

Koronária-betegségek CT-diagnosztikája

Dr. Dérczy Katalin és Dr. Battyány István, Pécsi Tudományegyetem Orvostudományi és Egészségtudományi Koordinációs Központ Radiológiai Klinika

A multislice computer tomographia (MSCT) 1998-ban történő megjelenésével lehetővé vált a valódi háromdimenziós képprocesszálas. A 4-szeletes MSCT-vizsgálat (1999) EKG kapuzással kiegészítve már alkalmas volt a szív vizsgálatára. A jelenleg egyre elterjedtebben használatos 64-szeletes készülékek és a dual energiás képalkotás a szubmilliméteres térbeli felbontás és az ultragyors leképezés miatt a szív és a koszorúerek pontos, nem invazív vizsgálatát, a koronária plakkok analízisét, a szív háromdimenziós ábrázolását és mozgását, a balkamra funkció elemzését, a falvastagság mérését és kóros területeinek ábrázolását teszi lehetővé.

Jelen cikkünkben a szerzők az artéria koronáriák modern képalkotó eljárással – dual energiás CT-vel – történő vizsgálatának technikáját, a nyert adatok feldolgozásának módszereit és kiértékelését, a vizsgálat diagnosztikus értékét és korlátait elemzik.

True three-dimensional image acquisition and processing was made possible with introduction of multi-slice computed tomography (MDCT/MSCT) in 1998. Already four-slices CT imaging (1999) supported by ECG-triggering was suitable for cardiac examinations. Today 64 detector row CTs are increasingly in use; dual-source/dual energy techniques combined with sub-millimeter isotropic resolution facilitate ultrafast imaging and exact non-invasive cardiac and coronary vessel examination with coronary plaque analysis. 3D heart images and time series evaluation; left ventricle analysis (LVA); quantitative wall-thickening measurements; delineation and evaluation of myocardial deficiencies are all feasible with these new methods. In this article authors demonstrate coronary artery examination methods with up-to-date MSCT dual-energy technique; further present raw image data processing and evaluation processes and finally summarize diagnostic value and limitation of such examinations.

A KORONÁRIA CT-ANGIOGRÁFIA: JELENTŐSÉG ÉS TECHNIKA

A kardiovaszkuláris képalkotó eljárások egy viszonylag kis kiterjedésű, de az élet szempontjából döntő fontosságú szerv vizsgálatára irányulnak. Betegségei sokfélék, de egyikük, az iszkémiás szívbetegség az egész világon vezető halálok, Németországban az összes halálozás 20%-a, az Amerikai Egyesült Államokban 25%-a, Magyarországon közel 30%-a.

Az artéria koronáriák ábrázolása és a betegség kimutatása, a szív komplex képi megjelenítése ezért kiemelt fontossággal bír. A folyamatos mozgásban lévő szerv képalkotó vizsgálatának problémaköre (EKG-kapuzás), speciális kérdések (érellátás, szívizom életképessége, kontraktilitás), a képalkotó eljárások terheléssel való kombinálása és ezáltal a plusz információk megszerzése nagy jelentőségű és speciális megjelenítési problémákat vet fel. Nem szabad elfeledkezni arról sem, hogy a betegek egy része súlyos állapotú, sürgősségi ellátást igényel és szempont lehet a képalkotó vizsgálatnál a hordozhatóság is.

Míg a múltban a szívdiagnosztika eszköztárába a hagyományos röntgen felvétel (szívnagyság, vitiumok, kóros konfiguráció, intrakardiális meszesedés, átvilágítással paradox falmozgás kimutatása, perikardiális folyadék kialakulásának gyanúja), ultrahang vizsgálat (méretek, perikardiális folyadék mennyisége, áramlási zavarok, billentyű állapot), angiográfia (koronáriák állapotának vizsgálata, intervenció lehetősége) és az izotóp diagnosztika (szívizom perfúziós vizsgálattal a szívizomzat vérellátása, terheléssel kiegészítve, tranzienis iszkémiák kimutatása, EKG-kapuzott balkamra falmozgás vizsgálat a falmozgászavarok elkülönítésére) tartozott, addig jelenleg a komplex ultrahang-ECHO-vizsgálat, angiográfia, izotóp-módszerek mellett megjelent az MSCT és az MRI.

Az arteriás behatoláson keresztül végzett koronária angiográfia invazív módszer, standard eljárás az arteria koronáriák betegségének kimutatására és az esetlegesen ezt követő intervenciók végzésére. A vizsgálati szövődmény előfordulása kevesebb, mint 2%, de súlyos komplikációk is kialakulhatnak, számolni kell sztrók, koronária disszekció lehetőségével is. Nagy nemzetközi felmérések 0,1%-ra teszik a koronária angiográfiát követő halálozást. A vizsgálatok közel harmada után következik csak intervenció, kétharmada diagnosztikus céllal történik, a beteg számára megterhelő, rövid kórházi bentfekvést igényel.

A fentiek miatt, de figyelembe véve azt is, hogy csak diagnosztikus céllal történhet, a MSCT-koronarográfia megjelenése döntő fontosságú a kardiológiai képi diagnosztikában. A beteg számára kis megterheléssel jár, kórházi bentfekvést nem igényel ambulanter végezhető, intravénásan adott kontrasztanyaggal történik, a vizsgálat előtt 3 óras éhezést igényel, az esetleges kontrasztanyag szövődmény (hányiger, hányás) miatt. Gyors diagnózishoz jutást eredményez, a vizsgálat negatív prediktív értéke 97-99%, pozitív prediktív értéke kissé alacsonyabb, 80% körüli, a főtörzsi szegmentális szűkületek kimutatása megfelelő technikával 90% feletti, a kisebb ágak kóros eltérései is vizualizálhatók, de kimutatásuk a főtörzsi elváltozásoknál kisebb arányban valószínűsíthető meg. Szűk-

séges hozzá EKG-kapuzás, hogy a számítógépes mérés mindig a szív ciklus azonos pontján történjen.

A DUAL-SOURCE MSCT-KORONAROGRAFIA

A dual-source („két forrás”, kettős sugárforrás) MSCT már a CT-készülékek legújabb generációját jelenti. A dual source CT (DSCT) készülékben (ilyen készülék a Siemens SOMATOM Definition, mely 2005-ben jelent meg, klinikánkon 2007. júniusában került telepítésre) két röntgenső helyezkedik el, egymással 90 fokot bezárva, az ennek megfelelő két detektorsorral. A vizsgálat tehát két szimultán működő, jelen esetben 64-szeletes CT-készülékkel történik, az időbeli termopoláris felbontás 0,83 sec, a szeletvastagság 0,6 mm. A vizsgálat rapid volta és a szubmilliméteres szeletvastagság miatt adatvesztés nem jön létre, szívritmuszavarok miatti és a tachycard pácienseknél korábban bekövetkező képminőségbeli romlással, a vizsgálat értékelhetetlenségével nem kell számolni. Prevencióként béta-blokkoló adására nincs szükség, a speciális „cardiac bowtie filter” alkalmazása a szív belsejéből eredő, zavaró, magas denzitású területet kiküszöböli, és a külső régiók, a koronáriák zavarmentes megítélését teszi lehetővé.

A vizsgálat EKG-kapuzással történik a két röntgenső egyidejű adatgyűjtésével, főbb paraméterei a következők:

komplett szkennelési idő 7-12 sec, mely a szívfrekvenciától függ, csőáram 360 mAs, rotációs idő 0,33 sec, vizsgálati irány cranio-caudál, pitch 0,2-0,5, a szívfrekvenciától függően, szeletkollimáció 0,6 mm, acquisitio/jelfeldolgozás 64 x 0,6 mm, szeletszélesség 0,75 mm, rekonstrukciós lépésköz 0,4 mm.

A beteg, lehetőség szerint bal oldali antecubitalis vénába juttatva, vízdékonnyal jódos kontrasztanyagot kap. Az alkalmazott kontrasztanyag nagy töménységű, jódkoncentráció 370 mg/ml. A beadandó kontrasztanyag-mennyiség a beteg testsúlyától függően 60-80 ml, mely beadás bólusban történik, a kontrasztanyag oszlop után adandó fiziológiás NaCl injektálásával 25-40 ml mennyiségben. A kontrasztanyag optimális beadási ideje bólus technikával történik, a beadás sebessége legalább 5-6 ml/sec. A ROI helye az aorta ascendensben kell hogy legyen, és a kontrasztanyag-beáramlási görbe csúcsának megjelenése után 2 másodperccel indul a vizsgálat. A kontrasztanyag beadása előtt mindig készül egy natív mérési sorozat, melyen jól meghatározhatók a koronária meszesedések, ezen kell kijelölni a ROI (Region of Interest) helyét és az esetleges – a vizsgálat elvégzését befolyásoló- fejlődési anomáliák meglétét is.

A VIZSGÁLAT INDIKÁCIÓJA ÉS KONTRAINDIKÁCIÓJA

Az MSCT és a DSCT térnyerése az indikációs kör egyre szélesebbé válását eredményezi. Hazánkban a koronária-CT angiográfia (CCTA) elterjedésének még a vizsgálat elvégzésére alkalmas gépek viszonylag kis száma szab határt, de a hozzáférhetőség növelésével ennek pozitív irányú változása várható.

Abszolút indikációnak tartható koronária betegség gyanúja mellkasi panaszok esetén, a koronáriákat érintő fejlődési rendellenesség, újonnan kialakult szívelégtelenség, vitium, a szívet globálisan érintő és a perikardium kapcsolatos kóros folyamatok megléte, koronarográfia elvégzésének kontraindikációja, akut mellkasi fájdalom jelentkezése legalább közepes fokú kardiovaszkuláris rizikó mellett, graft és bypass kontrollálására, nagy kardiovaszkuláris rizikójú, de panaszmentes egyénnél iszkémiás szívbetegség diagnosztizálására.

Kontraindikált a vizsgálat kontrasztanyag érzékenységre esetén, amikor a beteg anamnézisében kontrasztanyag szövődmény szerepel, akinél nem használhatunk röntgen sugárral történő vizsgálatot (gravida). A DSCT – éppen technikai paraméterei miatt – már alkalmazható aritmiák különböző fajtáinál és obezitás esetén (jól alkalmazható amikor a BMI 35 kg/m²-nél nagyobb, de már nem várhatunk eredményt 66 kg/m² BMI-től kezdődően; az asztal terheltsége 220 kg testtömegre méretezett) is elvégezhető. Cukorbetegeknek a vizsgálat előtt és után 48 óra hosszat metformin tartalmú gyógyszerüket a laktát acidózis veszélye miatt ki kell hagyni, ezen szerek addig mással helyettesítendő, kezelőorvossal előzetesen konzultálva.

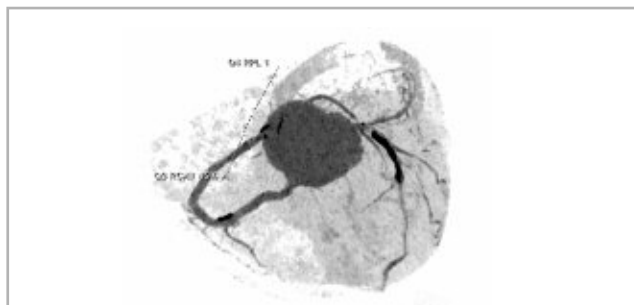
POSTPROCESSING – KÉPKIÉRTÉKELÉS

A CT-készülék cranio-caudál irányú szkennelése során begyűjtött adatokból a számítógép axiális metszeteket készít. Ezen képek kiértékelése elengedhetetlen a koronáriák eredésének és lefutásának meghatározására, meszesedések igazolására (intrakardiális, koronáriákban lévő, perikardiális) és a szív struktúráinak megtekintésére.

A sokszeletes CT-készülékek szubmilliméteres adathalmaza tetszőleges síkú (sagittalis, coronális, ferde síkok) rekonstrukciók elvégzését teszi lehetővé, miáltal az axiális képen nehezen azonosítható éreredési és lefutási anomáliák, de a lefutás pontos követése, szűkületek helyének pontos lokalizációja is lehetővé válik. A 3D és 4D rekonstrukció a térbeli elhelyezkedést és a mozgást modellálja.

A multiplanáris rekonstrukció (MPR = multiplanar reconstruction) során az általunk kiválasztott tetszőleges síkban a számítógép a mérési adatokból kétdimenziós képet épít fel, mely a képi megjelenítés és kiértékelés folyamatába tartozik. Angiográfias megjelenéshez hasonló ún. „angio view” képek (lásd 1. ábra) MIP (= maximal intensity projection) technikával nyerhetők (lásd 2, 4, 5. ábra), ahol az általunk kiválasztott legmagasabb denzitással bíró képelemek – nevezetesen meszes plakkok, kontrasztanyaggal kitöltött koronáriák – jelennek meg, ebből kivonva a háttér (szív lágyrészei, perikardium, környező egyéb lágyrészek) csak az erek maradnak.

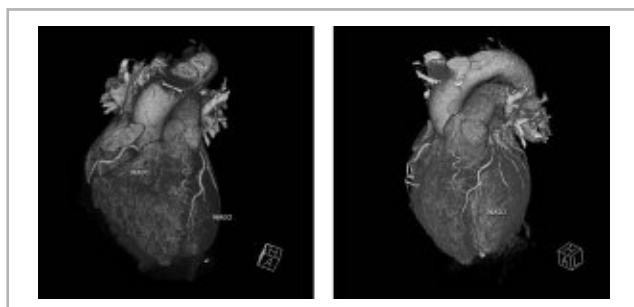
A lefutás megítélését a „curved” (= görbe síkú) MPR (cMPR) rekonstrukcióval végezhetjük. A koronáriák az eredéstől a másodlagos oszlásig követhetők, két dimenzióban kiteríthetők. Ezen rekonstrukció teszi lehetővé a koronária átmérő mérését, a plakk okozta szűkület fokának és a plakk



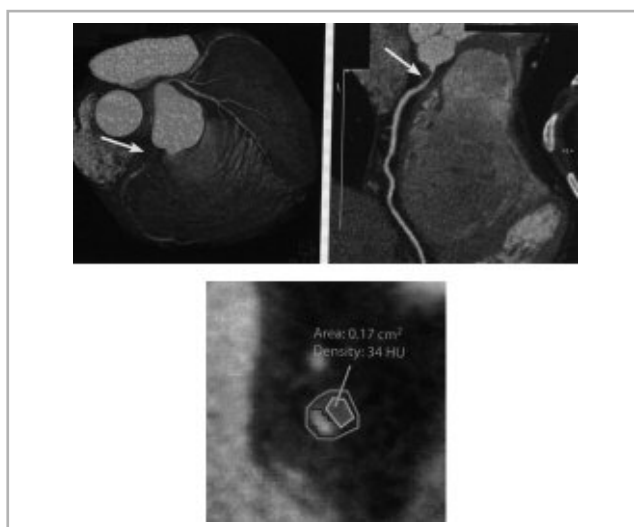
1. ábra
„Angio – view” koronária ábrázolás meszes plakkokkal és többszörös szűkületekkel



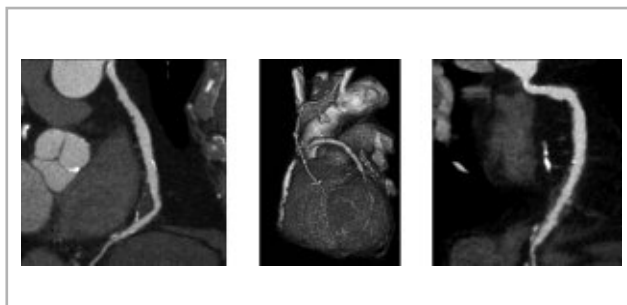
2. ábra
MIP projekció meszes falú plakk a LAD-on



3. ábra
3 dimenziós képi megjelenítés a koronáriákról változtatott színskálával alkalmazásával



4. ábra
Area szűkület ábrázolása és mérése a koronáriákon



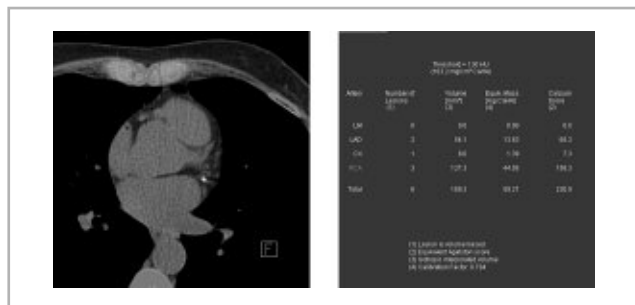
5. ábra
Meszes és lágy plakk, valamint koronária bypass-műtét utáni állapot

hosszának meghatározását, valamint a plakk analízist is, melyhez segítséget nyújt a plakk denzitás mérése megfelelő szoftverrel (meszes vagy lágy plakk, zsírtartalom foka).

A térbeli rekonstrukció (3D, 4D, „volume rendering”) való kép ad a szívről (lásd 3, 5. ábra), struktúráiról, pulzációs (mozgó) képet eredményez, az általunk kiválasztott tetzőleges színskálán megjelenítve. Diagnosztikai értéke fejlődési anomáliák, eredési variációk pontos lokalizálásában kiemelkedő, nem megfelelően pulzáló falrészletek kimutatására is jól alkalmazható.

KORONÁRIA CT-ANGIOGRÁFIA ÉRTÉKE, KORLÁTAI, JÖVŐJE

Az irodalmi adatok áttekintése nyilvánvalóvá teszi azt, hogy a CCTA jól alkalmazható és elfogadott a koronáriák sztenózisának detektálására, a szűkület fokának meghatározására. Intervenció után a graft-átjárhatóság megítélése is lehetséges CTA-val (tudni kell a sztent típusát, melyből denzitás mérhető, meszesedés, egyéb patológia elkülönítésére!). Az alkalmazott rekonstrukciók során nyert képi adatokból fejlődési variációk, rendellenességek jól definiálhatók, aneurysmák igazolhatók. Az intrakoronális szűkületet okozó plakk morfológiája pontosan meghatározható, mely a hagyományos koronária angiográfiával nem lehetséges ilyen pontossággal, eltérően a koronária angiográfiától, kimutatható és összetétel szempontjából analizálható a koronáriákban szűkületet okozó ateroszklerotikus plakk, mérhető az erek falvastagsága. In-stent sztenózis igazolására, fokának kimutatására és a koronária bypass-műtétet követően állapotellenőrzésre is kiválóan alkalmas. A DSCT-vel végzett CTA-nál éppen ultrafast üzemmódja miatt a mozgásműtékek kiküszöbölhetők, a diagnosztikus értéket nem rontják. Jól követhető koronária bypass-műtéten átesett beteg állapotának változása, gyógyszeres kezelésre beállított koronária betegnél a kezelés hatékonyságának lemérése. Láthatóvá tehetők a tünetmentes plakkok, ismertté válhat a tünetet nem, vagy alig okozó ateroszklerózis. A módszer érzékenysége készülékfüggő, jelenleg 80-95% közé helyezhető, de a szignifikáns koronária sztenózis kimutathatóságának foka jelenleg már 99%-os (negatív prediktív érték 97-99%). A vizsgálat kivitelezése egyszerű, intravénásan adott kontrasztanyag alkalmazásával jár, a beteg számára kevés-



6. ábra
Ca-scoring analízis

bé megterhelő. A hagyományos koronária angiográfia után szükség esetén azonnal intervenció (sztent beültetés, PTCA stb.) végezhető, ha a CCTA-val kimutatott lézió után intervenció szükséges, az második lépésben történik. Hagományos módszerrel nem mérhető az érfalvastagság, nem végezhető plakk analízis, tünetmentes lágy plakkok nem láthatók, nem mérhető számszerűen a sztenózis foka, az ún. area (az egész érkeresztmetszetre vonatkoztatott) sztenózis.

A koronáriákban lévő kalcifikáció (calcium scoring analysis) Agatston 1990-ben leírt score-rendszere alapján számított érték, egy tulajdonképpeni viszonyszám, osztályokba sorolja a koronáriákban mért kalcium értéket (lásd 6. ábra). Alacsony csőfeszítéssel (80kV) történik a vizsgálat, a vizsgálat szenzitivitását az 1000 Agatston-pontszám feletti érték jelentősen csökkenti, vele együtt csökken a szenzitivitás is. Minél több és kiterjedtebb a kalcium-depozitum kép-

ződés, annál súlyosabb koronáriabetegségre lehet számítani, ezért olyan országokban, ahol koronária CT-vizsgálatra alkalmas készülék kellő számban van, szűrésre is alkalmazták (Nyugat-Európa, USA), elsősorban a magas rizikójú fiatal felnőttek esetében. A ruptúrára hajlamos vulnérabilis plakk, melynek felismerése döntő a halálos kimenetelű akut miokardiális infarktus kivédésében, jól detektálható DSCT-vel. A vizsgálat sugárterhelése készülékfüggő, DSCT esetében a komplett vizsgálat (Ca-scoring mérése, kontrasztanyagot koronária CT-angiográfia) 5 mSv sugárterhelést eredményez. A hagyományos koronária-angiográfia sugárterhelése a beavatkozás milyenségétől függ, értéke 5-25 mSv között mozog.

Összefoglalva elmondható, hogy a koronária CT-angiográfia kiváló módszer a szív és a koronáriák ábrázolására, az érelváltozások helyi, méretbeli, összetételbeli meghatározására, a műtét utáni állapot követésére, a plakk-képződés kimutatására és fokának meghatározására, fejlődési anomáliák felismerésére és pontos lokalizálására, a beteg számára nem megterhelő, intravénásan adott kontrasztanyag adás mellett, ambuláner végezhető eljárás során, kis sugárterheléssel. Hazánkban a módszer elterjedésének gátat szab a vizsgálat végzésére alkalmas készülékek kis száma, de reményeink szerint a szám növekedni fog, és az indikációs kör folyamatos bővítése, valamint a vizsgált betegek számának emelkedése is várható. Nem utolsósorban a hazai radiológusok eszköztára egy újabb, igen korszerű vizsgálati módszerrel válhat gazdagabbá.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Achenbach, Stephan: Top 10 indications for coronary CTA. Supplement to Applied Radiology Dec 2006
- [2] Fishmann, Elliot K.: Cardiac CT: Where are we today and where are we going? Supplement to Applied Radiology 2006
- [3] Jacobs, Jill E.: How to do coronary CT angiography: A radiologist's perspective. Supplement to Applied Radiology 2006
- [4] Ohnesorge, Bernd M., Flohr, Thomas G., Becker, Christoph R. et al.: Multi-slice and Dual-source CT in Cardiac Imaging. Springer Second Edition 2007
- [5] Préda István, Kerecsen Gábor, Maurovich-Horvat Pál: Nem invazív coronaria-angiográfia sokszeteles komputertomográfiával. LAM 2007:17 (8-9): 555-563
- [6] Schoepf, Uwe-Joseph : CT of the Heart. Humana Press 2004
- [7] Seidensticker, Peter R., Hofmann, Lars K.: Dual Source CT Imaging. Springer 2008
- [8] Wann, Samuel : Cardiac CT for risk stratification. Supplement to Applied Radiology Dec 2006
- [9] White, Richard D.: Cardiac CT: Beyond the coronary arteries. Supplement to Applied Radiology Dec 2006

A SZERZŐK BEMUTATÁSA



Dr. Dérczy Katalin 1986-ban végzett a Pécsi Orvostudományi Egyetem Általános Orvostudományi Karán és végzése óta rövid megszakítással az egyetem Radiológiai Klinikáján dolgozik, jelenleg egyetemi főorvosi beosztásban. Szak-

vizsgáját 1990-ben szerezte meg, a klinika hagyományos röntgen, ultrahang, angiográfiai és CT részlegében dolgozott. Fő érdeklődési területe a CT és MR vizsgálatok köre. Számos előadással és poszterrel szerepelt kongresszusokon. A medikus oktatásban 1987-től, a posztgraduális képzésben annak indulásától vesz részt.

Dr. Battyány István bemutatása pedig lapunk VI. évfolyamának 6. számában olvasható.