

# CT–angiografija i MR–angiografija – neinvazivne radiološke metode prikaza patoloških promjena krvnih žila

**Maja Hrabak, Ranka Štern Padovan**

Klinički zavod za dijagnostičku i intervencijsku radiologiju, Klinički bolnički centar Zagreb, Rebro  
Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

**SAŽETAK** Angiografija kompjutoriziranom tomografijom (CT–angiografija) i magnetnom rezonancijom (MR–angiografijom) minimalno su invazivne metode prikaza krvnih žila glave, vrata, trupa i ekstremiteta. Indikacija za pretragu postavlja se na temelju kliničke slike te doplerske analize krvnih žila. Pretraga se radi uz intravensku primjenu kontrastnog sredstva putem automatskog injektora. Glavna prednost CT–angiografije u odnosu na MR–angiografiju jest visoka prostorna rezolucija s mogućnosti prikaza krvnih žila malenog promjera poput koronarnih arterija, dok su njezine mane korištenje ionizirajućeg zračenja, jednog kontrastnog sredstva i otežani prikaz prohodnog lumena na mjestu obilnih kalcificiranih aterosklerotskih plakova. Obje metode lako su podnošljive za bolesnika i omogućuju detaljan uvid u morfološke promjene krvnih žila te planiranje intervencijskog i/ili kirurškog liječenja

**KLJUČNE RIJEČI** angiografija kompjutoriziranom tomografijom; angiografija magnetnom rezonancijom; ateroskleroza

**K**ardiovaskularne bolesti vodeći su uzrok smrtnosti u razvijenim zemljama. Za prikaz patoloških promjena krvnih žila niz desetljeća bilo je nužno učiniti invazivnu dijagnostičku angiografiju s intraarterijskom primjenom kontrastnog sredstva. Navedena pretraga za bolesnika je neugodna, zahtijeva strogo mirovanje nakon pretrage, a punkcija arterije može izazvati komplikacije u obliku krvarenja ili formiranja pseudoaneurizme na mjestu punkcije. Iz navedenih razloga u novije vrijeme razvile su se metode neinvazivnog prikaza krvnih žila. Nakon kliničkog pregleda, doplerski prikaz krvnih žila prva je radiološka metoda pregleda analizi dostupnih krvnih žila, uključujući in-

trakranijske krvne žile sondom za transkranijalni dopler, zatim pregled karotidnih arterija, arterija i vena gornjih i donjih ekstremiteta, velikih krvnih žila medijastinuma transtorakalnim i transezofagijskim pregledom, abdominalne aorte, arterija zdjelice, renalnih arterija, kao i vena splenoportalnog venskog sustava. U osoba u kojih je potrebna daljnja evaluacija krvnih žila može se učiniti angiografija kompjutoriziranom tomografijom (CT–angiografija) ili magnetnom rezonancijom (MR–angiografija). Obje metode imaju svoje prednosti i nedostatke koje je potrebno poznavati kako bi se za pojedinog bolesnika odabrala najbolja dijagnostička metoda i mogao donijeti zaključak o potrebi daljnjeg liječenja.

## Nova Medixova rubrika – radiologija

**Poštovani čitatelji,**

S ciljem što kvalitetnijeg praćenja novih tehnoloških dostignuća na području dijagnostičke i intervencijske radiologije i prikaza suvremenih radioloških pretraga u kliničkoj praksi, od ovoga broja pokrećemo rubriku iz područja radiologije.

Ubrzani tehnološki napredak liječniku obiteljske medicine, ali i liječnicima drugih specijalnosti, otežava orijentaciju u odabiru adekvatne dijagnostičke i terapijske metode za određene bolesti, što rezul-

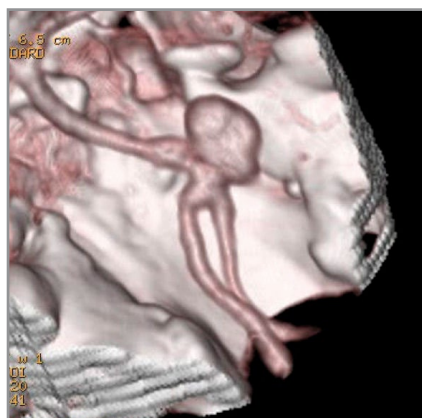
tira velikim broj nepotrebnih, a često i vrlo skupih pretraga. Kako bismo vam približili točne indikacije i algoritme primjene pojedinih pretraga te prezentirali dostupne radiološke metode za dijagnostiku i terapiju pojedinih stanja i bolesti, angažirali smo vodeće stručnjake iz spomenutog područja koji će preglednim člancima u svakom broju Medixa prikazivati dosege radiologije kao jedne od najperspektivnijih medicinskih grana današnjice.

## CT-ANGIOGRAFIJA

CT-angiografija radi se na suvremenim višeslojnim (engl. *multislice*, MSCT) ili multidetektorskim (MDCT) uređajima. Nedostatak metode jest da se za dobivanje slike koristi ionizirajuće rendgensko zračenje što ograničuje primjenu u djece, trudnica i osoba mlađe životne dobi.<sup>1</sup> Prije pretrage nužno je postavljanje venskog puta kroz koji se intravenski primjenjuje jodno kontrastno sredstvo automatskim injektorom uz brzinu protoka 4-5 mL/s. Vrijeme snimanja usklađuje se s ubrizgavanjem kontrastnog sredstva te se arterije prikazuju tijekom prvog prolaza kontrastnog sredstva kroz plućni odnosno sistemski krvotok, a vene u kasnijoj fazi, obično 70-100 sekundi nakon početka primjene kontrastnog sredstva. Trajanje snimanja svake faze iznosi 10-15 sekundi.

Moguće je prikazati intrakranijske arterije, najčešće radi utvrđivanja aneurizme (slika 1),<sup>2</sup> stenozе<sup>3</sup> ili razvojnih anomalija krvnih žila. CT-angiografija karotidnih arterija indicirana je u bolesnika s doplerski verificiranom stenozom, te omogućuje kvantifikaciju stenozе, kao i karakterizaciju aterosklerotskog plaka

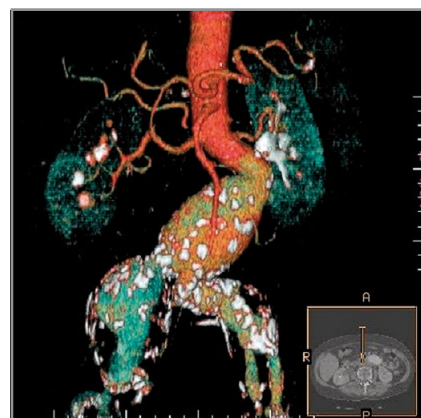
(mekani, kalcificirani, mješoviti) koji uzrokuje stenozu.<sup>3</sup> Nadalje, CT-angiografijom precizno se mogu prikazati bolesti aorte: disekcija (slika 2), aneurizma (slika 3), traumatska lezija aorte (slika 4), kao i kongenitalne bolesti poput koarktacije.<sup>4</sup> Na suvremenim brzim uređajima moguće je prikazati koronarne arterije uz sinkronizaciju pregleda s EKG-om (slika 5), a najčešća indikacija za CT-koronarografiju je isključenje koronarne bolesti u simptomatskih bolesnika s umjerenim rizikom za koronarnu bolest.<sup>5</sup> CT-angiografija plućnih arterija metoda je izbora u bolesnika sa sumnjom na plućnu emboliju jer omogućuje detaljnu procjenu opsega plućne embolije, znakove opterećenja desnog ventrikula, kao i evaluaciju tromboze vena zdjelice i nogu kao izvora embolusa.<sup>6</sup> Prikazom renalnih arterija isključuje se ili potvrđuje stenozа renalne arterije kao uzrok sekundarne arterijske hipertenzije (slika 6), te planira intervencijsko liječenje.<sup>7</sup> CT-angiografija zdjelice i nogu (slika 7) indicirana je u osoba s perifernom arterijskom bolesti i sniženim omjerom krvnog tlaka na gležnju i krvnog tlaka na nadlaktici (tzv. *ankle-brachial index*, ABI), nakon koje je moguć odabir načina liječenja te planiranje intervencijskog ili kirurškog zahvata.<sup>8</sup>



**SLIKA 1.** Sakularna aneurizma na spoju vertebralnih i bazilarne arterije (3D rekonstrukcija CT-angiografije)



**SLIKA 2.** Disekcija aorte tipa Stanford B (kosa parasagitalna rekonstrukcija CT-angiografije)



**SLIKA 3.** Infrarenalna aneurizma abdominalne aorte sa širenjem u obje zajedničke ilijačne arterije (3D rekonstrukcija CT-angiografije)



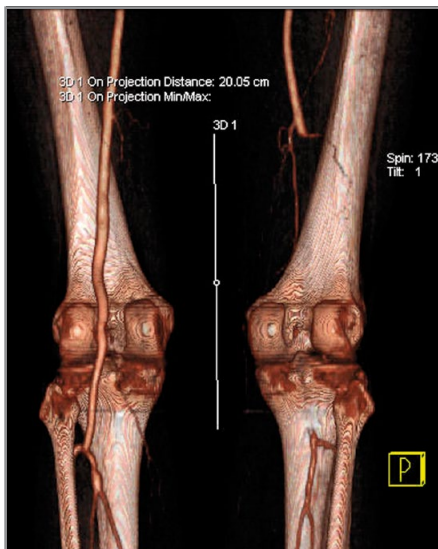
**SLIKA 4.** Istmična traumatska ruptura torakalne aorte (strelica, 3D rekonstrukcija CT-angiografije, posteriorni pogled)



**SLIKA 5.** Trodimenzionalna rekonstrukcija koronarnih arterija kod CT-angiografije (uredan nalaz)



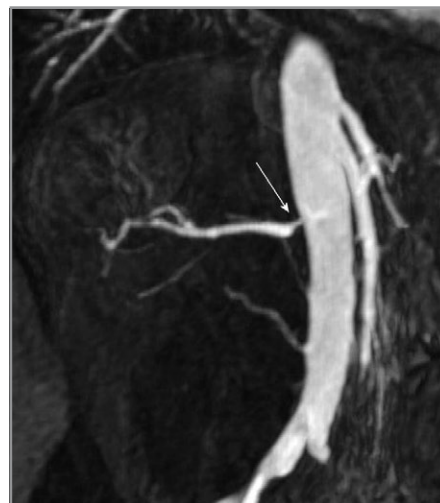
**SLIKA 6.** Ishodišna stenozа desne renalne arterije (strelica) i aterosklerotiske promjene abdominalne aorte (3D rekonstrukcija CT-angiografije)



**SLIKA 7.** Okluzija lijeve poplitealne arterije (3D rekonstrukcija CT-angiografije, posteriorni pogled)



**SLIKA 8.** MR-angiografija abdominalne aorte i donjih ekstremiteta u bolesnika s okluzijom abdominalne aorte i revaskularizacijom femoralnih arterija putem kolateralnih krvnih žila



**SLIKA 9.** Ishodišna stenozna desne renalne arterije (strelica, MR-angiografija)

Prije primjene jodnih kontrastnih sredstava potrebno je imati podatke o bubrežnoj funkciji, ranijim alergijskim reakcijama na kontrastna sredstva, lijekove i ostale alergene, te bolestima pluća, srca i štitnjače.<sup>9</sup> U osoba s oštećenom bubrežnom funkcijom i osobito dijabetičkom nefropatijom, nakon primjene kontrasta moguće je pogoršanje renalne funkcije. Stoga u bolesnika s povišenom serumskom vrijednosti kreatinina treba izbjegavati primjenu jodnih kontrasta, a ukoliko je ona nužna, pogoršanje renalne funkcije može se djelomično prevenirati dobrom peroralnom i intravenskom hidracijom bolesnika prije i nakon pretrage. Kontrastno sredstvo ne smije se primijeniti u osoba s ranijom ozbiljnom alergijskom reakcijom na kontrast, a u onih s blažom reakcijom te alergijama na druge alergene potrebna je premedikacija antihistaminicima i/ili kortikosteroidima.

#### MR-ANGIOGRAFIJA

MR-angiografija uključuje niz tehnika snimanja kojima se prikazuju krvne žile različitih dijelova tijela sa ili bez intravenske primjene paramagnetskog kontrastnog sredstva (kelati gadolinija) putem automatskog injektora (slike 8 i 9).<sup>10</sup> Glavna prednost MR-angiografije u odnosu na CT-angiografiju je da se pri snimanju ne koristi ionizirajuće zračenje te da su alergijske reakcije na paramagnetska kontrastna sredstva znatno rjeđa nego na jodna kontrastna sredstva. U današnje vrijeme prostorna rezolucija magnetne rezonancije slabija je od kompjutorizirane tomografije što otežava prikaz

krvnih žila uskog lumena. Magnetnom rezonancijom ne prikazuju se kalcifikacije koje, za razliku od CT-angiografije, ne otežavaju prikaz prohodnog lumena arterije.<sup>11</sup> Fazno-kontrastnom angiografijom moguće je mjeriti protok i njegovu brzinu kroz srčane valvule i krvne žile.

MR-angiografijom mogu se prikazati svi vaskularni segmenti, kao i CT-angiografijom. Kontraindikacije za MR-angiografiju jednake su kontraindikacijama za MR-pregled ostalih dijelova tijela; najčešće se radi o bolesnicima s ugrađenim srčanim ili drugim elektrostimulatorima te metalnim stranim tijelima, izuzev implantata građenih od titana. „Tunel“ uređaja u kojem leži bolesnik promjera je 60-70 cm zbog čega je pregled često nemoguć u debelih osoba, a u osoba s izraženom klaustrofobijom obično je potrebna sedacija. Sedacija ili opća anestezija nužna je i kod malene djece i nesuradljivih bolesnika jer je pregled dugotrajan te zahtijeva mirovanje bolesnika tijekom snimanja. Izuzetno rijetko u bolesnika s uznapredovalom renalnom insuficijencijom nakon primjene paramagnetskog kontrastnog sredstva može se razviti nefrogena sistemska fibroza, zbog čega se preporučuje da se paramagnetska kontrastna sredstva ne primjenjuju u osoba s klirensom kreatinina manjim od 30 ml/min.<sup>9</sup>

#### PREDNOSTI I NEDOSTACI

CT-angiografija i MR-angiografija minimalno su invazivne metode kojima je moguće prikazati patološke

promjene svih segmenata arterijskog i venskog sustava. Obje metode imaju svoje prednosti i nedostatke koje je potrebno poznavati kako bi se za pojedinog bolesnika odabrala bolja metoda. CT ili MR pregledu žila treba prethoditi doplerski pregled, jer su uređaji znatno dostupniji, cijena pregleda je niža, pri pregledu se koriste ultrazvučni valovi, a nije potrebna primjena kontrastnog sredstva. U osoba s patološkim doplerskim nalazom indicirana je daljnja obrada jednom od navedenih metoda s ciljem odabira i planiranja liječenja.

U bolesnika s ugrađenim srčanim elektrostimulatorom, kao i u većine bolesnika s metalnim implantatima, CT-angiografija je metoda izbora, no treba biti svjestan da i pri CT-angiografiji strana tijela uzrokuju artefakte snimanja koji otežavaju analizu struktura smještenih u blizini metalnog stranog tijela. U bolesnika s početnom renalnom insuficijencijom MR-angiografija bolja je metoda izbora nego CT-angiografija jer jedna kontrastna sredstva koja se koriste kod CT-angiografije mogu uzrokovati pogoršanje renalne funkcije. U osoba s uznapredovalom renalnom insuficijencijom potrebno je izbjegavati korištenje obje metode ukoliko je moguće, s obzirom na štetan učinak i jodnog i gadolinijevog kontrastnog sredstva. Za prikaz krvnih žila uskog lumena CT-angiografija bolja je metoda u odnosu na MR-angiografiju s obzirom na bolju prostornu rezoluciju, dok je prikaz prohodnog lumena u arterijama izrazito kal-

cificirane stijenke znatno bolji MR-angiografijom. Kod djece, trudnica i mlađih osoba prednost svakako ima MR-angiografija s ciljem izbjegavanja ionizirajućeg zračenja. CT-angiografija znatno je brža metoda snimanja što olakšava njezinu primjenu u nesuradljivih bolesnika, a CT-uređaji su dostupniji u odnosu na MR-uređaje. Pomoću obje metode moguća je detekcija, karakterizacija i određivanje značaja aterosklerotskih plakova, uz napomenu da se kalcifikacije unutar plakova prikazuju samo CT-angiografijom.

Suvremeni uređaji uključuju različite softverske pakete za naknadnu obradu slike (engl. *postprocessing*) kojima radiolog izrađuje rekonstruirane dvodimenzionalne i trodimenzionalne slike u različitim ravninama i orijentacijama kada je to potrebno radi dijagnostike odnosno planiranja intervencijskog ili kirurškog liječenja. Naknadna obrada slike vremenski je zahtijevna, no omogućuje detaljan prikaz krvnih žila za planiranje intervencijskih i kirurških zahvata.

#### ZAKLJUČAK

CT-angiografijom i MR-angiografijom moguće je detaljno prikazati patološke promjene krvnih žila te planirati liječenje. Pri odabiru bolje pretrage za svakog pojedinog bolesnika potrebno je poznavati prednosti i nedostatke obje metode te pregled individualno planirati.

## Computed tomography angiography and magnetic resonance angiography – non-invasive radiological imaging of vascular pathology

**SUMMARY** *Computed tomography angiography (CTA) and magnetic resonance angiography (MRA) are minimally invasive techniques that can be used for imaging of head, neck, body and extremity blood vessels. The indication for the examination must be based on the patient's clinical condition and Doppler analysis of blood vessels. CTA or MRA are performed after an intravenous injection of contrast agent via automatic injector. The main advantage of CTA over MRA is its high spatial resolution and the ability to depict small-calibre vessels, such as coronary arteries. The disadvantages of CTA are the exposure of patients to ionizing radiation, use of iodine contrast media and poor visualization of flow lumen in calcified atherosclerotic vessels. Both diagnostic techniques are well-tolerated by patients and provide detailed images of morphological changes in blood vessels needed for planning of interventional and/or surgical treatment.*

**KEY WORDS** *atherosclerosis; magnetic resonance angiography; tomography, x-ray computed*

#### LITERATURA

- Hollingsworth CL, Yoshizumi TT, Frush DP, Chan FP, Toncheva G, Nguyen G, Lowry CR, Hurwitz LM. Pediatric cardiac-gated CT angiography: assessment of radiation dose. *AJR Am J Roentgenol* 2007;189:12-8.
- Bracard S, Anxionnat R, Picard L. Current diagnostic modalities for intracranial aneurysms. *Neuroimaging Clin N Am* 2006;16:397-411.
- Enterline DS, Kapoor G. A practical approach to CT angiography of the neck and brain. *Tech Vasc Interv Radiol* 2006;9:192-204.
- Yu T, Zhu X, Tang L, Wang D, Saad N. Review of CT angiography of aorta. *Radiol Clin North Am* 2007;45:461-83.
- Mowatt G, Cook JA, Hillis GS, Walker S, Fraser C, Jia X, Waugh N. 64-Slice computed tomography angiography in the diagnosis and assessment of coronary artery disease: systematic review and meta-analysis. *Heart* 2008;94:1386-93.
- Salvolini L, Scaglione M, Giuseppetti GM, Giovagnoni A. Suspected pulmonary embolism and deep venous thrombosis: A comprehensive MDCT diagnosis in the acute clinical setting. *Eur J Radiol* 2008;65:340-9.
- Glockner JF, Vrtiska TJ. Renal MR and CT angiography: current concepts. *Abdom Imaging* 2007;32:407-20.
- Fleischmann D, Lammer J. Peripheral CT angiography for interventional treatment planning. *Eur Radiol* 2006;16 Suppl 7:M58-64.
- ESUR guidelines on contrast media version 6.0, 2007.
- Miyazaki M, Lee VS. Nonenhanced MR angiography. *Radiology* 2008;248:20-43.
- Ozgun M, Rink M, Hoffmeier A, Botnar RM, Heindel W, Fischbach R, Maintz D. Intraindividual comparison of 3D coronary MR angiography and coronary CT angiography. *Acad Radiol* 2007;14:910-6.

#### ADRESA ZA DOPISIVANJE

Maja Hrabak, dr. med.

Klinički zavod za dijagnostičku i intervencijsku radiologiju, KBC Zagreb, Rebro

Kišpatićeva 12, 10000 Zagreb

E-mail: majahrabak@gmail.com

Telefon: +385 1 2388 455