

***Actualització en ecocardiografia:  
ecocardiografia d'esforç i monitorització no  
invasiva a la insuficiència cardíaca***

**Dra. Bàrbara Vidal i Hagemeyer  
Secció d'Imatge Cardíaca no Invasiva  
Institut del Tòrax  
Hospital Clínic de Barcelona**



# Epidemiologia

- **Europa: 15x10<sup>6</sup> pacients amb IC**
- **4% dels europeus: IC o disfunció asimptomàtica del VE.**
- **60% del cost en relació als ingressos hospitalaris**
  
- **Gran interès:**
  - **diagnòstic precoç del pacient amb dispnea**
  
  - **monitorització per evitar ingressos**
    - **clínica, EF, Rx tòrax**
    - **biomarcadors: diagnòstic / seguiment**
    - **ECOCARDIOGRAFIA**
    - **monitorització estat volèmia (dispositius implantables)**



# IC funció sistòlica deprimida (ICFE<sub>d</sub>)

- **50% de les IC.**
- **Elevada mortalitat. Pacients en CF III-IV**
- **Diagnòstic relativament fàcil:**
  - **clínica i exploració compatibles amb IC**
  - **eco compatible: VE dilatat, FE deprimida, disf.diaastòlica.**
- **Tt molt establert: clares guies terapèutiques**
- **Seguiment: determinat per la clínica**
- **Completar estudi. RM, Holter, EEF**
  - **pronòstic, risc mort sobtada**
  - **presa de decisions**



# IC funció sistòlica conservada (ICFEpr)

- 50% casos d'IC (sèries epidemiològiques / hospitalàries)
- Repte diagnòstic: sospita clínica → ecocardiografia.
  - predomini en **dones i vells**
  - **comorbiditat**: HTA (88%), obesitat (40%), diabetis (30%), cardiopatia isq. (40-50%), anèmia, IRC, FA, MPOC, SAHOS

**Grup molt heterogeni de pacients → FE conservada**

**ICFEpr “pura: poc freqüent**

- Tractament ???
- Pronòstic millor???. Pitjor a més disfunció diastòlica



# ICFEpr: preguntes no resoltes

## Fisiopatologia: no del tot coneguda

- Disfunció diastòlica
- “stiffness” ventricular
- “stiffness” arterial
- paper AE i VD

## Diagnòstic: repte

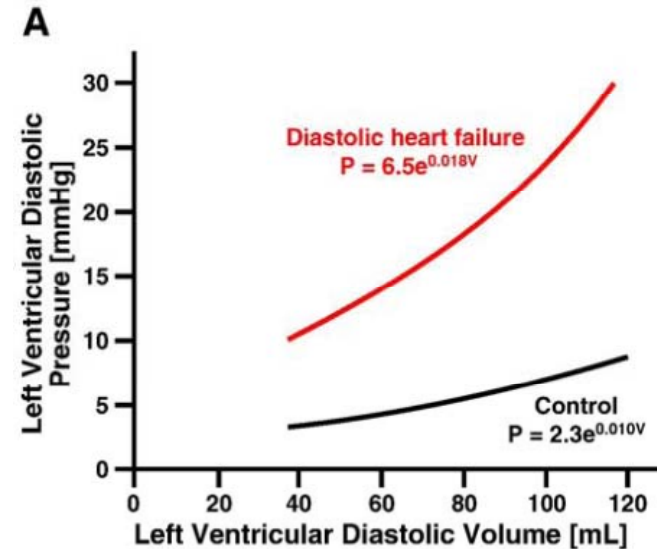
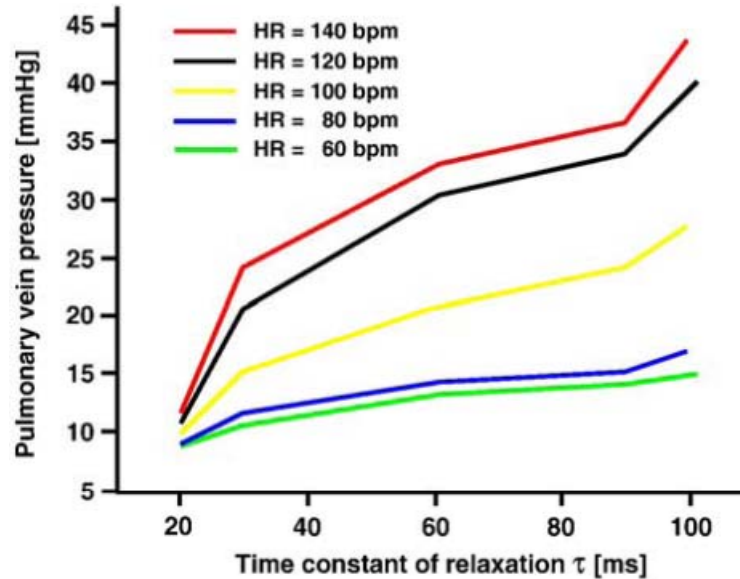
- exclusió
- troballes ecocardiogràfiques : E/e'
- BNP

## Tractament: empíric

- control FC
- tt HTA
- mantenir el RS



# Fisiopatologia de la ICFepr



## RELAXACIÓ ACTIVA:

constant  $\tau$

## ELASTICITAT:

RIGIDESA ( $dP/dV$ ) - COMPLIANÇA ( $dV/dP$ ):

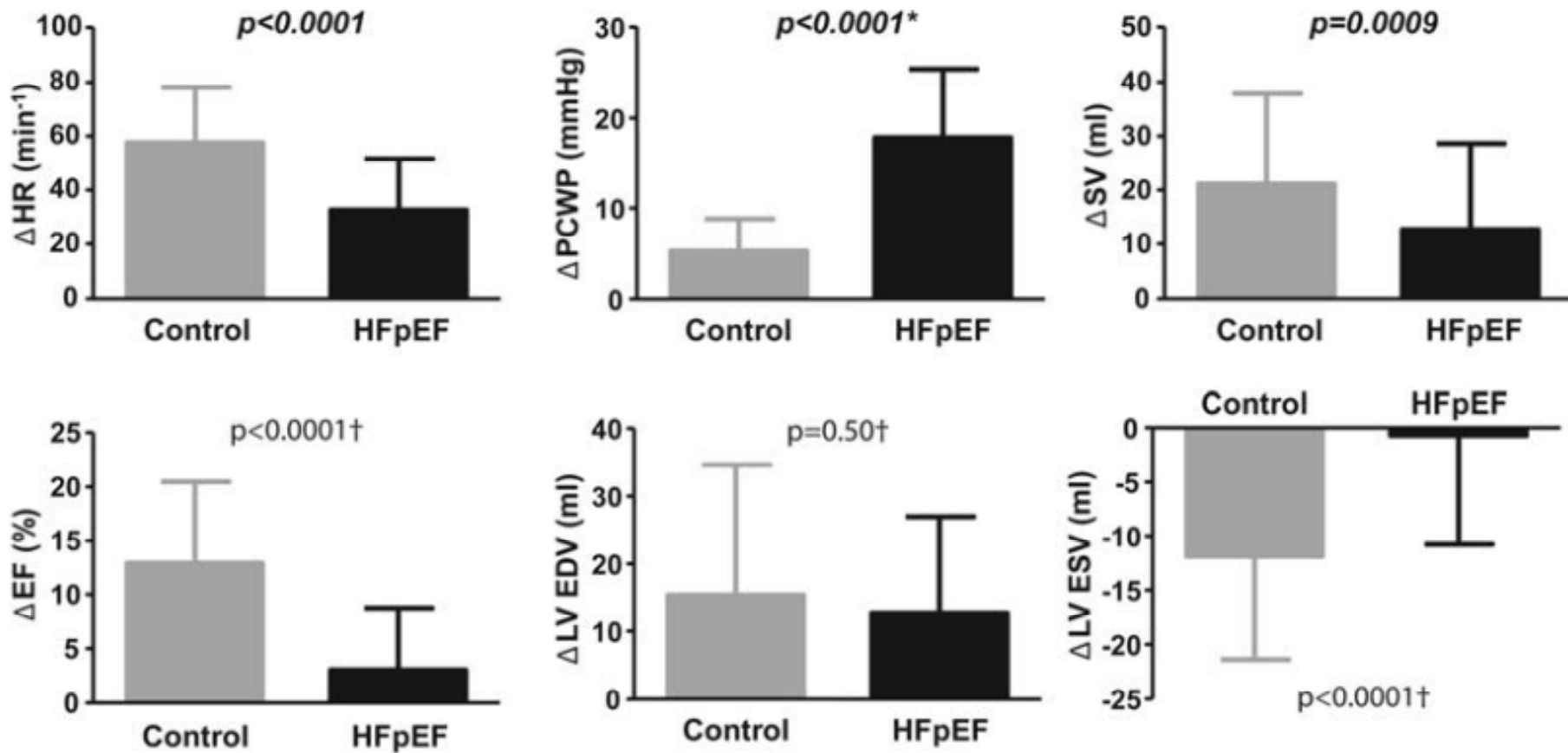
Constant de rigidesa  $\beta$

**F. diastòlica normal: capacitat per aconseguir un VTDVE normal sense  $> 12\text{mmHg}$  i  $> 15\text{mmHg}$  en esforç la PAE**



# Fisiopatologia de la ICFepr

No és només una alteració de la diàstole  
Complexa i que afecta molts dominis de l'aparell cardiocirculatori



# Què ha aportat fins ara l'ecocardiografia?

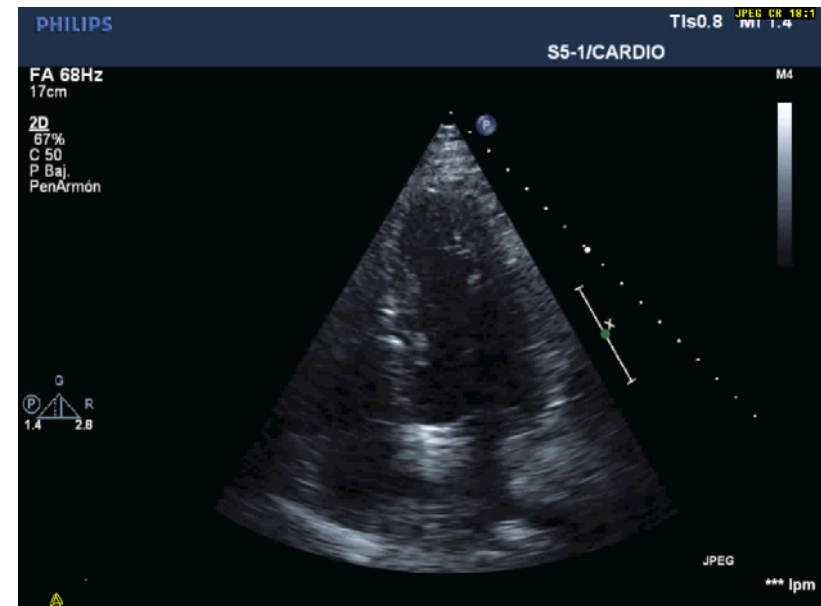
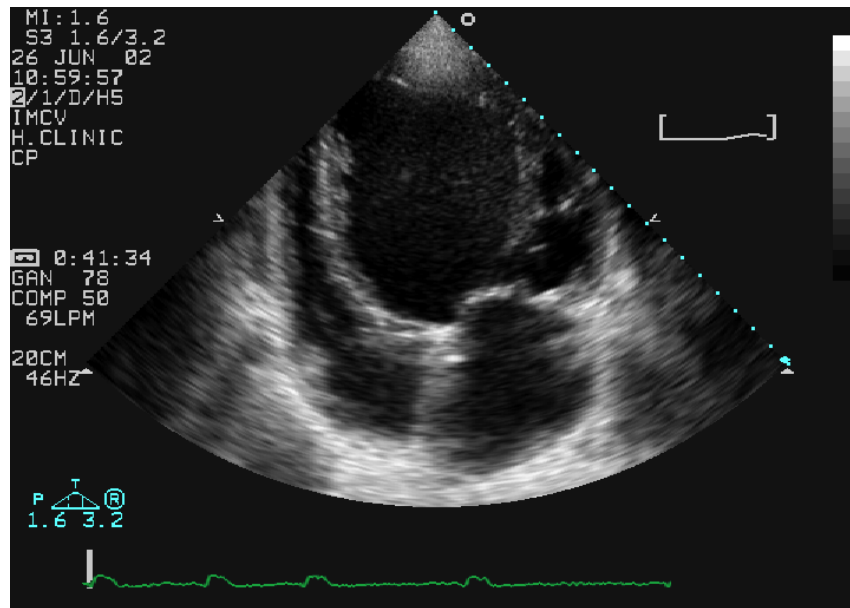
## Diagnòstic

- **Estudi funció sistòlica**
- **Estudi funció diastòlica**
- **Estudi pressions d'ompliment**

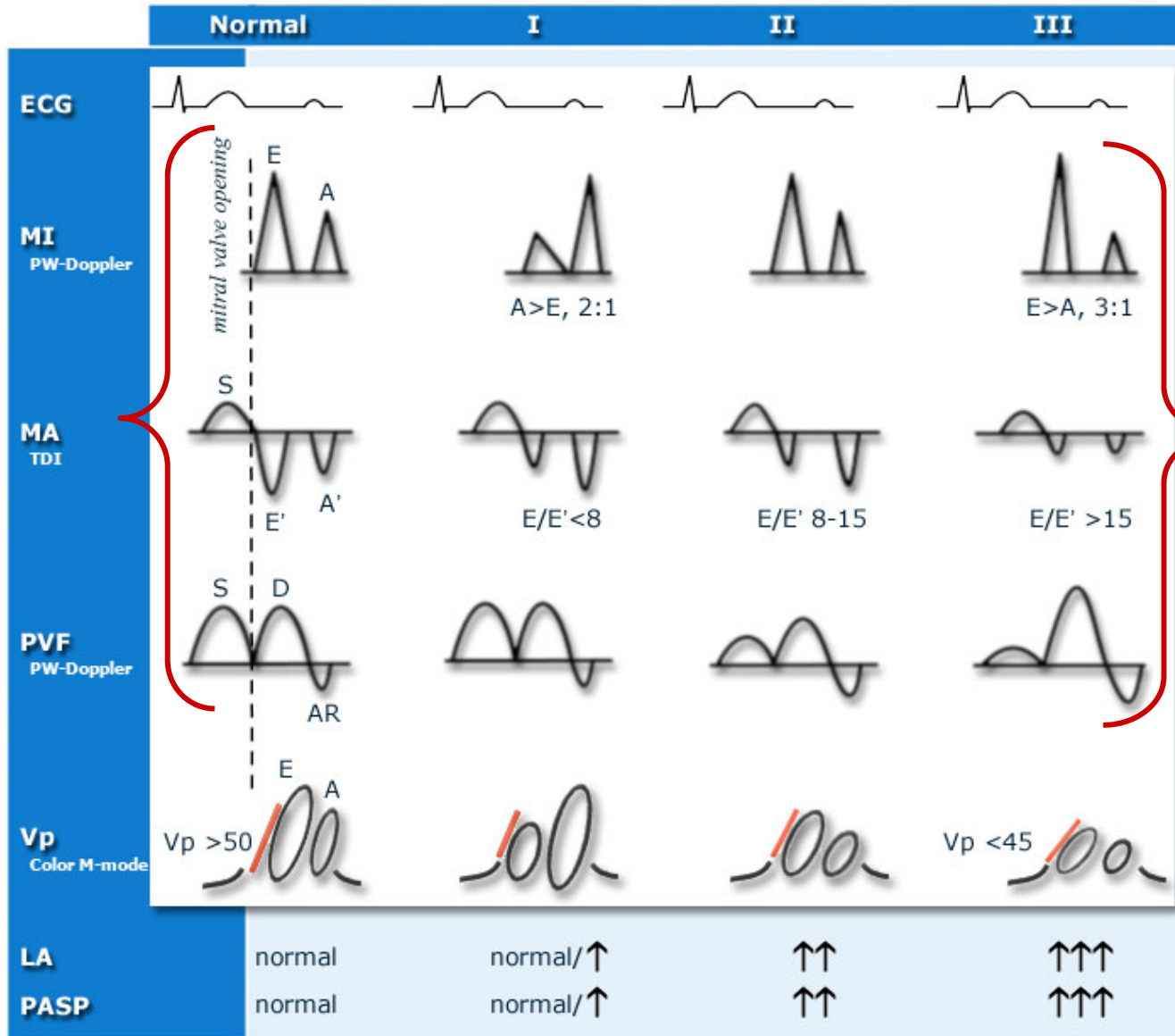




# Funció sistòlica



# Funció diastòlica

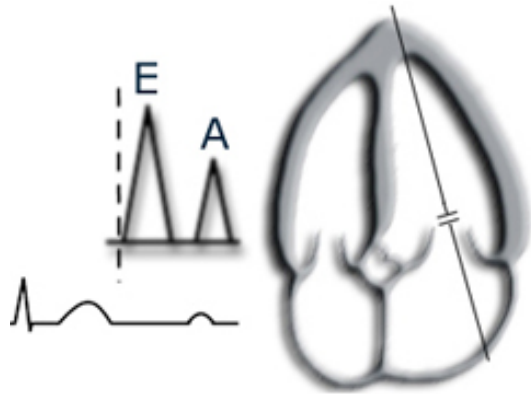


Ús clínic

PTDVE > 16mmHg  
PCP > 12 mmHg



# Estudi flux transmitral



## • E/A:

> correlació que la FE:

- P. ompliment
- CF NYHA
- pronòstic

## • Ona E

- precàrrega

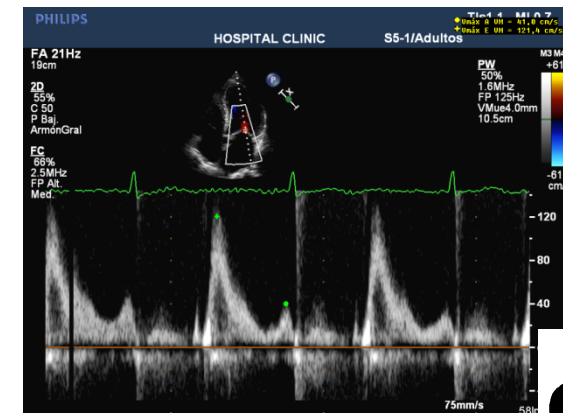
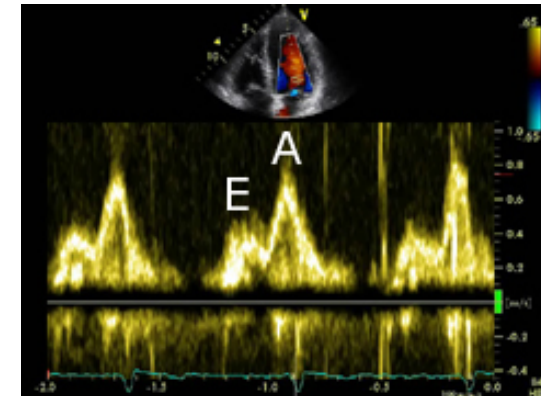
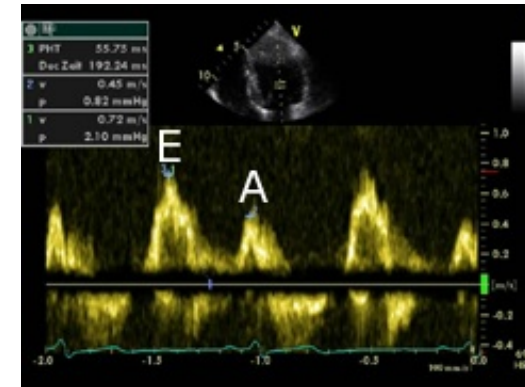
## • Ona A:

- compliança VE
- resistència pericardi
- força contr. AE

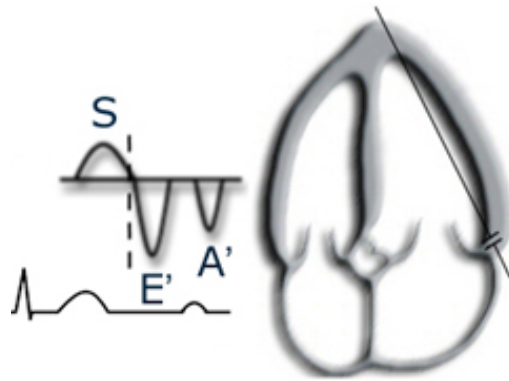
## • T. desacceleració

## Limitacions:

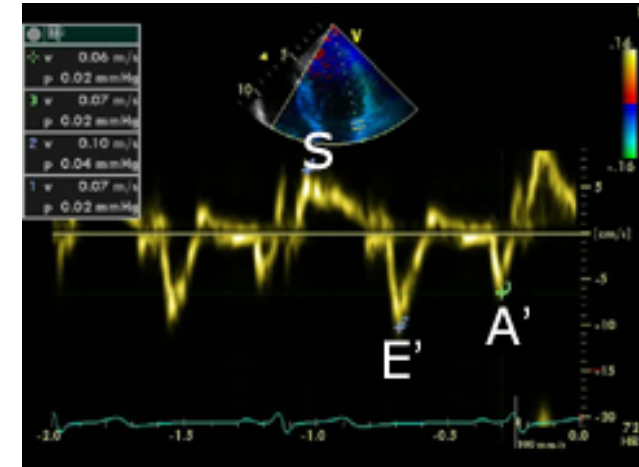
1. Cambia fisiològicament amb l'edat.
2. Depenent de la volèmia (precàrrega).
3. No útil en presència de valvulopatia mitral.
4. No útil en FA.



# Doppler tissular anell mitral



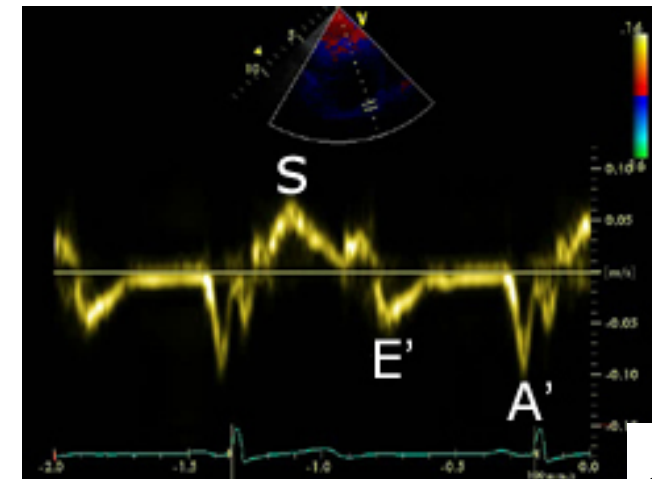
**E/e'**  
< 8 P. ompl. normals  
>13 P. ompl. altes

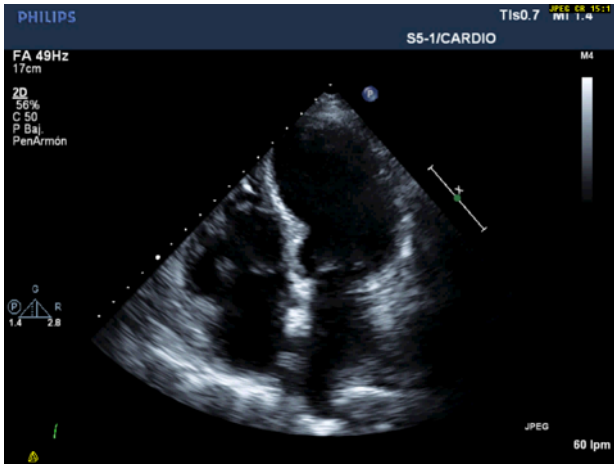


Diferència el patró pseudonormal del normal

## Limitacions:

- “independent” de la precàrrega
- Alineació important
- No útil: pròtesis, anells, IM +++, Ca mitrals

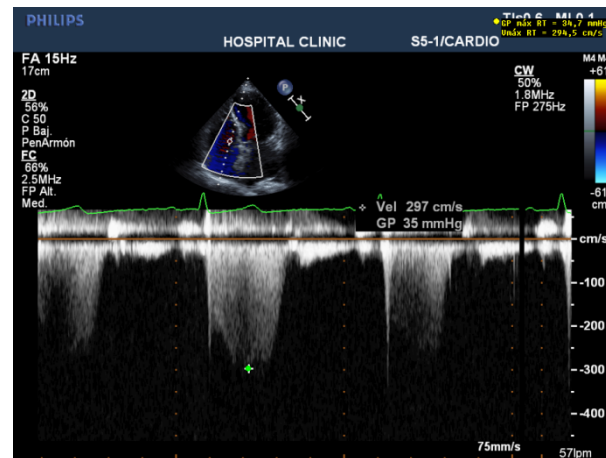
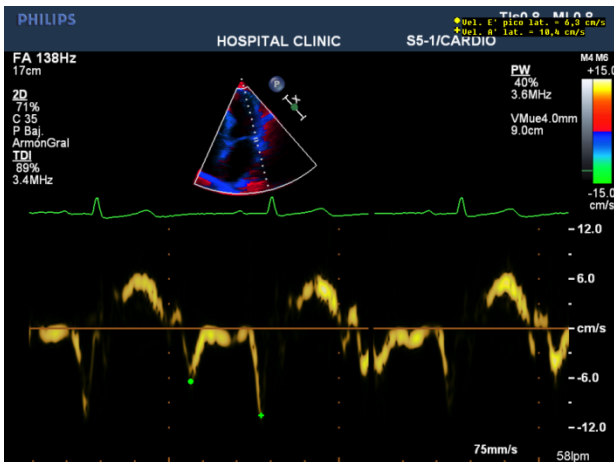
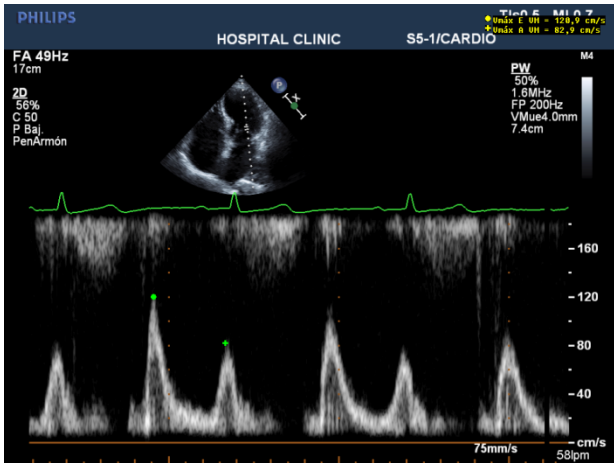




- HVE concèntrica
- Normal fracció d'escurçament
- $E/e' = 121/6.3 = 19,2$
- PAPs 45mmHg

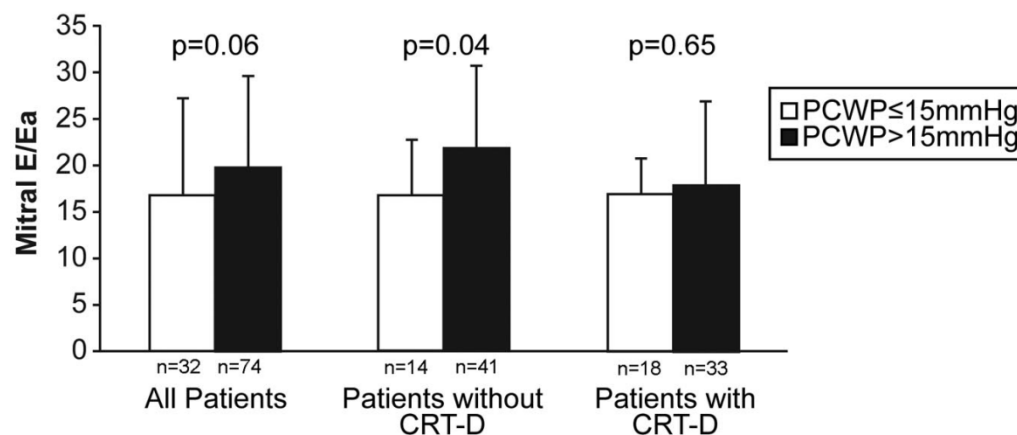


Pressions d'ompliment elevades



# Limitacions E/e'

n=106, IC descompensada CF III-IV, FE <30%  
Comparen estimació PCP amb eco i invasiva

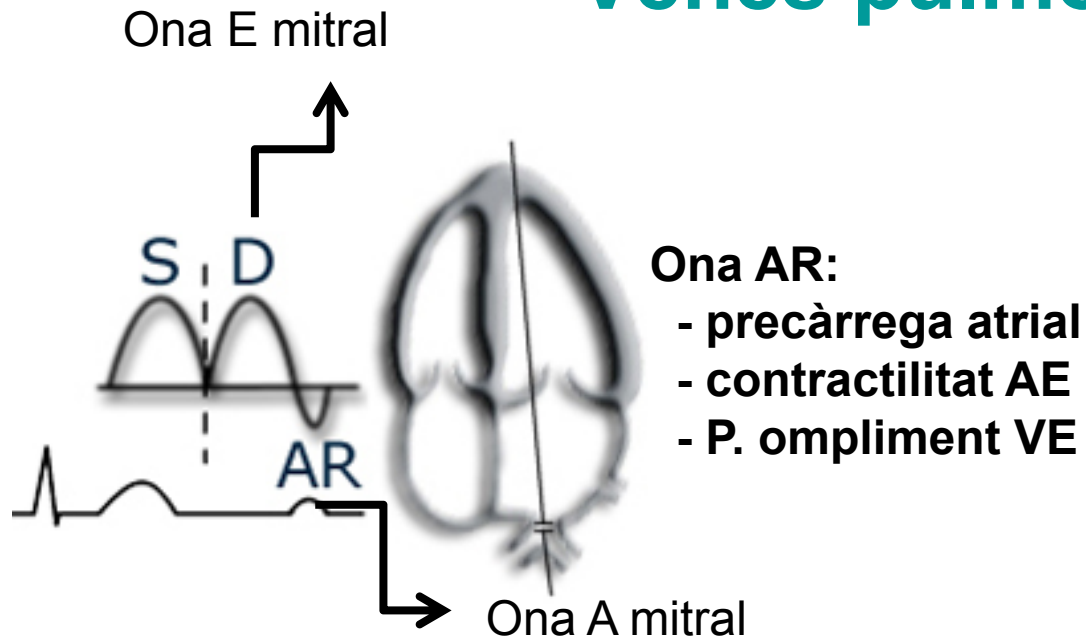


## Compte!

- IC descompensada,
- FE deprimida, volums VE grans, despesa cardíaca deprimida
- TRC
- monitorització titulació fàrmacs
- depèn de l'edat, volèmia patologia mitral, taquicàrdia i FA
- E i e' són protodiastòliques i PCP valor promig de la P. diastòlica



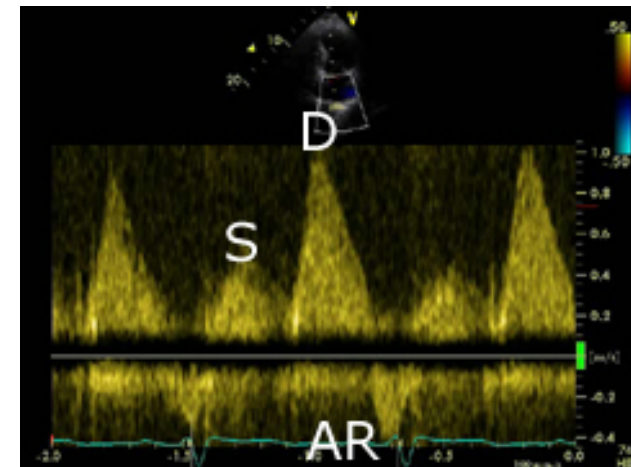
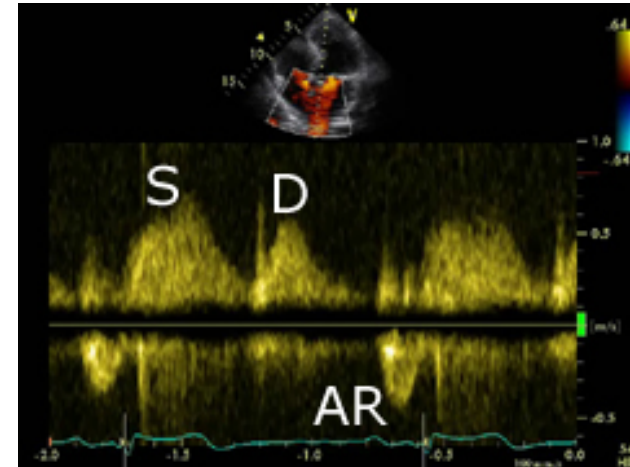
# Venes pulmonars



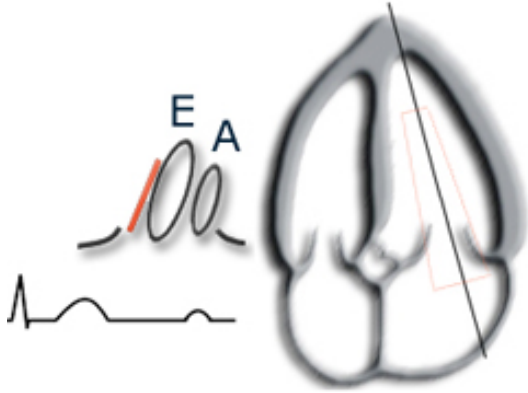
Interval AR-A > 30ms → PCP > 15mmHg

## Limitacions:

- FA
- Edat
- Obtenció mesura possible en el 80%



# Velocitat de propagació

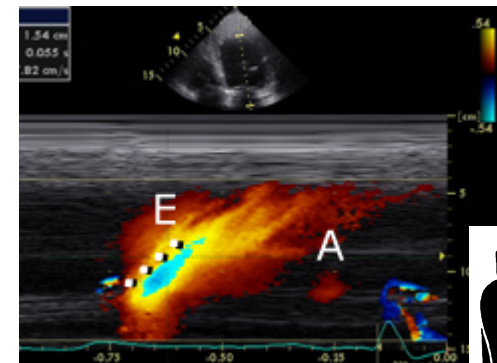
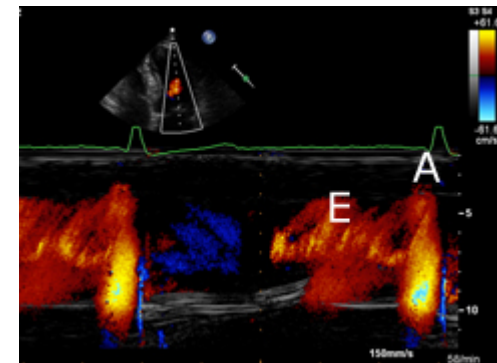
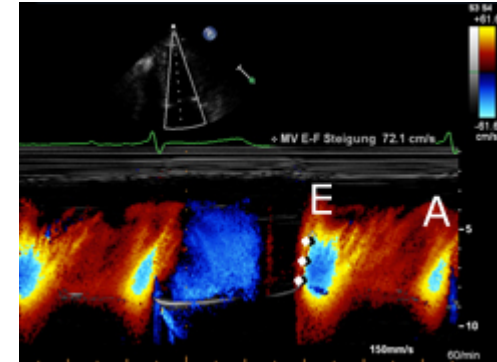


- Ona de relaxació àpex-base  
→  $\Delta P$  base i àpex VE:  
“succió de sang”
- Disf. diastòlica → gradient ↓

$$E/V_p > 2.5 \rightarrow PCP > 15 \text{ mmHg}$$

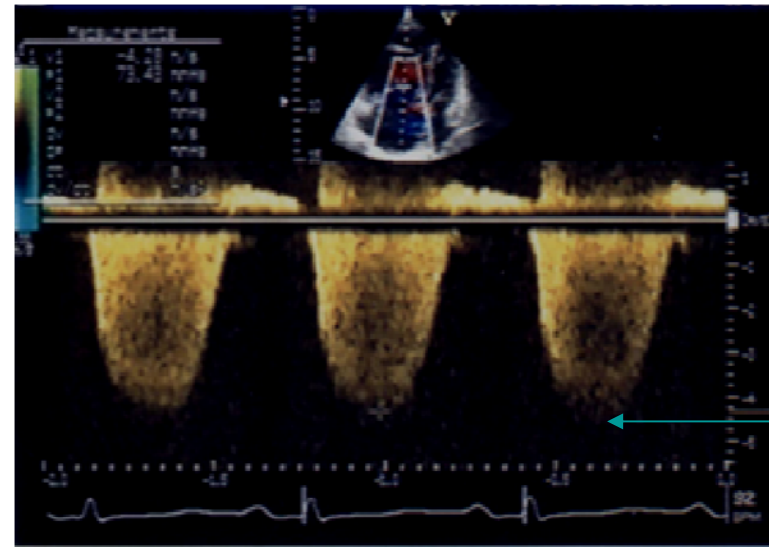
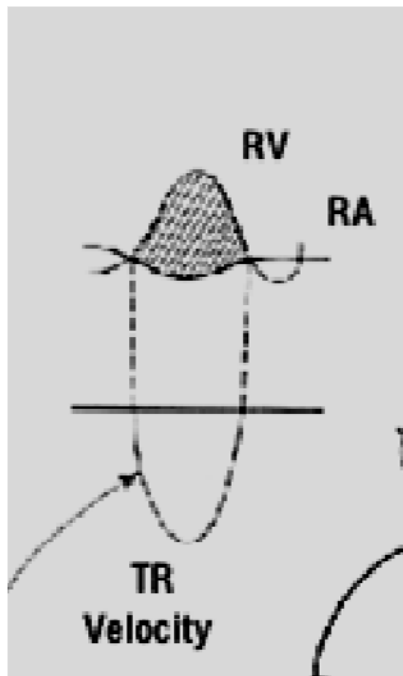
## Limitacions:

- Tècnicament més complicat.
- Rang de valor entre normal i patològic molt estret
- **E/V<sub>p</sub>: NO en FE conservada , volums normals i HVE**





# Estimació pressions d'ompliment PAPs



Vel. pic

***Pressió A. Pulmonar sistòlica = P sistòlica del VD =***

**$4v^2 + \text{Pressió AD}$**

**Equació de Bernuilli**



## Estimació pressions d'ompliment

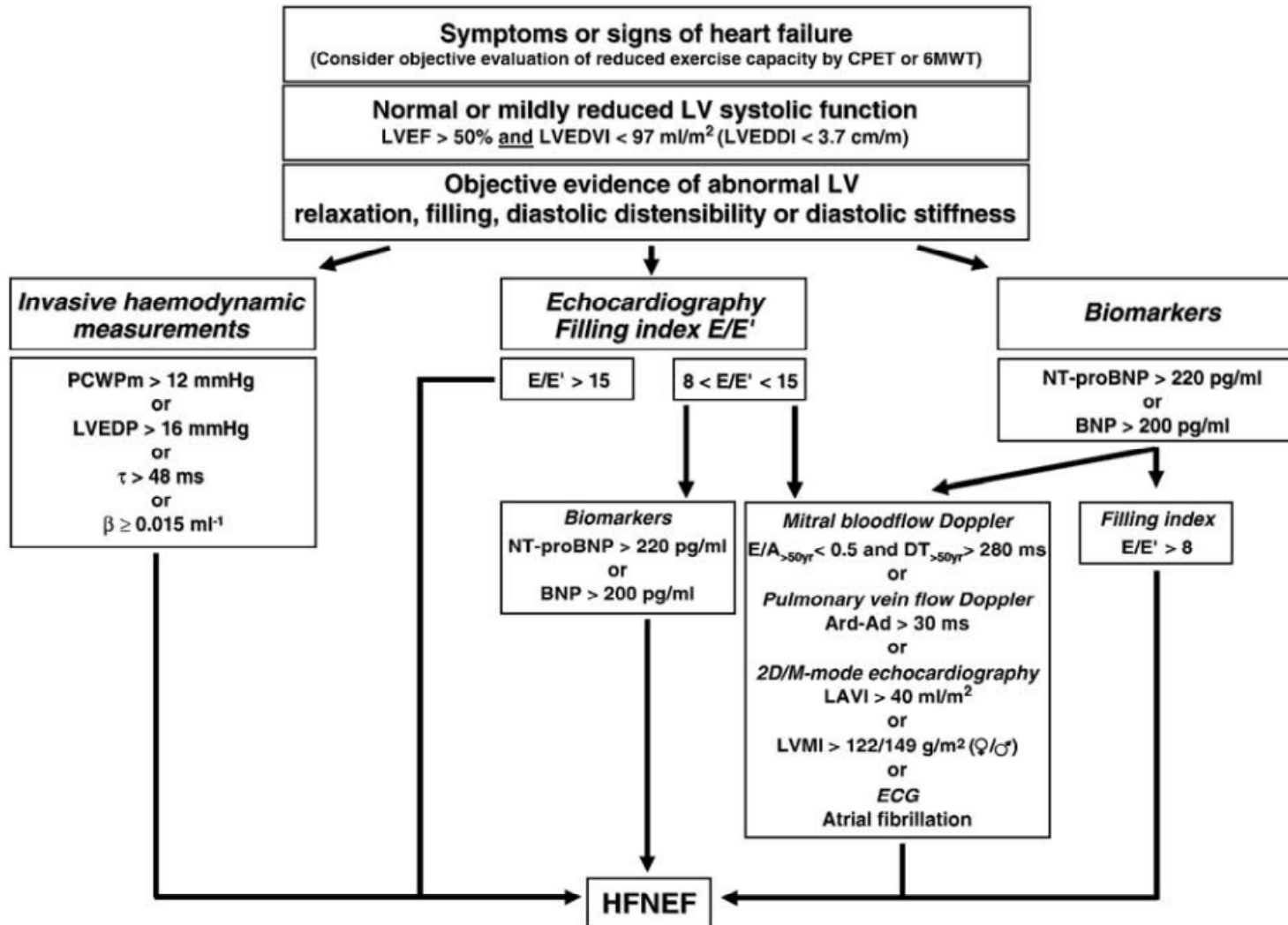
En presència:	Sabent:	Podem calcular:
Insuf. mitral	P.A. sistòlica	P. sistòlica AE
Insuf. aòrtica	P.A. diastòlica	P. diastòlica VE
Insuf.pulmonar		P.diast. VD = P. diast AP P mitja AP
Insuf. tricúspide	Ausència estenosi pulmonar	PAP sist. PVD sist.

### Limitacions:

1. Cal que hi hagi valvulopatia.
2. Cal estimar la PAD a partir de la V. cava inferior
3. Petites variacions de la PA → grans variacions PTDVE i PAE



# Algorithme diagnostic



# Què hi ha de nou? Ecocardiografia

## Eco exercici Estudi contractilitat

- **Millor coneixement de la fisiopatologia**

**Eco d'estrès: desemmascarar disfunció diastòlica  
Estudi funció sistòlica latent associada**

- **Funció aurícula esquerra**
- **Participació del VD**



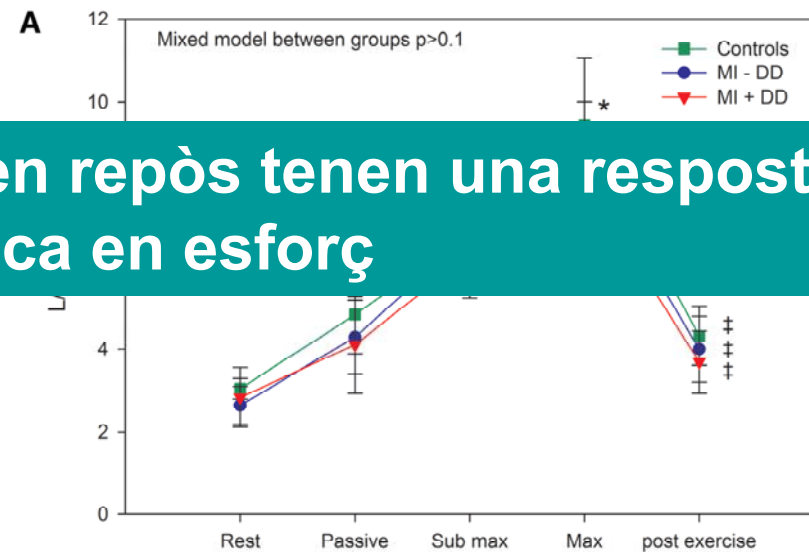
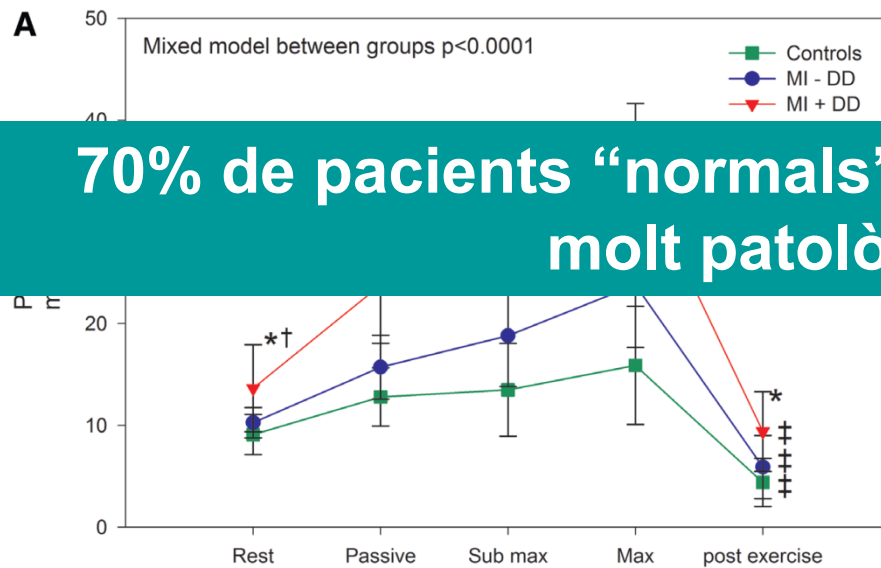
# Pressions d'ompliment i exercici

35 IAM revasc. FE > 45% + disf. diastòlica ( E/e' > 8 i AE > 34 ml/m2)

10 IAM revasc. FE > 45% - disf. diastòlica

10 voluntaris sans

Tots asimptomàtics per dispnea



**70% de pacients "normals" en repòs tenen una resposta molt patològica en esforç**

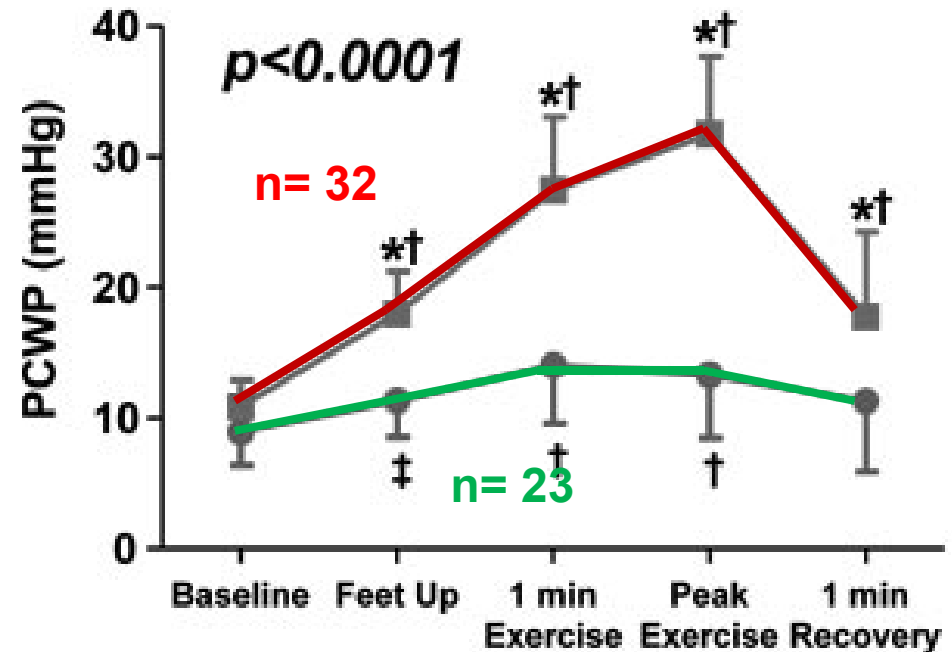


## Pressions d'ompliment i exercici

n= 55, dispnea amb coros normals, FE> 50% BNP normal, PAPs <25mmHg i PCP < 15mmHg normal en repòs → exercici bicicleta amb monitorització invasiva

ICFEpr:

- baixa reserva cronotropa
- poca VD perifèrica
- baixa despesa cardíaca

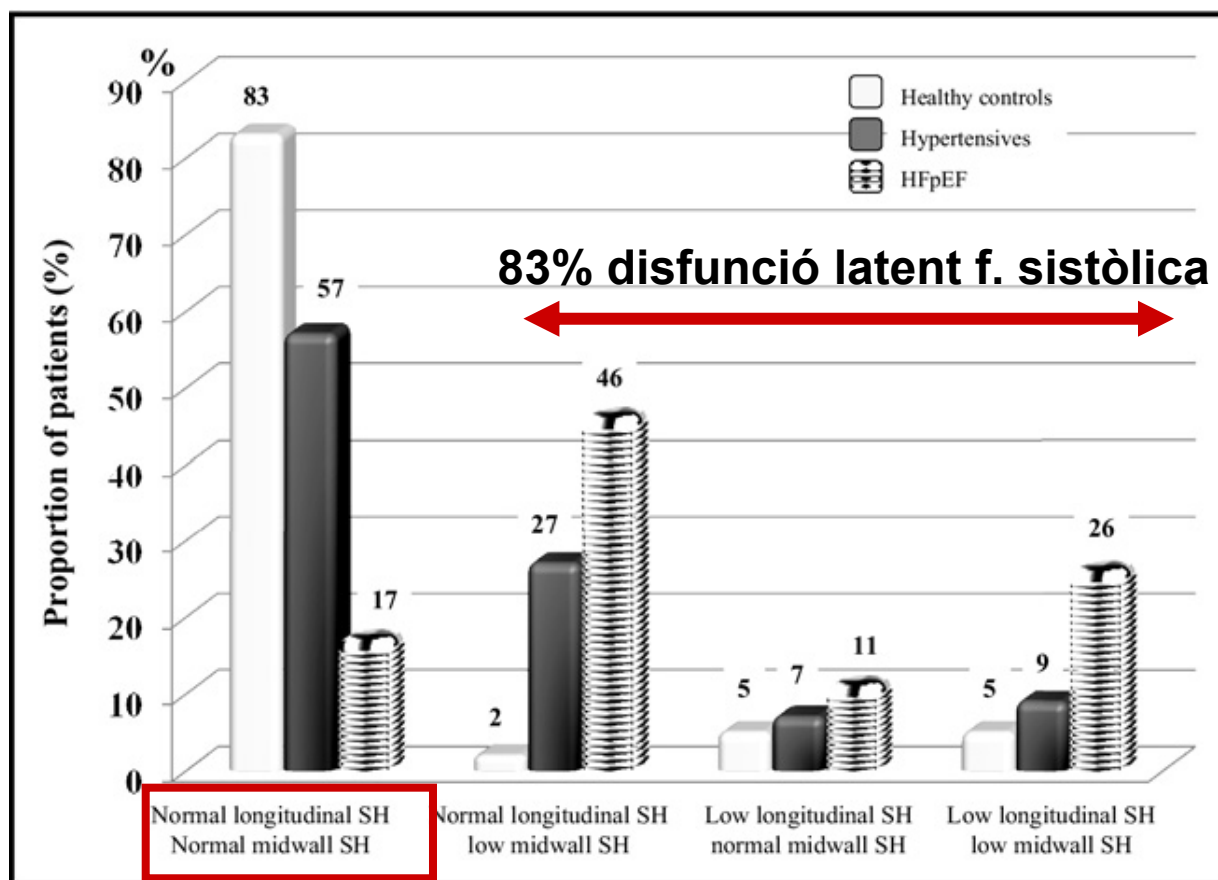


■ ICFEpr  
■ dispnea no cardiaca



# ICFEpr i disfunció sistòlica latent BASAL

n= 60, 60a no isq. amb ICFEpr i E/e' 7.7 vs 120 sans i 120 HTA sense IC



# ICFEpr i disfunció sistòlica latent ECO D'ESTRÈS

## Strain longitudinal basal

n= 21, 75 anys

FE > 45%

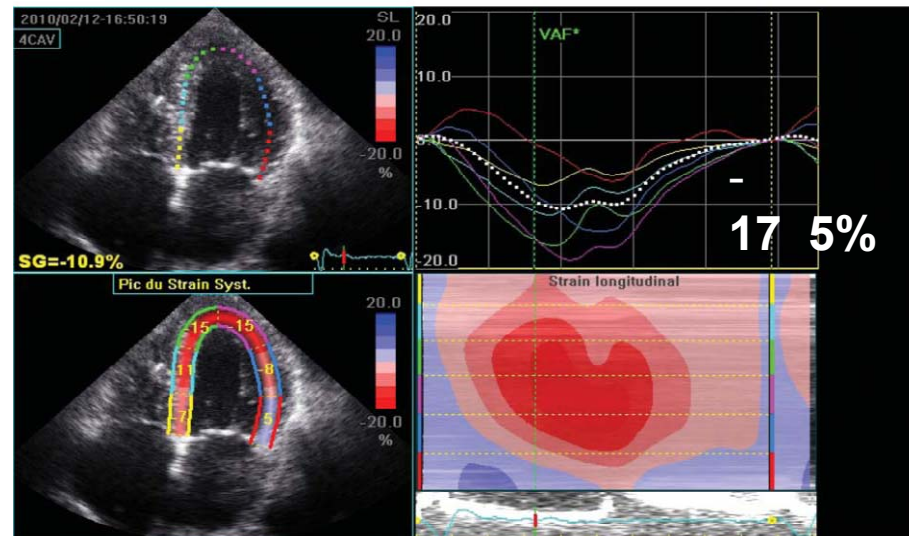
57%

Pro-BNP > 300

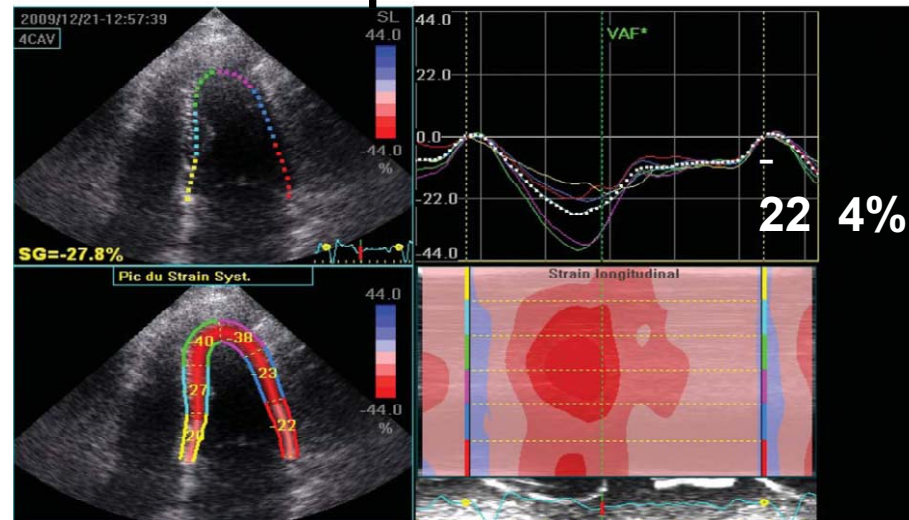
vs.

15 controls sans

p < 0.001



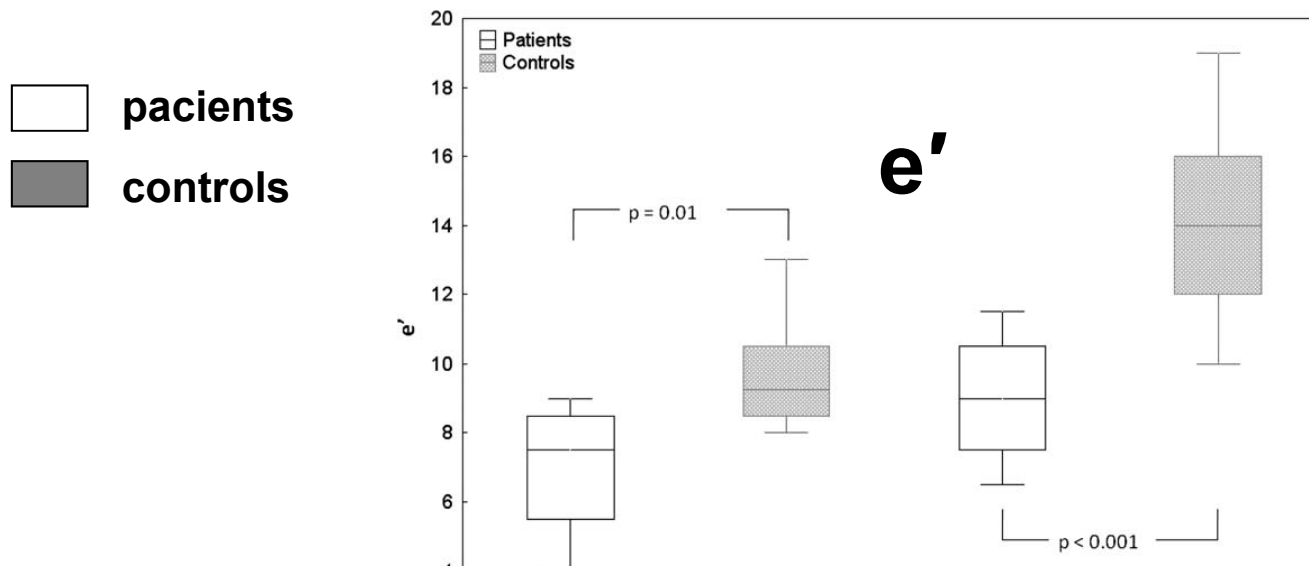
patient



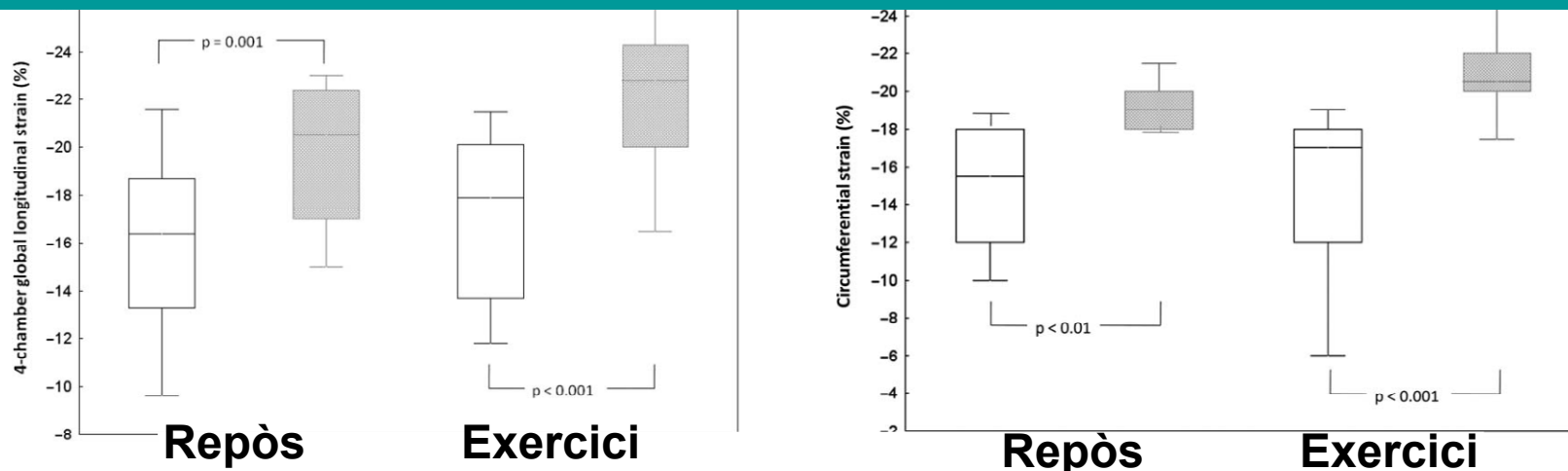
control





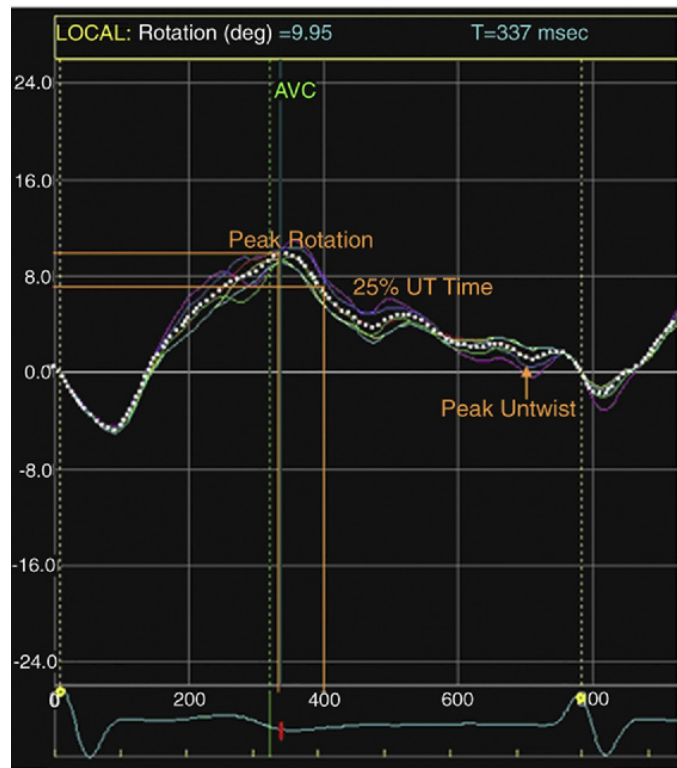


Pacients ICFepr tenen disfunció sistòlica latent i disfunció diastòlica no molt evident en repòs, que s'accentua en esforç

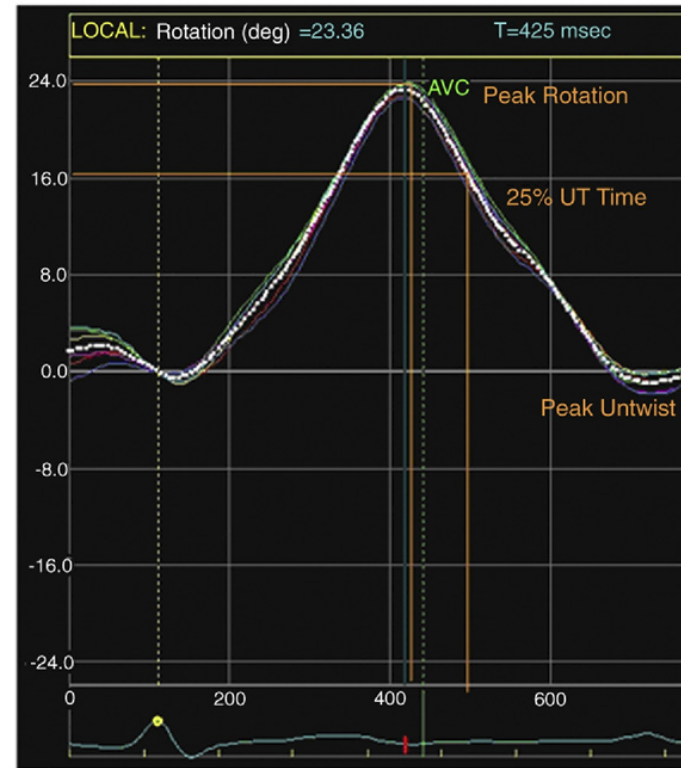


# Peak apical rotation and untwist

Patient, ♂ 62 years



Control, ♀ 61 years



Fases inicials → torsió accentuada per mantenir la FE

Fases avançades → reducció capacitat d' "untwist" → reducció "succió VE" → disfunció diastòlica



## Aurícula esquerra: HbA1c de la disfunció diastòlica Informació de cronicitat

**Volums AE i contribució a l'ompliment VE (en ausència de FA i valvulopatia mitral):**

- reservori:  $VAE_{\max} - VAE_{\min} \rightarrow 40\%$
- conducte:  $LV\ SV - LA\ SV \rightarrow 35\%$
- contracció:  $VAE_{\text{preA}} - VAE_{\min} \rightarrow 25\%$

**Pacient dispneic amb FEpr i AE no dilatada no pot tenir IC FEpr**



# Estudi de la funció auricular basada en volums

**Disfunció diastòlica:**

↑ **% de bomba i reservori**

↓ **% f. de conducte**

**AE només actua de conducte**

## Reservoir function: (+ $\Delta$ , positive volume change)

Filling or expansion volume :

$$LAV_{max} - LAV_{min}$$

Expansion index:

$$((LAV_{max} - LAV_{min}) / LAV_{min}) \times 100$$

Diastolic emptying index:

$$((LAV_{max} - LAV_{min}) / LAV_{max}) \times 100$$

## Conduit function: (- $\Delta$ , negative volume change)

Passive emptying index :

$$((LAV_{max} - LAV_{pre-a}) / LAV_{max}) \times 100$$

Passive emptying percent of total emptying:

$$((LAV_{max} - LAV_{pre-a}) / (LAV_{max} - LAV_{min})) \times 100$$

## Booster pump function: (- $\Delta$ , negative volume change)

Active emptying index :

$$((LAV_{pre-a} - LAV_{min}) / LAV_{pre-a}) \times 100$$

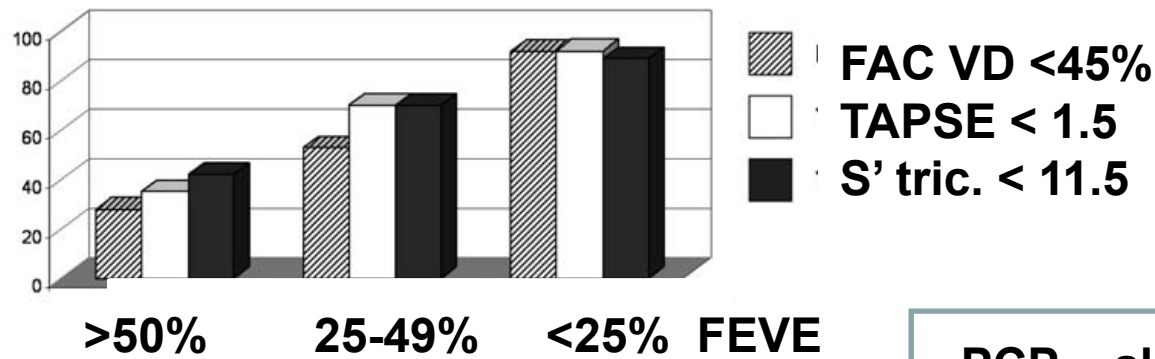
Active emptying percent of total emptying:

$$((LAV_{pre-a} - LAV_{min}) / (LAV_{max} - LAV_{min})) \times 100$$

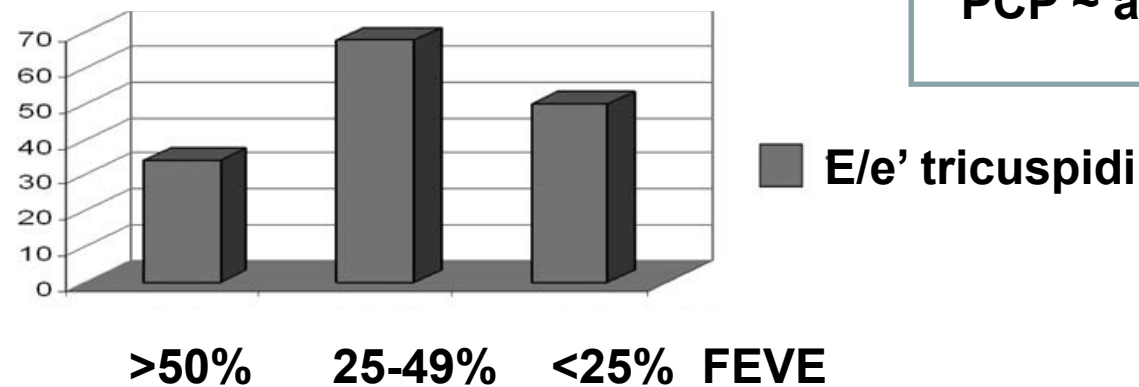
# Participació del VD

	Patients			Controls			
	Rest	Exercise	P*	Rest	Exercise	P*	P**
RV s' (cm/s)	12 ± 3	14 ± 3	<0.001	14 ± 3	18 ± 1	ns	0.02 <sup>a</sup> ; 0.03 <sup>b</sup>
RV e' (cm/s)	9 ± 3	11 ± 5	<0.01	12 ± 4	20 ± 4	ns	0.01 <sup>a</sup> ; 0.001 <sup>b</sup>
Tricuspid annular peak systolic excursion (mm)	20 ± 5	22 ± 6	ns	24 ± 4	25 ± 4	ns	ns <sup>a</sup> ; ns <sup>b</sup>

**Prevalència  
disf. sistòlica  
VD (%)**



**Prevalència  
disf.  
diastòlica VD  
(%)**



PCP ~ als 3 grups



# **Seguiment**

## **Utilitat del ecocardiografia**



## Disfunció diastòlica i pronòstic

**n=1065 FE >55%, 73% disf. diastòlica (majoria lleu)  
Seguiment de  $1.6 \pm 0.8$  anys: 142 (13%) morts.**

**Predictors de mortalitat:**

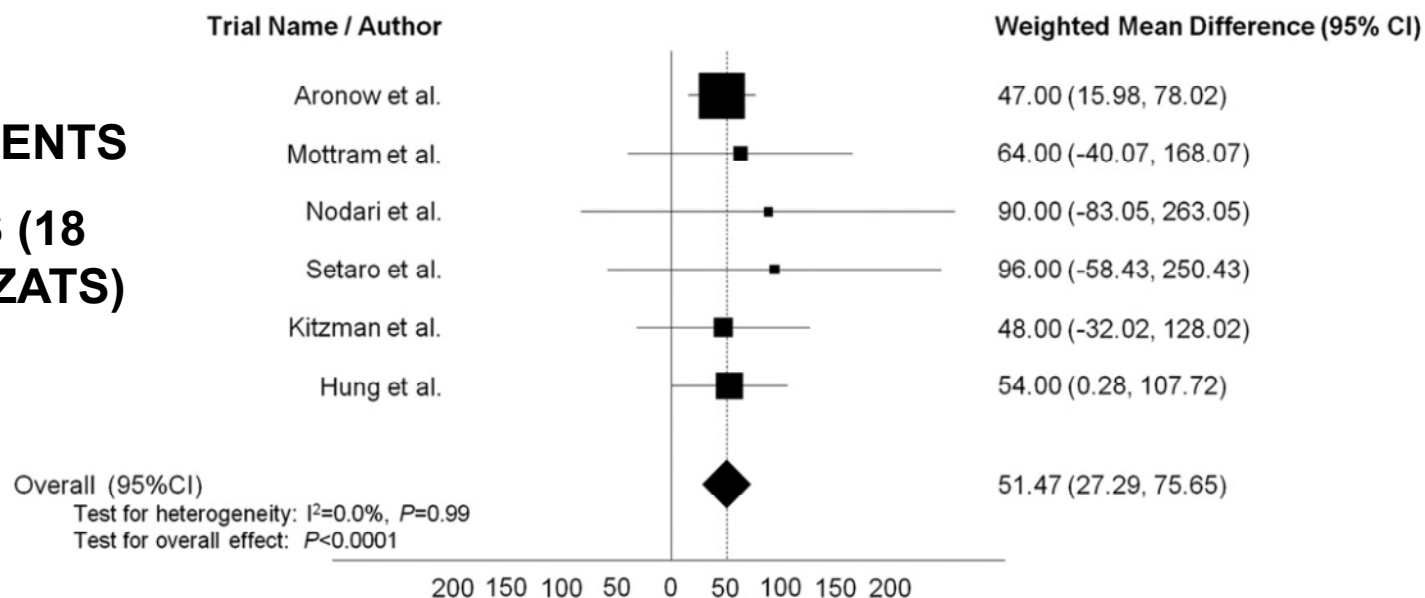
- 1. Empitjorament FE < 55%**
- 2. Progressió de la disfunció diastòlica**



## Efecte del tractament sobre la capacitat funcional

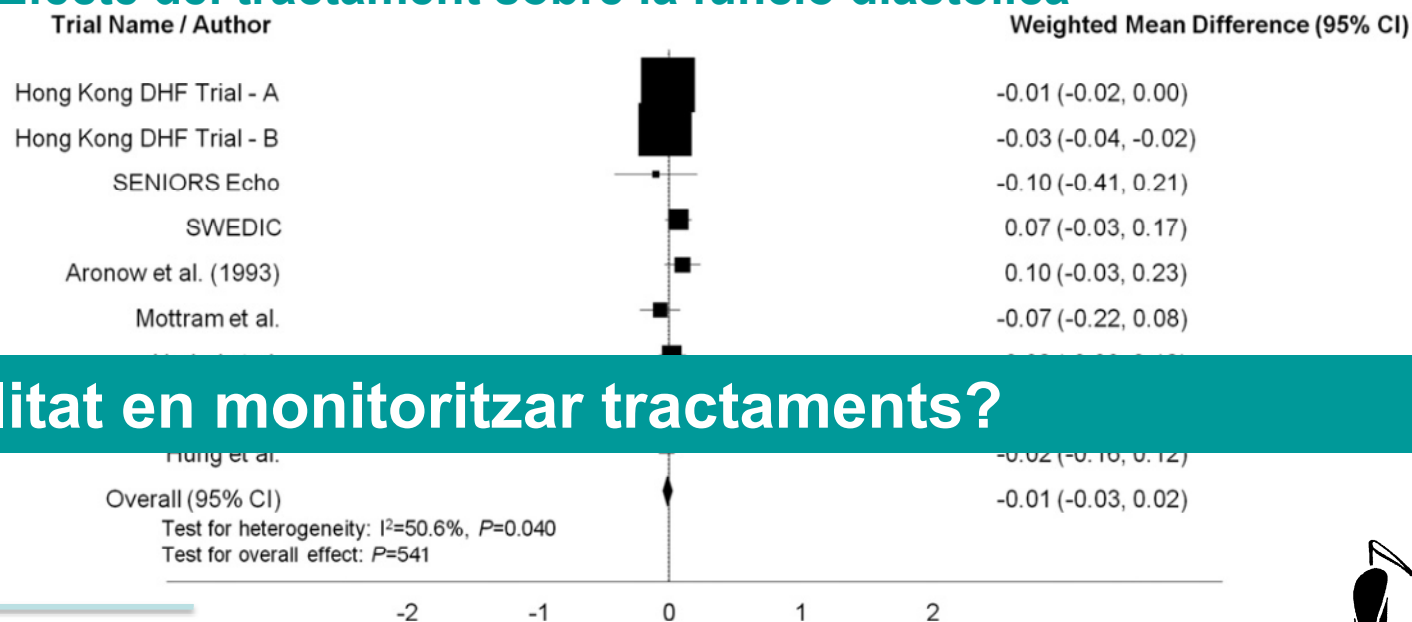
53.878 PACIENTS

30 ESTUDIS (18  
RANDOMITZATS)



## Efecte del tractament sobre la funció diastòlica

E/A

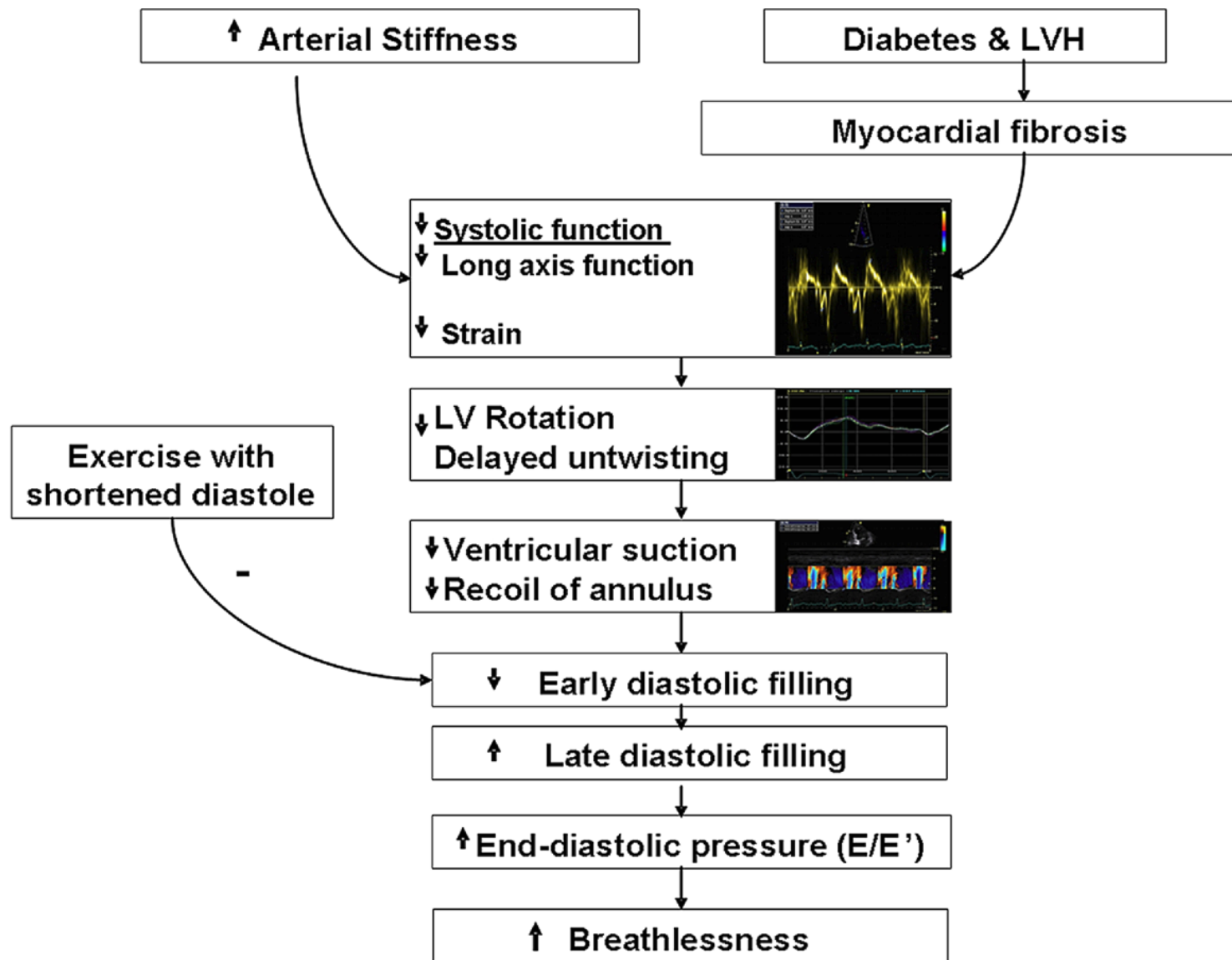


Utilitat en monitoritzar tractaments?





# Conclusions



# Conclusions

- **Fisiopatologia de la ICFEpr complexa que no només es deu a una disfunció diastòlica del VE.**
- **L'ecocardiografia és una eina indispensable en l'algoritme diagnòstic.**
- **Ecocardiografia ens permet l'estudi de la funció diastòlica i P. ompliment. Cal conèixer les limitacions i cal alta sospita clínica per arribar al diagnòstic ecocardiogràfic.**
- **Estudi basal no concloent en el pacient amb dispnea ens pot ajudar l'estudi de la funció AE i VD i eco d'exercici per posar en evidència alteracions en la funció diastòlica en esforç.**
- **Paper de l'eco en la monitorització ICFEpr més limitat.**



A photograph of two young children sitting inside a tent. The child on the left is wearing a pink shirt and has their hand near their forehead. The child on the right is wearing a striped shirt and is looking towards the left. They are surrounded by green fabric with a monkey face pattern. The tent's interior is visible, including a yellow strap and a pinkish-purple light source.

**Gràcies!**

**La majoria d'idees fonamentals de la ciència són essencialment senzilles, i per regla general, poden ser expressades en un llenguatge comprensible per a tots**

**Albert Einstein**



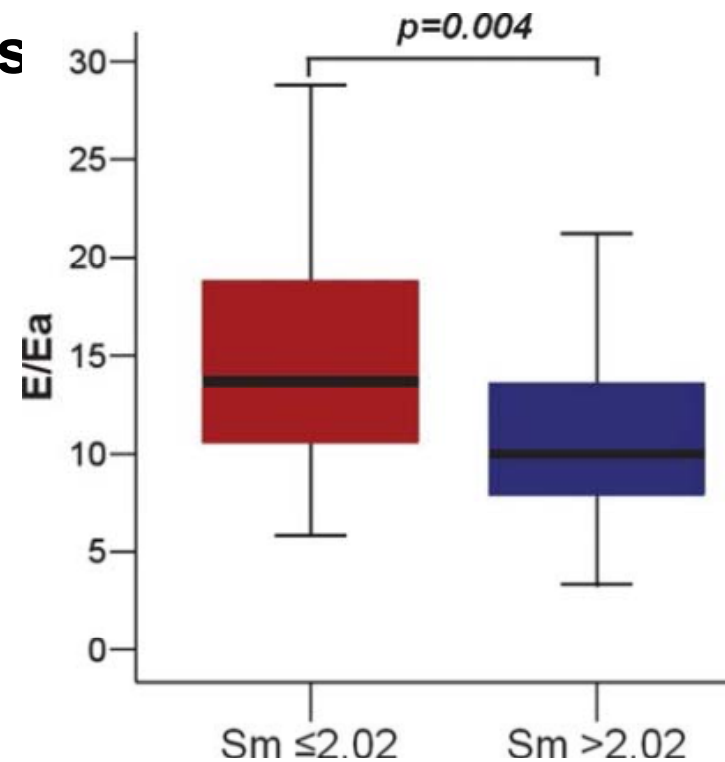
# ICFE deprimida S' i reserva contràctil

n=64, 58% isquèmics, FE 29 7%

Eco d'estrès amb DBT

Relació S' estrès-repòs > 2.02cm/s

- millor f. diastòlica repòs
- < E/e' en repòs
- > reserva contràctil
- > consum d'O<sub>2</sub>



## Eco d'estrès diastòlic exercici-bicicleta-DBT

- **Utilitat en pacient amb dispnea i eco normal amb P. ompliment normals en repòs**
  - **Possibilitat de mesurar E/e'**
  - **Velocitats anell mitral**
  - **Permet mesurar la PAPs en esforç**

### Respostes possibles

- **Normal repòs-normal estrès: E/e' no canvia**
- **Normal repòs- anormal estrès: E/e' ↑ amb l'exercici**
- **Anormal repòs-anormal estrès**



# Experiència HCP

