



Dansk Cardiologisk Selskab

www.cardio.dk

Hjerte MR

- et holdningspapir fra Dansk Cardiologisk Selskab

DCS holdningspapir
2017 . Nr. 2

Hjerte MR

– et holdningspapir fra Dansk Cardiologisk Selskab

DCS holdningspapir 2017 Nr. 2

Udgivet januar 2017 af:
Dansk Cardiologisk Selskab

Dansk Cardiologisk Selskab
Hauser Plads 10
1127 København K
dcs@dadlnet.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



Kommissorium

Magnetisk resonans undersøgelse af hjertet (CMR) er både internationalt og nationalt nu velintegreret i klinisk hverdag, og i takt med bedre tilgængelighed indgår CMR i Danmark som en naturlig del af udredningsprogrammet indenfor et bredt spektrum af hjertekarsygdomme. CMR er en tomografisk teknik som kan visualisere hjertet i tre dimensioner, og benyttes til bindevævs-karakteristik med naturlige og indgivne kontraststoffer og ikke-invasiv kvantitering af flow og vævsperfusion. CMR benyttes ofte til morfologisk vurdering af myokardiet og til myokardieperfusionsmåling i tillæg til kvantitering af hjertekamrenes rumfang, fyldning- og tømning samt flowmåling over hjerteklapperne og i de store kar. CMR betragtes i dag som non-invasiv guldstandard ved flere af de nævnte problematikker, men CMR har grænseflader til de fleste andre billeddannende teknikker inden for kardiologi, og der er derfor behov for at præcisere CMRs muligheder og begrænsninger og de ofte komplementære oplysninger, der opnås med tilgrænsende teknikker. I Danmark udføres CMR på flere og flere hospitaler, hvorfor det er nødvendigt at beskrive minimum-kompetencer for uddannelse af kardiologer indenfor CMR og for at standardisere CMR protokoller og rapportering.

DCS ønsker en opdatering af CMR holdningspapiret fra 2010 med henblik på at sikre en ensartet høj kvalitet i Danmark. Holdningspapiret har til formål dels at beskrive indikationer for CMR men også at angive hvornår undersøgelsen er knap så egnet. anbefalede krav til organisation omkring CMR funktionen herunder uddannelse, kompetenceniveau og kvalitetssikring ønskes også beskrevet.

Skrivegruppen er sammensat med udgangspunkt i Imaging arbejdsgruppen og med en alsidig sammensætning både geografisk og fagligt. *Per Lav Madsen* er formand for skrivegruppen.

Skrivegruppens medlemmer

Jawdat Abdulla (Glostrup)

Karam Sadoon Majeed Al-Zuhairi (Herning)

Sanaz Amin (University of Oxford)

Søren Skøtt Andersen (Roskilde)

Annemie Stege Bojer (Slagelse-Næstved)

Morten Böttcher (Herning)

Jens Dahlgaard Hove (Hvidovre)

Won Yong Kim (Skejby)

Kasper Kyhl (Landssygehuset, Torshavn, Færøerne)

Jacob Lønborg (Rigshospitalet)

Per Lav Madsen (Herlev-Gentofte)(Fmd.)

Redi Pecini (Odense)

Anna Axelsson Raja (Herlev-Gentofte)

Dragana Rujic (Svendborg)

Ahmad Sajadieh (Bispebjerg)

Juliane Elizabeth Theilade (Herlev-Gentofte)

Jens Jakob Thune (Bispebjerg)

Niels Grove Vejstrup (Rigshospitalet)

Tomas Zaremba (Aalborg)

Konklusion

Det er skrivegruppens konklusion at CMR er en veletableret klinisk billeddannende modalitet med muligheder indenfor både morfologi og flow-bestemmelse og med særlig mulighed for myokardievurdering. Der er et fortsat stort udviklingspotentiale i CMR. Bedst tolkes CMR undersøgelser af kardiologiske speciallæger eller speciallæger indenfor radiologi med relevant kardiologisk kompetence sideløbende uddannet i CMR ifølge anbefalinger fra European Society of Cardiology (ESC). Med udgangspunkt i udenlandske talmaterialer forudsiger vi at antallet af CMR skanninger fortsat vil stige, og det kan derfor ikke forventes at landskapiteten kan opretholdes hvis CMR fortsat kun udføres ved universitetssygehuse. Det anbefales at CMR implementeres ved større kardiologiske afdelinger, og at CMR dermed indgår som en integreret del af udredningen af hjertepatienter. Det anbefales at en klinisk rapport for korrekt brug af CMR i Danmark udarbejdes mhp. at varetage et generelt højt niveau for CMR skanning indenfor specificerede hjertesygdomme, og at kurser/træningsforløb med udgangspunkt i ESC guidelines indtænkes under DCS.

På skrivegruppens vegne

Per Lav Madsen

Ovl dr med

Introduktion

Magnetisk resonans billeddannelse af hjertet og omgivende strukturer (CMR) er internationalt og nationalt en veletableret klinisk teknik, som giver diagnostiske informationer af afgørende betydning for behandlingsstrategi. CMR undergår fortsat udvikling, og i Danmark udføres CMR på flere og flere hospitaler, hvorfor der er behov for retningslinjer for uddannelse af CMR kyndige, radiografer og for mindstemål med hensyn til CMRs kliniske anvendelighed herunder indikationer, kontraindikationer, patientegnethed. Det aktuelle holdningspapir er en opdatering af holdningspapiret fra 2010 og vil i generelle termer alene angive indikationsområder som i henhold til aktuelle internationale rekommandationer, primært ESC guidelines, anses for anerkendte og evidensbaserede¹. Det er uden for aktuelle holdningspapir at forholde sig til specifikke retningslinjer for skanning af hjertepatienter (klappatienter, kardiomyopati patienter etc.).

Kort om indikationer og evidensniveau

14 af 26 ESC guidelines publiceret til og med 2016 inkluderer specifikke rekommandationer for CMR¹. Af CMR rekommandationer betragtedes 65% som værende C-niveau, 25% som værende B-niveau, og blot 10% som værende A-niveau. De guidelines, der indeholdt flest rekommandationer for CMR, var indenfor iskæmisk hjertesygdom (IHD) inkl. vurdering af viabilitet og iskæmi, aortasygdom og hypertrofisk kardiomyopati (HCM). I praksis er de hyppigste indikationer for CMR inflammatorisk/iskæmisk hjertesygdom (IHD) i tilslutning til vurdering af klappatienter og kardiomyopati¹.

Samlet er særligt CMRs muligheder for vurdering af morfologi, kammervolumener, flow over hjerteklapper, og vurdering af myokardium inkl. ødem og myokardiefibrose af værdi. Ved >80% af alle skanninger anvendes gadoliniumholdige kontraststoffer til enten myokardiegentegnblødningsundersøgelse og/eller late gadolinium hyperenhancement teknik (LGE) til visualisering af områder i myokardiet med relativ forøgelse af intercellulær volumen (f.eks. granulomer ved sarkoidose eller fibrose efter AMI).



Infusion af gadoliniumkontrast stiller krav til forudgående vurdering af nyrefunktion (se nedenfor). Øvrige CMR undersøgelser herunder flow-undersøgelser med fase-kontrast velocity sekvenser kan udføres uden gadoliniumholdige kontraststoffer. For den praktiske klinik henvises til nedenstående Tabel 1 hvor primære kliniske indikationer og specifikke områder hvor CMR kan være af afklarende betydning er kategoriseret.

Undersøgelser udført uden brug af gadolinium kontrast

Kvantitering af hjertekamres størrelse og kontraktile/relaxerende funktion

Hos patienter med mistænkt klinisk betydende kardiomegali eller reduceret kontraktil funktion er CMR indiceret, hvis der er suboptimalt akustisk vindue ved transtorakal ekkokardiografi. CMR er ikke afhængig af akustisk vindue og anses for at være guldstandard for måling af højre og venstre ventrikels voluminer og uddrivningsfraktioner og venstre ventrikels masse. CMR anbefales hvis præcis opmåling af venstre ventrikel (LV) voluminer og funktion er af klinisk betydning, f.eks. ved behov for device implantation eller seriel monitorering af ændring i kontraktil funktion under forskellige kardiologiske eller onkologiske behandlingsregimer.

Hjerteklapsygdom

CMR er ofte af værdi hos patienter med hjerteklapsygdom med henblik på graduering, hvis der er tvivl ved ekkokardiografi (f.eks. suboptimalt akustisk vindue eller usikkerhed ved Proximal Isovelocity Surface Area teknik). CMR kan vurdere stenose gradient ved klapstenose med fase-kontrast velocity sekvenser, men kan under-vurdere disse i forhold til ekko-Doppler jf. CMRs lavere temporale opløsning. Med CMR foretages kvantitative målinger af regurgitationsvolumen/-fraktion ud fra kombinationer af phase-velocity sekvenser og slagvoluminer og kan ved hjerteklapinsufficiens støtte vurdering. Sammenholdt med opmåling af belastning af tilstødende kamre samt vurdering af evt. myokardiefibrose være værdifuldt særligt hvis anden problematik er mistænkt.

Undersøgelser udført med brug af gadolinium kontrast

Iskæmisk hjertesygdom, kardiomyopier og aflejringsygdom

Iskæmisk hjertesygdom

CMR anbefales i ESC guidelines til vurdering af myokardie nekrose/-viabilitet og myokardie perfusionsdefekter. Stress CMR-perfusion (med adenosin/regadenoson) er en veldokumenteret metode til udredning af patienter mistænkt for IHD. I en nylig metaanalyse hvor man med invasiv *fractional flow reserve* (FFR) måling som reference sammenlignede stress CMR-perfusion med SPECT, PET, CT-FFR og stress ekkokardiografi, udviste stress CMR-perfusion den højeste sensitivitet [87 (95% CI (84-90)%) og højeste specificitet [91 (89-92)%,² og i MR-INFORM studiet var udredning og behandling af patienter med stabil angina med henholdsvis stress CMR-perfusion (og efterfølgende koronar angiografi (KAG) hvis CMR-perfusion var positiv) og KAG med FFR ligeværdige³ om end med signifikant færre KAG hvis CMR-perfusion anvendes som initiale undersøgelsesmodalitet. Koronar lumenografi med CMR benyttes ikke rutinemæssigt jf. lavere nøjagtighed end koronar CT.

Ved IHD og ekkokardiografisk eller CMR påviste områder med hypo-/akinesi kan LGE teknik benyttes som undersøgelsesteknik til at påvise viabilitet i de afficerede områder og dermed vurdere sandsynligheden for bedring af systolisk funktion ved revaskularisering. Udtynding og >75% transmural LGE taler imod mulighed for bedring af den systoliske funktion efter revaskularisering. Normal myokardietykkelse og <25(-50)% transmural LGE taler for genvinding af systolisk funktion efter revaskularisering (hibernation)⁴.

Hypertrofisk kardiomyopati (HCM)

CMR anbefales i ESC guidelines til undersøgelse af patienter med kendt/mistænkt HCM jf. CMRs gode muligheder for nøjagtig myokardie karakteristik inkl. LV myokardie masse, forekomst af lokal vulst og evt. LGE fund (»replacement fibrosis«).

ARVC (Arytmogen højre ventrikel kardiomyopati)

Hos patienter mistænkt for ARVC indgår CMR af højre ventrikel (RV) morfologi og volumen som et diagnostisk kriterium. Un-

dersøgelse for myokardie fibrose med LGE kan understøtte diagnosen eller påvise alternativ diagnose.

Non-compaction kardiomyopati

Hos patienter hvor der ved ekkokardiografi er rejst mistanke om non-compaction kardiomyopati kan CMR bidrage til en nærmere anatomisk afgrænsning af sygdommens ventrikulære udbredelse og eventuelt ledsagende kammerdilatation og nedsatte kontraktile funktion.

Kardial amyloidose og sarkoidose

CMR foretages ved mistanke om kardial involvering hos patienter med mistænkt eller verificeret amyloidose eller sarkoidose. Med LGE kan udbredelsen af myokardielle læsioner vurderes. Ved mistænkt kardial sarkoidose har CMR fund ved LGE undersøgelse selvstændig prognostisk betydning.

Haemochromatosis cordis

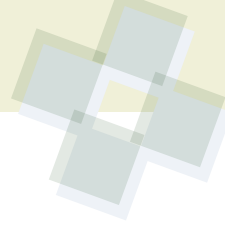
CMR foretages med henblik på kvantitering af kardial jernophobing med såkaldte T_2^* -sekvenser. CMR benyttes i denne situation ikke blot diagnostisk men også som opfølgning af behandling.

Tumor/masse i hjertet

Ved tumor i hjertet primært identificeret ved ekkokardiografi, alternativt ved CT, vil CMR ofte nøjagtigt kunne beskrive udbredelsen af tumor og involvering af kar og klapper. Det vil i nogle tilfælde samtidigt være muligt med CMR at give en tentativ differentialdiagnose (trombe/ myxom/malignitet/melanom/lymfom). I denne sammenhæng kan optagelser af billeder tidligt og sent efter indgift af gadolinium kontrast hjælpe diagnostikken af en tumor/masse i hjertet.

Perikardiesygdom

Ved mistanke om symptomgivende perikardiesygdom kan der ved CMR opnås en vurdering af perikardiets tykkelse, defekter i perikardiet, tumorer og cyster samt tilstedeværelse af eksudat. De fysiologiske oplysninger man kan få ved med MR kan bruges til at differentiere mellem constrictio cordis og restriktiv kardiomyopati. Ud over visualisering af perikardiefortykkelse, eksudat og



atriedilatation, vil man også kunne undersøge abnorm bevægelse af ventrikelseptum under inspiration (real time imaging).

Aorta sygdom

MR er ideelt ved behov for gentagne undersøgelser for aortadilatation. Kliniske tilstande hvor der er indikation for monitorering af aortadilatation er: bicuspid aortaklap, Marfan syndrom, Ehlers Danlos (specielt vaskulær type), Erdheims sygdom og Loey-Dietz syndrom. Ved kronisk aortadissection er CMR velegnet til at følge eventuel progression inkl. flow i sandt og falsk lumen og organ perfusion, og benyttes ved serielle undersøgelser på unge mennesker jf. ioniserende stråling ved CT.

Kongenit hjertesygdom

For patienter med kompleks kongenit hjertesygdom er CMR centralt for den initiale vurdering og senere opfølgning. CMR af disse patienter er specialist opgave. Da der ofte er tale om sjældne sygdomme med følger efter flere operationer og interventioner, er brugen af CMR i denne situation bestemt af praksis på centre med arbejdsområde inden for kongenit hjertesygdom.

Kontraindikationer

CMR har samme kontraindikationer som anden MR skanning, i praksis er der primært problemer med non-MR kompatible pacemakere og implanterbare cardioverter-defibrillator enheder, cochlea implantater, permanente katetre og neurostimulatorer. koronare stents og mekaniske hjerteklapper (fraset sjældent »ball-in-cage« klap) kan problemfrit skannes. Loop-recordere kan skannes men vil være associeret med billedartefakt. Med hensyn til andre implantater henvises til lokale instrukser på radiologiske afdelinger. Der udfyldes ved henvisning MR skema og i tvivlstilfælde konfereres patienten med MR radiograf /MR kyndig læge. Ved fortsat tvivl henvises til udførlige online databaser f.eks. www.mrisafety.com.

Gadoliniumkontrast

Ved svært påvirket nyrefunktion ($e\text{-GFR} < 15 \text{ ml/min/1,73 m}^2$) kan gadoliniumkontrast

give *nefrogen systemisk fibrose*, en alvorlig systemsygdom, men ved de stabile gadolinium cheleringer, der i dag forhandles i Danmark kan kontrastmidlet problemfrit gives ved $e\text{-GFR} > 30 \text{ ml/min/1,73 m}^2$ (Sundhedsstyrelsen, 2013). Hvis en patient anamnestic ikke har nyresygdom og ikke har symptomer på nyresygdom kan man give gadolinium kontrast uden at måle $e\text{-GFR}$, men det anbefales at $e\text{-GFR}$ udregnes forud for MR-skanning med kontraststof for patienter ≥ 65 år og børn ≤ 2 år samt at måle $e\text{-GFR}$ hos patienter med diabetes eller alvorligt leversvigt. Hvis en patient ved en fejl er blevet givet gadoliniumkontrast og viser sig at have $e\text{-GFR} < 15 \text{ ml/min/1,73 m}^2$ kan man overveje seriel hæmodialyse. Gadoliniumkontrastmidler udskilles i meget små mængder i modermælk, og der forventes derfor ingen toksisk indvirkning på ammenede spædbørn til skannede mødre. Gadolinium kontrastmidler anvendes som udgangspunkt ikke hos gravide.

Apparatur

CMR udføres på 1,5 T (Tesla) eller 3 T MR skannere. I de fleste tilfælde benyttes 1,5 T blandt andet pga. billedartefakter ved 3 T ved de hyppigst benyttede cine sekvenser (SSFP sekvenser). CMR udføres gated til typisk EKG, ved suboptimalt EKG signal evt. gated til puls-tryk.

Samarbejdspartnere og ansvarsfordeling

CMR foretages oftest på ikke-CMR dedikerede MR skannere og forudsætter normalt veletableret samarbejde mellem kardiologisk og billeddannende afdeling. Dette for at sikre dels tilstedeværelse af den nødvendige ekspertise vedrørende MR teknologi, dels ekspertbistand ved beskrivelse af ekstra-kardielle fund. CMR visualiserer lungevæv dårligt og i praksis findes derfor få ekstra-kardielle fund af betydning ved CMR. Ansvar for visitering, skanning og analyse af CMR skanninger påhviler CMR kyndig kardiolog/radiolog.

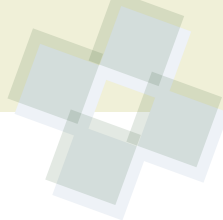
Patientforberedelse

Den akut syge patient vil oftere skannes bedre med teknikker der stiller færre krav

til patientsamarbejde, f.eks. ekkokardiografi og CT. For at sikre god billedkvalitet bør patienten have regelmæssig hjerterytmie uden atrieflimren eller væsentlig ekstrasystoli. CMR undersøgelser hos patienter med arytmi kan udføres, men ofte med forringet billedkvalitet. Vægt og højde skal foreligge ved henvisning hvor den kliniske situation skal beskrives præcist med henblik på mulighed for at planlægge CMR skanningen korrekt. Pga. skannerrørets diameter (70-80 cm) er patientvægt i praksis begrænset til ca. 130 kg. Patienter skal kunne samarbejde og ligge fladt i 45-60 min. Ved klaustrofobi kan mild sedation forsøges anvendt, men under skanningen skal pt. være vågen og kunne samarbejde til breath-hold. Omhyggelig instruktion i at holde vejret under billeddannelse er vigtig for billedkvaliteten. Ved undersøgelse med anvendelse af gadolinium kontrast eller medicin (stress) anlægges intravenøs adgang.

Billedanalyse

CMR evalueres løbende under selve optagelsen ideelt med CMR-kyndig kardiolog til stede, således at udtømmende billedmateriale af relevans for den kliniske problemstilling sikres. Man kan ved aktuelt benyttede sekvenser ikke rekonstruere forhold, der ikke ved selve undersøgelsen er velbelyste. Efterfølgende foretages billedanalyse på dedikeret software. I henhold til ESC guidelines for rapportering af et CMR studie inkluderes en beskrivelse af anatomi (inkl. korrekt AV- og VA-konkordans og indløb af systemiske og pulmonale vener) samt kammervoluminer og EF. LGE fund beskrives som det er hensigtsmæssigt i situationen. Flow bestemmes typisk over aortaklappen mhp. vurdering af hjertets minutvolumen og som intern kontrol for korrekt LV slagvolumen vurdering samt for vurdering af størrelse af evt. mitralregurgitationsvolumen. Flow bestemmes endvidere over pulmonalklappen hvis intrakardielt shunt mistænkes. Myokardieperfusion med/uden farmakologisk stress inkluderes ved vurdering af mistænkt myokardieiskæmi. Kammervoluminer relateres til køn og aldersgruppe og vil typisk indexeres til body surface area. T_2 -vægtede sekvenser inkluderes i det omfang det kan have betydning for den aktuelle patient, typisk nylig mistænkt AMI eller myokarditis.



Uddannelse og akkreditering indenfor CMR

Uddannelse indenfor CMR kræver teoretisk og praktisk uddannelse hvoraf en del kan erhverves på kurser og klinisk oplæring, der bedst foregår under supervision af erfarne CMR kyndige (Plein et al., 2011). I lyset af CMRs mange forskellige sekvenser og muligheder vil man kunne opnå CMR kyndighed på forskellige niveauer. Ved enkelte hospitaletaler kan man ensrette CMR til primært at benyttes til f.eks. perfusionsundersøgelser, men et fuldt CMR program vil kræve speciallægekompentance indenfor klinisk kardiologi, og man må i Danmark forvente at et sådan program tilknyttes klinisk speciallægetræning eller erhverves efterfølgende. Under ESC kan niveau I i CMR erhverves ved kursusvirksomhed, niveau II kræver systematiseret træning af måneders varighed, mens niveau III (ekspertniveau) kræver speciallægekunnen og mindst 12 mdr. træning (>300 CMR beskrivelser superviseret af CMR niveau III speciallæge) og kompetencer forenelige med involvering i/supervision af forskning med CMR. Vi tilstræber at ledelse af et CMR center vil kræve uddannelse svarende til niveau III. Vi henholder os i Danmark til retningslinjer for uddannelse og certificering (log-bog relateret) med certi-

ficering under ESC5 (<https://www.escardio.org/Education/Career-Development/Certification/Cardiovascular-Magnetic-Resonance>). Uddannelse af radiografer til CMR foregår efter lokale retningslinjer via kurser og optræning af CMR kyndige speciallæger.

Økonomi/DRG-takster

CMR har procedurekoden UXMC80 – ukompliceret MR skanning. Det anbefales at en mere nuanceret kodning og taksering indføres svarende til tidsforbrug og kompleksitet ved CMR.

Databaseregistrering

I forhold til anbefalinger i 2010 holdningspapiret, er der endnu ikke oprettet landsdækkende register for CMR aktivitet. Det anbefales fortsat at der arbejdes på at oprette landsdækkende register hvor relevante skanner tekniske, kliniske og kvalitetsmæssige data indrapporteres, gerne indlejret i allerede eksisterende kardiologiske kliniske databaser.

Referencer

1. von Knobelsdorff-Brenkenhoff F, Schulz-Menger J. Role of cardiovascular magnetic resonance in the guidelines of the European Society of Cardiology. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance* (2016) 18:6.
2. Danad I, Szymonifka J, Twisk JW, Norgaard BL, Zarins CK, Knaapen P, Min JK. Diagnostic performance of cardiac imaging methods to diagnose ischaemia-causing coronary artery disease when directly compared with fractional flow reserve as a reference standard: a meta-analysis. *Eur Heart J*. 2016 May (Epub ahead of print)
3. Nagel E, for the MR-INFORM study group. MR-INFORM: stress perfusion imaging to guide the management of patients with stable coronary artery disease. ACC, Washington, DC, March 17th 2017.
4. Kim RJ, Wu E, Rafael A, Chen EL, Parker MA, Simonetti O, Klocke FJ, Bonow RO, Judd RM. The use of contrast-enhanced magnetic resonance imaging to identify reversible myocardial dysfunction. *N Engl J Med*. 2000; 343: 1445-53.
5. Plein S, Schulz-Menger J, Almeida A, Mahrholdt H, Rademakers F, Pennell D, Nagel E, Schwitter J, Lombardi M; on behalf of the working group on cardiovascular magnetic resonance of the European Society of Cardiology. Training and accreditation in cardiovascular magnetic resonance in Europe: a position statement of the working group on cardiovascular magnetic resonance of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. 2011; 32: 793-8.

		Parameter
Uafklaret hjertesvigt	Hvor ekkokardiografi ikke giver nødvendig information	Morfologi, funktion, LGE, andet
Myokardie viabilitet	Valg af revasculariseringsstrategi ved høj-risiko patienter	Morfologi, funktion, LGE, perfusions-CMR
Hjertetumorer	Diagnose/planlægning af evt. kirurgisk strategi	Morfologi, LGE, andet
SCD/VT	Diagnose særligt ved normal KAG	Morfologi, funktion, LGE, andet
GUCH	Vurdering af anatomi/funktion	Morfologi, funktion, LGE, andet
Aortasygdom	Bikuspid aortaklap/ Marfan/andre aortopatier	Morfologi/dimensioner, funktion, andet
Kardiotoksisk kemoterapi	Opfølgning af ventrikelfunktion	Morfologi, funktion, LGE, andet
Perikardiesygdomme	Inflammation/evt. constrictio	Morfologi, funktion, LGE, andet
Myokarditis	Diagnose	Morfologi, T2-vægtsekvenser, LGE
Amyloidose/sarkoidose	Vurdering af kardiell involvering	Morfologi, funktion, LGE, andet
Non-compaction kardiomyopati	Diagnose	Morfologi, funktion, LGE
Klapstenose	Graduering/morfologi ved tvivl ved ekkokardiografi	Morfologi, funktion, LGE, fase-kontrast velocity
Klapinsufficiens	Graduering/morfologi ved tvivl ved ekkokardiografi	Morfologi, funktion, LGE, fase-kontrast velocity
Intrakardielt shunt	Mistanke om intrakardielt shunt og kvantitering af denne	Morfologi, Qp:Qs-ratio ved fase-kontrast velocity

Tabel 1. Kort oversigt over primære kliniske Indikationer. GUCH, grown-up congenital heart disease; LGE, late gadolinium hyperenhancement.; SCD, sudden cardiac death; VT, ventrikulær takykardi.