



Dansk Cardiologisk Selskab

www.cardio.dk

**Hjerte-MR
&
Hjerte-CT**

**DCS vejledning
2010 . Nr. 2**

Hjerte-MR & Hjerte-CT
DCS vejledning 2010 Nr. 2

Udgivet januar 2011 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.

ISBN: 978-87-92010-15-5

Layout: Birger Gregers mDD, Frederiksberg
Tryk: AKA-PRINT A/S

Hjerte-MR arbejdsgruppens medlemmer:

DCS arbejdsgruppe Imaging

Lone Deibjerg

Thomas Fritz-Hansen

WYong Kim

Klaus Fuglsang Kofoed (formand)

Lars Køber

Niels Vejstrup

Dansk Selskab for Klinisk Fysiologi og Nuklearmedicin

Claus Leth Petersen

Dansk Radiologisk Selskab

Agnete Hedemann Nielsen

Per Åkeson

Hjerte-CT arbejdsgruppens medlemmer:

DCS arbejdsgruppe Imaging

Morten Bøttcher (formand)

Kenneth Egstrup

Ole Gøtzsche

Henning Kelbæk

Klaus Kofoed

Hans Mickley

Bjarne Linde Nørgaard

Ole Dyg Pedersen

Niels Peter Rønnow Sand

Hans Henrik Tilsted

Dansk Radiologisk Selskab

Thomas Kristensen

Indholdsfortegnelse

Dansk Cardiologisk Selskabs anbefalinger 4

Hjerte-MR 5

Kommissorium 5

Introduktion 5

Indikationer 5

Undersøgelser udført uden brug af gadolinium kontrast 5

Undersøgelser udført med brug af gadolinium kontrast 5

Kontraindikationer 6

Ferromagnetiske fremmedlegemer 6

Apparatur 6

Samarbejdspartnere og ansvarsfordeling 6

Patientforberedelse 7

Billedanalyse 7

Uddannelseskrav 7

Økonomi/DRG-takster 7

Databaseregistrering 7

Hjerte-CT

Introduktion 8

Indikationer 8

Apparatur og strålehygiejne 9

Samarbejdspartnere og ansvarsfordeling 9

Patientforberedelse 9

Billedanalyse 9

Uddannelse 9

Økonomi/DRG-takst 10

Database 10

Dansk Cardiologisk Selskab konkluderer vedrørende Hjerte-MR:

- Hjerte-MR er en meget lovende teknik til fremstilling af hjertets patoanatomy og patofysiologi, men anvendelse af metoden er meget resourcekrævende.
- Dansk Cardiologisk Selskab anerkender at Hjerte-MR er en så hastigt udviklende undersøgelsesmetode, at det på nuværende tidspunkt kan være vanskeligt at angive entydige indikationer for undersøgelsen.
- Valget mellem Hjerte-MR og andre relaterede undersøgelser, er ligeledes ikke endeligt afklaret.
- Fortolkning af Hjerte-MR billeder kræver kompetencer ud over den nuværende kardiologiske speciallægeuddannelse, hvorfor der bør opstilles kriterier for minimumskompetencer for kardiologer der fortolker Hjerte-MR.
- Hjerte-MR holdningspapir er godkendt af Dansk Cardiologisk Selskabs bestyrelse den 5.11 2010.

Christian Hassager
Formand
Dansk Cardiologisk Selskab

Klaus Fuglsang Kofoed
Formand for arbejdsgruppen

Dansk Cardiologisk Selskab konkluderer vedrørende Hjerte-CT:

- Hjerte-CT er en ny og meget lovende teknik til fremstilling af den koronare anatomi.
- Teknikken er under fortsat meget hurtig udvikling.
- Med den nuværende teknik synes patienter med intermedier præ-test sandsynlighed for koronarsygdom, at være den primære målgruppe.
- Undersøgelsen bør ligge i kardiologisk regi, men i nært samarbejde med de billeddiagnostiske afdelinger.
- Fortolkning af hjerte-CT billeder kræver kompetencer ud over den nuværende speciallæge uddannelse og der bør opstilles kriterier for minimumskompetencer for kardiologer der fortolker Hjerte-CT.
- Undersøgelsen bør desforuden indplaceres i de nuværende invasive hjertedatabaser.

Hans Erik Bøtcher
Formand
Dansk Cardiologisk Selskab

Morten Bøttcher
Formand for arbejdsgruppen

Ovennævnte konklusioner baseres på arbejdsgruppernes rapporter.

DCS's bestyrelse vil gerne takke arbejdsgrupperne for det store arbejde, der ligger bag udarbejdelse af disse vejledninger.

DCS's bestyrelse vil ligeledes gerne takke for samarbejdet med Dansk Selskab Klinisk for Fysiologi og Dansk Radiologisk Selskab.

Hjerte-MR

September 2010

Kommissorium:

Holdningspapiret udarbejdes med henblik på at give anbefalinger for brug af magnetisk resonans imaging af hjertet (hjerte MRI). Holdningspapiret skal indeholde evidensbaserede indikationer og hvor sådanne ikke foreligger begrundede indikationer for hjerte-MRI, kontraindikationer inklusive en eksplicit liste over indopererede device typer, som umuliggør gennemførelse af hjerte-MRI, samt indikationer og kontraindikationer for anvendelse af gadoliniumbaserede kontrastmidler. Endvidere skal holdningspapiret indeholde en beskrivelse af apparatur, samarbejdspartnere og ansvarsfordeling, patientforberedelse, billedanalyse, uddannelseskrav, økonomi/DRG-takster og databaseregistrering.»

Introduktion

Magnetisk resonans (MR) billeddannelse af hjertet og omgivende strukturer – Hjerte-MR – er internationalt en veletableret klinisk metode, som anvendt på korrekt udvalgte patienter giver diagnostiske informationer af afgørende betydning for behandlingsstrategi. I Danmark udføres Hjerte-MR endnu i begrænset omfang, hvorfor der er behov for udbredelse af kendskabet til metodens kliniske anvendelighed herunder indikationer, kontraindikationer, patientegnethed og anbefalet henvisningspraksis. Det aktuelle holdningspapir vil alene angive indikationsområder som i henhold til nugældende internationale rekommandationer anses for anerkendte og evidensbaserede.

Det skal dog understreges at Hjerte-MR i disse år undergår en kraftig udvikling inden for flere felter herunder blandt andet stress myokardieperfusionsundersøgelser og vurdering af myokardielt ødem/hæmoragi i forbindelse med akut myokardieinfarkt. Der pågår en intens forskningsaktivitet mhp at afklare den mulige kliniske anvendelse af Hjerte-MR inden for disse områder.

Indikationer

I den praktiske klinik henvises til nedenstående tabel hvor primære kliniske indikationer er kategoriseret. Se side 7. I samme tabel er angivet kliniske omstændigheder, hvor en supplerende Hjerte-MRI kan være vejledende i den diagnostiske proces.

Generelt anvendes gadoliniumholdige kontraststoffer ved hjerte-MR til visualisering af myokardiel fibrose (late enhancement teknik) og angiografi (dog ikke ved aortasygdomme). Alle øvrige hjerte-MR undersøgelser udføres normalt uden gadoliniumholdige kontraststoffer.

Undersøgelser udført uden brug af gadolinium kontrast

Kvantitering af ventriklernes størrelse og kontraktile funktion

Venstre ventrikel

Hos patienter med mistænkt klinisk betydende kardiomegali eller reduceret kontraktile funktion er Hjerte-MR indiceret, hvis der er dårligt akustisk vindue ved transthoracal ekkokardiografi. Hjerte-MR er ikke afhængig af akustisk vindue og anses for at være den gyldne stan-

dard for måling af LVEF, LV volumina og LV masse. Metoden anbefales desuden hvis præcis opmåling af venstre ventrikels volumina og funktion er af klinisk betydning, fx ved behov for seriel monitorering af ændring i kontraktile funktion under forskellige kardiologiske eller onkologiske behandlingsregimer.

Højre ventrikel

Vurdering af højre ventrikels størrelse og funktion er klinisk relevant især ved kompleks kongenit hjerte sygdom (se nedenfor).

Hjerteklapsygdom

Hjerte-MR er indiceret hos patienter med hjerteklapsygdom, hvis der er dårligt akustisk vindue ved transthoracal eller esophageal ekkokardiografi og hvor detaljeret klap morfologi ønskes belyst. Desuden kan der med Hjerte-MR foretages kvantitative målinger af regurgitationsvolumen ved hjerteklapsufficiens af semilunær klapperne (aortainsufficiens og pulmonalsufficiens). Dette mål indgår dog ikke i dag i operationsindikationen for AI eller PI. Måling af regurgitationsvolumen med Hjerte-MR er derfor kun indiceret, hvis den belastede ventrikel er påvirket af anden patologi således vil LV eller RV dilatation ikke i sig selv dikterer operationsindikation.

Undersøgelser udført med brug af gadolinium kontrast

Kardiomyopati og aflejringsygdom

ARVC (Arytmogen højre ventrikel kardiomyopati)

Hos patienter mistænkt for ARVC indgår Hjerte-MR af højre ventrikels størrelse, funktion og morfologi som et diagnostisk kriterium. Undersøgelse for fedtinfiltration og såkaldt *late enhancement* forenelig med myokardiel fibrosering i højre og venstre ventrikel kan understøtte diagnosen.

Non-compaction kardiomyopati

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

Kardial amyloidose og sarcoidose

Hjerte-MR kan foretages ved mistanke om kardial involvering hos patienter med mistænkt eller verificeret amyloidose eller sarcoidose. Med *late enhancement* kan udbredelsen af myokardielle læsioner vurderes.

Kronisk Iskæmisk hjertesygdom

Ved iskæmisk kardiomyopati og fravær af angina pectoris hvor revaskularisering overvejes kan Hjerte-MR anvendes til at vurdere myokardiel viabilitet med *late enhancement*:

Tumor/masse i hjertet

Ved tumor i hjertet primært identificeret ved ekkokardiografi, alternativt ved Hjerte-CT, vil Hjerte-MR ofte mest nøjagtigt kunne

beskrive udbredelsen af tumor og involvering af kar og klapper. Det vil i nogle tilfælde samtidigt være muligt med Hjerter-MR at give en tentativ patoanatomisk differential diagnose – 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 Hjerter-MR 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 konstriktio cordis og restriktiv kardiomyopati. Ud over visualisering af perikardiefortykkelse, eksudat og atriedilatation, vil man også kunne undersøge abnorm bevægelse af ventrikelseptum under inspiration.

Lungevener anatomi

Ved kateterbaseret elektrofysiologiske intervention herunder især atrieflimren ablation kan Hjerter-MR i visse tilfælde udføres med fordel inden proceduren med henblik på at afklare lungevener anatomi. Ved mistanke om efterfølgende lungevenestenose er der indikation for kontrol Hjerter-MR.

Aorta sygdom

MR er ideelt ved behov for gentagne undersøgelser for aortadilatation. Kliniske tilstande hvor der kan være indikation for monitorering af aortadilatation er: bicuspid aortaklap, Marfan syndrom, Ehlers Danlos (specielt vaskulær type), Erdheims sygdom.

Ved kronisk aortadissektion er MR velegnet til at følge eventuel progression. Hvis der er mistanke om Intramuralt hæmatom ved CT skanning, kan MR yderligere bidrage til diagnosen.

Kongenit hjertesygdom

Der er indikation for Hjerter-MR ved mistanke om klinisk betydende koronar anomalier. For patienter med kompleks kongenit hjertesygdom er Hjerter-MR centralt for den initiale vurdering og follow-up. Som hovedregel er Hjerter-MR af disse patienter en specialist opgave. Da der ofte er tale om sjældne sygdomme med følger efter flere operationer og interventioner, er brugen af MR i denne situation bestemt af praksis på centre med arbejdsområde inden for kongenit hjertesygdom.

Kontraindikationer

Ferromagnetiske fremmedlegemer

Grundet det kraftige magnetfelt i en MR skanner bør ferromagnetiske materialer som hovedregel **ikke** indføres i skannerrummet. Det anbefales at alle patienter som overvejes undersøgt med Hjerter-MR vurderes af MR kyndig læge. Patienter, som har metalliske implantater eller andre metalliske fremmedlegemer, kan i visse tilfælde MR skannes efter en individuel vurdering.

Alle patienter som påtænkes henvist til Hjerter-MR skanning skal før skanningen udfylde et kontrolskema med oplysninger om mulige kontraindikationer. Det gælder f.eks. patienter med pacemaker eller efterladte pancelektroder, metalclips, protese/implantat i ørerne, metalsplinter, metal fra granat/skud læsion samt planterbare pumper. Nyere ortopædiske implantater (senere end 1990) er for langt de fleste patienter ikke en kontraindikation for Hjerter-MR. En meget detaljeret MR sikkerhedsliste over diverse implantater, materialer samt

forskellige devices kan findes på hjemmesiden <http://www.mrisafety.com/list.asp>. På denne hjemmeside kan der søges på både fabrikat og type af implantat/devise. Alle på listen tilgængelige objekter er rubriceret som værende enten »safe«, »unsafe« eller »conditional« og sidstnævnte kategori er opdelt i 8 subkategorier som kræver individuel vurdering.

Kontrast

Brugen af gadoliniumholdige kontraststoffer ved MR-skanning er med ganske lav risiko hos personer med normal nyrefunktion. I relation til anvendelse af MR med kontraststof er det rimeligt at betragte voksne personer med eGFR > 60 ml/min/1,73 m² og børn over 2 år med eGFR > 80 ml/min/1,73 m² som nyre raske. Beregning af eGFR kan udføres på Internettet via:

Voksne: http://nephron.org/MDRD_GFR.cgi

Børn: http://www.kidney.org/professionals/kdoqi/gfr_calculatorPed.cfm

Gadoliniumholdige kontraststoffer har hos enkelte nyresyge patienter medført sygdommen nefrogen systemisk fibrose (NSF), som er en tilstand med aktiv fibrosedannelse i hud og i nogle tilfælde affektion af de indre organer. Hos svært nyresyge patienter anbefales det derfor i henhold til Sundhedsstyrelsens retningslinjer fra september 2009 (http://www.sst.dk/publ/Publ2009/SUPL/Nyresyge/Kontraststof_anvendelse_nyresyre.pdf), at gadoliniumholdige MR kontraststoffer kun anvendes på tvingende indikation. Ved tvingende indikation forstås, at der er en begrundet mistanke om patologi, der med fordel kan belyses med MR-skanning med kontraststof, og hvor andre billeddannende metoder har været forsøgt eller skønnes uegnede. Ved nyresygdom eller mistanke herom bør der foretages bestemmelse af nyrefunktionen (eGFR) før MR-skanning med kontraststof. Hvis der er tale om kronisk nyresygdom, accepteres en bestemmelse, som er foretaget indenfor den seneste måned forud for MR-skanningen. For børn under 2 år henvises til referencekurve for børn (Sundhedsstyrelsen 2009).

Hvis der anvendes gadoliniumholdige MR kontraststoffer hos patienter med eGFR < 60 ml/min/1,73 m², bør der anvendes mindst mulig dosis af kontraststoffet, og gentagne doser bør så vidt mulig undgås. Det anbefales, at hæmodialysepatienter bliver hæmodialyseret i tilslutning til MR-skanningen og igen dagen efter. I henhold til det europæiske lægemiddelagentur klassificeres de gadoliniumholdige MR kontraststoffer som havende høj, intermediær og lav risiko for udvikling af NSF. De macrocykliske chelater regnes således som de mest sikre (Sundhedsstyrelsen 2009).

Graviditet i første trimester og klaustrofobi regnes som en relativ kontraindikation.

Apparatur

Hjerter-MR kan udføres med 1,5 T (Tesla) eller 3.0 T MR skannere. I de fleste tilfælde bruges 1,5 T blandt andet p.g.a. flere billedartefakter ved 3.0 T. Den højere feltstyrke ved 3.0 T MR kan dog ved visse undersøgelser være værdifuld som følge af bedre signal-til-støj forhold. Dedikeret »cardiac coil« eller body array coil er en forudsætning for at gennemføre Hjerter-MR. EKG registreringsfunktionen på MR scanneren er vigtig og bør være optimeret til brug ved synkronisering af MR sekvenserne.

Samarbejdspartnere og ansvarsfordeling

Det anbefales at der etableres et formelt samarbejde mellem kardiologisk, radiologisk og/eller nuklearmedicinsk afdeling med ekspertise

Primære kliniske Indikationer		Parameter
Uafklaret hjertesvigt	Hvor ekkokardiografi ikke har givet den nødvendige information	LVEF, LV volumina
Myokardiel viabilitet	Valg af revaskulariseringsstrategi ved høj-risiko patienter	Myokardiel fibrose
Hjerte-tumorer	Planlægning af evt kirurgisk intervention	Morfologi
Uafklaret hjertestop/VT/ARVC obs	Visualisering af myokardiel fibrose og biventrikulær funktion	Biventrikulær morfologi
Kompleks kongenit hjertesygdom	Vurdering af anatomi og funktion	Morfologi, kammerstørrelse, funktion og flow
Serielt vurdering af aortasygdom	Marfan/aortopatier, Coarctatio aortae	Aorta dimensioner og morfologi

Vejledende indikationer		
Kardiotoksisk kemoterapi	Præcis serielt måling af pumpefunktion	LVEF og volumina
Planlægning af ablationsprocedure	Vurdering af atrium og lungevene forhold	Morfologi
Perikardiesygdomme	Vurdering af morfologi	Morfologi
Kardial amyloidose/sarcoidose	Vurdering af myokardiel involvering	Myokardiel fibrose og LV funktion
Non-compaction kardiomyopati	Vurdering af myokardiel involvering	Anatomisk udstrækning
Aorta- eller pulmonalinsufficiens	Som supplement til ekkokardiografi	Regurgitationsvolumen

inden for Hjerte-MR området. Dette dels for at sikre tilstedeværelse af den nødvendige ekspertise vedrørende MR-teknologi, dels for sikre ekspertbistand ved beskrivelse af ekstrakardielle fund i forbindelse med billedanalyse. Vurdering og beskrivelse af Hjerte-MR kan med fordel ske i et samarbejde mellem kardiolog og radiolog/nuklearmedicinere.

Patientforberedelse

For at sikre god billedkvalitet bør patienten have stabil hjerterytme uden væsentlig ekstrasystoli. Hjerte-MR undersøgelser hos patienter med atriefibrillen kan udføres, men ofte med forringet billedkvalitet. Vægt og højde skal foreligge ved henvisning. Der er begrænsninger pga MR-rørets størrelse (70-80 cm i diameter). Patienten skal kunne ligge fladt i 30-40 min.

Grundig patientforberedelse er vigtig for kvaliteten af Hjerte-MR undersøgelsen. Patienten informeres om undersøgelsen. Kontrolskema gennemgås med patient for at sikre, at der ikke er kontraindikation for MR-skanning. Smykker, piercing, briller, løse tænder, høreapparat, proteser, og tøj med metal hæfter og løse genstande (pung, mobiltelefon mm) tages af. Ved klaustrofobi kan mild sedativa anvendes. Omhyggelig instruktion om at ligge stille og øve vejtrækning, især i at holde vejret under billeddannelse er vigtig for billedkvaliteten. Omhyggelig påsætning af EKG-elektroder er vigtigt for at opnå et godt EKG-signal for succesfuld gating. Ved ustabile patienter, patienter med AMI og ved stressundersøgelser anbefales ekstern monitorering med EKG, blodtryk og evt. perifer saturation. MR-skannerens eget vektor EKG bør/kan ikke anvendes til diagnostisk eller monitorering.

Ved undersøgelse med anvendelse af MR-kontrast eller medicin (stress) anlægges venflon.

Billedanalyse

Hjerte-MR billeder evalueres typisk løbende under selve optagelsen således at udtømmende billedmateriale relevant for den kliniske problemstilling foreligger, dog under hensyntagen til at begrænse den samlede undersøgelsestid. Efterfølgende foretages en mere detalje-

ret billedanalyse på en dedikeret arbejdsstation specielt udviklet til Hjerte-MR billedevaluering.

Uddannelseskra

Hjerte-MR kan i de kommende år forventes, at blive mere implementeret i den kliniske udredning af hjertepatienter i Danmark. Dette vil stille nye krav til uddannelsen. Alle kardiologer bør derfor have den basale viden om undersøgelsesens udførelse, indikationer og begrænsninger. Desuden bør Hjerte-MR's styrker og svagheder i forhold til etablerede diagnostiske metoder være kendt.

Kardiologer, der udfører Hjerte-MR bør have deltaget i internationalt anerkendte kurser i regi af fx European Society of Cardiology. Herudover bør der opnås praktisk erfaring i såvel udførelse som beskrivelse af undersøgelsesne på et etableret og anerkendt Hjerte-MR-Center, nationalt eller internationalt. Kardiologen bør, superviseret af specialist i Hjerte-MR, aktivt deltage i beskrivelsen af mindst 150 repræsentative undersøgelser og have deltaget i den fulde undersøgelse af mindst 50 patienter. Den enkelte kardiolog bør udføre/beskrive minimum 200 undersøgelser over en 2-årsperiode, for at opretholde erfaringen. De samme uddannelseskra bør stilles til Hjerte-MR-ansvarlig radiolog/nuklearmedicinere. Ved nyetablering af Hjerte-MR kan man med fordel lade radiolog/nuklearmedicinere og kardiologer deltage i et samlet uddannelsesforløb og herved udnytte synergieffekten af specialernes samlede viden.

Økonomi/DRG-takster

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

Databaseregistrering

Det anbefales at der oprettes et landdækkende register for Hjerte-MR aktiviteten hvor relevante skanner tekniske, kliniske og kvalitetsmæssige data indrapporteres, gerne indlejret i allerede eksisterende kardiologiske kliniske databaser.

Hjerte-CT

Juni 2008

Resume

Hjerte-CT er en ny og meget lovende teknik til fremstilling af den koronare anatomi. Teknikken er under fortsat meget hurtig udvikling. Med den nuværende teknik synes patienter med intermediær prætest sandsynlighed for koronarsygdom at være den primære målgruppe. Undersøgelsen bør ligge i kardiologisk regi, men i nært samarbejde med de billeddiagnostiske afdelinger. Fortolkning af hjerte-CT billeder kræver kompetencer ud over den nuværende speciallægeuddannelse og der bør opstilles kriterier for minimumskompetencer for kardiologer der fortolker Hjerte-CT. Undersøgelsen bør desforuden indplaceres i de nuværende invasive hjertedatabaser.

Introduktion

Udredning af patienter med mistænkt iskæmisk hjertesygdom omfatter såvel invasiv som non-invasiv diagnostik. I Danmark udføres cirka 25.000 koronararteriografier årligt og hos ca. 35% findes ikke betydende koronar stenoser.

Hidtil har non-invasiv diagnostik af koronar hjertesygdom primært været udført i form af arbejdstest eller myokardiescintigrafi. Ingen af disse teknikker giver direkte information om den koronare anatomi.

Multi-slice CT-skanning (MSCT) gennemgår disse år en hurtig teknologisk udvikling, og udvikling af EKG-gated MSCT har gjort det muligt at visualisere koronararterierne anatomi (hjerte-CT). Hjerte-CT vil dermed potentielt kunne bidrage med diagnostisk og prognostisk information hos patienter med mistænkt koronar hjertesygdom. Der er endnu kun få entydige internationale rekommandationer med hensyn til, i hvilket omfang og på hvilke indikationer undersøgelsen skal udføres. Disse forhold er baggrunden for, at Dansk Cardiologisk Selskab har nedsat en arbejdsgruppe til at belyse området. Formålet med dette holdningspapir er at vurdere de organisatoriske, diagnostiske, uddannelsesmæssige og strålehygiejniske forhold i forbindelse med anvendelse af hjerte-CT, specielt hos patienter med mulig koronarsygdom.

Indikationer

Indikationen for at udføre hjerte-CT bør stilles af en speciallæge i kardiologi med kendskab til undersøgelsens fordele og ulemper. En række forhold vurderes forud for undersøgelsen, herunder sandsynligheden for at opnå et brugbart billedmateriale (arytmi-/bevægelses-inducerede artefakter, compliance). Ligeledes er en vurdering af cost-benefit vigtig for patienten (strålerisiko/ kontrast-problematik versus diagnostisk/prognostisk gevinst ved undersøgelsen). Hjerte-CT er en patientvenlig undersøgelse som kan gennemføres ambulantly. Komplikationer ud over de der kan relateres til strålebelastning og kontrastforbrug forekommer yderst sjældent.

Calcium-score/Screening

En vurdering af forekomsten af forkalkning (såkaldt calcium-score) i koronarkarrene uden fremstilling af selve karvæg eller – lumen kan

foretages uden forbrug af kontrast og ved anvendelse af meget lav stråledosis. Den samlede forekomst af calcium kan udtrykkes ved en calcium-score (eksempelvis Agatston-score), som er relateret til risiko for kardiovaskulære hændelser i selekterede patientpopulationer. Der findes ikke belæg for at indføre metoden generelt, men metoden kan anvendes i udvalgte tilfælde. Nogle patienter med høj calciumscore vil kunne ekskluderes fra efterfølgende hjerte-CT, idet en høj score er associeret til nedsat diagnostisk styrke af hjerte-CT og betydelig længere analysetid.

Asymptomatiske personer

Hjerte-CT kan ikke anbefales til asymptomatiske personer.

Stabil angina pectoris

Hjerte-CT kan anvendes til morfologisk beskrivelse af koronarstenoser. I populationer mistænkt for koronararterie sygdom har overensstemmelsen med fundet ved koronararteriografi (KAG) været god, specielt hvad angår sensitivitet og negativ prædiktiv værdi. Præliminære små studier indikerer god prognostisk værdi af hjerte-CT, men større studier afventes desangående.

Hjerte-CT kan ikke anbefales til personer med lav prætest sandsynlighed for koronar sygdom på grund af suboptimal diagnostisk specificitet og en ikke ubetydelig stråledosis.

Hjerte-CT er velegnet til udelukkelse af betydende koronar sygdom hos patienter med intermediær prætest sandsynlighed for koronar sygdom/atypisk angina pectoris. Morfologiske oplysninger om koronarkarrene opnået ved hjerte-CT kan kombineres med information opnået ved funktionelle tests, for at opnå en bedre diagnostisk sikkerhed. Hjerte-CT kan på nuværende tidspunkt ikke generelt anbefales til patienter med høj prætest sandsynlighed for koronar sygdom. KAG vil stadig være den anbefalede morfologiske undersøgelsesmetode, specielt med baggrund i bedre opløselighed samt med henblik på opnåelse af det bedste operationelle oplæg forud for evt. PCI eller CABG. I udvalgte tilfælde kan Hjerte-CT anvendes til patienter med høj prætest sandsynlighed.

Hjerte-CT kan endnu ikke anbefales til vurdering af in-stent restenose. Årsagen er, at stent-materiale kan give anledning til artefakter, der nedsætter den diagnostiske pålidelighed.

Hjerte-CT synes velegnet til fremstilling af arterielle og venøse by-pass grefter. Hos patienter, der tidligere er by-pass opereret, kan dog forventes høj calciumscore i de genuine koronarkar og metalclips kan medføre artefakter, og da gevinsten ved hjerte-CT hos denne patientgruppe endnu er ukendt, kan generel diagnostisk anvendelse af hjerte-CT hos by-pass opererede ikke anbefales.

Akut koronar syndrom

Hjerte-CT kan i udvalgte tilfælde anvendes til udelukkelse af koronar sygdom hos patienter indlagt med mistanke om akut koronar syndrom, og hos hvem der ikke findes EKG-forandringer eller forhøjelse af koronarmarkører.

Hjertesvigt

Hjerte-CT kan anvendes til vurdering af ætiologien til hjertesvigt herunder udelukkelse af koronar sygdom.

Hjerteklapsygdom

Hjerte-CT kan anvendes præoperativt til udelukkelse af revaskulariserings-krævende koronarstenoser hos patienter med aorta- og mitralinsufficiens. Metoden kan ikke anbefales generelt hos patienter med aortastenose, fordi valvulær forkalkning ofte er ledsaget af forkalkning i koronararterierne, hvilket nedsætter den diagnostiske sikkerhed.

Anatomi og morfologi

Hjerte-CT er velegnet til vurdering af kardiell anatomi. Metoden kan derfor anbefales til fremstilling af koronar anomalier samt forhold vedrørende koronarark i relation til kongenitte hjertesygdomme, herunder GUCH-problematik.

Hjerte-CT kan anvendes til fremstilling af atrier/lungevener i relation til radiofrekvens ablation, ligesom metoden formentlig vil finde anvendelse til fremstilling af sinus coronarius/venesystemet i relation til implantation af biventrikulær pacemaker.

Triple-rule-out

Akut CT-scanning har været anvendt til samtidig vurdering af koronarark, pulmonalkar og aorta hos patienter med uafklarede akutte brystsmertter for at udelukke akut koronar syndrom, lungeemboli, aortadisektion. Man kan ikke generelt anbefale en sådan anvendelse, fordi en optimal diagnostik af hver af de ovennævnte tilstande kræver en dedikeret CT undersøgelse.

Apparatur og strålehygiejne

Hjerte-CT udføres som spiralskanning med *EKG-gating* og anvendelse af en 64-slice CT-scanner er et minimumskrav. Kontrast indgives i en antecubital vene (>18 gauge) med motorsprøjte og en flowhastighed på 4-6 ml/sek. Postprocessing og billedanalyse udføres på arbejdsstation med dedikeret software til hjerteanalyse.

Stråledosis ved hjerte-CT er aktuelt højere end ved konventionel KAG og standard CT af thorax, og følgelig bør der være stor fokus på strålehygiejne. Det overordnede ansvar for strålehygiejne ligger ifølge dansk lovgivning hos hospitalets fysiker og klinikchefen for den radiologiske/nuklearmedicinske afdeling.

Det generelle princip, at en god klinisk indikation opvejer alle risici ved røntgenundersøgelser, gælder fortsat. Tiltag for at reducere stråledosis ved brug af EKG-modulering og tilpasning til den enkelte patient efter *ALARA-princippet* (As Low As Reasonably Achievable) anbefales.

Samarbejdspartnere og ansvarsfordeling

Der tilrådes etableret et formelt samarbejde med en radiologisk og/eller en nuklearmedicinsk afdeling. Dette dels for at sikre tilstedeværelse af den nødvendige ekspertise vedrørende CT-teknologi, dels for sikre ekspertbistand ved beskrivelse af ekstrakardielle fund i forbindelse med billedanalyse. Den overordnede kliniske ansvarlige bør være en kardiolog.

Patientforberedelse

Grundig patientforberedelse er vigtig for kvaliteten af hjerte-CT undersøgelsen. Hjertefrekvenskontrol (HFK) anbefales ved brug af konventionelle 64-slice skannere med henblik på opnåelse af god billedkvalitet og reduktion af røntgenstråledosis. Information om undersøgelsen, anlæggelse af venflon, administration af medicin, og patientinstruks umiddelbart forud for skanningen bør varetages af dedikeret personale. Det er væsentligt, at patienten er afslappet. Hjerte-CT undersøgelsen tilrådes forudgået af 30 minutters hvile i rolige omgivelser. Venflon anlægges i hvileperioden. Farmakologisk HFK kan enten administreres peroralt før undersøgelsen eller gives intravenøst, når patienten ligger på CT-lejet.

Succesfuld retrospektiv EKG *gating* kræver et godt EKG signal. For at dilatere koronararterierne og forhindre spasmer under undersøgelsen anbefales, at der gives nitroglycerin umiddelbart før skanningen. For at undgå patientbevægelse er grundig instruktion væsentlig, herunder pauseret vejtrækning og forekomst af muligt ubehag i forbindelse med kontrastadministrationen.

Billedanalyse

Til analyse af koronarark er det væsentligt, at man identificerer det tidspunkt i R-R intervallet, hvor koronartræet har mindst bevægelse. Ved en regelmæssig hjertefrekvens <65/min opnås sædvanligvis bedste billedkvalitet i midt-slut diastole ($R + 65-75\% \cdot RR$), mens man ved uregelmæssig hjerterytme eller højere hjertefrekvenser typisk opnår den bedste kvalitet i slut-systole ($R + 30-40\% \cdot RR$).

Efter akkvisition af CT rådata genereres serier af axial billeder. De axiale snit er de vigtigste, idet disse danner basis for al anden billedrekonstruktion, og generelt kan man på de axiale snit diagnosticere alle former for koronararkpatologi. Ved denne axiale kranio-kaudale gennemgang kan man tillige danne sig et overblik over hjertets og de store arteriers anatomi. På grund af koronararteriernes komplekse forløb suppleres typisk med analyse af såkaldte multiplanar rekonstruktioner (MPR's), hvor man i princippet kan konstruere et hvilket som helst snitplan, typisk anvendes imidlertid sagittal- og koronalsnit. På denne måde kan man vurdere koronararterierne i forskellige længdeaksler og tværsnit.

Snittykkelsen kan modificeres, så eksempelvis en større del af et slynget kar visualiseres.

Ved hjerte-CT gælder det generelt, at strukturer med høj attenuation såsom kalkificerede plaques eller stents forekommer forstørrede («*bloomed*»), hvilket er en hyppig årsag til »falsk-positive« hjerte-CT undersøgelser. Manuelle eller automatiserede »*curved-MPR's*« eller 3-dimensional volume-rendering teknikker er velegnede til demonstration af koronar anatomien, men bør aldrig alene danne basis for hjerte-CT analysen.

Uddannelseskra

Udbredelsen af hjerte-CT forventes øget de kommende år, og alle kardiologer bør derfor have den basale viden om undersøgelsens ud-

førelse, indikationer og begrænsninger. Desuden bør hjerte-CT's styrker og svagheder i relation til de etablerede diagnostiske kardiologiske metoder være kendt. Den kardiolog, som er ansvarlig for udførelse og fortolkning af hjerte-CT, bør have invasiv kardiologisk erfaring. Der bør foreligge en formel uddannelse i CT teknik og røntgenbestråling opnået ved nationale eller internationale kurser. Herudover bør der være opnået praktisk erfaring, således at kardiologen har deltaget i den praktiske udførelse af ca. 35 undersøgelser ved ophold på aktivt center og beskrevet ca.150 skanninger. De fleste beskrivelser bør være foretaget på den arbejdsstation, man fremover skal anvende. Mindst 25 af undersøgelserne bør være foretaget hos patienter, hvor der foreligger KAG på samme patient til sammenligning.

For at opretholde et acceptabelt erfaringsgrundlag bør et hospital, der udfører hjerte-CT, opretholde et volumen på mindst 250 undersøgelser per år. Den enkelte kardiolog bør som minimum forestå 100 undersøgelser pr. år.

Økonomi/DRG-takst

Hjerte-CT har fået diagnosekoden UXCC00A(+)UXZ41 dvs. 'CT-skanning af hjertet "med CT-angiografi'. Der er endnu ikke fastsat nogen officiel takst. Det vurderes, at et beløb på ca. 7500 kr. vil være

et realistisk udgangspunkt. Prisvurderingen tager udgangspunkt i en kompleks CT skanning samt det forhold, at der er tilknyttet 2 speciallæge vurderinger samt en klinisk stillingtagen til den videre diagnostiske udredning.

Databaseregistrering

Der anbefales etableret en databasefunktion til dokumentation og registrering af CT koronarangiografisk aktivitet. En betydelig grad af ensartethed i lagring, gennemførelse og afrapportering af undersøgelserne vil medføre en betydelig lettere kommunikation mellem de enkelte undersøgelses – og behandlingssteder.

Det vil være hensigtsmæssigt at indrapporterer CT angiografier efter samme principper som den invasive KAG aktivitet, dvs. dels til Dansk Hjertere register og til de regionale databaser.

Indrapporteringen vil kunne bidrage væsentligt til opretholdelsen af ensartet høj kvalitet og vil muliggøre en videnskabelig aktivitet baseret på et komplet materiale.

Den præcise formulering af indrapporterede parametre, rapporteringsfrekvenser samt organisationen af den overvågende og videnskabelige funktion kan for nuværende ikke etableres nationalt, men må organiseres regionalt.

