

*Aktuelne teme/
Current topics*

ULOGA KOMPJUTERIZOVANE
TOMOGRADIJE U DIJAGNOSTICI
AKUTNOG MOŽDANOG UDARA

Correspondence to:

Dr Dejan Kostić

Institut za radiologiju vojnomedicinske
akademije Beograd
Crnotravska 17, 11000 Beograd
Mob. tel. 063 69 69 79
telefon na poslu 011 266 34 81
e-mail: kostic_dejan@ikomline.net

ROLE OF CT IN ACUTE STROKE

Dejan Kostić¹, Biljana Georgievski-Brkić², Leposava
Sekulović¹, Aleksandar Jovanovski¹, Milan Šćepanović¹,
Smiljana Kostić³

¹ Institut za radiologiju, Vojnomedicinska akademija Beograd,

² Bolnica za cerebrovaskularne bolesti „Sveti Sava” Beograd,

³ Klinika za neurologiju, Vojnomedicinska akademija Beograd.

Ključne reči

CT-angiografija, CT-perfuzija, Akutni
moždani udar, penumbra, trombolitička
terapija

Key words

CT-angiography, CT-perfusion, Acute
stroke, penumbra, thrombolytic therapy

Sažetak

Akutni moždani udar je treći uzrok smrti u razvijenom svetu odmah posle kardiovaskularnih bolesti i maligniteta, a prvi uzrok smrti u našoj sredini. Ovo je i bolest sa najvećim stepenom invaliditeta; oko jedne polovine preživelih sa moždanim udarom ima zaostale neurološke ili psihičke sekvele. Cilj radioloških dijagnostičkih procedura je postavljanje dijagnoze što je pre moguće. Uloga kompjuterizovane tomografije (CT) se ogleda u isključivanju hemoragije ili drugih promena nastalih kao posledica neoplazme ili infekcije koje mogu imitirati kliničku sliku moždanog udara. Naprednim CT tehnikama – CT-angiografijom i CT-perfuzijom mogu se vizuelizovati okluzije, stenozе i disekcije krvnih sudova i definisati tkivo u riziku -penumbra. Informacije dobijene CT tehnikama mogu pomoći u određivanju kojim će se pacijentima ordinirati trombolitička terapija, a kojima ne.

Akutni moždani udar (AMU) definiše se kao fokalni ili globalni poremećaj moždane funkcije, koji naglo nastaje, traje duže od 60 minuta, a posledica je poremećaja moždane cirkulacije ili stanja u kome protok krvi nije dovoljan da zadovolji metaboličke potrebe neurona za kiseonikom i glukozom^{1,2}. U zavisnosti od mehanizma nastanka AMU se može klasifikovati u dve velike grupe: a) Akutni ishemijski moždani udar (AIMU) koji nastaje kao posledica okluzije krvnog suda bilo trombom ili embolusom. Ovaj udar je značajno češći i dijagnostikuje se u oko 75-80% bolesnika; i b) Akutni hemoragijski moždani udar koji može biti po tipu intracerebralne (ICH) ili subarahnoidalne hemoragije (SAH), a dijagnostikuje se u preostalih 20-25% bolesnika. Prema novijim istraživanjima ishemijski moždani udar obuhvata trombozu, emboluse, vensku trombozu i sistemsku hipoperfuziju³.

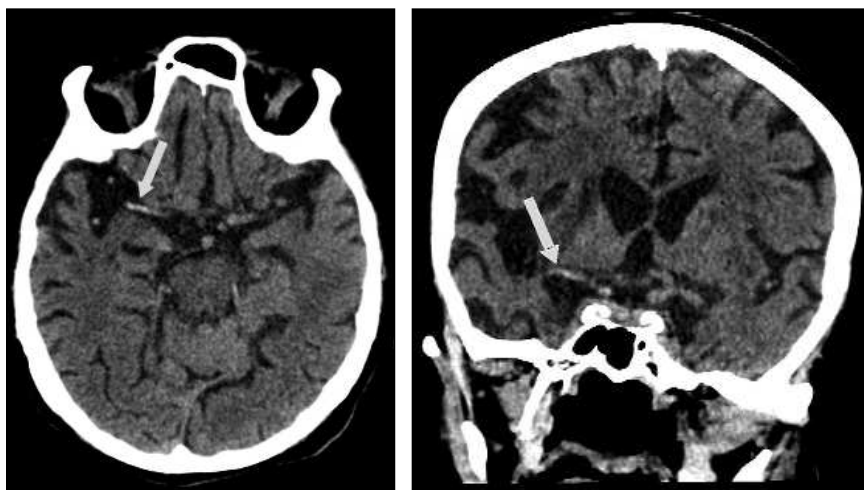
Iako je biohemijski proces ishemijskog oštećenja mozga uniforman, postoji veoma veliki broj različitih uzroka nastanka AIMU: ateroskleroza velikih arterija, kardioembolizacija, bolest malih arterija (lakune) kao i neaterosklerotske arteropatije (neinflamatorne i inflamatorne), hiperkoagulabilna stanja, nasledni i stečeni hematološki

poremećaji, antifosfolipidni sindrom, migrena, vazospazam kod SAH, sistemska hipotenzija, konzumiranje alkohola, narkomanija, trudnoća i puerperijum¹.

Ključna uloga kompjuterizovane tomografije (CT) je u isključenju hemoragije ili drugih promena nastali kao posledica neoplazme ili infekcije koje mogu „imitirati“ sliku moždanog udara (slika 1). Prilikom pregleda CT-a pacijenata sa simptomatologijom akutnog moždanog udara treba se rukovoditi Rowley-evim pristupom odnosno procenom 4P (parenhim, krvni sudovi-pipes, perfuzije i penumbra)⁴.



slika 1. Nekontrastni CT pokazuje intracerebralnu hemoragiju u bazalnim ganglijama levo sa prodorom krvi u komorni sistem. Hemoragičan sadžaj prisutan i u sulkusima frontoparijetalno obostano kao i interhemisferično.



Slika 2. Nekontrastni aksijalni i koronalni CT pokazuje hiperdenzni proksimalni segment arterije cerebri medije sa desne strane - tromboza (na slici označeno strelicom)

Analizom parenhima detektuju se rani znaci akutnog moždanog udara i isključuje hemoragija kao uzroka. U prvih dva sata od početka nastanka simptoma, CT nalaz je normalan. U narednih par sati CT-om se mogu detektovati rani znaci akutnog ishemijskog moždanog udara, odnosno, znak vrpce, gubitak insularne trake i zamračenje nukleusa lentiformisa. „Znak vrpce“ predstavlja hiperdenzitet u krvnom sudu (najčešće ACM) koja je posledica akutne tromboze i odgovara trombu (slika 2). Ovaj znak je visoko specifičan ali niske senzitivnosti, jer se hiperdenzitet ACM-a uočava i kod kalcifikacija ili kod visokog nivoa hematokrita. Promene su u tim slučajevima najčešće bilateralne 5,6,7,8,9. Citoksični edem koji je posledica akutne ishemije obično je znak ranog i ireverzibilnog oštećenja i CT pregledom se vidi kao zona smanjene atenuacije. Ukoliko je ishemijskom zahvaćen insularni korteks tada se ne može napraviti diferencijacija između sive i bele moždane mase. Ovaj znak je poznat kao znak gubitka insularne trake (slika 3) 10.

Iz istog razloga ukoliko je ishemično područje nukleusa lentiformisa doći će do gubitka diferencijacije bazalnih ganglija. Ovaj znak se može videti dve sata nakon nastanka moždanog udara (slika 4) 11. U daljoj evoluciji moždanog udara, ishemična zona postaje jasno demarkirana od okolnog parenhima, a edem dovodi do uvećanja girusa i posledičnog zaravnjivanja sulkusa. Takođe se može videti i kompresivni efekat na okolni komorni sistem (slika 4).

Za utvrđivanje kvantiteta promena zahvaćenih ishemijskom koriste se *The Alberta Stroke Program Early CT* (ASPECT Score) koji koristi 10 bodovni topografski sistem, pri čemu su teritorije koja vaskularizuje arterija cerebri media (ACM) podeljene na deset regija i gde svaka od njih označava po jedan bod u krajnjem rezultatu. Shodno tome, normalna ACM teritorija ima ASPECT Score 10 (slika 5). Za svaku regiju zahvaćenu ishemijskom oduzima se po jedan



Slika 3. Nekontrastni CT pokazuje gubitak diferencijacije sive i bele moždane mase insularno levo kao i nemogućnost diferencijacije *nc.lentiformisa* levo.



Slika 4. Nekontrastno CT pokazuje frontoparijetalno levo difuznu hipodenznu zonu koja odgovara akutnoj ishemijskoj sa edematoznim girusima, zaravnjenim sulkusima i kompresivnim efektom na telo i frontalni rog leve bočne komore.

bod. Ukoliko je ASPECT Score vrednosti između 8 i 10 kod pacijenata je indikovana tromboliza sa 0,9 mg / ml rt – PA 12,13.

Procena krvnih sudova vrši se CT angiografijom, i to analizom kako ekstrakranijalnih tako intrakranijalnih krvnih sudova u cilju identifikacije i lokalizovanja arterijskih okluzivnih oboljenja, kao i kvantifikovanja stepena stenoziranja i određivanja patologije (disekcija ateroskleroza, aneurizmatiska proširenja, arteriovenske malformacije) (slika 6) 14.

U akutnoj ishemijskoj moždanoj možemo razlikovati dve zone: centralnu sa ireverzibilnim oštećenjem tkiva i perifernu u kojoj su oštećenja potencijalno reverzibilna ukoliko se pravovremeno izvrši

rekanalizacija okludiranog krvnog suda. Ovo potencionalno reverzibilno područje naziva se *penumbra* ili tkivo u riziku 15.

CT perfuzija je dinamička dijagnostička metoda kojom se može evaluirati dotok krvi u moždano tkivo uz intravenusku primenu (i.v.) kontrastnog sredstva. Ona nam omogućava da odredimo preciznu lokalizaciju i veličinu infarkta i identifikuje penumbra (regiju u kojoj su neuroni su afunkcionalni, ali još uvek sposobni za život i mogu se spasiti ukoliko se primeni brza, jedina i adekvatna terapija, a to je trombolitička terapija). U zavisnosti od softverskih mogućnosti CT aparata, može se uraditi perfuzija jednog dela mozga ili čitavog endokranijuma. Ukoliko nije moguće načiniti perfuziju (CTP) čitavog endokranijuma, onda je jako važno odrediti nivo skeniranja u toku perfuzije. CTP se najčešće vrši u nivou bazalnih ganglija. Primenom specijalnog neoperfuzionog programa dobijaju se mape mozga u koloru, tačnije parametri koji se kasnije analiziraju: cerebral blood flow (CBF), cerebral blood volume (CBV) i mean transit time (MTT).

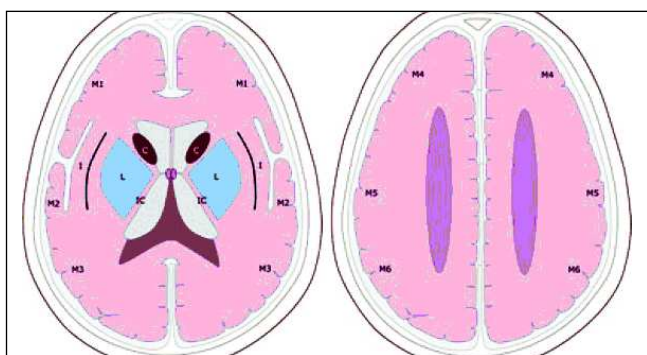
CBV mapa na kojoj se vidi perfuzioni deficit koji predstavlja „cor“ ili srž infarkta ili skup ćelija koje su u potpunosti odumrle. Razlika u veličini perfuzionog deficita CBV i CBF mape označava penumbra. Ukoliko nema razlike u veličini perfuzionog deficita ukršanjem CBV i CBF mape, znači da ne postoji penumbra. MTT je najsenzitivnija mapa i ona je najčešće služi za otkrivanje lakunarnih infarkta mozga (slika 7)¹⁶.

Nekontrastni CT je dijagnostička tehnika izbora u većini situacija za inicijalni pristup suspektom moždanom udaru. Približno dve trećine svih akutnih ishemijskih moždanih udara se pojavljuju u vaskularnoj teritoriji ACM-a 17. Dijagnostikovanje ovih ishemijskih promena na CT-u može biti teško, a rani radiološki znaci mogu biti diskretni. To je razlog što su rezultati retrospektivnih studija pokazali da je pregled senzitan u 66%, a specifičan u 87% slučajeva¹⁸. Shodno maksimi „time is brain“ najvažniji je brz klinički i dijagnostički pristup, a u cilju što ranije primene trombolitičke terapije.

Prednosti metode su: kratko vreme pregleda, osetljivost pri otkrivanju kalcifikacija i akutnih krvarenja i odlična vizualizacija anatomske koštane struktura baze lobanje i kičmenog stuba. Bitno je napomenuti da kod pacijenata koji imaju strana metalna tela ili ugrađen provodnik ritma MRI snimanje nije moguće¹⁹.

Nedostaci metode su zračenje u toku pregleda, manja osetljivost za lezije malog mozga, moždanog stabla i temporalnih režnjeva zbog artefakata od bliskih koštanih struktura. CT može da bude neuspešan pri otkrivanju infarkta u vertebrobazilarnom slivu, u blizini kostiju lobanje, onih manjih od 5 mm u promeru, kao i infarkta koji su praćeni malim edemom¹⁹.

I pored tehnološkog napredka i uvođenja savremenih dijagnostičkih metoda, CT pogotovo nekontrastni, i dalje predstavlja zlatni standard u dijagnostici akutnih moždanih udara.



Slika 5. ASPECTS (eng. „The Alberta Stroke Program Early CT“ Score)

M1: „anteriorni MCA korteks“ - frontalni operculum

M2: „MCA korteks lateralno od insularnog korteksa“ - anteriorni temporalni lobus

M3: „posteriorni MCA korteks“ posteriorni temporalni lobus

M4: „anteriorna MCA teritorija superiorno od M1“

M5: „lateralna MCA teritorija superiorno od M2“

M6: „posteriorna MCA teritorija superiorno od M3“

C: caput nuclei caudati

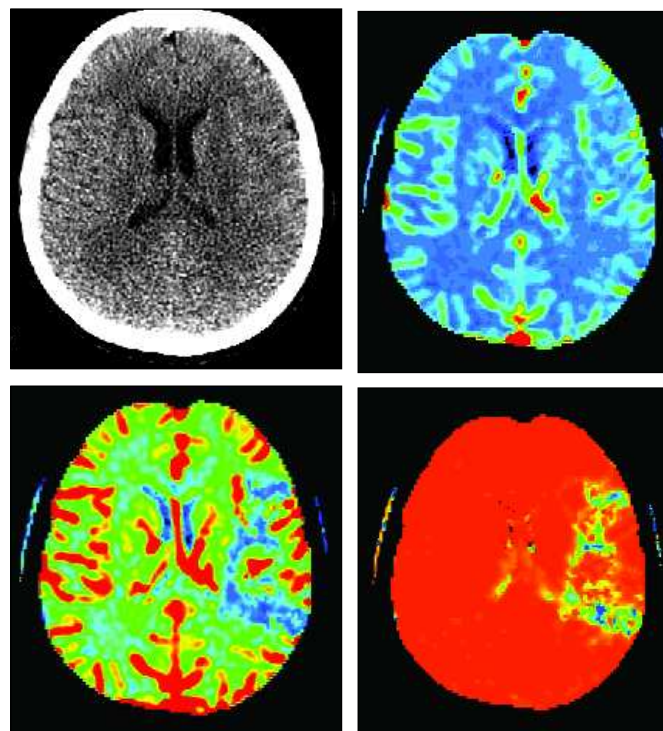
L: nukleus lentiformis

IC: capsula interna

I: insularni korteks



Slika 6. Trodimenzionalna volume rendering CT angiografija. Ne vizuelizuju se desna unutrašnja karotidna arterija, desna srednja cerebralna arterija i desni A1 segment prednje cerebralne arterije. Nalaz bi odgovarao okluziji desne unutrašnje karotidne arterije.



Slika 7. Nativni CT, CBF, CBV, MTT: nekontrastni CT ne pokazuje znake akutnog moždanog udara. U CBF mapi vidi se veliki perfuzioni deficit frontotemporalno levo u zoni irigacije ACM. U istoj regiji vidi se izrazito produžen MTT. Manji perfuzioni deficit se vidi u CBV mapi frontalno levo tako da se ukršanjem CBV i CBF mape vidi razlika u veličini perfuzionog deficita pri čemu je on znatno manji na CBV mapi što ukazuje na veću zonu penumbre i pacijent je kandidat za trombolitičku terapiju.

Abstract

Acute stroke is the third leading cause of death in the developed world, after cardiovascular disease and malignancy, and the leading cause of death in our society. This is the disease with the highest level of disability; about one-half of the stroke survivors have residual neurological or psychological consequences. The aim of neuroradiology is establishing diagnosis as soon as possible. The role of computed tomography (CT) is reflected in the exclusion of hemorrhage or other changes that occurred as a result of infection or neoplasm that can mimic the clinical picture of a stroke. Advanced CT techniques – CT-angiography and CT-perfusion could visualize occlusions, stenosis and dissections of blood vessels and define tissue in the risk - penumbra. Information obtained with CT techniques can help to determine to which patients we will prescribe thrombolytic therapy.

LITERATURA

1. National Collaborating Centre for Chronic Conditions. Stroke: national clinical guidelines for diagnosis and the initial management of acute stroke and transient ischaemic attack (TIA). London: Royal College of Physicians, 2008
2. Easton JD, Saver JL, Albers GW et al. Definition and evaluation of transient ischemic attack. American Heart Association/American Stroke Association Stroke Council, Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia; Council on Cardiovascular Radiology and Intervention. Stroke 2009; 40:2276–93.
3. Amarenco P, Bogousslavsky J, Caplan LR, et al. Classification of stroke subtypes. Cerebrovasc Dis 2009; 27: 493-501.
4. Rowley HA. The four Ps of acute stroke imaging: parenchyma, pipes, perfusion, and penumbra. AJNR Am J Neuroradiol 2001; 22: 599–601.
5. Barber PA, Demchuk AM, Hudon ME, et al. Hyperdense sylvian fissure MCA “dot” sign: a CT marker of acute ischemia. Stroke 2001; 32:84-8.
6. Leys D, Pruvo JP, Godefroy O, Rondepierre P, Leclerc X. Prevalence and significance of hyper-dense middle cerebral artery in acute stroke. Stroke 1992; 23:317–324.
7. Bastianello S, Pierallini A, Colonnese C, et al. Hyperdense middle cerebral artery CT sign: comparison with angiography in the acute phase of ischemic supratentorial infarction. Neuroradiology 1991; 33: 207–211
8. von Kummer R, Meyding-Lamade U, Forsting M, et al. Sensitivity and prognostic value of early CT in occlusion of the middle cerebral artery trunk. AJNR Am J Neuroradiol 1994; 15: 9–15.
9. Tomsick TA, Brott TG, Olinger CP, et al. Hyperdense middle cerebral artery: incidence and quantitative significance. Neuroradiology 1989; 31: 312–315.
10. Truwit CL, Barkovich AJ, Gean-Marton A, et al. Loss of the insular ribbon: another early CT sign of acute middle cerebral artery infarction. Radiology 1990; 176:801-6.
11. Tomura N, Uemura K, Inugami A, et al. Early CT finding in cerebral infarction: obscuration of the lentiform nucleus. Radiology 1988; 168:463-7.
12. Barber PA, Demchuk AM, Zhang J, et al. Validity and reliability of a quantitative computed tomography score in predicting outcome of hyperacute stroke before thrombolytic therapy. ASPECTS Study Group. Alberta Stroke Programme Early CT Score. Lancet 2000; 355:1670-4.
13. Pexman JH, Barber PA, Hill MD, et al. Use of the Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS) for assessing CT scans in patients with acute stroke. AJNR Am J Neuroradiol 2001; 22: 1534-42
14. Katz DA, Marks MP, Napel SA, Bracci PM, Roberts SL. Circle of Willis: evaluation with spiral CT angiography, MR angiography, and conventional angiography. Radiology 1995; 195:445–449.
15. Astrup J, Siesjö BK, Symon L. Thresholds in cerebral ischemia: the ischemic penumbra. Stroke 1981; 12:723–725.
16. Cianfoni A, Colosimo C, Basile M, et al. Brain perfusion CT: principles, technique and clinical applications Radiol Med 2007; 112:1225e43.
17. Hacke W, Kaste M, Bluhmki E, et al. Thrombolysis with alteplase 3 to 4.5 hours after acute ischemic stroke. N Engl J Med 2008; 359:1317e29.
18. Wardlaw JM, Mielke O. Early signs of brain infarction at CT: observer reliability and outcome after thrombolytic treatment systematic review. Radiology 2005; 235:444-53.
19. Chalela JA, Kidwell CS, Nentwich LM, et al. Magnetic resonance imaging and computed tomography in emergency assessment of patients with suspected acute stroke: a prospective comparison. Lancet 2007; 369:293e8.