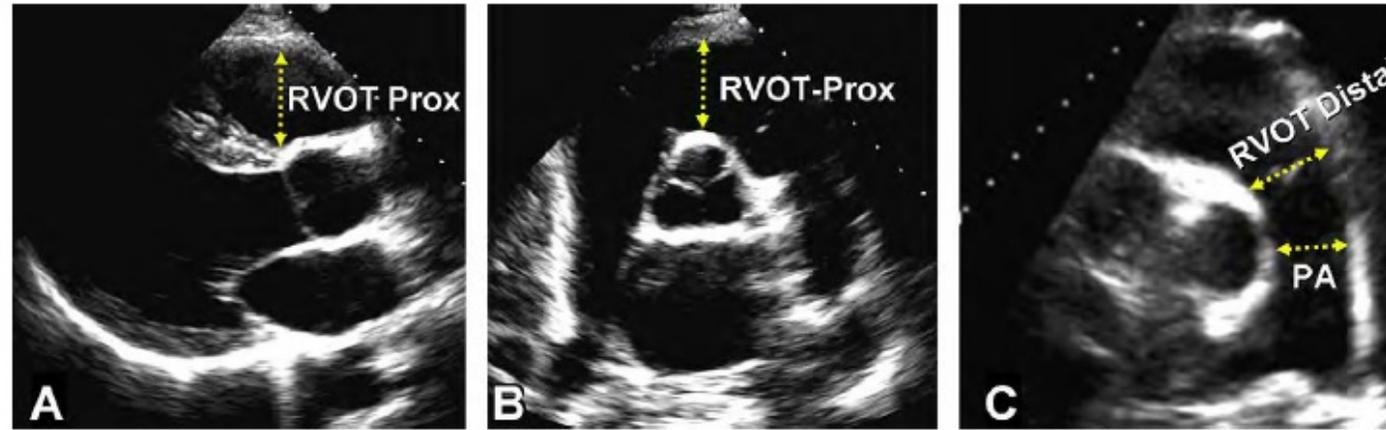
Anatomia ventricolare destra



Il VD è **diviso anatomicamente** e strutturalmente in tre parti:

- **Tratto di afflusso**
- **Apice molto trabecolato**
- **Infundibolo**

Valutazione delle dimensioni del ventricolo destro



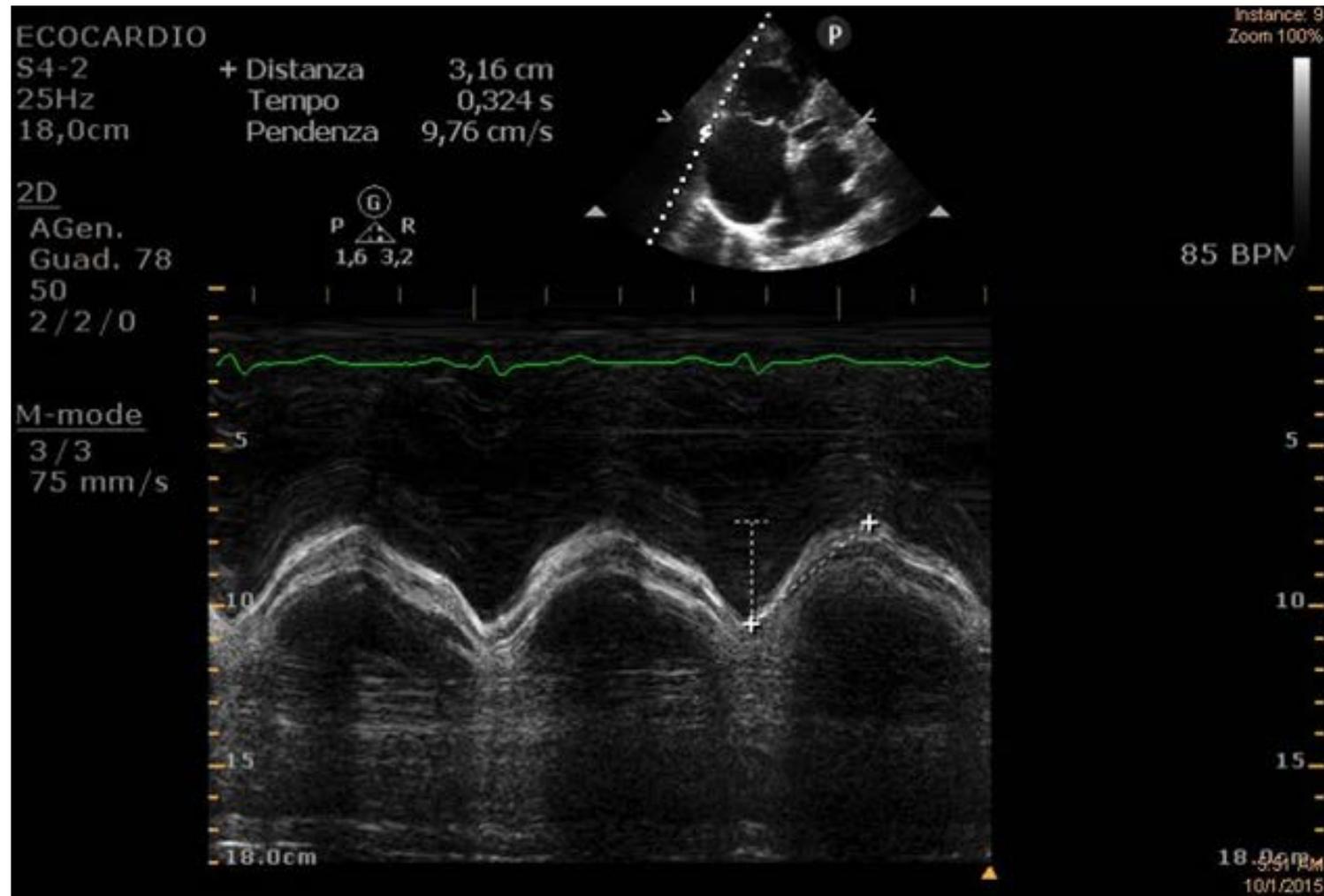
Tricuspid annular plane systolic excursion



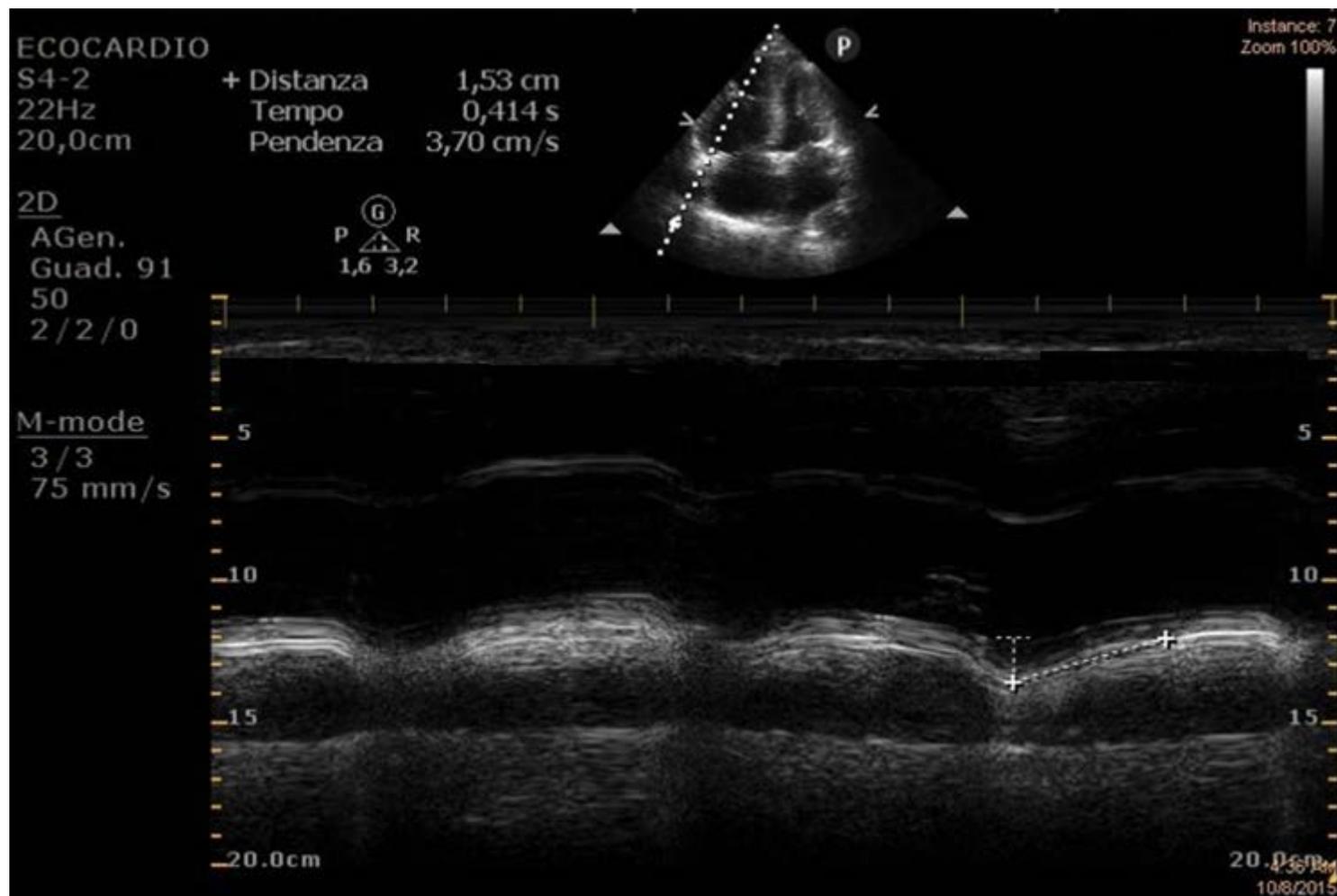
Prognosi negativa
se $TAPSE \leq 14$ mm + $PAPS > 40$ mmHg

Dini EHJ 2004

TAPSE normale



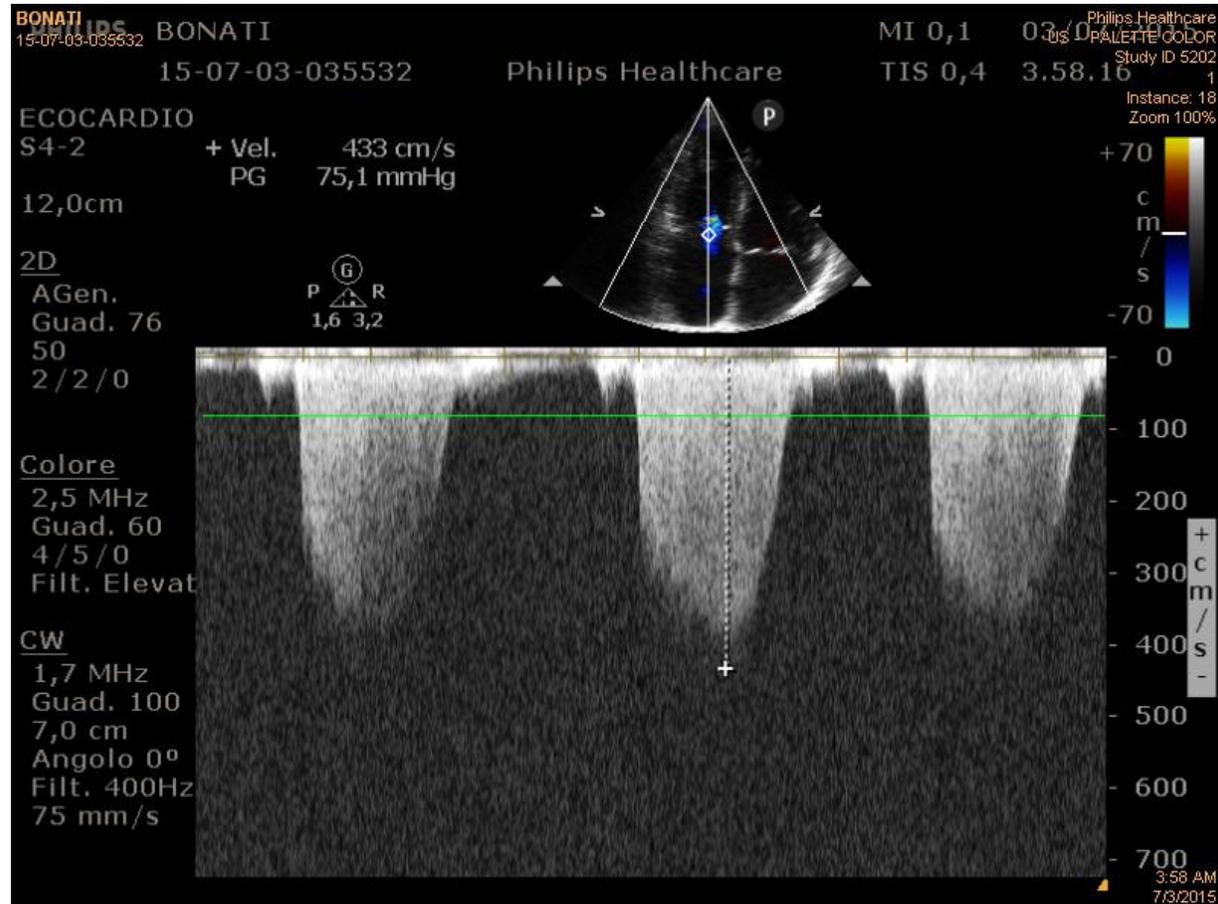
TAPSE ridotto



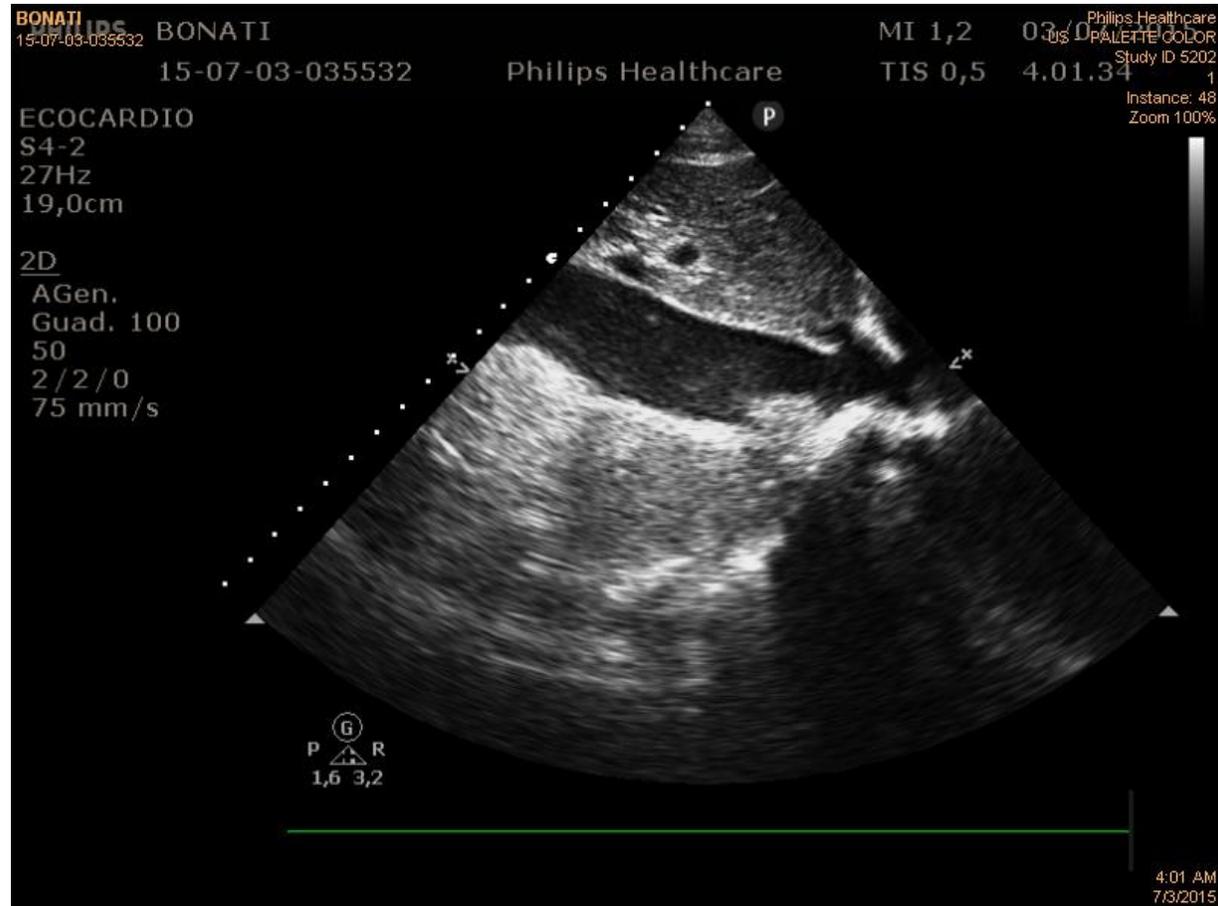
Cuore polmonare acuto in donna con TVP



Cuore polmonare acuto in donna con TVP



Cuore polmonare acuto in donna con TVP



Segno di McConnell

- Ipocinesia della parete libera del ventricolo destro con normocinesia e/o ipercinesia dell'apice.
- Criterio ecocardiografico di disfunzione ventricolare destra nella TEP acuta.
- **Fattore prognostico sfavorevole** sia nei pazienti in stato di shock che nei pazienti con normale pressione arteriosa.

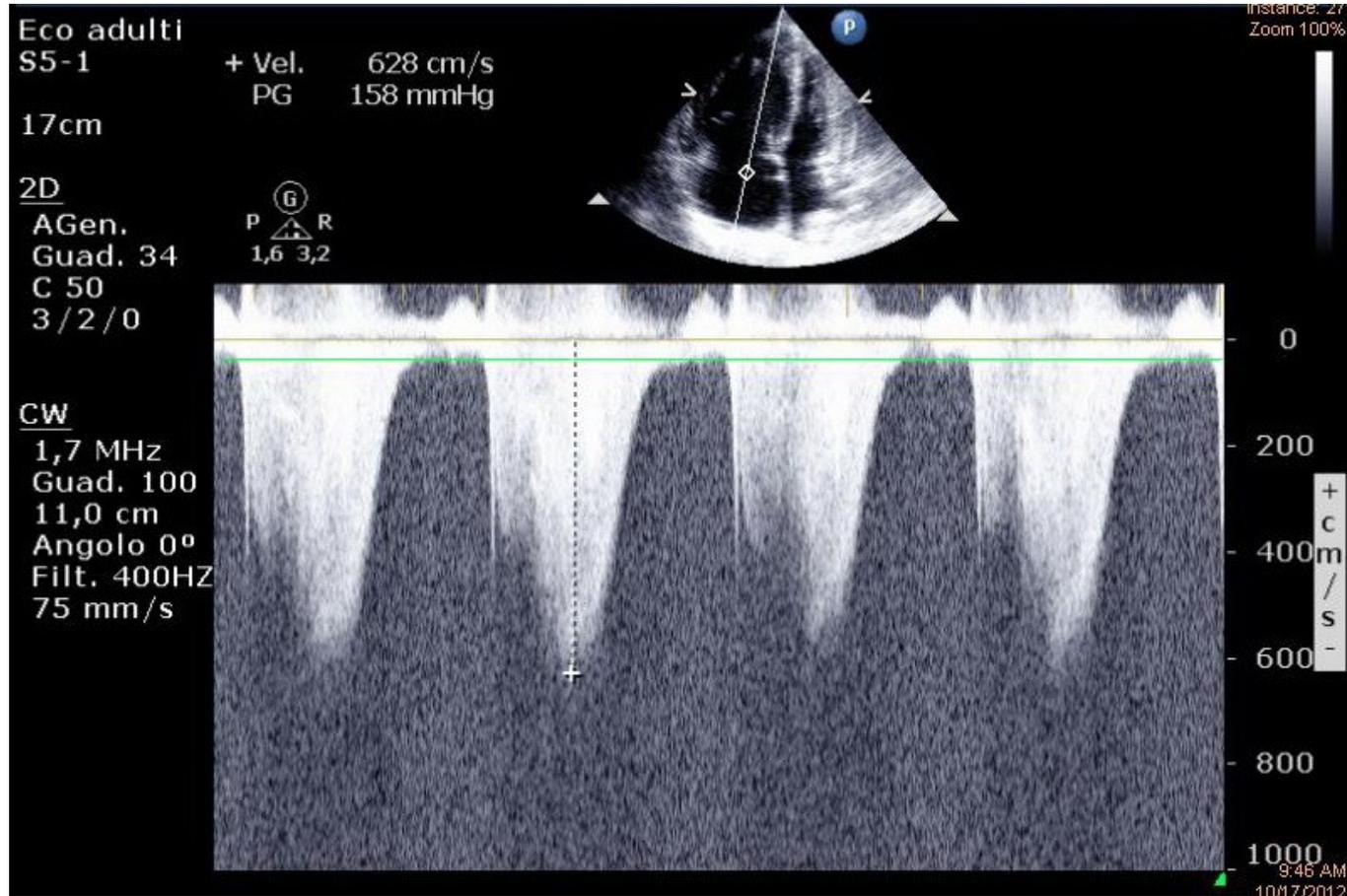
Segno di McConnell



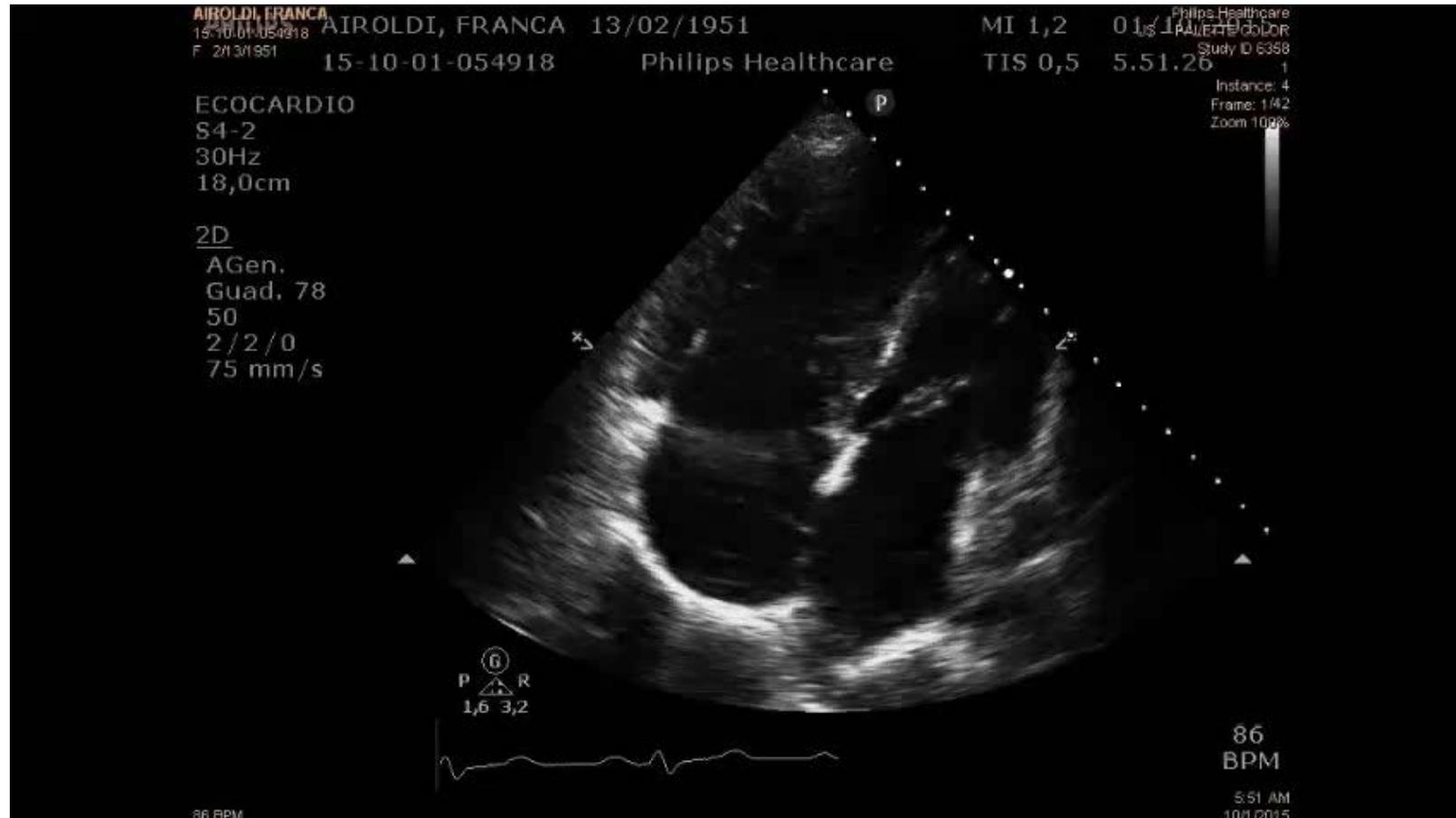
IAP-HIV: gruppo clinico 1



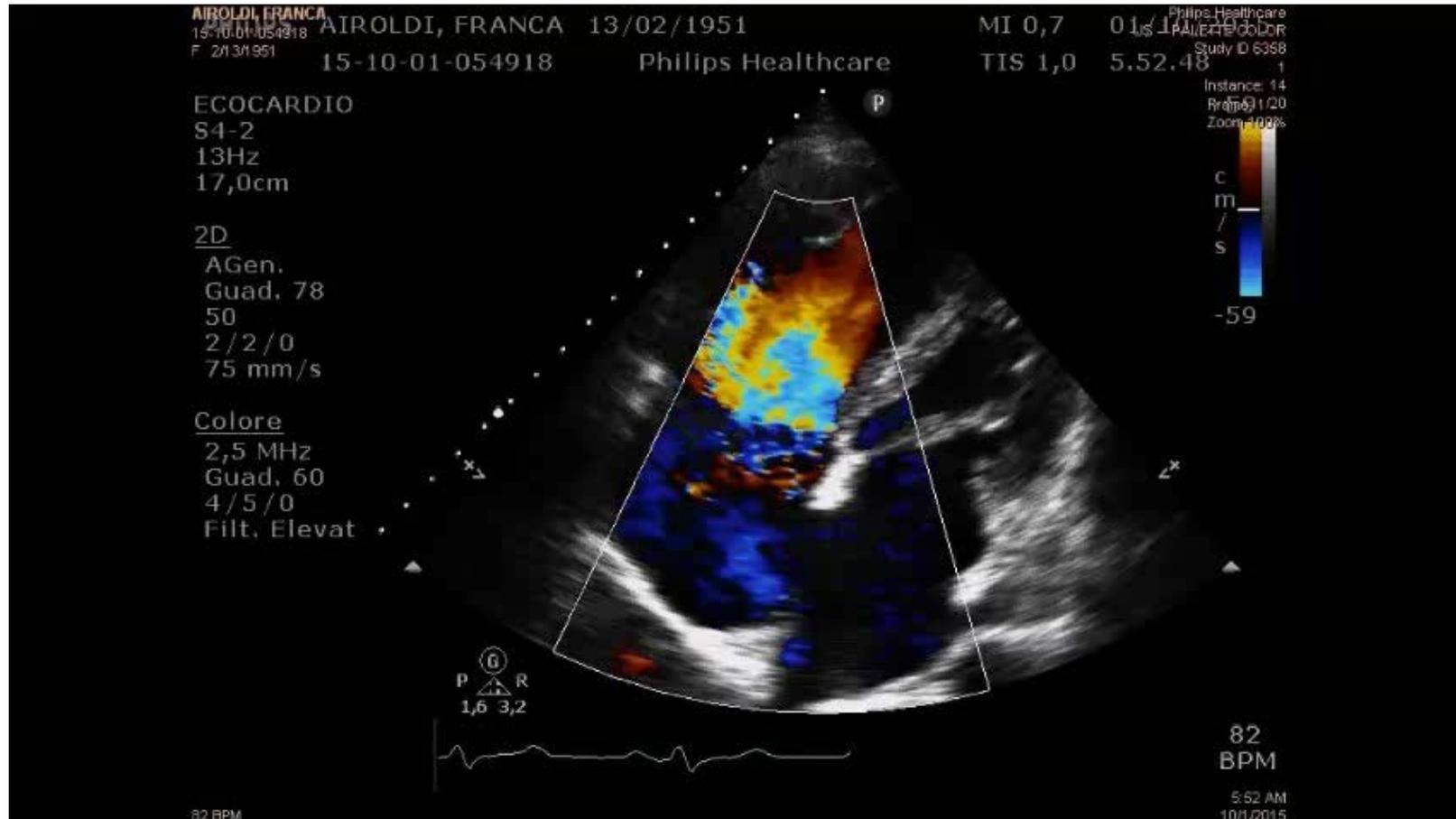
IAP-HIV: gruppo clinico 1



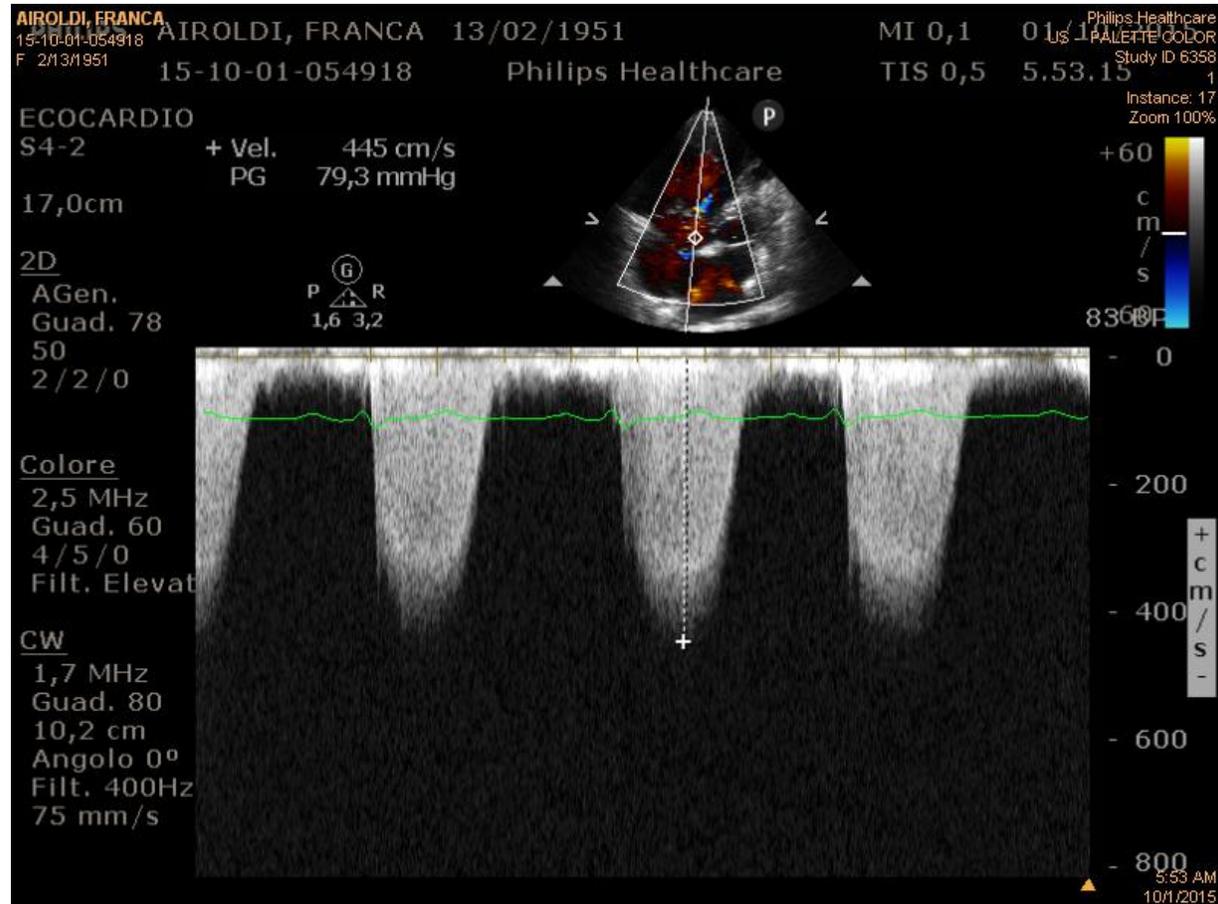
Ipertensione polmonare da shunt sinistro-destro: gruppo clinico 1



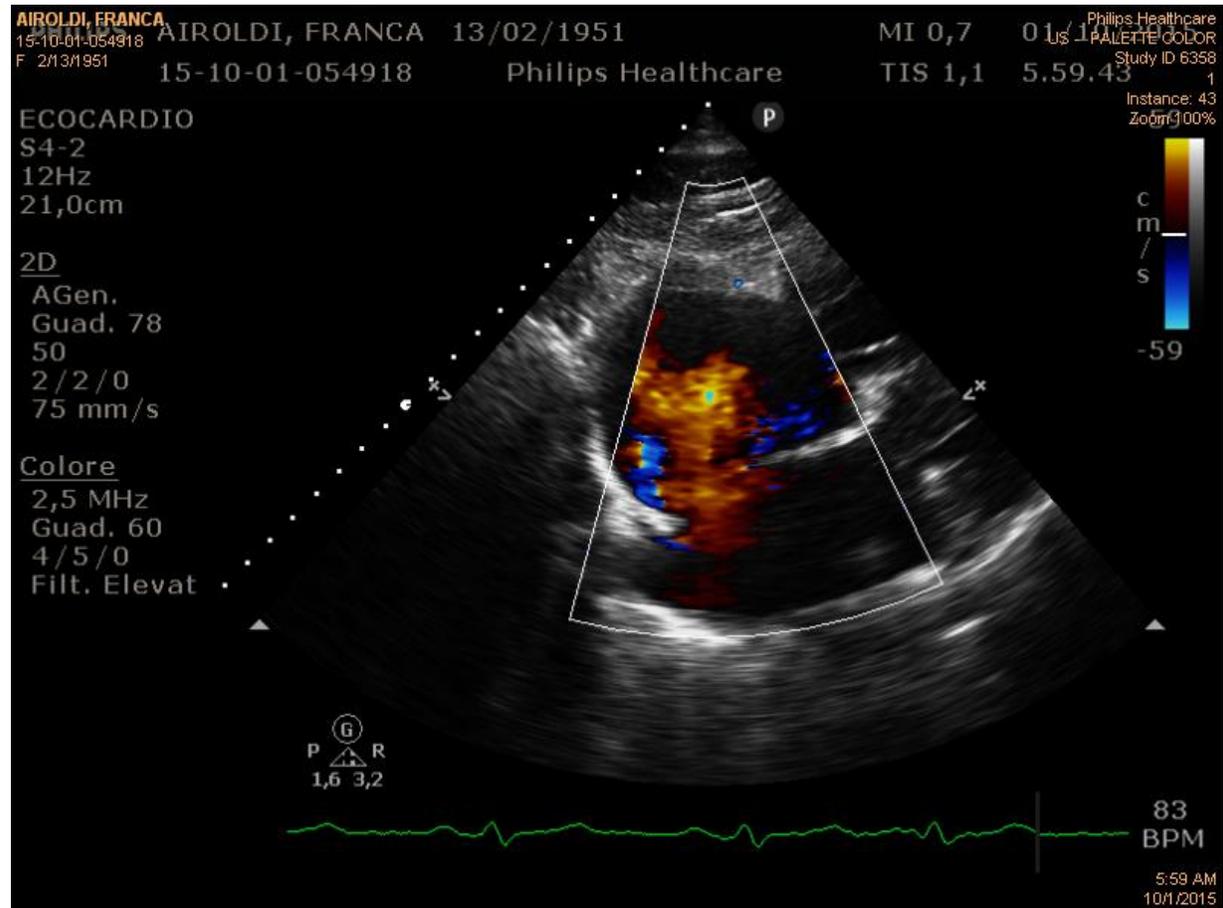
Ipertensione polmonare da shunt sinistro-destro: gruppo clinico 1



Ipertensione polmonare da shunt sinistro-destro: gruppo clinico 1



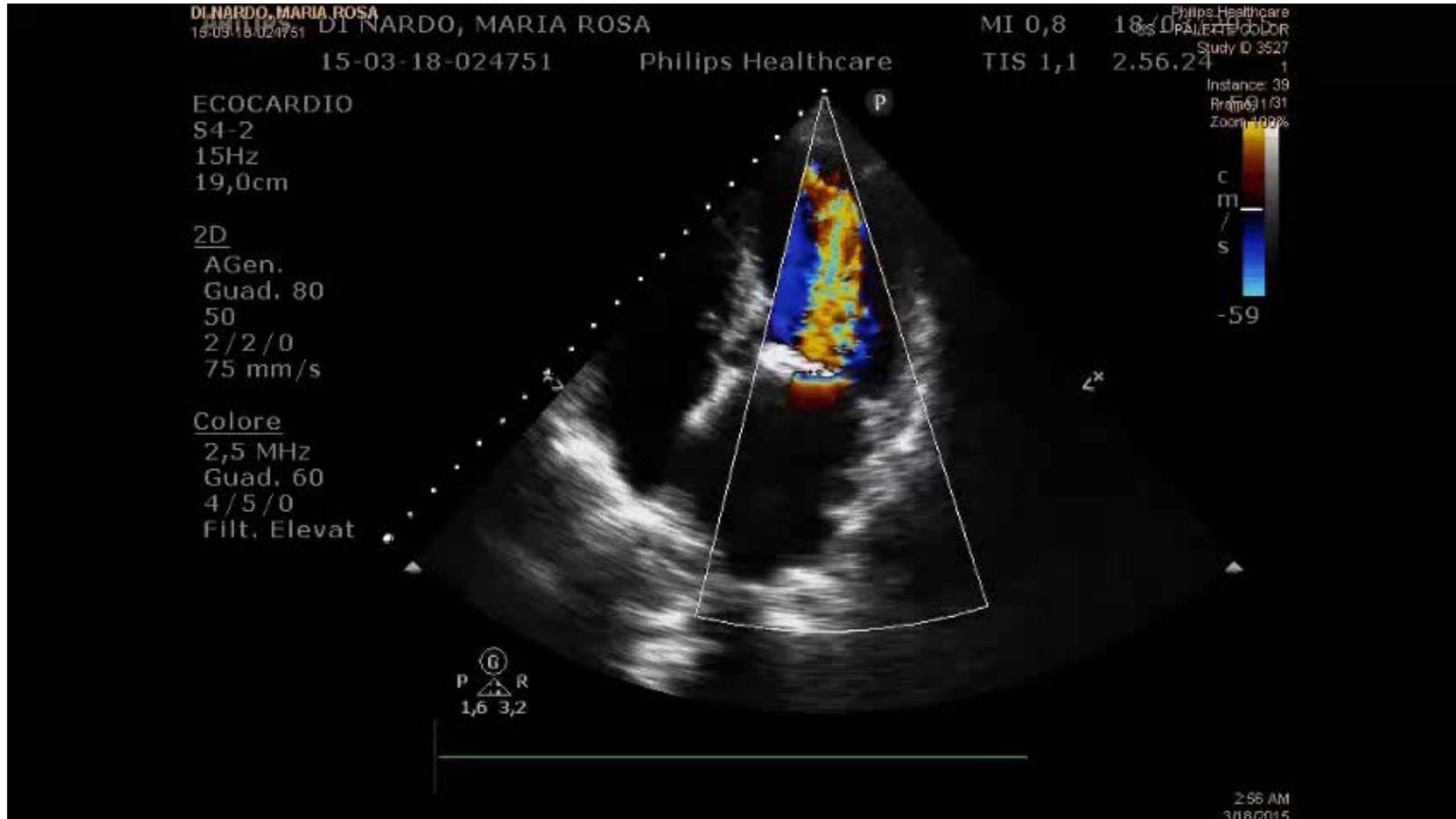
Ipertensione polmonare da shunt sinistro-destro: gruppo clinico 1



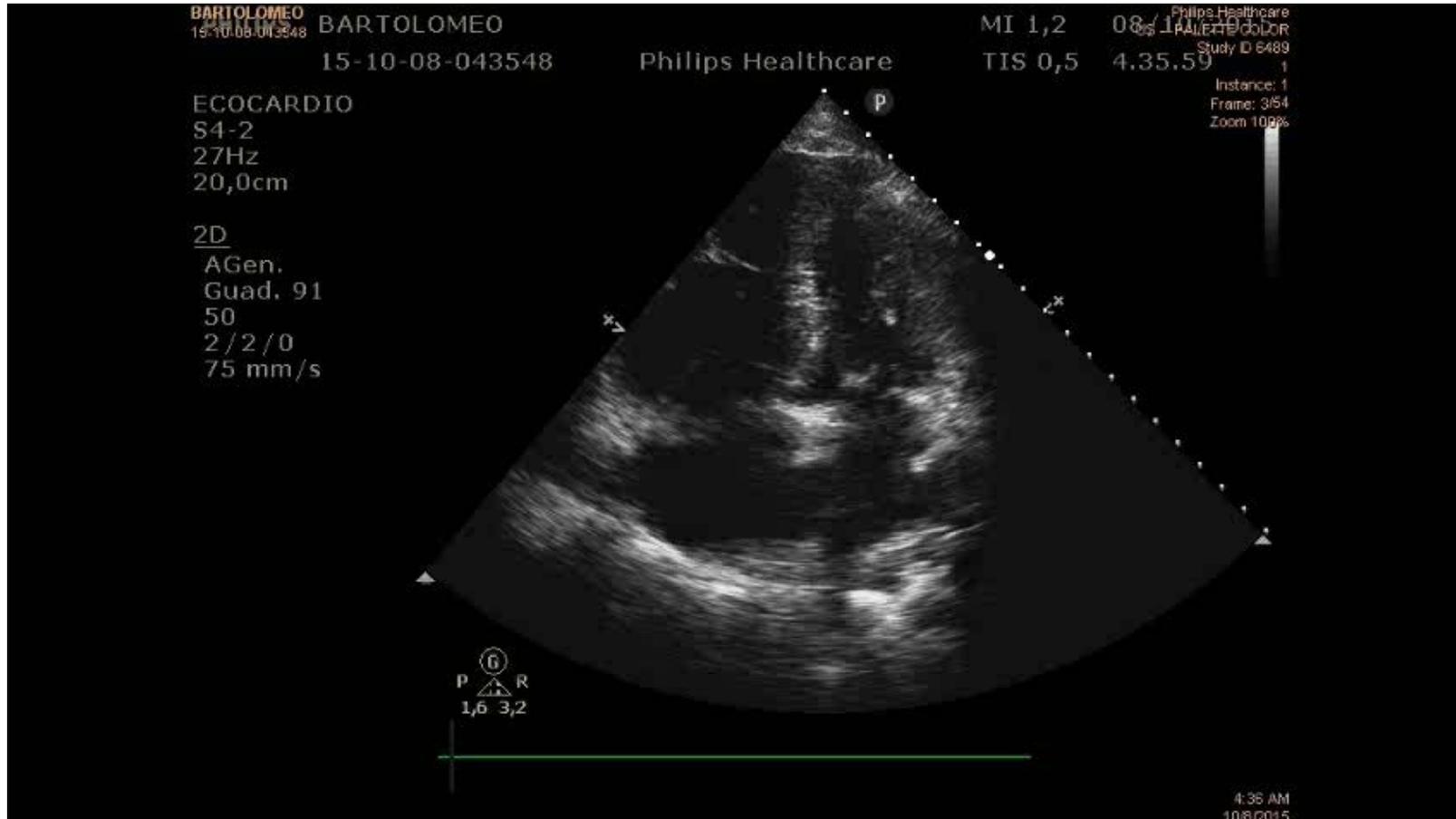
Ipertensione polmonare da patologia del cuore sinistro (gruppo clinico 2)



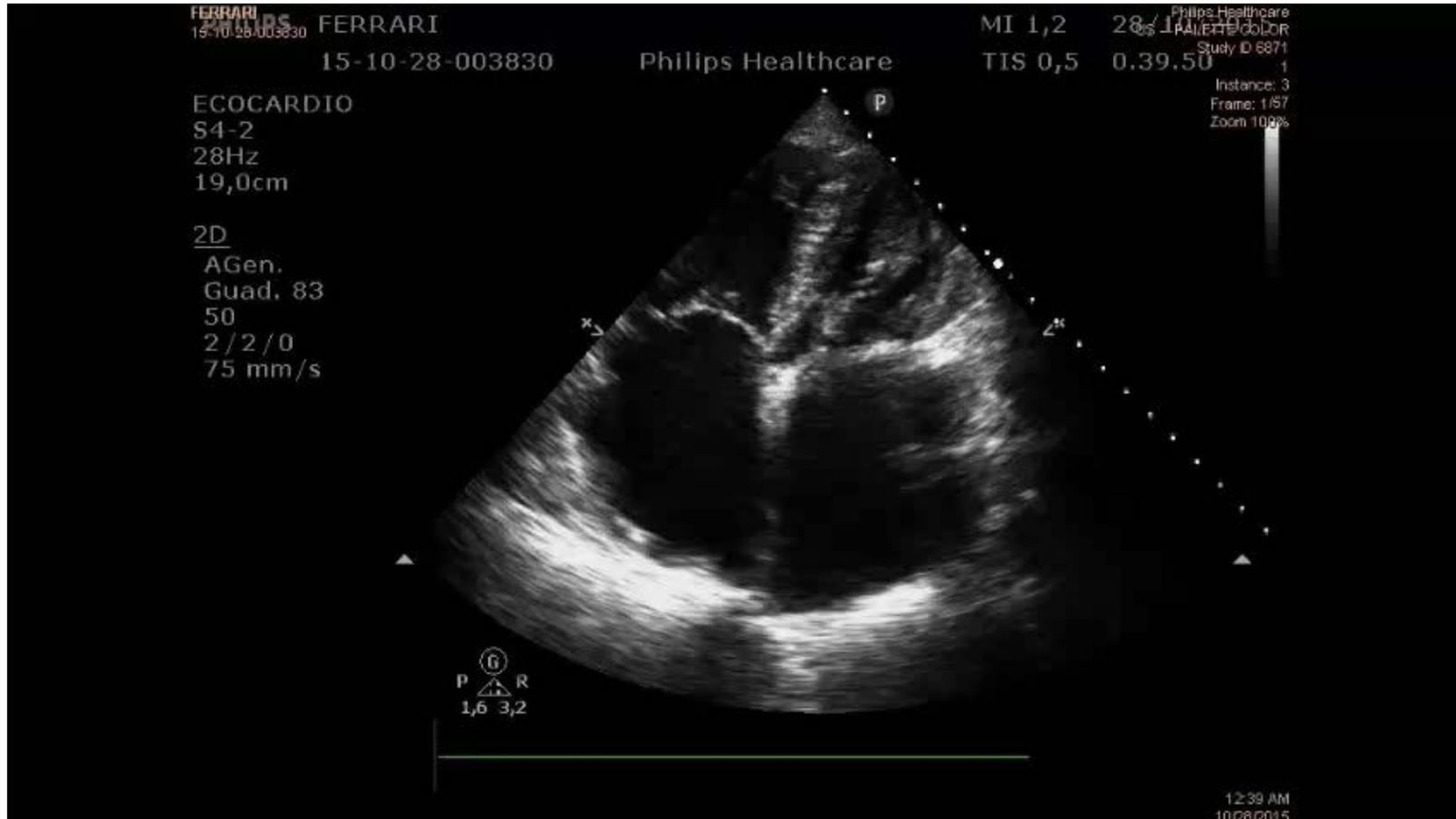
Ipertensione polmonare da patologia del cuore sinistro (gruppo clinico 2)



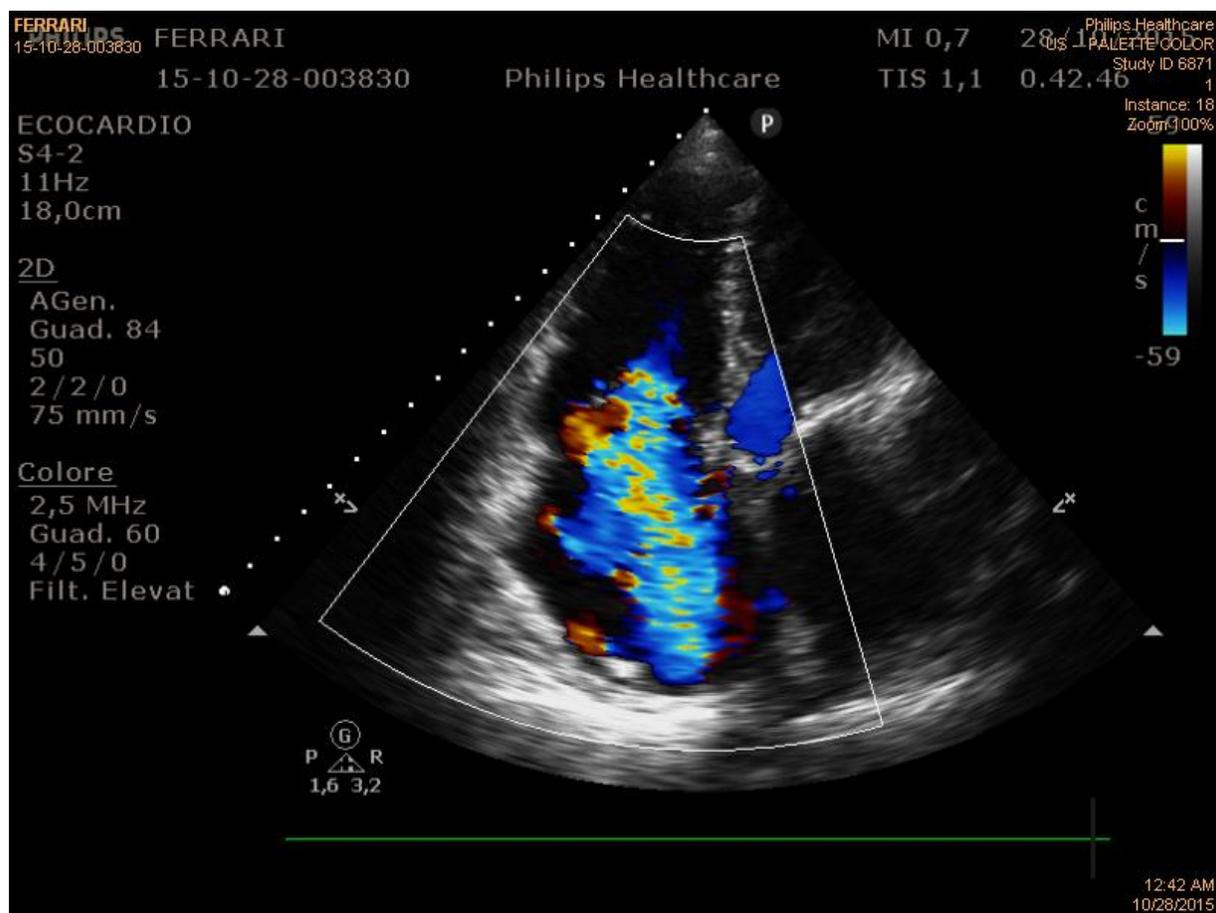
Cuore polmonare cronico da BPCO avanzata: gruppo clinico 3



Iipertensione polmonare tromboembolica cronica: gruppo clinico 4



Ipertensione polmonare tromboembolica cronica: gruppo clinico 4



Ipertensione polmonare tromboembolica cronica: gruppo clinico 4



Ipertensione polmonare in LAM: gruppo clinico 5



Grazie per l'attenzione

