

# MR-utredning vid klaffel

2024-10-04

Anders Nelsson

Klinisk fysiologi och nuklearmedicin, SUS Lund



# När kan MR hjärta vara till nytta?

- MR är bra på att
  - Kvantifiera volymer
  - Kvantifiera flöden
  - Vävnadskaraktäristik



# När kan MR hjärta vara till nytta?

- Hur fungerar flödesmätningar med MR?
- Gradering av insufficienser
- Gradering av stenoser



# Fall

- 44 årig man
- Mycket fysiskt aktiv
- Inkommit för blåsljudsutredning
- Eko visar bicuspid aortaklaff med svårvärderad excentrisk insufficiens, sannolikt måttlig
- Dilaterad vänsterkammare med normal funktion
- Ingen reversering i bukaorta

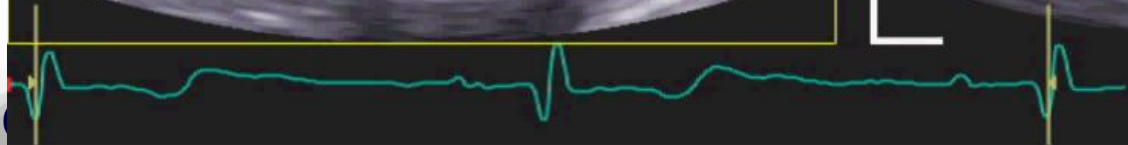
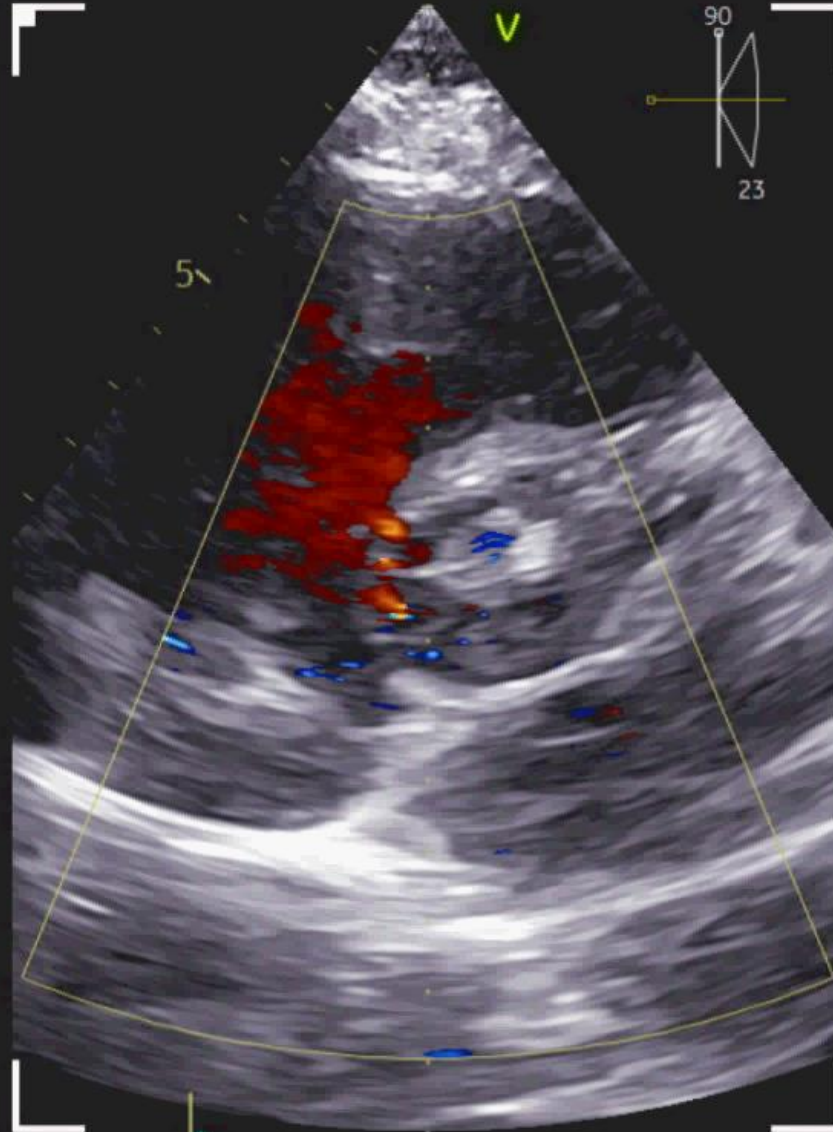
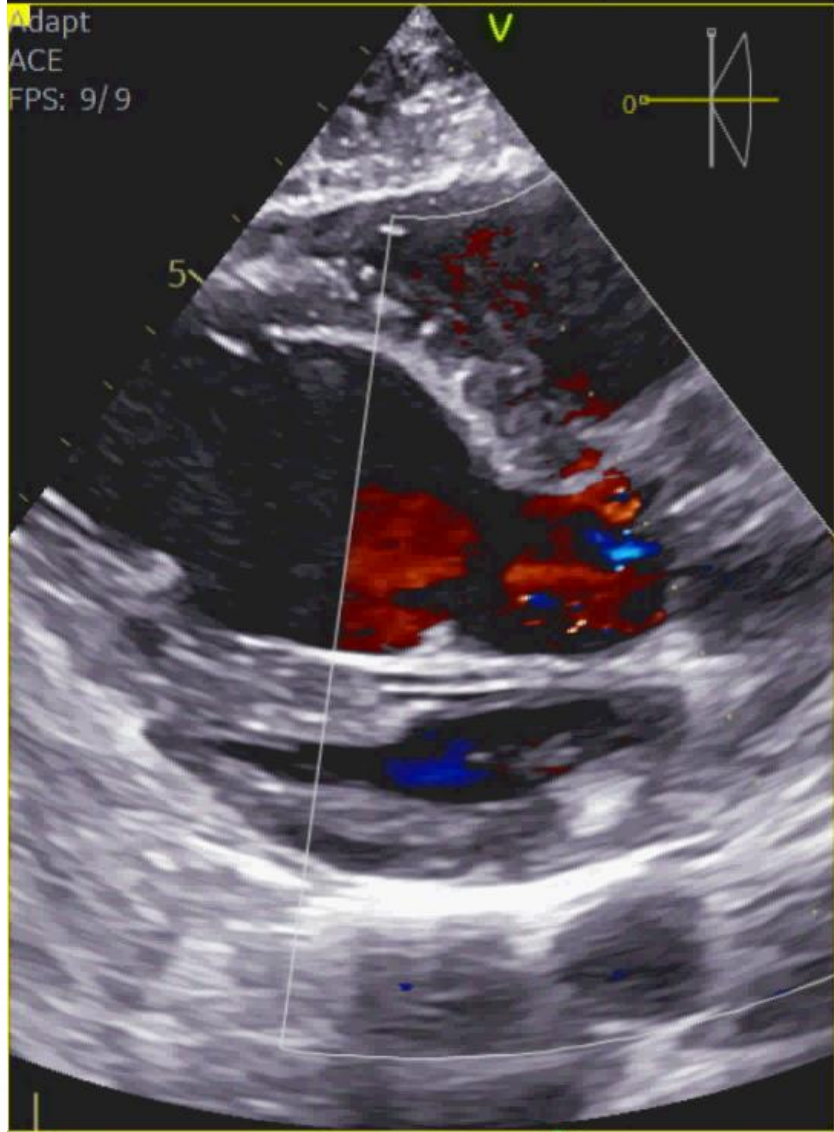




4Vc  
USR Ekolab\_Lund

MI 1.4  
TIs 0.4

Adapt  
ACE  
FPS: 9/9



53  
HR

Lund



# MR fynden

LVEDV	225 ml
LVEDVi	117 ml
LVESV	95 ml
LVESVi	49 ml
LVSV	130 ml
LVEF	58%
Aorta regurgitation	33%
Aorta regurgitation	41 ml

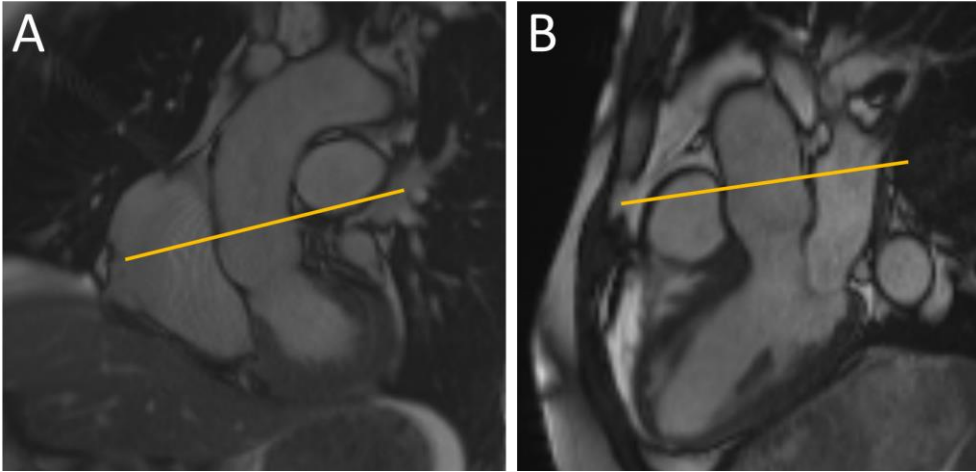
- Hur ska vi tolka detta?



# Flödesmätningar med MR?

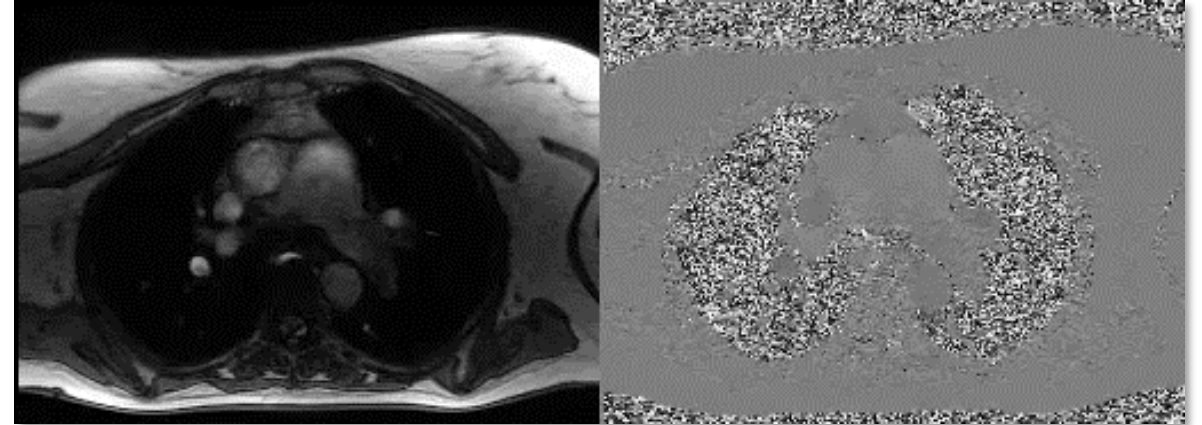
LVOT

3 Ch

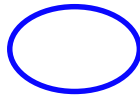


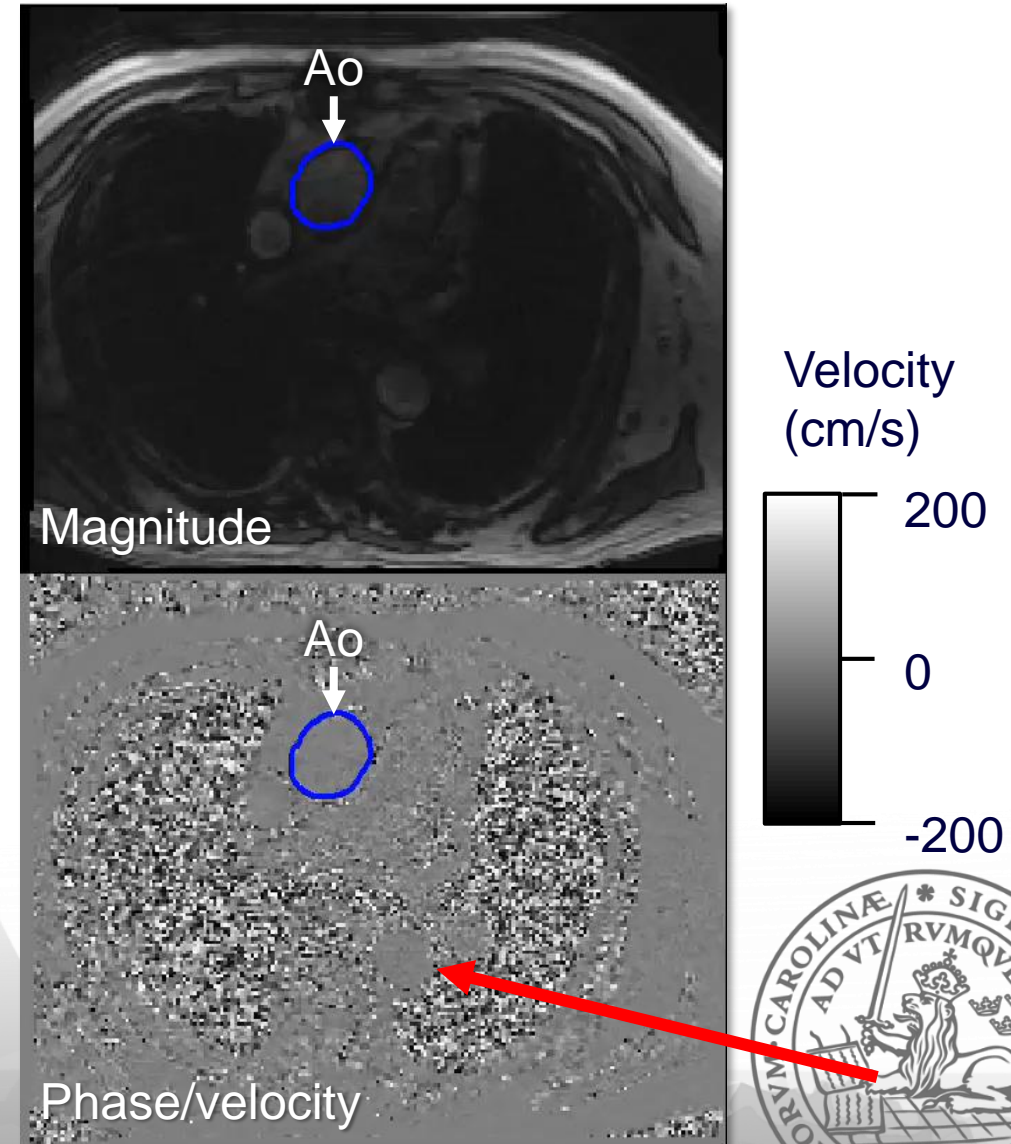
Magnitude

Phase/velocity



# Kvantifiering av flöden

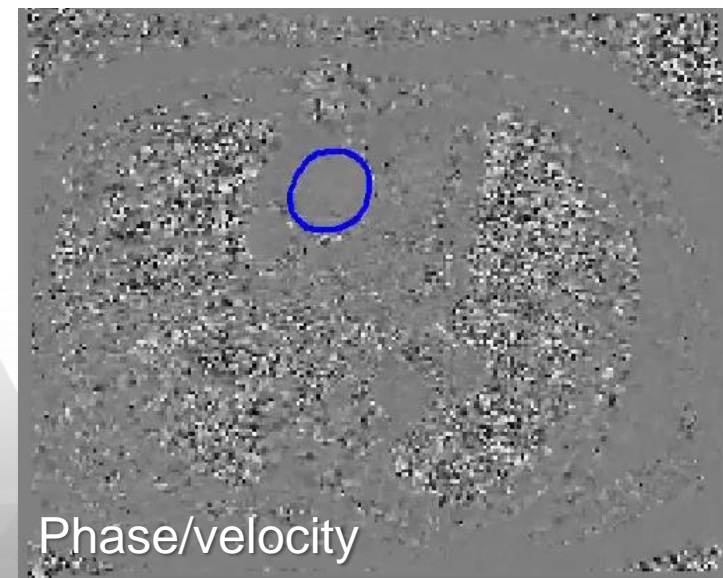
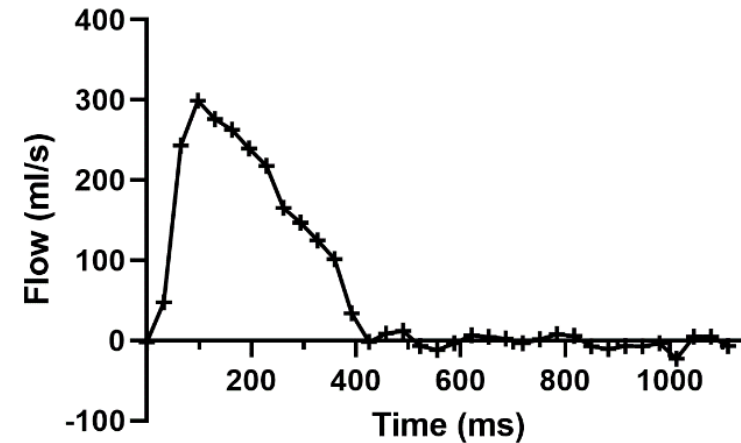
- Segmentering – utlinjera blodkärlet som en Region Of Interest (ROI) 
- Pixlar visar hastighet (cm/s), vi vill veta flöde (ml/s) eller slagvolym (ml)
- Hur beräknar vi det?



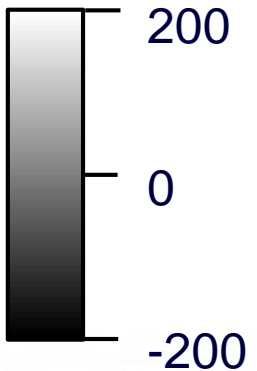


# Kvantifiering av flöden

- Segmentering – utlinjera blodkärlet som en Region Of Interest (ROI)
- Pixlar visar hastighet (cm/s), vi vill veta flöde (ml/s) eller slagvolym (ml)
- Hur beräknar vi det?

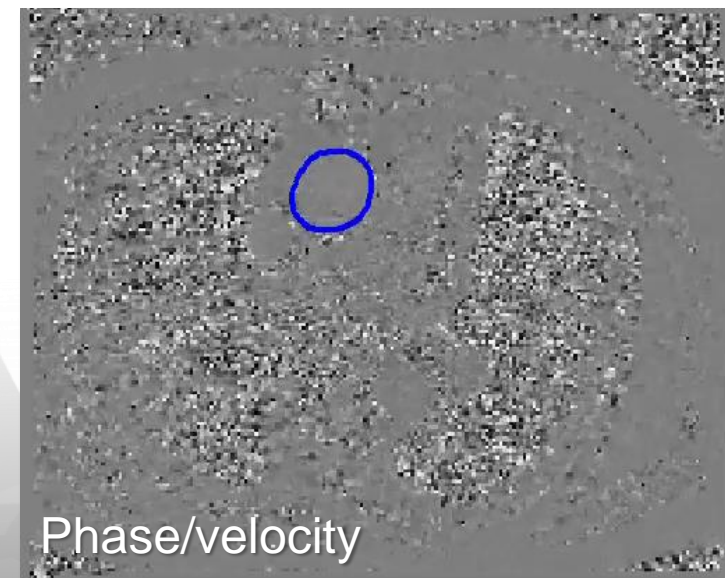
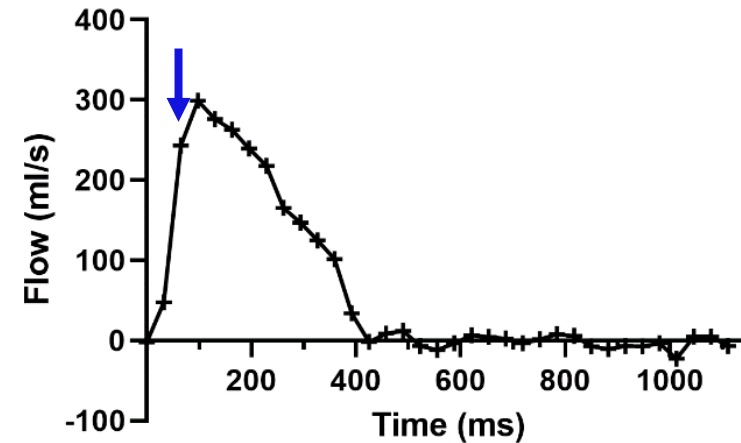


Velocity  
(cm/s)

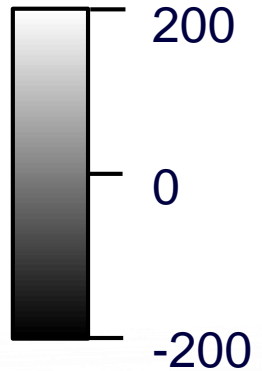


# Kvantifiering av flöden

- Segmentering – utlinjera blodkärlet som en Region Of Interest (ROI)
- Pixlar visar hastighet (cm/s), vi vill veta flöde (ml/s) eller slagvolym (ml)
- Hur beräknar vi det?
  - För varje tidsfas, ta medelhastigheten (cm/s) av alla pixlar inom vårt ROI och multiplicera med ROI arean (cm<sup>2</sup>)  
=> flöde (ml/s)

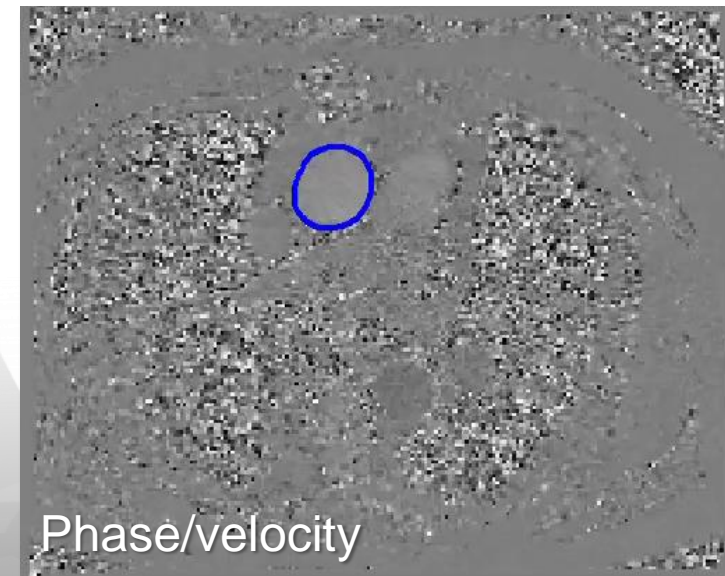
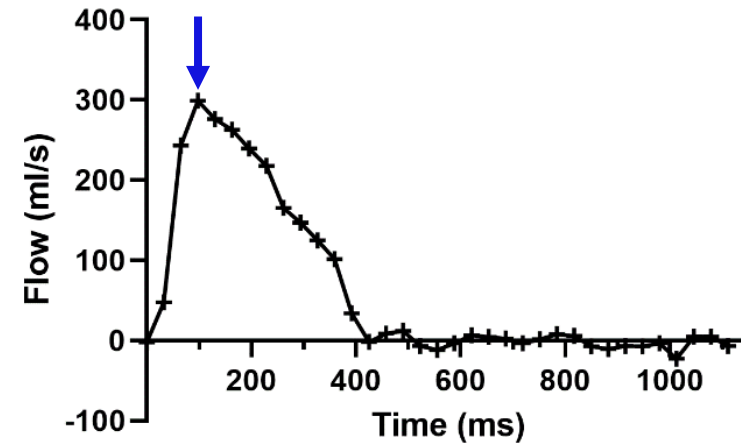


Velocity (cm/s)

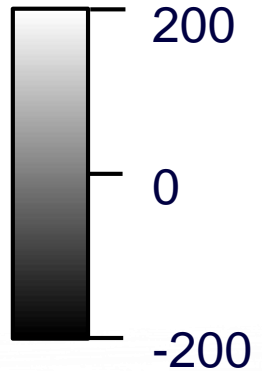


# Kvantifiering av flöden

- Segmentering – utlinjera blodkärlet som en Region Of Interest (ROI)
- Pixlar visar hastighet (cm/s), vi vill veta flöde (ml/s) eller slagvolym (ml)
- Hur beräknar vi det
  - För varje tidsfas, ta medelhastigheten (cm/s) av alla pixlar inom vårt ROI och multiplicera med ROI arean (cm<sup>2</sup>)  
=> flöde (ml/s)

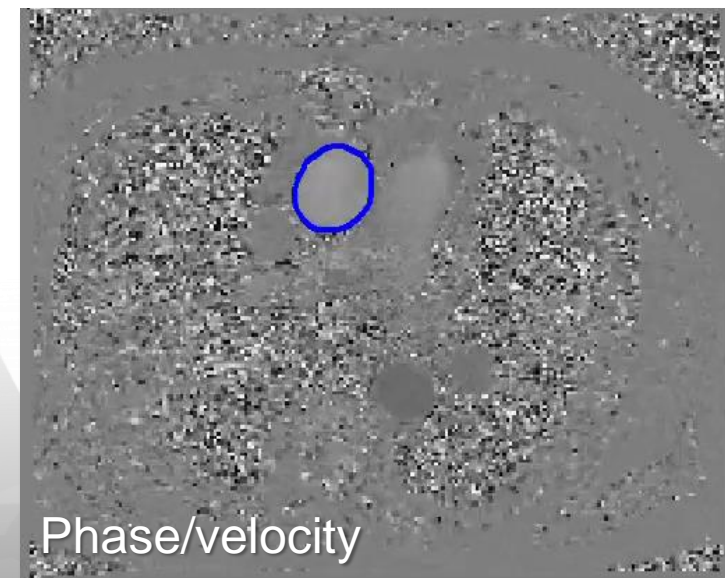
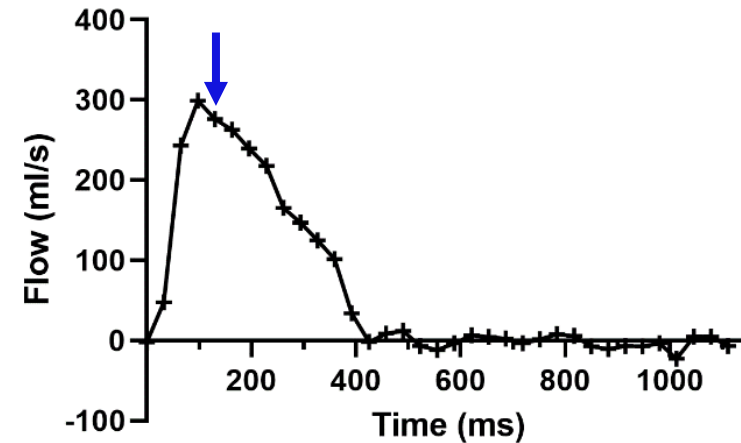


Velocity (cm/s)

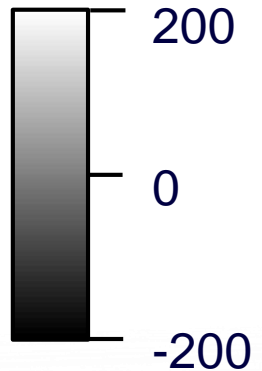


# Kvantifiering av flöden

- Segmentering – utlinjera blodkärlet som en Region Of Interest (ROI)
- Pixlar visar hastighet (cm/s), vi vill veta flöde (ml/s) eller slagvolym (ml)
- Hur beräknar vi det
  - För varje tidsfas, ta medelhastigheten (cm/s) av alla pixlar inom vårt ROI och multiplicera med ROI arean (cm<sup>2</sup>)  
=> flöde (ml/s)

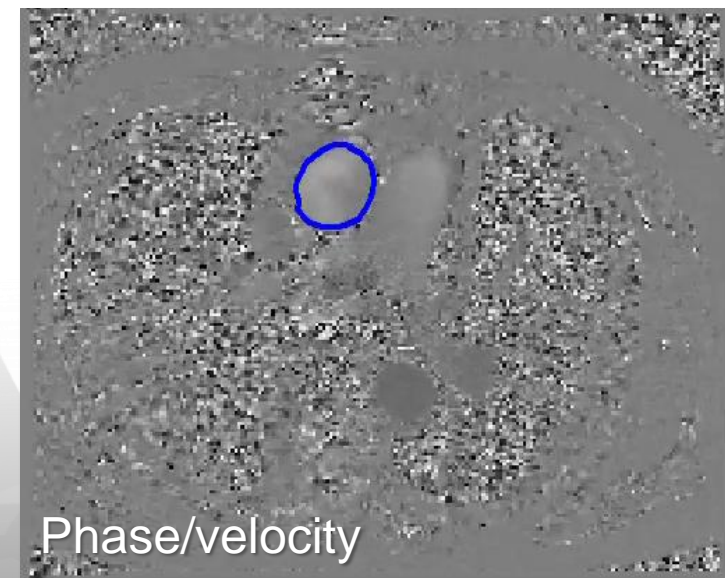
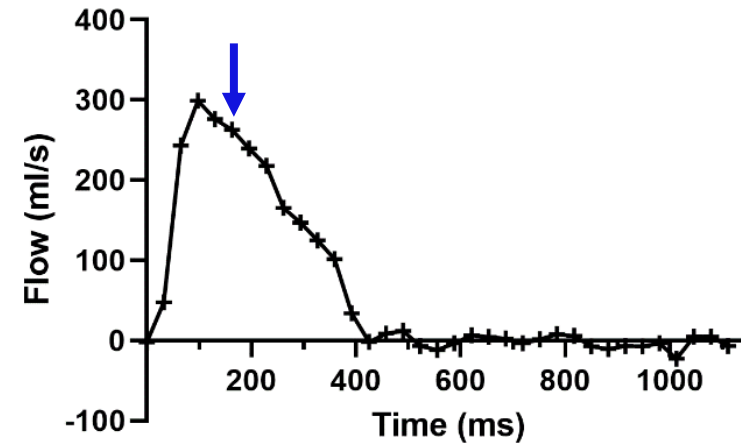


Velocity  
(cm/s)

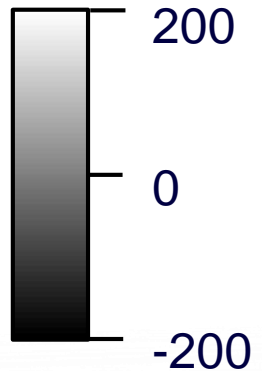


# Kvantifiering av flöden

- Segmentering – utlinjera blodkärlet som en Region Of Interest (ROI)
- Pixlar visar hastighet (cm/s), vi vill veta flöde (ml/s) eller slagvolym (ml)
- Hur beräknar vi det
  - För varje tidsfas, ta medelhastigheten (cm/s) av alla pixlar inom vårt ROI och multiplicera med ROI arean (cm<sup>2</sup>)  
=> flöde (ml/s)

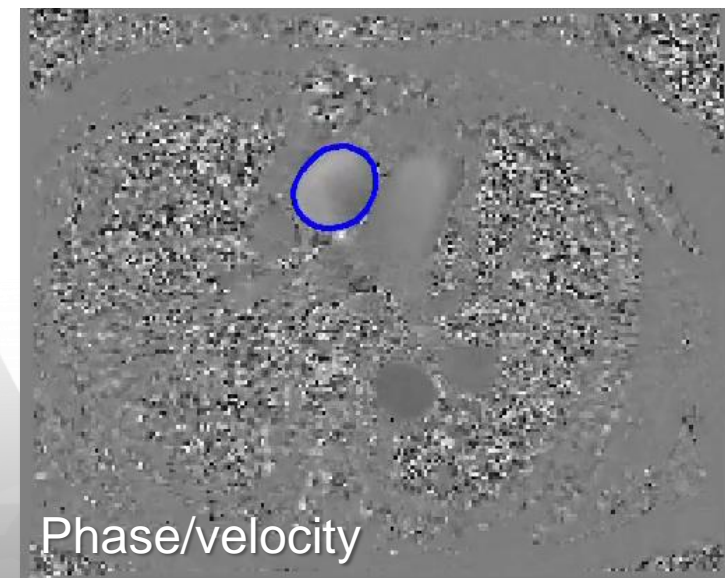
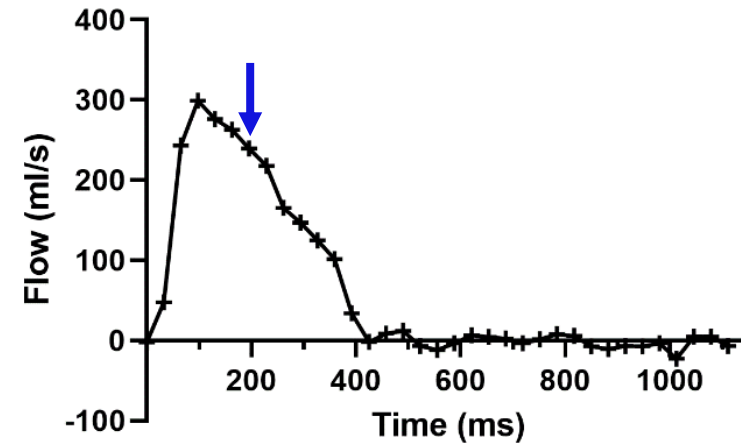


Velocity  
(cm/s)

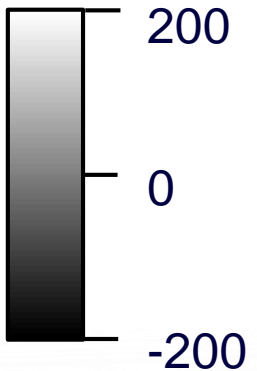


# Kvantifiering av flöden

- Segmentering – utlinjera blodkärlet som en Region Of Interest (ROI)
- Pixlar visar hastighet (cm/s), vi vill veta flöde (ml/s) eller slagvolym (ml)
- Hur beräknar vi det
  - För varje tidsfas, ta medelhastigheten (cm/s) av alla pixlar inom vårt ROI och multiplicera med ROI arean (cm<sup>2</sup>)  
=> flöde (ml/s)

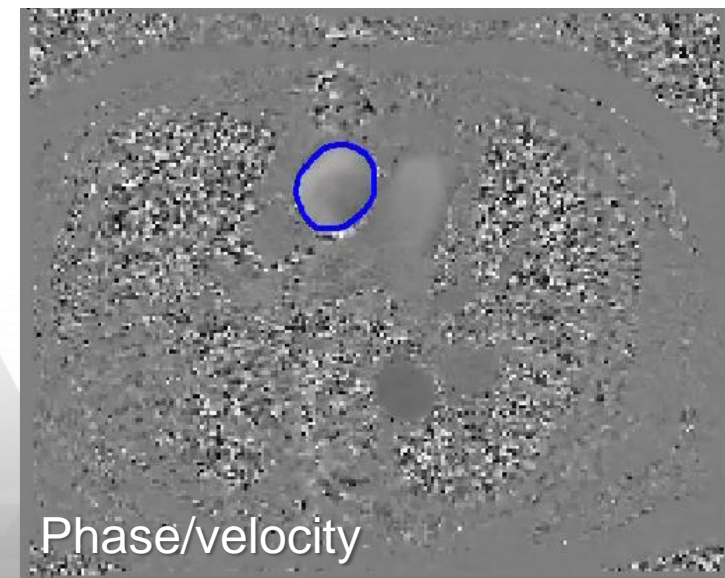
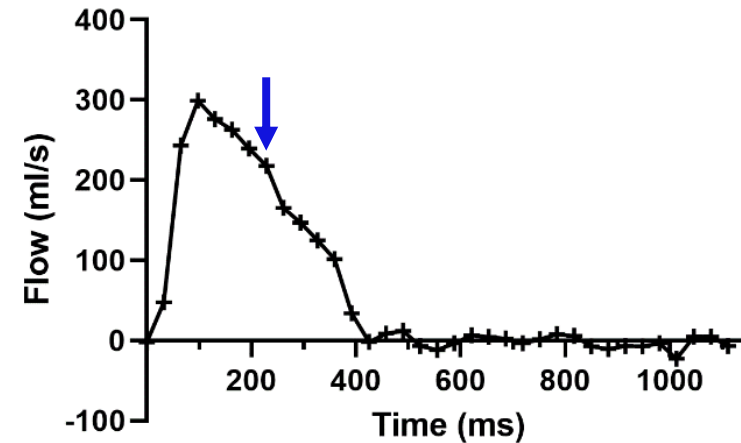


Velocity  
(cm/s)

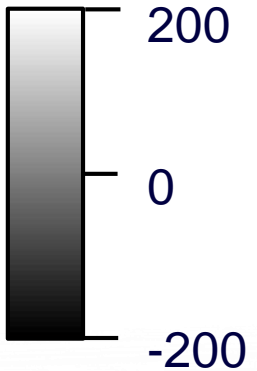


# Kvantifiering av flöden

- Segmentering – utlinjera blodkärlet som en Region Of Interest (ROI)
- Pixlar visar hastighet (cm/s), vi vill veta flöde (ml/s) eller slagvolym (ml)
- Hur beräknar vi det
  - För varje tidsfas, ta medelhastigheten (cm/s) av alla pixlar inom vårt ROI och multiplicera med ROI arean (cm<sup>2</sup>)  
=> flöde (ml/s)

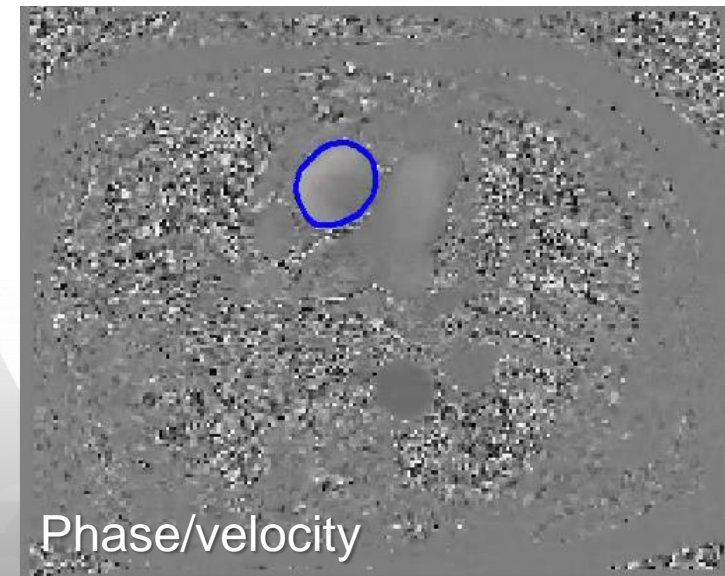
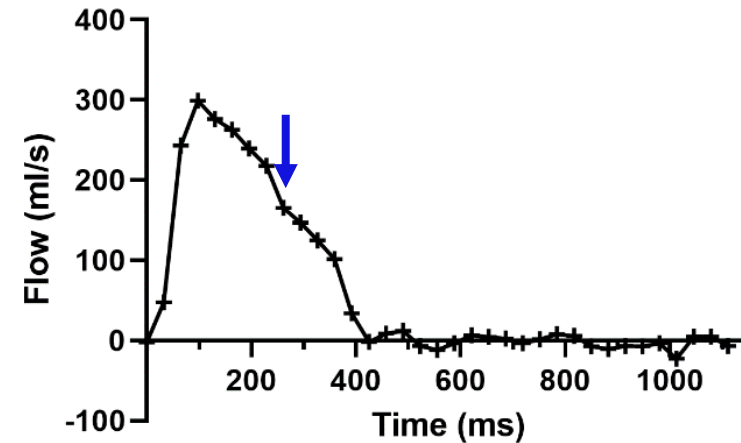


Velocity  
(cm/s)

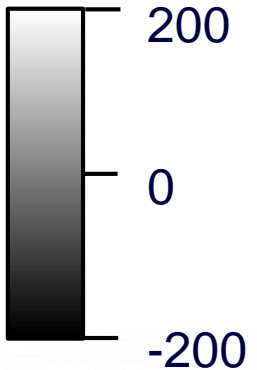


# Kvantifiering av flöden

- Segmentering – utlinjera blodkärlet som en Region Of Interest (ROI)
- Pixlar visar hastighet (cm/s), vi vill veta flöde (ml/s) eller slagvolym (ml)
- Hur beräknar vi det
  - För varje tidsfas, ta medelhastigheten (cm/s) av alla pixlar inom vårt ROI och multiplicera med ROI arean (cm<sup>2</sup>)  
=> flöde (ml/s)



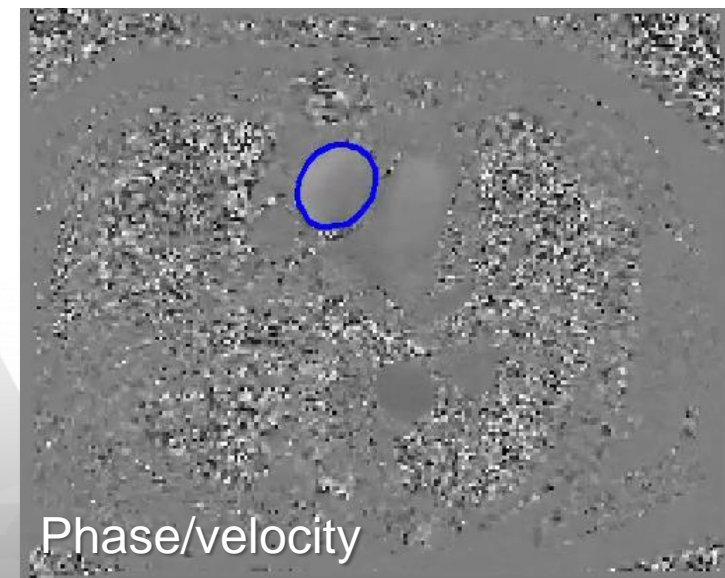
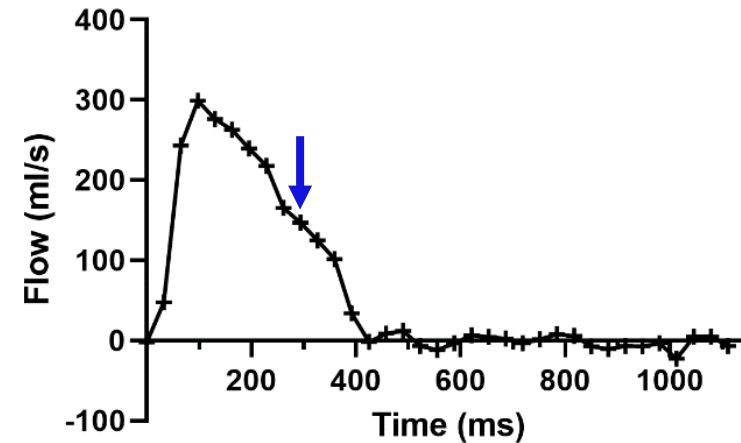
Velocity  
(cm/s)



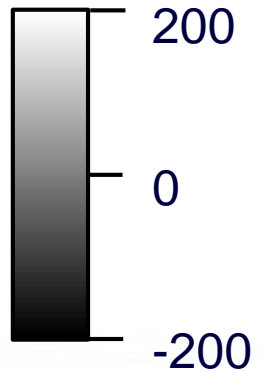


# Kvantifiering av flöden

- Segmentering – utlinjera blodkärlet som en Region Of Interest (ROI)
- Pixlar visar hastighet (cm/s), vi vill veta flöde (ml/s) eller slagvolym (ml)
- Hur beräknar vi det
  - För varje tidsfas, ta medelhastigheten (cm/s) av alla pixlar inom vårt ROI och multiplicera med ROI arean (cm<sup>2</sup>)  
=> flöde (ml/s)

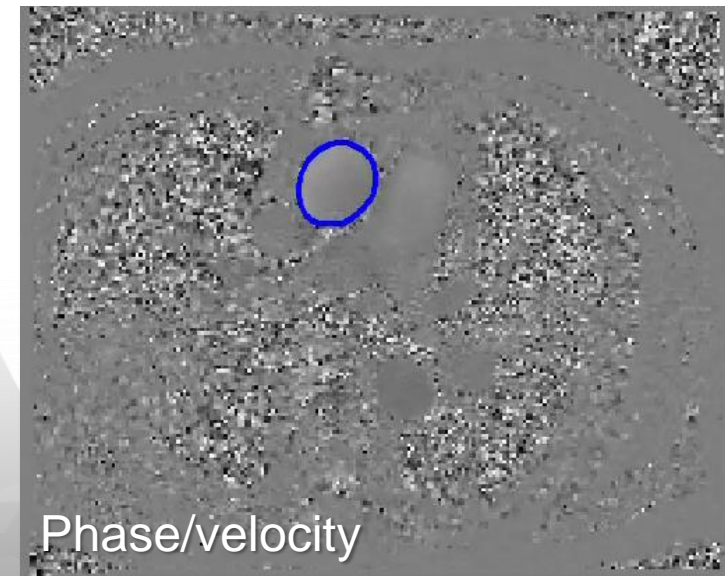
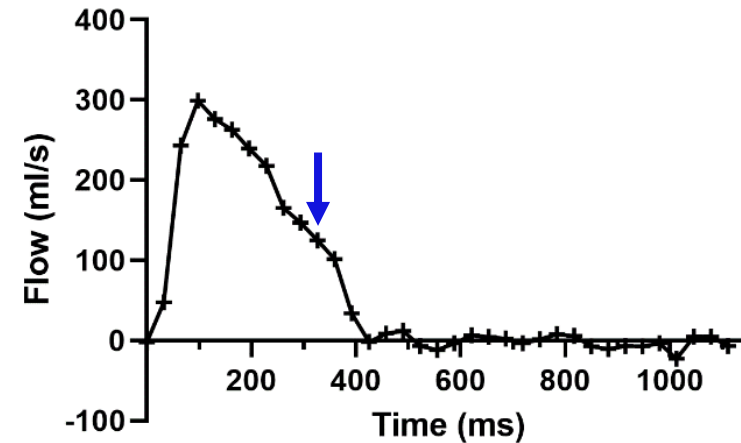


Velocity  
(cm/s)

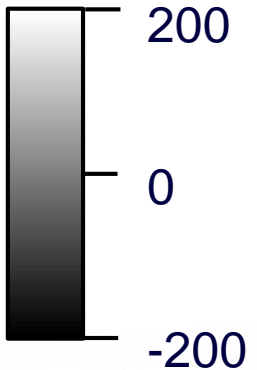


# Kvantifiering av flöden

- Segmentering – utlinjera blodkärlet som en Region Of Interest (ROI)
- Pixlar visar hastighet (cm/s), vi vill veta flöde (ml/s) eller slagvolym (ml)
- Hur beräknar vi det
  - För varje tidsfas, ta medelhastigheten (cm/s) av alla pixlar inom vårt ROI och multiplicera med ROI arean (cm<sup>2</sup>)  
=> flöde (ml/s)

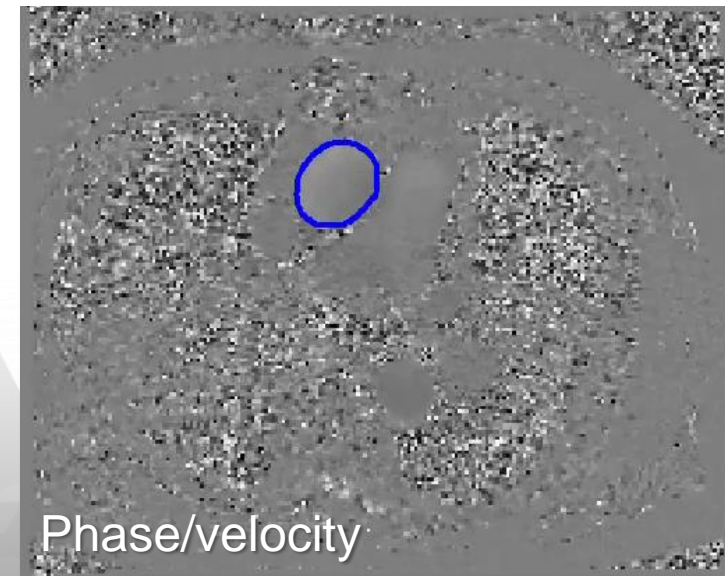
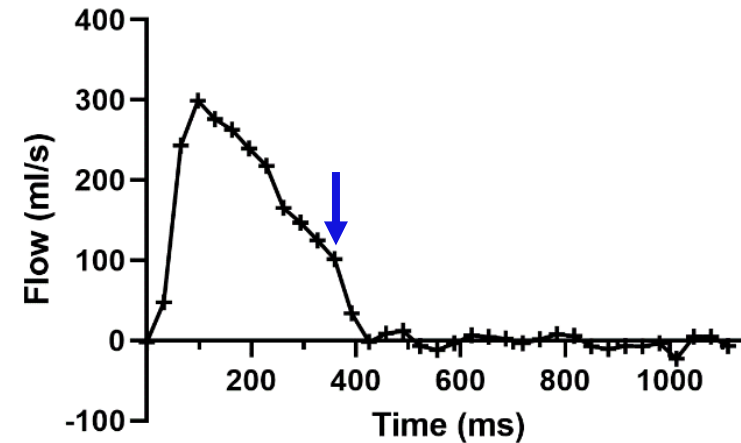


Velocity  
(cm/s)

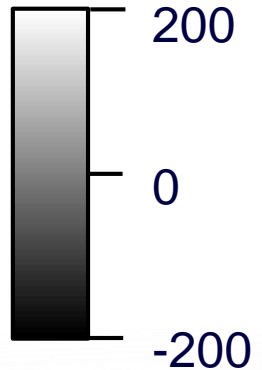


# Kvantifiering av flöden

- Segmentering – utlinjera blodkärlet som en Region Of Interest (ROI)
- Pixlar visar hastighet (cm/s), vi vill veta flöde (ml/s) eller slagvolym (ml)
- Hur beräknar vi det
  - För varje tidsfas, ta medelhastigheten (cm/s) av alla pixlar inom vårt ROI och multiplicera med ROI arean (cm<sup>2</sup>)  
=> flöde (ml/s)

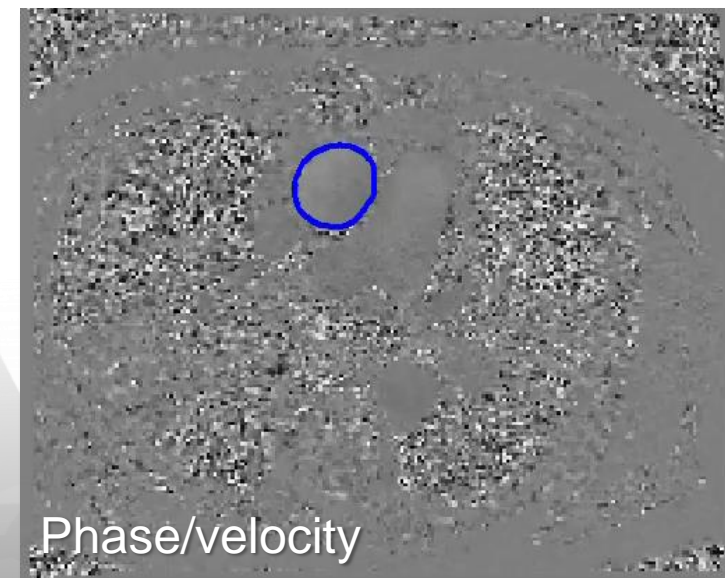
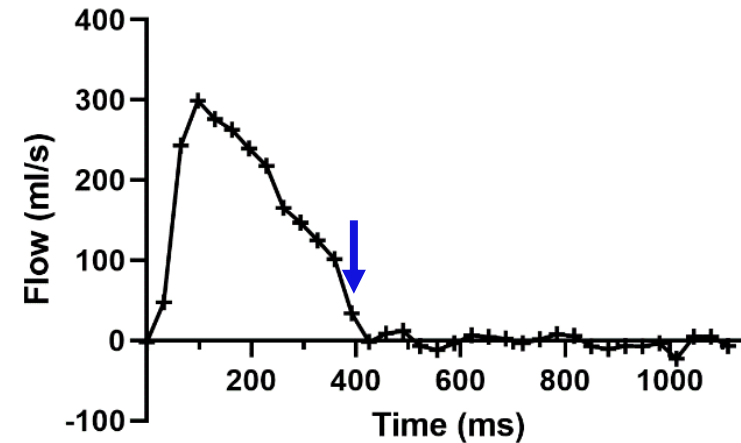


Velocity (cm/s)

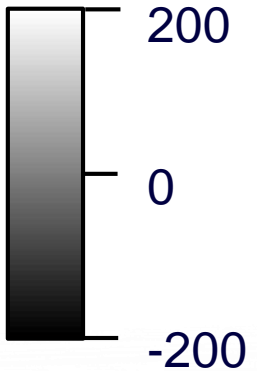


# Kvantifiering av flöden

- Segmentering – utlinjera blodkärlet som en Region Of Interest (ROI)
- Pixlar visar hastighet (cm/s), vi vill veta flöde (ml/s) eller slagvolym (ml)
- Hur beräknar vi det
  - För varje tidsfas, ta medelhastigheten (cm/s) av alla pixlar inom vårt ROI och multiplicera med ROI arean (cm<sup>2</sup>)  
=> flöde (ml/s)

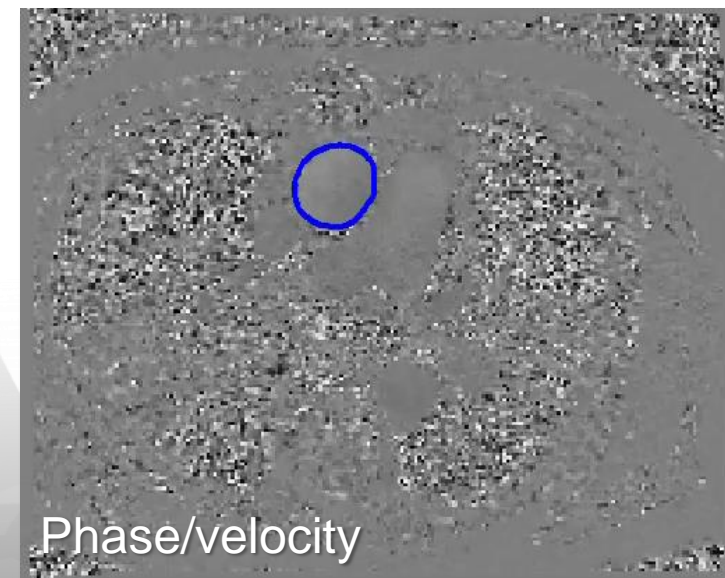
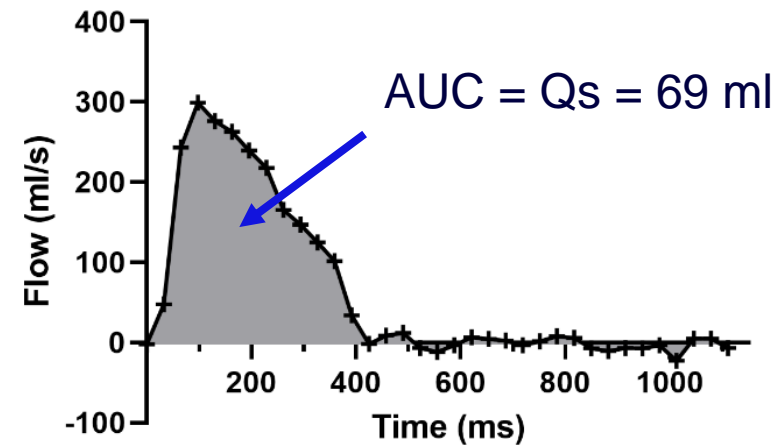


Velocity  
(cm/s)

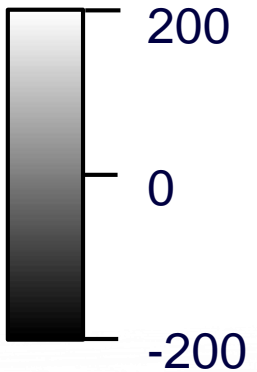


# Kvantifiering av flöden

- Segmentering – utlinjera blodkärlet som en Region Of Interest (ROI)
- Pixlar visar hastighet (cm/s), vi vill veta flöde (ml/s) eller slagvolym (ml)
- Hur beräknar vi det
  - För varje tidsfas, ta medelhastigheten (cm/s) av alla pixlar inom vårt ROI och multiplicera med ROI arean (cm<sup>2</sup>)  
=> flöde (ml/s)
  - Beräkna arean under kurvan (AUC) för att få slagvolymen (ml)

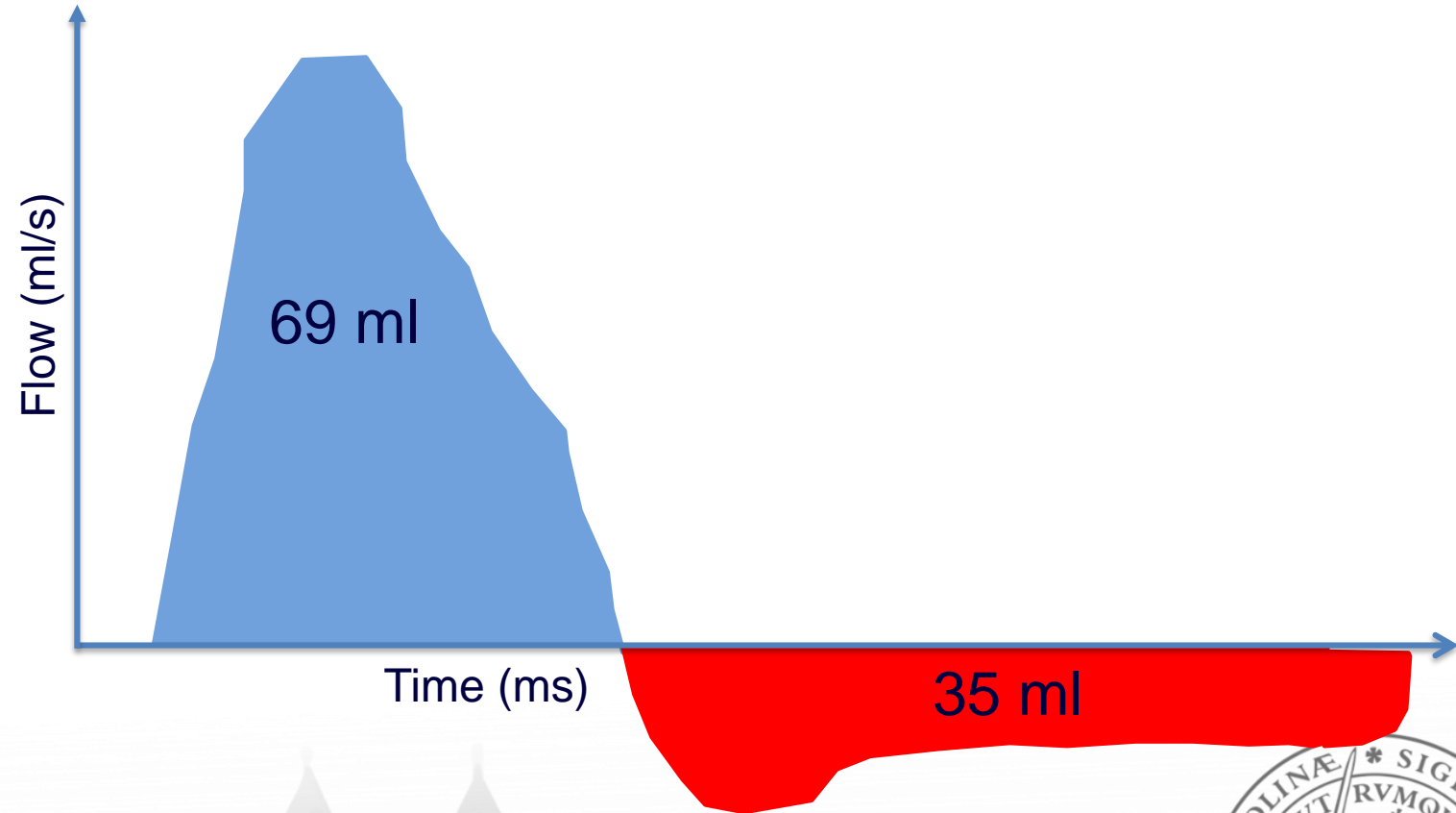


Velocity (cm/s)



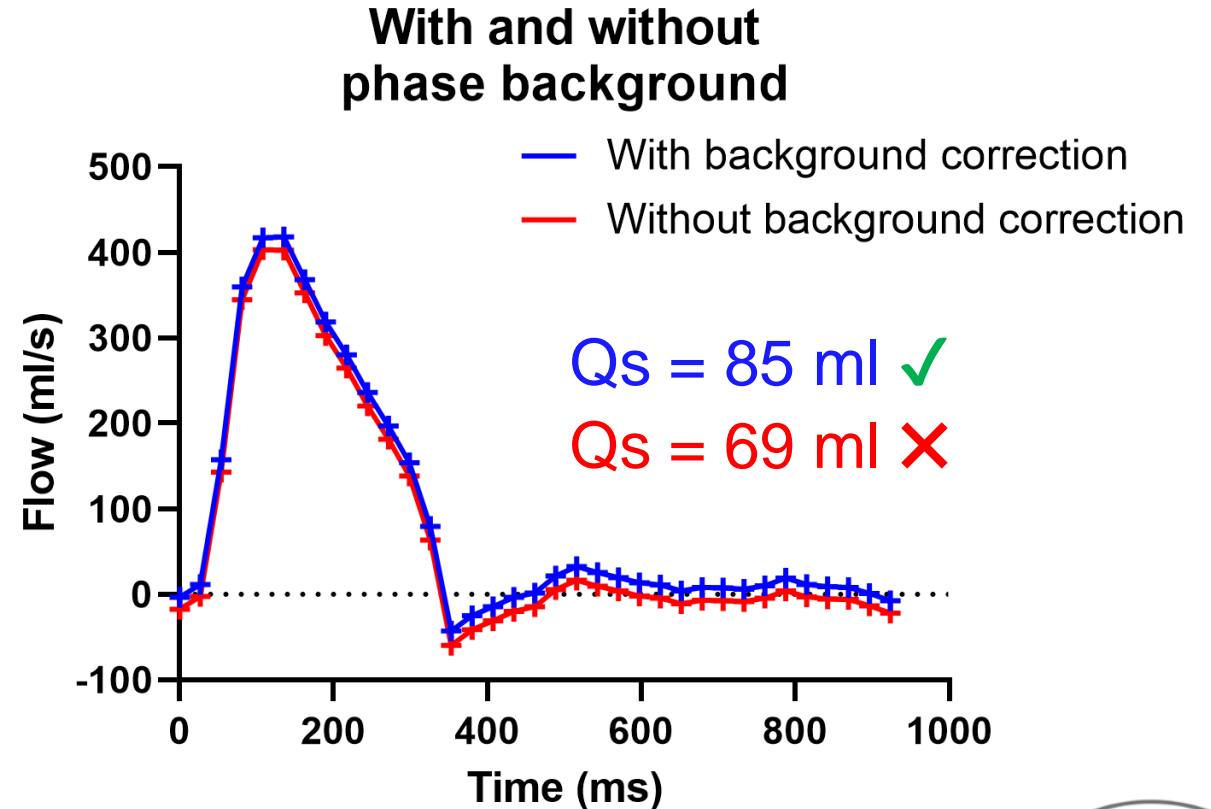
# Beräkning regurgitation

- Volym framåt: 69 ml
- Volym bakåt: 35 ml
- Regurgitation:  
 $35/69 = 0.51$



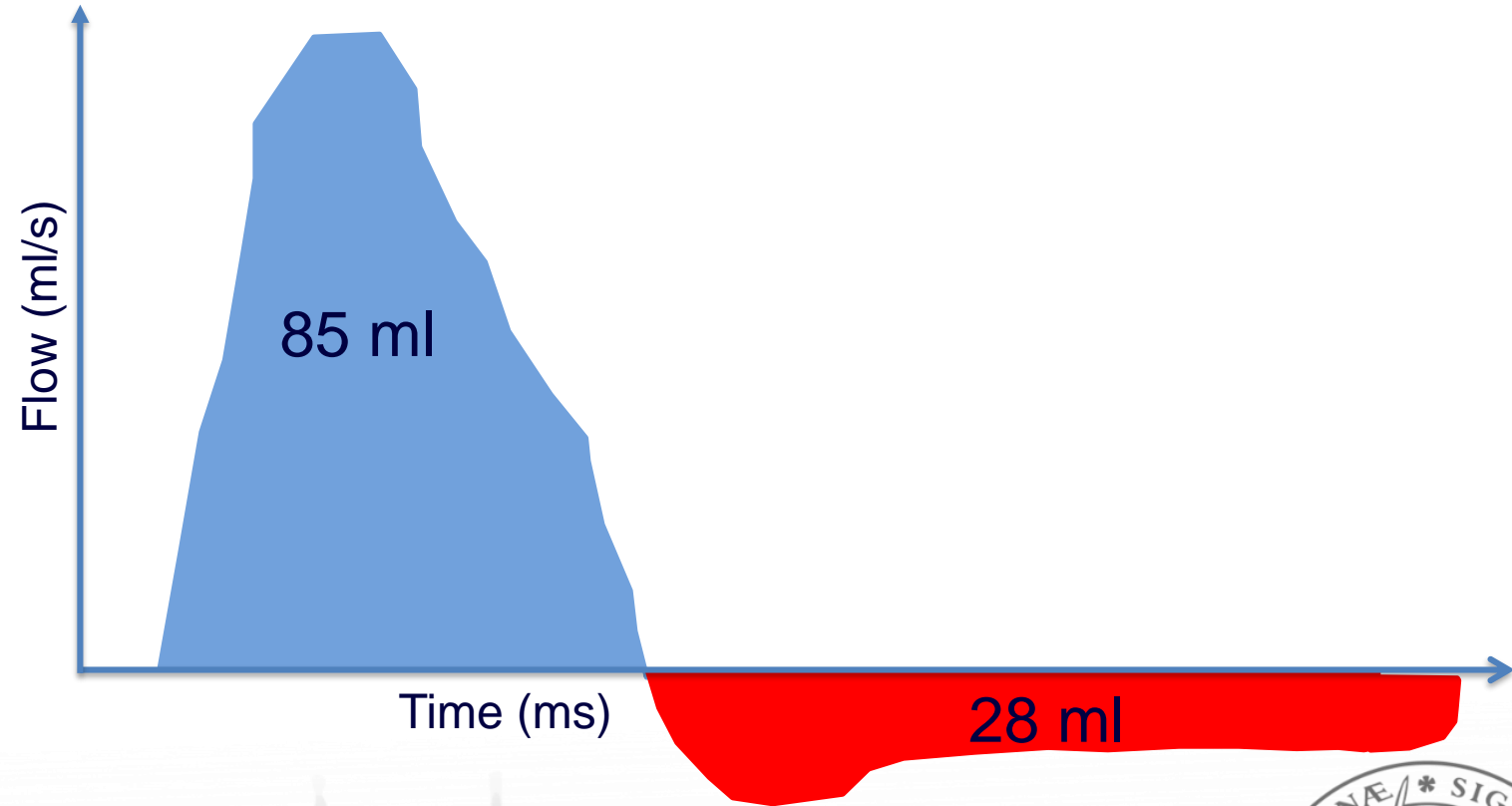
# Fallgropar – bakgrundskorrigerering

- Även små bakgrundsfel kan ge stora felvärden!
- - 2cm/s är 1% av VENC i exemplet
- Ger -19% i net volym!
- Svårt att se på flödeskurvor



# Beräkning regurgitation

- Volym framåt: 85 ml
- Volym bakåt: 28 ml
- Regurgitation:  
 $28/85 = 0.33$





# MR vid insufficienser kan vara användbart vid...

- Excentrisk/svårkvantifierad jet
- Diskrepans mellan eko och klinik
- Svårundersökta patienter
- Medfödda hjärtfel



# Aorta regurgitation



# Current guidelines AR

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

**Table 5** Echocardiographic criteria for the definition of severe aortic valve regurgitation

Qualitative	
	eccentric jets
CW signal of regurgitant jet	Dense
Other	Holodiastolic flow reversal in descending aorta (EDV >20 cm/s)
Semiquantitative	
Vena contracta width (mm)	>6
Pressure half-time <sup>b</sup> (ms)	<200
Quantitative	
EROA (mm <sup>2</sup> )	≥30
Regurgitant volume (mL/beat)	≥60
Enlargement of cardiac chambers	LV dilatation

© ESC/EACTS 2021

**Inget publicerat konsensus för hjärt-MR**

Indications for surgery	Class <sup>a</sup>	Level <sup>b</sup>
<b>A) Severe aortic regurgitation</b>		
Surgery is recommended in symptomatic patients regardless of LV function. <sup>105–109</sup>	I	B
Surgery is recommended in asymptomatic patients with LVESD >50 mm or LVESD >25 mm/m <sup>2</sup> BSA (in patients with small body size) or resting LVEF ≤50%. <sup>107,108,112,114,115</sup>	I	B
Surgery is recommended in symptomatic and asymptomatic patients with severe aortic regurgitation undergoing CABG or surgery of the ascending aorta or of another valve.	I	C
Aortic valve repair may be considered in selected patients at experienced centres when durable results are expected.	IIb	C

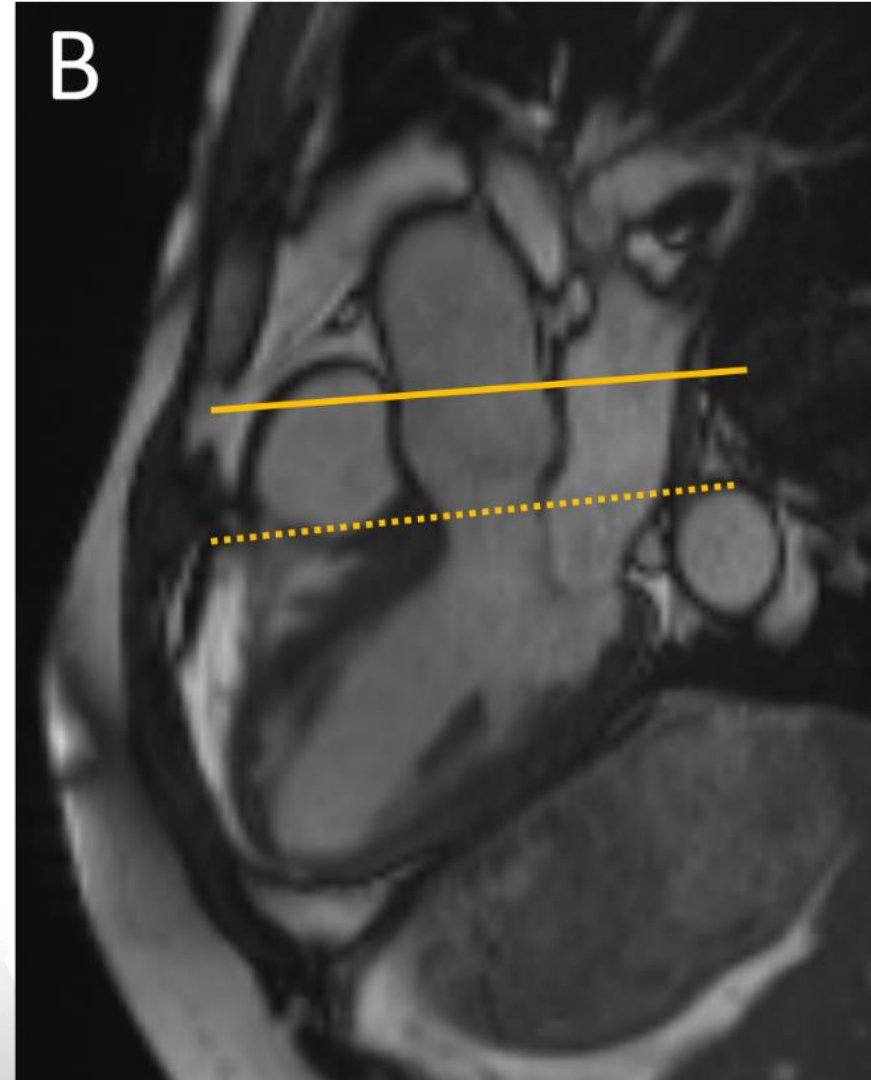
### 4.1.2 Computed tomography and cardiac magnetic resonance

CMR should be used to quantify the regurgitant fraction when echocardiographic measurements are equivocal or discordant with clinical findings. In patients with aortic dilatation, CCT is recommended to



LVOT

3 Ch



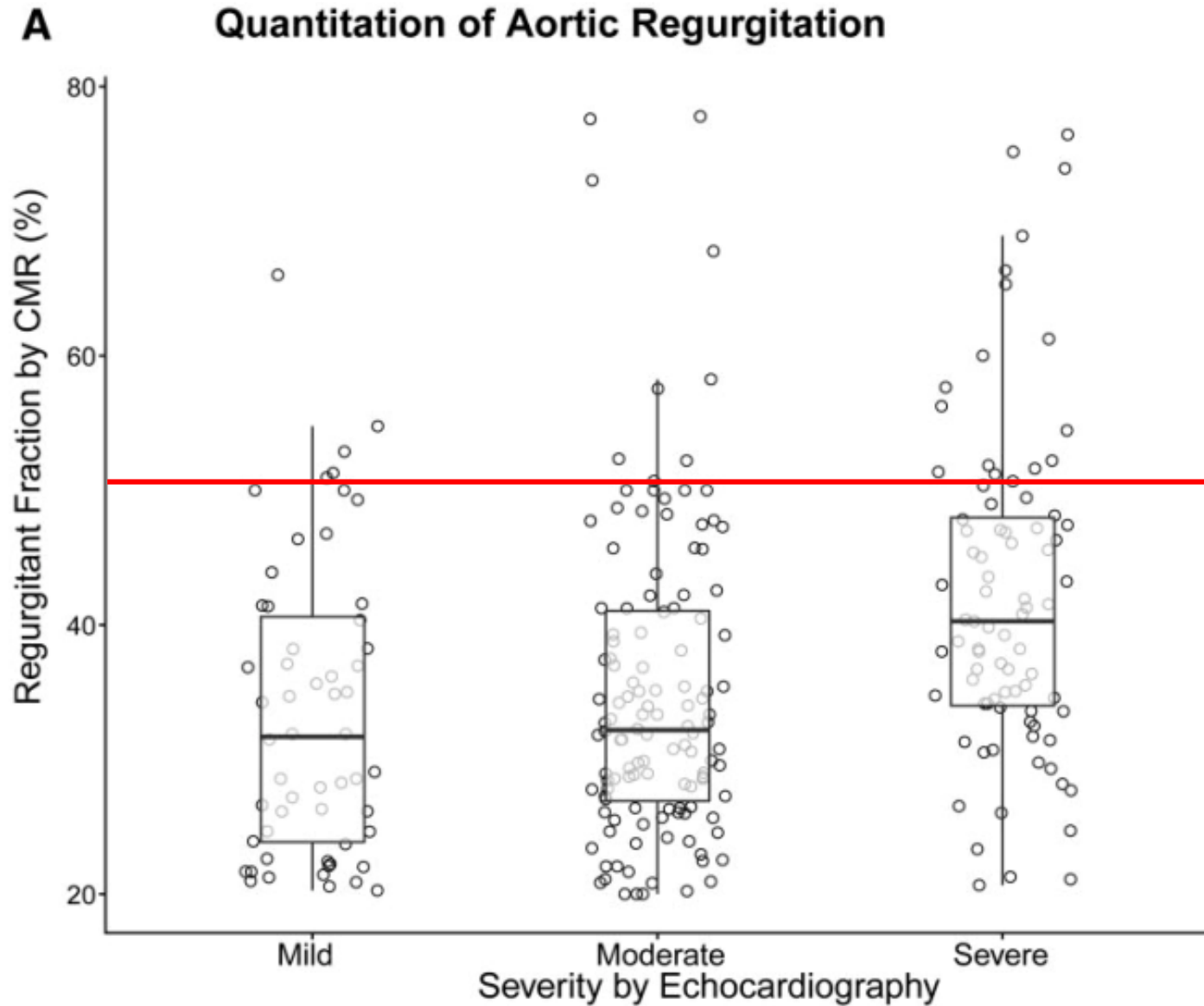
Metod	CMR vs eko	CMR	CMR vs eko	CMR	CMR vs eko	CMR	CMR	CMR	CMR
Författare	Gelfand et al <sup>7</sup> 2006	<u>Myerson et al <sup>3</sup> 2012</u>	Polte et al <sup>8</sup> 2017	Harris et al <sup>9</sup> 2017	<u>Spampinato et al <sup>10</sup> 2020</u>	<u>Postigo et al <sup>11</sup> 2020</u>	Faber et al <sup>12</sup> 2021	<u>Vejpongsa et al <sup>13</sup> 2022</u>	<u>Malahfij et al <sup>14</sup> 2023</u>
Deltagare	24	113	38 med AR	29 med AR	73	263	53	418	458
Jämförelse mått	Eko	<u>Outcome (kirurgi)</u>	Post-operativ remodellering av vänster kammare	<u>Outcome (kirurgi)</u>	Eko	<u>Outcome (hjärtsvikt, kirurgi)</u>	<u>Outcome (kirurgi)</u>	<u>Outcome (kirurgi)</u>	<u>Outcome (hjärtsvikt, kirurgi)</u>
Lindrig	<15%				<21%	<28%		<20%	
Måttlig	<u>16-25%</u>				<u>22-41%</u>	<u>28-37%</u>		<u>20-29%</u>	
Måttlig-uttalad	<u>26-48%</u>							<u>30-39%</u>	
Uttalad	>48%	>33%	>30% >42 ml	>50 ml	>42%	>37%	>32%	≥40%, ≥50ml	>43% >47 ml

Metod	CMR vs eko	CMR	CMR vs eko	CMR	CMR vs eko	CMR	CMR	CMR	CMR
Författare	Gelfand et al <sup>7</sup> 2006	<u>Myerson et al <sup>3</sup> 2012</u>	Polte et al <sup>8</sup> 2017	Harris et al <sup>9</sup> 2017	<u>Spampinato et al <sup>10</sup> 2020</u>	<u>Postigo et al <sup>11</sup> 2020</u>	Faber et al <sup>12</sup> 2021	<u>Vejpongsa et al <sup>13</sup> 2022</u>	<u>Malahfij et al <sup>14</sup> 2023</u>
Deltagare	24	113	38 med AR	29 med AR	73	263	53	418	458
Jämförelse mått	Eko	<u>Outcome (kirurgi)</u>	Post-operativ <u>remodellering</u> av vänster kammare	<u>Outcome (kirurgi)</u>	Eko	<u>Outcome (hjärtsvikt, kirurgi)</u>	<u>Outcome (kirurgi)</u>	<u>Outcome (kirurgi)</u>	<u>Outcome (hjärtsvikt, kirurgi)</u>
Lindrig	<15%				<21%	<28%		<20%	
Måttlig	<u>16-25%</u>				<u>22-41%</u>	<u>28-37%</u>		<u>20-29%</u>	
Måttlig-uttalad	<u>26-48%</u>							<u>30-39%</u>	
Uttalad	>48%	>33%	>30% >42 ml	>50 ml	>42%	>37%	>32%	≥40%, ≥50ml	>43% >47 ml

# A comparison of the clinical efficacy of echocardiography and magnetic resonance for chronic aortic regurgitation

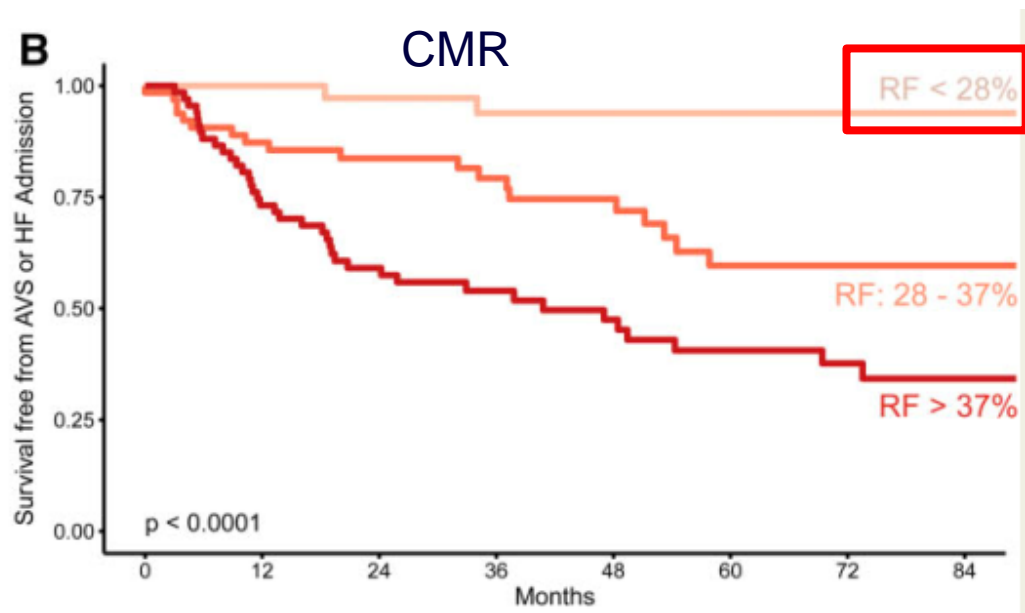
Andrea Postigo<sup>1</sup>, Esther Pérez-David<sup>1\*</sup>, Ana Revilla<sup>2</sup>, Ladrón Abia Raquel<sup>2</sup>, Ana González-Mansilla<sup>1</sup>, Raquel Prieto-Arévalo<sup>1</sup>, M. Ángeles Espinosa<sup>1</sup>, Rosa Ana López-Jimenez<sup>1</sup>, Teresa Sevilla<sup>2</sup>, Noelia Uruña<sup>2</sup>, Pablo Martínez-Legazpi<sup>1</sup>, José M. Oliver<sup>1</sup>, Francisco Fernández-Avilés<sup>1</sup>, San Román J. Alberto<sup>2</sup>, and Javier Bermejo<sup>1\*</sup>

197 asymptomatic patients



# A comparison of the clinical efficacy of echocardiography and magnetic resonance for chronic aortic regurgitation

Andrea Postigo<sup>1</sup>, Esther Pérez-David<sup>1\*</sup>, Ana Revilla<sup>2</sup>, Ladrón Abia Raquel<sup>2</sup>,  
 Ana González-Mansilla<sup>1</sup>, Raquel Prieto-Arévalo<sup>1</sup>, M. Ángeles Espinosa<sup>1</sup>,  
 Rosa Ana López-Jimenez<sup>1</sup>, Teresa Sevilla<sup>2</sup>, Noelia Uruña<sup>2</sup>,  
 Pablo Martínez-Legazpi<sup>1</sup>, José M. Oliver<sup>1</sup>, Francisco Fernández-Avilés<sup>1</sup>,  
 San Román J. Alberto<sup>2</sup>, and Javier Bermejo<sup>1\*</sup>



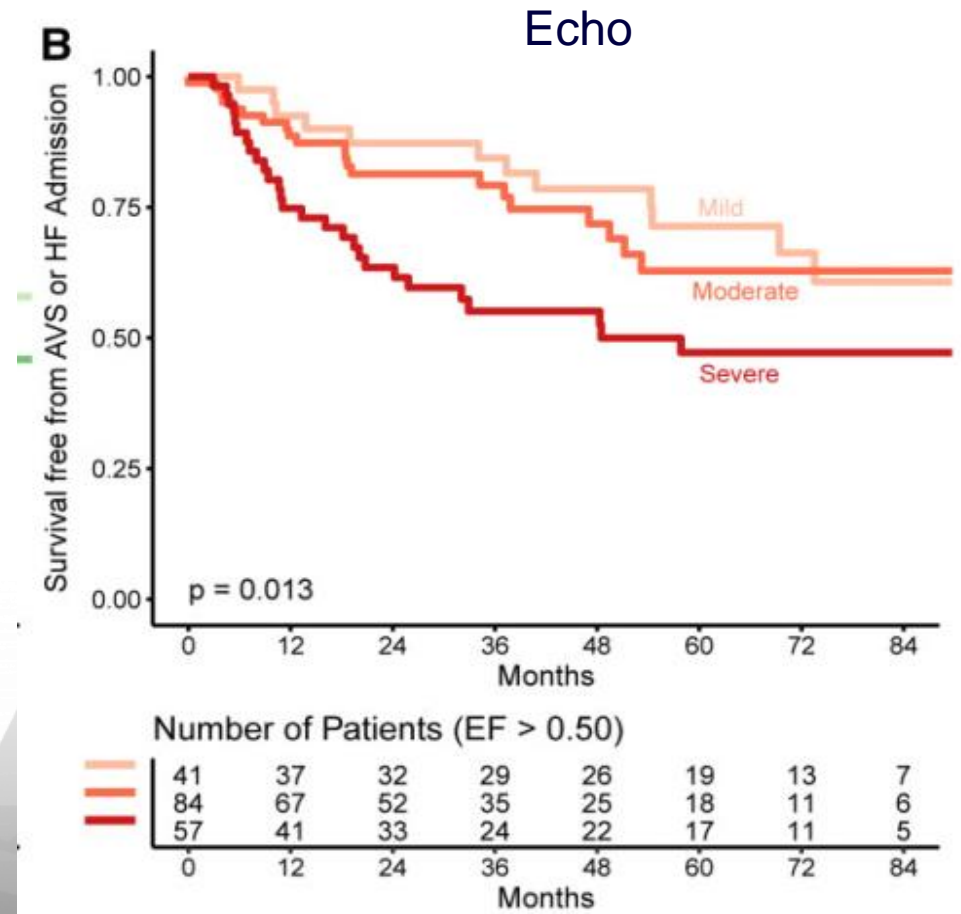
**C** Number of Patients (EF > 0.50)

	0	12	24	36	48	60	72	84
RF < 28%	49	43	37	30	25	21	11	7
RF: 28 - 37%	65	52	43	34	28	18	12	5
RF > 37%	67	49	37	25	21	16	12	6

197 asymptomatic patients

Endpoints:

- 1) aortic valve surgery
- 2) hospitalisation for HF
- 3) cardiovascular death



Number of Patients (EF > 0.50)

	0	12	24	36	48	60	72	84
Mild	41	37	32	29	26	19	13	7
Moderate	84	67	52	35	25	18	11	6
Severe	57	41	33	24	22	17	11	5

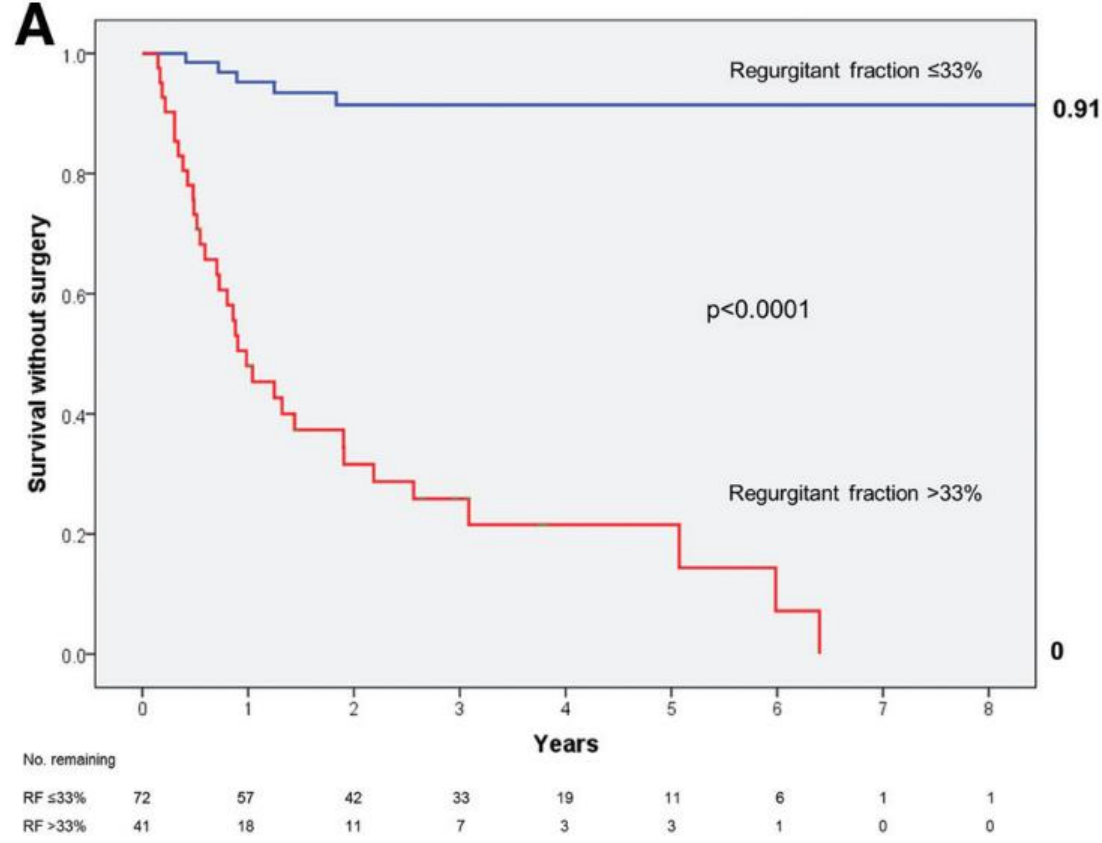
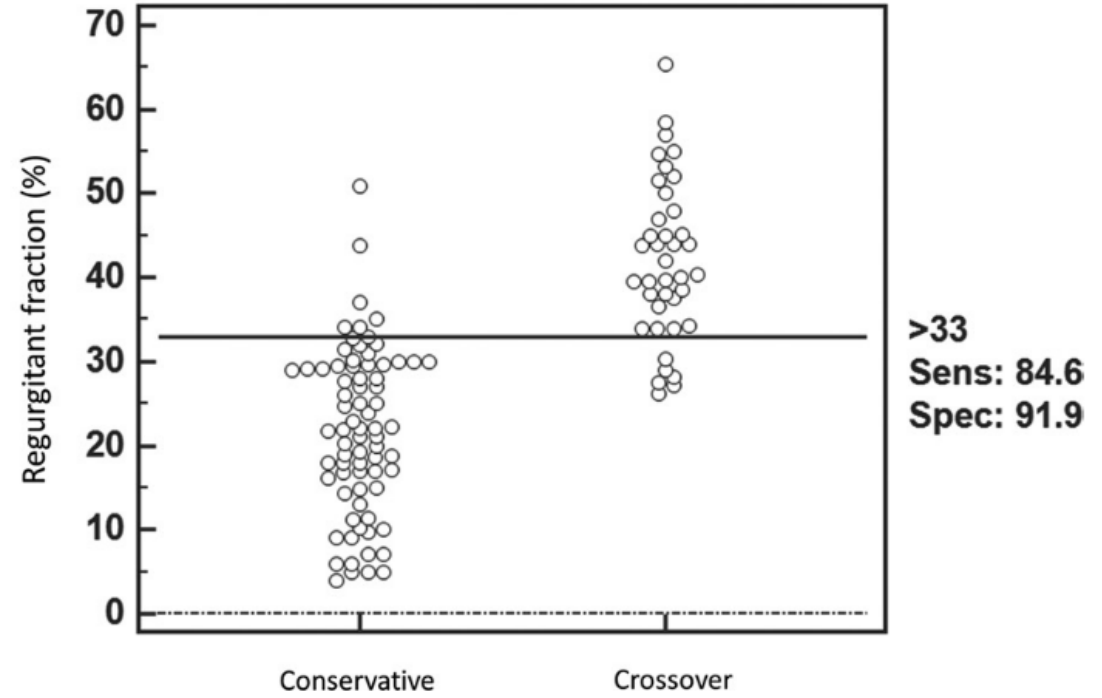


# Aortic Regurgitation Quantification Using Cardiovascular Magnetic Resonance

## Association With Clinical Outcome

Saul G. Myerson, MBChB, MD, MRCP, FESC; Joanna d'Arcy, MBChB, MRCP;  
 Raad Mohiaddin, PhD, FRCR, FRCP, FESC; John P. Greenwood, MBChB, PhD;  
 Theodoros D. Karamitsos, MD, PhD; Jane M. Francis, DCR(R), DNM;  
 Adrian P. Banning, MBBS, MD, FRCP, FESC;  
 Jonathan P. Christiansen, MBChB, MD, FRACP, FACC, FCSANZ;  
 Stefan Neubauer, MD, FRCP, FACC, FMedSci

113 asymptomatic patients, at least moderate AR on echo  
 Mean time to surgery 21 months, 90% of surgery within 3 years



# Aortic Regurgitation Quantification Using Cardiovascular Magnetic Resonance

## Association With Clinical Outcome

Saul G. Myerson, MBChB, MD, MRCP, FESC; Joanna d'Arcy, MBChB, MRCP;  
 Raad Mohiaddin, PhD, FRCR, FRCP, FESC; John P. Greenwood, MBChB, PhD;  
 Theodoros D. Karamitsos, MD, PhD; Jane M. Francis, DCR(R), DNM;  
 Adrian P. Banning, MBBS, MD, FRCP, FESC;  
 Jonathan P. Christiansen, MBChB, MD, FRACP, FACC, FCSANZ;  
 Stefan Neubauer, MD, FRCP, FACC, FMedSci

113 asymptomatic patients, at least moderate AR on echo  
 Mean time to surgery 21 months, 90% of surgery within 3 years

**Table 1. Receiver Operating Characteristic (ROC) Data. Comparison of the Ability of Each CMR Parameter to Identify the Initially Asymptomatic Patients Who Would Develop Indications for Surgery, Using Receiver Operating Characteristic (ROC) Analysis**

	AUC	Threshold	<i>p</i>	Sens (%)	Spec (%)
Regurgitant fraction (%)	0.93 (0.87 to 0.97)	>33	<0.0001	85	92
Regurgitant volume (ml)	0.96 (0.90 to 0.99)	>42	<0.0001	92	85
Regurgitant volume index (ml/m <sup>2</sup> )	0.95 (0.89 to 0.98)	>23	<0.0001	82	92
LVEDV (ml)	0.88 (0.80 to 0.93)	>246	<0.0001	87	77
LVEDV index (ml/m <sup>2</sup> )	0.86 (0.79 to 0.92)	>129	<0.0001	85	82
LVESV (ml)	0.78 (0.70 to 0.86)	>88	<0.0001	77	70
LVESV index (ml/m <sup>2</sup> )	0.77 (0.68 to 0.84)	>45	<0.0001	74	72
Ejection fraction (%)	0.55 (0.45 to 0.65)	<59	0.43	38	77
LV mass (g)	0.74 (0.64 to 0.81)	>187	<0.0001	72	68
LV mass index (g/m <sup>2</sup> )	0.73 (0.63 to 0.81)	>90	<0.0001	74	64

Metod	CMR vs eko	CMR	CMR vs eko	CMR	CMR vs eko	CMR	CMR	CMR	CMR
Författare	Gelfand et al <sup>7</sup> 2006	<u>Myerson et al <sup>3</sup> 2012</u>	Polte et al <sup>8</sup> 2017	Harris et al <sup>9</sup> 2017	<u>Spampinato et al <sup>10</sup> 2020</u>	<u>Postigo et al <sup>11</sup> 2020</u>	Faber et al <sup>12</sup> 2021	<u>Vejpongsa et al <sup>13</sup> 2022</u>	<u>Malahfij et al <sup>14</sup> 2023</u>
Deltagare	24	113	38 med AR	29 med AR	73	263	53	418	458
Jämförelse mått	Eko	<u>Outcome (kirurgi)</u>	Post-operativ <u>remodellering</u> av vänster kammare	<u>Outcome (kirurgi)</u>	Eko	<u>Outcome (hjärtsvikt, kirurgi)</u>	<u>Outcome (kirurgi)</u>	<u>Outcome (kirurgi)</u>	<u>Outcome (hjärtsvikt, kirurgi)</u>
Lindrig	<15%				<21%	<28%		<20%	
Måttlig	<u>16-25%</u>				<u>22-41%</u>	<u>28-37%</u>		<u>20-29%</u>	
Måttlig-uttalad	<u>26-48%</u>							<u>30-39%</u>	
Uttalad	>48%	>33%	>30% >42 ml	>50 ml	>42%	>37%	>32%	≥40%, ≥50ml	>43% >47 ml

# Arbetsgrupp insufficienser inom MR hjärta Sverige

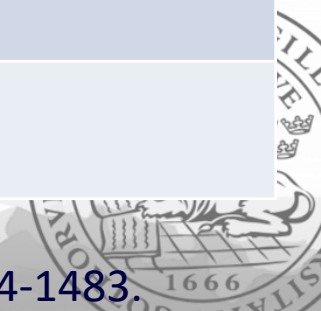
- Morten Kraen, Jannike Nickander, Christian Polte och Anders Nelsson (sammankallande)
- Syfte:
  - Harmonisera bedömningen och graderingen av insufficienser med MR Hjärta i Sverige
    - Aorta
    - Mitralis



# Möjliga rekommendationer AR

	Regurgitation
Lindrig	$AR_{RF} < 20\%$
Måttlig	$AR_{RF} 20-34\%$
Måttlig-uttalad	$AR_{RF} 35-40\%$ eller $AR_{Vol} 40-50ml$
Uttalad	$AR_{RF} \geq 40\%$ eller $AR_{Vol} \geq 50mL$

Fynd	Talar för hemodynamiskt betydande insufficiens
Vänsterkammares end-diastolisk volym index (LVEDV/m <sup>2</sup> )	>129 <sup>1</sup>
Vänsterkammares slut-systolisk volym index (LVESV/m <sup>2</sup> )	>45 <sup>1</sup>
Vänsterkammares massa index (g/m <sup>2</sup> )	>90 <sup>1</sup>
Holodiastoliskt reverserat flöde i aorta descendens i höjd med pulmonalisbifurkationen	Finns <sup>2</sup>



# MR svaret

		Talar för uttalad regurgitation
LVEDV	225 ml	
LVEDVi	117 ml	>129 ml
LVESV	95 ml	
LVESVi	49 ml	>45 ml
LVSV	130 ml	
LVEF	58% ml	
Aorta regurgitation	33%	>40% (35-40%)
Aorta regurgitation	41 ml	>50 ml (40-50 ml)

## BEDÖMNING:

Måttlig aortainsufficiens (RF 33%, 41 ml).

Lätt till måttligt dilaterad normotrof vänsterkammare med normal systolisk funktion.



# Mitralis regurgitation



# Current guidelines CMR

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

### Recommendations on indications for intervention in severe primary mitral regurgitation

Recommendations	Class <sup>a</sup>	Level <sup>b</sup>
Mitral valve repair is the recommended surgical technique when the results are expected to be durable. <sup>293–296</sup>	I	B
Surgery is recommended in symptomatic patients who are operable and not high risk. <sup>293–296</sup>	I	B
Surgery is recommended in asymptomatic patients with LV dysfunction (LVESD $\geq 40$ mm and/or LVEF $\leq 60\%$ ). <sup>277,286,292</sup>	I	B
Surgery should be considered in asymptomatic patients with preserved LV function (LVESD $< 40$ mm and LVEF $> 60\%$ ) and AF secondary to late-systolic regurgitant jets. <sup>274–277</sup>	IIa	B
When various echocardiographic parameters used to grade mitral regurgitation are inconsistent, CMR is a valid alternative to quantify the regurgitant volume and is the reference standard to quantify LV and LA volumes. <sup>278</sup> In addition, quantification of mitral regurgitation with CMR has shown prognostic implications. <sup>277</sup> Finally, preliminary data show that myocardial fibrosis assessed with CMR is frequent in PMR and has been associated with sudden cardiac death and ventricular arrhythmias. <sup>279</sup>	IIa	B
of eligibility, are judged inoperable or at high surgical risk by the Heart Team and for whom the procedure is not considered futile. <sup>299–302</sup>	IIb	B

late-systolic regurgitant jets.<sup>274–277</sup> When various echocardiographic parameters used to grade mitral regurgitation are inconsistent, CMR is a valid alternative to quantify the regurgitant volume and is the reference standard to quantify LV and LA volumes.<sup>278</sup> In addition, quantification of mitral regurgitation with CMR has shown prognostic implications.<sup>277</sup> Finally, preliminary data show that myocardial fibrosis assessed with CMR is frequent in PMR and has been associated with sudden cardiac death and ventricular arrhythmias.<sup>279</sup>

© ESC/EACTS 2021

© ESC/EACTS 2021



**Table 7** Severe mitral regurgitation criteria based on 2D echocardiography

	Primary mitral regurgitation	Secondary mitral regurgitation
<b>Qualitative</b>		
Mitral valve morphology	Flail leaflet, ruptured papillary muscle, severe retraction, large perforation	Normal leaflets but with severe tenting, poor leaflet coaptation
Colour flow jet area	Large central jet ( $> 50\%$ of LA) or eccentric wall impinging jet of variable size	Large central jet ( $> 50\%$ of LA) or eccentric wall impinging jet of variable size
Flow convergence	Large throughout systole	Large throughout systole
Continuous wave Doppler jet	Holosystolic/dense/triangular	Holosystolic/dense/triangular
<b>Semiquantitative</b>		
Vena contracta width (mm)	$\geq 7$ ( $\geq 8$ mm for biplane)	$\geq 7$ ( $\geq 8$ mm for biplane)
Pulmonary vein flow	Systolic flow reversal	Systolic flow reversal
Mitral inflow	E-wave dominant ( $> 1.2$ m/s)	E-wave dominant ( $> 1.2$ m/s)
TVI mitral/TVI aortic	$> 1.4$	$> 1.4$
<b>Quantitative</b>		
EROA (2D PISA, $\text{mm}^2$ )	$\geq 40$ $\text{mm}^2$	$\geq 40$ $\text{mm}^2$ (may be $\geq 30$ $\text{mm}^2$ if elliptical regurgitant orifice area)
Regurgitant volume (mL/beat)	$\geq 60$ mL	$\geq 60$ mL (may be $\geq 45$ mL if low flow conditions)
Regurgitant fraction (%)	$\geq 50\%$	$\geq 50\%$
<b>Structural</b>		
Left ventricle	Dilated (ESD $\geq 40$ mm)	Dilated
Left atrium	Dilated (diameter $\geq 55$ mm or volume $\geq 60$ $\text{mL/m}^2$ )	Dilated



OPEN

## Assessment of mitral valve regurgitation by cardiovascular magnetic resonance imaging

Pankaj Garg<sup>1\*</sup>, Andrew J. Swift<sup>1</sup>, Liang Zhong<sup>2</sup>, Carl-Johan Carlhäll<sup>5</sup>, Tino Ebbers<sup>3</sup>, Jos Westenberg<sup>4</sup>, Michael D. Hope<sup>5</sup>, Chiara Bucciarelli-Ducci<sup>6</sup>, Jeroen J. Bax<sup>7</sup> and Saul G. Myerson<sup>8</sup>

### Final report conclusions

- Morphological diagnosis of the aetiology of MR (primary or secondary) and/or Carpentier's functional class of MR
- Degree of MR
- Degree of LA dilatation
- Left ventricular function and degree of dilatation
- Presence, location and degree of myocardial scar or replacement fibrosis

Table 3 | Recommended grading of MR by CMR assessment

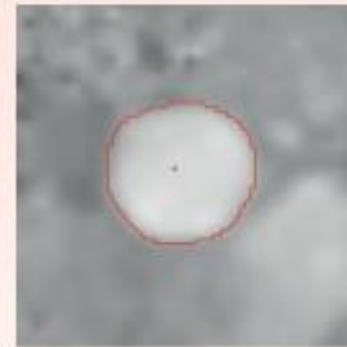
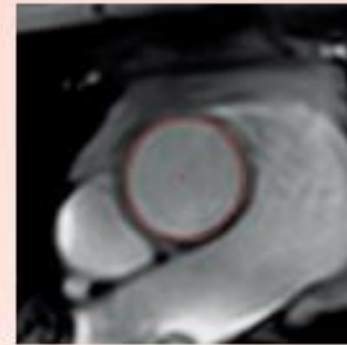
Type of MR	Grading of severity			
	Mild	Moderate	Severe	Very severe
Primary	MR <sub>RF</sub> <20% <sup>a</sup>	MR <sub>RF</sub> = 20–39% <sup>a</sup>	MR <sub>RF</sub> 40–50%; MR <sub>vol</sub> >55–60 ml	MR <sub>RF</sub> >50%
Secondary	MR <sub>vol</sub> <30 ml	MR <sub>vol</sub> = 30–60 ml	MR <sub>vol</sub> ≥60 ml	–

From REFS<sup>12,13,19</sup>. CMR, cardiovascular magnetic resonance imaging; MR, mitral regurgitation; MR<sub>RF</sub>, mitral regurgitation fraction; MR<sub>vol</sub>, mitral regurgitation volume. <sup>a</sup>Not study-based; mainly expert opinion.

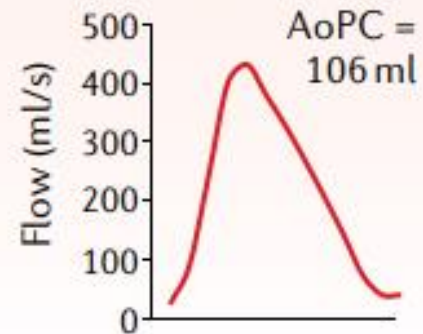


# Indirect method

## MR quantification



$$LVSV = LVEDV - LVESV = 129 \text{ ml}$$



$$MR_{vol} = 129 - 106 = 23 \text{ ml}$$

$$RF = 23 / 129 = 18\%$$

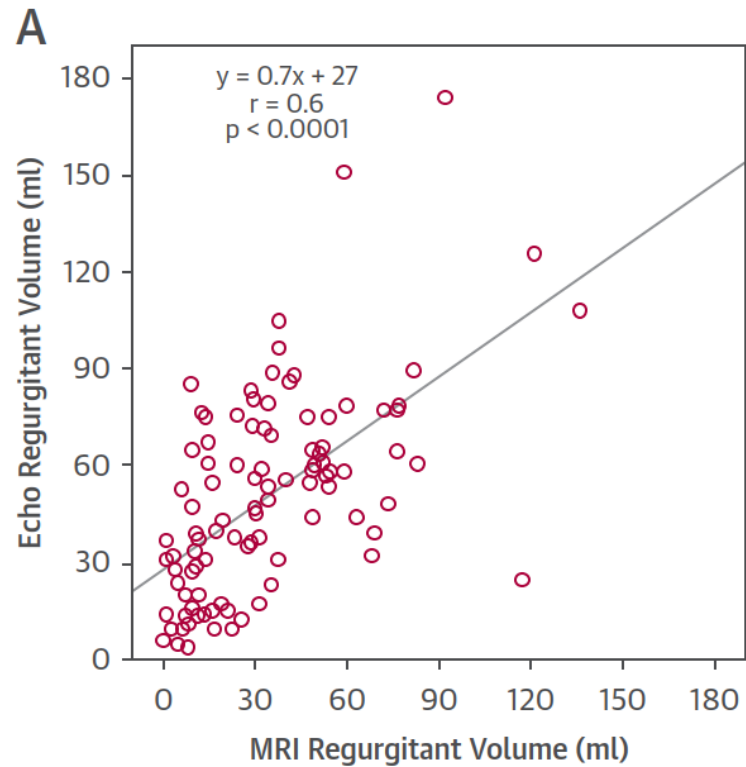
# Discordance Between Echocardiography and MRI in the Assessment of Mitral Regurgitation Severity



N = 103 patients

## A Prospective Multicenter Trial

Seth Uretsky, MD,\* Linda Gillam, MD, MPH,\* Roberto Lang, MD,† Farooq A. Chaudhry, MD,‡  
Edgar Argulian, MD, MPH,§ Azhar Supariwala, MD,§ Srinivasa Gurrum, MD,§ Kavya Jain, MD,§ Marjorie Subero, MD,§  
James J. Jang, MD,|| Randy Cohen, MD,§ Steven D. Wolff, MD, PhD¶





# Prognostic Implications of Magnetic Resonance–Derived Quantification in Asymptomatic Patients With Organic Mitral Regurgitation

## Comparison With Doppler Echocardiography–Derived Integrative Approach

Circulation. 2018;137:1349–1360. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.029332

258 asymptomatic patients  
Severe MR = >60ml on CMR

Martin Penicka, MD, PhD  
Jan Vecera, MD  
Daniela C. Mirica, MD  
Martin Kotrc, MD  
Radka Kockova, MD  
Guy Van Camp, MD, PhD



Patients at risk	Follow-up (years)		
	0y	1y	5y
MRI SEV-ECHO SEV	62	54	14
MRI SEV-ECHO MOD	23	22	4
MRI MOD-ECHO SEV	38	38	24
MRI MOD-ECHO MOD	135	130	69

— MRI SEV-ECHO SEV    
 - - MRI SEV-ECHO MOD    
 - - MRI MOD-ECHO SEV    
 — MRI MOD-ECHO MOD



## Determination of Clinical Outcome in Mitral Regurgitation With Cardiovascular Magnetic Resonance Quantification

Saul G. Myerson, MB, ChB, MD; Joanna d'Arcy, MB, ChB, MRCP;  
Jonathan P. Christiansen, MB, ChB, MD; Laura E. Dobson, MBChB, MRCP;  
Raad Mohiaddin, PhD; Jane M. Francis, DCR(R), DNM;  
Bernard Prendergast, DM; John P. Greenwood, MB ChB, PhD;  
Theodoros D. Karamitsos, MD, PhD; Stefan Neubauer, MD

n = 109 asymptomatic patients with primary MR

(*Circulation*. 2016;133:2287-2296. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.017888.)

**Table 1. Receiver Operating-Characteristic (ROC) Data: Comparison of the Ability of Each CMR Parameter to Identify the Initially Asymptomatic Patients Who Would Develop Indications for Surgery**

	AUC	Threshold	P Value for ROC Curve	Sensitivity, %	Specificity, %
Regurgitant volume, mL	0.81 (0.72–0.88)	>55	<0.0001	72	87
Regurgitant volume index, mL/m <sup>2</sup>	0.79 (0.70–0.87)	>29	<0.0001	78	82
Regurgitant fraction, %	0.79 (0.70–0.86)	>40	<0.0001	76	74
LVEDV index, mL/m <sup>2</sup>	0.75 (0.65–0.83)	≥95	<0.0001	91	56
LV mass, g	0.77 (0.67–0.85)	>171	<0.0001	74	73
LVESV index, mL/m <sup>2</sup>	0.71 (0.61–0.79)	>36	0.0008	74	68
LV ejection fraction, %	0.71 (0.61–0.79)	<65	0.0006	60	76
RV ejection fraction, %	0.62 (0.51–0.72)	<59	0.08	58	54

# Möjliga rekommendationer MR

	Lindrig	Måttlig	Uttalad	Mycket uttalad
Primär	$MR_{RF} < 20\%$	$MR_{RF} 20-39\%$	$MR_{RF} 40-50\%$ $MR_{vol} > 55-60 \text{ ml}$	$MR_{RF} > 50\%$
Sekundär	$MR_{vol} < 30 \text{ ml}$	$MR_{vol} = 30-60 \text{ ml}$	$MR_{vol} \geq 60 \text{ ml}$	

Fynd	Talar för hemodynamiskt betydande insufficiens
Vänsterkammares end-diastolisk volym index (LVEDV/m <sup>2</sup> )	>95 <sup>1</sup>
Vänsterkammares end-systolisk volym index (LVESV/m <sup>2</sup> )	>36 <sup>1</sup>



# Så här ser det ut på SUS

- Efter diskussioner med klaffkardiologer och thoraxkirurger

## Aortaregurgitation med MR

Gradering	Regurgitation
Lindrig	AR <sub>RF</sub> <20%
Måttlig	AR <sub>RF</sub> 20-34%
Måttlig-uttalad	AR <sub>RF</sub> 35-40% eller AR <sub>vol</sub> 40-50 ml
Uttalad	AR <sub>RF</sub> ≥40% eller AR <sub>vol</sub> ≥50mL
<b>Sekundära fynd</b>	<b>Talar för hemodynamiskt betydande insufficiens</b>
Vänsterkammarens end-diastolisk volym index (LVEDV/m <sup>2</sup> )	>129
Vänsterkammarens slut-systolisk volym index (LVESV/m <sup>2</sup> )	>45
Vänsterkammarens massa index (g/m <sup>2</sup> )	>90
Holodiastoliskt reverserat flöde i aorta descendens i höjd med pulmonalisbifurkationen	Finns

## Mitralisregurgitation med MR

Gradering	Regurgitation <sup>1</sup>
Lindrig	MR <sub>RF</sub> <20%
Måttlig	MR <sub>RF</sub> 20-39%
Uttalad	MR <sub>RF</sub> 40-50% eller MR <sub>vol</sub> >55-60 ml
<b>Sekundära fynd</b>	<b>Talar för hemodynamiskt betydande insufficiens</b>
Vänsterkammarens end-diastolisk volym index (LVEDV/m <sup>2</sup> )	>95

# Nästa steg

- Förslag på samordning av gradering av insufficienser nationellt via specialitetsföreningarna





# Pulmonalis- och tricuspidalisregurgitation

- Fungerar bra att undersöka med MR
- Ofta medfödda hjärtfel
- Inga strukturerade bedömningskriterier på SUS
- Bedöms ofta enligt samma kriterier som vänstersidiga klaffvitier

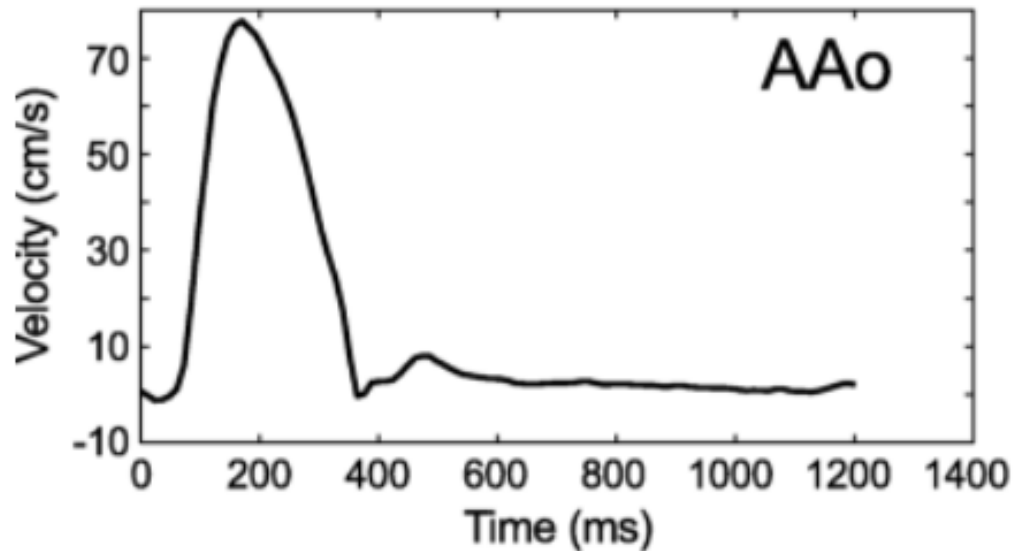
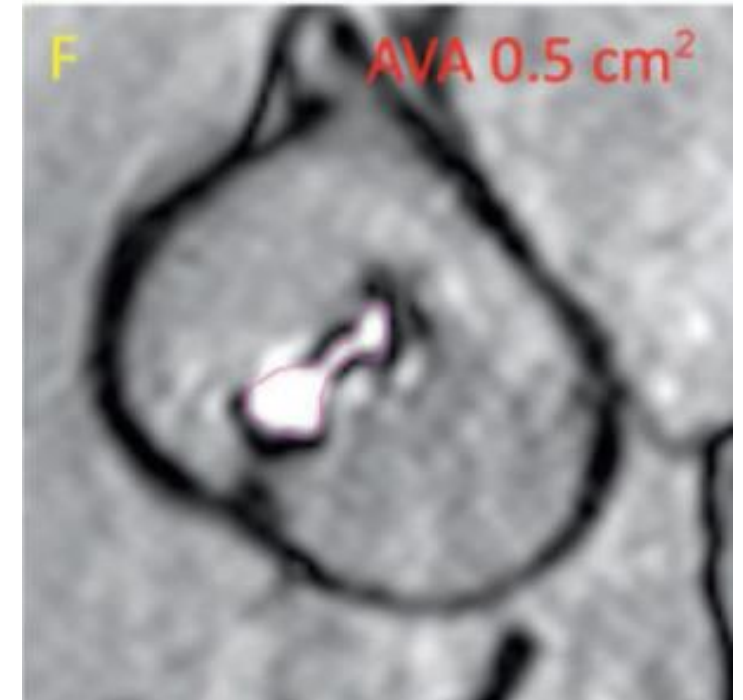


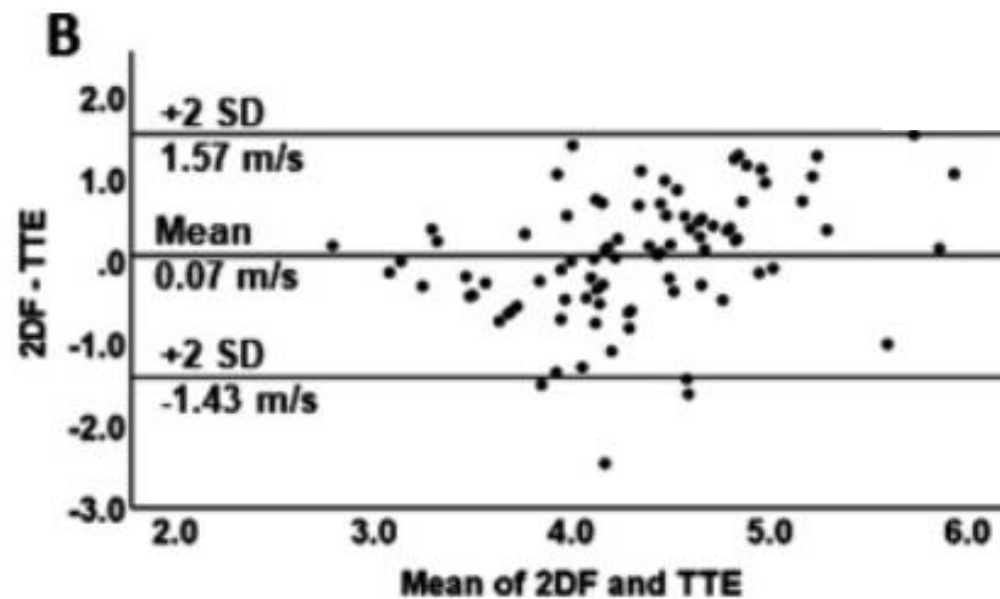
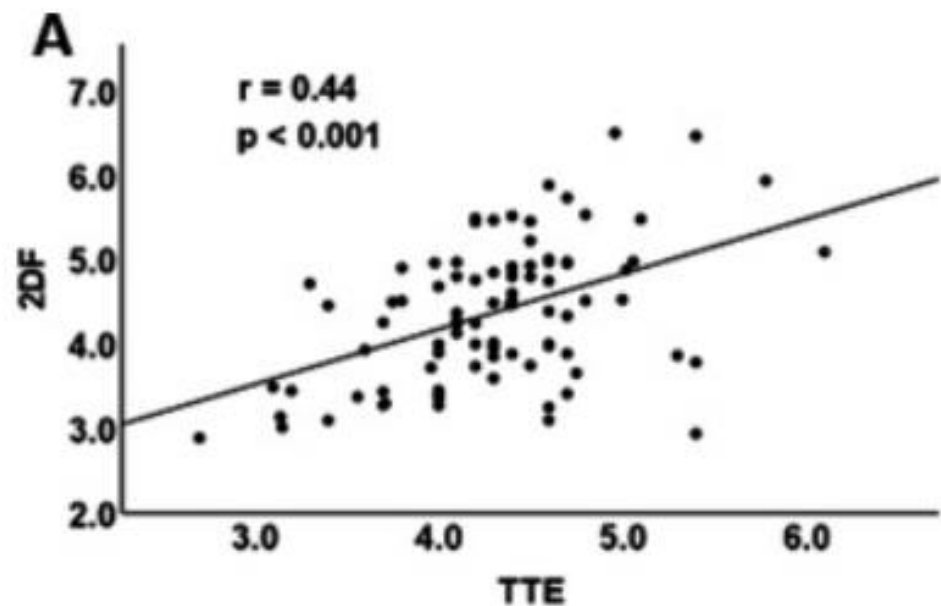
# Aorta stenosis



# Gradering av stenoser

- Mäta arean av klafföppningen (AVA)
- Mäta den maximala flödes hastigheten
  - Kan underskatta hastigheter över 3.5 m/s
  - Lägre temporal upplösning än t ex ekokardiografi





# Gradering av stenoser i kliniken

- Gradering av stenoser ej standard
- Behöver validerade specialiserade MR sekvenser för att kunna mäta högre hastigheter ( $>3.5$  m/s)
- MR rekommenderas endast för vävnadskarakteriering i 2021 ESC/EACTS guidelines för klaffsjukdom, inte för gradering av stenosen



# MR Hjärta Sverige

Lund Cardiac MR Group



# MR hjärta Sverige

- Nationell grupp för de som arbetar med MR hjärta i Sverige
- Fysikt möte i samband med Kardiovaskulära Vårmetet
- Vårens möten har haft deltagare från sammanlagt 14 olika orter
- Ordförande Ellen Ostefeld (Lund)
  - [ellen.ostenfeld@med.lu.se](mailto:ellen.ostenfeld@med.lu.se)
- Arbetsgrupper för att möjliggöra nationell samordning
  - Referensvärden volymer (Magnus Lundin sammankallande)
  - Riktvärden för insufficienser (Anders Nelsson sammankallande)
  - Pacemaker och MR hjärta (Caroline Berntsson sammankallande)
  - Rtg-ssk/BMA som kör MR hjärta (Johanna Koul sammankallande)
  - MR Hjärta PhD studerande (Anna Szekely sammankallande)
  - MR hjärta verksamhets enkät (Tomasz Baron sammanställande)



# Sammanfattning

- Förslag finns på gradering av aorta- och mitralisregurgitation med Hjärt-MR som ETT av flera underlag inför beslut om intervention
  - Behöver behandlas av respektive specialistförening
- Inga färdiga nationella förslag för pulmonalis- och tricuspidalisregurgitation
  - Arbetsgrupp inom MR hjärta Sverige kommer att gå igenom litteraturen
- Stenosgradering med MR är svårt vid tätare stenoser
- Eko och MR mäter insufficienser på olika sätt
- Volym, funktion och vävnadskaraktäristik från Hjärt-MR kan ge stöd till kliniska beslut om intervention







# NCI 2025

Malmö, Sweden  
April 8-9, 2025

SAVE THE DATE!

[nordiccardiacimaging.org](http://nordiccardiacimaging.org)

**TACK!**

