



A koronária-CT-angiográfia értelmezése és leletezése

A Magyar Kardiológusok Társasága Kardiovaszkuláris Képkalkotó Munkacsoportjának ajánlása

Bartykowszki Andrea¹, Tóth Levente², Kerecsen Gábor³,
Jermendy Ádám Levente¹, Kolossváry Márton¹, Karády Júlia¹,
Szilveszter Bálint¹, Károlyi Mihály¹, Suhai Ferenc Imre¹, Panajotu Alexis¹,
Kolozsvári Rudolf⁴, Balázs György¹, Hüttl Kálmán¹, Thury Attila⁵,
Battyány István², Kiss Róbert Gábor³, Merkely Béla¹, Maurovich-Horvat Pál¹

¹MTA-SE Lendület Kardiovaszkuláris Képkalkotó Kutatócsoport, Semmelweis Egyetem, Városmajori Szív- és Érgyógyászati Klinika, Budapest, ²Pécsi Tudományegyetem, Radiológiai Klinika, Pécs, ³Magyar Honvédség Egészségügyi Központ, Kardiológiai Osztály, Budapest, ⁴Debreceni Egyetem, Orvos- és Egészségtudományi Centrum, Kardiológiai Intézet, Debrecen, ⁵Szegedi Tudományegyetem, II. sz. Belgyógyászati Klinika és Kardiológiai Központ, Szeged

Levelezési cím: Dr. Maurovich-Horvat Pál, PhD, MPH, 1122 Budapest, Városmajor u. 68., E-mail: p.maurovich-horvat@cirg.hu

Preambulum

A Magyar Kardiológusok Társasága Kardiovaszkuláris Képkalkotó Munkacsoportjának és a Magyar Radiológusok Társasága Szív Képkalkotó Diagnosztikai Szekciójának konszenzuszdokumentumának 2013-as megjelenése óta a koronária komputertomográfiás angiográfia (CCTA) jelentős fejlődésen ment keresztül. A technikai újítások eredményeként funkcionális vizsgálatok végzése vált lehetővé, továbbá nemzetközi vizsgálatok eredményei alapján a szakmai ajánlások a CCTA új indikációval bővültek.

Mindezen változások miatt a Magyar Kardiológusok Társasága Kardiovaszkuláris Képkalkotó Munkacsoportja szükségét érzi, hogy a felvételek értelmezéséhez, valamint a lelet elkészítéséhez korábban megfogalmazott szakmai állásfoglalását a Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT) által kiadott ajánlás alapján átdolgozza (1).

Jelen dokumentumnak nem célja a CCTA indikációinak és kontraindikációinak részletezése. Tekintettel a kardiovaszkuláris betegségek nagyszámú megjelenési formájára és az egyes esetek közötti magas variabilitásra, az alábbiakban részletezett irányelvektől, ajánlásoktól egyedi mérlegelés alapján eltérhetünk.

Bevezetés

A koszorúér-betegség kimutatására alkalmazott noninvazív képkalkotó módszerek közül az egyik legmodernebb eljárás a CCTA-vizsgálat, amelynek segítségével direkt információt nyerhetünk a koronáriákat érintő ateroszklerotikus plakkokról és a lumenszűkület mértékéről. A megfelelően kivitelezett, jó minőségű CCTA igen nagy szenzitivitással (kb. 95-100%) és specificitással (>90%) képes azonosítani a súlyos fokú koszorúér-szűkületeket. A vizsgálat negatív prediktív értéke átlagosan 95-100% (2, 3).

Az ateroszklerotikus folyamatok okozta koronáriszűkület mértékének meghatározásában az invazív koronária-angiográfiát (ICA) tekintjük referencia standardnak. A noninvazív CCTA legfontosabb indikációja – magas negatív prediktív értékének köszönhetően – a koronáriabetegség kizárása.

A CCTA-vizsgálat az ICA-hoz képest többletinformációt nyújt a nonobstruktív koronáriaplakkok jelenléte, a plakk-komponensek megoszlása, valamint egyéb, nem koronáriás kardiális képletek tekintetében (4–8). Tovább-

bá értékes információ nyerhető a leképezésre kerülő extrakardiális szervekről is.

A koronáriarendszer komputertomográfias vizsgálata

A koszorúrendszer CT-vel történő vizsgálatához elengedhetetlen a vizsgáló orvos jártassága a szív anatómiájában, az ateroszklerotikus folyamatok patofiziológiájában, valamint a szív fejlődési rendellenességeiben. Magabiztosan kell elkülönítenie a patológias állapotokat mind natív, mind kontrasztos felvételeken. Tisztában kell lennie a CT-technika limitációival, fel kell ismernie az értékelést esetlegesen tévútra vivő műterméket. A leletező orvosnak nagy jártassággal kell bírnia koszorúér-betegség terápiaja során alkalmazott kardiológiai és sebészeti eljárásokban. Tisztában kell lennie a stentek és bypassgraftok típusával, valamint a graftok lefutásával. A sebészeti implantátumok (például billentyűk) típusainak ismerete elengedhetetlen. Mindez lehetővé teszi a korrekt diagnózis felállítását.

A koszorúerek háromdimenziós ábrázolásához szubmilliméteres, izotropikus felbontást, gyors leképezést és EKG-kapuzott rögzítést lehetővé tevő CT-készülék szükséges. Koronáriavizsgálatokra széles detektorsorral (64 vagy nagyobb szeletszámú) és rövid rotációs idővel (≤ 350 ms) rendelkező CT-készülékek használata kívánatos. A vizsgálatok során törekedni kell a diagnosztikus képminőség elérésére adekvát sugárdózis alkalmazásával. Az ALARA- (as low as reasonably achievable) elv értelmében javasolt a csőáram- és csőfeszültség-beállítások optimalizálása a beteg testsúlya és testalkata függvényében, valamint sugárkímélő felvételezési protokollok használata. A CCTA-vizsgálat során a nagy koncentrációjú (≥ 350 mg/ml) jódos kontrasztanyagok alkalmazása ajánlott. A magas intrakoronáriás attenuáció, a jel/zaj arány javításával kisebb csőfeszültség és csőáram használatát teszi lehetővé. Amennyiben a koszorúerek vizsgálata képezi a fő indikációt, megfelelő szívfrekvencia esetén javasolt az alacsonyabb sugárterheléssel járó prospektíven EKG-triggerelt (axiális) felvételezési mód alkalmazása a retrospektíven EKG-kapuzott (helikális) adatrögzítéssel szemben. A koronária-felvételeket javasolt a lehető legvékonyabb szeletvastagság alkalmazásával rekonstruálni. Fontos hangsúlyozni, hogy nagy jártasság szükséges a kiértékelő munkaállomások használatában.

A nem kontrasztos koszorúér-vizsgálat értékelése: koronária-kalciumpontérték, Ca-scoring

A koronáriarendszer, illetve a szív natív vizsgálata számos centrumban a rutinvizsgálati protokoll részét képezi, míg más központokban elvégzése opcionális. A

prospektív triggereléssel elvégzett vizsgálat általában 0,5-1,5 mSv többletet jelent az effektív sugárterhelésben, ezért rutinprotokollban tartása a CCTA-vizsgálat mellett mérlegelendő. A kontraszt nélküli felvételeken szemiautomatizált értékelőprogramok használatával a 130 HU vagy nagyobb sugárgyengítésű pixeleket azonosítjuk kalciumként. Az értékelést végző orvos feladata, hogy azonosítsa a koszorúerek lefutása mentén az összes kalcifikált léziót, és azokat a megfelelő koszorúérhez rendelje. A kalcifikáció mértékét pontrendszer segítségével jellemezzük. Az összesített pontérték (score) számolásának egyik módja a területdenzitáson alapuló Agatston-score, míg a másik a kalcifikált léziók térfogatszámításán alapuló pontrendszer (9). A meszes léziók tömegét értékelő „mass-score” a mindennapi klinikai gyakorlatban kevésbé honosodott meg (10). Az összesített koronária-Ca-score számításánál az aortafalban, az aorta és a mitralis billentyűn, a peri- és a myocardiumban ábrázolódó kalcifikációt nem számítjuk be.

A kontrasztos koszorúér-vizsgálat értékelése: koronária-CT-angiográfia

A koronáriarendszer anatómiája

A koronáriarendszer standard módon történő értelmezése elengedhetetlen fontosságú az ateroszklerotikus léziók és szűkületek precíz leírásához és így az ország különböző CCTA-centrumaiban készített leletek egységesítéséhez. A nemzetközi összehasonlíthatóság érdekében az angol rövidítések használatát ajánljuk (1. táblázat).

Az American Heart Association (AHA) által kidolgozott szegmentációs rendszer a legelterjedtebb a klinikai gyakorlatban. A Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT) ajánlása ezt a szegmentációs rendszert vette alapul, amelyen két változtatást hajtottak végre a CCTA-vizsgálathoz igazodva. A módosított szegmentációs rendszer 18 szegmensre osztja fel a koszorúereket. A 18-as szegmentum a bal posterolateralis ág (PLB-LCX), illetve a 17-es szegmentum a ramus intermedius (IM) ág (2. táblázat).

1. TÁBLÁZAT. Koronáriák angol és magyar nevezéktana

Rövidítés	Angol elnevezés	Magyar elnevezés
RCA	Right coronary artery	Jobb koszorúér
LM	Left main	Bal főtrözs
LAD	Left anterior descending artery	Bal elülső leszálló ág
LCX	Left circumflex artery	Bal körbefutó ág
PLB	Posterior-lateral branch	Posterolateralis ág
D	Diagonal branch	Diagonális ág
OM	Obtuse marginal branch	Marginális obtusa ág
PDA	Posterior descending artery	Hátulsó leszálló ág

2. TÁBLÁZAT. A koronáriarendszer felosztása a módosított, 18 szegmenses AHA-modell szerint

	Szegmentum	Leírás
1.	Proximális RCA	Az RCA eredésétől a jobb kamra laterális széléig-szegletéig mért távolság feléig
2.	Középső RCA	A proximális szakasz végétől a jobb kamra laterális széléig
3.	Distalis RCA	Az RCA középső szakaszának végétől a PDA eredéséig
4.	PDA-RCA	RCA-ból eredő PDA
16.	PLB-RCA	RCA-ból eredő PLB
5.	LM	A főtörzs eredésétől a főtörzs oszlásáig (LAD, CX eredéséig)
6.	Proximális LAD	A főtörzs oszlásától a proximálisabb oldalág (első septalis vagy az első diagonális ág) leadásáig
7.	Középső LAD	A proximális szakasz végétől az apexig mért távolság feléig
8.	Distalis LAD	A középső szakasz végétől a LAD végéig
9.	D1	Az első diagonális ág
10.	D2	A második diagonális ág
11.	Proximális LCX	A CX eredésétől az első OM-ág eredéséig
12.	OM1	Első OM-ág, amely a bal kamra laterális falán átlósan fut le
13.	Középső és distalis LCX	Az első OM-ág eredésétől az ér végéig, vagy az L-PDA eredéséig az atrioventricularis árokban futó ág
14.	OM2	Második OM-ág
15.	PDA-LCX	Az LCX-ből eredő PDA
17.	IM	A főtörzs trifurkációja esetén a LAD és az LCX között eredő ág
18.	PLB-LCX	Az LCX-ből eredő PLB

A lumenszűkület, illetve a plakk kiterjedésének mérésére CT-felvételeken számos értékelő szoftver érhető el. Az e módszerekkel történő mérések pontossága, reprodukálhatósága azonban elmarad az invazív koronária-angiográfiaéhoz (ICA) képest, így alkalmazásuk nem képezi a napi rutin részét. Számos vizsgálat igazolta, hogy a CCTA-val mért koronáriaátmérő-szűkület jó korrelációt mutat az invazív kvantitatív angiográfiával (QCA) és az intravaszkuláris ultrahanggal (IVUS) meghatározott értékekkel, azonban a standard deviáció viszonylag nagy (11, 12). Mindezek figyelembevételével, a CCTA-leleteken a vizuális becsléssel megállapított átmérőszűkületet javasolt feltüntetni, és opcionálisan a szűkület mértékét széles tartományban javasolt megadni (13, 14). A szűkület mértékének osztályozására ajánlott beosztás a 3. táblázatban szerepel. Az elzáródott érszakaszokról fontos megjegyezni, hogy krónikus, illetve akut elzáródások esetén is előfordulhat az elzáródástól distalisan jelentős mennyiségű kontrasztanyag

3. TÁBLÁZAT. A koronáriaszűkület mértékének javasolt osztályozása

0. Normális	Ateroszklerózis, lumenszűkület nem látható	Ateroszklerózis, lumenszűkület nem látható
1. Minimális	Átmérőszűkület mértéke <25%	Ateroszklerózis, amely a lument nem befolyásolja
2. Enyhe	Átmérőszűkület mértéke 25–49%	Áramlást nem befolyásoló szűkület
3. Közepes	Átmérőszűkület mértéke 50–69%	Áramlást esetlegesen befolyásoló szűkület
4. Súlyos	Átmérőszűkület mértéke 70–99%	Áramlást valószínűleg befolyásoló szűkület
5. Okklúzió		

megjelenése, abban az esetben is, ha az invazív koronária-angiográfia nem ír le kollaterális rendszert. Ennek hátterében a kontrasztanyag injektálása közötti különbség (CCTA esetén intravénásan, ICA során direkt arteriálisan), valamint a felvételek elkészítésének időzítése közötti különbség (CCTA esetén 20-30 másodperccel a kontrasztanyag bejuttatását követően) áll. A krónikusan elzáródott szegmentumok kalcifikációjának mértéke fontos információt nyújt az esetleges revaszkularizációt tervező invazív kardiológus számára. A kalcifikáció mértéke prognosztikus értékű az intervenció sikerességének vonatkozásában.

Bypassgraftok, stentek értékelése

A koronária-bypassgraftok lefutásából adódóan mozgási műtermék kialakulásával kevésbé kell számolnunk, így ezeknek az ereknek az értékelésében a CCTA-nak kitűnő a specificitása és a szenitivitása (15–17).

A graftok leírása során nyilatkoznunk kell a graft típusáról, a proximális és a distalis anastomosisról, valamint a grafttestről. A graftok számát a distalis anastomosisok száma határozza meg. A graftokat érintő stenosisok, thrombusok, aneurizmák, valamint a natív erek anastomosistól distalis szakaszának (kiáramlás) jellemzése szintén javasolt.

A koszorúerekbe implantált stentek értékelése, az in-stent restenosis mértékének megítélése nagyban függ a stent átmérőjétől és anyagától. A jelenleg rendelkezésre álló adatok alapján a 3 mm átmérőnél kisebb stentek értékelése nem ajánlott (18). Fontos körülmény, hogy a stenttől distalisán ábrázolódó kontrasztanyag nem egyértelmű jele a stent átjárhatóságának.

Non-koronáriás kardiális képletek

A standard CCTA-vizsgálat során a szívüreg, a szívbillentyűk, a pericardium, a pulmonalis artériák, a pulmonalis vénák, a mellkasi aorta, a nagyerek és a vena cava rendszer is leképezésre kerül. Ezen képletek leírása is a CCTA-lelet fontos részét képezi.

A szívüreg jellemzése során nyilatkoznunk kell az üregméretekről, a kamrafal vastagságáról (pl. dilatá-

ció, hipertrófia), az üregekben ábrázolódó terimekről, esetleges fejlődési rendellenességekről. A kontrasztanyag-injektálás módjától függően a jobb szívfél ürege és fala is láthatóvá tehető. Az adatgyűjtés módjától függően a kamrák, a pitvarok és a szívbillentyűk funkciójára vonatkozó információk is nyerhetők. Fontos azonban megjegyezni, hogy a leggyakrabban alkalmazott vizsgálati protokollok használatával nem készül valós végdiasztolés, middiasztolés és végszisztolés felvétel, így az üregátmérők és a kamrafal vastagságának pontos megítélése nem lehetséges. A billentyűk tekintetében bizonyos morfológiai eltérések, mint a meszesedés jelenléte, vagy a billentyűk megvastagodása jól értékelhető a CCTA-vizsgálat során, továbbá a felvételezéshez használt szív ciklustól függően stenosis és regurgitáció jelenlétére utaló eltérések kerülhetnek felismerésre.

A myocardium kontraszthalmazási mintázata a rutin CCTA során értékelhető. Az artériás fázisban igazolható hipodenzitás csökkent miokardiális perfúzió jelenlétére utal, amely kialakulhat korábbi miokardiális infarktus következményeként, vagy súlyos fokú koronáriastenosis jelenléte miatt, azonban fontos kiemelni, hogy a csökkent denzitás műtermék következménye is lehet. A lezajlott miokardiális infarktusra jellemző eltérés az érintett szegmentum elvékonyodása, lipiddús szövet felszaporodása miatt hipodenzitás, fali kalcifikáció, valamint üregi thrombusok jelenléte.

A bal kamrai myocardium megfelelő értékeléséhez az alábbi szempontokat megfontolása javasolt:

1. A fő kardiális síkokban (rövid tengely, négy üreg, két üreg) történő rekonstrukciók készítése.
2. 5-8 mm vastagságú, átlagolt denzitású multiplanáris vagy „minimum intensity projection” (MinIP) rekonstrukciók készítése, amelyek megkönnyítik a hipodenz területek elkülönítését.
3. Szűk ablak beállítás (pl. ablak szélesség 200, ablak közép 100) használata.
4. A szív ciklus eltérő fázisaiban történő rekonstrukció a műtermékek biztosabb elkülönítéséhez. (A beam-hardening okozta műtermék jellemzően a basalis inferolateralis és a csúcsi területeket érinti.)
5. A myocardium-halmazás, a funkcionális információk és a koronária-anatómia átfogó elemzése.
6. 5-10 perccel az artériás fázisú felvételek elkészítése után második sorozat készítése, amely a késői kontraszthalmazás megjelenítésével a lezajlott infarktus elkülönítésében jelent segítséget.

A koronáriszűkület hemodinamikai szignifikanciájának megítéléséhez a CCTA-vizsgálat miokardiális perfúzióval egészíthető ki, amely során gyógyszeres vazodilatáció alatt készülnek felvételeket a szívről. Vazodilatáció előidézéséhez adеноzin, regadenoson és dipyridamol alkalmazható. A vizsgálat során kialakuló csökkent halmazás iszkémia jelenlétére utal. Egyre bővülő irodalmi adatok alapján a terheléses CT-perfúzió noninferior a single photon emission CT (SPECT) perfúzióval szem-

ben a myocardium iszkémia és az infarktus detektálása tekintetében (19–21).

Extrakardiális képletek

A kardiális struktúrákon kívül az extrakardiális képletek is leképezésre kerülnek mind a natív, mind a kontrasztos felvételeken. A FOV-tól (field of view) függően vizsgálható a mediastinum, a hilusok, a trachea, a bronchusok, a tüdőparenchyma, a pleura, a mellkasfal, a nyelőcső, a gyomor, a máj, a lép és a colon egy része. Az extrakardiális képletek eltérései magyarázhatják a negatív koronáriastatuszú betegek atípusos mellkasi panaszait.

Műtermékek

A folyamatosan mozgásban lévő, néhány milliméter átmérőjű koszorúerek ábrázolását számos körülmény nehezítheti. A mozgási, a kalcifikáció és a fémek okozta műtermékek, valamint a szuboptimális jel-zaj arány a képminőség romlását okozhatják, amelyek a lumenszűkület mértékének túlbecsléséhez vagy a lézió súlyosságának alulbecsléséhez vezethetnek. Éppen ezért kiemelkedő jelentőségű, hogy a vizsgáló orvos a műtermékeket magabiztosan felismerje. Amennyiben a vizsgálat minősége „nem diagnosztikus”, megbízható értékelés nem kivitelezhető, a leletben ennek feltüntetése szükséges.

A lépcsős műtermék a rekonstrukció során illesztett, két, egymás után következő szív ciklus közötti különbségből adódik. Okozhatja a mellkasfal mozgása a rossz ütemben végzett légzésvisszatartás miatt, aritmia, valamint a beteg felső testfelének vizsgálat alatti elmozdulása.

A szapora szívfrekvenciából eredő mozgási műtermékek a beteg megfelelő előkészítésével – bétareceptor-blokkoló és szorongásoldó gyógyszer használatával – többnyire megelőzhetőek. A magas szívfrekvenciából, illetve szabálytalan ritmusból adódó mozgási műtermékek a szív ciklus különböző fázisaiban történő rekonstruálással rendszerint minimalizálhatók, amennyiben a felvételek retrospektív kapuzással készültek. A légzési műtermékek és a beteg vizsgálat alatti elmozdulásából adódó műtermékek nehezebben korrigálhatók.

A fémek, a tömény kontrasztanyag és a magas kalciumtartalmú képletek által okozott műtermékek, az úgynevezett „beam-hardening”, „blooming” és „streaking” artefaktumok szintén tévútra vihetik a vizsgáló orvost. A kalcifikáció mellett megjelenő beam-hardening nem kalcifikált plakk jelenlétére utaló képet mutathat. A kalcifikált plakkok és stentek körül kialakuló blooming a stenosis mértékének túlbecslését eredményezheti. A kontrasztanyag-injektálás során a vena subclaviában és a vena cava superiorban áramló tömény kontrasztanyag okozta műtermékek nehezíthetik a bypassgraftok értékelését. Továbbá a magas jobb kamrai denzitás a jobb

4. TÁBLÁZAT. A koronária-CT-angiográfia leletének javasolt felépítése

Klinikai információk

Általános	A vizsgálat indikációja, ideje	Szükséges
Demográfiai adatok	Név, nem, életkor, a vizsgálatot kérő orvos	Szükséges
	Testsúly, testmagasság, BMI	Javasolt
Anamnézis	Tünetek, rizikófaktorok, releváns diagnosztikai vizsgálatok eredménye	Javasolt

Vizsgálati adatok

A vizsgálat típusa	Ca-score, koronária-CT-angiográfia, bal pitvari CTA, kamrafunkció mérése stb.	Szükséges
A vizsgálóberendezés technikai leírása	Berendezés típusa, detektorszám, sugárforrások száma, rotációs idő	Javasolt
Az adatgyűjtés módja	Vizsgálati üzemmód, kapuzás, dual energy	Javasolt
	Csőáram, csőfeszültség, dózismoduláció	Javasolt
	Dose-length product (DLP)	Javasolt
Rekonstrukció	Vizsgált vagy rekonstruált fázis	Javasolt
	Szeletvastagság	Opcionális
Kontrasztanyag, és premedikáció	A kontrasztanyag típusa és mennyisége, béta-blokkoló, nitroglicerín, szorongásoldó stb.	Szükséges
A betegre vonatkozó adatok	Szívfrekvencia, szívritmus	Javasolt
	Komplikációk	Szükséges

Eredmények

A vizsgálat minősége	A vizsgálat minőségének átfogó értékelése	Szükséges
	Ca-score (amennyiben elkészült)	Szükséges
Koronáriarendszer	Dominancia (bal, jobb vagy kiegyenlített)	Szükséges
	Esetleges eredési/lefutási anomália, tágulat/aneurizma, miokardiális bridge	Szükséges
	Stenosis lokalizációja, súlyossága	Szükséges
	Nem értékelhető szegmentumok	Szükséges
	Stenosis okozó plakk típusa	Javasolt
	Plakk hossza, oldalágak érintettsége	Javasolt
	Pozitív remodeláció, alacsony denzitás, napkin-ring jel, szemcsés kalcifikáció	Javasolt
Korábbi beavatkozások	PCI: stentek lumenének megítélése CABG: graft típusa, lefutása, anastomosisok, szűkületek megítélése	Szükséges
	Aorta, vena cava, pulmonalis artériák, pulmonalis vénák leírása	Szükséges
Non-koronáriás erek	Pulmonalis vénák morfológiája, ostium mérete	Opcionális
	Mérete, esetleges terimék, thrombusok, söntök leírása	Szükséges
Szívüregek	Mérete, esetleges terimék, thrombusok, söntök leírása	Szükséges
Myocardium	Funkcionális adatok, falmozgászavar (amennyiben az adat rendelkezésre áll)	Javasolt
Pericardium	Kalcifikáció, fluidum, kóros megvastagodás	Szükséges
Szívbillentyűk	Kalcifikáció, vastagság, stenosis, elégtelen záródás (amennyiben az adat rendelkezésre áll)	Javasolt
Műbillentyűk	Típus és helyzet, pannus, thrombus, elégtelen mobilitás	Javasolt
Egyéb	Eszközök: ICD/PM-elektrodák helyzete	Szükséges
Extrakardiális	Eltérések a tüdőben, mediastinumban, csontos képletekben, mellkasfalban stb.	Szükséges
Vélemény, javaslat		Szükséges
Képek	Jellegzetes, releváns koronária-szegmentumok	Opcionális

Vizsgálati adatok

Indikáció: Atípusos mellkasi fájdalom

Prospektív EKG-vezérelt, axiális natív, illetve kontrasztos felvételek készültek a szívről kis FOV-val

Vizsgálat típusa: Ca-score, Koronária CTA

Vizsgálóberendezés: Philips Brilliance iCT 256

Becsült sugárdózis: 289,4 mGyxcm **Effektív dózis:** 4,92 mSv

Kontrasztanyag: 95 ml **Típus:** Iomeron 400

Alk. gyógyszerek: Metoprolol p.o.: 50 mg
Metoprolol iv.: 5 mg
Nitroglicerín sl.: 0,8 mg

Szívfrekvencia: 59/min

Ritmus: Sinus

Szövődménymentes vizsgálat

Vizsgálati eredmények

Agatston-score: 198

CCTA képminőség: Kiváló

Dominancia: Jobb domináns

Lefutás: Szabályos eredésű és lefutású koszorúerek

Szegmentum	Eltérés	Szűkület	Jellemzők
LM	plakk	Enyhe (<25%)	Nem kalcifikált, oszlást érinti a LAD irányába
pLAD	plakk	Minimális (<25%)	Részben kalcifikált, pozitív remodeláció
mLAD	bridge		Komplett, hossz: 13 mm
Diag1	plakk	Enyhe (25-49%)	Részben kalcifikált
pLCX	plakk	Minimális (<25%)	Kalcifikált
dRCA	plakk	Közepes (50-69%)	Nem kalcifikált, prox. ref.: 3,5 mm, dist. ref.: 3,0 mm, hossz:18 mm

A szívizomban, szívüregekben, valamint a pericardiumon strukturális eltérés nem ábrázolódik. Az aortabillentyű minimális fokú meszesedése azonosítható. Az aorta descendens leképzésre került szakaszain apró meszes plakkok láthatók

Extrakardiális lelet

A koronáriák ábrázolására optimalizált felvételezési technika miatt a mediastinum és a tüdő részlegesen került látótérbe. A hilusokban és a mediastinumban kórosan megnagyobbodott nyirokcsomó nem látható. Az ábrázolódott tüdőterületeken aktuális kóros eltérés nem azonosítható

Vélemény

Összességében enyhe fokú koronária-ateroszklerózis. Súlyos fokú lumenszűkület nem azonosítható

1. ÁBRA. Koronária CTA-lelet minta

koszorúér értékelését nehezítheti, ezért trifázisos kontrasztanyag-injektálási protokoll alkalmazása javasolt.

A koronária-CT-angiográfias lelet felépítése

A leletnek tartalmaznia kell a vizsgálat indikációját, a klinikailag releváns információkat a betegről, a vizsgálat technikai paramétereit, továbbá nyilatkoznia kell a vizsgálat minőségéről, értékelhetőségéről. A lelet fő elemei a morfológiai elváltozások leírása, azok klinikai jelentősége, a vizsgáló orvos véleménye, esetleges terápiás javaslata.

Indikációk tekintetében öt fő csoportot különítünk el:

1. A koronáriák vizsgálata, lumenszűkület és ateroszklerózis jelenlétének kizárása, illetve mértékének meghatározása, valamint koronária-anómália kizárása.

2. A nem koronáriás patológia értékelése, a nagyerek, szívüreg, szívizom, billentyűk és a pericardium vizsgálata.

3. A kamrafunkció és a falmozgászavar vizsgálata.

4. Alacsony-közepes kardiovaszkuláris rizikójú beteg vizsgálata, akinél stabil angina pectoris, vagy akut mellkasi fájdalom klinikai tünetei jelentkeznek.

5. Inkonzuzív iszkémia provokációs vizsgálatot követően.

A klinikailag releváns információk, a beteg kardiális anamnézise, a vizsgálat indikációjának alapját képező panaszok, a mellkasi fájdalom jellege, illetve a korábban elvégzett diagnosztikus módszerek eredményei segítséget jelenthetnek a vizsgáló orvosok számára a CCTA során leírt elváltozások klinikai jelentőségének felmérésében.

A vizsgálati adatok ismertetése során mindig szükséges a vizsgálat típusának megnevezése (koronária-

CT-angiográfia – CCTA, bal pitvari CT-angiográfia, Ca-score-vizsgálat, funkcionális vizsgálat stb.), az alkalmazott vizsgálati protokoll leírása, az alkalmazott kontrasztanyag típusának, mennyiségének, az injekció módjának leleten történő rögzítése. Fontos a premedikáció során alkalmazott per os, illetve intravénás készítmények megnevezése és a dózisok feltüntetése. A vizsgálat minőségére utalhat, így a lelet megbízhatóságáról ad információt a vizsgálat alatti szívfrekvencia és ritmus feltüntetése. A sugárdózis leleten történő rögzítése nem szükséges, azonban klinikai adatbázisban való tárolása ajánlott. A leleten fontos szerepettenni a vizsgálat során vagy azzal kapcsolatban fellépő komplikációkat (például paravasatio vagy kontrasztallergia). Az adatgyűjtés módjának jellemzése során ki kell térni az alkalmazott kapuzásra (prospektíven triggerelt axiális, vagy retrospektíven kapuzott helikális, illetve prospektíven triggerelt high-pitch helikális üzemmód), valamint az alkalmazott dóziscsökkentő módszerekre (például EKG-dózis-moduláció).

Az eredmények ismertetése előtt fontos nyilatkozni a vizsgálat minőségéről és az értékelést befolyásoló esetleges műtermékekről (mozgási, kalcium vagy fémek okozta műtermékek stb.). Ezek az információk segítséget nyújthatnak a klinikus orvos számára a lelet pontosságának megítélésében. A vizsgálat minőségének értékelésére alkalmazható standard osztályozási rendszer nem áll rendelkezésre. A legelterjedtebb felosztás „kiváló”, „jó”, „átlagos” és „nem diagnosztikus” minőségű vizsgálatokat különböztet meg.

A koronária-CT-angiográfias lelet tartalma

A vizsgálati eredményeket a klinikusok számára is gyorsan áttekinthető, egyszerűen értelmezhető formában kell megfogalmazni. A leírásra kerülő képleteket három fő csoportra osztjuk:

1. A koronáriarendszer leírása.
2. A non-koronáriás kardiális képletek leírása.
3. Az extrakardiális képletek leírása.

További csoportot képezhet a Ca-score és a funkcionális vizsgálatok eredménye (4. táblázat).

A koronáriarendszer leírása során külön-külön vizsgálni kell az egyes erek eredését, lefutását, jelölni kell az esetleges anatómiai varianciákat, továbbá az ateroszklerózis jelenlétét. Amennyiben koronária-ateroszklerózis igazolódik, rögzíteni kell a szűkület mértékét, a plakk morfológiáját és kiterjedését. A plakkokat mesztartalmuk alapján az alábbi típusokra soroljuk:

1. kalcifikált plakkok,
2. nem kalcifikált plakkok,
3. a részben kalcifikált plakkokat további két alcsoportra felosztva döntően kalcifikált plakkok, illetve
4. döntően nem kalcifikált plakkok (22).

A „puha”, „lágú” és „zsírdús” plakk elnevezések kerülendők. A léziók jellemzésének része a plakk elhelyez-

kedésének leírása (például bifurkációs, ér szájadékát involváló stb.), esetlegesen igazolható ulceráció leírása. Vulnerabilitásra utaló plakk jellegzetességek leírása is javasolt. Amennyiben a pozitív remodelláció, alacsony denzitás (<60HU), szemcsés kalcifikáció (<3 mm) és napkin-ring jel közül legalább kettő azonosítható, az adott ateroszklerotikus plakk emelkedett rizikójú lézióknak tekinthető (3, 23). A stenosisok jellemzésének része a pontos lokalizáció rögzítése, amelyhez az AHA módosított koronáriaszegmentum-modelljének használata ajánlott (2. táblázat).

Okkludált erek/érszakaszok tervezett rekanalizációja előtt fontos megemlíteni az oldalágak jelenlétét, a kalcifikáció kiterjedését, tortuozitást, illetve az okklúzió hozzávetőleges hosszát.

Bypassgraftok esetén a leletnek tartalmaznia kell a graftok (vagy okkludált graftcsomók) számát, az áthidalás típusát, illetve a proximális anastomosis, a grafttest, a distalis anastomosis, valamint a kiáramlást adó natív koronária lumenének jellemzését hasonlóan a natív koronáriákhoz. Amennyiben rendelkezésre áll, korábbi invazív angiográfias lelettel való összevetés is ajánlott.

Stentek elemzése során a helyzetük, megítélhetőségük, illetve a lumenobstrukció mértékének leírása szükséges. Amennyiben a stentlumen redukált, megkülönböztetünk enyhe fokú (<50%-os szűkület), jelentős fokú (50-99%-os szűkület) instent restenosis, valamint stent-okklúziót.

A leletben nyilatkozni kell a non-koronáriás kardiális képletek (pericardium, billentyűk, szívüreg, szívizom) intaktságáról és az ábrázoló extrakardiális képletek (nagyerek, tüdő, máj stb.) esetleges eltéréseiről.

A lelet különösen fontos részét képezi a vizsgálatot végző orvos véleménye, amely összegzi a klinikailag releváns elváltozásokat. A vélemény további kivizsgálási tervet (például stresszteszt, invazív kardiológiai kivizsgálás elvégzését) és terápiás javaslatokat (például szekunder prevenciók kezelés bevezetését) is tartalmazhat. Javasolt, hogy a lelethez mellékeljék a felvételek válogatott képanyagát általánosan használható digitális formátumban. A mellékelt képanyagban célszerű kiemelni a hangsúlyos eltérést mutató koronáriaszegmentumokat, illetve egyéb struktúrákat.

Irodalom

1. Leipsic J, et al. SCCT guidelines for the interpretation and reporting of coronary CT angiography: a report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2014; 8(5): 342–58. <https://doi.org/10.1016/j.jcct.2014.07.003>
2. Achenbach, S. and P. Raggi, Imaging of coronary atherosclerosis by computed tomography. *European Heart Journal* 2010; 31(12): 1442–1448. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehp470>
3. Maurovich-Horvat P, et al. Comprehensive plaque assessment by coronary CT angiography. *Nat Rev Cardiol* 2014; 11(7): 390–402. <https://doi.org/10.1038/nrcardio.2014.60>
4. Hoffmann U, et al. Noninvasive assessment of plaque morphology

- and composition in culprit and stable lesions in acute coronary syndrome and stable lesions in stable angina by multidetector computed tomography. *Journal of the American College of Cardiology* 2006; 47(8): 1655–62. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2006.01.041>
5. Dewey M, et al. Evaluation of global and regional left ventricular function with 16-slice computed tomography, biplane cineventriculography, and two-dimensional transthoracic echocardiography: comparison with magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol* 2006; 48(10): 2034–44. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2006.04.104>
 6. Brodoefel H, et al. Sixty-four-slice CT in the assessment of global and regional left ventricular function: comparison with MRI in a porcine model of acute and subacute myocardial infarction. *Eur Radiol* 2007; 17(11): p. 2948–56. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2006.04.104>
 7. Ryan R, et al. Cardiac valve disease: spectrum of findings on cardiac 64-MDCT. *AJR Am J Roentgenol* 2008; 190(5): W294–303. <https://doi.org/10.2214/AJR.07.2936>
 8. Lemol K, et al. Computed tomographic analysis of the anatomy of the left atrium and the esophagus: implications for left atrial catheter ablation. *Circulation* 2004; 110(24): 3655–60. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000149714.31471.FD>
 9. Agatston AS, et al. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 1990; 15(4): 827–32. [https://doi.org/10.1016/0735-1097\(90\)90282-T](https://doi.org/10.1016/0735-1097(90)90282-T)
 10. Rutten A, Isgum I, Prokop M. Coronary calcification: effect of small variation of scan starting position on Agatston, volume, and mass scores. *Radiology* 2008; 246(1): 90–8. [https://doi.org/10.1016/0735-1097\(90\)90282-T](https://doi.org/10.1016/0735-1097(90)90282-T)
 11. Budoff MJ, et al. Diagnostic performance of 64-multidetector row coronary computed tomographic angiography for evaluation of coronary artery stenosis in individuals without known coronary artery disease: results from the prospective multicenter ACCURACY (Assessment by Coronary Computed Tomographic Angiography of Individuals Undergoing Invasive Coronary Angiography) trial. *J Am Coll Cardiol* 2008; 52(21): 1724–32. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2008.07.031>
 12. Raff GL, et al. Diagnostic accuracy of noninvasive coronary angiography using 64-slice spiral computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2005; 46(3): 552–7. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2008.07.031>
 13. Achenbach S, et al. Detection of calcified and noncalcified coronary atherosclerotic plaque by contrast-enhanced, submillimeter multidetector spiral computed tomography: a segment-based comparison with intravascular ultrasound. *Circulation* 2004; 109(1): 14–7. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000111517.69230.0F>
 14. Cheng V, et al. Moving beyond binary grading of coronary arterial stenoses on coronary computed tomographic angiography: insights for the imager and referring clinician. *JACC Cardiovasc Imaging* 2008; 1(4): 460–71. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2008.05.006>
 15. Jones CM, et al. Multi-detector computed tomography in coronary artery bypass graft assessment: a meta-analysis. *Ann Thorac Surg* 2007; 83(1): 341–8. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2006.08.018>
 16. Achenbach S, et al. Noninvasive, three-dimensional visualization of coronary artery bypass grafts by electron beam tomography. *Am J Cardiol* 1997; 79(7): 856–61. [https://doi.org/10.1016/S0002-9149\(97\)00003-9](https://doi.org/10.1016/S0002-9149(97)00003-9)
 17. Lu B, et al. Evaluation of coronary artery bypass graft patency using three-dimensional reconstruction and flow study on electron beam tomography. *J Comput Assist Tomogr* 2000. 24(5): 663–70. <https://doi.org/10.1097/00004728-200009000-00001>
 18. Nakamura K, et al. Impairment factors for evaluating the patency of drug-eluting stents and bare metal stents in coronary arteries by 64-slice computed tomography versus conventional coronary angiography. *Int J Cardiol* 2008; 130(3): 349–56. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2007.08.104>
 19. Rossi A, et al. Diagnostic performance of hyperaemic myocardial blood flow index obtained by dynamic computed tomography: does it predict functionally significant coronary lesions? *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2014; 15(1): 85–94. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jet133>
 20. Bamberg F, et al. Detection of hemodynamically significant coronary artery stenosis: incremental diagnostic value of dynamic CT-based myocardial perfusion imaging. *Radiology* 2011; 260(3): 689–98. <https://doi.org/10.1148/radiol.11110638>
 21. Rochitte CE, et al. Computed tomography angiography and perfusion to assess coronary artery stenosis causing perfusion defects by single photon emission computed tomography: the CORE320 study. *Eur Heart J* 2014; 35(17): 1120–30. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/eh488>
 22. Maurovich-Horvat P, et al. Methods of plaque quantification and characterization by cardiac computed tomography. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2009; 3(Suppl 2): S91–8. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/eh488>
 23. Cury RC, et al. CAD-RADS(TM) Coronary Artery Disease - Reporting and Data System. An expert consensus document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT), the American College of Radiology (ACR) and the North American Society for Cardiovascular Imaging (NASCI). Endorsed by the American College of Cardiology. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2016; 10(4): 269–81. <https://doi.org/10.1016/j.jcct.2016.04.005>