

RADIOLOGIJA

korak ispred

ISSN 2683-5509



ČASOPIS UDRUŽENJA STRUKOVNIH MEDICINSKIH RADIOLOGA VOJVODINE

GODINA 03 • BROJ 03 • MAJ 2024

RADIOLOGIJA

KORAK ISPRED

AMICUS 
Modern Medicines for All

Visoka strukovna škola
ICEPS


MAGNA
PHARMACIA

 **mark medical™**
empowering healthcare.


BEOLASER




ALPHA IMAGING
CONSULTING, TRAINING & SUPPORT


VISARIS


SANOmed


MEDICOM
Sabac

Udruženja u regionu





Glavni i odgovorni urednik
Aleksandar Marković

Uredništvo:
Jasmina Tomić
Jarmila Činčurak
Davor Stojanović
Isidora Vuković

Tehnički urednik
Nenad Delibos

Lektor
Jelena Kovačević

Adresa uredništva:
Hajduk-Veljkova 1-9
Novi Sad

Kontakt: +381642653788
+381648069371
+381648069882

E mail:
drtvovodine@gmail.com

www.vort.org.rs

Izlazi jedanput u dve godine

Štampa:
Štamparija Rađenović

Adresa:
Desanke Maksimović 52
Novi Sad

Tiraž: 500 primeraka

CIP - Каталогизacija y публикации
Библиотеке Матице српске, Нови Сад
615.849

RADIOLOGIJA : korak ispred / glavni
i odgovorni urednik

Aleksandar Marković. - God. 3, br. 3
(maj 2024)-. - Novi Sad :

Udruženje strukovnih medicinskih
radiologa Vojvodine, 2020- . - 27 cm
Jednom u dve godine.

ISSN 2683-5509 = Radiologija
COBISS.SR-ID 14731785

RADIOLOGIJA

korak ispred

NOVI SAD,
GODINA 03 • BROJ 03 • MAJ 2024

REČ GLAVNOG UREDNIKA



Poštovani čitaoci, drage kolegice i kolege, treći broj časopisa RADIOLOGIJA korak ispred u izdanju Udruženja strukovnih medicinskih radiologa Vojvodine izlazi iz štampe uoči Kongresa na Paliću maja 2024 godine.

Zahvaljujem se autorima radova na uloženom trudu i vremenu koje su posvetili afirmaciji časopisa, zahvaljujem se brojnim sponzorima na nesebičnoj pomoći da časopis izađe na vreme i opremljen po svim standardima i verujem da će radovi iz radiološke dijagnostike, radioterapije i nuklearne medicine, koje smo za ovaj broj pripremili, privući Vašu pažnju. Sada već hodamo utabanim stazama.

Aleksandar Marković

Sadržaj

Reč glavnog urednika	2
Scintigrafija bubrega kod dece sa antenat alno otkrivenom dilatacijom urinarnog trakta	4
Nove preporuke u dijagnostici i lečenju bolesti aorte	9
Značaj kompjuterizovane tomografije u planiranju TAVI procedure	13
Izvođenje DIBH (Deep Inspiration Breath Hold) i E(EBH) (End Expiration Breath Hold) tehnika na CT simulatoru kod SBRT tehnika	15
CT koronarografija u volumenu	20
Saveti za MR snimanje	23
MSCT koronarografija	24
Epigenetska metilacija molekula dnc pod uticajem malih doza jonizujućeg zračenja, štetna ili korisna za profesionalce?	25
Primena stereotaksične radioterapije u lečenju obolelih od malignih bolesti	28
Kompjuterizovana tomografska perfuzija endokranijuma	34
Smešna strana	40



GE HealthCare



Revolution Apex Elite
Image any challenge and every patient


M A G N A
P H A R M A C I A

Scintigrafija bubrega kod dece sa antenatalno otkrivenom dilatacijom urinarnog trakta



Prof. dr sc. med. Boris Ajdinović
Institut za nuklearnu medicinu,
Vojno-medicinska akademija, Beograd, Srbija

Sažetak

Uzroci antenatalne hidronefroze/dilatacije urinarnog trakta (ANH/DUT) variraju od prolaznog benignog stanja, tranzitne hidronefroze, koja spontano prolazi nakon porođaja, do ozbiljnih poremećaja koji značajno oštećuju bubrežnu funkciju. Ishod ANH/DUT zavisi od etiologije, pa je važno otkriti uzročnika tog poremećaja. Definicija i stepenovanje ANH se bazira na nalazu antenatolog ultrazvuka kojim sa određuje anteroposteriorni dijametar bubrežne karlice fetusa (APD).

Antenatalno praćenje ANH podrazumeva ultrazvučno snimanje na svakih 4-6 nedelja u toku trudnoće, koje uključuje merenje APD, na osnovu kog se procenjuje stepen ANH. Ekstenzivno postnatalno ispitivanje se preduzima samo kod one novorođenčadi sa umerenim i izraženim dilatacijama. Mikturaciona cistouretrografija (MCUG) i scintigrafija se rade kod dece sa postnatalnim $APD > 15$ mm i/ili abnormalnim parenhimom bubrega, ozbiljnim dilatacijama čašica i uretera, kao i poremećajima bešike.

Diuretska dinamska scintigrafija bubrega (DDSB) je važna metoda u postnatalnom ispitivanju odojčadi sa ANH, naročito za razlikovanje bubrega sa slabim pražnjenjem od bubrega sa neopstruktivnom hidronefrozo gde je eliminacija dobra. Na osnovu naših rezultata DDSB zaključili smo da i kod slabog pa i odsutnog pražnjenja bubrega, separata bubrežna funkcija ne mora biti značajno smanjena. Nalaz slabog pražnjenja bubrega smo značajno više dobili kod dece sa većim APD bubrežne karlice.

Statička scintigrafija bubrega primenom Tehnecijum 99m-dimercaptosukcinalne kiseline (^{99m}Tc -DMSA) je korišćena u ispitivanju bubrežnog parenhima, odnosno njegovog oštećenja, kao i za izračunavanje relativne (separate) funkcije bubrega. Dobili smo statistički značajnu korelaciju između stepena hidronefroze (APD) i

stepena vezikoureternog refluksa sa nalazima DMSA scintigrafije. Osim VUR-a, druge kongenitalne anomalije bubrega i urinarnog trakta (KABUT) (opstrukcija pelviureteričnog spoja, dupli pijelon i ureter, megaureter, valvula posteriorne uretre) nisu pokazale statistički značajnu korelaciju stepena hidronefroze i nalaza DMSA scintigrafije.

Uvod

ANH je jedna od najčešćih fetalnih anomalija koje se otkrivaju u toku trudnoće. U prethodnom periodu ovaj poremećaj je nazivan kongenitalna, antenatalna ili prenatalna hidronefroza, da bi se na kraju predložio termin dilatacija urinarnog trakta (DUT) [1]. Uvođenje rutinskog fetalnog ultrazvuka (UZ) kao screening metode 1990-tih je rezultovalo povećanjem broja otkrivenih ANH [2]. Zavisno od dijagnostičkih kriterijuma i perioda gestacije prevalenca otkrivenih ANH ide 0.6% to 5.4% [3]. U našem radu 2008. godine smo objavili prve rezultate dinamske i statičke scintigrafije bubrega kod dece sa ANH/DUT [4].

Uzročnici ANH/UTD variraju od tranzitnog benignog stanja-trazitna hidronefroza, (koja spontano prolazi nakon porođaja) do ozbiljnih poremećaja koji značajno oštećuju bubrežnu funkciju. Ishod ANH/DUT zavisi od etiologije, pa je važno otkriti uzročnika tog poremećaja. [5].

Definicija i stepenovanje ANH se bazira na nalazu antenatolog ultrazvuka kojim sa određuje anteroposteriorni dijametar bubrežne karlice fetusa (APD) [6]. To je objektivni parametar, mada varira zavisno od gestacije, hidracije mjake i distenzije mokraćne bešike.

ANH/DUT je pristna ako je $APD \geq 4$ mm u drugom trimestru trudnoće i ako je $APD \geq 7$ mm u trećem trimestru [5]. ANH/DUT se stepenuje na osnovu izmerenog APD na blagu, umerenu i izraženu. Dok fetus sa minimalnom dilatacijom bubrežne karlice (5-9mm) nose mali

RadAspire

READ ► ADAPT ► DEVELOP ► ASPIRE

GE Healthcare predstavlja RadAspire on-line edukativnu platformu za radiološke tehničare, inženjere medicinske radiologije i radiologe, koja omogućava sticanje novih znanja i informacija o imidžing dijagnostici.



Zašto RadAspire?



Unapredite vaše medicinsko iskustvo i znanje u oblasti dijagnostičkog imidžinga.

Platforma je dostupna 24h, 7 dana u nedelji i omogućava dinamiku učenja koja odgovara vašim potrebama.



Dostupan uvek i svuda na vašim računarima, tabletima i telefonima.

rizik od postnatalne patologije, APD $\geq 15\text{mm}$ u bilo kom period gestacije predstavlja ozbiljnu hidronefrozu i zahteva strogo praćenje. [7-10].

Materijal, metode, rezultati

Cilj jedne od naših prethodnih studija je bio da se ispita bubrežna funkcija procenom pražnjenja bubrega i određivanjem separata bubrežne funkcije (SBF), diuretskom dinamskom scintigrafijom bubrega (DDSB) primenom ^{99m}Tc -DTPA kao i da se ti nalazi koreliraju sa APD dobijenim UZ. DDSB je urađena kod 30 dece (60 bubrega) (25 dečaka i 5 devojčica, srednja dob 6.0 meseci, raspon od 2–24 meseca) kod kojih je ultrazvukom utvrđena umerena do izražena hidronefroza u perinatalnom periodu. newborn period. Srednji APD je bio 15 mm (od 5–30 mm). Kod 32/60 bubrega APD $\geq 5\text{ mm}$, a kod 28/60 bubrega APD $< 5\text{ mm}$. Potpuna ili skoro potpuna eliminacija radiofarmaka je postignuta kod 36/60, parcijalna drenaža kod 13/60 a slabo ili odsutno pražnjenje kod 11/60 bubrega.

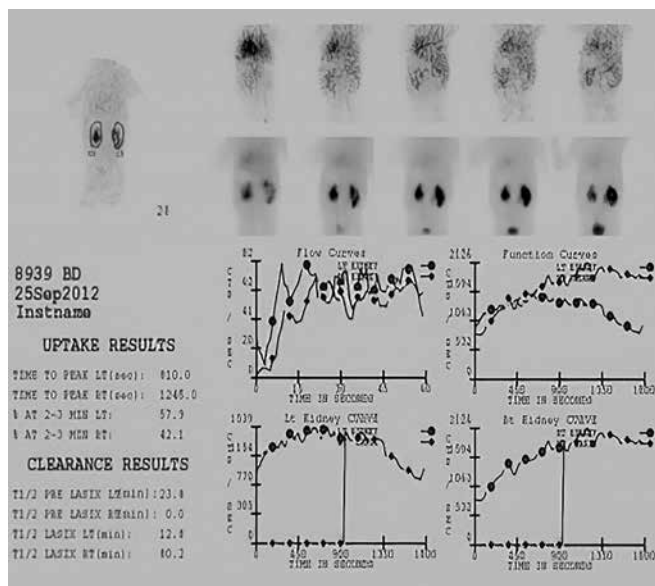
SBF $> 40\%$ je utvrđena kod 55/60 bubrega, dok ni kod jednog bubrega nije nađena SBF manja od 23.5%

U drugoj našoj studiji smo procenjivali oštećenje bu-

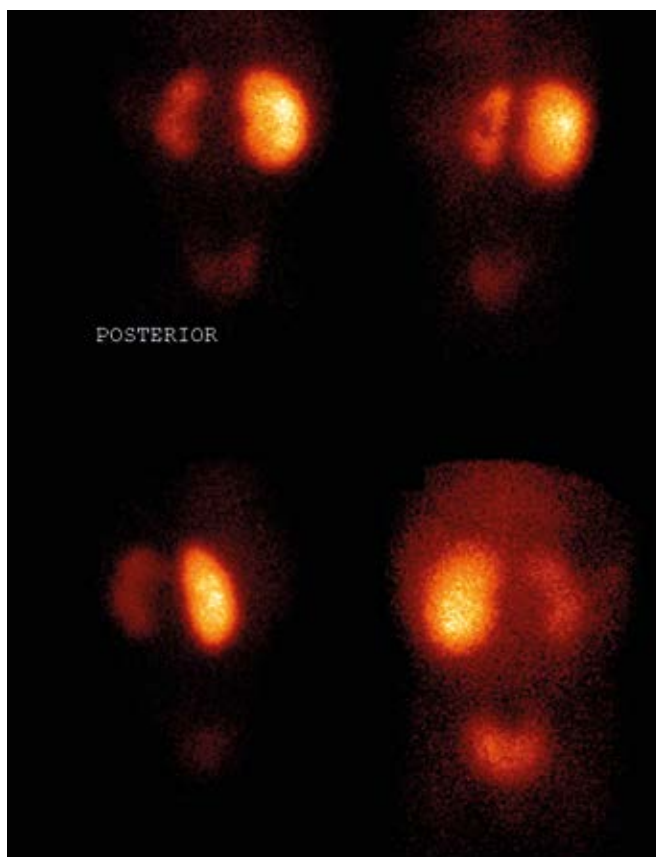
brežnog parenhima Tc^{99m} -DMSA scintigrafijom kod dece sa ANH i utvrđivali uticaj KABUT na nalaze DMSA scintigrafije.

Prikazani su rezultati DMSA scintigrafije kod 54 dece (17 ž, 37 m), starosti od 2 meseca do 5 godina (medijana 11 meseci) sa 66 bubrega kod kojih je antenatalno detektovana hidronefroza (42 unilateralna -29 m, 13 ž; 12 bilateralna-8 m i 4 ž). Hidronefroza je na osnovu APD je klasifikovana u tri grupe: laka (APD 5-9.9mm) kod 13/66 bubrega, umerena (APD 10-14.9mm) kod 25/66, i ozbiljna (APD $\geq 15\text{mm}$) kod 28/66 bubrega.

Prosta hidronefroza je bila prisutna kod 15 bubrega, a kao prateće dijagnoze kod 21 bubrega je MCUG nađen VUR, opstrukcija pelviureteričnog spoja je nađena kod 7 bubrega, dupli pijelon i ureter kod 11 bubrežnih jedinica, megaureter kod 11 i valvula posteriorne uretre kod



SL1. DDSB kod odojčeta starog 6 meseci: unilateralna desnostrana hidronefroza dijagnostikovana antenatalno ultrazvukom; usporena drenaža levo, praktično odušna drenaža desno bez odgovora na diuretik, separatna funkcija desnog bubrega 42,1%. (Vojnosanit Pregl 2015; 72(12))



SL2. DMSA scintigrafija kod deteta sa perinatalno utvrđenom umerenom dilatacijom pijelona III VUR petog stepena sa leve strane. Mali ožiljno izmenjeni bubreg sa smanjenim i nehomogenim nakupljanjem radiofarmaka (relativno nakupljanje 20%). (Hellenic journal of nuclear medicine 20 (3), Suppl, pg114/122. Dec 2017)

jedne bubrežne jedinice.

Patološke nalaze smo dobili kod 40 of 66 bubrega (60,6%). Statistički značajnu korelaciju smo utvrdili između stepena hidronefroze određenog na osnovu APD i Tc99m-DMSA scintigrafijom dobijenih nalaza. ($p < 0.001$). kao i između stepena VUR-a određenog MCUG i scintigrafskog nalaza ($p = 0.002$). Nalazi kod drugih KABUT (opstrukcija pelviureteričnog spoja, duplog pijelona i uretera, megauretera, valvule posteriorne uretr valves) nisu bili u statistički značajnoj korelaciji sa nalazima DMSA scintigrafije.

Diskusija

Približno se kod jedne trećine dece sa ANH/DUT, definisane kao APD of ≥ 4 mm u drugom trimestru i/ili ≥ 7 mm u trećem trimestru, ovo stanje povuče pre porođaja, kod druge trećine se gubi u toku nekoliko prvih godina života, a kod ostalih ANH/DUT perzistira ili se KABUT otkrije postnatalno [1].

Antenatalno praćenje ANH podrazumeva ultrazvučno snimanje na svakih 4-6 nedelja u toku trudnoće, iako ta frekvencija zavisi od doba gestacije u kom je hidronefroza otkrivena kao I od prisustva I izaženosti oligohidramniona. Približno kod 80% fetusa kod koji je diagnostikovana ANH/DUT u drugom trimestru se javlja rezolucija ili poboljšanje nalaza sa malom verovatnoćom razvoja postnatalne patologije [11]. Pacijenti sa perzistitarnom ili pogoršanjem hidronefroze u toku trećeg trimestra imaju veće stope postnatalne patologije i zahtevaju rigoroznije raćenje. Takođe, rogorozniji monitoring je potreban kod fetusa sa nalazom opstrukcije donjeg urinarnog trakta. Preporučuje se dodatni prenatalni UZ u 16–20 nedelju trudnoće kod fetusa gde je ANH/UTD detektovana [6]. Ova utrazvučna evaluacija uključuje ispitivanje opstrukcije donjeg urinarnog trakta, renalne displazije kao i ekstrarenalnih strukturalnih malformacija šte sve zajedno čini kongentalne anomalije bubrega i urinarnog traka (KABUT).

Prisutne su kontroverze oko postnatalnog praćenja odojčadi sa ANH. Utvrđeno je da ultrazvučno ispitivanja novorođenčeta u prvih nekoliko dana posle porođaja potcenjuje stepen pelvične dilatacije zbog dehidratacije i smanjenog izlučivanja urina. Uprkos tim ograničenjima, rani ultrazvuk (24-48 posle rođenja), je neophodan

kod novorođenčadi sa suspektom opstrukcijom donjih partija urinarnog trakta, oligohidramonom, izraženom bilateralnom hidronefrozom kao i hdronefrozom solitarnog bubrega[5]. Kod ostalih prvi pregled ultrazvukom se odlaže do kraja prve nedelje. UZ u 6-oj nedelji je mnogo osetljiviji i specifičniji u ispitivanju opstrukcije. Preporučeno je da se procena stepena postnatalne hidronefroze obavlja merenjem APD bubrežne karlice.

Ekstenzivno postnatalno ispitivanje se sugerše samo kod umerene ili izražene dilatacije. Klasifikacija ANH/UTD je procenjivana u nekoliko studija i pokazala je veliku preciznost u postnatalnoj detekciji KABUT, proceni indikacija za hirurško lećenje [12] i kod hroničnih bolesti bubrega [13]. MCUG i scintigrafija se obično indikuju kod dece sa postnatalnim APD ≥ 15 mm i/ili abnormalnostima bubrežnog parenhima, izraženih dilatacija čašica, dilatacije uretera i patologije mokrećne bešike [14]. Dva normalna nalaza postnatalnog UZ bubrega isključuju ozbiljno bubrežno oboljenje uključujući i dilatirajući vezikoureteralni refluks (VUR) [14]. Diuretska dinamska scintigrafija (DDSB) se radi mnogo češće nego DMSA scintigrafija bubrega kod te dece.

DDSB je važna u postnatalnom ispitivanju dece sa ANH/DUT, posebno za razlikovanje bubrega sa slabom eliminacijom od neopstruktivne hidronefroze gde je drenaža bubrega očuvana. [15, 16].

Metode koje sada imamo na raspolaganju ne mogu da identifikuju opstrukciju već reflektuju posledice (smanjena funkcija bubrega, kompromitovano pražnjenje ili povećana dilatacija karlice). Jedina primenjiva definicija opstrukcije je retrospektivna, gde se opstrukcijom naziva “svako smanjenje uinarnog pražnjenja koje će, ako se ne tretira, izazvati oštećenje bubrega,” ili je to “stanje smanjenog pražnjenja urina koje će, ako se ne koriguje, ograničiti predodređeni funkcionalni potencijal bubrega u razvoju” [17]. DDSB je metoda izbora u odlučivanju o postupku sa bolesnicima koji imaju asimptomatsku kongenitalnu hidronefrozou [18].

Na osnovu naših rezultata smo zaključili da kod slabog ili odsutnog pražnjenja bubrega SBF me biva značajno poremećena. Slabo pražnjenje bubrega se nalazi značajno više kod većeg APD bubrežne karlice [19].

Scintigrafija bubrega Tehnecijum 99m-dimercaptosucinilnom kiselinom (^{99m}Tc -DMSA) se koristi u prika-

zivanju funkcionalnog bubrežnog parenhima, odnosno njegovog oštećenja, kao i za izračunavanje relativne funkcije bubrega, naročito kod pedijatrijskih pacijenata. Na osnovu rezultata druge naše studije smo predložili primenu ^{99m}Tc -DMSA scintigrafiju u evaluaciji patologije bubrega kod dece sa ANH/DUT. Potrebno je ispitati veći broj dece za procenu uticaja pratećih dijagnoza (osim VUR-a) na oštećenje parenhima bubrega kod dece sa ANH [20].

Zaključak

Veliki doprinos metoda nuklearne medicine u ispitivanju i praćenju dece sa ANH/UTD je potvrđen našim studijama. Diuretska dinamska scintigrafija bubrega i ^{99m}Tc -DMSA scintigrafija bubrega imaju značajnu ulogu u proceni stanja bubrega kao i izboru načina lečenja ove populacije malih pacijenata.

Bibliography

- Herthelius M. Antenatally detected urinary tract dilatation: long-term outcome. *Pediatric Nephrology* 2023; 38:3221-3227
- Mallik M, Watson AR. Antenatally detected urinary tract abnormalities: more detection but less action. *Pediatr Nephrol* 2008; 23(6): 897-904.
- Ek S, Li defeldt K, Varricio L. Fetal hydronephrosis; prevalence, natural history and postnatal consequences in an unselected population. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2007; 86(12): 1463-6.
- Ajdinovic B, Jauković Lj, Peco-Antić A, Dugonjić S. Renal scintigraphy in infants with antenatally diagnosed renal pelvis dilatation. *Vojnosanit Pregl* 2008; 65(4):299-302
- Nguyen HT, Herndon C, Cooper C et al. The Society for Fetal Urology consensus statement on the evaluation and management of antenatal hydronephrosis. *J Pediatr Urol* 2010; 6(3): 212-31.
- Sinha A, Bagga A, Krishna A et al. Revised guidelines on management of antenatal hydronephrosis. *Indian Pediatr* 2013; 50(2): 215-31.
- Lee RS, Cendron M, Kinnamon DD, Nguyen HT. Antenatal hydronephrosis as a predictor of postnatal outcome: a meta-analysis. *Pediatrics* 2006; 118(2): 586-93.
- de Kort EH, Bambang OS, Zegers SH. The long-term outcome of antenatal hydronephrosis up to 15 millimetres justifies a noninvasive postnatal follow-up. *Acta Paediatr* 2008; 97(6): 708-13.
- Kim HJ, Jung HJ, Lee HY et al. Diagnostic value of anteroposterior diameter of fetal renal pelvis during second and third trimesters in predicting postnatal surgery among Korean population: useful information for antenatal counseling. *Urology* 2012; 79(5): 1132-7.
- Longpre M, Nguan A, Macneily AE, Afshar K. Prediction of the outcome of antenatally diagnosed hydronephrosis: a multivariable analysis. *J Pediatr Urol* 2012; 8(2): 135-9.
- Feldman DM, DeCambre M, Kong E et al. Evaluation and follow-up of fetal hydronephrosis. *J Ultrasound Med* 2001; 20(10): 1065-9.
- Green CA, Adams JC, Goodnight WH, Odibo AO, Brombley B, Jelovsek JE, Stamilio DM, Venkatesh KK. Frequency and prediction of persistent urinary tract dilatation in third trimester and postnatal urinary tract dilatation in infants following diagnosing in second trimester. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2022;59:522-531
- Melo FF, Vasconcelos MA, Mak RH, Silva ASCE, Dias CS, Colosimo EA, Silva RL, Oliveira EA. Postnatal urinary tract dilatation classification: improvement of the accuracy in predicting kidney injury. *Pediatr Nephrol* 2022; 37:613-623
- Nguyen HT, Benson CB, Bromley B, Campbell JB, Chow J, Coleman B, Cooper C, Crino J, Darge K, Herndon CD, Odibo AO, Somers MJ, Stein DR. Multidisciplinary consensus on the classification of prenatal and postnatal urinary tract dilatation. *J Pediatr Urol* 2014; 10:982-998.
- Lidefelt K, Herthelius M. Antenatal hydronephrosis: infants with minor postnatal dilatation do not need prophylaxis. *Pediatr Nephrol* 2008; 23(11): 2021-4.
- Feldman DM, DeCambre M, Kong E, Borgida A, Jamil M, McKenna P, et al. Evaluation and follow-up of fetal hydronephrosis. *J Ultrasound Med* 2001; 20(10): 1065-9.
- Koff, S.A. Problematic ureteropelvic junction obstruction. *J Urol*. 1987; 138: 390.
- Eskild-Jensen A, Gordon I, Piepsz A, Frøkiaer J. Congenital unilateral hydronephrosis: a review of the impact of diuretic renography on clinical treatment. *J Urol*. 2005; 173(5): 1471-6.
- Marija Radulović, Dragan Pucar, Ljiljana Jauković, Marija Šišić, Zoran Krstić, Boris Ajdinović. Diuretic ^{99m}Tc DTPA renography in assessment of renal function and drainage in infants with antenatally detected hydronephrosis. *Vojnosanit Pregl* 2015; 72(12): 1080-1084.
- Biljana Bazić-Đorović, Marija Radulović, Marija Šišić, Boris Ajdinović. Technetium-99m dimercaptosuccinic acid renal scintigraphy can guide clinical management in congenital hydronephrosis. *Hellenic journal of nuclear medicine* 20 (3), Suppl, pg114/122. Dec 2017

Nove preporuke u dijagnostici i lečenju bolesti aorte

Prof. dr sc. med. Jovica Šaponjski
Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu



2022 ACA/AHA (American Heart Association / American College of Cardiology)

Kao što znamo, aorta je najvažniji krvni sud (tzv. žila kucavica), koji doprema oksigeniranu krv sa hranljivim materijama u sve delove ljudskog tela. Aorta je najveća arterija u telu, koja izlazi iz leve komore srca i tom prilikom krv bogata kiseonikom ulazi u aortu sa svakom kontrakcijom leve komore. Moramo da naglasimo da tzv. mali krvotok, koji doprema vensku krv do pluća gde se vrši razmena materija zajedno sa tzv. velikim krvotokom, gde aorta ima centralnu ulogu, čini jednu anatomsko-fiziološku celinu.

Zid aorte se sastoji od tri sloja koja su izgrađena od različitih tkiva: unutrašnji tanki sloj (intima), srednji deblji, elastični sloj (media) i tanki spoljni sloj (adventitia). Zidovi aorte moraju biti dovoljno fleksibilni da prihvate svu krv koja se izbacila iz leve komore u toku svake kontrakcije. Elastična vlakna su naročito gusta u delu ushodne aorte (ascendentna aorta), gde je pritisak krvi najveći. Nažalost, sa starenjem koje počinje u najranijem životnom dobu, strukturalne karakteristike zida se nezauzvajljivo menjaju.

Anatomski posmatrano, aorta se deli na nekoliko segmenata, što je važno zbog modaliteta dijagnostike i lečenja bolesti

aorte. Segmente aorte delimo na: a) **aortni koren** (počinje od aortnog zaliska, zatim se proširuje i iz tog dela izlaze koronarne arterije koje ishranjuju ceo srčani mišić; b) **ushodna aorta** (deo koji povezuje aortni koren i luk aorte i ona je najviše izložena pritisku krvi koja izlazi iz srca); c) **luk aorte** (mesto gde se aorta savija prema dole, daje grane koje snabdevaju krvlju glavu u ruke); d) **nishodna aorta** (počinje od luka, spušta se na dole, a završava se u nivou dijafragme i od nje se odvajaju grane koje ishranjuju rebra); e) **torakoabdominalna (grudno-trbušna) aorta** (počinje u nivou dijafragme, daje grane za ishranu želuca, donjeg dela jednjaka, jetre, slezine, pankreasa, creva i bubrega); f) **abdominalna (trbušna) aorta** – počinje ispod grana bubrežnih arterija i završava se na mestu na kojem se grana na dve ilijačne (karlične) arterije, koje snabdevaju krvlju karlicu i noge.

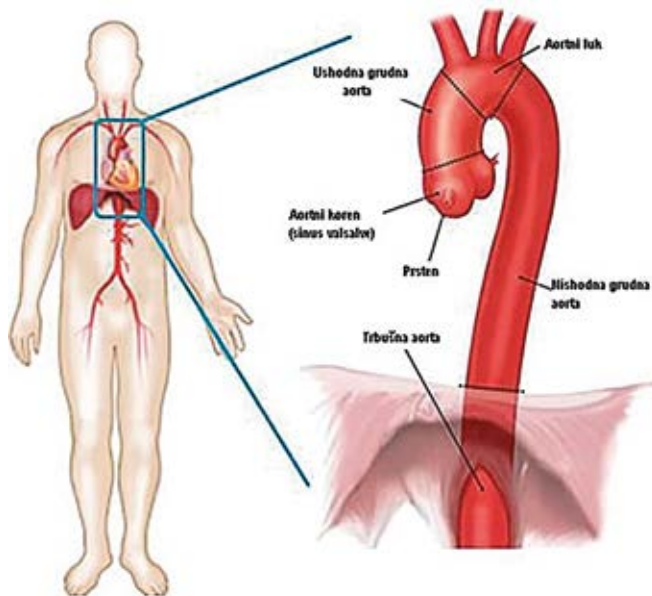
Bolesti aorte se karakterišu visokim morbiditetom, kao i mortalitetom, i tu pre svega mislimo na aneurizmu aorte (različitih segmenata), kao i na disekciju aorte. Faktori rizika su mnogobrojni: počev od onih na koje možemo uticati, kao što su pušenje, ishrana (holesterol, trigliceridi), u sklopu toga i dijabetes, zatim proces starenja i stres, što su faktori na koje ne možemo još uvek uticati, kao i genetski uticaj (npr. mediocistična nekroza) – sveukupno važni za nastanak disekcije aorte. Prostor ovog

Načelnik Odeljenja interventne kardiologije Klinike za urgentnu internu medicinu, Centar za prijem i zbrinjavanje urgentnih stanja u Urgentnom centru KCS

Predsednik predsedništva Sekcije za radiološku dijagnostiku SLD-a

Član ECR-a, CIRSE, DIRS-a

Član uredništva časopisa Srce i krvni sudovi Udruženja kardiologa Srbije



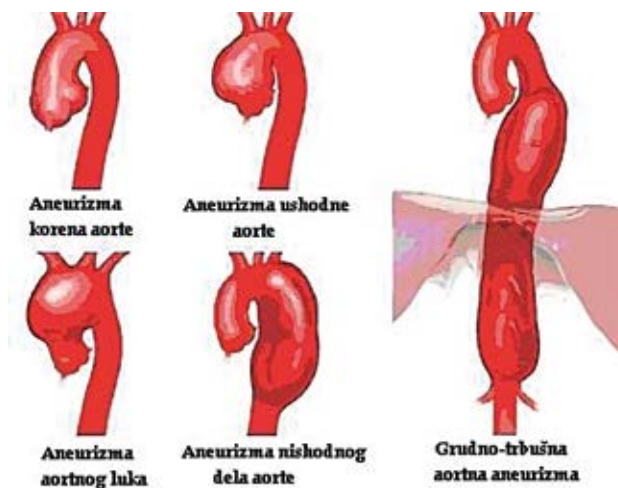
Slika 1. Anatomija aneurizmi aorte

članka, nažalost, ne pruža nam mogućnost da se navedu sve okolnosti koje su nama bitne za ranu dijagnostiku i terapiju ove bolesti. Upravo zbog toga unazad dvadesetak godina najveća udruženja lekara Evrope i SAD pokušavaju da sva nova saznanja implementiraju u *Preporuke* koje bi svima nama bile dostupne i pomogle u dijagnostici, planiranju i lečenju naših pacijenata.

S obzirom da su za nas *Preporuke* zaista obiman materijal, autori su na samom početku naveli deset osnovnih uputstava, navedenih u ovom članku:

1. Generalno se u *Preporukama* zaključuje da su rezultati lečenja za pacijente s oboljenjem aorte poboljšani zbog novog programa pristupa dijagnostici i lečenju, a koji obuhvata multidisciplinarni tim, sa iskusnim osobljem i opsežnim metodama lečenja. Ovako dobro obučeni tim za bolesti aorte sposoban je da u određenom vremenskom intervalu reaguje, i samim tim obezbedi uslove potrebne za uspešno lečenje.

2. U skladu s ovim, dalje se navodi da zajedničko donošenje odluka o daljem lečenju uključuje pacijenta koji treba da sarađuje sa multidisciplinarnim timom, što je veoma važno da bi se odredile optimalne medicinske, endovaskularne i otvorene hirurške metode lečenja. **Kod pacijentkinja s oboljenjem aorte koje razmišljaju o trudnoći ili su trudne, zajedničko donošenje odluka je posebno važno u trenutku kada se razmatraju kardiova-**

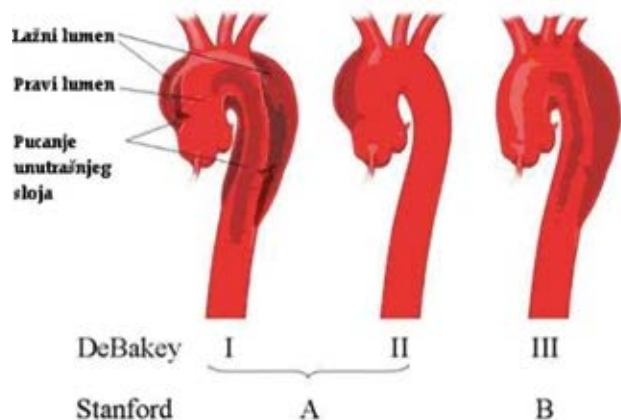


Slika 2. Anatomija aneurizmi aorte

skularni rizici za trudnoću, kao i vreme za profilaktičku hirurgiju aorte i način porođaja. Ovo je vrlo važno za nas, kao i za sve na ovim prostorima, jer nama manjka taj kontakt sa pacijentima koji bi morao da uključi i psihologa za pripremu pacijenata na bilo koji modalitet lečenja koji je vrlo složen i sa rizikom.

3. Jedno od centralnih mesta u *Preporukama* zauzima mesto radiologije, naime posebno se apostrofiraju: kompjuterska tomografija, magnetna rezonanca i ehokardiografsko snimanje pacijenata s oboljenjem aorte, koje mora da pruži dovoljno podataka da bi odluka o načinu lečenja, kao i samo lečenje bili uspešni. Podrazumeva se da dijagnostičari treba da prate preporučene pristupe za dobijanje i obradu snimka, merenje i izveštavanje o relevantnim dimenzijama aorte, kao i praćenje, tj. **učestalost nadzora zdravstvenog stanja pre i posle intervencije.**

4. Nakon ovih, u **načelu opštih odredbi**, daju se preporuke koje se odnose na centre sa multidisciplinarnim aortalnim timovima i iskusnim hirurzima, gde se naglašava da je prag za hiruršku intervenciju aneurizme korena aorte i ascendentne aorte spušten sa 5,5 cm na 5 cm kod pacijenata, a da je taj prag čak i niži kod pacijenata sa naslednim sklonostima ka aneurizmama torakalne aorte, kao i kod pacijenata koji imaju druge komorbitete koji utiču na nastanak aneurizme. Što se tiče same dijagnostike, ova preporuka se ne odnosi samo na ustanove koje imaju organizovane timove već i na sve dijagnostičare koji tako otkrivene pacijente moraju da upute u specijalizovane ustanove.



Slika 3. Anatomija i klasifikacija Disekcije aorte

5. U *Preporukama* se nalazi i poseban deo koji se odnosi na neka odstupanja u odnosu na visinu i telesnu težinu opšte populacije. Tako se navodi, po ovim preporukama, da hirurški pragovi kod pacijenata koji su značajno niži visinom, ili viši od prosečnih ljudi, mogu uključiti indeksiranje korena aorte ili prečnika uzlazne aorte prema površini ili visini tela pacijenta, ili površini poprečnog preseka aorte prema visini pacijenta.

6. Koliko je važno mesto radiologije, vidimo u sledećem stavu u *Preporukama*. Naime, više se težište ne bazira na merama u datom trenutku, nego se čitav problem sagledava i kroz prizmu vremena. Brzi rast korena aorte ili rast aneurizme ascendentne aorte indikacija je za intervenciju, a definisan je kao rast $\geq 0,5$ cm u prvoj godini ili $\geq 0,3$ cm godišnje u dve uzastopne godine za pacijente bez porodičnog nasleđa. Dok je ta granica rigoroznija za one sa naslednom bolešću torakalne aorte ili bikuspidnom aortnom valvulom i iznosi do 0,3 cm za jednu godinu.

7. Takođe se u *Preporukama* posebno naglašava važnost stanja aortne valvule u donošenju odluke o načinu lečenja, pa i hirurgije. Kod pacijenata koji su podvrgnuti operaciji zamene korena aorte podrazumeva se da je

zamena korena aorte razumna ako je zalistak pogodan za reparaciju i kada ga obavljaju iskusni hirurzi u multidisciplinarnom aortalnom timu.

8. Kod pacijenata sa disekcijom aorte, koji i inače spadaju u najrizičniju grupu, pogotovu po tipu A, vrlo je važno rano prepoznati i preduzeti prave korake. Pacijente s akutnom disekcijom aorte tipa A, ako je klinički stabilan, treba razmotriti transfer u veći centar edukovan za lečenje aorte radi većeg procenta preživljavanja. Preporuka za hirurške timove podrazumeva da operativna reparacija disekcije aorte tipa A treba da bude barem s otvorenim distalnom anastomozom, a ne da se uradi samo jednostavna suprakoronarna interpozicija grafta.

9. Ne samo za radiologe koji se bave dijagnostikom već i za timove koji se bave interventnom radiologijom, ono što je važno da se naglašava jeste da je sve veća uloga endovaskularne reparacije torakalne aorte u lečenju nekomplikovane disekcije aorte tipa B. Klinička ispitivanja lečenja torakoabdominalne aneurizme aorte s endografom daju rezultate koji sugerišu da je endovaskularno lečenje opcija za pacijente s odgovarajućom anatomijom. Pogotovu je važno da se edukuju radiološki timovi koji će kratkoročno, ali i dugoročno pratiti ove pacijente i na vreme prepoznati sve moguće česte, ali i retke komplikacije.

10. Posebno se u *Preporukama* obratila pažnja na prevenciju nastanka bolesti aorte. Kod pacijenata s aneurizmom korena aorte, ili ascendentne aorte ili onih sa disekcijom aorte, preporučuje se skrining srodnika u prvom stepenu sa ranom dijagnostikom aorte u smislu prevencije.

Konačno, smisao ovog članka jeste da nas uputi na neke nove pristupe u dijagnostici lečenja ove nažalost česte i teške bolesti. Mislim da tačka 10 treba da nas opominje sve kao društvo dok naše mesto, mesto radioloških timova, svakako je veoma značajno i nezamenljivo u tome.

Visoka strukovna škola

ICEPS

Internacionalni centar za
profesionalne studije

iceps.edu.rs



Osnovne strukovne studije

3 godine, 180 ESPB

- **ZDRAVSTVENA NEGA**
- **FIZIOTERAPIJA**
- **RADIOLOGIJA**
- **STRUKOVNI MEDICINSKO-
-LABORATORIJSKI TEHNOLOG**
- **APARATURNNA KOZMETOLOGIJA**
- **MENADŽMENT U ZDRAVSTVU**



Mogućnost studiranja uz posao

Master strukovne studije

2 godine, 120 ESPB

- **ZDRAVSTVENA NEGA**
(moduli: Zdravstvena nega i Javno zdravlje)
- **ULTRAZVUČNA DIJAGNOSTIKA**
- **MENADŽMENT U ZDRAVSTVU**
- **STRUKOVNI MASTER MEDICINSKO-
-LABORATORIJSKI TEHNOLOG**



Popust za upis do 15. juna!



ICEPS, Pariske komune 24, Novi Beograd, 011 6 555 190, 064 6429 086, office@iceps.edu.rs



Beograd • Novi Sad • Leskovac • Kraljevo • Vršac • Jagodina



[iceps_rs](https://www.instagram.com/iceps_rs)



ICEPS - Visoka strukovna škola

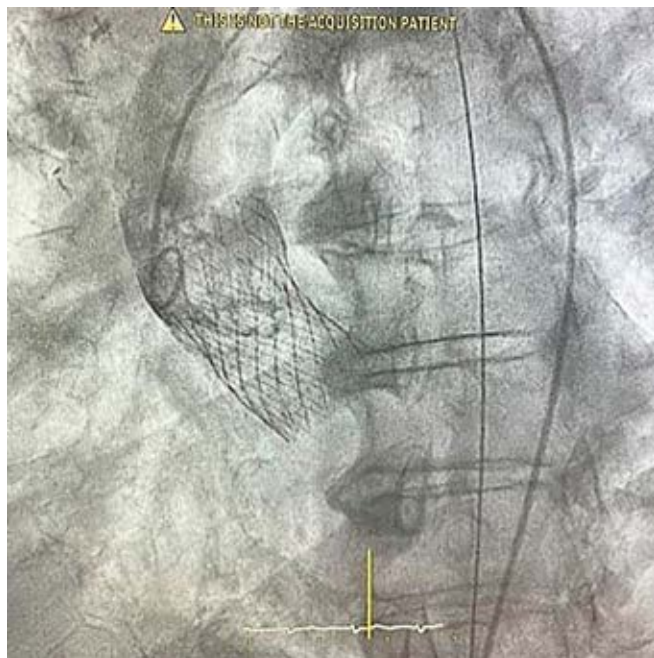
Značaj kompjuterizovane tomografije u planiranju TAVI procedure

Marina Almadi

strukovni medicinski radiolog



TAVI, odnosno transkateterska implantacija aortne valule (eng. *Transcatheter Aortic Valve Implantation*) je savremena metoda zamene aortnog zaliska katetrom perkutanom pristupom u angio sali. To je minimalno invazivna procedura koja se izvodi kod pacijenata sa simptomatsko značajnom aortnom stenozom, kod kojih je klasična hirurška intervencija visokorizična.



Šta je aortna stenozna i kako se dijagnostikuje?

Aortna stenozna predstavlja suženje aortnog zaliska, koji se ne otvara u potpunosti i time smanjuje protok krvi iz leve komore srca u aortu, koja nosi krv ka ostalim organima. Osnovnu ulogu u postavljanju dijagnoze ima ehokardiografija, a pored nje veliki doprinos daju i dobutamin stres ehokardiografija, kao i kompjuteri-

zovana tomografija (CT) koju je neophodno uraditi pre konačne odluke o izvođenju TAVI procedure.

Zašto je neophodno uraditi CT pre TAVI procedure?

Kod pacijenata je neophodno proceniti: aortnu valvulu – kalcifikovanost, dimenzije krova aorte, visinu ostijuma koronarnih arterija, dimenzije aortnog anulusa i dimenzije izlaznog trakta leve komore (LVOT); koronarne arterije; vaskularni pristup i dimenzije aorte.

Tehnika CT pregleda – “CT TAVI”

“CT TAVI” tj. CT angiografija radi se po protokolu koji je kombinacija klasične CT aortografije i CT koronarografije. Kao i kod svakog CT pregleda prvo se radi topogram regije od interesa. Odmah nakon topograma sledi

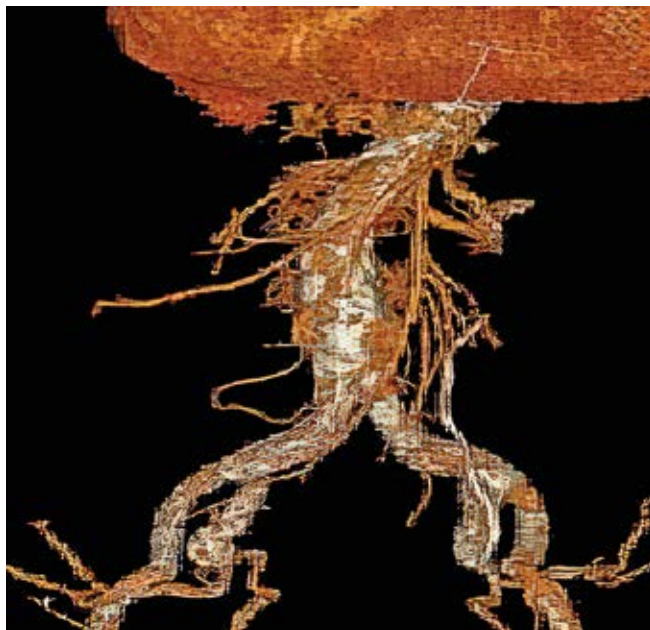


kalcijum scoring (Ca scor). Pacijent je tokom pregleda praćen EKG-om, vrši se EKG sinhronizovana akvizicija koja pokriva kompletnu sistolnu fazu, jer se najveće dimenzije aortnog anulusa dobijaju u toku sistole. Nakon Ca scor-a radi se bolus tracking. Bolus tracking nam daje



jasniju vizualizaciju krvnih sudova. Aplikuje se kontrastno sredstvo na bazi joda preko intravenske kanile od 18G sa flow-om od 5ml/s. Zapreminu kontrasta pratimo korišćenjem regije od interesa tkz. ROI na određenom nivou, a zatim ga prati CT skener kada dostigne određen broj HU (Hausfildove jedinice).

Priprema pacijenta je standardna, kao i kod ostalih CT pregleda: proveravaju se vrednosti uree i kreatinina ne starijih od 7 dana, plasira se intravenska kanila, ukoliko postoji alergija na jod daje se premedikacija. Pacijent je u položaju supinacije, rukama postavljenim iznad glave. Za razliku od CT koronarografije, u toku pregleda se ne aplikuju beta blokatori iz razloga što oni pogoršavaju simptome aortne stenoze i smanjuju sistolu leve komore. CT angiografija je metoda koja se koristi za evaluaciju stanja aortnog korena, luka aorte i iliofemoralne regije putem 2D i 3D vizualizacije. Najčešći pristup u izvođenju TAVI procedure jeste iliofemoralni pristup. CT angiografija ove regije nam daje sledeće podatke o stanju arterija iliofemoralne regije: prohodnosti; dijametru – precizno merenje smanjuje mogućnost perforacije arterija, jer se u TAVI proceduri koriste intražuseri od 18 do 24F; stepenu stenoze; kalcifikacijama zida – što nam omogućava da izbegnemo mesta eventualnog peri i postproceduralnog krvarenja; tortuozitetu – koji



ne predstavlja kontraindikaciju za iliofemoralni pristup, ali u kombinaciji sa kalcifikacijama i graničnim dijametrom krvnog suda povećava mogućnost nastanka komplikacija. Pored standardnog iliofemoralnog pristupa u slučaju potrebe, kada nije moguće uraditi TAVI proceduru preko te regije, koriste se i alternativni pristupi: subklavijalni i transapikalni pristup. Merenje aortnog anulusa se vrši na najnižoj tački aortnih kuspisa. Takođe je potrebna kompletna anatomska karakterizacija korena i ascendentne aorte koja podrazumeva: udaljenost koronarnih ostijuma od anulusa, širinu aortnog sinusa i sinutubularnog spoja, dužinu kuspisa i dijametar ascendente aorte.

Postproceduralna CT angiografija se ne koristi kao standardna metoda za praćenje stanja nakon implantirane valvule, ali nam može dati informacije o neadekvatnoj poziciji same proteze. Možemo vizualizovati tamponadu srca, aortnu disekciju, rupturu korena aorte, opstrukciju koronarnih ostijuma ili eventualno postojanje pseudoaneurizme u ovoj regiji.

Zaključak

CT angiografija je od velikog značaja u planiranju TAVI procedure. Ona nam daje informacije o planiranju samog pristupa, zatim o dimenzijama i poziciji same proteze koju treba ugraditi, kao i o postproceduralnim komplikacijama.

IZVODJENJE DIBH (DEEP INSPIRATION BREATH HOLD) I E(BH) (END EXPIRATION BREATH HOLD) TEHNIKA NA CT SIMULATORU KOD SBRT TEHNIKA

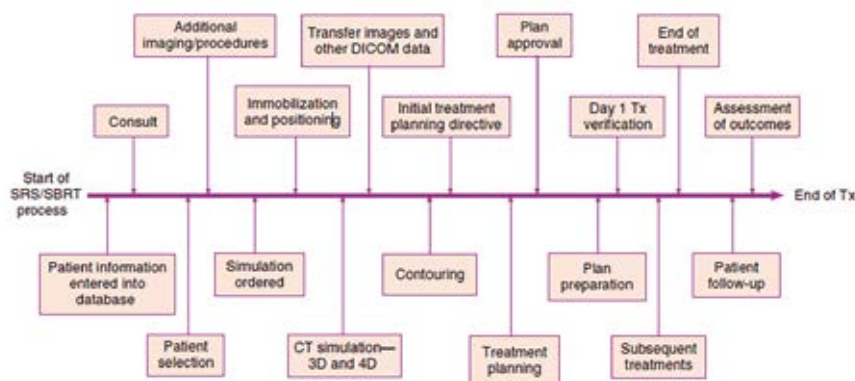
Marinkovic Rade
strukovni medicinski radiolog



SBRT (Stereotactic body radiation therapy) predstavlja isporuku visokih doza zračenja unutar ograničenog volumena u malom broju frakcija uz maksimalnu poštu okolnih struktura.

Rodjen u Priboju, Republika Srbija 23.12.1995, nakon završene osnovne i srednje škole u Rudom 2014 godine upisuje Visoku zdravstvenu školu strukovnih studija u Beogradu, smer strukovni medicinski radiolog, koju završava 2017 godine.

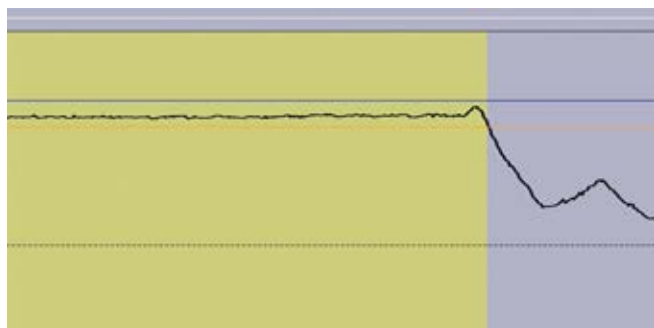
Od 2019 godine zaposlen na Institutu za onkologiju Vojvodine.



SBRT- RESPIRATORNE TEHNIKE

Na klinici za radijacionu onkologiju Instituta za onkologiju Vojvodine sprovode se navedene respiratorne tehnike:

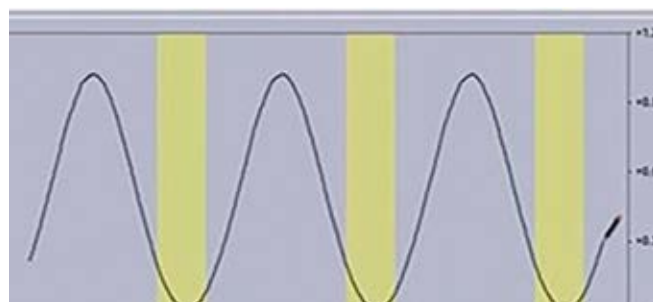
- DIBH (deep inspiration breath hold) - zračenje pacijenata u dubokom inspirijumu



- (E)EBH(end-expiration breath hold)) - zračenje pacijenata u dubokom ekspirijumu



- 4DCT(fazni ili amplitudni gejtng)



DIBH (DEEP INSPIRATION BREATH HOLD)

Definicija

DIBH(DEEP INSPIRATION BREATH HOLD) predstavlja respiratornu tehniku kod koje pacijent tokom CT skeniranja I samog zracenja mora da udahne I zadrzi vazduh minimum 25 sekundi.

Polje primene

DIBH(DEEP INSPIRATION BREATH HOLD) tehnika se sprovodi kod ozracivanja promena lokalizovanih u grudnom kosu.

Oprema potrebna za izvođenje

Kamera za detekciju signala sa marker bloka (postavljena na zidu ili pacijent stolu)

Marker blok koji se postavlja na mestu najveceg pomeranja u toku respiracija, uglavnom par cm ispod ksifoidnog nastavka

Sistem za planiranje(ARIA/MONACO)

Uredjaj za visual coaching



Zasto DIBH?

DIBH tehnika je postala vazna zbog smanjenja ozracivanjem izazvane toksicnosti prilikom ozracivanja levostrane dojke i promena lokalizovanih u grudnom kosu. Razlozi zbog kojih je opravdana primena DIBH tehnike

prilikom ozracivanja malignih promena lokalizovanih u plucima:

- Posteda srca:

Kao i kod malignih promena dojke odredjene promene u plucima mogu biti lokalizovane blizu srca.

Koriscenjem DIBH tehnike, pacijent udahne i zadrzi vazduh, diafragma se spusta I podizanjem grudnog kosa, postizemo udaljavanje srca od zracnog polja, sto znacajno smanjuje mogucnost nastanka ostecenja srca izazvanog ozracivanjem.

- Smanjenje doze na zdravo plucno tkivo
- Povecana preciznost prilikom ozracivanja je izuzetno vazna kod malignih oboljenja pluca zbog postede zdravog plucnog tkiva i minimalizacije potencijalnih komplikacija
- Priprema pacijenta

Priprema pacijenta za DIBH I EBH tehnike obuhvata niz koraka kako bi se osiguralo efikasno i sigurno sprovođenje zracnog tretmana

Priprema pacijenta podrazumeva edukaciju pacijenta o samoj tehnici koja ce se sprovoditi, objasnjavanje svih koraka i vezba udaha ili izdaha(u zavisnosti od toga koja tehnika se sprovodi) kao i vezbu sa pacijentom na CT simulatoru

- Pozicioniranje i imobilizacija pacijenta

Pozicioniranje I imobilizacija pacijenta su jako vazni zbog reproducibilnosti samo zracnog tretmana

Standardna imobilizaciona sredstva su:

- wing board (wing board T, monarch, qfix arm shuttle)



- odgovarajući jastuk (TIMO A, B, C, D, E, F)



- VAC LOC (vakuum jastuk)

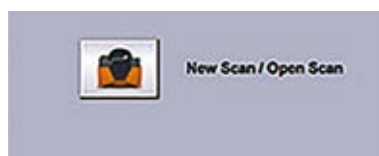


- Fiksator za kolena/stopala

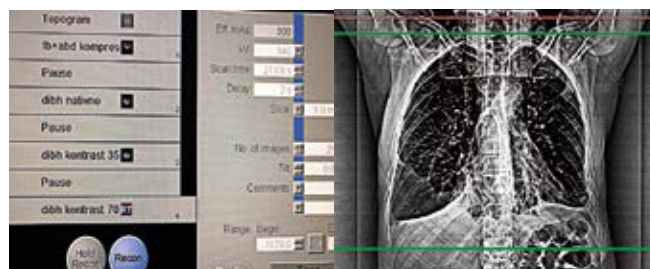


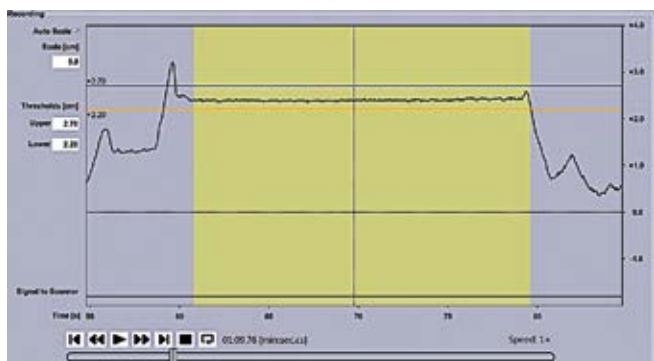
IZVODJENJE DIBH TEHNIKE NA CT SIMULATORU

- Kreiranje elektronskog kartona pacijenta u ARIA/ MONACO sistemu (ime, prezime i ID broj)
- Selektovanje pacijenta u RGSC sistemu za gejtting
- Kreiranje nove "sesije" po principu: naziv tehnike koja se radi (DIBH, EBH), datum



- Pozicije referentnih markacija DIBH pluća:
- Pacijent se pozicionira tako da incijalne markacije budu:
 - sagitalno u sredini grudne kosti
 - Transferzalno intramamilarna linija
 - Koronarno u srednjoj aksilarnoj liniji
- Vezba sa pacijentom-dati instrukcije pacijentu da udahne i zadrži vazduh (minimum 3 respiratorne krive su potrebne za određivanje tresholda za skeniranje i radioterapijski tretman)
- Definisane tresholda (gornja i donja granica, ne sme da prelazi 5mm)
- Otvaranje pacijenta u CT programu
- Biranje adekvatnog CT protokola (thorax, abdomen)
- Topogram u slobodnom disanju
- Određivanje scan range-a: gornja granica krikoidna hrskavica, donja granica nivo L1-L2 prsljenova, obuhvatiti nadbubreg
- Određivanje parametara skeniranja (preseki na 1mm za SBRT respiratorne tehnike)
- Kreiranje protokola (FB ako radimo free breathing, DIBH nativno, DIBH kontrast (opciono))
- Definisane scan range, definisani parametri skeniranja i uradjeni svi koraci na RGSC sistemu
- Klik na record, pustiti pacijenta da napravi 2-3 normalne respiracije (inspirijum, ekspirijum)





- Dati instrukciju pacijentu da udahne na nos i zadrži vazduh
- Na RGSC monitoru pratimo respiraciju **pacijenta i u trenutku kad pacijent udahne i zadrži vazduh u sredini unapred definisanog thresholda zapocinjemo skeniranje**
- Ako smo zadovoljni dobijenom respiratornom krivom (sredina thresholda) pacijent napravi opet 2-3 normalne respiracije, zaustavimo snimanje i klikom na export, saljemo respiratornu krivu
- U pacijent karton se upisuje naziv respiratorne krive i tačno vreme kad je respiratorna kriva snimljena
- Tetoviraju se referentne markacije i ivice marker bloka na telu pacijenta
- Obeležavaju repere na vakum jastuku (u nivou bočnih referentnih markacija)
- Ime i prezime pacijenta kao i datum CT skeniranja se takodje obeležavaju na vakum jastuku
- Biramo sistem za planiranje i rekonstruisemo uradjene CT-ove
- Zatvaranje pacijenta u CT i RGSC programu
- **Daju se instrukcije pacijentu da nastavi sa vezbanjem zadržavanja udaha do poziva za zapocinjavanje radioterapijskog tretmana**
-

(E)EBH(end-expiration breath hold)

Definicija

(E)EBH(end-expiration breath hold) je tehnika koja podrazumeva zadržavanje daha nakon potpunog izdisaja, tokom vremena potrebnog za sprovođenje CT simulacije i samog zračnog tretmana.

Polje primene

(E)EBH(end-expiration breath hold) tehnikom se vrši ozračivanje promena lokalizovanih u abdominalnim organima (jetra, pancreas, limfni nodusi)

Oprema potrebna za izvođenje

Kamera za detekciju signala sa marker bloka (postavljena na zidu ili pacijent stolu)

Marker blok koji se postavlja na mestu najvećeg pomeranja u toku respiracije, uglavnom par cm ispod ksifoidnog nastavka

Sistem za planiranje (ARIA/MONACO)

Uredjaj za visual coaching



Zasto EBH?

EBH tehnika se u radioterapiji primenjuje sa ciljem smanjenja pokreta unutrašnjih organa tokom sprovođenja zračnog tretmana u cilju postede okolnih rizicnih struktura

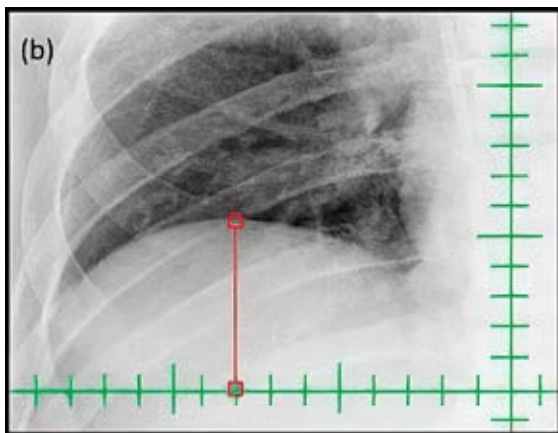
IZVODJENJE EBH TEHNIKE NA CT SIMULATORU

- Pozicije referentnih markacija EBH:
- Pacijent se pozicionira tako da incijalne markacije budu:
 - sagitalno u sredini grudne kosti,
 - transverzalno u visini donjeg rebrarnog luka ili na sredini abdomena

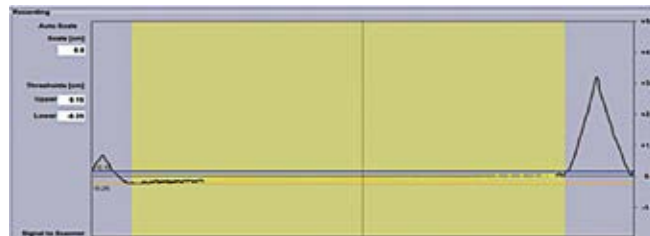
- koronarno na polovini AP dijametra. Potom se postavlja sredstvo za praćenje disanja (marker block) na mesto najvećeg pomeranja abdomena tokom disanja, a to je uglavnom uz gornju ivicu pupka.

MARKACIJE SE OBELEZAVAJU U SLOBODNOM DISANJU

- Vezba sa pacijentom (minimum 3 respiratorne krive su potrebne za određivanje tresholda za skeniranje I radioterapijski tretman)
- Definisanje tresholda (margine se postavljaju na 2mm iznad i ispod baseline-a na sistemu za praćenje disanja)
- Biranje adekvatnog CT protokola (ABDOMEN SBRT)
- Tri topograma u slobodnom disanju:
- pomoću tri topograma proveravamo pomeranje dijafragme u toku zadržavanja izdaha
- (izabere se jedan pršljen i meri se razlika u visini između tog pršljena i dijafragme kod sva tri topograma).
- Maksimalna razlika u poziciji dijafragme u ta tri **topograma sme biti do 5mm**. Ukoliko je veća to znači da je unutrašnje pomeranje organa tokom zadržavanja izdaha preveliko i pacijent nije kandidat za stereotaksičnu radioterapiju.



- Određjivanje parametara skeniranja (preseki na 1mm za SBRT respiratorne tehnike)
- Kreiranje protokola (FB ako radimo free breathing, EBH nativno, EBH kontrast)
- Kreiranje nove "sesije" – ebh_nativno_datum skeniranja, ebh_kontrast_datum skeniranja



- Prvo se radi nativno snimanje sa zadržavanjem izdaha, a potom se kreira nova sesija ebh_kontrast, aplikuje se predviđena koncentracija kontrasta uz praćenje na RGSC sistemu
- Ako smo zadovoljni dobijenom respiratornom krivom (sredina tresholda) pacijent napravi opet 2-3 normalne respiracije, zaustavimo snimanje I klikom na export, saljemo respiratornu krivu
- U pacijent karton se upisuje naziv respiratorne krive i tačno vreme kad je respiratorna kriva snimljena
- Tetoviraju se referentne markacije i ivice marker bloka na telu pacijenta
- Obeležavaju repere na vakum jastuku (u nivou bočnih referentnih markacija)
- Ime I prezime pacijenta kao I datum CT skeniranja se takođe obeležavaju na vakum jastuku
- Biramo sistem za planiranje I rekonstruisemo urađene CT-ove
- Zatvaranje pacijenta u CT I RGSC programu
- **Daju se instrukcije pacijentu da nastavi sa vezbanjem zadržavanja izdaha do poziva za zapocinjnjenje radioterapijskog tretmana**

Ct koronarografija u volumenu

Mirjana Radovanović

Specijalista strukovni medicinski radiolog
KBC "Dr Dragiša Mišović"-Dedinje, Beograd



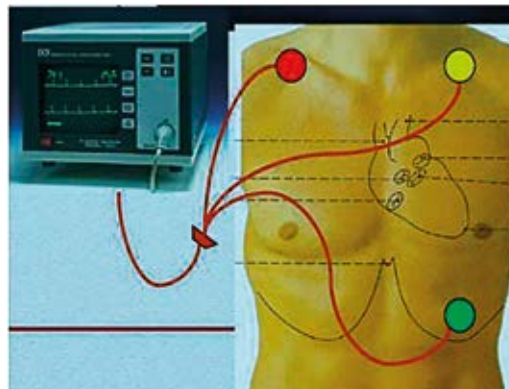
Poslednjih decenija primećen je rast obolelih od koronarnih bolesti sa vrlo visokom stopom mortaliteta. Zahvaljujući tehnološkim dostignućima danas se dijagnoza postavlja brže, jednostavnije i za pacijenta je komforna i neinvazivna.

MSCT koronarografija je neinvazivna dijagnostička metoda gde se aplikacijom jednog kontrastnog sredstva intravenski i multislajsnom akvizicijom dobija detaljan prikaz svih anatomskih struktura kako srca i koronarnih arterija tako i plućni parenhim i grudni koš.



CT koronarografija- način izvodjenja

- psihička i fizička priprema pacijenta, ako je potrebno i premedikacija
- pozicioniranje pacijenta
- aritmia detection
- odabir scan mode-a za CT koronarografiju



Kontraindikacije za CT koronarografiju

- visoke vrednosti uree i kreatinin
- alergija na jedno kontrastno sredstvo
- izražene kalcifikacije na koronarnim krvnim sudovima
- aritmije i tahikardije(samo kod spiralnog skeniranja- helical)



Rodjena 05.07.1971. u Boljevcu. Srednju medicinsku školu završila u Nišu, a Visoku strukovnu i Specijalističke studije u Beogradu. Trenutno na Master studijama iz ultrazvučne dijagnostike -VSŠ ICEPS. Glavni tehničar Mamografske dijagnostike-Odeljenje radiološko-ultrazvučne dijagnostike u KB-C "Dr Dragiša Mišović".

Učestvovala na mnogim domaćim i stranim Kongresima. Ima višegodišnje iskustvo u nastavi.

Objavila veliki broj radova u stručnim časopisima.

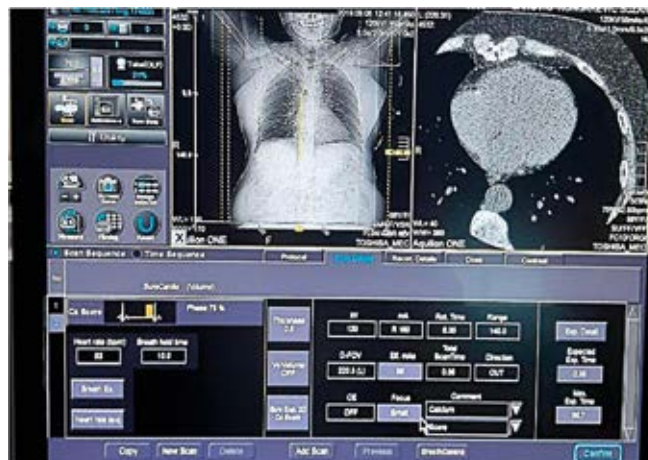
CT koronarografija u volumenu se radi na 320 slajsnom CTaparatu gde se srce snima u volumenu, jednom do dve akvizicije u zavisnosti od veličine srca, u polu ili celoj rotaciji cevi. Vreme trajanja ekspozicije je 1-2 sekunde. Performanse aparata dozvoljavaju puls do 80 što isključuje kontraindikaciju za izvođenje ove metode. Takođe je potrebno dati kardiološku premedikaciju u zavisnosti od stanja pacijenta I to beta blokatore za snižavanje pulsa-presolol i.v. pre samog pregleda. Kod nekih pacijenata neophodno je uključiti i sedative. Pre aplikacije kontrasta u toku pregleda obavezno je dati vazodilatator - Nitroglicerina u spreju i to dva puta na koren jezika.



Nakon kardiološke premedikacije pacijentu je potrebno objasniti tok pregleda, upozoriti da diše lagano sa otvorenim ustima, upozoriti na propratne pojave nakon davanja kontrasta a sve zbog stabilnog srčanog ritma. Braunila se plasira u desnu ruku (kraći put), obavezno siva ili zelena (18G) zbog velikog protoka K.S., koji mora biti oko 6ml/s. Pacijent se povezuje sa injektorom, postavljaju se electrode I uključuje EKG monitoring. Pozicioniranje je u supinaciji sa podignutim rukama iznad glave. Calcium score je protocol u kom se detektuje i kvantifikuje deponovani kalcijum u zidu koronarnih arterija. Kalcijum scoring na 320 multidetektorskom CT-u skenira se u volumenu, prospective mode-u, prospektivnim EKG trigeringom bez kontrastnog sredstva u toku jednog otkucaja srca. Rotacija cevi 0,35s, vreme skeniranja je 0,35s, debljina sloja 0,5mm, rekonstrukcije na 3mm, napon 120kV i oko 160 mA (doza se određuje automat-

ski na osnovu skenograma Sure Exposure softverom. Low dose tehnika.

Stepen detekcije kalcifikacija se kompjuterski proračunava i meri Agaston score.



Svrha kalcijum skoringa je evaluacija ateroskleroze, kardiovaskularnog rizika i stenoze.

Program za detekciju aritmija omogućio je da aritmije ne budu kontraindikacija za CT koronarografiju. Prati ritam srca tokom ekspozicije i automatski detektuje i odbacuje abnormalan pulsni interval tako što prekida ekspoziciju i nastavlja da prati sledeći ritam ekspozicije ako je R-R interval normalan.

Uvek je aktivan u prospective CTA I CTA/CFA scan mode-

Prvi R-R interval kratak, ekspozicija u drugom.

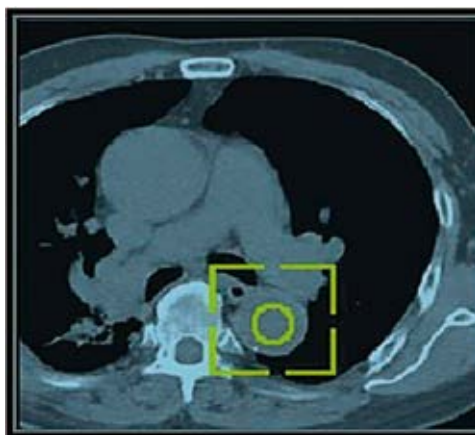
Breath exam- vežbe disanja- proračunava srčani ritam



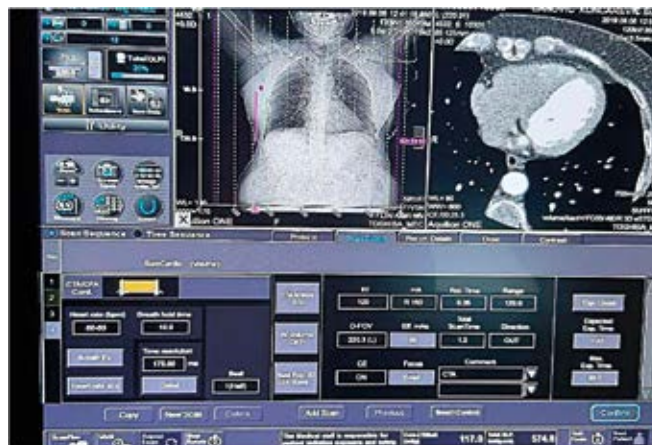
pacijenta, a na osnovu dobijenih podataka određuje vreme rotacije, bira najidealniji segment srčanog ritma u kome će pokrenuti akviziciju.

Srčani ritam je nestabilan u prve dve sekunde, tako da merenje počinje dve sekunde od početka disanja.

Sure start je program za detekciju maksimalne količine kontrastnog sredstva prilikom ekspozicije. Trigger se postavlja na descendentnu aortu, koristi se Iomeron 400mg/ml, daje se od 60 do 80 ml kontrasta, flow je oko 6ml/s, ROI na 180-200HU.



- koji ih detektuje, odbacuje i nastavlja ekspoziciju u prvom normalnom R-R interval.
- zahvaljujući wide volume scan mode-u moguća je akvizicija većeg polja
- volumena spajanjem dva ili više volumena od 160mm (CT bypass graft)
- koncentracija kontrasta je približno ista u svim krvnim sudovima jer je vreme
- trajanja eksozicije kratko
- preseki su 0,5mm

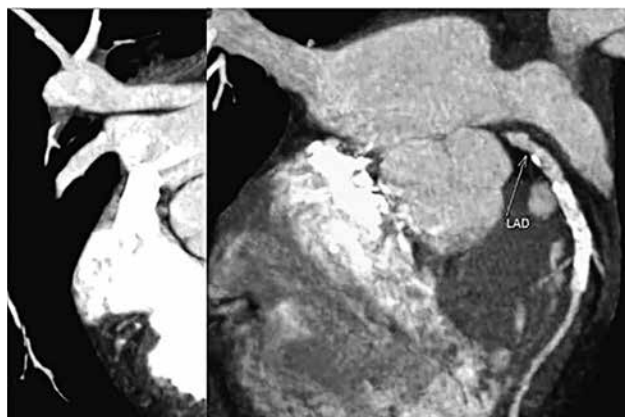


Skeniranje CT koronarografije (320-slajсни CT)

Volume scan

- 320 reda detektora omogućuje polje snimanja od 160mm u jednom
- *aksijalnom* skenu, u jednoj rotaciji cevi
- prospektivni EKG triggering
- vreme rotacije cevi 0,35s
- napon 120kV
- mA zavisi od veličine i strukture polja snimanja (160-400)
- uspešan pregled i sa pulsom od oko 80 otkucaja u minuti
- vreme akvizicije celog srca je 1-2s u zavisnosti od postojanja aritmija i
- veličine samog srca
- manja doza zracenja (nema preklapanja kao u spiralnom)
- aritmije nisu kontraindikacija zahvaljujući programu za detekciju aritmija

Skeniranje ct koronarografije-320-slajсни ct



Prohodan STENT- LAD

ZAKLJUČAK - Nova tehnološka dostignuća u radiologiji i CT dijagnostici su doprinela da se mnogo brže postavi dijagnoza novim neinvazivnim metodama, samim tim su i terapijski postupci ubrzani i efikasniji, što svakako umanjuje procenat mortaliteta od koronarnih bolesti.

Saveti za MR snimanje



Mladen Erić

VMR Centar za magnetnu rezonancu, Novi Sad

Poštovane kolegice i kolege, razmišljajući o temi teksta, koji sam zamoljen da napišem za naš časopis, došao sam do zaključka da ima dosta tekstova sa radovima i primerima iz oblasti magnetne rezonance. Oblast se podrazumevala pošto sam zadnjih 30 godina zaposlen u centrima za MR dijagnostiku i bavim se isključivo tom vrstom dijagnostike.

Stoga, odlučio sam da opišem moja dosadašnja iskustva u načinu rada i organizaciji posla. Pored toga biće priložen rad koji sam sastavio za skup 2020-e na Kopaniku, a tema je tada bila "MR dijagnostika luka Aorte". Rad je načinjen u Power point prezentaciji.

Hteo bih da naglasim da je sama organizacija posla vrlo jednostavna ukoliko se pridržavate unapred dogovorenih radnji koje uvek treba izvršavati istim redosledom. Predložiću redosled od prvog do zadnjeg koraka.

Prvo treba utvrditi identitet pacijenta i izvršiti duplu proveru podataka, a naročito kod pacijenata koji su popunili upitnik sa osnovnim ličnim podacima. Posebnu pažnju obratiti na odgovore sa upitnika koji se tiču ranijih pregleda na MR dijagnostici i eventualnom prisustvu metalnih implanta u telu kao i komadića metala nakon neke povrede. Sve ove informacije dodatno proveriti sa pacijentom pre nego započnete snimanje. Posebno naglasiti pacijentu koje su apsolutne kontraindikacije za snimanje kao što je pacemaker ili tek načinjena neka vrsta operacije pri kojoj je ugrađen metalčki implant nekoliko dana pre snimanja. Ako se držite pravila da se nakon takve operacije sačeka sa snimanjem barem dva meseca, mirno ćete spavati.

Zatim sledi priprema pacijenta za snimanje pri kojoj je savetovano da se pacijent presvuče u pripremljenu kecelju ili haljinu, a oslobodi svoje odeće i ostane u donjem vešu. Preporuka je da žene obavezno skinu grudnjak sem ukoliko je bez kopči, sportski, bez obzira na to

koji se organ snima.

Bitno je i da jasno i glasno objasnite pacijentu, te da budete sigurni da je razumeo važnost apsolutnog mirovanja za uspeh snimanja, kao i činjenicu da snimanje traje malo duže nego druga snimanja. Stoga je potrebno da se pacijent maksimalno opusti kako bi mogao pružiti punu saradnju u toku snimanja. Ukoliko imate, a svi noviji aparati imaju, pustite muziku pacijentu da bi mu brže i lakše proteklo vreme koje boravi na snimanju. Takođe, dajte mu panic taster kojim bi mogao da signalizira da ipak ne može da izdrži snimanje do kraja i da želi da prekine. Sam osećaj da može da upravlja tim delom uliva sigurnost, a lično iskustvo mi govori da izuzetno mali broj pacijenata prekine snimanje kada ima pri sebi panic taster.

Preporuka je da se insistira na tome da pacijent sa sobom ponese medicinsku dokumentaciju od ranijih pregleda. Pri tome ne mislim samo na rezultate i snimke ranijih pregleda na MR aparatima ili CT snimanjima nego i izveštaje kliničkih pregleda jer su vrlo često direktna smernica na uzrok tegoba koje pacijent ima. Na taj način je moguće skratiti snimanje, a da pacijent nije zakinut po pitanju kvaliteta samog snimanja. Ova opaska se naročito odnosi na situacije u kojima nije lekar prisutan svo vreme snimanja. Da bi se taj deo izvršio uspešno potrebno je pacijenta pre snimanja propitati o tegobama i načinu na koje su nastale. Takoreći, obaviti kratak intervju i zapisati tu kratku anamnezu lekaru kao napomenu. Pažljivo pratite slike koje dobijate tokom snimanja kako biste, eventualno, promenili protokol snimanja ukoliko nastane potreba za tim. Povremeno se obratite pacijentu sa obaveštenjem o tome koliko ima vremena do kraja snimanja i o uspešnosti toka snimanja. Deluje umirujuće.

Što se tiče samog protokola, formira ga lekar, ali često

same sekvence koje se koriste u toku snimanja su prerađene i ne koriste se one koje su fabrički postavljene. U našem centru su sve sekvence prerađene, a protokoli snimanja formirani prema određenim vrstama oboljenja. Apsolutno je opravdano jer svaki centar ima različite fokuse koje želi da naglasi tokom snimanja kao i specifičnost različitih protokola za određena oboljenja. U obradi i prerađivanju sekvenci ne smete zaboraviti fizičke principe svake sekvence kao što su, primera radi, vrednosti TR (repetition time) ili TE (time echo) itd. Pri eventualnoj upotrebi kontrastnog sredstva obavezno objasnite pacijentu da neće osetiti nikakvu posebnu promenu i da je i dalje bitno da miruje tokom nastavka snimanja koje po pravilu ne traje dugo nakon

aplikacije kontrasta.

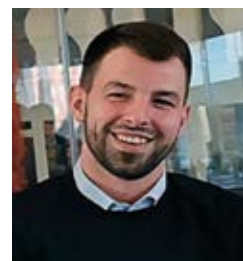
Nakon snimanja sledi arhiviranje snimaka koje se vrši nakon kompletiranja svih obrađenih i rekonstruisanih slika. Pravilno arhiviranje olakšava svako sledeće kontrolno snimanje koje bi po pravilu trebalo izvršiti po istom protokolu i sa istim parametrima prethodnog snimanja radi lakšeg upoređivanja snimaka te provere da li ima neke razlike u odnosu na prethodno snimanje. Kada ste sve navedeno obavili možete smatrati da je snimanje bilo uspešno.

U nastavku prilažem rad koji sam najavio, a zbog COVID-a nije bio izlagan na skupu na Kopaoniku pošto sam bio sprečen da dođem.

MSCT koronarografija

Pregled srca CT-om oduvek je predstavljao izazov, prvenstveno zbog artefakata porekla srčane akcije. Pojavom CT aparata novijih generacija, ovaj problem je prevaziđen.

MSCT koronarografija je metod snimanja koronarnih arterija, odnosno arterija koje ishranjuju srčani mišić primenom jednog kontrastnog sredstva i CT skeniranja. Ova dijagnostička metoda je bezbolna, bezbedna, minimalno invazivna i može se sprovesti brzo i bez rizika. Bitno je napomenuti činjenicu da što je aparat noviji i sa što više slajsova, onda se pored preciznih snimaka koje dobijamo, smanjuje i vreme samog snimanja uz manju dozu zračenja. Zahvaljujući CT koronarografiji moguće je utvrditi mesto i količinu plaka koji se nalazi u krvnim sudovima. Plak predstavlja naslage sačinjene od masti, kalcijuma i ćelijskih ostataka koje mogu ozbiljno ugroziti protok krvi i kiseonika kroz koronarne arterije. Ono što razlikuje tehniku izvođenja CT koronarografije od ostalih CT snimanja, jeste ta što je pacijent sve vreme na kontinuiranom EKG monitoringu te se usklađuje rad srca sa samim aparatom. Jedina razlika u pripremi pacijenata u odnosu na druga CT snimanja je ta što bi srčana frekvencija trebala da bude oko 50. Ukoliko je srčana frekvencija veća od 50 pacijentu su uglavnom daju oralni beta-blokatori 1h pre samog pregleda.

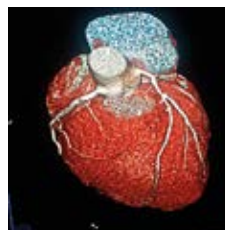


Svetozar Delić

Strukovni medicinski radiolog

Najčešće Indikacije za CT koronarografiju:

1. Isključenje koronarne arterijske bolesti kod simptomatskih pacijenata sa niskom -do srednjom pretest verovatnoćom;
2. Pacijenti sa suspektom koronarnom arterijskom bolesti i dvosmislenim stres-test rezultatima;
3. Akutna grudna bol sa negativnim EKG-om i pozitivnim kardiospecifičnim enzimima;
4. Follow-up simptomatičnih pacijenata sa koronarnim arterijskim bypass-IMA;
5. Evaluacija anomalija koronarnih arterija;
6. Isključivanje koronarne arterijske bolesti pre nekoronarne hirurgije srca;
7. Follow-up pacijenata sa koronarnim stentovima;
8. U sklopu pripreme za operciju srca.



CT angiografija koronarnih arterija predstavlja 100% pouzdan pregled za isključivanje koronarne arterijske bolesti srca.

Epigenetska metilacija molekula DNK pod uticajem malih doza jonizujućeg zračenja, štetna ili korisna za profesionalce?



Dr sci med Savić Borivoje
specijalista genetike,
Naučni Saradnik-medicinske nauke

Univerzitetski Klinički
Centar Srbije Klinika za
očne bolesti-Banka tkiva
Rožnjače

Uvod

Problem u radu ćelije može da nastane kao slučajan biološki problem. Ovom problemu posreduju dve stvari – „loše“ genetsko nasleđe, ali i sve one štetne stvari ili navike koje imamo, a to su stres, pušenje, alkohol, jonizujuće zračenje, zagađenje životne sredine i tako dalje. Problem u našoj ćeliji nastaje prvo u genetskom materijalu. Geni preko proteina ili enzima određuju unutrašnje procese u ćeliji. Jedan od tih procesa je i brzina podele naših ćelija. Jedan od ključanih enzima je naprimer DNK polimeraza. Epigenetska regulacija reaktivacije nekih virusa je povezana sa metilacijom molekula DNK. Promene vezane za metilaciju molekula DNK dovode do promena u repu histona (od. engl. histone tail modification) ćelijskog hromatina. Ove promene su sastavni deo epigenetske regulacije aktivnosti na nivou ćelijskog hromatina. Biohemijski proces u kojem se metil grupe CH_3 vezuju za molekul DNK i to na citozin (C) ili adenine (A) jeste DNK metilacija a taj proces utiče na ekspresiju ili očitavanje ili neočitavanje gena. **Epigenetika** iz njenog naziva ili grčke reči *epi-* koja znači *oko*, *izvan*, postaje nam jasan prefiks *epi-* u epigenetici. Epigenetika predstavlja nešto *izvan*, *oko*, a maksimalno uprošćeno ili prosto rečeno to je hromatin oko molekula DNK. Ako idemo dalje, dolazimo do zaključka da sama gustina hromatina zavisi od epigenetike. Ovo je ključna stvar za nas. „Dobre“ ili „loše“ gene, bez obzira koje imamo, epigenetika na posredan ili neposredan način kontroliše (1). Biološka dozimetrija kod osoba profesionalno izloženih dejstvu jonizujućeg zračenja i sama detekcija mogućih hromozomskih aberacija kod lica koja su

profesionalno izložena dejstvu jonizujućeg zračenja, jeste delimično tačna dijagnostika, ali tu nema epigenetike kao važnog činioca u samoj genetici pojedinca. Prvi put u Srbiji pokušavao kroz sopstvena istraživanja i relevantna naučna istraživanja u svetu povežemo ove jako važne genetičke **činioce** jer moguća pojava malignih bolesti, naslednih bolesti pri niskim dozama jonizujućeg zračenja linearno se povezuje i smatra se naučno prihvatljivom pretpostavkom, čak i ako se prepoznaju mnogobrojne naučne manjkavosti u vezi sa ovom procenom.

Ključne reči; epigenetika, metilacija, dozimetrija-hromozomske aberacije.

Cilj rada

- Prvi cilj ovog rada je da se sadašnji i budući strukovni medicinski radiolozi upoznaju sa mehanizmima epigenetike i shvate epigenetiku kao veoma važan model zaštite od jonizujućeg zračenja.
- Drugi cilj je razumevanje i zaštita imunoskog sistema sa epigenetskog aspekta, ljudi sa povećanim rizikom zbog radnog mesta.

Materijal i metode

Ova studija preseka u otvorenom preglednom radu omogućava uvid i prati najnovije dokaze o uticaju na molekul DNK, sa aspekta metilacije molekula DNK, što je prvi i češći događaj od genetskih mutacija u ćelijama raka. A promene u epigeneomu nagoveštavaju malignu promenu i mutaciju. Relevantna istraživanja vezana za temu povezanosti promena u epigenetskom kodu pri

malim dozama zračenja i prikaza sopstvenih istraživanja, doprinosimo boljem razumevanju i većoj zaštiti od jonizujućeg zračenja, profesionalno izloženih lica. Pratili smo najnovije dokaze o uticaju jonizujućeg zračenja na molekul DNK. Promene u metilaciji DNK su prvi i češći događaji od genetskih mutacija u ćelijama raka. A promene u epigenomu nagoveštavaju malignu promenu-mutaciju (2).

Rezultati

U mnogim radovima su opisani mnogi dokazi koji podržavaju ideju da se ćelijski odgovor na nisku dozu zračenja, barem delimično, kontroliše mrežama ekspresije gena. Rezultati pregleda literature nam pokazuju da su epigenetski mehanizmi uključeni u adaptivni odgovor (3). Da su promene metilacije DNK čak i češći događaji od genetskih mutacija (4). Globalni gubitak metilacije DNK kod nekih gena, bila je prva epigenetska abnormalnost identifikovana u ćelijama raka. Prisutnost epigenetskih promena posebno u modelu metilacije molekula DNK je povezana sa jonizujućim zračenjem (2).

Jako je teško precizno odrediti uticaj neke supstance i sredine na epigenom, ali su dokazani modulatori molekula DNK odgovorni za ekspresiju gena i imunski odgovor na određeni patogen kao što je jonizujuće zračenje (6).

- Molekul DNK se ponaša kao sunđer koji upija jonizujuće zračenje, ali pre samog molekula DNK promene se vide u epigenomu naše ćelije (7).
- Epigenom domaćina je bitan element u reaktivaciji bolesti i bitno utiče na naš imunski odgovor, a na njega bitno utiče jonizujuće zračenje (6).

Na osnovu sopstvenih istraživanja iznosimo podatke koji se mogu povezati sa uticajem rezmetilisanog molekula DNK zbog niskih doza jonizujućeg zračenja i reaktivacije virusa.

Svi pacijenti su u akutnoj fazi bolesti herpetičnog kera-

titisa, pri reaktivaciji HSV-1 virusa, imali niže referentne vrednosti vitamina B12 i folne kiseline koji su odgovorni za metilaciju molekula DNK (5).

Broj recidiva herpetičnog keratitisa je bio niži kod pacijenata sa višim nivoom vitamina B12 u krvi i folne kiseline u akutnoj fazi bolesti (tabela 1.) (5).

Reaktivacija virusa HSV-1 može biti povezana sa minimalnim nedostatkom vitamina B12 i folne kiseline tokom latentne faze bolesti zbog epigenetske prirode HSV-1 virusa (5).

Jonizujuće zračenje je jedan od spoljnih faktora koji mogu uticati na razmetilisanje molekula DNK, suplementi koji utiču na metilaciju molekula DNK kao donori metil grupa mogu biti važni činioci i u mogućoj zaštiti epigenoma molekula DNK, posebno kod lica koja su profesionalno izložena jonizujućem zračenju (4).

Na osnovu dobijenih vrednosti, broj recidiva herpetičnog keratitisa vrlo značajno zavisi od nivoa vitamina B12 u krvi ($p=-0,619$; $t=3,694$; $p=0,001$) i nivoa folne kiseline u krvi ($p=-0,518$; $t=2,843$; $p=0,009$). Negativne vrednosti Spirmanovih koeficijenata korelacije ranga ukazuju da broj recidiva herpetičnog keratitisa opada sa porastom nivoa vitamina B12, kao i sa porastom i nivoa folne kiseline u krvi (5)

Diskusija

Izloženost niskom nivou jonizujućeg zračenja: štetna ili korisna sa epigenetske strane? Svakako da nije trivijalno pitanje da li je stimulacija odbrambenih mehanizama ćelija niskim nivoom zračenja korisna ili štetna u smislu zdravstvenih efekata na ljudski organizam? Iako ova stimulacija podseća na pozitivnu reakciju, to ne bi mogao biti slučaj ako na primer, ćelije oštećene produženim izlaganjem zračenja poremete ritam deljenja izbegnu apoptozu što je siguran put ka nestabilnosti našeg genoma i mogućoj bolesti. U našim istraživanji-

Tabela 1.

Varijable	Interval varijacije	Aritmetička sredina	Medijana	Standardna greška	Koeficijent varijacije (%)	Shapiro-Wilk's -test	
						W	p
Nivo vitamin B12 (ng/mL)	7,0-10,0	8,33	8,10	0,204	11,99	0,92	0,061
Nivo folne kiseline (ng/mL)	4,6-7,9	6,50	7,00	0,226	17,01	0,85	0,003
Broj recidiva	1-3	1,63	1,00	0,168	50,72	0,71	<0,001

ma u Klinici za očne bolesti reaktivacija virus HSV-1 kod bolesti oka herpes keratitis je takođe povezana sa razmetilisanjem molekula DNK i štetnim delovanjem spoljne sredine (3). Promocija tumora povećanjem verovatnoće preživljavanja ćelija sa nagomilanim oštećenjem ili mutacijom sigurno nije dobra stvar (7). Vitamin B12 i folna kiselina su uključeni u proces metilacije DNK molekula, što je jedan od osnovnih mehanizama epigenetskog uređenja molekula DNK (9). Metilacija molekula DNK povezana je sa unosom folata i nivoom koncentracije folata u organizmu. Ljudi ne mogu samostalno sintetizovati metilne grupe, pa ih unose hranom ili kao dodatak u vidu suplemenata (10). Jonizujuće zračenje menja epigenom molekula DNK, razmetilisanje molekula DNK je povezano sa jonizujućim zračenjem, samim tim dolazimo do zaključka da je dodatna suplementacija vitaminima B grupe važna za ljude koji rade u zoni jonizujućeg zračenja (7).

Ovoj rad je mali doprinos nastavku istraživanja na temu epigenetike i uticaja spoljne sredine, jonizujućeg zračenja, na naš molekul DNK. Spoljnih faktori moguće i sigurno utiču na imunski i epigenetski status ljudi koji rade u zoni jonizujućeg zračenja i zato je važno ukazati na povećan rizik radnog mesta zbog epigenetskog statusa ljudi u zoni. Izloženost niskom nivou jonizujućeg zračenja **štetno** ili korisno svakako da nije trivijalno pitanje, jer se menja naša genetika odnosno epigenetika koja je važan deo naše genetike.

- Niže referentne vrednosti vitamina B12 i folne kiseline sa uticajem spoljnih faktora, jonizujućim zračenjem, moguće utiču na imunski i epigenetski status ljudi koji rade u zoni jonizujućeg zračenja.

Suplementacija B12 i folnom kiselinom ima protektivan efekat na molekul DNK koji je pod uticajem jonizujućeg zračenja

- Ne možemo govoriti o krajnjem zaključku ili možemo?

Konkretnog zaključka nema ni u svetu ali se nazire, tako da je ovo mali, veliki, doprinos nastavku istraživanja na temu epigenetike- i uticaja spoljne sredine na naš molekul DNK

Literatura

1. Savić B. (2023): Našom genetikom protiv bolesti, Zepter Book World, Beograd 20-23. (1)
2. Belli, Mauro, and Maria Antonella Tabocchini. "Ionizing radiation-induced epigenetic modifications and their relevance to radiation protection." *International journal of molecular sciences* 21.17 (2020): 5993. (2)
3. Potential role of folic acid and vitamin b12 in herpes simplex virus keratitis reactivation. (2019); March, 2019. DOI broj 10.2298/VSP181001037S. (M23) (5)
4. IL28B genetic variations in patients with recurrent herpes simplex keratitis. *Medicina* (2019); Sep 2019. DOI broj 10.3390/medicina55100642. (M22)
5. Schofield, Paul N., and Monika Kondratowicz. "Evolving paradigms for the biological response to low dose ionizing radiation; the role of epigenetics." *International journal of radiation biology* 94.8 (2018): 769-781. (3)
6. Burgio, Ernesto, Prisco Piscitelli, and Lucia Migliore. "Ionizing radiation and human health: Reviewing models of exposure and mechanisms of cellular damage. An epigenetic perspective." *International journal of environmental research and public health* 15.9 (2018): 1971. (4)
7. Tharmalingam, Sujeenthara, et al. "Low-dose ionizing radiation exposure, oxidative stress and epigenetic programming of health and disease." *Radiation research* 188.4.2 (2017): 525-538 (7)
8. Padula, Gisel, María Virginia Ponzinibbio, and Analía Isabel Seoane. "Possible radioprotective effect of folic acid supplementation on low dose ionizing radiation-induced genomic instability in vitro." (2016). (6)
9. Al-Meer, Rafah S., Ola HM El-Habit, and Amal A. Al-Hazaa. "Adaptive response to ionizing radiation and the role of vitamin B12 in amelioration radiation protection standards." *Journal of King Saud University-Science* 23.2 (2011): 197-204. (9)
10. Khuti, Donald, et al. "The Acute Effect of Multi-Ingredient Antioxidant Supplementation following Ionizing Radiation." *Nutrients* 15.1 (2023): 207. (10)

Primena stereotaksične radioterapije u lečenju obolelih od malignih bolesti

Tomić Slađana

Spec. str. med. radiolog



Trendom redovnog obnavljanja medicinskih uređaja i opreme i nova idejna softverska rešenja rezultirala su proizvodnjom visokoenergetskog akceleratora EDGE koji je dizajniran da izvodi napredne, ali neinvazivne procedure ozračivanja karcinoma bilo gde u telu, sa izuzetnom preciznošću. Ovaj aparat koristi novu tehnologiju praćenja tumora u realnom vremenu i mogućnost upravljanja pokretom, poboljšavajući bezbednost i udobnost za pacijente, štiteći zdravo okolno tkivo sa tačnošću ispod 1 milimetra.

SRT STEREOTAKSIČNA RADIOTERAPIJA

Stereotaksična radioterapija pripada grupi takozvane slikom vođene radioterapije (Image Guided Radiotherapy – IGRT). Zasnovana je na izvanrednom imidžingu, preciznošću u određivanju mete i isporuci vrlo visokih doza zračenja. U osnovi to podrazumeva specifičnu imobilizaciju pacijenata, ograničavanje ili kalkulisanje

pokretljivosti organa (respiratorna pokretljivost i peristaltika), primenu stereotakse i visoku preciznost prilikom isporuke doze.

Stereotaksična radioterapija omogućava radiacionim onkolozima da ciljaju i unište tumorske stanice s visokom preciznošću, što smanjuje rizik od oštećenja okolnog zdravog tkiva. Ove tehnike se često koriste za lečenje primarnih ili metastatskih tumora: mozga, kičmene moždine, pluća, jetre i drugih lokalizovanih lezija. Pacijenti prolaze kroz detaljan dijagnostički proces kako bi se odredio najbolji protokol lečenja, a zatim se planira individualni tretman koji odgovara njihovim potrebama.

Stereotaksična radioterapija može pružiti uspešnu alternativu ili dopunu drugim terapijskim opcijama kao što su hirurgija ili konvencionalna radioterapija. Važno je naglasiti da ova tehnika zahtijeva stručnost multidisciplinarnog tima koji uključuje radioterapeute, neurologe, medicinske fizičare i radioterapijske tehničare kako bi se osiguralo optimalno liječenje i najbolji mogući ishod za pacijente.

U SRT-i, pacijentu se obično daje manji broj tretmana (reda veličine do 5 frakcija),

pri čemu se svaki tretman naziva frakcija. Ovi frakcionisani tretmani omogućavaju primenu veće ukupne doze zračenja tokom dužeg vremenskog perioda, što pomaže u smanjenju rizika od oštećenja okolnih zdravih tkiva. SRT se često koristi za lečenje benignih i malignih tumora mozga, kao i drugih oboljenja, poput trigeminalne neuralgije. Frakcionisani tretman SRT se koristi za veće lezije, u oblastima ili u blizini ključnih i hiruški nepristupačnih područja.

Prilikom imobilizacije glave za SRT koristi se termoplastična maska i individualno jastuče, za svakog pacijenta posebno. Ovako pripremljena maska, stavlja se na specijalnu ploču predviđenu isključivo za SRT.



slika br 1: Edge savremeni linearni akcelerator



slika br 2 : specijalna ploča za imobilizaciju SRT glave

slika br 3: specijalno individualno jastuče plave boje



slika br 4: specijalna maska za SRT

SRS (Stereotactic Radiosurgery) STEREOTAKSIČNA RADIOHIRURGIJA

Stereotaktička radioterapija (SRT) i stereotaktička radiokirurgija (SRS) su slične tehnike radioterapije koje se koriste za lečenje tumora i drugih oboljenja u mozgu. Ukratko, glavna razlika između SRT glave i SRS glave je u načinu primene zračenja i u ukupnoj dozi zračenja koja se primenjuje. SRT se primenjuje frakcionisano, sa manjim dozama zračenja tokom dužeg vremenskog perioda, dok se SRS obično primenjuje kao jedan sa veoma visokim dozama zračenja. Obe tehnike imaju za cilj precizno usmeravanje zračenja ka ciljanim područjima, uz minimalno oštećenje okolnih tkiva.

SRS tehnika podrazumijeva primenu visoke doze zračenja u **jednoj frakciji** (primera radi 24gy u jednoj frakciji, što bi u normalnim okolnostima bilo isporučeno u najmanje 10 frakcija), te kao takva zahteva specijalnu imobilizaciju pacijenta kao i specifične metode slikovnog vođenja.

Koriste se za koncentrirano isporučivanje visokih doza zračenja na ciljano područje, minimizirajući oštećenje okolnog zdravog tkiva. Ova tehnika nastala je za lečenje primarnih metastatskih tumora u mozgu, meningeoma, akustičnih neuroma i arteriovenskih malformacija (AVM). Tumori tretirani SRS-om nalaze se u malim koncentrisanim područjima, nedostupnim za konvencionalnu hirurgiju ili za pacijente koji nisu kandidati za radiocinalnu hirurgiju. Ova metoda nije invazivna, bez obzira što u sebi nosi naziv hirurgija.

SRS je evoluirao od ezoteričnog tretmana u opciju koja bi trebala biti ponuđen mnogim pacijentima sa intrakranijalnim lezijama. Što je pacijent stariji ili medicinski krhki, to je manja meta. Što je hirurška opcija opasnija, to više SRS treba ponuditi kao alternativu operaciji, ili kao primarni tretman. Radiobiologija sugerise da postoji posebna prednost za zračenje benignih tkiva u jednoj sesiji. Stoga su određeni pacijenti sa AVM, akustičnim neuromima i meningiomima malih kavernoznih sinusa idealni kandidati za primarni SRS.

Priprema pacijenata za SRS

U pripremi i planiranju radioterapije imamo nekoliko vrlo važnih koraka.

1. Pravljenje maske za radioterapiju

Morata se napraviti maska za radioterapiju pre nego što se pacijent snimi na CT-u. Maska održava područje glave mirnim, tako da tretman bude što precizniji.

Za pravljenje maske potrebno je između 20 i 35 minuta. Maska se pravi direktno na koži pacijenta. Korisno je nositi odeću koju možete lako da skinete. Takođe morate skinuti sav nakit sa tog područja glave (minđuše, pirsinge i sl.).

Glava se imobilizuje, specijalnim sistemom za imobilizaciju Encompass™ SRS je visoko napredno, neinvazivno rešenje za imobilizaciju dizajnirano za tretmane stereotaktičke radiohirurgije. Klinički cilj je da se postigne submilimetarska imobilizacija za precizno lečenje višestrukih lezija sa jednim izcentrom. Encompass™ IntegraBite™, koji smanjuje pokrete, omogućavajući maksimalnu dozu za tumor dok minimizira zračenje koje se isporučuje u okolno zdravo tkivo.

Inovativni Integrated Shim Sistem™ pruža opseg pode-

šavanja visine od 4 mm koristeći diskretne korake od 0,5 mm za optimizaciju imobilizacije. Termoplastična maska se zagreva u toploj vodi u vodenom kupatilu ili pećnici tako da postane mekana i savitljiva.

Ove maske se sastoje od dva dela, prvi je donji koji se postavlja u nosače kolevke na specijalnoj ploči (nakon što je maska bila u vodenom kupatilu) i na njega se postavlja poglavina pacijenta, u usta se postavlja integral bajt koji omogućava isti položaj usana, ali samo ako pacijent ima zube, a zatim se formira i gornji deo maske sa otvorom za lice pacijenta. Potrebno je da maska stoji na licu dok potpuno ne bude hladna, u suprotnom proces hlađenja maske bi se nastavio van lica pacijenta, što bi na kraju rezultiralo imobilizacijom koja ne odgovara pacijentu.



slika br 5: specijalna ploča za imobilizaciju SRS glave

2. CT skeniranje

Prema protokolima odradi se CT skeniranje i transfer imidžinga na radne stanice lekara i medicinskih fizičara. Takođe možete da uradite MRI skeniranje ili PET skeniranje glave. Informacije iz ovih skeniranja ulaze direktno u računar za planiranje radioterapije. Tim za radioterapiju zatim sastavlja plan lečenja.

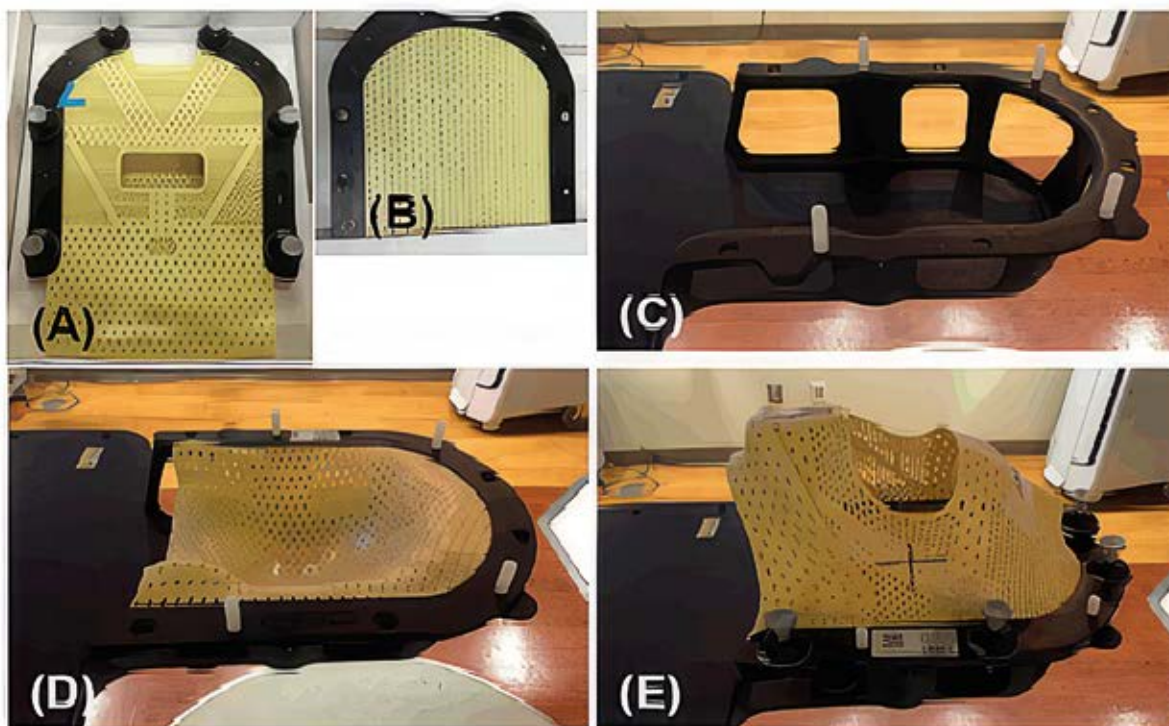
3. Planiranje SRS

Planiranje radioterapije, podrazumeva određivanje doze i način modulisanja zračnog snopa.

4. Sprovođenje zračne terapije na linearnom akceleratoru

Po dolasku pacijenta na zakazanu zračnu terapiju, pacijent zauzima potpuno isti položaj, sa potpuno istim uslovima i sredstvima imobilizacije na pacijent stolu, nakon čega radiološki tehničar napušta bunker i pristupa upravljačkoj konzoli aparata.

Prije isporuke svake frakcije radi se CBCT (Cone beam CT) koji omogućava slikom vođenu radioterapiju, ade-



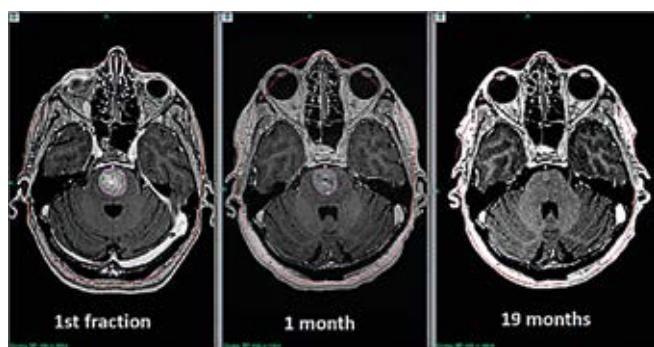
slika br 6: maska za imobilizaciju SRS glave

kvatan monitoring tretmana te korekciju eventualnih nepreciznosti prije isporuke radijacione doze.

Nakon ozračivanja vrlo visokom dozom u 1 frakciji pacijent odlazi kući.



slika br.7: upravljačka konzola linearnog akceleratora



slika br.8: rezultati tumora mozga tretiranog SRS tehnikom u jednoj frakciji sa 21gy

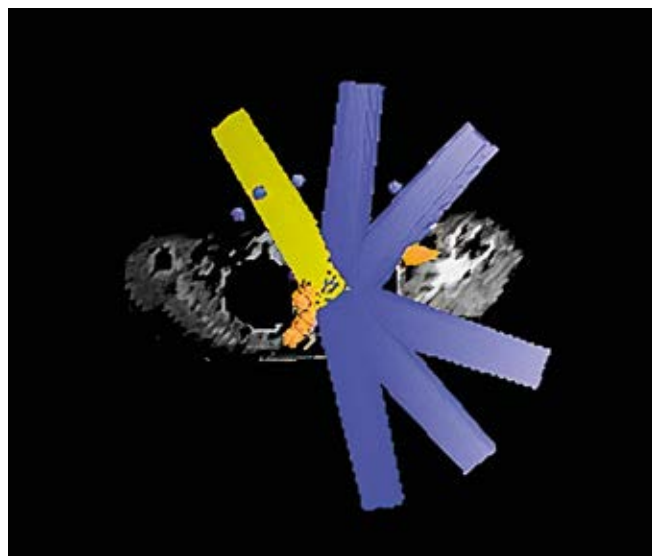
SBRT (Stereotactic Body Radiation Therapy) STEREOTAKSIČNA RADIOTERAPIJA TELA

Kada se radi o ozračivanju tumora van centralnog nervnog sistema odnosno glave i isporuku vrlo visokih doza zračenja, govorimo o SBRT (Stereotactic Body Radiation Therapy) tehnici koja se koriste za tretiranje tumora i drugih patoloških promjena u plućima i abdomenu, uključujući organe poput jetre, bubrega, gušterače i crijeva. Ova tehnika omogućava precizno ciljanje tumora u ovim područjima često uz minimalne nuspojave i očuvanje okolnih zdravih struktura.

U prošlosti, prisustvo metastaza ograničilo je mogućnosti liječenja na hemoterapiju, a preživljavanje manje od godinu dana bilo je vrlo često. Za ljude koji imaju samo

jednu ili nekoliko područja metastaza (širenje) upotreba SBRT-a je to nešto izmijenila. Utvrđeno je da za ljude sa oligometastazama (oligo znači bukvalno "malo") koji tretiraju metastaze sa SBRT povećavaju srednju stopu preživljavanja. Adekvatna selekcija pacijenata za SBRT je od suštinskog značaja. Indikacije za SBRT su praktično iste kao i za hirurgiju, ali nema tako izrazitih ograničenja u smislu opšteg stanja bolesnika, starosti i komorbiditeta. Kriterijumi za SBRT su obično veličina tumora ispod 4 cm i ograničen broj metastaza (od 1 do 5) kod dobro kontrolisanog primarnog tumora. Kod ovih pacijenata se izrađuje individualna doza zračenja, nema potrebe za hospitalizacijom, što ujedno utiče i na ekonomski faktor (nema bo dana, previjanja, dodatne medikamentozne terapije nakon operacije). Fokusirani snopovi zračenja su usmereni i svaki snop ima mali uticaj na tkivo kroz koje prolazi do mete, ali se ciljna doza isporučuje na mestu gde se svi snopovi ukrštaju tj. na tumor.

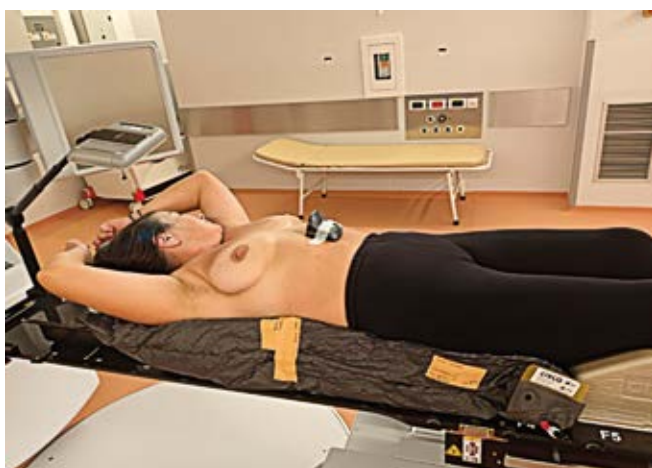
Precizno planiranje i praćenje tijekom tretmana ključni su za osiguravanje uspješnog ishoda i smanjenje rizika od oštećenja okolnog zdravog tkiva.



Slika br.9: ukrštanje zračnih snopova u centru tumora

Da bi se isporučile vrlo visoke doze, potrebno je imobilisati deo tela ili organ pacijenta čime će se omogućiti reproducibilnost položaja pri dolasku na zračnu terapiju. U ovu svrhu se mogu koristiti vakum jastuci, razne vrste kompresije i različite tehnike kontrole disanja (bread-hold, respiratorni gejtting), čime će se regija od interesa fiksirati. Primenu tehnike zadržavanja daha tj.

snimanje i isporuka zračne doze sinronizovano sa disanjem, koju čini sistem infracrvenih kamera koje prate pacijentovo disanje i omogućavaju doziranje zraka samo u fazi koja je prethodno određena od strane lekara. Visoko sofisticirani sistem za praćenje disanja pomaže da se **kompenzuje pokret disanja**, što je posebno važno kod tretmana određenih tumora (tumori na jetri i plućima menjaju svoj položaj prilikom respiracije).

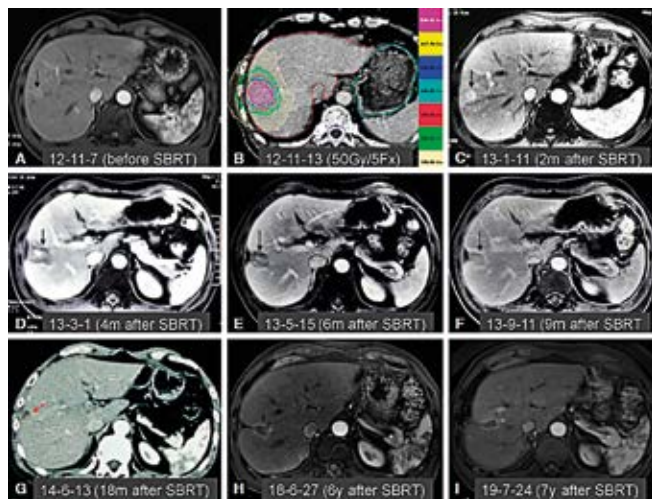


Slika br 10: jedan od načina imobilizacije za SBRT jetre i abdomena

Ukoliko se osvrnemo na činjenicu da su metastaze u jetri resektabilne u 10-20% slučajeva ostavlja mogućnost za primenu drugih modaliteta lečenja. Alternativu hirurgiji u lokalnom lečenju neresektabilnih metastaza u jetri predstavljaju SBRT. Kandidati za SBRT metastaza u jetri su pacijenti sa neresektabilnom bolešću u jetri ili pacijenti kod kojih zbog prisutnih komorbiditeta nije moguće sprovesti hirurško lečenje, uz zadovo-

ljavajuću funkciju okolnog nezahvaćenog parenhima jetre. Kontrola respiracijom uzrokovanih promena položaja tumora podrazumeva primenu različitih tehnika kao što su infracrveni markeri, tehnika zadržavanja daha, abdominalna kompresija, respiratorni *tracking* i respiratorni *gating*. Različiti režimi frakcionisanja su u upotrebi, od primene doze u jednoj frakciji do hipofrakcionisanih režima, sa najčešćim aplikovanjem doze u opsegu od 30-60 Gy u 3 frakcije. Nizak procenat komplikacija SBRT metastaza u jetri se pripisuje pažljivom planiranju i preskripciji doze kao i izborom adekvatnog režima frakcionisanja. Uz adekvatnu selekciju pacijenata sa neresektibilnim metastatskim promenama u jetri primena savremenih tehnika zračne terapije, posebno u kombinaciji sa efikasnim modalitetima sistemskog lečenja, može doprineti boljoj lokalnoj kontroli i produženju **preživljavanja**.

Rezultati koje pruža SBRT u liječenju primarnih i sekundarnih tumora jetre su obećavajući i pokazuju bolje rezultate liječenja u poređenju s konvencionalnom radioterapijom koja se aplicira dnevno kroz nekoliko nedelja. Jedno istraživanje provedeno na uzorku od 102 pacijenata s hepatocelularnim karcinomom, najčešćim oblikom primarnog karcinoma jetre pokazalo je da godinu dana nakon SBRT zahvata u 87 posto pacijenata nije došlo do povrata bolesti. Važno je napomenuti da je više od polovine pacijenata tumor imalo u neposrednoj blizini velikih jetrenih krvnih žila i žučnih vodova što često ograničava uspešnost lečenja.



Slika br.11 SBRT tehnika primenjena na hepatocelularni karcinom jetre, a pacijent je odbio klasični hiruški zahvat.

Trenutno je SBRT tehnika standard u lečenju inoperabilnog nesitnoćelijskog karcinoma pluća, ali je takođe i terapijska opcija za karcinome jetre, prostate, kao i u solitarnoj ili oligometastatskoj bolesti (u plućima, jetri, kičmi, nadbubrežnoj žlezdi, limfnom nodusu).

SBRT pluća nudi sigurnu i uspešnu metodu lečenja tumora grudnog koša korištenjem visokih doza zračenja u manje od pet tretmana. Najčešće se koristi u ranom stadiju bolesti, ali ima sve veću ulogu i u drugim vrstama malignih bolesti grudnog koša.

Pluća su najčešće mjesto udaljenih metastaza mnogih

solidnih tumora, a strategija SBRT-a, kao što su rasporedi frakcija doza, vrijeme itd., bili bi različiti u zavisnosti od vrste primarnog tumora i lokaciji.

Nedavni podaci pokazuju da SBRT centralno smještenih tumora daje dvogodišnje stope lokalne kontrole od 87,9%, 72,7% i preživljenje bez progresije od 54,5%.

Upotreba ovakvih naprednih tehnologija omogućava visoku efikasnost lečenja uz minimalne sporedne efekte na zdravo tkivo što zbog preciznije lokalizacije tumora i dobre selekcije pacijenata.



Slika br.12 SBRT tehnika primenjena karcinomu pluća

Kompjuterizovana tomografska perfuzija endokranijuma

Prim.dr sci med Biljana Georgievski-Brkić
specijalista radiologije, neuroradiolog



UVOD

Kompjuterizovana tomografska perfuzija (KTP) endokranijuma je dinamička, kontrastna studija koja se koristi kod pacijenata za procenu prokrvljenosti mozga na nivou mikrocirkulacije (1). Ovaj rad ima za cilj da predstavi neke opšte principe protokola. Specifičnosti pregleda će se razlikovati u zavisnosti od CT hardvera i softvera aparata, preferencije radiologa, institucionalnih protokola, vremenskih ograničenja kao i indikacija za pregled. Koncepti KTP su razvijeni 1980-ih godina (2), ali je njena široka klinička upotreba vezana za nastanak brzih multidetektorskih KT mašina (3). Pored klasične KTP, različite vrste modaliteta se koriste za procenu cerebralne perfuzije, uključujući Pozitronsku Emisionu Tomografiju (PET), Single Foton Emisionu Kompjuterizovanu Tomografiju (SPEKT), ksenonsku kompjuterizovanu tomografiju (KT) i magnetno rezonantnu (MR) perfuziju. Ove dejagnostičke procedure su, međutim, ograničeno dostupne, sa viskim troškovima i/ili uz mogućnost postojanja problema u smislu tolerancije pacijenata tokom izvođenja ovih procedura (4). KTP je široko rasprostranjena tehnika, blagovremeno i jednostavno sredstvo za procenu cerebralne perfuzije. Svrha ovog skeniranja je da se izmeri/posmatra porast denziteta dok kontrastno sredstvo prolazi kroz arterijski i venski sistem, čineći ovu metodu „funkcionalnim skeniranjem“. KT aparat mora posedovati softver za perfuziju, da bi smo mogli da primenimo ovu vrstu procedure.

INDIKACIJE I KONTRAINDIKACIJE

Ključne kliničke primene KTP uključuju dijagnostiku infarkta mozga, evaluaciju vazospazma nastalu nakon subarahnoidalnog krvarenja, merenje cerebro-vasku-

larne rezerve posle provokacije acetazolamidom, kod pacijenata sa stenozama krvnih sudova radi donošenja odluke o terapijskom pristupu: selektovanje kandidata za bajpas operaciju ili endovaskularni tretman u angiografskoj sali. KTP se takođe koristi za procenu cerebralne perfuzije nakon traume glave, ali i intrakranijalnih tumora (1). Kontraindikacije su teške alergijske reakcije na jodno kontrastno sredstvo, a zbog zračenja se ne primenjuje kod dece, trudnica i dojilja.

PRIPREMA PACIJENTA, POKRIVENOST, PROTOKOLI I AKVIZICIJA

Dva najvažnija faktora u okviru ovog pregleda su pozicioniranje pacijenta i kvalitetan pristup intarvenske linije. Pacijent ležeći sa leđima rukama pored sebe. Glava se postavlja u „položaj za zatezanje brade“ sa savijenim vratom (pomaže se sunđerom iza glave) da bi se smanjila doza na očno sočivo. Sunđeri se mogu postaviti sa obe strane kako bi se osiguralo da je glava ravna. Pregled zahteva ubrizgavanje kontrasta velikom brzinom stoga je potrebna kanila (braunila) velikog otvora (minimum 18 gauge).

KTP se generalno uvek izvodi nakon standardnog nekontrastnog KT glave i može se izvesti ili pre ili posle KT angiografije vrata i glave u okviru multimodalnog protoka za akutni moždani udar. Bolus od 35 do 50 mL jednog kontrasta se isporučuje uvek injektorom u antekubitalnu venu brzinom od 4 do 5 mL/s nakon čega sledi 20-40 mL fiziološkog rastvora pri istoj brzini injekcije (5). Dinamičko skeniranje se vrši nakon odlaganja od 4 do 8 sekundi u odnosu na injekciju kontrastnog sredstva. Napon cevi od 80 kV se koristi za dobijanje imidžinga, jer se ovaj napon približava k-ivici Joda, povećava „poboljšanje kontrasta“ i smanjuje dozu zračenja u poređenju sa standardnim KT naponom za pregled

glave od 120 do 140 kV. Trajanje akvizicije slike varira između protokola. Trajanje skeniranja je često 45-60 sekundi, ali da budemo precizniji, neohodno je onoliko vremena koliko je potrebno da se kontrast potpuno nestane.

Da bi se minimizirala doza zračenja pri podešavanju dužih vremena snimanja slike, frekvencija akvizicije slike može da varira. Važno je primeniti visoku frekvenciju u početnom periodu akvizicije da bi se generisale precizne krive arterijske i venske koncentracije u ranoj fazi, koje omogućavaju optimalno izračunavanje mapa.

Kolika će biti pokrivenost pregleda, zavisi od toga kolika je širina detektora KT aparata, odnosno tehničke karakteristika mašine. Obim mozga uključen u pregled perfuzije zavisi od širine detektora, pa se kreće od 0,5cm do 16 cm (čitav endokranijum), što je omogućeno na skenerima 256 i 320 -slajsnosti (Tabela 1). Kod pacijenta koji su skenirani sa manjim brojem detektora pregled se može dva puta uraditi na dva različita nivoa, ako je to klinički indikovano. Neki skeneri uključuju prebacivanje u „shuttle“ mode (umesto statičkog moda stola tokom skeniranja), a to omogućava veću pokrivenost perfuzijom (7).

TABELA 1. Pokrivenost KTP

MSCT aparati	Pokrivenost KTP
1 slajсни	0,5cm
8 slajсни	1 cm
16 slajсни	2cm
64 slajсни	4cm
128-slajсни	do 12 cm
256 slajсни i 320 slajсни	16 cm -čitav endokranijum (6)

POSTPROCESING

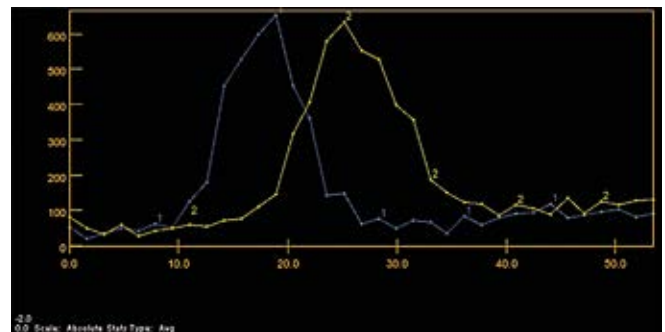
Postoje dve glavne metode matematičkih proračuna perfuzije: dekonvolucija i nedekonvolucija (8).

Nedekonvolucionarna metoda je zasnovana na Fickovom principu i zahteva visoku stopu injekcije kontrasta. Ovom metodom je lakše izračunati perfuziju, ali se smatra previše pojednostavljenom. Takođe, apsolutna

kvantifikacija parametara nije moguća ovom metodom. Postoje dve različite pod tipa izvođenja tehnika dekonvolucije: parametarska i neparametarska. Neparametarske metode uključuju Furijeovu transformaciju, koja je veoma osetljiva na šum i dekompoziciju singularnih vrednosti (DSV), koja je upravo i najčešći metod koji se koristi u proračunima perfuzije. Ova metoda je matematički komplikovanija, zahtevnija ali je dokazala validnost kroz veliki broj studija.

Generalno KTP prati prolazak kontrastnog bolusa (njegovog ulazak i ispiranje) kroz moždano tkivo. Drugim rečima, mozak se više puta skenira dok kontrastno sredstvo kreće kroz region od interesa i meri se njegovo relativno povećanje, vrhunac, smanjenje i generiše se krivulja denzitet-vreme.

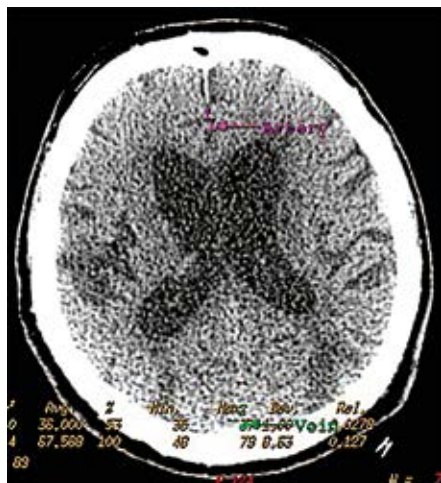
Na osnovu izvedene krivulje denzitet -vreme dobija se arterijska ulazna funkcija (koja predstavlja arterijski input/ulazak) i funkcija venskog izlaza (koja predstavlja venski flow out /ispiranje). Parametri perfuzije se izračunavaju za svaki vokal na CTP mapi koja predstavlja različita hemodinamska svojstva.



Slika 1. Vreme -denzitet kriva: Arterijska ulazna funkcija je obeležena brojem 1, dok je funkcija venskog izlaza obeležena rednim brojem 2. Svaka od ovih kriva ima: plato, skok, pad krive i rep

Izvorni ili sirovi snimci moraju biti obrađeni. Takođe se uklanjaju artefakti koji su nastali usled pomeranja glave pacijenta. U okviru postprocesinga za dobijanje krivulje vreme- denzitet sledeći inputi moraju biti određeni:

- arterijski input ROI: to je mali ROI koji se postavlja u centralni deo velikog intrakranijalnog arterijskog krvnog suda, ortogonalno ili perpendikularno na ravan imidžinga, pri čemu se moraju obavezno izbeći koštane strukture, da bi se smanjio „dilucioni efekat“ koji bi se dobio u datom vokselu kao prosečna vrednost različitih denziteta koji zauzimaju



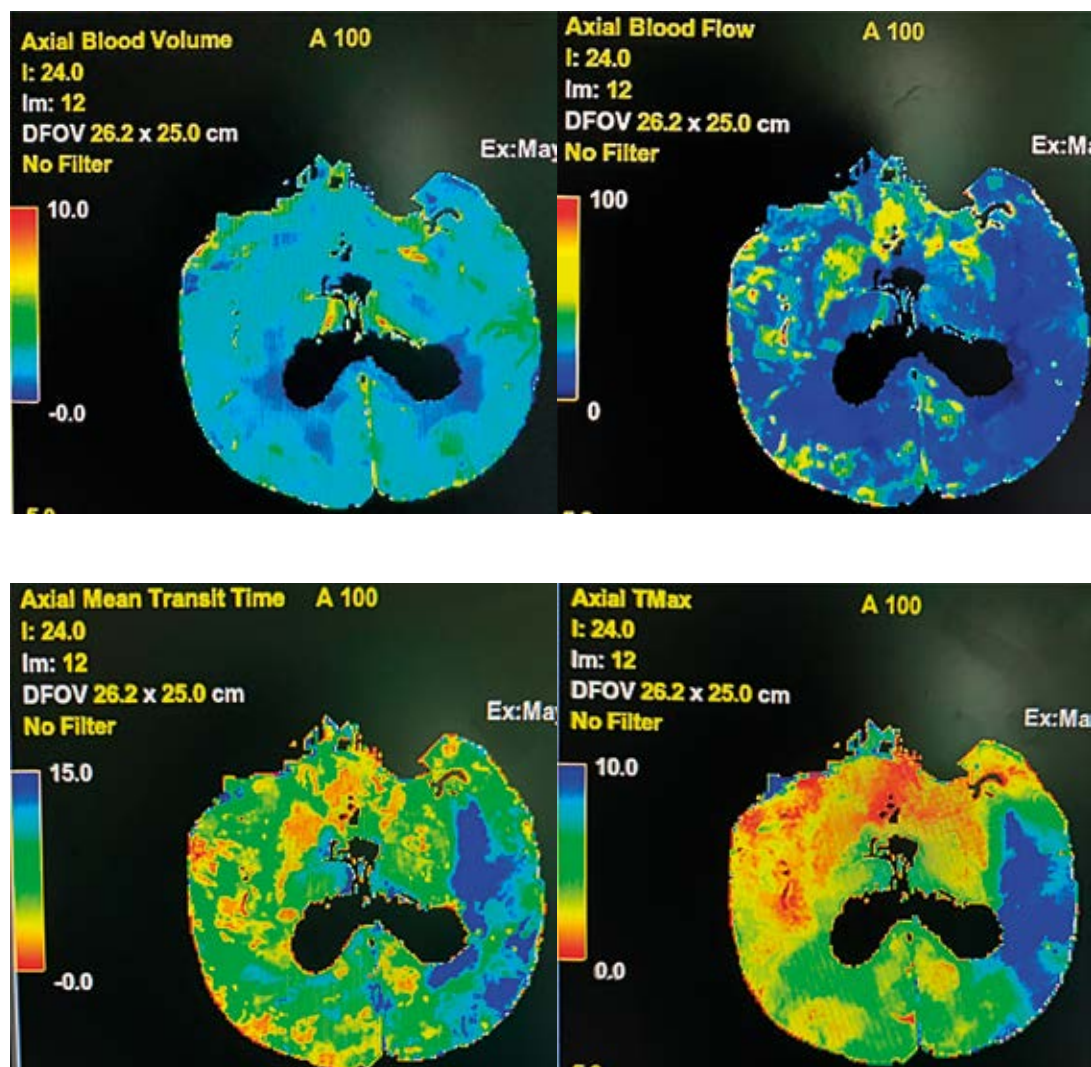
Slika 2. Arterijski ROI postavljen u nivou a.cerebri anterior, venski ROI postavljen u nivou sinusa sagitalisa superiora

volumen. Time se postiže maksimalni pik kontrastnog intenziteta. ROI se najčešće postavlja u projekciji A2 segmenta a.cerebri anterior, kontralateralno od strane lezije (9,10).

- venski outflow ROI, je sa sličnim karakteristikama i najčešće se postavlja u sinus sagitalis superior (11, 12).
- „baseline“ je ravan deo arterijskog aspekta krivulje vreme- denzitet ili plato, koji traje 4-8s.

PARAMETRI KTP

Postoji nekoliko parametara koja se dobijaju obradom KTP za svaki presek, a najvažniji su: cerebralni protok krvi (CBF), cerebralni volumen krvi (CBV), srednje vre-



Slika 3. Primer pacijenta sa KT perfuzionim parametrima: A) CBV mapa B) CBF mapa C) MTT mapa D) Tmax mapa

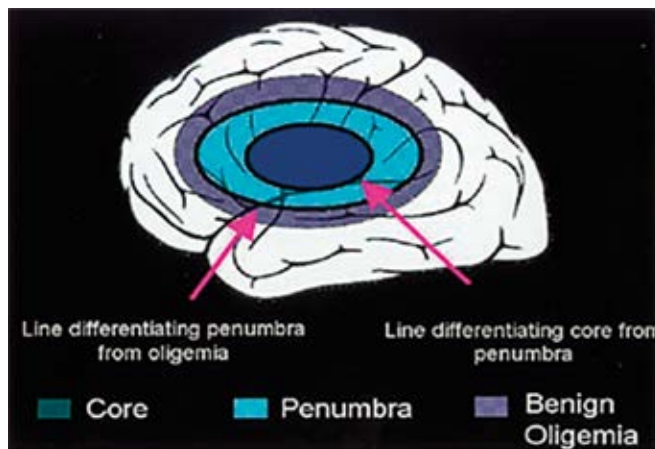
me tranzita (MTT) i vreme do maksimuma (Tmax). CBV je ukupna zapremina krvi unutar vokselu tokom snimanja, a meri se u jedinicama mililitara krvi na 100 g mozga (13). CBF je ukupna zapremina krvi koja se kreće kroz voksel u datoj jedinici vremena i obično se meri u jedinicama mililitara krvi na 100 g moždanog tkiva u minuti (protok krvi). MTT je prosečno vreme tranzita svih molekula bolusa kontrastnog sredstva za dati volumen mozga meren u sekundama. Tmax (vreme do maksimuma) je kašnjenje bolusa od proksimalne vaskulature do tkiva (14).

U slučajevima normalne perfuzije postoji bilateralna simetrična perfuzija svih perfuzionih KT parametara. CBF i CBV su više u sivoj nego u beloj masi mozga u odnosu na normalne fiziološke razlike između ovih tkiva (15). Slab minutni volumen srca može dovesti do netačnih mapa perfuzije.

DIJAGNOSTIKA INFARKTA MOZGA

KTP omogućava diferencijaciju ishemijskog moždanog tkiva koje se može spasiti (penumbra ili rezervibilno oštećenje tkiva) od nepovratno oštećenog infarktnog mozga-definitivnog infarkta (srž ili jezgro ili ireverzibilno oštećenje ili „cor“). Razlikovanje ove dve vrste tkiva unutar infarkta je jako važna zbog primene terapije u prvim satima bolesti (intravenske trombolitičke terapije ili mehaničke trombektomije). Ove dve vrste terapije mogu delovati na zonu koja predstavlja penumbu, da bi oporavile oštećene neurone, dok ne mogu delovati na srž infarkta. Kompjuterski modeli u okviru KTP-e služe za određivanje graničnih vrednosti ili praga perfuzionih parametara za ireverzibilno i reverzibilno oštećenje tkiva mozga.

Tumačenje perfuzionih KT mapa može se obaviti vizuelnom inspekcijom za identifikaciju oblasti infarkta jezgra i penumbre. Ovaj metod ima prednost u brzini i jednostavnosti, međutim, ova kvalitativna metoda u velikoj meri zavisi od interpretacije radiologa. Postoji softverska kvantifikacija perfuzije uz pomoć koje se može izračunati zapremina penumbre (mismatch zapremina), zatim zapremina srži infarkta (obe zapremine izražene u mililitrima odnosno cm^3) ali i mismatch odnos koji predstavlja zbir zapremine srži i zapremine penumbre / zapreminu srži (16).

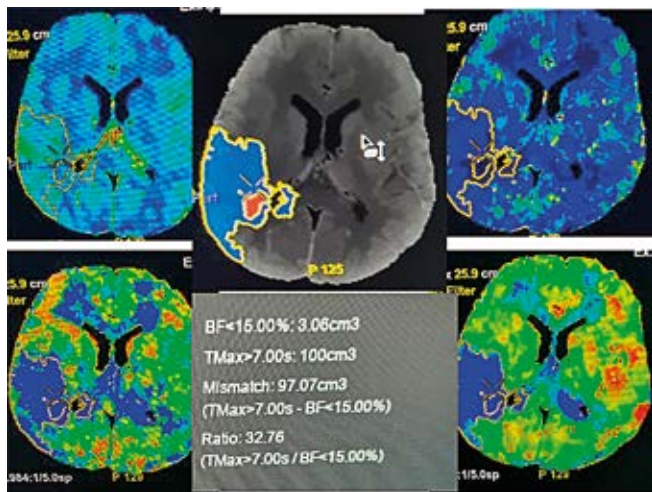


Slika 4. Model penumbre kod infarkta mozga: srž infarkta i ishemijska penumbra (Preuzeto: Kidwell CS, Alger JR, Saver JL. Beyond mismatch evolving paradigms in imaging the ischemic penumbra with multimodal magnetic resonance imaging. Stroke 2003;34(11) : 2729-35)

PREDNOSTI I MANE KTP

KTP ima mnogo prednosti, jer su skenersko snimanje široko dostupno i pristupačniji od drugih tehnika. KTP je takođe lako dostupan u hitnim i akutnim uslovima i pogodan za pacijente intenzivne nege bez potrebe za posebnom opremom u smislu monitiranja pacijenta kao što je to neophodno tokom recimo MR perfuzije. Visoka temporalna rezolucija KTP-a je prednost kod nekooperativnih pacijenata. KTP se može izvesti kod pacijenata sa različitim tipovima implantata koji su kontraindikovani za MR pregled, kao što je pejsmejker. Promena gustine tkiva uočena nakon primene kontrastnog sredstva je linearno povezana sa koncentracijom joda, što omogućava robusniju kvantifikaciju sa apsolutnim merama parametara perfuzije (17).

Međutim, male lezije se mogu propustiti KTP pregledom. Zbog uobičajenih artefakata, vizualizacija promena zadnje lobanjske jame nije optimalna na KT pregledima. Ograničeni kontrast mekog tkiva u KT-u je takođe nedostatak koji MRI čini superiornijim u proceni moždanog tkiva. Primena kontrastnih sredstava može biti kontraindikovana kod određenih pacijenata, kao što su oni sa insuficijencijom bubrega ili teškom alergijskom reakcijom na jod. U okviru MR dijagnostike, postoje tehnike perfuzije koje su nekontraste, dok je KTP isključivo kontrastna metoda. Međutim, najvažniji



nedostatak KTP-a je visoka doza zračenja, koja se razlikuje u zavisnosti od primenjene tehnike i pokrivenosti potrebnog na Z-osi; ovo ograničava upotrebu ovakvih pregleda, posebno kod mlađih pacijenata. Visoke doze zračenja mogu se isporučiti u radiosenzitivno očno sočivo tokom KTP.

ZAKLJUČAK

KT perfuzija pruža visoku prediktivnu vrednost u proceni različitih oboljenja, a pre svega akutnog infarkta mozga. Ovaj široko dostupan i vremenski efikasan modalitet pomaže u trijaži pacijenata za neposrednu terapijsku intervenciju koja dovodi do maksimalne koristi i poboljšanja ishoda bolesti. Cerebralna KTP tehnika može se primeniti u većini bolnica u zemlji koje imaju CT opremu. Neophodna je edukacija osoblja u smislu pravilne primene adekvatnih protokola, za brzo dobijanje mapa u okviru postporcesinga (za samo par minuta nakon završetka akvizicije podataka) ali i za validnu interpretaciju nalaza u kliničkom kontekstu.

LITERATURA

1. Wintermark M, Sincic R, Sridhar D, Chien JD. Cerebral perfusion CT: Technique and clinical applications. *J Neuroradiol.* 2008; 35: 253-60.
2. Axel L. Cerebral blood flow determination by rapid-sequence computed tomography: theoretical analysis. *Radiology* 1980 Dec;137(3):679-86.
3. Miles KA, Hayball M, Dixon AK. Colour perfusion imaging: a new application of computed tomography. *Lancet* 1991; 337(8742):643-5.

SLIKA 5. Primer pacijenta sa kvantifikacijom KTP parametara: zapremina jezgra infarkta, zapremina penumbre (mismatch zapremina) i mismatch odnos (ratio). Plavom bojom je označena zapremina penumbre (mismatch zapremina) = 97.07cm³. Crvenom bojom je obeženo jezgro infarkta „Cor“ = 3.06cm³. Mismatch odnos (RATIO) = 32.76

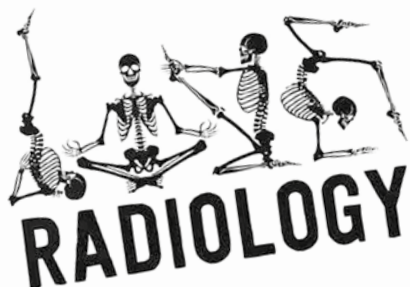
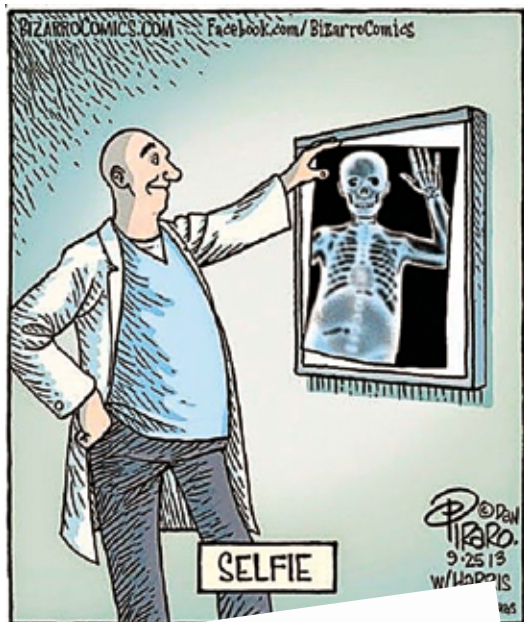
4. Wintermark M, Sesay M, Barbier E, Borbély K, Dillon WP, Eastwood JD, et al. Comparative overview of brain perfusion imaging techniques. *Journal of Neuroradiology* 2005;32(5):294-314.
5. Wintermark M, Albers GW, Alexandrov AV, Alger JR, Bammer R, Baron JC, et al. Acute stroke imaging research roadmap. *Stroke* 2008; 39:1621-28.
6. Jeremy JH, Wintermark M. Perfusion computed tomography for the evaluation of acute ischemic stroke: strengths and pitfalls. *Stroke* 2016; 47(4): 1153-8.
7. Thierfelder KM, Sommer WH, Baumann AB, Klotz E, Meinel FG, Strobl FF, et al. Whole-brain CT perfusion: reliability and reproducibility of volumetric perfusion deficit assessment in patients with acute ischemic stroke. *Neuroradiology* 2013;55:827-35.
8. Fieselmann A, Kowarschik M, Ganguly A, Hornegger J, Fahrig R. Deconvolution-Based CT and MR Brain Perfusion Measurement: Theoretical Model Revisited and Practical Implementation Details. *International Journal of Biomedical Imaging* 2011; 20(11): 467563.
9. Eastwood JD, Lev MH, Provenzale JM. Perfusion CT with iodinated contrast material. *AJR Am J Roentgenol.* 2003;180(1):3-12.
10. Wintermark M, Lau BC, Chien J, Arora S. The anterior cerebral artery is an appropriate arterial input function for perfusion-CT processing in patients with acute stroke. *Neuroradiology* 2008; 50:227-36.
11. Wintermark M, Maeder P, Thiran JP, Schnyder P, Meuli R. Quantitative assessment of regional cerebral blood flows by perfusion CT studies at low injection rates: a critical review of the underlying theoretical models. *Eur. Radiol.* 2001;11:1220-30.
12. Van der Schaaf I, Vonken EJ, Waaijer A, Velthuis B, Quist M, Van Osch T. Influence of partial volume on venous output and arterial input function. *AJNR* 2006; 27:46-50.
13. Konstas AA, Wintermark M, Lev MH. CT Perfusion imaging in acute stroke. *Neuroimaging Clin. N. Am.* 2022; 21(2): 215-38.
14. Calamante F, Christensen S, Desmond PM, Østergaard L, Davis SM, Connelly A. The physiological significance of the time-to-maximum (Tmax) parameter in perfusion MRI. *Stroke* 2010;41(6): 1169-74.
15. Rostrup E, Knudsen GM, Law I, Holm S, Larsson HB, Paulson OB. The relationship between cerebral blood flow and volume in humans. *Neuroimage* 2005; 24:1-11.
16. Hagggenmüller B, Kreiser K, Sollmann N, Huber M, Vogele D, Schmidt SA, Beer M, Schmitz B, Özpeynirci Y, Roszkopf J, et al. Pictorial Review on Imaging Findings in Cerebral CTP in Patients with Acute Stroke and Its Mimics: A Primer for General Radiologists. *Diagnostics* 2023; 13(3): 447.
17. Konstas AA, Goldmakher GV, Lee TY, Lev MH. Theoretic basis and technical implementations of CT perfusion in acute ischemic stroke, part 1: theoretic basis. *AJNR* 2009; 30(4): 662-8.



LIFE FROM INSIDE



Smešna strana Radiologije



Kako do nas

PRISTUPNICA UDRUŽENJU STRUKOVNIH MEDICINSKIH RADIOLOGA VOJVODINE

Ime i prezime

Broj licence

Email

Ustanova

Članovi Udruženja strukovnih medicinskih radiologa Vojvodine
plaćaju članarinu u iznosu od 150,00 din mesečno koja se uplaćuje na račun
ERSTE BANKE 340-2475-71

Jedan primerak pristupnice dajete vašem računovodstvu, a drugi primerak vraćate Izvršnom odboru da bi
mogli da dobijete člansku kartu. Hvala unapred.

NALOG ZA UPLATU			
uplatilac	šifra plaćanja	valuta	iznos
Ime i prezime			300,00
svrha uplate	račun primaoca		
Članarina			
primalac	model i poziv na broj (odobrenje)		
Udruženje strukovnih medicinskih radiologa Vojvodine, Hajduk Veljkova 1-9, Novi Sad	340-2475-71		
pečat i potpis uplatioca		datum valute	
mesto i datum prijema			



SPISAK MESTA SA NAŠIM ČLANSTVOM

- | | | |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Novi Sad<ul style="list-style-type: none">Klinički centar VojvodineDom zdravlja Novi SadInstitut za zaštitu majke i deteta Novi SadVamed Novi SadMediGrup Novi SadNEW Hospital• Sremska Kamenica<ul style="list-style-type: none">Institut za KVBInstitut za onkologiju VojvodineInstitut za plućne bolesti Vojvodine• Subotica<ul style="list-style-type: none">OB Subotica | <ul style="list-style-type: none">DZ Subotica• Zrenjanin• Žitište• Novi Kneževac• Sombor• Kikinda• Senta• Vrbas• Bačka Palanka• Sremska Mitrovica• Stara Pazova• Temerin | <ul style="list-style-type: none">• Ruma• Apatin• Inđija• Kanjiža• Kragujevac• Požega<ul style="list-style-type: none">Poliklinika Alta Medika• Beograd<ul style="list-style-type: none">Zvezdara• Vršac• Pančevo |
|---|---|---|

Revolution Apex

Your best images for every patient



1 Uncompromised image quality.
Even for morbidly-obese patients.

2 Ultrafast exam with ultra-low dose.
In less than one second. With full 50 cm FOV.

3 1-beat cardiac. At any heart rate.
Even in atrial fibrillation. With low dose.

4 High-resolution imaging.
Even with heavily calcified coronaries, plaque and stents.

5 CT TAVI/TAVR Planning. Single scan.
Single injection. With low contrast volume.

6 Dynamic whole-heart perfusion imaging. Without shuttle. With low dose.

7 Acute stroke CT workup. In less than 5 minutes.

8 Pediatric imaging. Without sedation.
Or Table Movement. With the lowest dose possible.

9 Metal artifact reduction. Both in single energy and dual energy.

10 Spectral Imaging. Even with larger patients. With speed.

M A G N A
P H A R M A C I A



Distributor
GE HealthCare