



Dansk Cardiologisk Selskab

www.cardio.dk

Anbefalinger til opmåling og rapportering af hjerte-MR hos voksne

- en vejledning fra Dansk Cardiologisk Selskab

DCS Vejledning 2021

Anbefalinger til opmåling og rapportering af hjerte-MR hos voksne

DCS Vejledning 2021

Udgivet August 2021 af:
Dansk Cardiologisk Selskab

Dansk Cardiologisk Selskab
Vognmagergade 7, 3. sal
DK-1120 København K
dcs@cardio.dk

Copyright ©: Dansk Cardiologisk Selskab.

Indholdet af denne vejledning må anvendes, herunder kopieres i forsknings, undervisnings, planlægnings- og informationsøjemed. Dette forudsætter, at Dansk Cardiologisk Selskab nævnes som kilde, samt at der ikke i forbindelse med brugen tages afgifter eller gebyrer. Anden mangfoldiggørelse, herunder specielt anvendelse af vejledningens tekst og data i markedsføringsøjemed samt kopiering eller elektronisk mangfoldiggørelse, kræver forudgående skriftlig tilladelse fra selskabet.

Layout: Birger Gregers, Frederiksberg



Anbefalinger til opmåling og rapportering af hjerte-MR hos voksne

Indholdsfortegnelse

Skrivegruppens medlemmer	4	6. Late gadolinium enhancement (LGE)	9
Indledning	4	Figur 7. Kvantificering af LGE	9
Forkortelser	4	Figur 8. Illustration af LGE-mønstre	10
1. Indikation og patient	5	7. Klapper og flow	10
1.2. Anatomi: Situs, hjertets forbindelser og perikardiet	5	7.1. Generelt om klapper og flow	10
Figur 1. Angivelse af hjertets anatomi og forbindelser	5	Figur 9. Flowkurve gennem aortaklappen	10
2. Opmåling af volumina	5	7.2. Beregning af aortainsufficiens (AI)	11
2.1. Venstre ventrikel (LV)	5	7.3. Beregning af pulmonalinsufficiens (PI)	11
Figur 2. Seriel optegning af venstre (og højre) ventrikel volumen på SAX cine	5	7.4. Beregning af mitralinsufficiens (MI)	11
Referenceværdier (papillærmusker ekskluderet fra venstre ventrikels kavitet)	6	7.5. Beregning af tricuspidalinsufficiens (TI)	11
Referenceværdier (papillærmuskler indregnet i venstre ventrikels kavitet)	6	7.6. Stenose	11
2.2. Højre ventrikel (RV)	6	8. Shunt	11
Figur 3. Seriel optegning af højre ventrikels volumen på transversel cine stack	7	8.1. Qp/Qs-vurdering	11
Referenceværdier	7	8.2. Særlige tilstande	11
2.3. Venstre atrium og atriaseptum	7	9. Aorta	12
3. Parametrisk mapping	7	9.1. Sinus Valsalva, aortaklap	12
Figur 4. Typisk udseende af T1, T2, T2* og ECV maps i raske individer og ved myokardiesygdomme	8	Figur 10. Opmåling af aorta	12
Figur 5. Optegning af venstre ventrikel myokardie på nativ T1 optagelse	8	Figur 11. Opmåling af tricuspida aortaklap (cusp-commisur mål)	12
4. Ødem, T2 vægtede billeder	8	9.2. Aorta ST-junction	12
5. Stress myokardie perfusionsundersøgelse	9	Figur 12. ST-junction med opmåling af aorta diameter	13
5.1. Vurdering af perfusion	9	9.3. Aorta ascendens og descendens	13
Figur 6. Kvalitativ vurdering af perfusionsdefekt	9	Figur 13. Aorta ascendens og descendens opmåling via 3D	13
5.2. Semi-kvantitativ vurdering	9	Figur 14. Opmåling af aorta, 2. transverselle stykke via 3D	13
5.3. Minimumskrav til beskrivelsen	9	9.4. Arcus aorta samt aorta abdominalis	13
		Referenceværdier for Sinus Valsalva, (cusp-commisur) i	13
		Referenceværdier for aorta ascendens	13
		Referencer	13
		Bilag 1. Skabelon til MR-rapport	14
		Bilag 2. Anbefalede minimumskrav ved rapportering af hjerte-MR	15
		Bilag 3. Anbefalede punkter ved rapportering af hjerte-MR	15



Skrivegruppens medlemmer

Alfabetisk

Jawdat Abdulla (Glostrup)
Rasmus Albiniussen (Sygehus Sønderjylland)
Simon Bentsen (nucleus) (Rigshospitalet)
Csaba Biró (Slagelse)
Annemie Bojer (Slagelse)
Martin Busk (Vejle)
Morten Bøttcher (Herning)
Martina De Knecht (Bispebjerg)
Kathrine Ekström (fmd., nucleus) (Rigshospitalet)
Hanne Elming (Roskilde)
Marie Bayer Elming (nucleus) (Rigshospitalet)
Christian Alcaraz Frederiksen (Århus)
Phillip Freeman (Aalborg)
Mathis Gröning (Rigshospitalet)
Jens Hove (Hvidovre)
Christin Rosendal Graff Isaksen (Silkeborg)
Morten Steen Kvistholm Jensen (Århus)
Deniz Karasoy (Aalborg)
Won Yong Kim (Århus)
Lone Deibjerg Kristensen (Esbjerg)
Morten Lamberts (nucleus) (Herlev Hospital)
Tina Homayounfar Leetmaa (Odense)
Per Lav Madsen (Herlev)
Ulrik Markus Mortensen (Århus)
Lene Huche Nielsen (Odense)
Christina Oxlund (Esbjerg)
Redi Pecini (Rigshospitalet)
Lotte Saaby (Vejle)
Søren Skøtt (Roskilde)
Eva Søndergård (Odense)
Martin Sørensen (Slagelse)
Jens Jakob Thune (Bispebjerg)
Niels Vejlstrup (Rigshospitalet)
Simon Winther (Herning)
Tomas Zaremba (Aalborg)

Indledning

Hjerte-MR bruges i stigende grad grundet høj reproducerbarhed, nøjagtigheden af volumen opmålinger, samt muligheden for karakterisering af evt. forandringer i myokardiet(1).

Denne rapport er skrevet i tilslutning til den opdaterede kliniske rapport fra Dansk Cardiologisk Selskab, 2019 (Magnetisk resonans billeddannende undersøgelse af hjertet) der angiver minimumskrav for korrekt skanning og sekvens valg inden for enkelte indikationer. Der findes aktuelt ingen rapport udgående fra DCS, der giver et samlet overblik over opmåling og rapportering af hjerte-MR.

Denne rapport er en national konsensus om opmåling og rapportering af en klinisk hjerte-MR undersøgelse, uafhængigt af indikationen. For hvert punkt er angivet, hvad der bør rapporteres (inkl. minimumskrav ved normale fund). Dog vil ikke alle punkter rapporteres ved alle skanninger, da dette afhænger af indikation. I det hjerte-MR benyttes optimerede sekvenser specifikt tilegnet hjertet og de store kar, og derfor ikke er en dedikeret undersøgelse til hverken at finde eller beskrive ekstrakardielle fund, og grundet den meget begrænsede effekt af systematisk gennemgang, kan det ikke forventes, at det er en del af en standard rapportering.

Formålet med rapporten er at sikre en ensartet beskrivelse af hjerte-MR undersøgelser i Danmark.

Forkortelser

AI = aortainsufficiens
AHA = American Heart Association
ARVC = arytmogen højre ventrikel kardiomyopati
ASD = atriaseptum defekt
BSA = body surface area
CH = kammer
ECV = ekstracellulærvolumen
EDV = end-diastolisk volumen
ESV = end-systolisk volumen
FSE = fast spin echo
FWHM = full-width half maximum
LA = venstre atrium
LGE = late gadolinium enhancement
LV = venstre ventrikel
LVEF = venstre ventrikel ejection fraction
LVOT = venstre ventrikel outflow tract
MAG = magnitude
MI = mitralinsufficiens
PDA = Persisterende ductus arteriosus
PI = pulmonalinsufficiens
PSIR = phase sensitive inversion recovery
Qa = flow ud i aorta
Qp = Minutvolumen gennem pulmonale kredsløb
Qs = Minutvolumen gennem det systemiske kredsløb
Qtp = flow i truncus pulmonalis
RA = højre atrium
RF = regurgitationsfraktion
ROI = region of interest
RV = højre ventrikel
RVEF = højre ventrikel ejection fraction
RVOT = højre ventrikel outflow tract
SAX = short axis
SSFP = steady-state free precession
STIR = short tau inversion recovery
ST-junction = sinutubulære overgang
SV = slagvolumen
TI = tricuspidalinsufficiens
TSE = turbo spin echo
VSD = ventrikelseptum defekt



1. Indikation og patient

Indikation for undersøgelsen angives samt patientens højde, vægt og body surface area (BSA), beregnet via Mosteller formelen: $BSA (m^2) = ((Højde_{cm} \times vægt_{kg})/3600)^{0.5}$.

1.2. Anatomi: Situs, hjertets forbindelser og perikardiet

Angivelsen af anatomi sker ud fra den transverselle (aksiale) cine stack (Figur 1). Minimumskrav ved normal (førstegangs) beskrivelse: Det angives om der er normal situs (solitus), situs ambiguus eller situs inversus samt om AV- og VA-forbindelserne er konkordante eller diskordante som ved transposition. Det anføres om de 4 lungevener er til stede, indmunder i venstre atrium eller er abnormt indmunde. Dernæst følges blodet vej ind fra højre mod venstre gennem hjertet og ud gennem aorta, som anføres gående til højre eller venstre (normalt). Det anføres om der er venstre cava. Slutteligt noteres leverens og miltens position i abdomen.

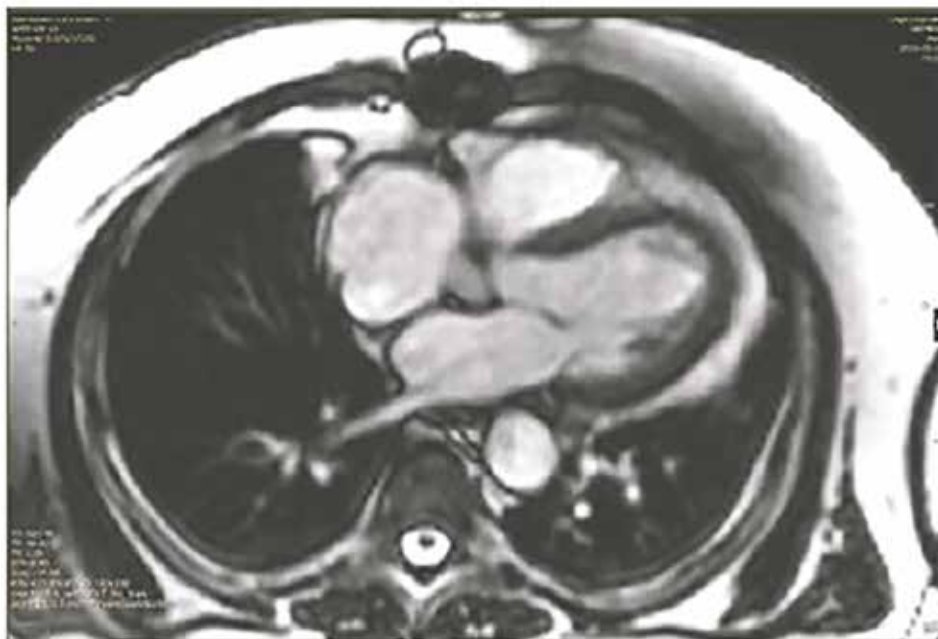
Dernæst angives perikardiets udseende (normalt <3mm), evt. perikardieffusion samt evt. en kommentar om det perikardiel fedtvæv hvis abnormt. Til korrekt vurdering af constrictio skal der være optaget real time free breathing sekvenser under forceret respiration, for at kunne påvise ventricular coupling (septal shift).

2. Opmåling af volumina

2.1. Venstre ventrikel (LV)

Venstre ventrikel dimensioner opmåles på short axis (SAX) cine stack. Ventrikel tegnes op i både diastole og systole. Systolen defineres som den fase med det mindste visuelt bedømte volumen. Diastolen er fasen med størst visuelt bedømt volumen. 3CH bruges som referencebillede til at afgøre afgrænsning af venstre ventrikel i forhold til aortaklappen samt venstre atrium (Figur 2).

Der tegnes fra aortaklappen til apex, således at LVOT regnes som del af venstre ventrikel volumen. Ved snit, der går gennem mitralklappen, ekskluderes volumen kranielt for mitralklappens flige manuelt (lyseblå) (Figur 2). Nyere programmer har funktioner til automatisk optegning, som har vist sig gode og reproducerbare.



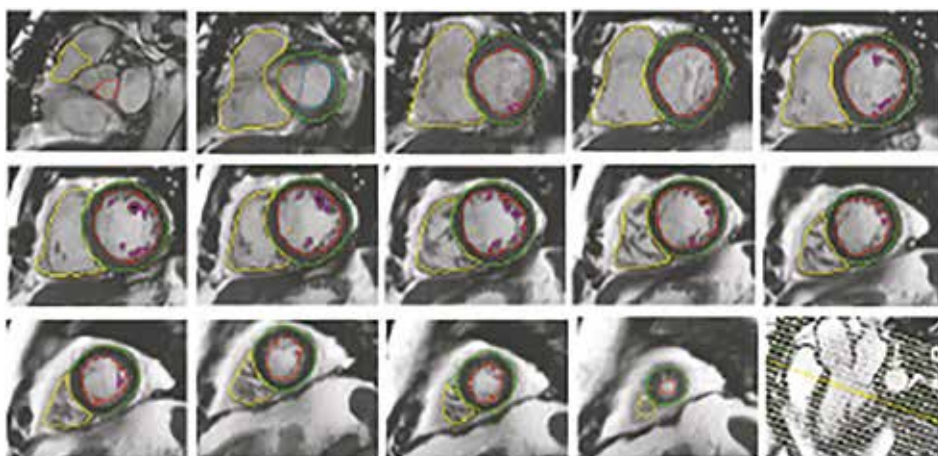
Figur 1. Angivelse af hjertets anatomi og forbindelser (transversel cine stack).

Papillærmuslerne kan automatisk ekskluderes fra kaviteten og myokardiemasse (pink) i visse programmer. Det angives i rapporten hvorvidt papillærmuskerne er indregnet som en del af kaviteten eller ekskluderet. Der benyttes to forskellige referencelværdier afhængigt af om papillærmuskerne medregnes.

Ventrikel størrelse og funktion vurderes og angives (de indekserede mål anvendes til klassifikation). Det angives om der er normal, let, moderat eller svært nedsat funktion (se referencetabel) samt LVEF. Wall-motion vurderes visuelt, og klassificeres som hyperkinetisk, normokinetic,

hypokinetic eller dyskinetic. Ved tilstedeværelse af wall-motion abnormiteter angives dette i forhold til AHA 17-segment klassifikationen. Det vurderes om der er hypertrofi og evt. lokalisering af denne. Ved tilstedeværelsen af regional/excentrisk hypertrofi angives den maksimale vægtykkelse målt vinkelret på det tykkeste sted i diastolen. Myokardiekrypter i de hypertrofiske områder angives. Ved tilstedeværelsen af koncentrisk hypertrofi angives den indekserede masse. Det tilstræbes at billeder fra undersøgelsen tilføres rapporten.

Opmåling af kompakt vs. non-kompakt myokardium er vanskelig og skal fortol-



Figur 2. Seriel optagning af venstre (og højre) ventrikel volumen på SAX cine. Papillærmuslerne ekskluderet fra kaviteten (pink kontur), og højre ventrikel dimensioner i SAX cine stack i slutdiastole. Manuel eksklusion af volumen kranielt for mitralklappens flige, angivet med lyseblå kontur. Nederst til højre ses 3CH billedet, som er referencebilledet for optegning af venstre ventrikel.



kes med forsigtighed og diagnosen non-compaction kardiomyopati bygger ikke alene på MR skanning. Ved mistanke om non-compaction kardiomyopati måles det hhv. det kompakte og non-kompakte myokardium og ratioen kompakt/non-kompakt angives (ratio > 2.3 taler for non-compaction kardiomyopati). Desuden beskrives hvilke segmenter, der er involveret og om der er regional hypokinesi i samme segmenter. Til sammenligning angives vægtykkelse i ikke-involverede segmenter.

Følgende parametre angives: LV end-diastolisk volumen, LV end-systolisk volumen, LV ejection fraction, LV slagvolumen, LV masse såvel som BSA indekserede værdier. Referenceværdier angives i rapporten (Bilag 1). Minimumskrav ved normal beskrivelse: Venstre ventrikels størrelse og funktion er normal. Normal placering af pillærmusklerne. Ingen wall-motion abnormiteter eller (regional) hypertrofi.

Referenceværdier (papillærmuskler indregnet i venstre ventrikels kavitet) samt vurdering af normal, øget/nedsat værdi af mål for venstre ventrikel ihht. 95% konfidens interval (45-74 år)(4).

Mænd	Normalområde	Nedsat værdi	Øget værdi
LVEDV (mL)	109–218	<93	>232
LVESV (mL)	39–97	<34	>103
LV SV (mL)	59–132	<49	>140
LVEF (%)	48–69	<47	>70
LVEDV/BSA (mL/m ²)	60–110	<52	>117
LVESV/BSA (mL/m ²)	21–49	<19	>52
Masse (g)	64–141	<56	>148
Masse/BSA (g/m ²)	37–70	<33	>72
Kvinder	Normalområde	Nedsat værdi	Øget værdi
LVEDV (mL)	88–161	<80	>175
LVESV (mL)	31–69	<25	>73
LV SV (mL)	49–100	<47	>110
LVEF (%)	51–70	<50	>72
LVEDV/BSA (mL/m ²)	54–94	<50	>101
LVESV/BSA (mL/m ²)	19–40	<16	>43
Masse (g)	46–93	<44	>96
Masse/BSA (g/m ²)	29–55	<28	>55

Referenceværdier (papillærmuskler ekskluderet fra venstre ventrikels kavitet) samt vurdering af sværhedsgraden for afvigelse af mål for venstre ventrikel baseret på standard deviationers afvigelse samt for LVEF veletableret cut-off (20–80 år)(2):

Mænd	Normalområde	Let	Moderat	Svær
		(2-3 SD)	(3-4 SD)	(>4 SD)
LVEDV (mL)	106–214	215–241	242–268	>268
LVESV (mL)	26–82	83–96	97–110	>110
LV SV (mL)	72–144	145–162	163–180	>180
LVEF (%) (3)*	57–77	41–56	30–40	<30
LVEDV/BSA (mL/m ²)	57–105	106–117	118–129	>129
LVESV/BSA (mL/m ²)	14–38	39–44	45–50	>50
Masse (g)	92–176	177–197	198–218	>218
Masse/BSA (g/m ²)	49–85	86–94	95–103	>103
Kvinder	Normalområde	Let	Moderat	Svær
		(2-3 SD)	(3-4 SD)	(>4 SD)
LVEDV (mL)	86–178	179–201	202–224	>224
LVESV (mL)	22–66	67–77	78–88	>88
LV SV (mL)	57–117	118–132	133–147	>147
LVEF (%) (3)*	57–77	41–56	30–40	<30
LVEDV/BSA (mL/m ²)	56–96	97–106	107–116	>116
LVESV/BSA (mL/m ²)	14–34	35–39	40–44	>44
Masse (g)	56–140	141–161	162–182	>182
Masse/BSA (g/m ²)	41–81	82–91	92–101	>101

*Normalområdet for LVEF er dog til dels afhængig af alder, køn og race - således kan helt ned til 50% være inden for normalområdet hos unge kaukasiske mænd.

2.2. Højre ventrikel (RV)

Højre ventrikels dimensioner opmåles på den transverselle cine stack. Ventriklens endokardie optegnes i systole og diastole (visuelt vurderet). Trabekuleringer inkluderes i kaviteten. Referencebilledet er et parasagittalt cine billede af højre ventrikels udløbsdel (RVOT), hvor pulmonalklappen er visualiseret (Figur 3). Der tegnes fra pulmonalklappen til apex af højre ventrikel. Ved snit, der går gennem tricuspidalklappen, ekskluderes volumen kranielt for tricuspidalklappens flige. (Figur 3). Højre ventrikels volumen kan desuden optegnes på SAX stack. Dog er afgrænsningen til højre atrium og pulmonalklappen sværere at definere, og på basale snit kan højre ventrikel være delt i to, hvilket kan vanskeliggøre optegning. Nyere programmer har funktioner til automatisk optegning af højre ventrikel i SAX stack, som har vist sig gode og reproducerbare, dog kan der være behov for manuel optimering af konturerne (Figur 2).

Højre ventrikels størrelse og funktion vurderes. Det angives om der er normal, let, moderat eller svært nedsat funktion (se referencetabel). Det angives, om der er tilstedeværelse af udtynding af højre ventrikels



væg, wall-motion anomalier og endeligt om der er aneurismer i den frie væg. Ved vurdering og rapportering af mikroaneurismer i forbindelse med ARVC skal dette vurderes på en transversel stack med max 6mm snit(5). Ved opmåling af systemisk (hypertrofisk) RV benyttes samme metode som normalt, dvs. at trabekuleringerne inkluderes i kaviteten.

RV er lidt større end LV men SV skal generelt være det samme, hvis der ikke er shunt eller klapsufficiens. Idet LV-volumen mål bestemmes mest pålideligt, kan LV bruges til at validere RV målinger(1).

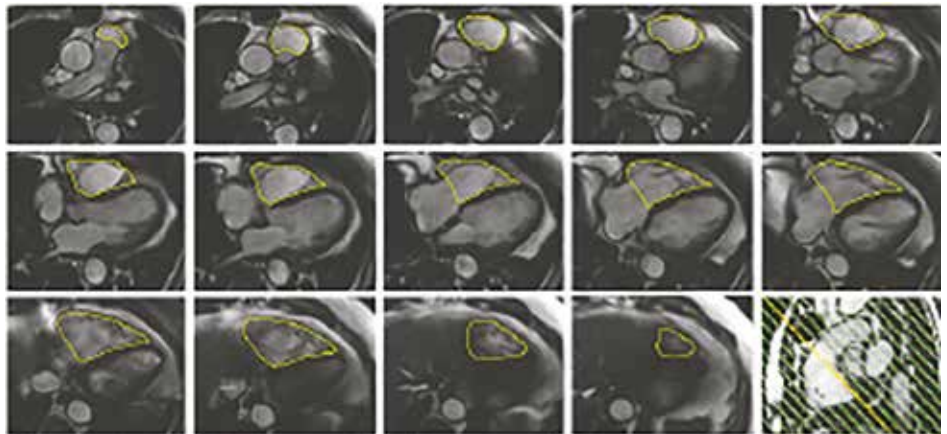
Følgende parametre angives: RV end-diastolisk volumen, RV end-systolisk volumen, RV ejection fraction, RV slagvolumen samt BSA indekserede værdier angives i rapporten (Bilag 1).

Minimumskrav ved normal (førstegangs) beskrivelse: Højre ventrikels størrelse og funktion er normal. Normal placering af moderator-bånd og trabeculum septomarginalis. Højre ventrikels væg er ikke udtyndet. Der er ingen aneurismer i den frie væg og ingen wall-motion anomalier.

Referenceværdier samt vurdering af sværhedsgraden for afvigelse af mål for højre ventrikel (20-68 år)(2):

Mænd	Normalområde	Let	Moderat	Svær
		(2-3 SD)	(3-4 SD)	(>4 SD)
RVEDV (mL)	118-250	251-283	284-316	>316
RVESV (mL)	41-117	118-136	137-155	>155
RV SV (mL)	68-144	145-163	164-182	>183
RVEF (%)	52-72	41-51	30-40	<30
RVEDV/BSA (mL/m ²)	61-121	122-136	137-151	>151
RVESV/BSA (mL/m ²)	19-59	60-69	70-79	>79
Masse (g)	25-57	58-65	66-73	>73
Masse/BSA (g/m ²)	13-29	30-33	34-37	>37

Kvinder	Normalområde	Let	Moderat	Svær
		(2-3 SD)	(3-4 SD)	(>4 SD)
RVEDV (mL)	77-201	202-232	233-263	>263
RVESV (mL)	24-84	85-99	100-114	>114
RV SV (mL)	48-120	121-138	139-156	>157
RVEF (%)	51-71	41-50	30-40	<30
RVEDV/BSA (mL/m ²)	48-112	113-128	129-144	>144
RVESV/BSA (mL/m ²)	12-52	53-62	63-72	>72
Masse (g)	21-49	50-56	57-63	>63
Masse/BSA (g/m ²)	12-28	29-32	33-36	>36



Figur 3. Seriel optegning af højre ventrikels volumen på transversel cine stack i slutdiastole. Volumen kranielt for pulmonalklappen (tjek med referencebillede) inkluderes ikke, og der tegnes således hen til klappen. Nederst til højre ses referencebilledet, hvor RVOT er visualiseret.

Patienten opfylder et kriterium for ARVC hvis der i højre ventrikel ses regional akinesi, dyskinesi eller dyssynkroni, herunder mikroaneurismer (snit tykkelse på max 6 mm(5)) og samtidigt opfylder **enten** volumenkriterier:

RVEDV	Minor kriterie	Major kriterie
Mænd	100 – 110 mL/m ²	>110 mL/m ²
Kvinder	90 – 100 mL/m ²	>100 mL/m ²

Eller funktionskriterier:

	Minor kriterie	Major kriterie
RVEF	>40% og ≤45%	≤40%

2.3 Venstre atrium og atrioseptum

Venstre atriums maksimale volumen kan måles tilnærmert via biplan metoden på 2CH og 4CH cine billeder. Dette anbefales da ikke alle steder har metoder til 3D opmåling, og det er tidsbesparende. Det anbefales at angive volumen i stedet for areal(2).

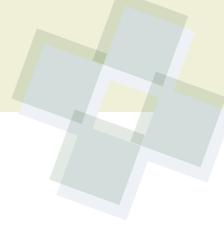
Venstre atriums dimensioner inklusivt auriklet kan opmåles nøjagtigt på den transverselle cine stack i slutsystolen, hvis det indekserede mål giver mistanke om forstørret atrium, eller der ønskes en meget nøjagtig opmåling. Dette bruges hvis ændringer skal følges over tid. De fire lungevener skal ekskluderes. Atriet optegnes som endokardiet i venstre ventrikel. Det maksimale volumen (mL/m²) angives (normalt <52 mL/m²)(6) samt målemetode. Grænsen for det indekserede areal er 15cm²/m²(2).

Det anføres om der er påvist atrioseptumdefekt (ASD): Vil være synlige på enten transversel- eller SAX stack.

Minimumskrav ved normal beskrivelse: venstre atriums maksimale størrelse og at der ikke er påvist ASD.

3. Parametrisk mapping

Mapping (T1, T2, T2* og ECV (ekstracellulært volumen)) tillader non-invasiv visuali-



sering og kvantificering af fokale og diffuse sygdomsprocesser i myokardiet. Disse kan være overvejende intracellulære (f.eks. jern og lipid ophobning) eller ekstracellulære (f.eks. amyloid aflejringer) eller begge (f.eks. ødem og infarkt). Typiske indikationer er hjertesvigt og uforklaret troponin forhøjelse, mistanke til myokardiesygdom, og specifik mistanke til myokarditis, Fabry's sygdom, amyloidose eller hæmokromatose.

Princippet for måling af native T1, T2 og T2* maps er ens.

Myokardiet optegnes i 3 SAX optagelser (basal, midt og apikalt), hvis man ønsker kvantificering opgjort i segmenter. Det anbefales at være meget opmærksom på, at blood pool ikke inkluderes i optegning af myokardiet, og at der sættes en grænse på fx 20% i forhold til afgrænsning (Figur 5).

Måling af ECV (se formel) tager udgangspunkt i T1 værdier opmålt i myokardiet og blod samt post-kontrast T1 i myokardiet og blod. Post-kontrast udføres ca. 10 min efter kontrast indgift. Hæmatokrit tages helst +/- 4 timer i forbindelse med undersøgelsen.

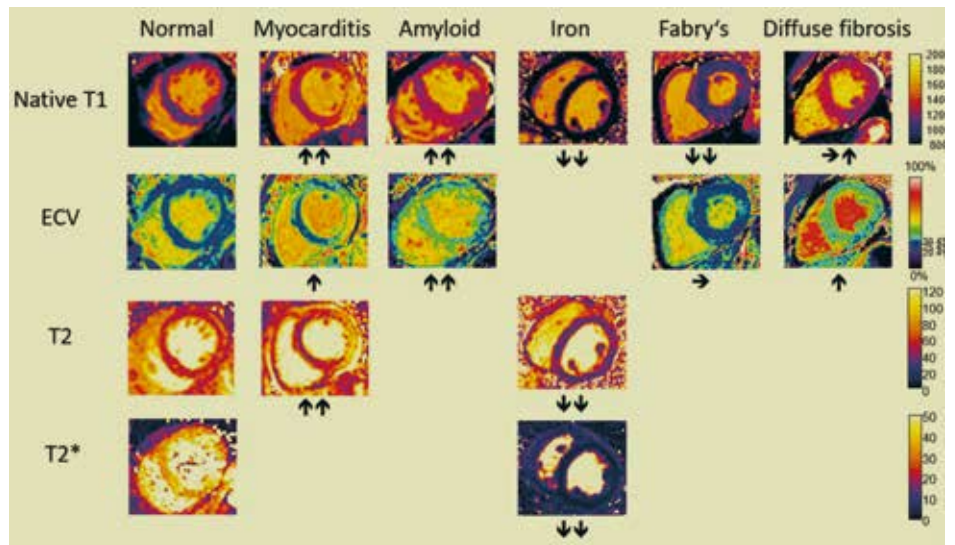
Opmåling af T2 mapping gøres på lignende vis. T2* målinger foretages oftest ved at måle værdierne i et mindre repræsentativt udsnit af myokardie septum (region of interest, ROI).

Til rapporten angives resultater som normal, mild, moderat eller svært forhøjet/ nedsat.

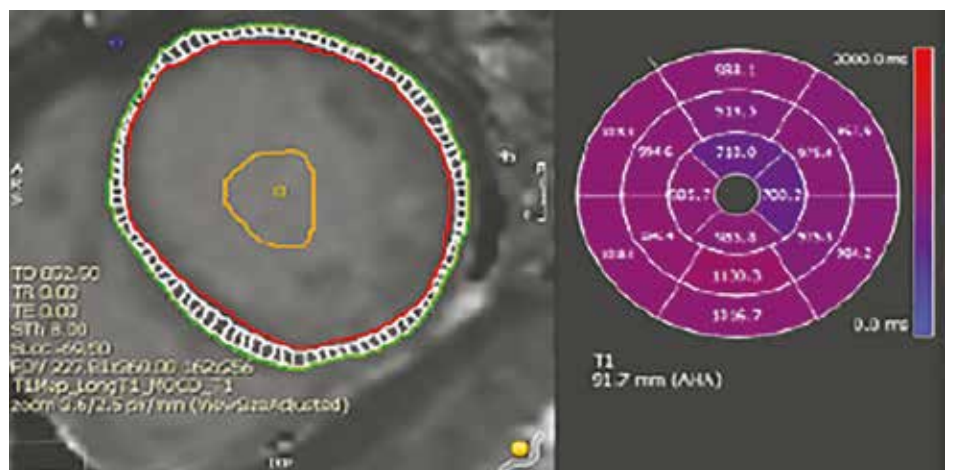
Referencemateriale baseres på undersøgelser fra minimum 10 raske personer på samme MR skanner og samme sekvens/ protokol. Der anbefales i rapporten at enten vedhæfte et visuelt map (Figur 5) eller et AHA segmenteret map med regionale værdier. Værdier kan også rapporteres som ROI. Den angivne værdi repræsenterer således værdien i det lille optegnede felt, til forskel fra et helt segment ved ovennævnte metode. Man skal i tolkningen være opmærksom på om der er overensstemmelse med T2 STIR, TSE T1 og late gadolinium enhancement (LGE) optagelser.

T1	~ 1000 ms*
T2	< 60 ms
T2*	> 20 ms
ECV	20-30%

* Normalværdier for nativ T1 er scannerspecifikke, og skal derfor sammenlignes med



Figur 4. Typisk udseende af T1, T2, T2* og ECV maps i raske individer og ved myokardiesygdomme. Pile angiver relative ændringer i værdier. Fra Messroghli DR et al.(7)



Figur 5. Optegning af venstre ventrikel myokardie på nativ T1 optagelse samt blood pool i midtventrikulært SAX snit og tilhørende AHA segmenteret map. Bemærk, at der ses forhøjet værdier midt-ventrikulært inferiort. Grøn: epikardiel grænse. Rød: endokardiel grænse. Orange: blood-pool. Blå prik: anteriore tilhæftning af højre ventrikel.

normalmateriale fra egen scanner. Omkring 1000 favner dog bredt de fleste normale populationer og både T1.5 og T3 scannere(8).

Minimumskrav ved normal beskrivelse: Angivelse af nativ T1 tid.

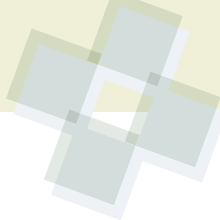
4. Ødem, T2 vægtede billeder

Traditionelt har man benyttet T2-vægtede billeder til at visualisere ødem i forbindelse med infarkt eller inflammatoriske tilstande fx myokardit.

Der findes flere metoder til at erhverve disse billeder; short tau inversion recovery

(STIR), turbo spin echo (TSE) eller fast spin echo (FSE), den mest almindelige er STIR. Tilstedeværelse af ødem verificeres i to på hinanden følgende SAX snit og/eller et vinkelret længdesnit. Kvantificering foregår i SAX snit, hvor den endo- og epikardielle grænse optegnes. Der angives et referencepunkt for hhv. ROI og normalt myokardium. Signifikante værdier er intensitet >2 SD for værdien af normalt myokardium.

Minimumskrav til normal beskrivelse: Angivelse af, at der ikke ses ødem i nogle segmenter.



5. Stress myokardie perfusionsundersøgelse

Farmakologisk stress myokardie perfusionsundersøgelse bruges til at vurdere om der er reversible eller irreversible perfusionsdefekter i myokardiet. Ved first-pass perfusionsundersøgelsen (Turboflash eller SSFP) indgives kontrast under vasodilator stress (adenosin eller regadenoson) og evt. også i hvile. Perfusionsundersøgelsen vurderes ud fra perfusion i stress vs. hvile, irreversible defekter (LGE) samt wall motion abnormalitet (cine). Hvis der er et hypoperfunderet område af myokardiet, vil dette fremstå sort/mørkegråt umiddelbart efter kontrastindgift. Reversibel perfusionsdefekt er alene tilstede i stress-testen. Irreversibel perfusionsdefekt er tilstede i både hvile og stress samt typisk ses i området hvor der også er LGE og evt. wall motion abnormalitet.

5.1. Vurdering af perfusion

Visuel vurdering: Her inspiceres hvile og stresskningen for tilstedeværelsen af manglende kontrastudvaskning mellem stress og hvile. Anatomisk lokalisering og tilhørende arterielt territorium identificeres (Figur 6).

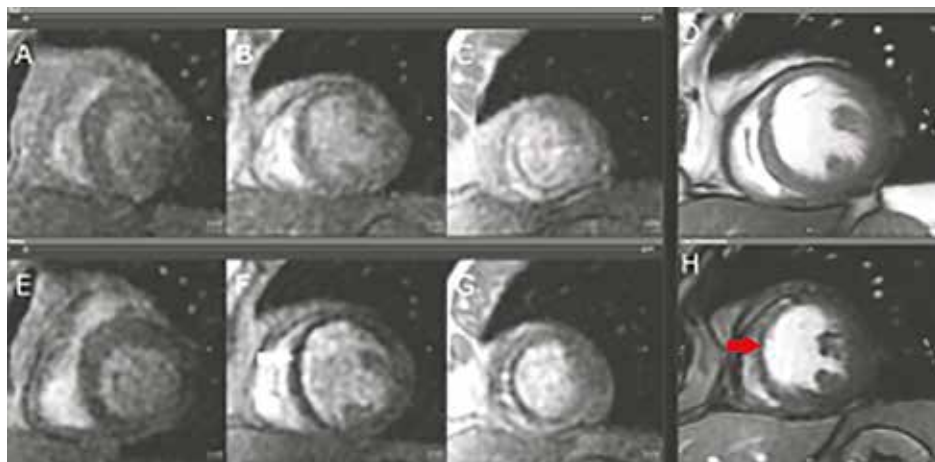
5.2. Semi-quantitativ vurdering

Princippet er samme som for parametrisering mapping. Endo- og epikardiet indtegnes og herved opnås en segmentering af perfusionen i AHA 16-segmentsmodel.

Hvert segment kan scores som non-transmural <50% eller transmural perfusionsdefekt ≥50%. Transmural defekt i et segment svarer til 6% af hele myokardiet. Sikker reversibel iskæmi kan konstateres ved minimum 2 nabosegmenter med nedsat perfusion.

5.3. Minimumskrav til beskrivelsen

I rapporten skal der foreligge en vurdering af om stressundersøgelsen er valid. Ved en positiv test, skal antallet af syge segmenter og udbredelsen af perfusionsdefekt (både reversibel eller irreversibel) samt anatomisk lokalisering med tilhørende arterielt territorium rapporteres. Overvejelser om henvis-



Figur 6. Kvalitativ vurdering af perfusionsdefekt. Hvile-sequens øverst (A-C) og stress-sequens nederst til venstre (E-G). SAX cine ses øverst til højre (D) og LGE SAX ses nederst til højre (H). I eksemplet ses reversibel perfusionsdefekt anteroseptalt, som tolkes ved at der på stress er et mørkt område (hvid pil), som ikke ses i hvile. På LGE-billedet ses der ikke LGE i det pågældende område (rød pil).

ning til invasiv koronar angiografi vurderes ud fra patient karakteristika inklusiv symptomer, evt. forudgående hjerte-CT undersøgelse samt graden af myokardie perfusionsdefekt ved hjerte-MR.

6. Late gadolinium enhancement (LGE)

Vurderes på inversion-recovery fast gradient-echo pulse sequences optaget 10 min efter intravenøs indgift af kontrastvæske (fx 0.1 mmol/kg gadolinium holdig kontrast). Sekvensen giver både MAG (magnitudo) og PSIR-billeder.

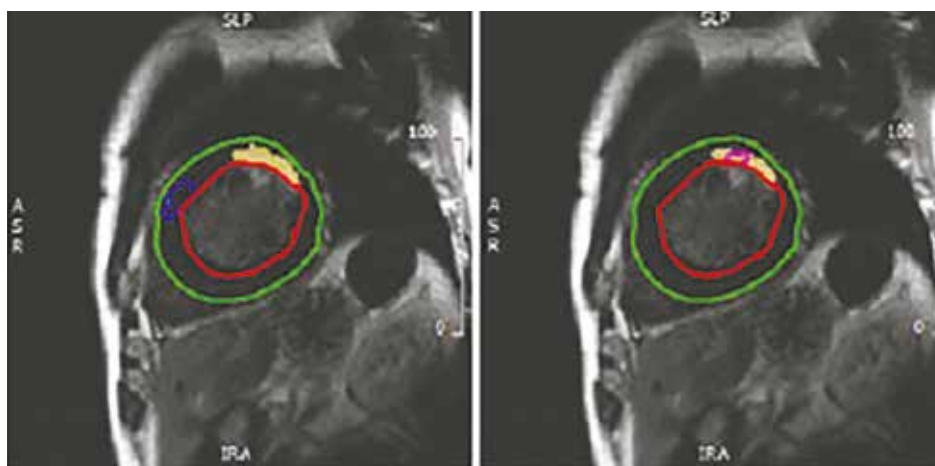
Ved korrekt nullede billeder vurderes visuelt tilstedeværelsen af LGE som hvide område i sort myokardium. LGE er tilstede

ved synlighed i to på hinanden følgende SAX snit og i det/de tilsvarende longitudinelle snit.

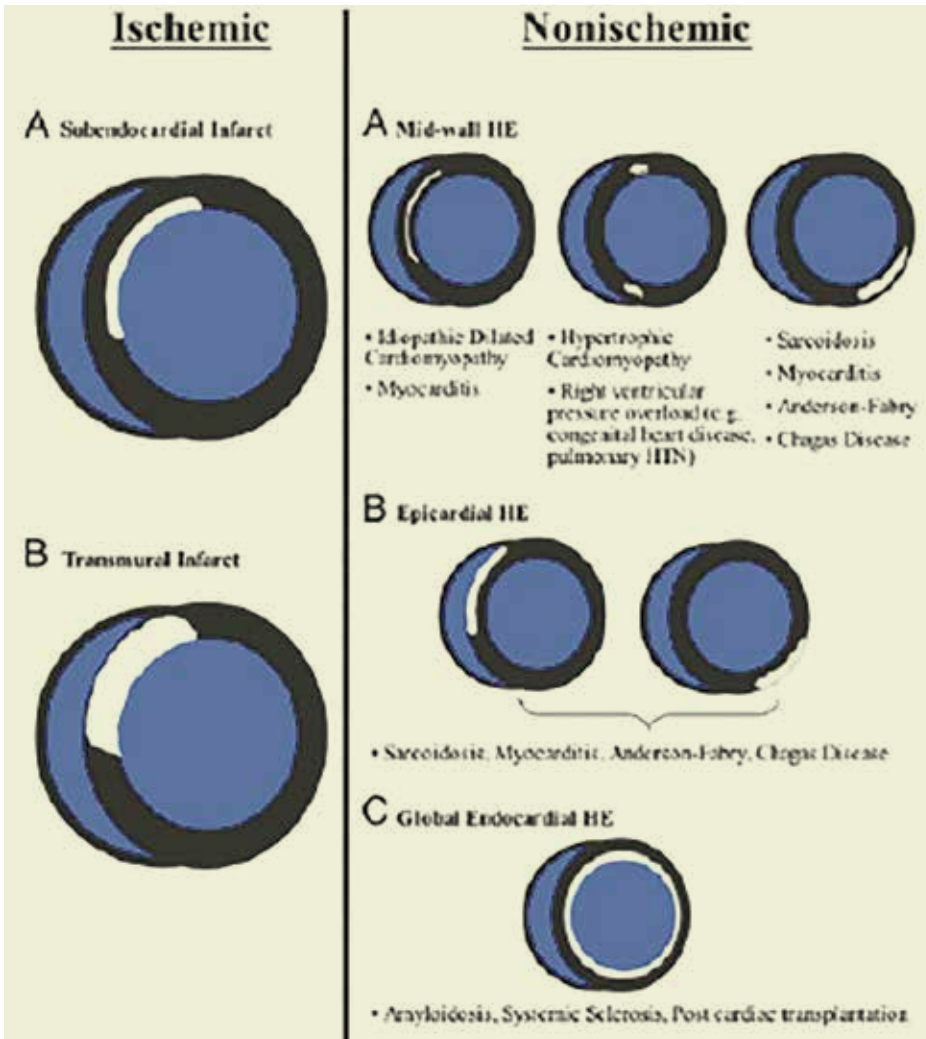
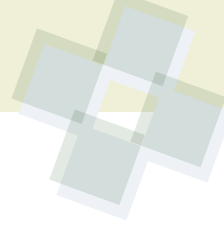
Kvantificering kan ske ved brug af reference i hhv. det raske væv (antal standard deviationers afvigelse), illustreret på Figur 7 med den blå linje, eller med reference i det syge væv (full-width half maximum, FWHM), illustreret på Figur 7 med den lyserøde linje.

Minimumskrav til normal beskrivelse: Angivelse af, at der ikke ses LGE i nogle segmenter.

Desuden kan LGE beskrives ud fra nedenstående ætiologi svarende til lokalisering og udbredelse(9) (Figur 8). Især vigtigt at skelne subendokardielt (infarkt relateret) og ikke-subendokardielt LGE.



Figur 7. Kvantificering af LGE med henholdsvis 2SD metode (blå) og FWHM metode (lyserød).



Figur 8. Illustration af LGE-mønstre. Fra Karamitsos TD et al.(9)

7. Klapper og flow

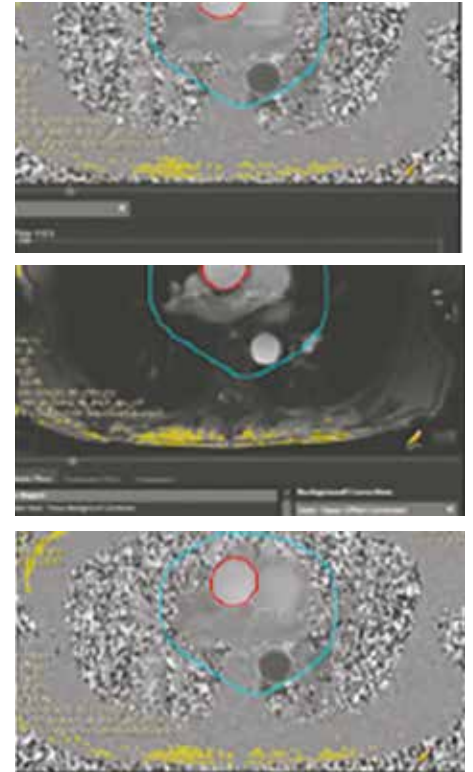
7.1. Generelt om klapper og flow

Klapperne kan vurderes ud fra den transverse cine stack, 2CH, 3CH, 4CH samt paracoronale snit. Visuelt kan det vurderes om klappen sidder normalt og ser anatomisk korrekt ud. Desuden om der er insufficiens eller stenose.

Hvis der ses aliasering (sort-hvid peberkorn gennem klappen) på flowoptagelse er denne muligvis lavet ved forkert hastighed (V_{enc}) og optagelsen kan som udgangspunkt ikke bruges (noget analyse værktøj har dog en unwrapping funktion). Klappen af interesse optegnes i alle faser, hvorefter flowkurven dannes (Figur 9). Det er vigtigt at være opmærksom på flowartefakter (fx phase wrap), der kan have stor betydning

Volumen som løber gennem klappen i flowretningen:	total forward flow (mL)
Volumen der løber tilbage gennem klappen (regurgitation):	total backward flow (mL).
Regurgitationsvolumen (mL) = total forward volumen – total backward volumen	
Regurgitationsfraktion = $\frac{\text{Regurgitationsvolumen (mL)}}{\text{Total forward volume (mL)}} \times 100\% = \text{RF}\%$	

for de estimerede flow. Korrektion for baggrundstøj udføres ved behov, dog forskelligt afhængigt af analyseprogram.



Figur 9. Flowkurve gennem aortaklappen (rød) med baggrundskorrektion (gul). Blå cirkel markerer de centrale kar. Flow i det omkringliggende væv er ekskluderet.

Standard laves flowmåling for aortaklappen og pulmonalklappen. Ved tvivl om målingerne bruges LV og RV volumina til kontrol. Der kan laves flowmålinger for både mitral- og tricuspidalklappen ved interesse, hvis sekvenserne er optaget ved skanningen. Dette er ikke standard.

Følgende steder opmåles og angives i rapporten:

Klap	Anatomisk placering	Benyttes til
Aorta-klappen	Sinus valsava	Måling af total forward volumen
Aorta-klappen	ST-junction	Måling af total backward volumen
Pulmonal-klappen	Truncus pulmonalis lige over pulmonal-klappen	Måling af total forward og backward volumina

Minimumskrav ved normal beskrivelse: forward og backward flow samt regurgitations-



fraktion i aorta (aortaklappen) og truncus pulmonalis (pulmonalklappen) gennem en hjertecyklus samt angivelse af Qp/Qs til shuntberegning (se afsnit 8). Det angives om LPA og RPA afgår normalt samt at der ikke er pulmonary sling, der at ikke er ductus arteriosus persistence.

7.2. Beregning af aortainsufficiens (AI)

Aortaklappen vurderes bedst på 3CH og paracoronal aortasnit. Det tjekkes, hvorvidt billederne er placeret rigtigt på hhv. klapniveau (sinus valsalva) og ST-junction (Figur 10 og Figur 11). Til vurdering af AI, benyttes den regurgitationsfraktion, der beregnes ud fra flowmålingen. Beregningen er forskellen mellem det flow der løber frem gennem aorta på klapniveau (sinus valsalva) og blodet der løber tilbage gennem aorta målt ved ST-junction.

Kvantificering af AI (konsensus):

Grad	Normal	Let	Moderat	Svær
%	<5	6-20	20-40	>40

Man bør overveje svær AI allerede ved 35% hvis venstre ventrikel er dilateret(10).

Minimumskrav ved normal beskrivelse: Tricuspid aortaklap uden insufficiens.

7.3. Beregning af pulmonalinsufficiens (PI)

Pulmonalklappen vurderes bedst på den transverselle cine stack eller dedikerede RV-billeder. Til vurdering af PI bruges den regurgitationsfraktion som beregnes ved flowmåling gennem pulmonalklappen. Modsat aortaklappen laves der kun én flowmåling gennem pulmonalklappen. Som ved vurdering af AI tjekkes planets placering, som skal være vinkelret på flowretningen. Under 5% insufficiens er normalt. Fri PI >35% (6).

Minimumskrav ved normal beskrivelse: Ingen stenose eller betydende insufficiens af pulmonalklappen.

7.4. Beregning af mitralinsufficiens (MI)

MI vurderes bedst på 2CH, 3CH og 4CH. Hvis der visuelt vurderes et insufficiensjet,

og der ikke er tegn på VSD, kan insufficiens beregnes som $(LVS_{V_{\text{volumetrisk}}} - LVS_{V_{\text{aorta}}}) / LVS_{V_{\text{forward flow}}}$. Samme gælder hvis der er samtidig aorta og mitralinsufficiens. $LVS_{V_{\text{aorta forward flow}}}$ måles på niveau med sinus valsalva, dvs. på klapniveau.

Hvis der er et større LVSV på cine optagelser end målt via systolisk forward flow løbende gennem aorta, må forskellen skyldes insufficiens af mitralklappen. På grund af måleusikkerhed ved både flowmåling og slagvolumen vil der dog være meget stor usikkerhed ved estimering af mitrale regurgitationsvolumen. Særligt hos patienter med hypertrofi eller hypertrabekulering er der tendens til at overvurdere slagvolumen ved opmåling af venstre ventrikel.

Er SV målt ved flow mere end 10% større end LVSV målt på cine optagelser, bør opmåling af begge gennemgås for fejlkilder.

Fejlkilder:

- ▶ Forkert placering af end-diastole/end-systole ved volumetrisk måling
- ▶ Forkert opmåling af venstre ventrikel ved volumetrisk måling
- ▶ Forkert opmåling af flow over aortaklappen ved ST-junction
- ▶ Forkert SV gennem aortaklappen (forward flow måles på sinus valsalva, ikke ST-junction)
- ▶ Støj/unøjagtighed af selve flow-optagelsen, enten af tekniske årsager eller pga. arytmier.

Kvantificering af MI:

Der er stor usikkerhed på måling af MI ved MR (+/- 15% usikkerhed). Bør ikke rutinemæssigt bruges til vurdering ift. klapintervention. Under 5% er normal. Svær MI >50% (6).

Minimumskrav ved normal beskrivelse: Ingen stenose eller betydende insufficiens af mitralklappen samt ingen mitralprolaps.

7.4. Beregning af tricuspidalinsufficiens (TI)

TI beregnes ud for samme princip som for MI. Angives hvis RV er dilateret eller der ses et insufficiensjet. TI angives som svær, hvis fraktionen er >40% (konsensus). Indtil da er der stor usikkerhed. Minimumskrav ved normal beskrivelse: Ingen stenose eller betydende insufficiens af tricuspidalklappen.

7.6. Stenose

MR kan benyttes til at vurdere stenose, men er ikke den optimale billedmodalitet til vurdering af dette. Klapstenose vurderes visuelt, og det angives om der er stenose eller ingen stenose.

Ved stenose af pulmonalgrenene kan der laves supplerende flowmålinger ved skanningen ned gennem de to pulmonalgrene. Fordelingen af blod mellem de to lunger kan vurderes. Dette angives i rapporten.

8. Shunt

8.1. Qp/Qs-vurdering

Til at beskrive shunts benyttes sammenligning af flow gennem det systemiske og det pulmonale kredsløb: Qp/Qs

Qp: Minutvolumen gennem pulmonale kredsløb

Qs: Minutvolumen gennem det systemiske kredsløb

Qa: flow ud i aorta

Qtp: flow i truncus pulmonalis

RVS_V = Højre ventrikel stroke volumen

LVS_V = Venstre ventrikel stroke volumen

8.2. Særlige tilstande

Atrie septumdefekt (ASD) og abnormt indmundede lungevener:

$Qp/Qs = Qtp/Qa = RVS_{V}/LVS_{V}$

Ventrikel septum defekt (VSD):

$Qp/Qs = Qtp/Qa = LVS_{V}/RVS_{V}$ (Venstre

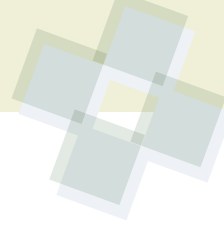
->højre shunt gennem VSD betyder at LVS_V er forskellig fra slagvolumen i aorta)

Persisterende ductus arteriosus (PDA):

$Qp/Qs = Qa/Qtp = LVS_{V}/RVS_{V}$

Findes abnorm Qp/Qs ved flow målinger, beregnes også Qp/Qs ved ventrikel volumen målinger. I praksis og ved i øvrigt upåfaldende undersøgelse vil Qp/Qs mellem 0,9-1,1 ikke give anledning til videre udredning for shunt.

Qp/Qs ratio	Mulig shunt	Patologi
>1	venstre->højre	ASD, VSD, abnormt indmundede lungevener, PDA, aortopulmonalt vindue
<1	højre->venstre	Eisenmenger patologi, Ebsteins anomali
>1,5		Overvej betydende patologi (operationsindikation)



9. Aorta

En fuldstændig beskrivelse og vurdering af aorta, kræver følgende sekvenser:

- ▶ 3D aorta
- ▶ Cine Aorta valve
- ▶ Cine transversel stack (til visualisering, ikke opmåling)
- ▶ Cine candy cane (til visualisering, ikke opmåling)
- ▶ Paracoronal LVOT (til visualisering, ikke opmåling)

Afviges der fra disse sekvenser til vurdering, skal dette nævnes i rapporten og den alternative sekvens nævnes, idet der kan være forskelle.

Minimumskrav ved normal beskrivelse: Ingen dilatation af aorta ascendens. Der er ikke coarctatio aortae og ingen aneurismer.

Alle aortamål måles fra den indre kant i aorta og for cine-sekvenser udvælges diastolen (første billede i cine-sekvensen er slutdiastole)(1).

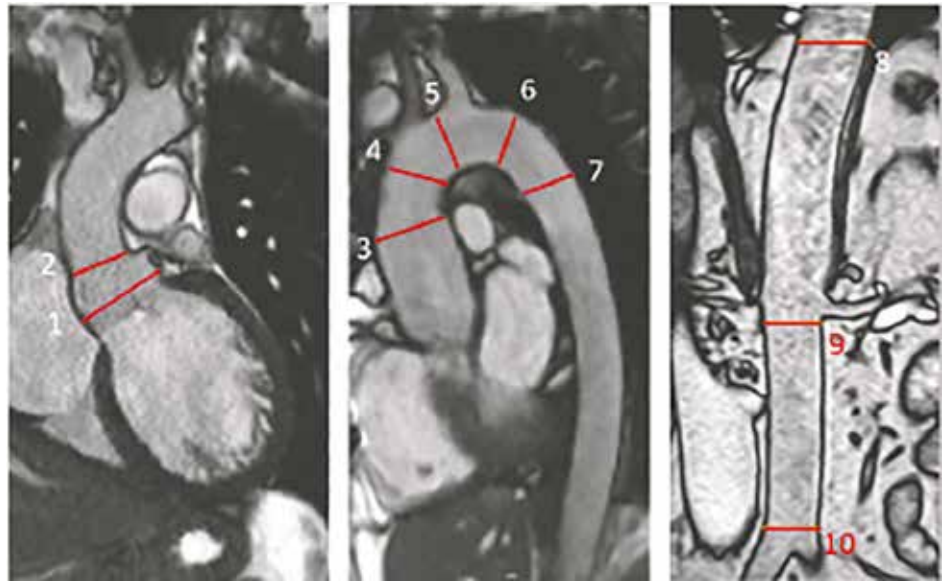
På følgende anatomiske steder opmåles aorta:

Anatomisk struktur	Placering på figur 10	Målemetode
Sinus Valsalva*	1	SSFP-cine
ST-junction*	2	3D
Aorta ascendens*	3	3D
Aorta ascendens lige før a. brachiocephalicus	4	3D
Arcus aorta, 2. transverselle stykke	5	3D
Isthmus aorta	6	3D
Aorta descendens*	7	3D
Aorta abdominalis lige over afgang af truncus coeliacus	8	3D
Aorta abdominalis lige under afgang af a. renalis	9	3D
Aorta abdominalis lige over bifurkaturen	10	3D

*Angiver standardmål. Øvrige er forbeholdt hvis der mistænkes aortasygdom.

Hvis der er aneurismer eller dissektion måles også på det største sted inklusiv det falske lumen.

Alle mål angives i diameter (mm) samt indekseret med diameter/BSA (mm/m²).



Figur 10. Opmåling af aorta. Figuren illustrerer aorta med de anatomiske steder, der opmåles. 1: Sinus Valsalva (aortaklap), 2: ST-junction, 3: aorta ascendens, 4: aorta ascendens lige før a. brachiocephalicus, 5: arcus aorta, 6: isthmus aorta, 7: aorta descendens, 8: Aorta abdominalis lige over afgang af truncus coeliacus, 9: Aorta abdominalis lige under afgang af a. renalis, 10: Aorta abdominalis lige over bifurkaturen

Ved opmåling af visse aortamål, angives aortaareal i cm² og derfor må følgende formel benyttes for at få det omregnet til diameter:

$$\text{Aorta diameter (mm)} = 2 \times \sqrt{\frac{\text{diameter aorta (cm}^2) \times 100}{\pi}}$$

9.1. Sinus Valsalva, aortaklap

Snitlinjerne på aorta klap billedet kontrolleres, så det kan vurderes om billedet er korrekt vinkelret på og gennem sinus valsalva. Efter vurdering af korrekt placering, måles hhv. den venstre cusp, højre cusp og den non-coronare cusp (som ligger op mod atrieseptum). Sinus valsalva mål angives i rapporten med længden på de tre cuspe (cusp-commisur mål).



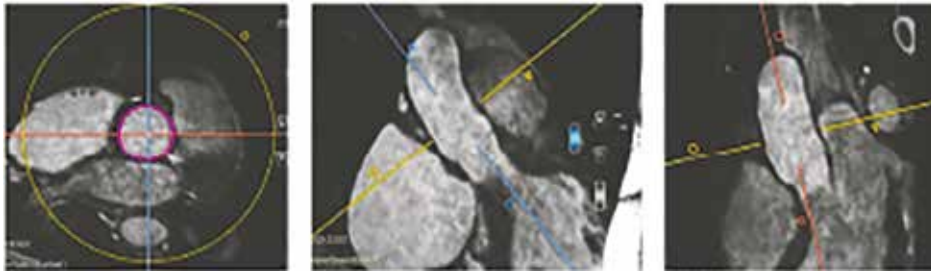
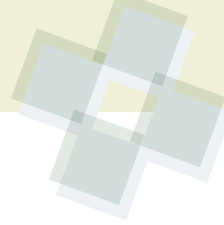
Figur 11. Opmåling af tricuspid aortaklap (cusp-commisur mål). I midten ses opmålingen af en tricuspid aortaklap. Til venstre ses den tricuspid klap uden opmåling. Længde af linje 1: højre cusp (RC). Linje 2: venstre cusp (LC). Linje 3: non-coronare cusp (NC). Til højre ses LVOT billede med korrekt placeret snitflade til reference.

9.2. Aorta ST-junction

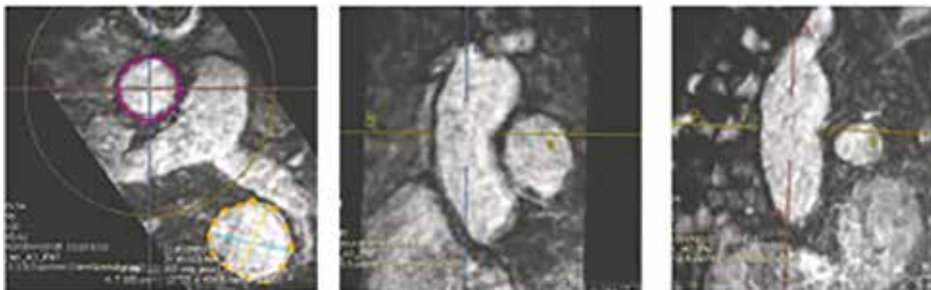
3D billede af aorta. Ved den sinutubulære overgang (ST-junction) tegnes diameter på aorta. Billederne navigeres således, at tværsnittet af aorta er helt cirkulært i den ene snitflade (til opmåling på det ønskede sted) samt parallelt med aorta på de to øvrige snitflader (til reference).

9.3. Aorta ascendens og descendens

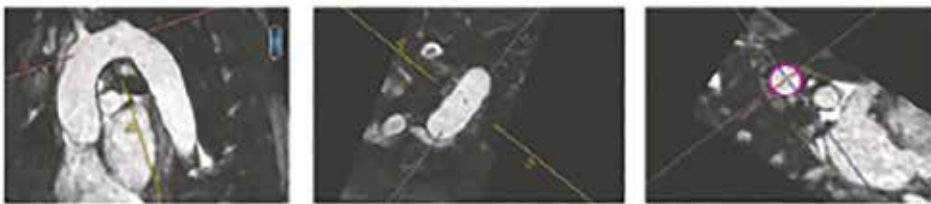
3D billede af aorta. Aorta ascendens og descendens måles ud for samme niveau. Korrekte niveau er snittet, hvor aorta ascendens ligger ud for højre pulmonalarterie ("money in the street"). Billederne navigeres således, at tværsnittet af aorta er helt cirkulært i den ene snitflade (til opmåling på det



Figur 12. ST-junction med opmåling af aorta diameter. Den lyserøde cirkel angiver diameter på ST stykket. De næste billeder er til reference.



Figur 13. Aorta ascendens og descendens opmåling via 3D. Lyserød cirkel illustrerer aorta ascendens og orange cirkel illustrerer aorta descendens med opmåling. De to følgende billeder er til reference.



Figur 14. Opmåling af aorta, 2. transverselle stykke via 3D. Opmåling med den lyserøde cirkel. De to første billeder er til reference for at sikre korrekt lokalisering midt i og parallelt med aortas forløb.

ønskede sted) samt parallelt med aorta på de to øvrige snitflader (til reference).

9.4. Arcus aorta samt aorta abdominalis

3D billede af aorta. Billederne navigeres således, at tværsnittet af aorta er helt cirkulært i den ene snitflade (til opmåling på det ønskede sted) samt parallelt med aorta på de to øvrige snitflader (til reference).

Referenceværdier for Sinus Valsalva, (cusp-commisur) i diastole for forskellige aldersgrupper målt ved MR (6):

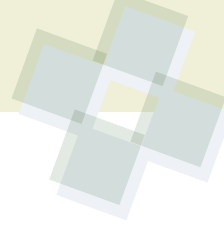
Mænd	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79
Absolut mål (mm)	<37	<37	<35	<42	<38	<40
Indekseret (mm/m ²)	<19	<18	<17	<20	<21	<20
Kvinder	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79
Absolut mål (mm)	<34	<32	<34	<32	<34	<32
Indekseret (mm/m ²)	<19	<19	<21	<20	<20	<20

Referenceværdier for aorta ascendens (gennemsnit) i forskellige aldersgrupper målt ved MR (6):

Mænd	45-54	55-64	65-74	75-84
Absolut mål (mm)	<37	<41	<41	<41
Indekseret (mm/m ²)	<20	<21	<22	<23
Kvinder	45-54	55-64	65-74	75-84
Absolut mål (mm)	<34	<36	<36	<37
Indekseret (mm/m ²)	<21	<22	<22	<28

Referencer

- Schulz-Menger J, Bluemke DA, Bremerich J et al. Standardized image interpretation and post processing in cardiovascular magnetic resonance: Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR) board of trustees task force on standardized post processing. J Cardiovasc Magn Reson 2013;15:35.
- Petersen SE, Khanji MY, Plein S, Lancellotti P, Bucciarelli-Ducci C. European Association of Cardiovascular Imaging expert consensus paper: a comprehensive review of cardiovascular magnetic resonance normal values of cardiac chamber size and aortic root in adults and recommendations for grading severity. Eur Heart J Cardiovasc Imaging 2019.
- Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. Eur Heart J Cardiovasc Imaging 2015;16:233-70.
- Petersen SE, Aung N, Sanghvi MM et al. Reference ranges for cardiac structure and function using cardiovascular magnetic resonance (CMR) in Caucasians from the UK Biobank population cohort. J Cardiovasc Magn Reson 2017;19:18.
- Kramer CM, Barkhausen J, Bucciarelli-Ducci C, Flamm SD, Kim RJ, Nagel E. Standardized cardiovascular magnetic resonance imaging (CMR) protocols: 2020 update. J Cardiovasc Magn Reson 2020;22:17.
- Kawel-Boehm N, Maceira A, Valsangiacomo-Buechel ER et al. Normal values for cardiovascular magnetic resonance in adults and children. J Cardiovasc Magn Reson 2015;17:29.
- Messroghli DR, Moon JC, Ferreira VM et al. Clinical recommendations for cardiovascular magnetic resonance mapping of T1, T2, T2* and extracellular volume: A consensus statement by the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR) endorsed by the European Association for Cardiovascular Imaging (EACVI). J Cardiovasc Magn Reson 2017;19:75.
- Dabir D, Child N, Kalra A et al. Reference values for healthy human myocardium using a T1 mapping methodology: results from the International T1 Multicenter cardiovascular magnetic resonance study. J Cardiovasc Magn Reson 2014;16:69.
- Karamitsos TD, Francis JM, Myerson S, Selvanayagam JB, Neubauer S. The role of cardiovascular magnetic resonance imaging in heart failure. J Am Coll Cardiol 2009;54:1407-24.
- Myerson SG, d'Arcy J, Mohiaddin R et al. Aortic regurgitation quantification using cardiovascular magnetic resonance: association with clinical outcome. Circulation 2012;126:1452-60.



Bilag 1. Skabelon til MR-rapport

Indikation:

Højde: x m, vægt: xx kg, BSA: xx m². Evt. medicinindgift og vitale værdier

Situs og hjertets forbindelser

Situs solitus, konkordante AV- og VA-forbindelser. SVC og IVC til højre atrium. Fire lungevener går til venstre atrium. Arcus aortae er en venstre cava. Der er ikke venstre cava. Normalt afgående halskar. I abdomen er leveren til højre og milten ses til venstre.

Pericardium

Der er intet eksudat og ingen fortykkelse af perikardiet. Normalt og homogent perikardielt fedtvæv.

Venstre ventrikel

Venstre ventrikel har normal størrelse og funktion. Papillærmusklerne er placeret normalt. Der er ikke set abnorm wall-motion i nogle segmenter. Der er ingen regional hypertrofi.

Venstre ventrikel-mål		Ref. område
LVEDV	mL	
LVESV	mL	
SV	mL	
LVEF	%	
LVEDV/BSA	mL/m ²	
LVESV/BSA	mL/m ²	
SV/BSA	mL/m ²	
Masse	g	
Masse/BSA	g/m ²	

Højre ventrikel

Højre ventrikel er af normal størrelse med normal systolisk funktion. Der ses normalt placeret moderator-bånd, og trabeculum septomarginalis. Der er ikke udtynding af højre ventrikels væg, der er ikke aneurismer i den frie væg og ikke wall motion anomalier.

Højre ventrikel mål		Ref. område
RVEDV	mL	
RVESV	mL	
SV	mL	
RVEF	%	
RVEDV/BSA	mL/m ²	
RVESV/BSA	mL/m ²	
RVSV/BSA	mL/m ²	

Atrier og atrieseptum

Venstre atriums maksimale størrelse: xx mL (xx mL/m²), hvor øvre normalgrænse er 52 mL/m². Der er ikke påvist ASD.

T1-mapping og late gadolinium enhancement (LGE)

Nativ T1 xxx ms. Der ses ikke LGE.

Perfusionsundersøgelse

Myokardie stress perfusionsundersøgelse med adenosin efter instruks (140 µg/kg/min). Valid undersøgelse idet der observeres pulsstigning og symptomudvikling under adenosininfusion samt positiv splenich switch off. Ved normal undersøgelse: Der ses ingen nedsat perfusion i hverken rest eller stress. Derfor ingen tegn til iskæmisk hjertesygdom.

Ved perfusionsdefekt: Der ses reversibel/irreversibel iskæmi i xx antal segmenter. Derfor er der nedsat perfusion svarende til RCA/LAD/CX-forsyningsområde. Total iskæmiudbredelse er xx%, hvorfor der henvises/ikke henvises til KAG/revaskularisering.

Aortaklappen

Aortaklappen er tricuspid uden stenose eller betydende insufficiens.

Flow i aorta gennem en hjertecyklus:

Niveau	Forward flow	Backward flow	Regurgitationsfraktion
Klap	mL	mL	%

Cardiac output = Qs = L/min, cardiac index = L/min/m²

Mitralklappen

Mitralklappen er uden stenose eller betydende insufficiens. Der er ikke mitralprolaps.

Beregning af mitralinsufficiens:

LV stroke volume (volumetrisk) - LV stroke volume (aorta flow) = mL - mL = mL, RF = %

Tricuspidalklap

Der er ikke tricuspidalstenose eller betydende insufficiens.

Pulmonalklappen

Der er ikke pulmonalstenose eller betydende insufficiens.

Flow i truncus pulmonalis gennem en hjertecyklus

Niveau	Forward flow	Backward flow	Regurgitationsfraktion
Truncus pulmonalis	mL	mL	%

Qp = L/min

LPA og RPA afgår normalt. Der er ikke pulmonary sling, der er ikke ductus arteriosus persistence.

Shunt

Qp/Qs = X

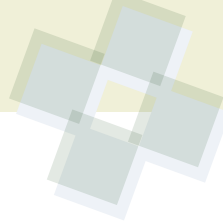
Aorta

Aorta ascendens er ikke dilateret. Der er ikke coarctatio aortae og der er ikke aneurismer.

Konklusion

(Beskrivende læge),
(Godkendende overlæge)

Sinus aortae		mm	mm/m ²
ST-junction		mm	mm/m ²
Aorta ascendens		mm	mm/m ²
Aorta ascendens lige før truncus brachiocephalicus		mm	mm/m ²
Arcus aortae, 2. transverse stykke		mm	mm/m ²
Isthmus aortae		mm	mm/m ²
Aorta descendens		mm	mm/m ²



Bilag 2. Anbefalede minimumskrav ved rapportering af hjerte-MR

Projektion	Angiv
Cine 2 kammer, 3 kammer og 4 kammer (kvalitativt)	Wall motion, anatomi*
Cine short axis (kvantitativt)	LVEF, LV volumina, RVEF*
Transversel stack (stationær)	Anatomi*

*RVEF og volumina samt anatomi angives ved førstegangs scanning uanset indikationen. Ved efterfølgende scanninger kan blot det angives, at dette er normalt.

NB. Beskrivelse af klapper er ikke et minimumskrav, idet det kan være vanskeligt at vurdere og beskrive fyldestgørende ved MR.

Bilag 3. Anbefalede punkter ved rapportering af hjerte-MR

Punkt	
Header	Navn, CPR, afdeling, højde, vægt, BSA, hjerterytme, evt. vitale værdier og medicinindgift.
Indikation	Kort indikation for undersøgelsen
Beskrivelse	Systematisk beskrivelse baseret på standardiserede termer. Afkrydsningsskema og tabeller kan bruges, hvis dette haves, med mulighed for fritekst. Det anbefales at anatomen beskrives først, dernæst funktion. Det angives hvilke særlige sekvenser, der er analyseret baseret på indikationen for undersøgelsen.
Konklusion	Kort opsummering af undersøgelsens fund som svar på indikationen, der skal kunne forstås af ikke-MR fagpersoner. Beskrivelse af væsentlige abnorme fund og evt. ændringer siden sidste undersøgelse.
Navn på beskrivende læge	Navn på beskrivende og evt. godkendende læge

