

# Cykelekokardiografi och ergospirometri vid klaffsjukdom



Eva Nylander

Klinisk fysiologi

Linköping

Höstmötet 2024

## Ur SFKF verksamhetsstatistik, longitudinell jämförelse



Skattning: > 2500 är farmakologisk stress

# Rekommenderar guidelines för klaffsjukdom arbets- eko?



**ESC**

European Society  
of Cardiology

European Heart Journal (2022) 43, 561–632  
<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab395>

**ESC/EACTS GUIDELINES**

---

## **2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease**

**Developed by the Task Force for the management of valvular heart disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS)**

**Circulation**

Volume 143, Issue 5, 2 February 2021; Pages e72-e227  
<https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000923>



American  
Heart  
Association.

**ACC/AHA CLINICAL PRACTICE GUIDELINE**

**2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines**

# Arbets-eko i klaffguidelines?

	<b>AHA/ACC 2020</b>	<b>ESC/ EACTS 2021</b>
<b>AS</b>	i specialfall	ja i det finstilta
<b>AI</b>	nej	nej
<b>MI</b>	ja vid osäk symt	ja i txt
<b>MS</b>	ja i vissa fall	ja i vissa fall

# Eko- guidelines

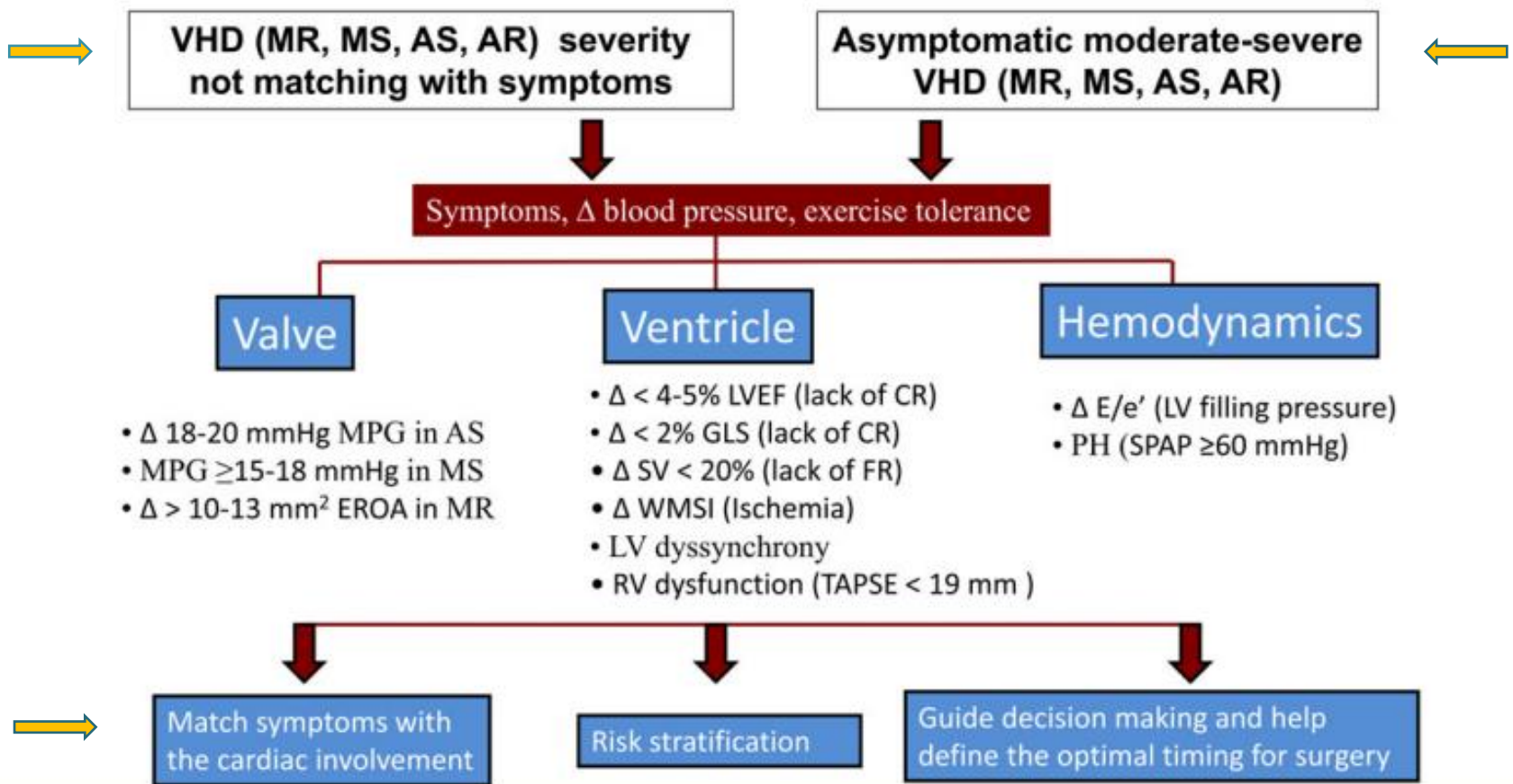


European Heart Journal – Cardiovascular Imaging (2016) **17**, 1191–1229  
doi:10.1093/ehjci/jew190

**EACVI/ASE  
RECOMMENDATION**

## **The clinical use of stress echocardiography in non-ischaemic heart disease: recommendations from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography**

**Patrizio Lancellotti<sup>1,2\*</sup>, Patricia A. Pellikka<sup>3</sup>, Werner Budts<sup>4</sup>, Farooq A. Chaudhry<sup>5</sup>, Erwan Donal<sup>6</sup>, Raluca Dulgheru<sup>1</sup>, Thor Edvardsen<sup>7</sup>, Madalina Garbi<sup>8</sup>, Jong-Won Ha<sup>9</sup>, Garvan C. Kane<sup>3</sup>, Joe Kreeger<sup>10</sup>, Luc Mertens<sup>11</sup>, Philippe Pibarot<sup>12</sup>, Eugenio Picano<sup>13</sup>, Thomas Ryan<sup>14</sup>, Jeane M. Tsutsui<sup>15</sup>, and Albert Varga<sup>16</sup>**



**Figure 13** Usefulness of exercise SE in patients with valvular heart disease (VHD). The three components of VHD consequences are examined allowing individual risk stratification.  $\Delta$ , changes from rest to peak exercise (\*from rest to peak dobutamine); AR, aortic regurgitation; AS, aortic stenosis; EROA, Effective regurgitant orifice area; FR, flow reserve; GLS, global longitudinal strain; LVEF, left ventricular ejection fraction; MPG, mean pressure gradient; MR, mitral regurgitation; MS, mitral stenosis; RV, right ventricle; PH, systolic pulmonary hypertension; SPAP, systolic pulmonary artery pressure; SV, stroke volume; TAPSE, tricuspid annulus plane systolic excursion; WMSI, wall motion score index.

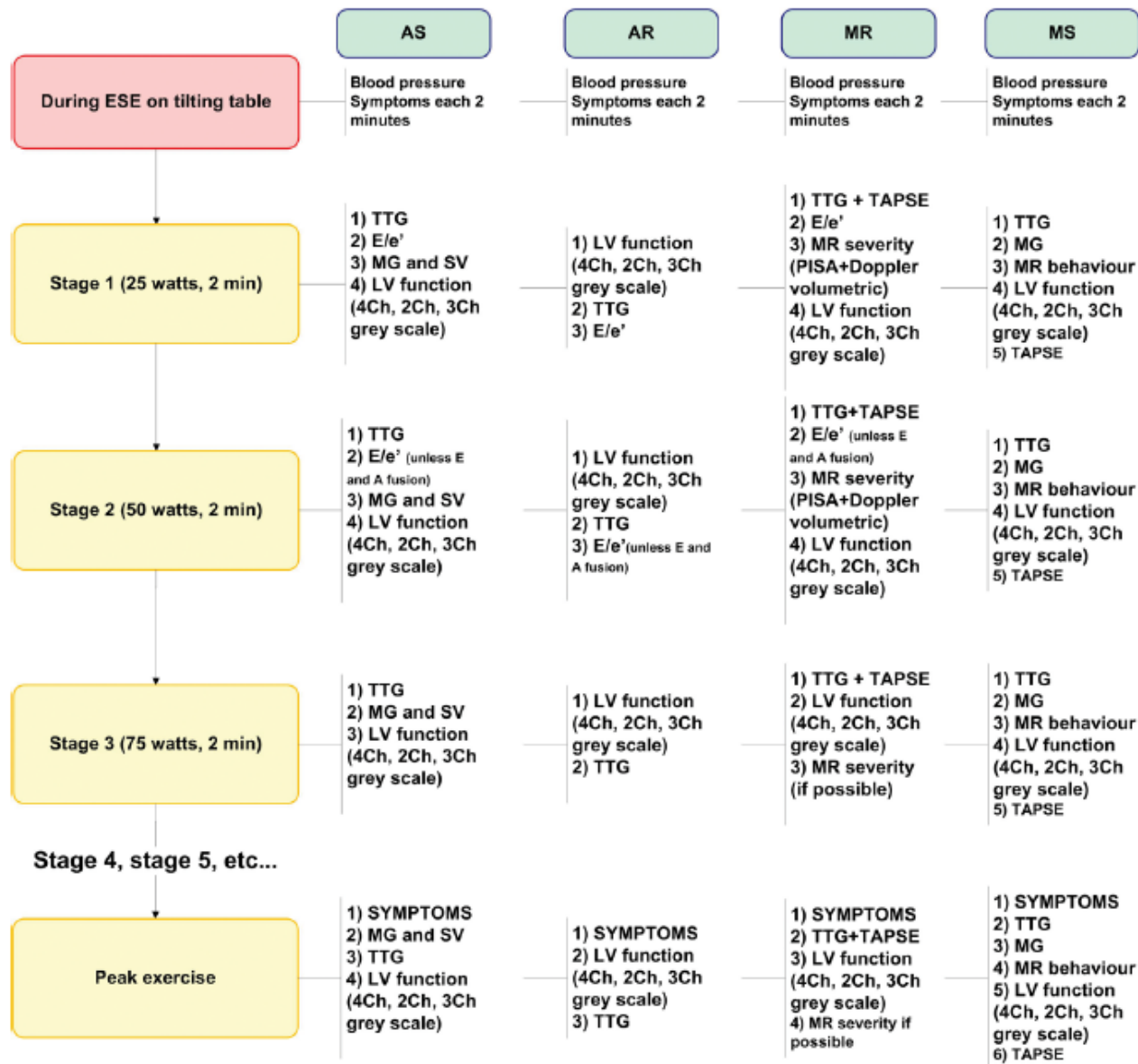
och,

Review

## Stress echocardiography in patients with native valvular heart disease

Patrizio Lancellotti,<sup>1,2</sup> Raluca Dulgheru,<sup>1</sup> Yun Yun Go,<sup>1</sup> Tadafumi Sugimoto,<sup>1</sup>  
Stella Marchetta,<sup>1</sup> Cécile Oury,<sup>1</sup> Madalina Garbi<sup>3</sup>

Heart 2018;**104**:807–813.



**Figure 1** Schematic representation of different parameters that may be acquired during exercise stress echocardiography in each type of asymptomatic severe heart valve disease. AR, aortic regurgitation; AS, aortic stenosis; Ch, chamber; E, early diastolic wave velocity; ESE, exercise stress echocardiography; LV, left ventricle; MG, mean pressure gradient; MR, mitral regurgitations; MS, mitral stenosis; PISA, proximal isovelocity surface area; SV, stroke volume; TAPSE, tricuspid annular plane systolic excursion; TTG, transtricuspid pressure gradient.



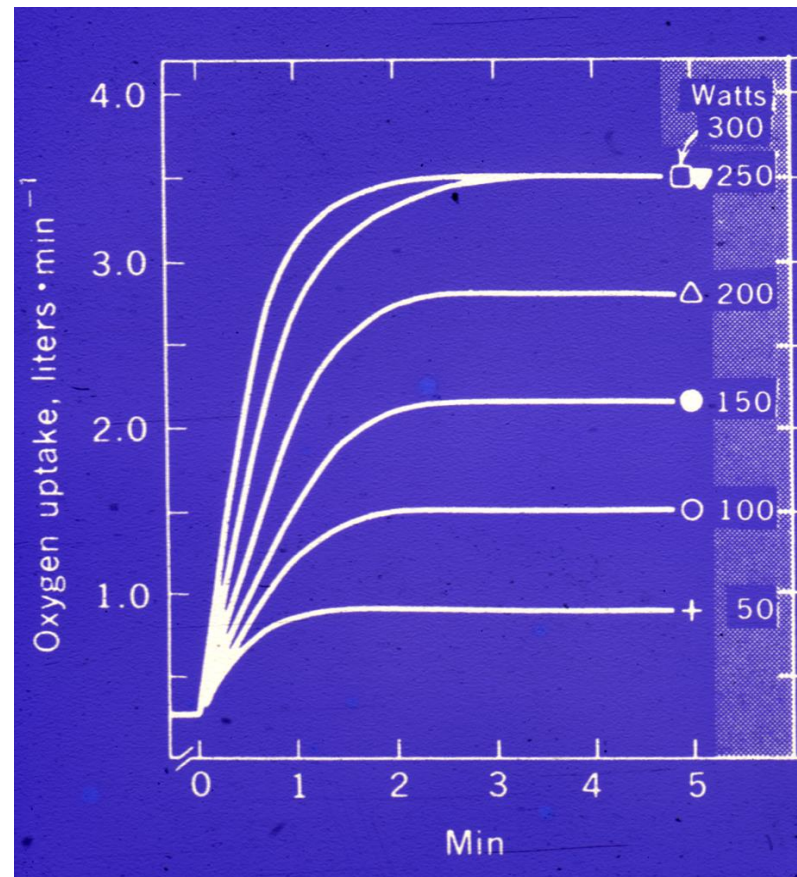
# Farmakologisk stress har ingen plats vid klaffel

Utom vid aortastenosis - dobutaminstress vid misstanke på  
”low flow- low gradient” och för att värdera kontraktil  
reserv



Vad händer cirkulatoriskt  
vid belastning med dynamiskt arbete?

## Syreåtgång i vila och under arbete



Syreupptaget

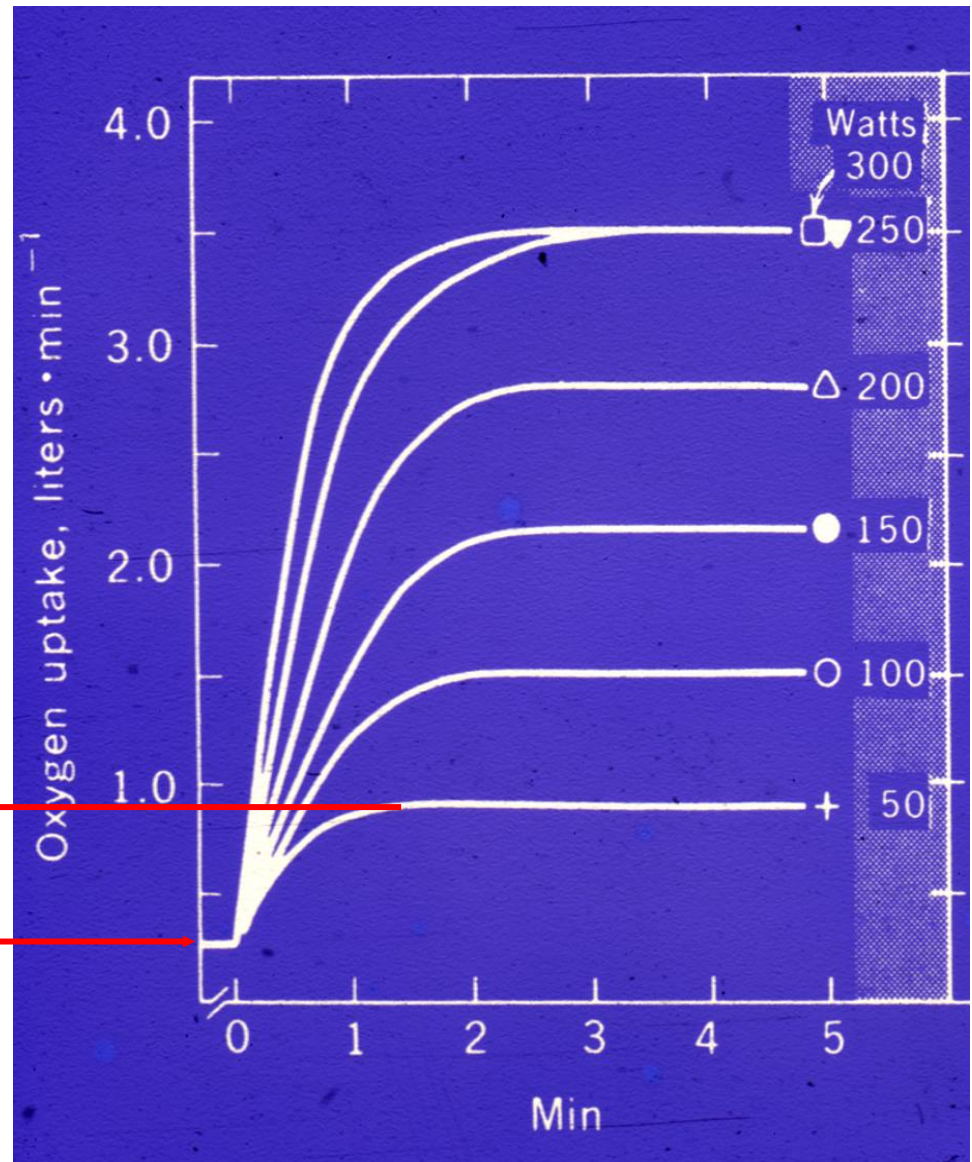
bestäms av **hjärtminutvolym** och **syreextraktion**

$$VO_2 = (HR \times SV) \times Hb \times 1.36 \times (SaO_2 - SvO_2)$$

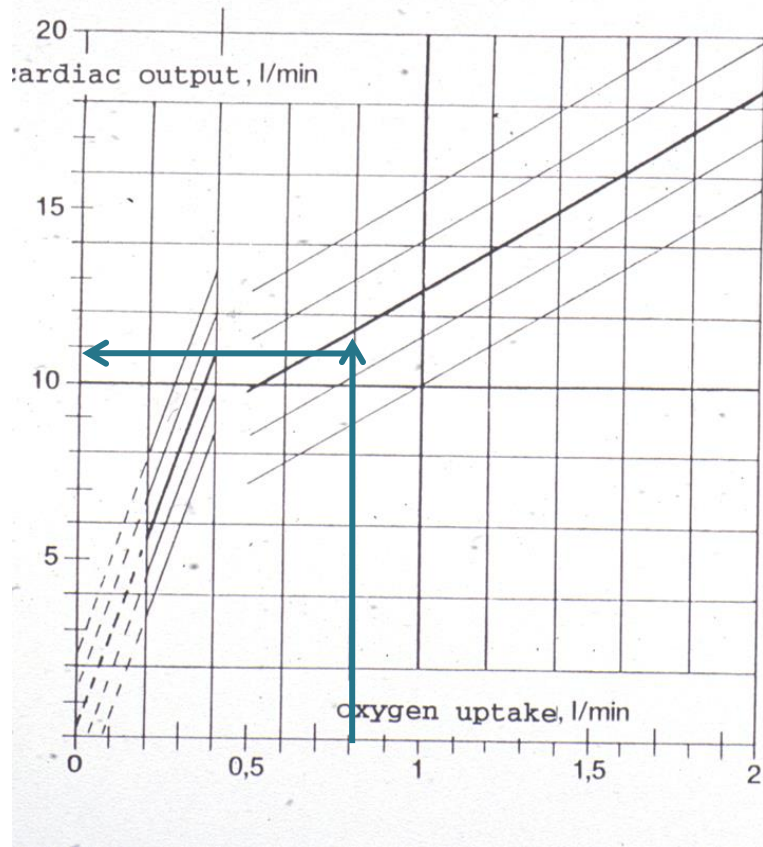
# Syreåtgång i vila och under arbete

*50 Watt, motsv.  
gång på plan mark  
Syreåtgång  
3x vilobehovet*

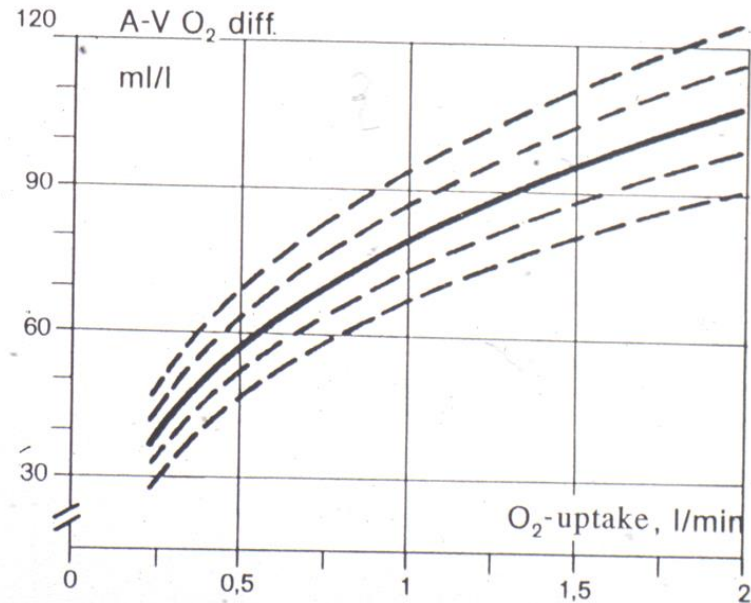
vila



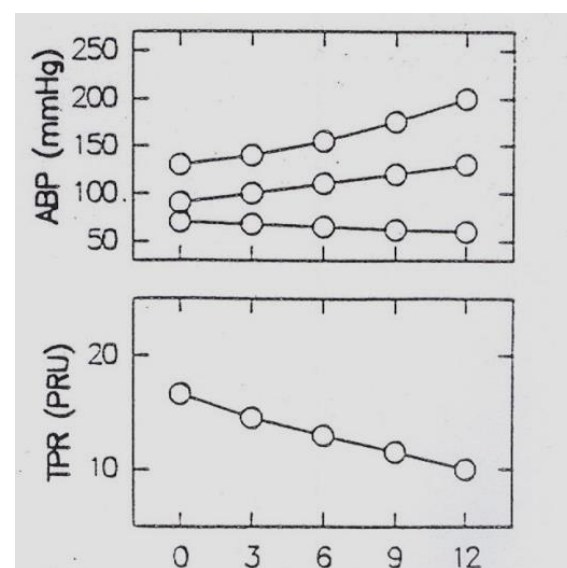
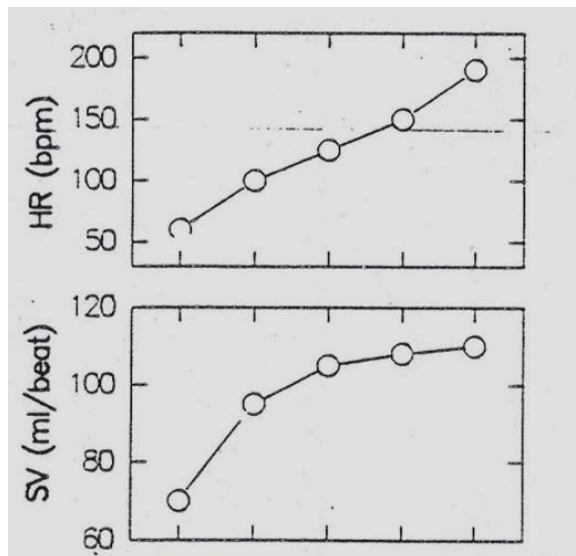
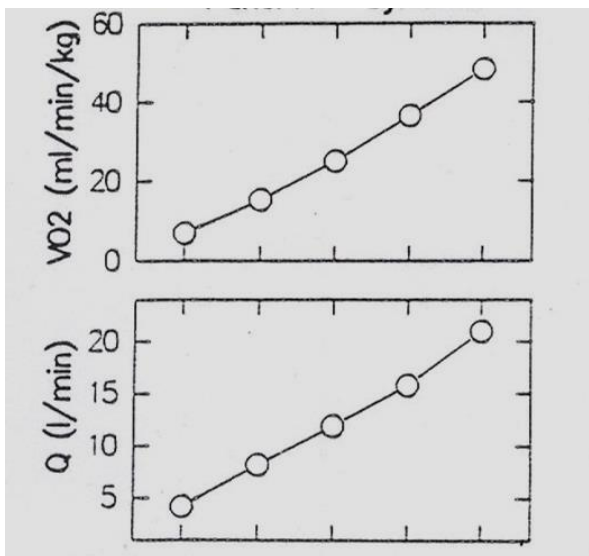
50W, åtgår ca 0.8 liter  $O_2$  / min



Då är normalt cardiac output ca 11 l/min



# Cirkulationsanpassning vid dynamiskt arbete



Betydande ökning av slag- och minutvolym.

Sjunkande total perifer resistens

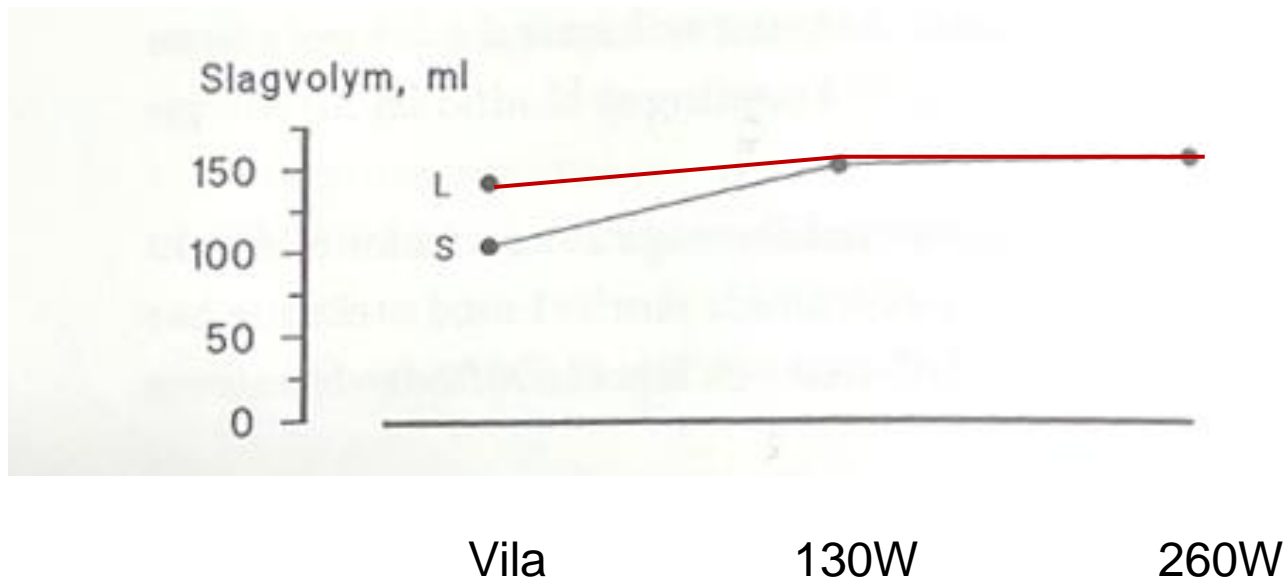
Farmakologisk belastning ger inte samma effekter

Stor ökning av kraven redan vid låg belastning

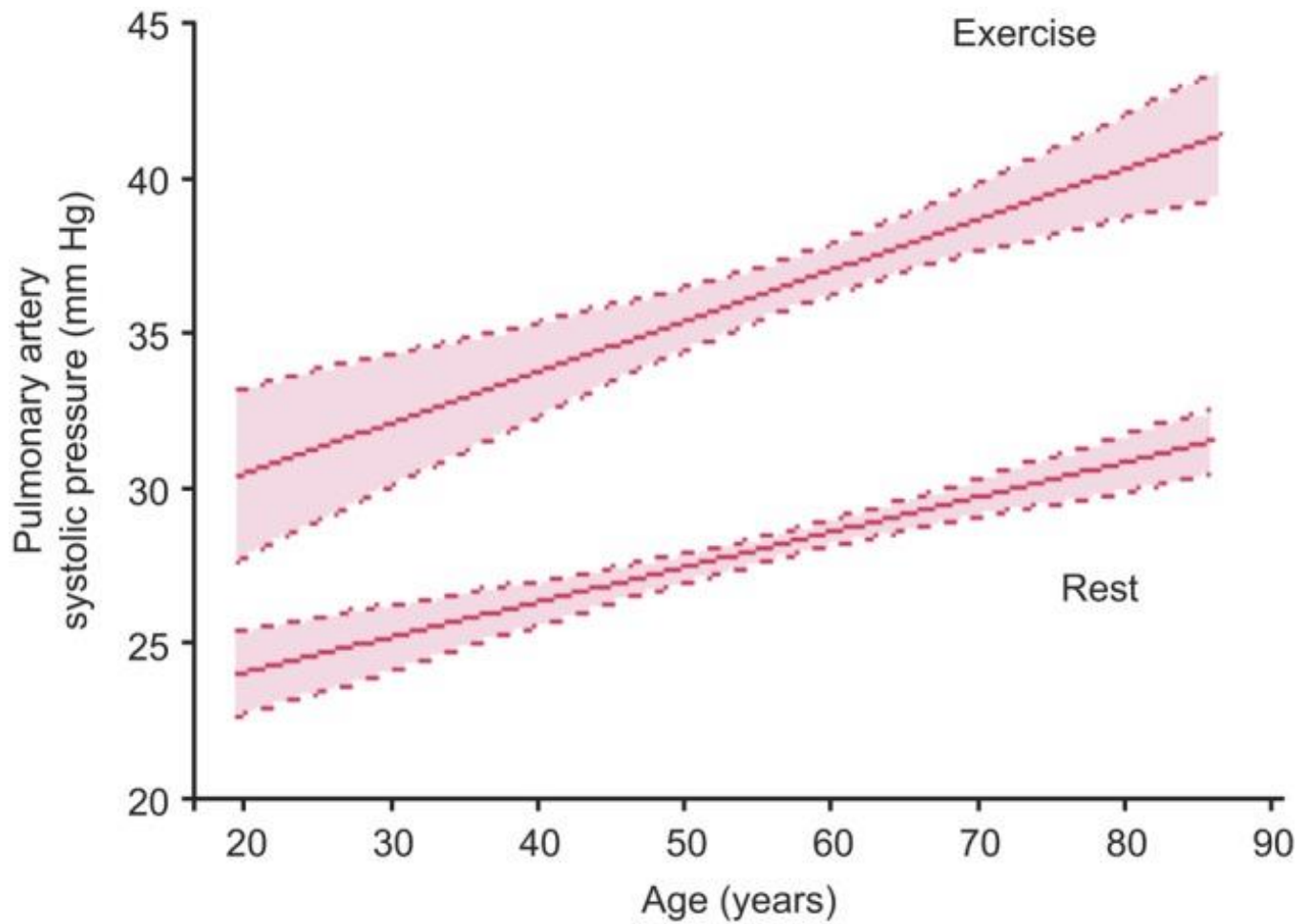
Men graden av cirkulationspåverkan beror på arbetsbelastningen

# Slagvolym i sittande och liggande vila/arb

efter Bevegård et al Acta Physiol Scand 1960;49:279-298



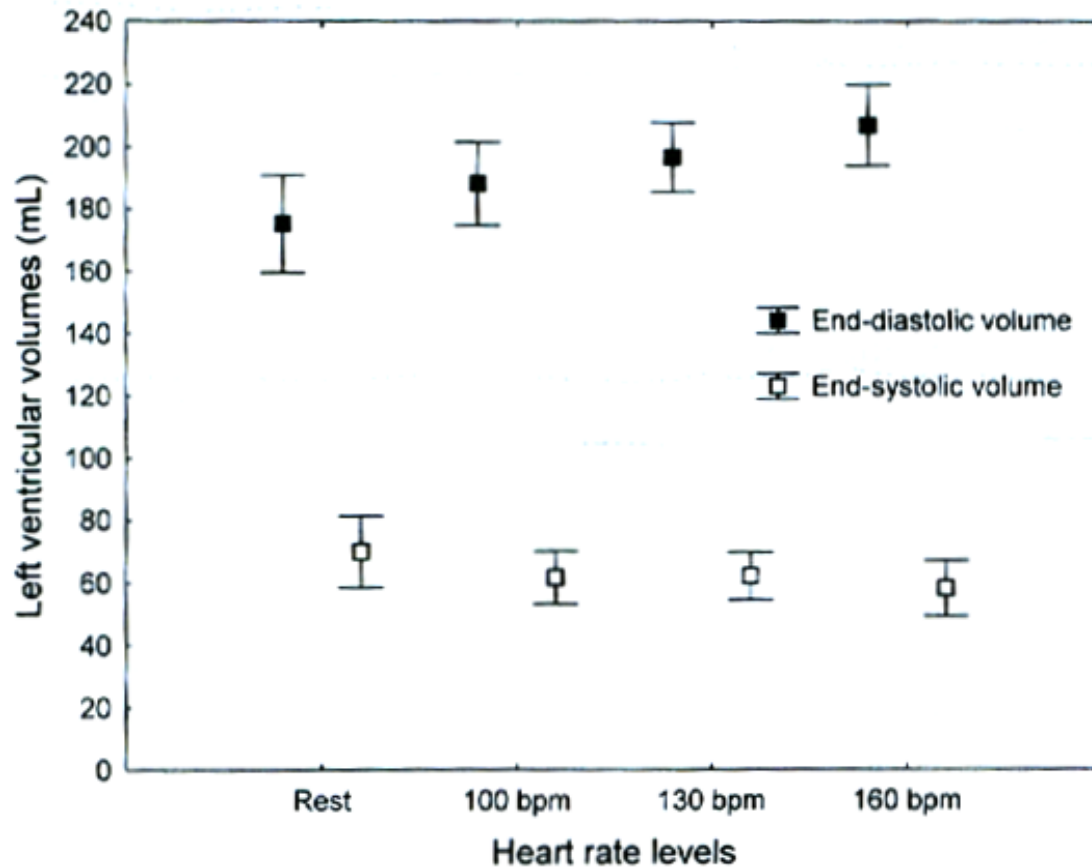
## Systoliskt PA- tryck under arbete





## Sittande cykelarbete, friska idrottare.

Sundstedt M et al Acta Physiol Scand 2004;182:45-51

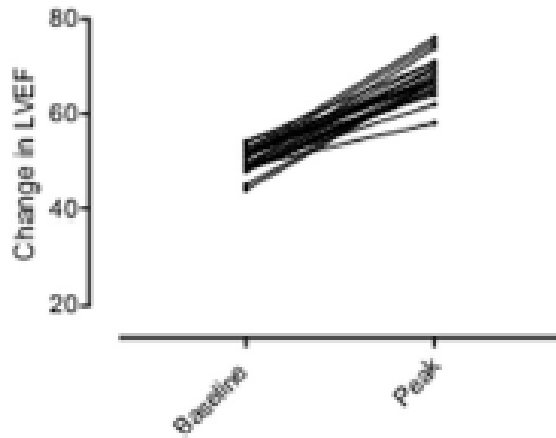


EF ökade från 61% till 72%, och till >65%

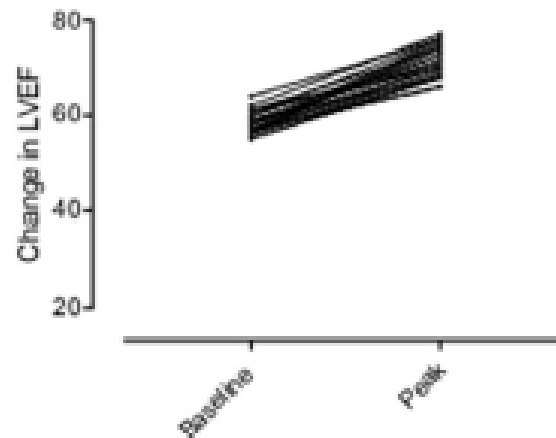
# Differentiation between athlete's heart and dilated cardiomyopathy in athletic individuals

Millar LM, et al. *Heart* 2020;**106**:1059–1065. doi:10.1136/heartjnl-2019-316147

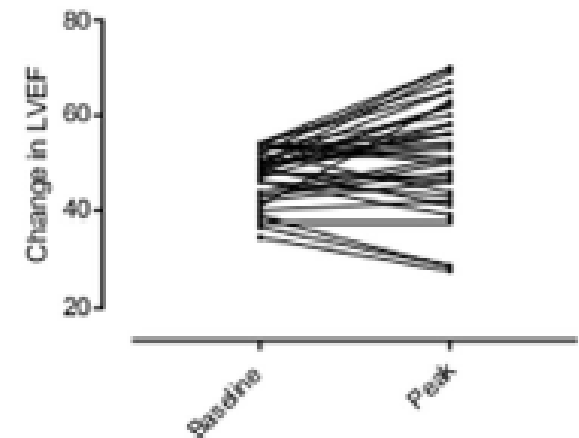
Healthy athletes with LV dilatation and LVEF <55%



Athlete controls



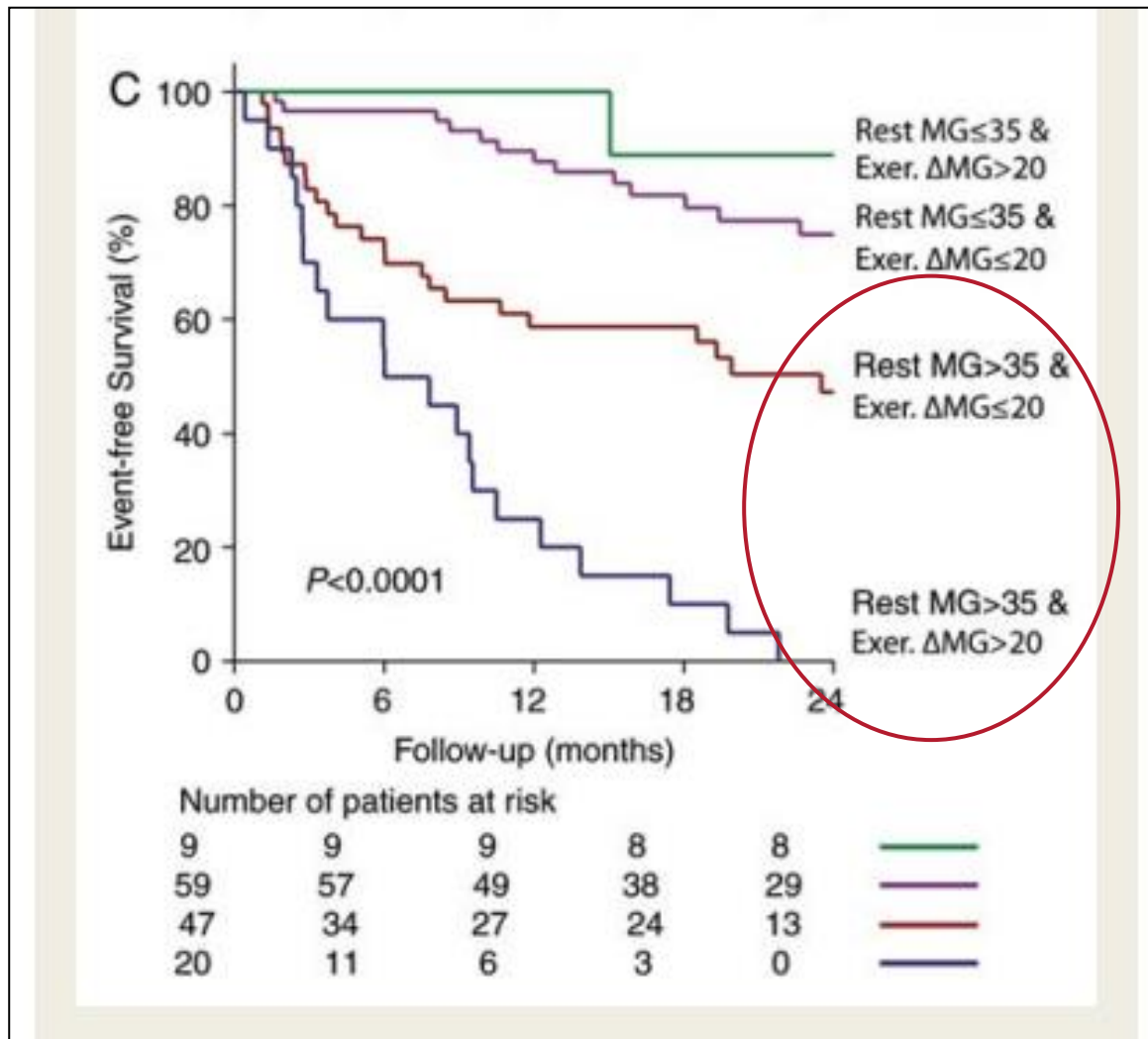
DCM patients



Idrottare med/utan VK- dilatation ökade EF med mer än 11%- enheter och till > 65% från vila till peak exercise

# Aortastenosis

# Cykelbelastning vid asymptomatisk måttlig/tät aortastenosis

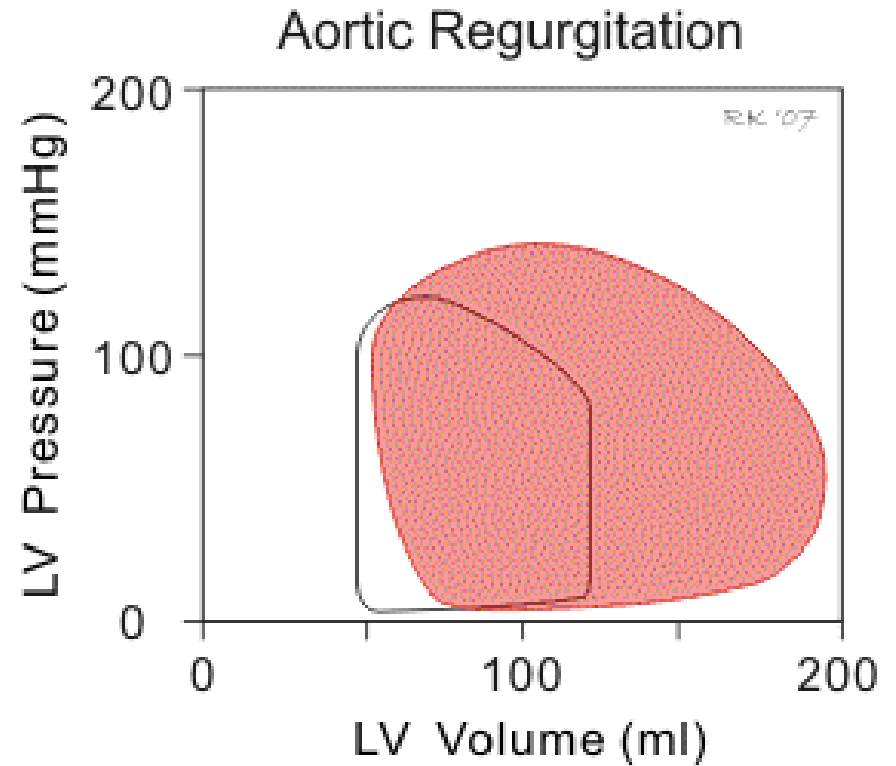


”The exercise induced increase in gradient could not be predicted from the clinical or resting echocardiographic data”

# Aortainsufficiens

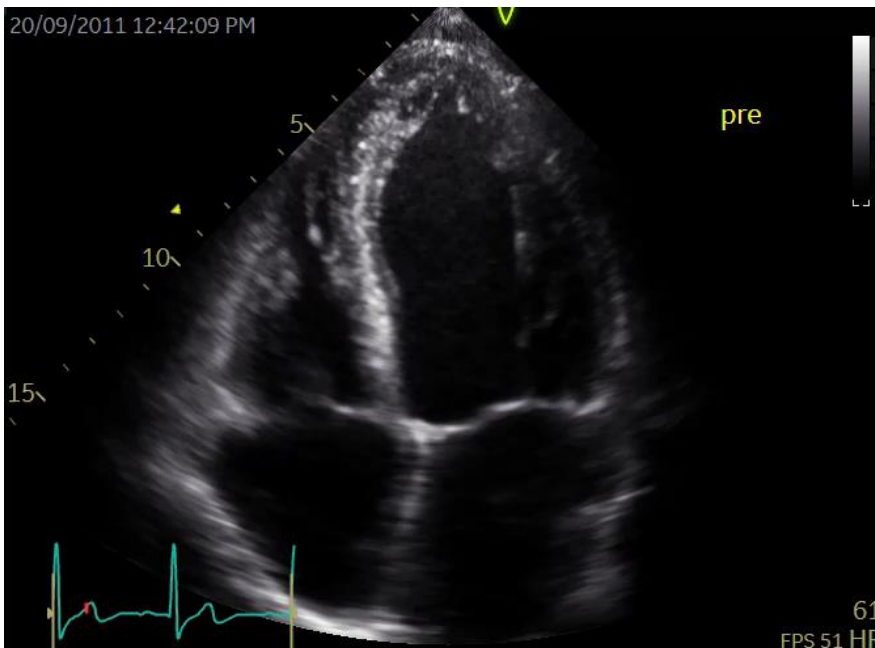
# Fysiologi

- Volym- och tryckbelastning
- AI minskar under arbete, slutdiastolisk volym minskar
- Vid normal VK-funktion ökar EF ändå under arbete med minst 5%-enheter



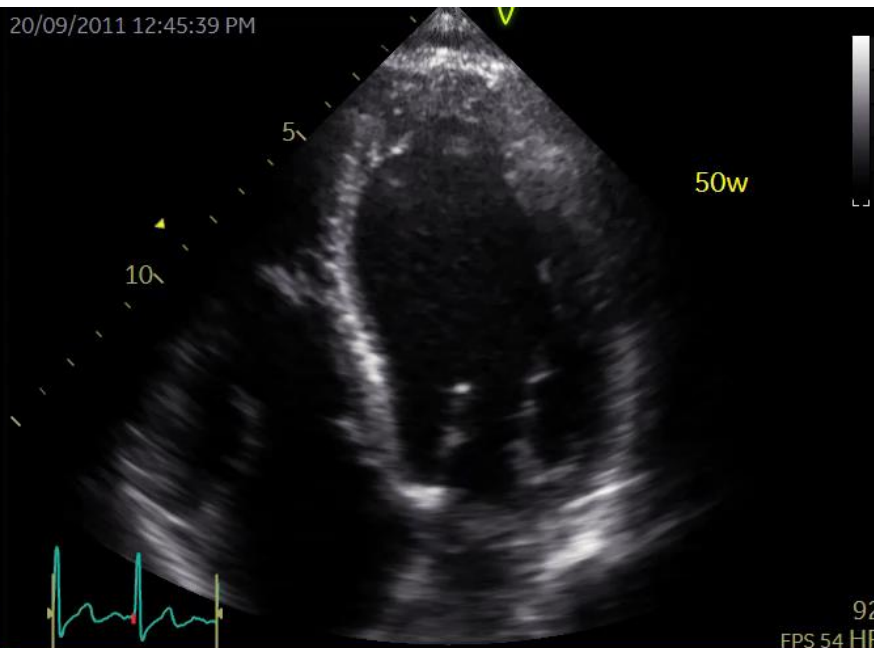
Källa: [www.cvphysiology.com](http://www.cvphysiology.com)

20/09/2011 12:42:09 PM



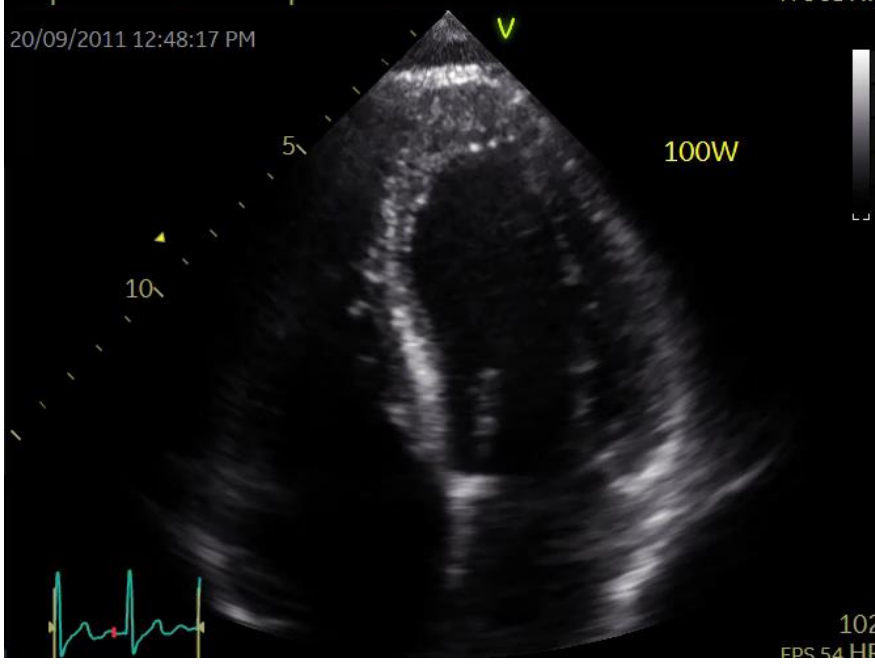
61  
FPS 51 HR

20/09/2011 12:45:39 PM



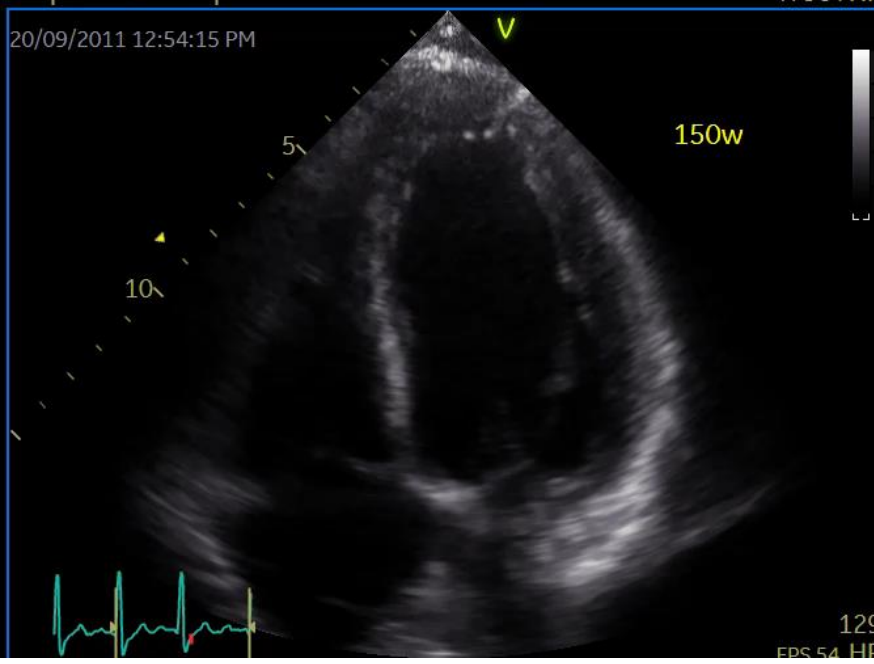
92  
FPS 54 HR

20/09/2011 12:48:17 PM



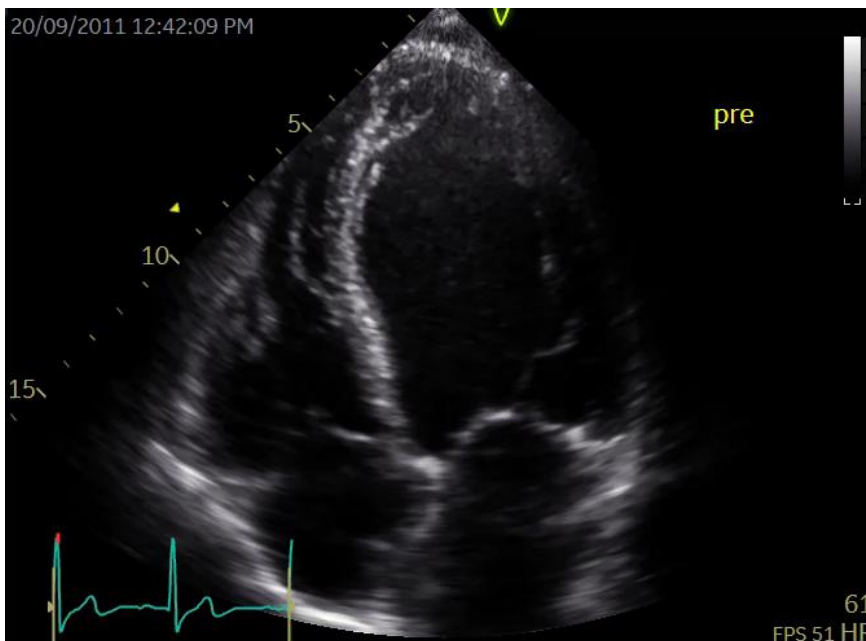
102  
FPS 54 HR

20/09/2011 12:54:15 PM



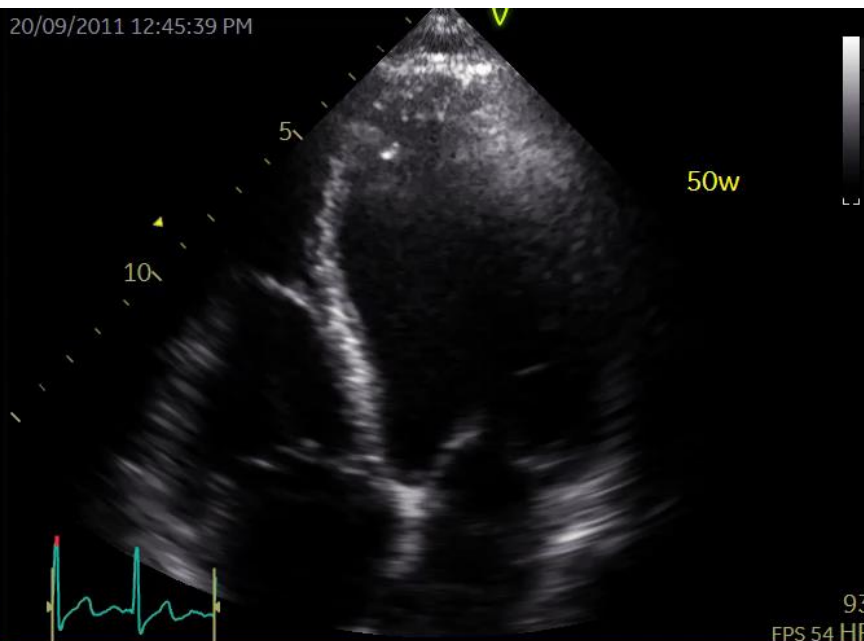
129  
FPS 54 HR

20/09/2011 12:42:09 PM



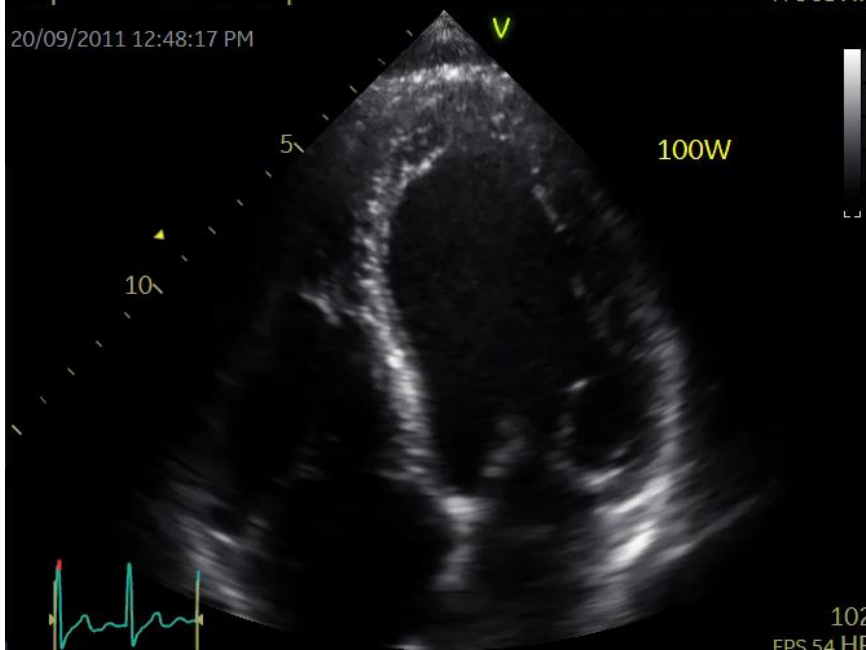
61  
FPS 51 HR

20/09/2011 12:45:39 PM



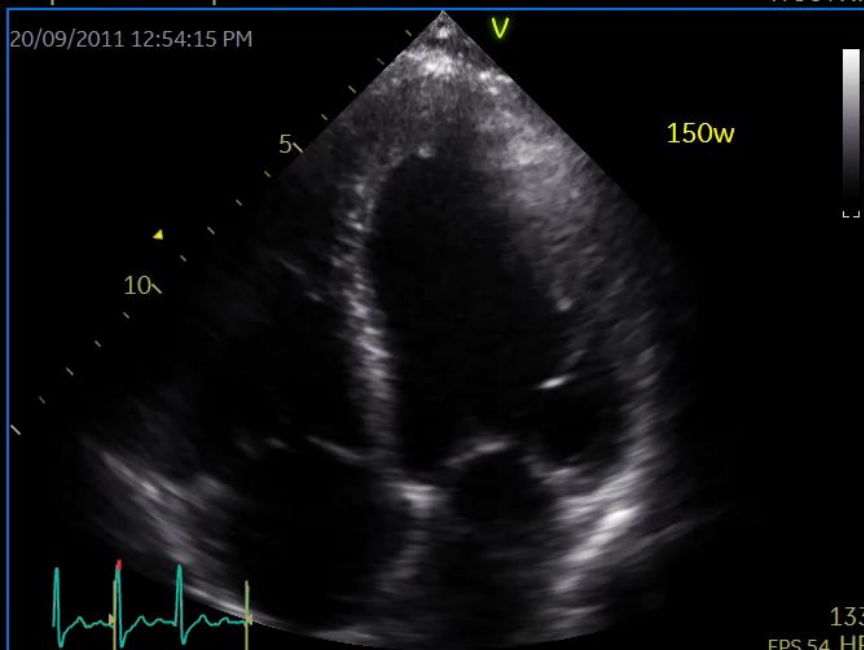
93  
FPS 54 HR

20/09/2011 12:48:17 PM



102  
FPS 54 HR

20/09/2011 12:54:15 PM



133  
FPS 54 HR



# Man, 60 år

	Vila	50 W	100W	150W
LVEDV	192	178	165	157
LVESV	78	89	81	86
EF%	59	59	51	49

# EF med eko under arbete

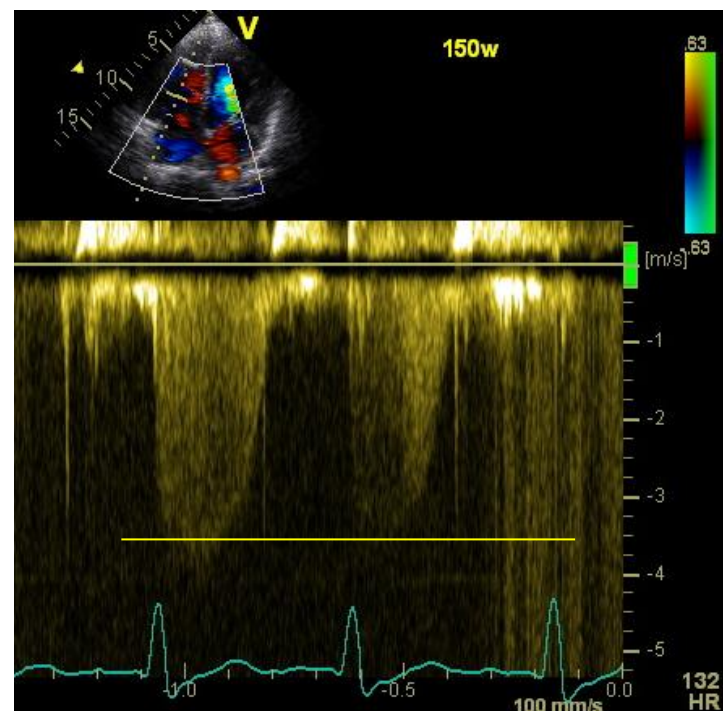
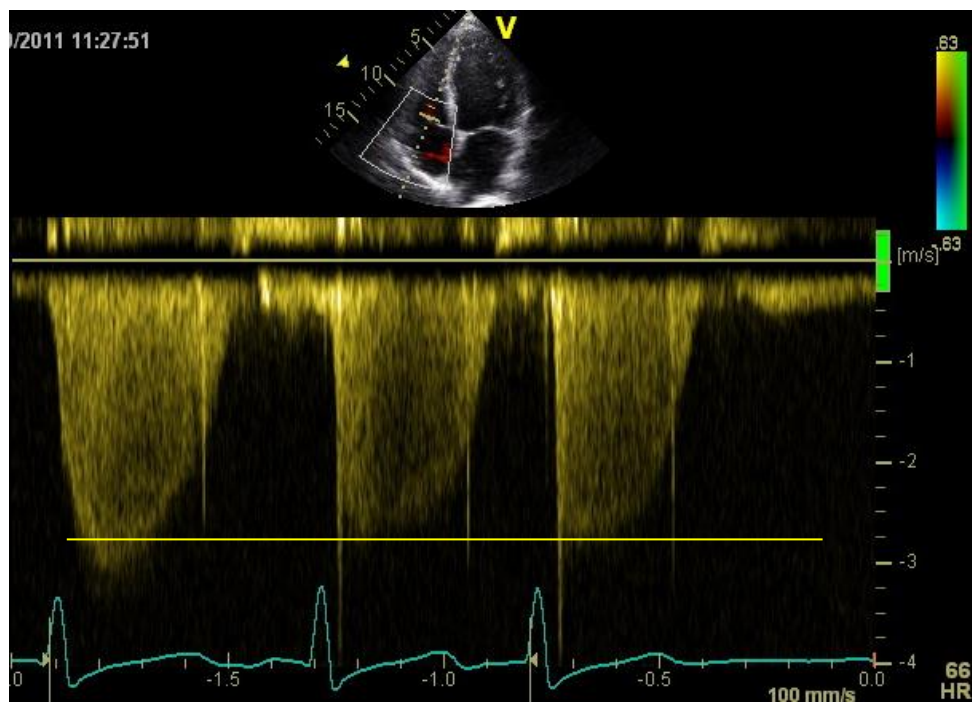
Wahi et al., Heart 2000;84:606-14

- 1. EF- sänkning under arbete
  - Medicinskt behandlade pat.: försämrad EF under follow- up (15 mån)
  - Kir. behandlade: Sämre EF efter än före op
- 2. EF- ökning under arbete
  - Med.behandling: ej försämrad EF på 15 mån.
  - Kir behandling; EF efter op bättre än före

# Aortainsufficienspatienter, eko under arbete

- Sjunkande eller oförändrad EF under arbete indikerar en vänsterkammarmarkfunctonspåverkan
- Longitudinell VK- funktion under arbete preop (vävnadsdoppler, AV-plan) har också koppling till vänsterkammarmarkfunktion och remodelering postoperativt.
- Aortainsufficienser ökar "aldrig" under arbete ! Det vi studerar är vänsterkammarens systoliska funktion och det tillför info om AI-patientens vänsterkammarmarkadaptation/kompensation

...och fyllnadstryck

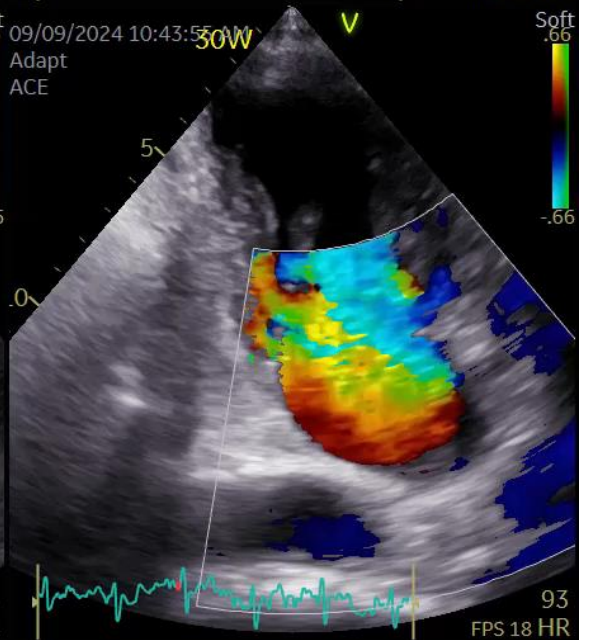
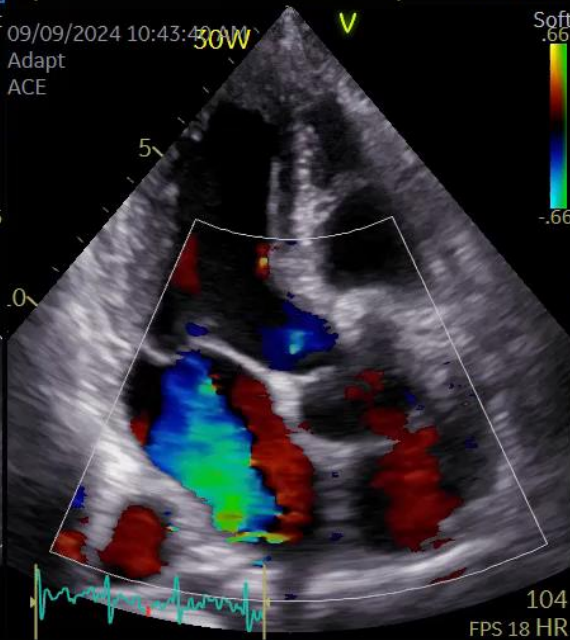
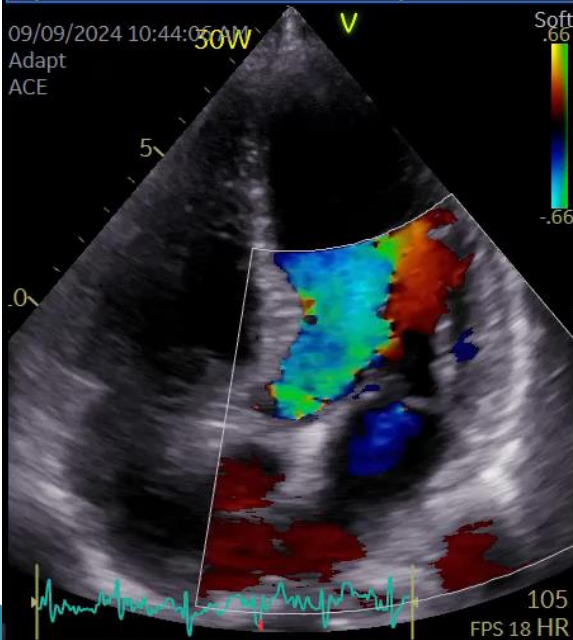
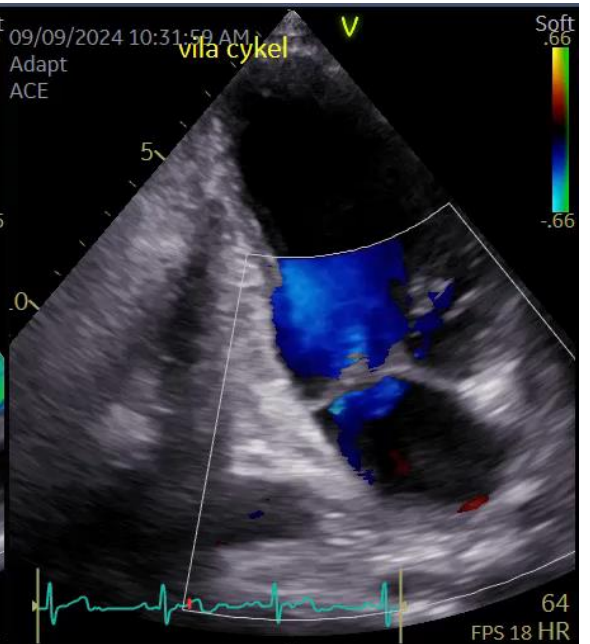
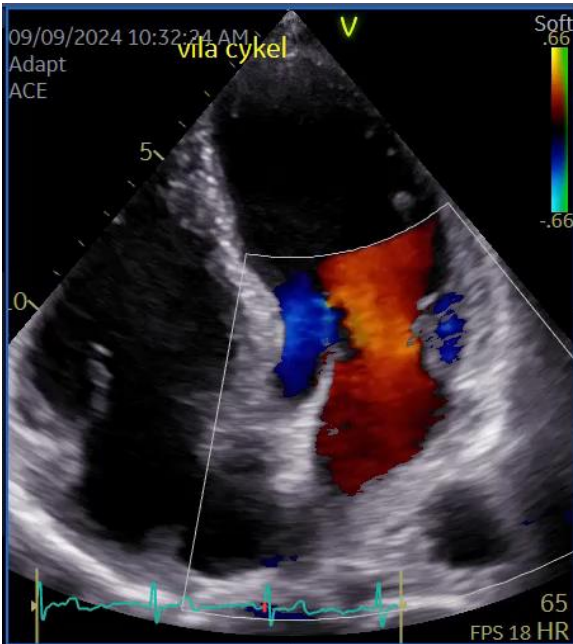


# Mitralisinsufficiens och arbets- eko

AHA/ACC 2020:

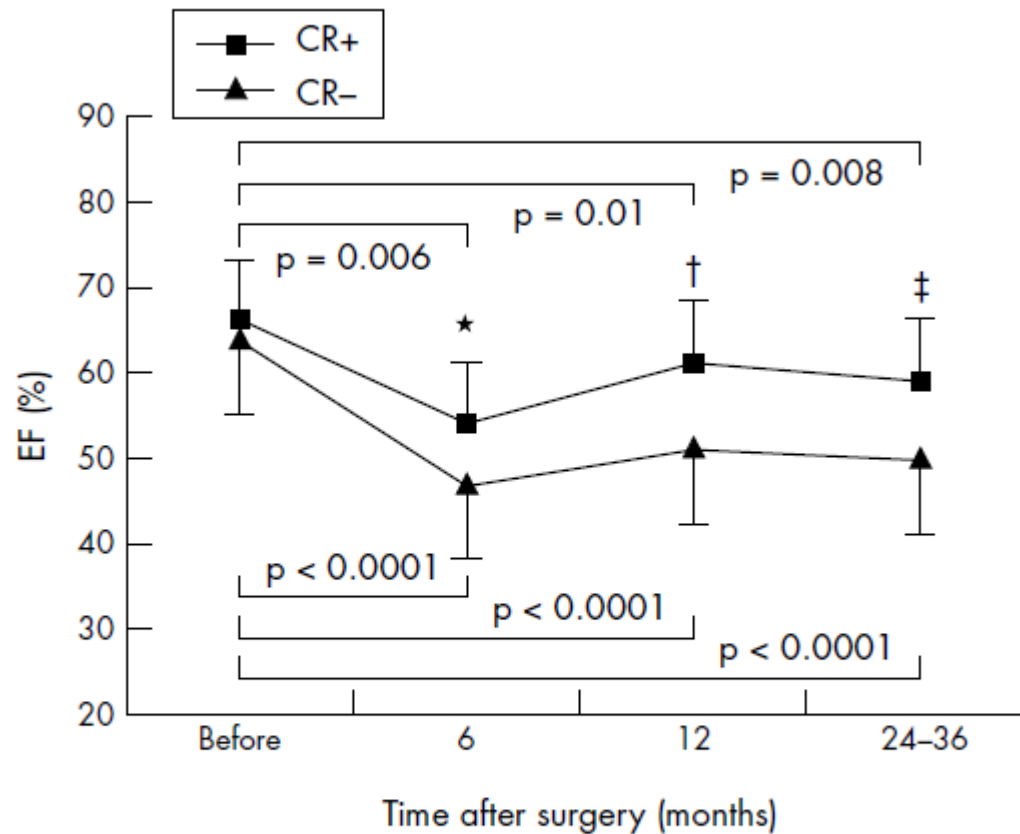
## 7.2.2.5. Diagnostic Testing: Exercise Testing

<b>Recommendation for Diagnostic Testing: Exercise Testing for Chronic Primary MR</b>		
<b>Referenced studies that support the recommendation are summarized in <a href="#">Online Data Supplement 28</a>.</b>		
<b>COR</b>	<b>LOE</b>	<b>Recommendation</b>
<b>2a</b>	<b>B-NR</b>	1. In patients with primary MR (Stages B and C) and symptoms that might be attributable to MR, hemodynamic exercise testing using Doppler echocardiography or cardiac catheterization or cardiopulmonary exercise testing is reasonable. <sup>1-4</sup>



# Vad tittar man på?

- EROA, Regurgitationsvolym
- PA- tryck
- Spektraldopplerintensitet
- E- hastighet
- Effektiv slagvolym (LVOT-VTI)
- Färgdopplerutbredning svårvärderat- blodtrycksberoende.  
Ibland dock uppenbart att MI ökar även från färgdoppler
- Om sensystolisk MI blir holosystolisk



**Figure 1** Follow up ejection fraction (EF) in surgically treated patients with (CR+) and without contractile reserve (CR-). EF expressed as mean (SD). \*p = 0.16; †p = 0.02; ‡p = 0.008.

Lee et al 2005. Kontraktill reserv = EF omedelbart efter arb ökat >4% jmf vila



# Primär ( degenerativ) MI

- Ca 30 % av patienterna får större MI under arbete
- Dessa har en lägre event- free survival
- Varför ökar MI-n under arbete?
  - Blodtrycksökningen
  - Förändrad geometri i LV, annulus
  - Prolaps ger påverkad papillarmuskelfunktion, kan inte respondera vid arbete

# Primär ( degenerativ) MI

- Vid diskrepans mellan vilo- eko och symptom kan arbets- eko ge förklaring

Sämre långtidsprognos (event free survival):

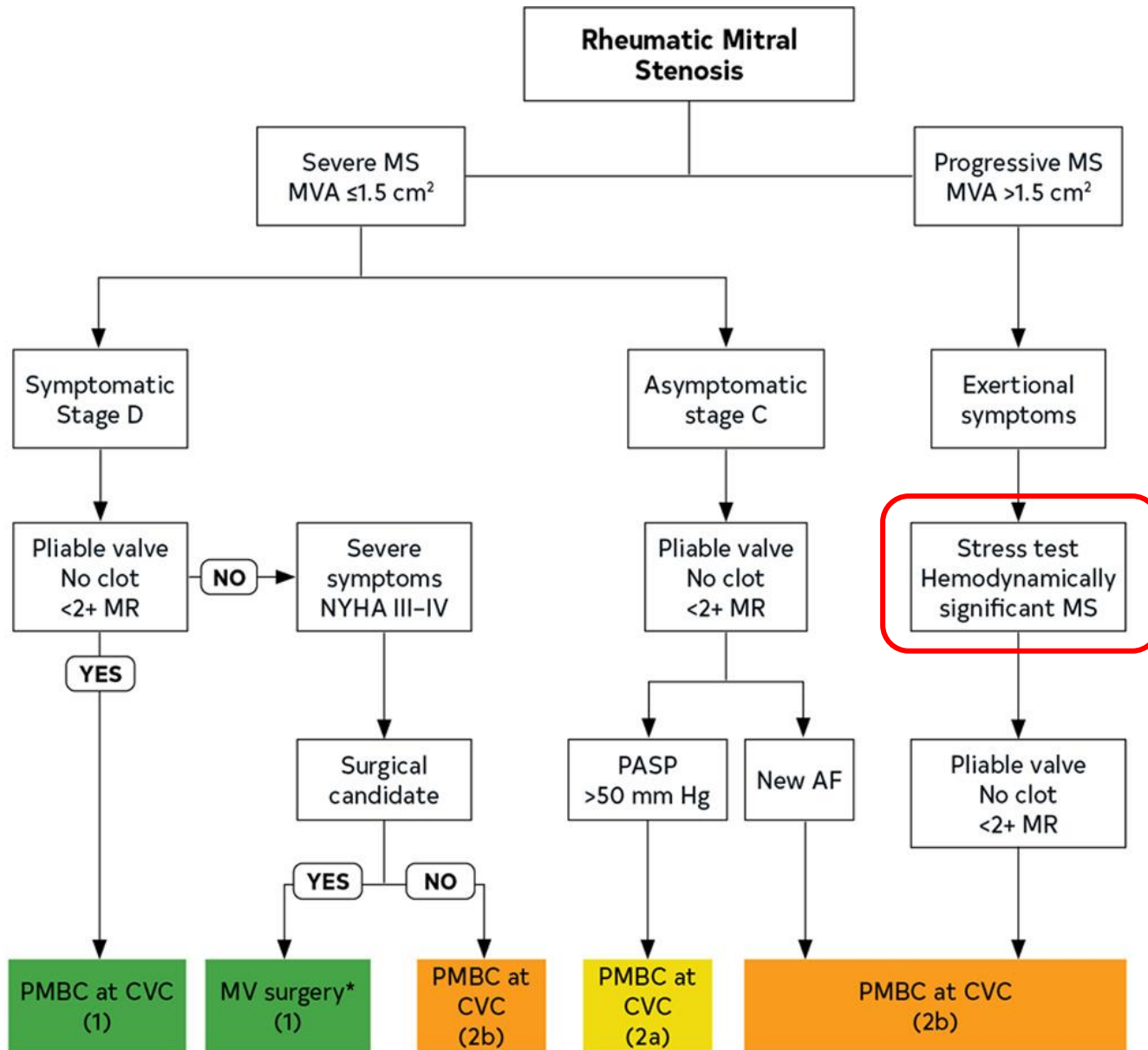
- Patienter som stiger i PA- tryck till  $> 60$  mmHg systoliskt under arbete
- Patienter vars LVEF ökar med mindre än 4 %- enheter under arbete

# Sekundär ( funktionell) MI

- Kan minska under arbete
  - Viabelt myokard som rekryteras
- Vanligare att den ökar
  - Tillkomst av väggrörelsestörningar, dyssynkroni, ringdilatation, ökad "tenting"
- Sämre prognos hos patienter där MI ökar (Lancellotti et al 2003)
- Konsekvens för behandlingsbeslut dock komplex

# Mitralstenos

# AHA 2020



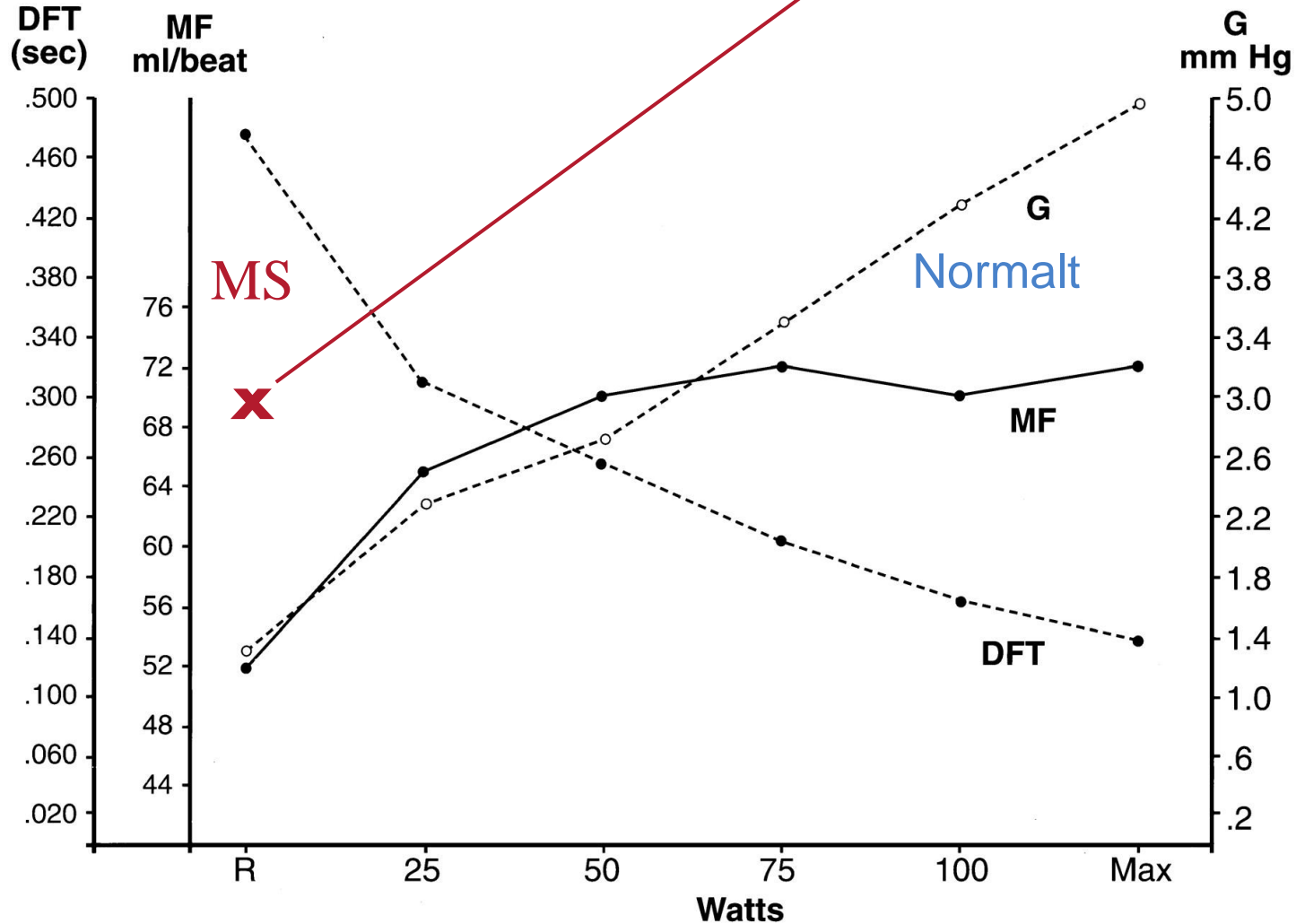
EACVI / ASE 2016:

### Non-severe mitral stenosis with symptoms

SE is indicated to assess the haemodynamic significance of MS, which if severe, may account for symptoms.<sup>139,146</sup> MS is diagnosed as severe if the mean gradient is >15 mmHg on exertion (*Figure 15*) or >18 mmHg during dobutamine infusion.<sup>141,142</sup> A SPAP is >60 mmHg on exertion is another marker of haemodynamically significant MS.

Graden av "exertion", eller hjärtfrekvensökning, inte specificerad

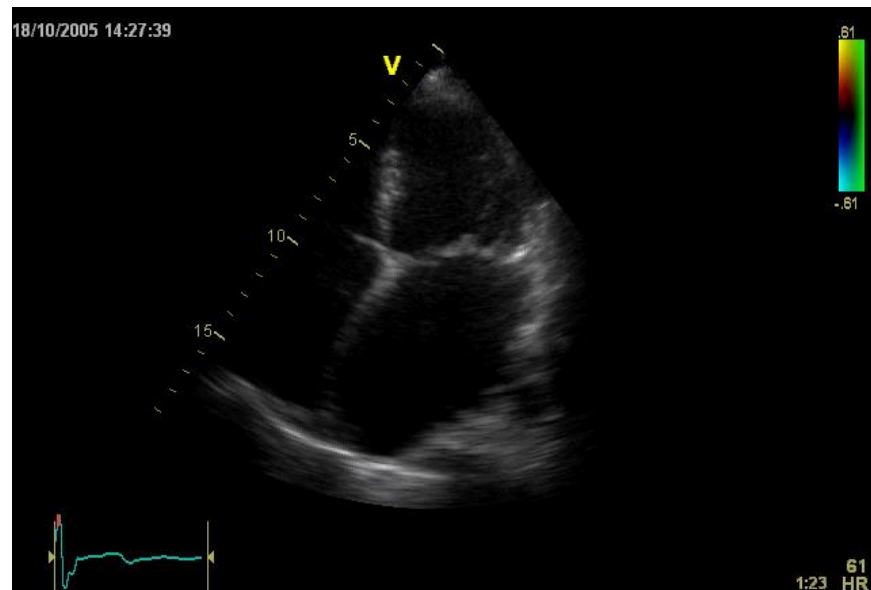
**Comparison of patterns of change in mean mitral flow gradient (G), per-beat mitral flow volume (MF), and estimated diastolic filling time (DFT) with progressive exercise.**



Normalt vid arbete:

- Ökad slagvolym
- Kortare diastolisk fyllnadstid

Mitralstenos:  
problemen ökar  
under arbete

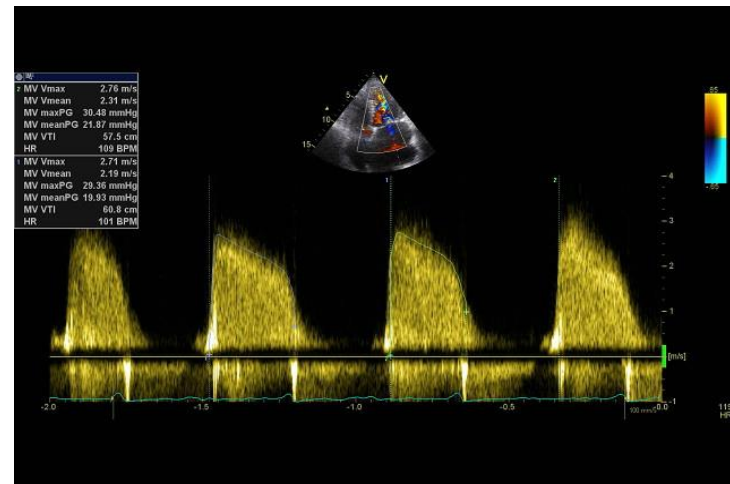
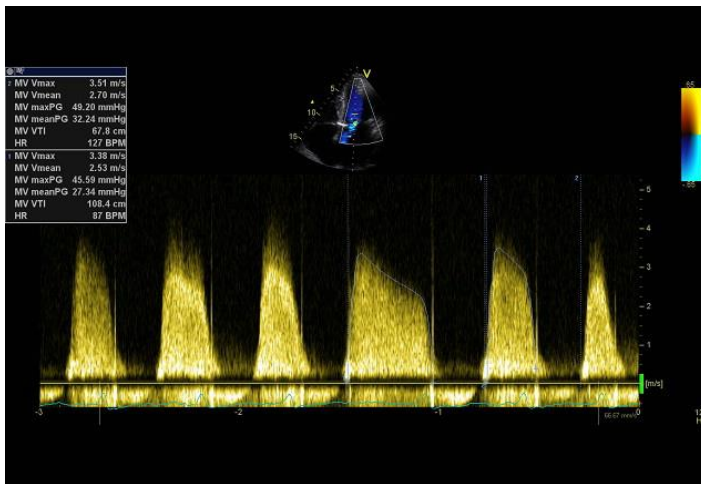
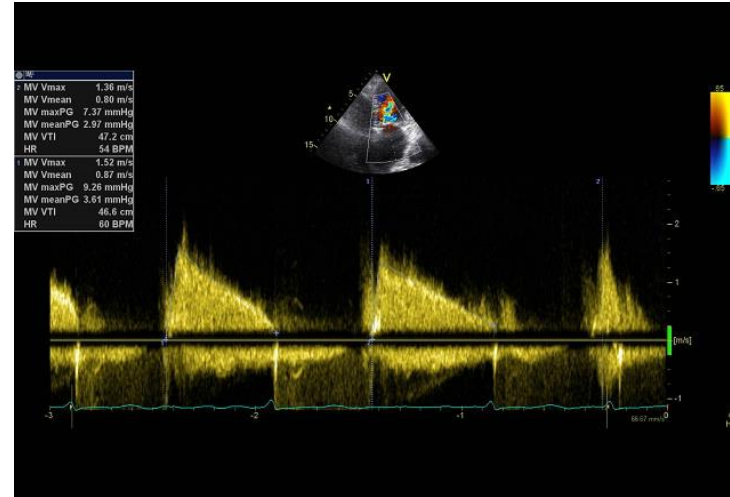
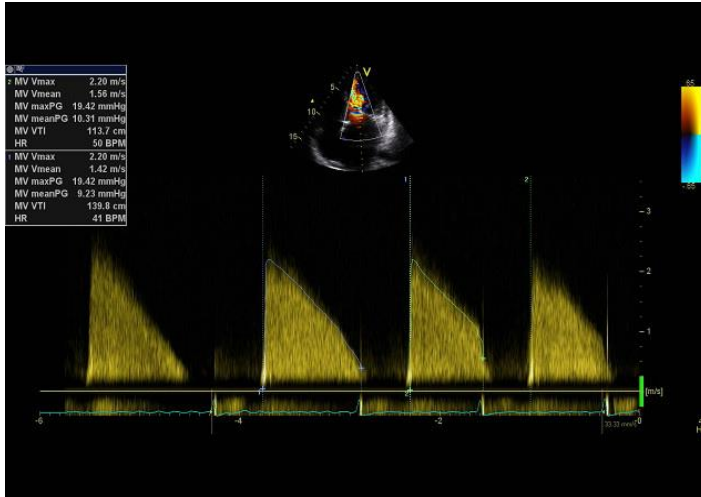




# Två patienter, medeldiastolisk tryckskillnad

A vila 10 mmHg

B vila 3 mmHg



30 W 29 mmHg

80 W 21 mmHg

# Belastnings-ekokardiografi med dynamiskt arbete vid klaffsjukdom

Med kännedom om hur hemodynamiken normalt ändras under arbete, och hur klaffelen inverkar, kan man få information om:

- Tryckskillnader under arbete vid aortastenosen och mitralstenos
- Mitralinsufficiensers eventuella ökning under arbete
- Vänsterkammarfunktionspåverkan under arbete vid insufficiensvitier
- Tryck i lilla kretsloppet under arbete

# Belastnings-ekokardiografi med dynamiskt arbete vid klaffsjukdom (2)

- En nyttig komponent i diagnostik- arsenalen
- Patientens besvär kan sättas i samband med fynden
- Resultaten kan påverka prognos och indikation för behandling
- Som vanligt vid ekokardiografi, bygg inte bedömningar på för dåliga registreringar. Lägg pussel med tillgänglig information, bra om flera mått ger kongruenta resultat.

# Ergospirometri



- Inte mycket skrivet om just ergospirometri vid klaffel, men en del om arbetsprov generellt
- Fördelarna med ergospirometri vs konventionellt arbetsprov, torde gälla även vid klaffel

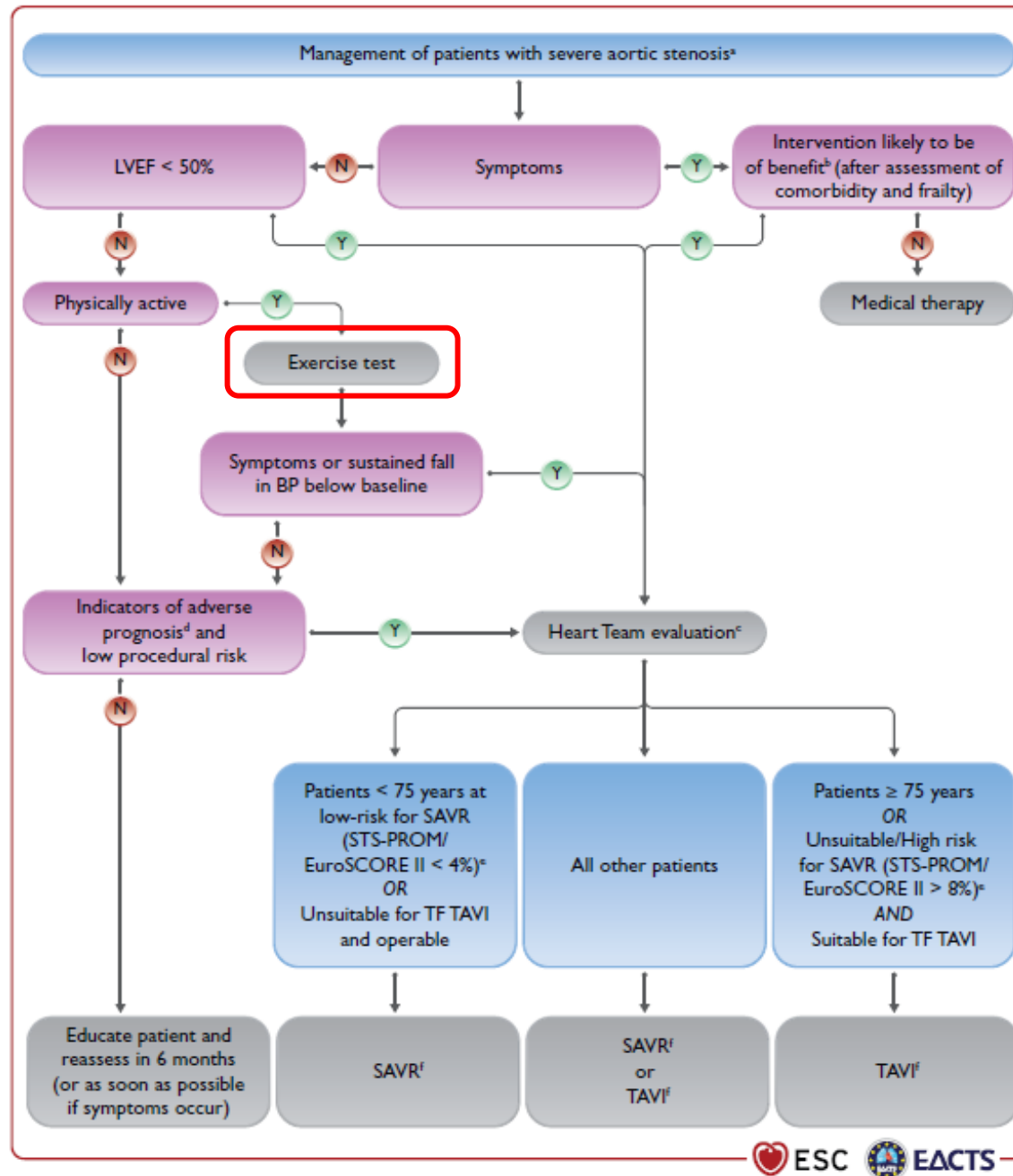
# ESC klaffguidelines

## 3.2.3 Other non- invasive investigations

### 3.2.3.1 *Stress testing*

- The primary purpose is to unmask symptoms in patients who claim to be asymptomatic
  - Risk stratification
  - Treatment strategy
  - Determine the level of recommended physical activity
- Unfortunately, it is rarely performed in asymptomatic patients

# ESC AS



# Arbetsprov, treadmill, 66 anamnestic symptomfria med $AVA \leq 1.0 \text{ cm}^2$

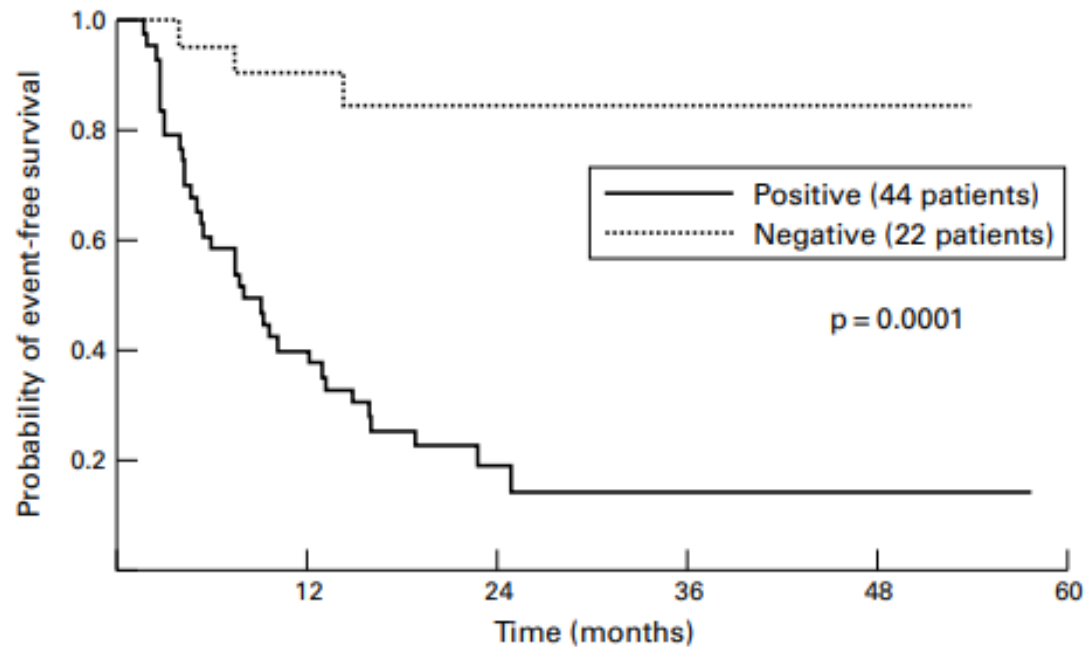


Figure 3 Kaplan–Meier life table analysis for probability of event-free survival over 60 months for patients with asymptomatic severe aortic stenosis, according to positive or negative results of exercise testing.

”Positivt test”

bröstmärta, yrsel/syncope, icke- normal BT- ökning, patologisk ST- sänkning.

20 patienter ( 30%) fick bröstsmärta/yrsel/båda.

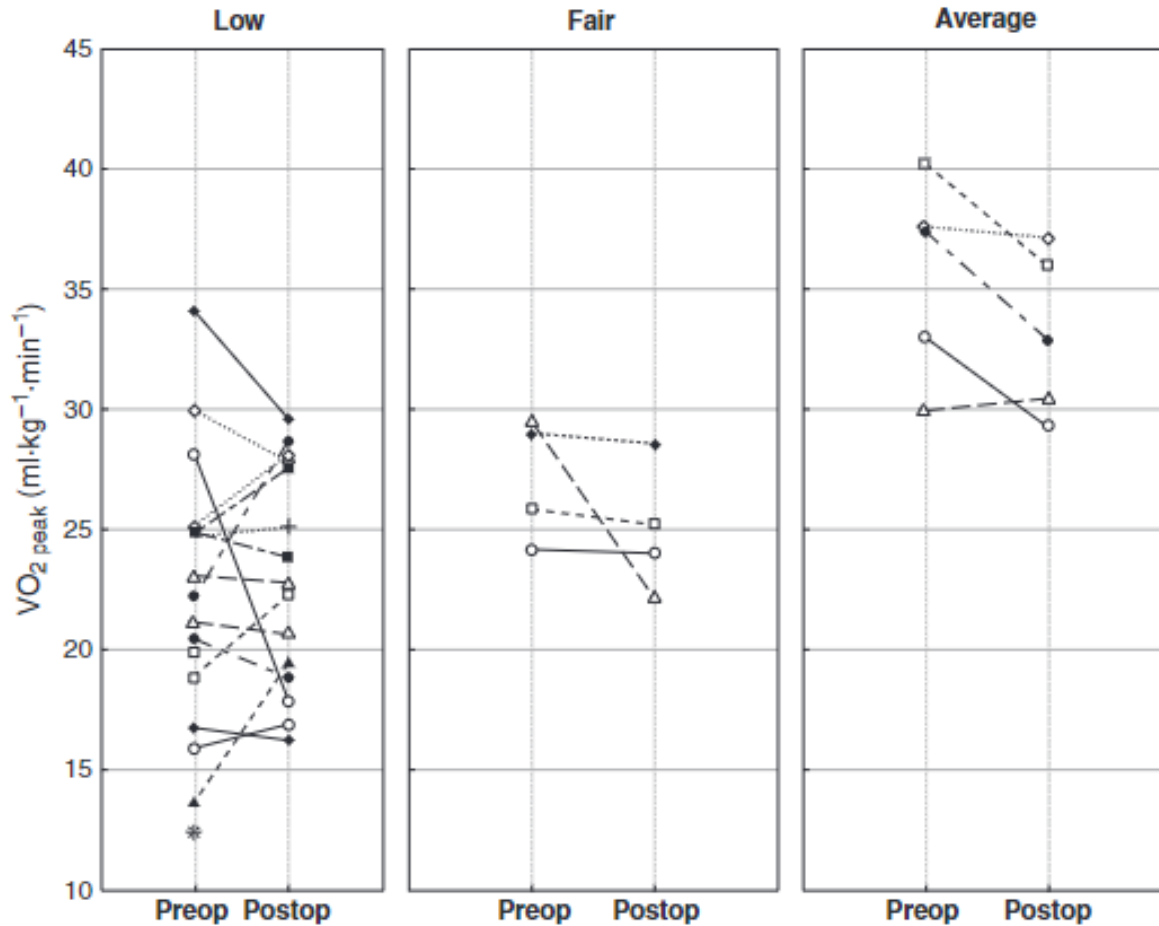
# ESC AI

- Hos patienter som inte uppfyller kriterier för operation (EF, kammarstorlek) ska man vara liberal med arbetsprov för att identifiera symptomatiska personer



# CPET vid AI, pre och 6 mån postop

Tamás E et al CPM 2009;29,453-57



**Figure 1** Functional classification based on Åstrand's fitness scale prior to and after surgery.

# ESC MS

Arbetsprov är indicerat hos symptomfria patienter,  
där symptomen är oklara  
eller det är diskrepans mellan MS svårighetsgrad och symptom

# Varför arbetsprov vid klaffel

- Progressen av felets svårighetsgrad är successiv och ofta långsam- patienten adapterar sig och uppfattar sig inte symptomatisk. Förekomst av symptom eller ej, eller andra avvikande fynd under arbete, kan vara en vattendelare för behandlingsval
- Uppföljning av patientens funktion över tid
- Identifiera om något annat än klaffelet begränsar patienten

# Varför välja ergospirometri

- Övervakningen av patienten- flera variabler att följa
- Mera data, säkrare jämförelse mellan upprepade prov
- Säkrare bedömning av typ av begränsning-  
Pulmonellt? Dysfunktionell andning?

# Mera arbetsprov vid klaffel!

- Cykeleko
- Arbetsprov- och då gärna CPET

Diagnostik med arbetsbelastning:

- hjälper patienten till förståelse för sina besvär
- och att få rätt behandling i rätt tid. Klaffkirurgi / -intervention byter en sjukdom mot en annan. Vår diagnostik kan ge underlag för att väga för- mot nackdelar

**Tack för ordet!**