



UDRUŽENJE STRUKOVNIH MEDICINSKIH RADIOLOGA
I DIPLOMIranih INŽINJERA MEDICINSKE
RADIOLOGIJE REPUBLIKE SRPSKE
www.radiologijars.ba



VII

MEĐUNARODNI BALKANSKI KONGRES

VII BALKAN RADIOLOGY CONGRESS
WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION

HOTEL "TERMAG" JAHORINA
21. - 23. APRIL 2023.



Uređivački odbor

prof dr Saša Vujnović

dr sci. Halil Ćorović

Vesna Ćučun; dipl. radiološki tehnolog

Đorđe Ružičić, viš RTG tehničar

Jasmina Tomić; spec. strukovni med. radiolog

Vladica Vuković; spec.strukovni med. radiolog

Simona Klempfur; diplomirana inženirka radiologije

Mirjana Radovanović; spec. strukovni med. radiolog

Jarmila Ćinčurak, spec.strukovni med. radiog

Vlade Živković, strukovni med. radiolog

Glavni urednik

mr Mirko Petrić

Odgovorni urednik

Dejan Pavlović, str. med. radiolog

Saradnici

Tatjana Krkalović

Radivoje dr Vasiljević

Mirko Lukić

Sanja Radišić

Mato Ćizmić

Boris Njegomirović

Ivica Milošević

Izdavač

Udruženje strukovnih medicinskih radiologa i
diplomiranih inženjera medinske radiologije Republike Srpske

Adresa

Studentska br. 5, 73300 Foča

E-mail adresa

usmridimrrs@gmail.com

Web-lokacija

www.radiologijars.ba

Kontakt telefoni

+38765562337

+38765001357



Izneseni stavovi u časopisu ne predstavljaju nužno i stav uredništva.
Za tačnost podataka iznesenih u tekstovima isključivu odgovornost snose autori.

Udruženje strukovnih medicinskih radiologa i diplomiranih
inženjera medicinske radiologije Republike Srpske

RAD INDEX

Časopis iz oblasti radiološke tehnologije

April 2023, broj 3



Riječ urednika



“Ko ima ljubavi, ima moć. Moć da uradi onaj nemogući korak koji ga dijeli od ostvarenja najvećeg sna” – riječi su Borisa Pasternaka, ruskog književnika. S, ovim riječima, se osvrćemo i na postignuća u našem radu. Iz njih i proizlazi da dok je živ, čovjek mora znati zašto živi, mora imati cilj i trasirati put kojim hoda. Mora imati i ljubav prema profesiji s kojom se bavi. Jedino tako, prelazi i prevazilazi sve prepreke s kojim se susreće u ostvarenju zacrtanih ciljeva. S, tom vodiljom, lagodnije prihvatamo činjenicu da nam neke nametnute situacije uspore ili zaustave nadahnuće, ali znanje, stalno usavršavanje i ljubav prema onom što radimo, daju nam snagu da se izdignemo iznad toga i snagom volje napravimo iskorak do zacrtanog cilja. Pozitivne misli, uzajmni pozitivni osjećaji i poštovanje mogu nas odvesti do neslućenih razmjera u ličnom, profesionalnom i napredovanju zajednice u kojoj stvaramo.

Od kada postojimo kao Udruženje, bili smo odlučni, znajući da s realno postavljenim ciljevima, realno i optimistično, možemo sprovesti naše ideje u život. Zajedno, sa zbirom ideja, dobrih odluka, postigli smo da smo zajednica koja napreduje, zajednica u koju donosimo znanje i dobru volju i iz nje novo znanje, nadopunjeno postojeće, prenosimo u zajednice u kojima živimo i radimo.

Posao koji radimo, neprestana je igra talasa, svjetlosti i svjetloписа, prikaza, plod su hiperdinamične nauke, koja nam je nametnula dobro prihvaćeno pravilo da svakodnevno pratimo naučna i praktična dostignuća da bismo konstantno bili konektovani na novo znanje, na usavršavanje vještina. Proizvod svega toga je da upravo dajemo pečat napretku, ove naše plemenite grane medicine.

To dokazujemo i na stranicama časopisa RAD INDEX koji u trećem broju ispunjavajući misiju svog postojanja, s radovima naših kolega, našu želju za stalnim učenjem drži budnom, a profesionalne teme aktulnim, inovativnim i dostupnim na svim adresama, dolazeći do svakog kolege. Uređivački odbor je bio u svakodnevnoj komunikaciji sa autorima radova : inicirao, ohrabrivao i pomagao. To je i dalo rezultat da su svi radovi kvalitetno urađeni i publikovani.

Neizmerno sam zahvalan na entuzijazmu domaćih i kolega iz inostranstva koji su izdvojili svoje dragocjeno vrijeme i inspirativno se posvetili rasvjetljavanju novina iz naše plemenite profesije.

Imajući u vidu da ovaj časopis izlazi pred naš VII balkanski kongres sa međunarodnim učešćem, Uređivački odbor je zagovarao da jedan dio radova bude prezentovan na ovom jedinstvenom skupu što smo i postigli.

Podsjećam, da samo zajedničkim radom, svestranim pristupom i nesebičnom saradnjom možemo postići jedinstveni cilj – razvijati profesionalne i lične vještine, na neizmjernu radost pojedinca i zajednice.

Do sljedećeg izdanja, Redakcija vašeg RAD INDEX, u očekivanju prijedloga, i odlično obrađenih radova, koji će širiti vidike i temeljiti naše znanje, želimo vam svako dobro i zdravo da ste.

Glavni urednik, mr Mirko Petrić

Sadržaj

01 —

- 01 **Kompjuterizovana tomografija u dijagnostici periferne arterijske bolesti donjih ekstremiteta**

04 —

- 21 **Transkatetrsko plasiranje aortne valvule - TAVI**

05 —

- 26 **Uloga MSCT kod stereotaksije**

08 —

- 48 **VHP (variable helical pitch) CT Aortografija**

09 —

- 52 **Optimizacija jonizujućeg zračenja u pedijatrijskim kateterizacionim procedurama**

12 —

- 65 **Primena Bioptron® nanofotonske hiperpolarizovane svetlosti u kontekstu perspektive kvantne medicine: promena konformacionih stanja biomolekula**

02 —

- 07 **Radiologija i Covid 19
šta radiograferi treba da
znaju? Juče, danas, sutra**

03 —

- 14 **Primjena vještačke
inteligencije i mašinskog
(dubinskog) učenja
u nuklearnoj medicini**

06 —

- 32 **Komplikacija
endovaskularnog tretmana
moždanih aneurizmi –
serija slučajeva**

07 —

- 41 **Intervju sa
Prof. dr Saša Vujnović**

10 —

- 56 **Kateterizacija
adrenalnih vena**

11 —

- 60 **Perkutana vertebroplastika
u tretmanu tumorskih lezija
pršljenkog tela**

Časopis iz oblasti
radiološke tehnologije

Kompjuterizovana tomografija u dijagnostici periferne arterijske bolesti donjih ekstremiteta

Informacije o autoru



Vladica Vuković

specijalista strukovni
medicinski radiolog
KBC Zvezdara, Beograd

rtg.vladica@gmail.com

Periferna arterijska bolest (PAB) obuhvata bolest ekstrakranijalnog segmenta karotidnih i vertebralnih arterija, bolest arterija donjih i gornjih ekstremiteta, mezenterijalnih arterija, bubrežnih arterija i difuznu arterijsku bolest.

PAB značajno utiče na porast mortaliteta i morbiditeta kod kardiovaskularnih bolesti (KVB), koje su vodeći uzrok invaliditeta i smrti u Evropi.

Značaj PAB je prepoznat i na kongresu Evropskog kardiološkog društva 2011. godine kada su predstavljene prve smernice u dijagnostici i terapiji PAB.¹

Prevalenca PAB u opštoj populaciji je do 10%, dok je u populaciji starijih od 70 godina i do 20% sa čestom udruženošću cerebrovaskularnih i ishemijske bolesti srca.² (Grafikon br. 1)

Učestalost PAB donjih ekstremiteta je povezana sa životnom dobi, neuobičajena je pre pedesete godine, sa postepenim porastom u starijoj životnoj dobi.^{3,4}

PAB donjih ekstremiteta je u 30% slučajeva lokalizovana na ilijačnim arterijama, 70% u femoropoplitealnoj regiji (FPR) i tibijalnoj regiji, a svega u 15% slučajeva se viđa kao izolovana lezija u regiji ispod kolena.⁵

Godišnja učestalost amputacija ekstremiteta je između 120 i 500 na milion u opštoj populaciji, od čega je približno isti broj amputacija iznad i ispod kolena.

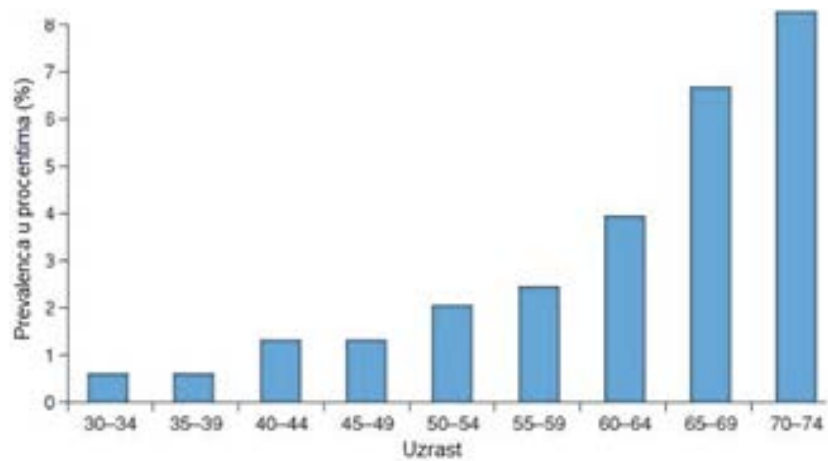
Prognoza za takve pacijente je loša, dve godine nakon amputacije ispod kolena 30% pacijenata je umrlo, 15% je imalo i amputaciju iznad kolena, 15% i kontralateralnu amputaciju, dok je kod samo 40% ostvarena kompletna mobilnost.⁵

Glavni uzrok PAB je ateroskleroza, ređi uzroci su inflamacija, izloženost radijaciji, trauma i anatomske varijacije ligamenata i mišića.⁶

Ateroskleroza perifernih arterija je hronično, sporo progredirajuće stanje koje karakteriše nagomilavanje lipida, holesterola, fibroznog tkiva i drugih supstanci u zidu arterija, postepeno dovodeći do suženja lumena i smanjenja protoka krvi.⁷

U zavisnosti od stepena i lokalizacije stenozе, zavisi i simptomatologija, iako je kod većine pacijenata bolest asimptomatska. Povremeno se javе akutni događaji, uglavnom kao posledica tromboze, embolije ili okluzije velike arterije.

Faktori rizika značajni u razvoju PAB su pušenje, dijabetes melitus, hipertenzija, hiperlipidemija (povišene vrednosti ukupnog holes-



Grafikon 1. Prevalenca

terola i niske vrednosti HDL holesterola), smanjena fizička aktivnost, gojaznost, alkohol, hiperhomocisteinemija, hiperkoagulabilnost krvi i povišeni faktori inflamacije (fibrinogen i CRP).

Uticaj genetskih faktora se ispituje.

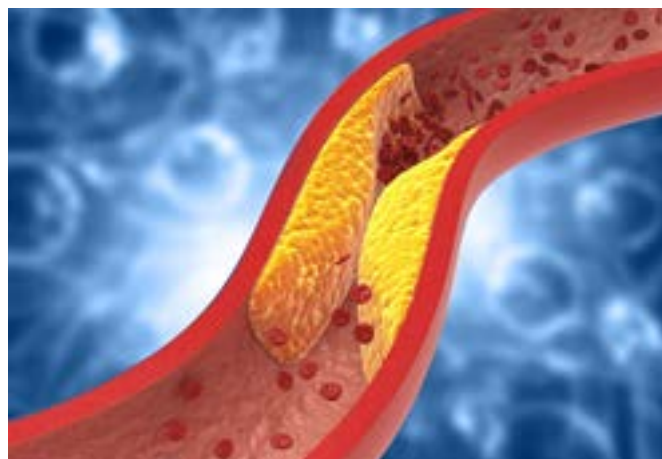
Nekoliko epidemioloških studija je pokazalo da je pušenje značajan faktor rizika za razvoj PAB donjih ekstremiteta, odnosno većina pacijenata sa klaudikacionim tegobama je imala istoriju pušenja u nekom trenutku života.^{8,9,10}

Pušači imaju do desetostruko veći rizik za nastanak PAB u odnosu na nepušače.⁸

Drugi značajan faktor rizika za razvoj PAB donjih ekstremiteta je dijabetes melitus, naročito za teži oblik bolesti - gangrenu i ulceracije.^{8,9,11}

Oko 70% netraumatskih amputacija izvede se kod dijabetičara.

Oko 30% dijabetičara pušača je izolovano značajno povećanom riziku od amputacije u roku od 5 godina od pojave bolesti.¹²



Slika 1. Ateroskleroza



Slika 2. Kompjuterizovana tomografija (snimci)

Dijagnoza PAB donjih ekstremiteta se postavlja na osnovu anamnestičkih podataka, fizikalnog pregleda, laboratorijskih analiza, izračunavanja pedobrahijalnog indeksa (ankle-brachial index – ABI), radioloških ispitivanja, kolor dopler sonografija, kompjuterizovana tomografska angiografija – MDCT, angiografija, magnetno rezonantna angiografija – MR angiografija, digitalna subtraktivna angiografija - DSA¹⁷.

Lečenje PAB uključuje konzervativno lečenje koje se ogleda u promenama životnih navika i primeni adekvatne medikamentozne terapije, hirurško lečenje u vidu više različitih tehnika koje se primenjuje u vaskularnoj hirurgiji, zavisno od tipa lezije i kliničke prezentacije i endovaskularno lečenje koje sa neprekonom opreme i tehnika izvođenja procedura preuzima primat kao sve zastupljeniji vid lečenja i minimalno invazivna metoda.

Kompjuterizovana tomografija multidetektorskim skenerima je neinvazivna dijagnostička metoda koja u par sekundi, jednom akvizicijom i jednom aplikacijom jodnog kontrastnog sredstva, omogućava kompletan pregled krvnih sudova donjih ekstremiteta.

Količina kontrastnog sredstva koja se koristi za pregled varira od aparata i dostupnih protokola snimanja.

Najčešće se preko automatskog injektora brzinom ubrizgavanja od 4-6 ml/s aplikuje 100-120ml jodnog kontrastnog sredstva, odnosno 1-1.2 ml/kg telesne težine, ali postoji tendencija da se količina kontrastnog sredstva smanji na 80ml i manje.¹³

U cilju što bolje opacifikacije krvnih sudova, od interesa je tranzitno vreme kontrastnog sredstva, odnosno vreme početka snimanja nakon aplikacije kontrastnog sredstva i brzina akvizicije se pažljivo prilagođavaju, te se koristi bolus treking ili test bolus.

Takođe, protokoli snimanja se moraju prilagođavati u zavisnosti od opšteg stanja pacijenta, životne dobi itd.

Skeneri novije generacije imaju kratko vreme akvizicije, te postoji rizik da se donji ekstremiteti snime pre nego što kontrastno sredstvo ispuni krvne sudove, što nije bio slučaj sa ranijim generacijama aparata, pa se protokoli snimanja sa svakom novom generacijom aparata menjaju.

Interpretacija snimaka vrši se pomoću aplikacija za postprocesing (Slika 3).

- **VR - volume rendering** - trodimenzionalne rekonstrukcije
- **MIP - maximum intensity projection** – najslabiji prikaz krvnih sudova klasičnoj arteriografiji
- **CPR - curved planar reformation**, prikazuje krvni sud u kontinuitetu, ali dolazi do distorzije oblika okolnih struktura
- **Bone subtraction** - aplikacije za uklanjanje koštanih struktura, na snimku ostaju samo krvni sudovi
- **MPR - multiplanar reformation** – prikaz krvnih sudova iz različitih ravni

Slika 3. Aplikacije za postprocesing



Senzitivnost i specifičnost KT arteriografije je visoka, ali opada kada su u pitanju distalni krvni sudovi¹⁴ (Tabela 1).

Brzina pregleda i prikaz svih krvnih sudova sa prikazom kalcifikacija, klipseva, stentova i bajpaseva su prednosti KT arteriografije, dok su nedostaci izlaganje jonizujućem zračenju i primena jednog kontrastnog sredstva. Rizik od kontrastnim sredstvom izazvane nefropatije povećava se kod pacijenata sa oslabljenom bubrežnom funkcijom, dijabetičara, hipertoničara i dehidriranih pacijenata.

Alergija na jodna kontrastna sredstva predstavlja apsolutnu kontraindikaciju za pregled.

Smanjenjem napona rendgenske cevi sa 120 na 100kV smanjuje se doza zračenja do 34%, dok se dodat-

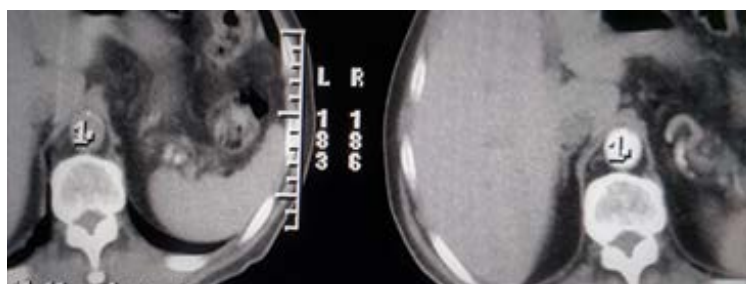
nim smanjenjem napona doza još smanjuje, ali uz pojavu šuma, posebno kod gojaznih pacijenata.^{15,16}

MDCT angiografija donjih ekstremiteta se radi helikoidnim načinom rada skenera, sa brzinom rotacije rtg cevi od 0.8sek. Debljina preseka je 1.25mm. Pič faktor je 1.375:1, sa pomeranjem pacijent stola od 27.5mm po rotaciji. Koriste se automatski miliampersekundi.

Kontrastno sredstvo se aplikuje pomoću automatskog injektora, zelenom braunilom, brzinom protoka ne manjom od 4ml. u sekundi. Monitoring faza je na abdominalnoj aorti, u njenom distalnom delu. Monitoring faza traje 10 sekundi, a nakon toga se na svaku sekundu ponavlja snimanje do onog trenutka kada se abdominalna aorta opacifikuje sa 100 Haunsfieldovih jedinica. (Slika 4)

Tabela 1. Senzitivnost i specifičnost MDCT arteriografije

Arterije donjih ekstremiteta	Senzitivnost	Specifičnost
Aortoilijačni segment	96%	98%
Femoropoplitealna regija	97%	94%
Kruralne arterije	95%	91%



Slika 4.

Obaveza strukovnog medicinskog radiologa je da pre početka pregleda, od pacijenta uzime detaljnu anamnezu, i to da li ima alergiju na lekove, ili grupu lekova, da li je ranije dobio jodni kontrast i da li ima alergiju na jodne preparate, da li boluje od nekih hroničnih bolesti i kojih i proverava laboratorijske analize uree i kreatinina u krvi. Pre postavljanja bočica sa kontrastnim sredstvom na automatski injektor, kontrastno sredstvo mora biti zagrejano do temperature tela i mora se vizuelno pregledati. Kontrastno sredstvo se ne sme koristiti ako je promenilo boju, ili ako su prisutne sitne čestice, uključujući i kristale, ili ukoliko su bočice oštećene.

Nakon intravenskog aplikovanja kontrastnog sredstva pomoću automatskog injektora, pacijent obavezno ostaje pod opservacijom u narednih trideset minuta, jer se tada najčešće mogu javiti neželjena dejstva (mučnina, povraćanje, svrab, urtikarija, crvenilo kože).

Jodni kontrasti mogu izazvati oštećenje renalne funkcije putem promena renalne hemodinamike ili direktne tubularne toksičnosti. Kontrastna nefropatija se može javiti kod pacijenata sa određenim riziko faktorima i definiše se povećanjem seruma kreatinina preko 25%.

Faktori rizika su prethodno postojeća renalna insuficijencija, dijabetička nefropatija, primena veće količine kontrastnog sredstva, dehidracija. Mogući riziko faktori su hronična srčana insuficijencija, ponovljena aplikacija kontrasta, multipni mijelom.

Snimanje na skeneru se odvija po unapred zadatim protokolima, gde posebno treba voditi računa o jačini struje (mAs), debljini sloja, brzini rotacije rtg cevi, širini polja snimanja (FOV), odnosu pomeranja stola i zadate debljine preseka (pitch), samo su neki od parametara od kojih zavisi kvalitet pregleda.

Upravljanje skenerom, za strukovnog medicinskog radiologa jeste izazov, ali i mogućnost da svojom kreativnošću učini pregled još kvalitetnim i boljim.

Da bi u tome uspeo, protokole snimanja mora prilagoditi potrebama svakog pacijenta posebno, odlično poznavati transverzalnu anatomiju i prepoznavati patološka stanja.

LITERATURA

1. M.Tendera, V.Aboyans, M.Bartelink, I. Baumgartner, D.Cle´ment i sar. ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of peripheral artery diseases. *European Heart Journal* 2011; 32: 2851–2906.
2. Selvin E, Erlinger TP. Prevalence of and risk factors for peripheral arterial disease in the United States: results from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999–2000. *Circulation*. 2004 Aug 10. 110:738–43.
3. Kroger K, Stang A, Kondratieva J, Moebus S, Beck E, Schmermund A, Mohlenkamp S, Dragano N, Siegrist J, Jockel KH, Erbel R. Prevalence of peripheral arterial disease - results of the Heinz Nixdorf recall study. *Eur J Epidemiol* 2006;21:279–285.
4. Collins TC, Petersen NJ, Suarez-Almazor M, Ashton CM. The prevalence of peripheral arterial disease in a racially diverse population. *Arch Intern Med*. Jun 23 2003;163:1469–74).
5. Tepe G, Schmitmeier S, Zeller T. Drug coated ballons in peripheral arterial disease. *Eurointervention* 2011; 7; K70–76.
6. Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FGR. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *J Vasc Surg* 2007; 45:S5–S67
7. Berliner JA, Navab M, Fogelman AM, et al. Atherosclerosis> basis mechanisms oxidation, inflammation, and genetics. *Circulation* 1995; 91: 2488–96.
8. Fowkes FG, Housley E, Riemersma RA, Macintyre CC, Cawood EH, Prescott RJ, Ruckley CV. Smoking, lipids, glucose intolerance, and blood ressure as risk factors for peripheral atherosclerosis compared with ischemic heart disease in the Edinburgh Artery Study. *Am J Epidemiol* 1992;135:331–340.
9. Criqui MH. Peripheral arterial disease - epidemiological aspects. *Vasc Med* 2001;6:3–7.
10. Ridker PM, Stampfer MJ, Rifai N. Novel risk factors for systemic atherosclerosis: a comparison of C-reactive protein, fibrinogen, homocysteine, lipoprotein(a), and standard cholesterol screening as predictors of peripheral arterial disease. *JAMA* 2001;285:2481–2485.
11. Hamburg NM, Creager MA. Pathophysiology of Intermittent Claudication in Peripheral Artery Disease. *Circ J*. 2017 Feb 24;81(3):281–289.
12. Steg PG, Bhatt DL, Wilson PW, D’Agostino R Sr, Ohman EM, Rother J, Liao CS, Hirsch AT, Mas JL, Ikeda Y, Pencina MJ, Goto S. Oneyear cardiovascular event rates in outpatients with atherothrombosis. *JAMA* 2007;297:1197–1206.
13. Kock MCJM, Dijkshoorn ML, Pattynama PMT, Hunink MGM. Multi-detector row computed tomography angiography of peripheral arterial disease. *European Radiology*. 2007; 17:3208–3222.
14. Met R, Bipat S, Legemate DA, Reekers JA, Koelemay MJ. Diagnostic performance of computed tomography angiography in peripheral arterial disease: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2009;301:415–424.
15. Wintersperger B, Jakobs T, Herzog P, Schaller S, Nikolaou K, Suess C, Weber C, Reiser M, Becker C. Aorto-iliac multidetector-row CT angiography with low kV settings: improved vessel enhancement and simultaneous reduction of radiation dose. *Eur Radiol*. 2005; 15:334–341.
16. Schindera ST, Graca P, Patak MA, Abderhalden S, von Allmen G, Vock P, Szucs-Farkas Z. Thoracoabdominal-Aortoiliac Multidetector-Row CT Angiography at 80 and 100 kVp: Assessment of Image Quality and Radiation Dose. *Invest Radiol*. 2009; 44:793–799.

Radiologija i Covid 19 šta radiograferi treba da znaju? Juče, danas, sutra

Informacije o autoru



Vesna Ćućun

dipl. radiološki tehnolog

Zavod za Kliničku radiologiju, Univerzitetsko-klinički centar Republike Srpske, Republika Srpska

vesna.cucun@kc-bl.com

Sažetak

Svjetska zdravstvena organizacija 11. marta 2020. proglasila je širenje novog Sars-CoV-2 virusa globalnom pandemijom što je izvršilo značajan pritisak i ukazalo na brojne slabosti zdravstvenih sistema. Najčešći simptomi COVID-19 infekcije uključuju povišenu tjelesnu temperaturu, umor, suhi kašalj, gubitak ili promjenu čula mirisa ili okusa, kao i teške respiratorne i druge komplikacije koje zahtijevaju hospitalizaciju ili smještanje u jedinice intenzivne medicine. Rano dijagnostifikovanje presudno je za otkrivanje aktivnih slučajeva, kontrolu širenja infekcije i optimalno zbrinjavanje pacijenata. Zlatni standard za postavljanje dijagnoze je lančana reakcija polimeraze reverznom transkripcijom (RT-PCR). Radiološke slike igraju veoma važnu ulogu u dijagnostici Covid-19 pozitivnih pacijenata, naročito onih ozbiljnije pogođenih ovom bolesti. Praksa se uveliko razlikuje od zemlje do zemlje, uglavnom varira zbog pristupa resursima (oprema za testiranje virusa, mogućnost izvođenja radiografskih snimaka, specijalno obučeno osoblje, zaštitna oprema itd.). Glavne radiološke metode dijagnostifikovanja su radiografsko snimanje pluća i kompjuterizovana tomografija, svaka sa svojim prednostima i ograničenjima. Dok radiograferi rade na prvoj liniji odbrane od infekcije korona virusom trebali bi biti svjesni potencijalnih rizika povezanih s Covid-19 infekcijom i uključiti se u optimalne strategije za njihovo smanjenje. Provjeravanje protokola i njihovo sprovođenje kao i često izvještavanje o pregledima koji su od vitalnog značaja za pacijenta, kao i njihov doprinos za brigu i sigurnost pacijenta osnovna su uloga radiografera u borbi protiv Covid-19 pandemije.

Ključne riječi: COVID-19, radiografsko snimanje, kompjuterizovana tomografija, guidelines

Uvod

Trenutno, svijet doživljava najveću zdravstvenu krizu u modernoj historiji. Vrlo zarazni novi soj koronavirusa nazvan SARS-CoV-2 izazvao je pandemiju koja je započela u gradu Wuhanu, pokrajini Hubei u Kini, a kasnije se proširila i na druge zemlje i kontinente[1]. Svjetska zdravstvena organizacija (SZO, eng. World Health Organization, WHO) 11. Marta 2020. proglasila je širenje SARS-CoV-2 virusa globalnom pandemijom koja je izvršila značajan pritisak na ograničene zdravstvene resurse te ukazala na brojne slabosti zdravstvenog sistema[2].

Od početka pandemije, radiologija ima značajnu ulogu u ranoj dijagnozi, kategorizaciji i praćenju oboljelih. Povećanje broja oboljelih povećava potrebu korištenja medicinskih uređaja za snimanje te odgađanje zakazanih pregleda i snimanja koja nisu od vitalne važnosti, što vrši dodatni pritisak na radiološke odjele koji su već opterećeni dugim listama čekanja. U ovoj svjetskoj zdravstvenoj krizi, zdravstvenom sistemu potrebne su i nove tehnologije za praćenje i kontrolu širenja pandemije. Jedna od takvih tehnologija je i umjetna inteligencija (UI, eng. Artificial Intelligence, AI). Ali dok nam ona ne bude dostupna, glavnu ulogu u otkrivanju SARS-CoV-2 virusa imaju radiografski snimci pluća i kompjuterizovana tomografija pluća[2].

Pluća su prvi i najviše pogođeni organ i zato su x-zraci prva linija u slikovnoj dijagnostici jer je fizički i ekonomski dostupna svima i lako detektuje stepen zahvaćenosti plućnog parenhima, lokalizaciju kao i komplikacije nastale usljed infekcije[3].

Radiograferi imaju veliku ulogu u borbi protiv pandemije sa Covidom-19. Radiograferi ne igraju samo glavnu ulogu u pravljenju dobrih dijagnostičkih slika, već takođe ulažu napore da preveniraju transmisiju infekcije, posebno u CT snimaoni[4].

Materijal i metode

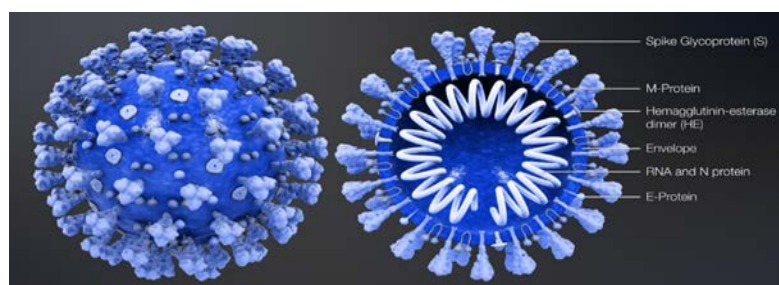
Analiza i pregled dostupnih naučnih i stručnih radova objavljenih u PubMed bazi podataka, kao i drugim internetskim stranicama na temu Covid 19 infekcije i uloga radiološke dijagnostike kod covid pozitivnih pacijenata. U pisanju ovog stručnog rada

uključeni su samo članci koji su javno dostupni u cijelosti. Svi korišteni članci na ovu temu objavljeni su u razdoblju od 2020. do 2022. godine. U ovom radu su korišteni i podaci iz arhive zavoda za kliničku radiologiju kao i slike arhivirane putem dostupnog PACS sistema.

Rezultati

Globalno, u svijetu je do kraja 2022.godine bilo 756 291 327 potvrđenih slučajeva, 6 841 640 smrtnih slučajeva a 13 195 777 466 vakcinisanih. Bosna i Hercegovina je do kraja 2022.godine imala 401 510 potvrđenih slučajeva SARS CoV-2 infekcije, 16 266 smrtnih slučajeva a 1 924 959 vakcinisanih. U Republici Srpskoj je registrovano 120 730 slučajeva, infekcije virusom, 6628 smrtnih slučajeva i oko 380 000 vakcinisanih građana (ovo su relevantni podaci sa zvanične stranice Svjetske zdravstvene organizacije(SZO, eng. World Health Organization, WHO)).

Koronavirusi su raznovrsna grupa virusa koji uzrokuju bolesti kod različitih životinja, a neki od njih mogu preći i na čovjeka te uzrokovati blage do teške respiratorne infekcije. Dva visoko patogena koronavirusa, SARS-CoV i MERS-CoV, 2002. i 2012. godine uzrokovali su kod ljudi teške respiratorne bolesti epidemijskih razmjera – teški akutni respiratorni sindrom i bliskoistočni respiratorni sindrom. Krajem 2019. godine novi soj koronavirusa nazvan SARS-CoV-2 uzrokovao je pojavu neobičnih virusnih upala pluća. Vrlo brzo se proširio cijelim svijetom te je nadmašio SARS-CoV i MERS-CoV po pitanju broja zaraženih, umrlih i prostorne raširenosti epidemijskih područja. 11. marta 2020.godine, Svjetska zdravstvena organizacija proglasila je širenje SARS-CoV-2 virusa globalnom pandemijom [5]. SARS CoV-2, ubraja se u betakoronaviruse, jedan od četiri roda koronavirusa u porodici Coronaviridae, reda Nido-



Slika 1. Građa SARS-CoV-2 virusa

virales. To je sedmi koronavirus za koji se zna da uzrokuje infekcije kod ljudi, a ime je dobio po tome što je genetski usko povezan sa SARS-CoV virusom [6]. SARS-CoV-2 virus je RNA virus, promjera 60-140 nm, karakteristične sferne strukture koja podsjeća na krunu ili koronu Sunca, koja je zajednička svim koronavirusima, odakle im i potiče naziv. Sastoji se od 5 vrsta strukturnih proteina: spike protein (S), protein omotača (E), protein membrane (M), protein nukleokapsida (N) i protein hemaglutinin- esteraze (HE) (Slika 1.).

Prenos virusa odvija se uglavnom sa čovjeka na čovjeka tokom bliskog kontakta, respiratornim tečnostima koje sadrže virus. Ljudi tokom disanja i drugih radnji poput govora, pjevanja, kašljanja ili kihanja, oslobađaju respiratorne tečnosti u obliku kapljica različitog spektra veličina i te kapljice prenose virus i infekciju. Rizik od infekcije smanjuje se povećanjem udaljenosti od izvora i povećanjem vremena nakon ekshalacije. Fizičko distanciranje, pravilna upotreba zaštitnih maski, odgovarajuća ventilacija, izbjegavanje pretrpanih zatvorenih prostora gdje nije moguće održavati fizički razmak od najmanje 2 metra te pravilna higijena ruku i okoline glavne su epidemiološke mjere za sprječavanje širenja COVID-19 infekcije[6]. Najčešći simptomi infekcije su povišena tjelesna temperatura, umor i suhi kašalj. Među češće simptome ubraja se i gubitak ili promjena čula mirisa ili ukusa. Manje uobičajeni simptomi uključuju glavobolju, konjunktivitis, stvaranje ispljuvka, hemoptizu, proljev, grlobolju, bol u prsima, mučninu i povraćanje. Razdoblje inkubacije traje od 1 do 14 dana. Do pojave prvih simptoma dolazi najčešće oko 5 dana nakon zaraze virusom, a do komplikacija u smislu dispneje i upale pluća dolazi u prosjeku oko 8 dana od početka infekcije[6].

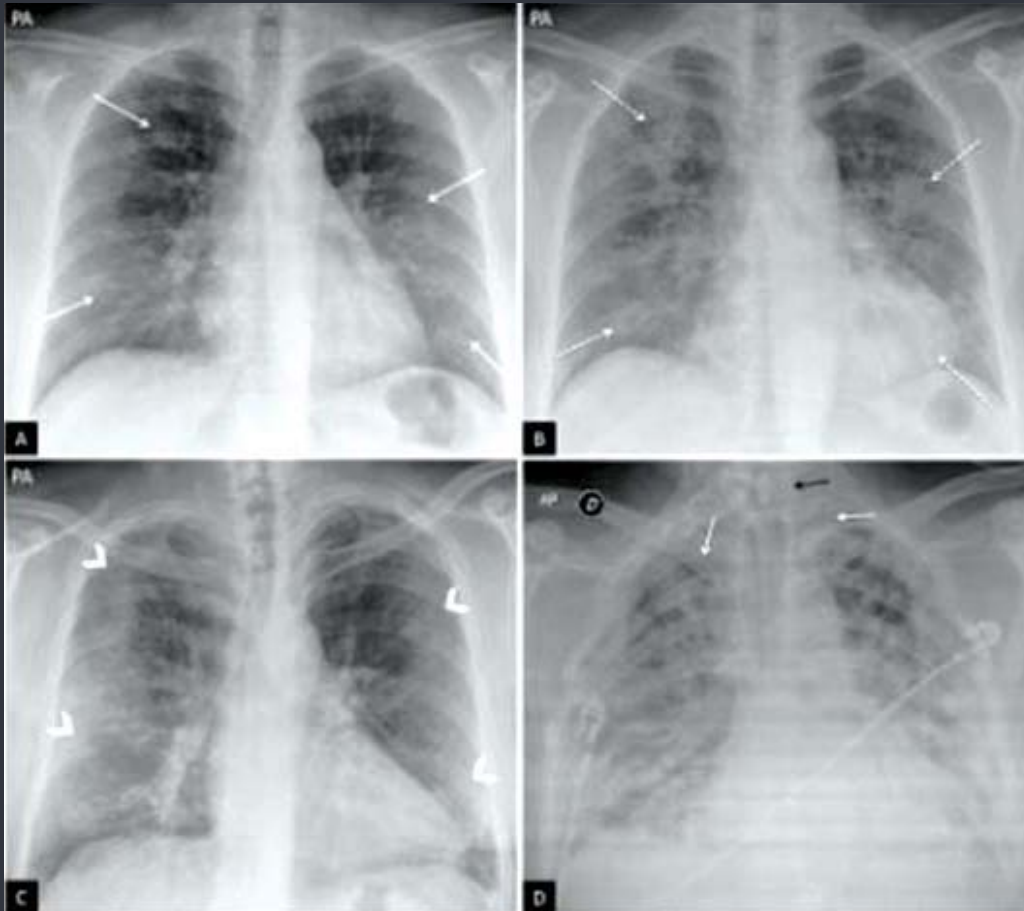
Rano dijagnostikovanje presudno je za otkrivanje aktivnih slučajeva, kontrolu širenja infekcije te pravovremeno i optimalno zbrinjavanje pacijenata. Najčešće korištene metode i pretrage koje se koriste za dijagnozu COVID-19 infekcije su lančana reakcije polimeraze reverznom transkripcijom (RT-PCR), krvne pretrage i radiološke metode, najčešće radiografija pluća i kompjuterizovana tomografija.

Radiološke metode oslikavanja imaju važnu ulogu u kliničkom odlučivanju, postavljanju dijagnoze, liječenja, sprječavanja i upravljanja komplikacijama kod pacijenata oboljelih od COVID-19 infekcije, što je presudno za bolju prognozu bolesti. Također,

imaju važnu ulogu u razlikovanju COVID-19 infekcije od drugih virusnih respiratornih bolesti sa sličnim simptomima. Radiografsko snimanje pluća, kompjuterizovana tomografija grudnog koša, ultrazvuk pluća i magnetska rezonancija glavne su radiološke metode dijagnostikovanja COVID-19 infekcije, svaka sa svojim prednostima i ograničenjima [7].

Radiografsko snimanje pluća najčešće je korišteno radiološki slikovni modalitet kod pacijenata sa sumnjom ili potvrdom COVID-19 infekcije. Razlog tome je korisnost, dostupnost i niska cijena pretrage, iako ima manju osjetljivost od kompjuterizovane tomografije (CT). Snimanje uključuje posteroanteriornu (PA) projekciju i profilnu ili laterolateralnu projekciju (LL) kod pacijenata u stojećem stavu, odnosno anteroposteriornu (AP) projekciju kod ležećih pacijenata. Mobilni rendgenski uređaji često se koriste za snimanje pluća u jedinicama intenzivnog liječenja, kako bi se smanjili kontakti s drugim pacijentima te spriječilo moguće širenje infekcije tokom transporta covid pozitivnih pacijenata na radiološke odjele. Mobilnim rendgenskim uređajima moguće je snimanje pluća isključivo u AP projekcijama. Interpretacija takvih radiografija često je ograničena slabijom mogućnošću udaha te uvećanjem srčane sjene. Tipični rendgenski nalaz pluća podrazumijeva obostrane intersticijske infiltrate poput mliječnog stakla, lobarne i subsegmentalne konsolidacije te retikularni plućni crtež (Slika 2.). Rendgenski nalaz pluća može biti uredan, bez znakova upalnih promjena, kod asimptomatskih pacijenata, u ranom stadiju infekcije te kod blaže kliničke slike. Kod težih kliničkih slučajeva proporcionalno je veća zasjenjenost plućnog parenhima periferno i u donjem plućnom polju.

Kompjuterizovana tomografija (CT) pluća je pristupačna radiološka metoda za dijagnozu i daljnje liječenje covid pozitivnih pacijenata. CT ima visoku osjetljivost (do 97%) te se smatra najosjetljivijom radiološkom metodom za dijagnostiku covid infekcije. Usprkos visokoj osjetljivosti, ima malu specifičnost (oko 25%), budući da se tipični covid nalazi na CT-u preklapaju s nalazima kod drugih virusnih infekcija kao što su gripa H1N1, teški akutni respiratorni sindrom (SARS) i bliskoistočni respiratorni sindrom (MERS). Protokol snimanja covid pozitivnih pacijenata na CT-u uključuje snimanje pluća i akviziciju podataka u fazi inspirijuma bez apliciranja kontrastnog sredstva (takozvani LOW DOSE PROTOKOL), što znači korištenje nižih kilovoltaznih postavki, iterativne rekonstrukcije



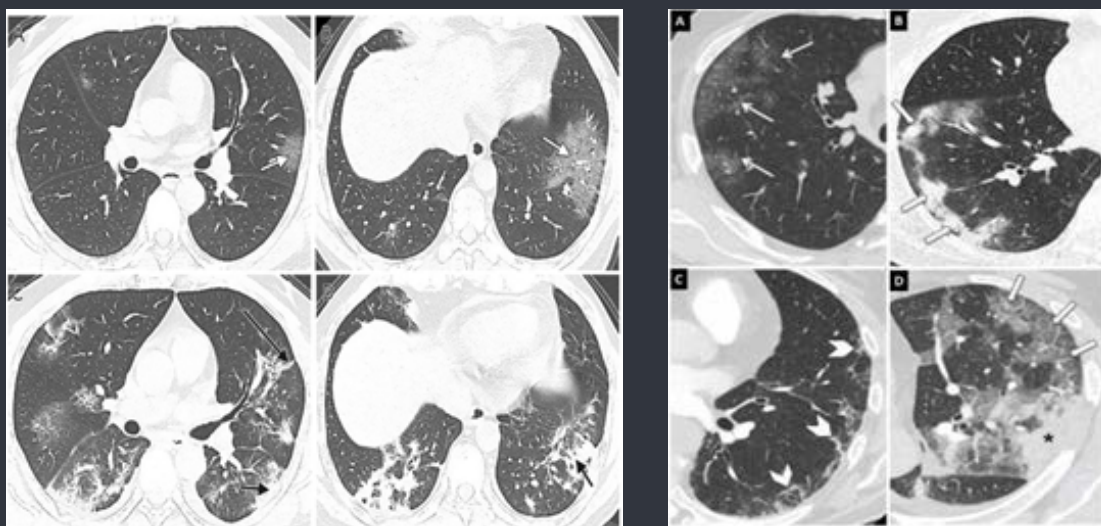
Slika 2. Tipični rendgenski nalaz pluća kod Covid infekcije.

- (A) Pacijentica sa simptomima i sumnjom na covid infekciju, PA projekcija pluća, retikularni plućni crtež izražen periferno (strelice).
- (B) Ista pacijentica kao i na slici A, PA projekcija pluća snimljena 3 dana kasnije, pozitivan PCR test na SARS-CoV-2, vidljive bilateralne periferne alveolarne konsolidacije (strelice).
- (C) Pacijent sa dispnejom i pozitivnim PCR testom na SARS-CoV-2, bilateralne periferne konsolidacije u gornjim, srednjim i donjim plućnim poljima (strelice).
- (D) Pacijent sa dispnejom i pozitivnim PCR testom na SARS-CoV-2, na AP snimci pluća vidljiva višestruka bilateralna difuzna područja konsolidacija koja opsežno zahvaćaju oba plućna krila, vidljive sjene centralnog venskog katetera (bijele strelice) i gastrointestinalnog tubusa (crna strelica). [Izvor: radiološke slike i radiološki izvještaj korišteni iz arhive zavoda za kliničku radiologiju].

za smanjenje šuma i spektralno oblikovanje rendgenskog snopa radi smanjenja rendgenskih zraka niskih energija. U literaturi postoji nekoliko standardnih načina izvještavanja kod pacijenata oboljelih od Covida-19. Dole predloženi sistem predstavlja sintezu dva načina (Holandskog udruženja radiologa i RSNA) koji koristimo u Republici Srpskoj kod uvođenja specijalnog niskodoznog CT protokola koji se koristi za preglede pacijenata koji su: 1. simptomatski sa suspektnom infekcijom ali PCR testovi nisu dostupni; 2. u slučaju kada su testovi dostupni ali rezultati se dugo čekaju; 3. u slučaju kada je inicijalni test negativan ali postoji visoka klinička sumnja da je pacijent zaražen virusom i 4. kod pacijenata koji su pozitivni, ali nisu hospitalizovani i sa blagim simptomima kako bi se odlučilo o daljem toku liječenja.

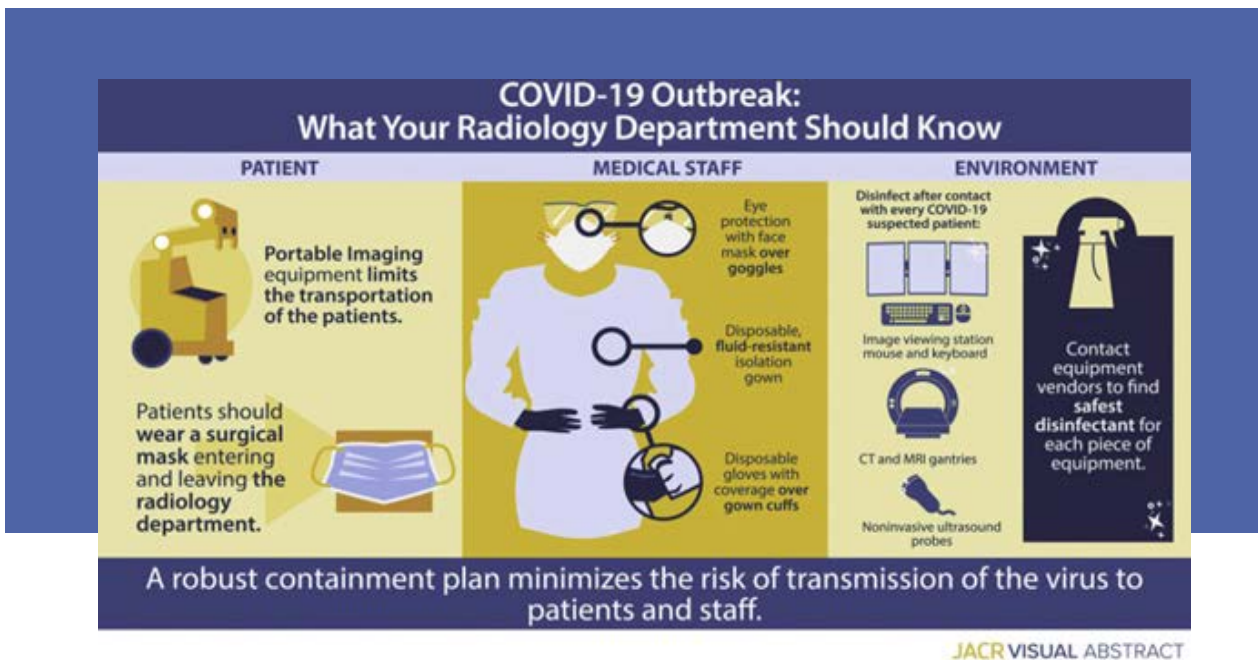
Preporučeni način pisanja radiološkog izvještaja:

CO-RADS 0	Tehnički nekorektan pregled koji nije adekvatan za radiološku interpretaciju
CO-RADS 1	Normalan nalaz
CO-RADS 2	Nalaz negativan za pneumoniju sa promjenama koje su nedvosmisleno neinfektivnog porijekla
CO-RADS 3	Promjene koje su atipične za Covid-19
CO-RADS 4	Promjene koje se mogu detektovati kod pacijenata sa Covid-19 ali su nespecifične i mogu se detektovati i kod brojnih drugih infektivnih i neinfektivnih oboljenja
CO-RADS 5	Promjene koje su morfološki kompatibilne sa Covid -19 i ovdje imamo nekoliko stadijuma: CO-RADS 5A-rani stadijum bolesti; CO-RADS 5B-razvojni stadijum bolesti; CO-RADS 5C-stadijum maksimalne ekspresije bolesti; CO-RADS 5D- stadijum rekonvalescencije



Slika 3. Glavne CT karakteristike COVID-19 infekcije

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| (A) Uzorak mliječnog stakla | (B) Konsolidacije plućnog parenhima |
| (C) Retikulacija pluća | (D) Stvaranje fibroznih traka |



Slika 4. Protokol rukovanja radiografera opremom i dekontaminacija

Radiograferi imaju veliku ulogu u borbi protiv pandemije sa Covidom-19. Radiograferi ne igraju samo glavnu ulogu u pravljenu dobrih dijagnostičkih slika, već takođe ulažu napore da preveniraju transmisiju infekcije, posebno u CT snimaoni. Preporuke su da se CT snimaona kao i uređaj dezinfuikuje svaki put nakon snimanja, te da se nakon dekontaminacije ostavi 1-2h kako bi se provjetrila sa svježim vazduhom. Takođe moraju da reorganizuju svoj odjel i osoblje kako bi smanjili rizik na minimum. Prostorija u kojoj se nalazi mobilni aparat treba da bude što bliže odjelu kako bi se smanjila transmisija infekcije. Preporuke su da dva radiografera budu u timu-jedan radi sa aparatom (tzv.čistim dijelom) a drugi sa pacijentima kako bi se spriječilo širenje zaraze. Radiograferi moraju biti obučeni da prepoznaju manifestaciju bolesti kako bi do očitavanja nalaza mogli da ukažu na istu u slučaju da ona postoji da bi se izbjegao put širenja infekcije [7].

Radiograferi nisu samo “klikači dugmića”, oni su mnogo više od toga. Pored toga što su imali naporno razdoblje i morali su da reorganizuju svoje odjele, morali su i da se odvoje od svojih porodica kako bi spriječili prenos infekcije jer su gotovo uvijek boravili po 18 ili 24 h u smjeni predano radeći i boreći se protiv pandemije, ali u svemu tome vodili su brigu prvenstveno o pacijentima puni empatije, brige i ljubavi kako prema pacijentima tako i prema svojim kolegama[8].

Za vrijeme trajanja pandemije radiograferi koji su zaposleni u Univerzitetsko-kliničkom centru Republike Srpske su načinili preko 25 000 niskodoznih kompjuterizovanih tomografija pluća, preko 60 000 radiografija pluća, od toga trećinu mobilnim rentgen aparatom i preko 50 000 ostalih radiografskih procedura(CT, MR).

Zaključak

Da li nam je kontrola pandemije na dohvata ruke? Nejednakost vakcina i javnozdravstvenih mjera i nove varijante virusa produžuju pandemiju COVID-19, ali je kontrola virusa i dalje moguća. Da li će ostati pandemija ili će preći u endemiju? Ili će biti endemija protiv pandemije? Sve je jasno! "Endemija ne znači dobro", to nam pokazuju primjeri endemske malarije ili endemskog HIV-a koji ubijaju stotine hiljada ljudi. "Endemski samo znači da je ovdje prisutno zauvijek."

Zato je prevencija najbitnija stvar i stoga se pridržavamo mjera tako što ćemo nositi maske kod pojave bolesti, odlaziti doktoru kod pojave prvih simptoma bolesti, držati distancu, voditi računa o ličnoj higijeni i buditi svijest o vakcinama i vakcinisati se jer najvažnija stvar u liječenju inficiranih koronavirusom je otkriti promjene na plućima u ranom stadijumu, kada je liječenje uspješno, ali i znati da je dobra komunikacija svih članova tima i brzo reagovanje najvažnija karika u lancu za odbranu od infekcije nastale Covidom-19.



Slika 5. Članovi tima Zavoda za kliničku radiologiju UKC-a Republike Srpske

LITERATURA

1. Ahmad W, Ahmad U. Role of radiology in COVID-19 pandemic and post COVID-19 potential effects on radiology practices. *Indian J Radiol Imaging*. 2021 Jan 31; (Suppl 1): S196-S197.
2. Chen J, Chong See K. Artificial Intelligence for COVID-19: Rapid Review. *J Med Internet Res*. 2020 Oct 27;22(10):e21476.
3. Hu B, Guo H, Zhou P, Shi Z. Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19. *Nat Rev Microbiol*. 2021 Mar;19(3):141-154.
4. Haque SM, Ashwaq O, Sarief A, Mohamed AKAJ. A comprehensive review about SARS-CoV-2. *Future Virol*. 2020 Sep;15(9):625-648.
5. Astuti I, Ysrafil. Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (Sars-CoV-2): An overview of viral structure and host response. *Diabetes Metab Syndr*. 2020 Jul- Aug;14(4):407-412.
6. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Scientific Brief: SARS-CoV-2 Transmission. Dostupno na: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/science/science-briefs/sars-cov-2-transmission.html>
7. Stogiannos N, Fotopoulos D, Woznitza N, Malamateiouni C. COVID-19 in the radiology department: What radiographers need to know. *Radiography (Lond)*. 2020 Aug;26(3):254-263.
8. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Test for past infection. Dostupno na: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/testing/serology-overview.html>

Primjena vještačke inteligencije i mašinskog (dubinskog) učenja u nuklearnoj medicini

Informacije o autoru



dr. sci Halil Ćorović

Klinički centar Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo

halil.corovic@live.com

Uvod

Pojam vještačke inteligencije i mašinskog (dubinskog) učenja prvi je put popularizovao 1959. godine Arthur Lee Samuel, američki pionir na polju kompjuterskih igara, koji je programirao prvu „samouku“ igru *Checkers* te izjavio: „Računar se može programirati tako da će naučiti igrati bolje igru *Checkers* nego što može igrati osoba koja je napisala program.“ (1)

Vještačka inteligencija i dubinsko učenje su tehnologije koje se ubrzano razvijaju i široko primjenjuju u različitim industrijama, uključujući i nuklearnu medicinu. Nuklearna medicina je grana medicine koja koristi radioaktivne izotope za dijagnostiku i liječenje bolesti. U nuklearnoj medicini, primjena vještačke inteligencije i dubinskog učenja može pomoći u smanjenju vremena potrebnog za dijagnostiku te poboljšanju preciznosti dijagnoze i definisanja najboljih tretmana za pacijente. Ove tehnologije također mogu pomoći u automatizovanju analiza slika i podataka, što može ubrzati proces donošenja odluka i osigurati pacijentima bržu i precizniju dijagnostiku bolesti. Cilj ovog rada je detaljnije razmotriti primjenu vještačke inteligencije i dubinskog učenja u nuklearnoj medicini. (2)



Aplikativni aspekti vještačke inteligencije i mašinskog (dubinskog) učenja u nuklearnoj medicini

Vještačka inteligencija u nuklearnoj medicini ima uticaj kroz četiri aspekta djelovanja:

01

Ciljani odabir (eng. *target selection*) - razvoj novih radiofarmaceutika, predviđanje relevantnih ciljeva i ekonomski aspekt;

02

Akvizicija i rekonstrukcija podataka (eng. *data acquisition and reconstruction*) - jačanje signala detekcije, poboljšanje kvaliteta i brzine rekonstrukcije, korekcija podataka i smanjenje šuma;

03

Procesiranje slike (eng. *image processing*) - segmentacija slike, odstranjivanje artefakata metala, korekcija pokreta i fuzija slike;

04

Podatkovno rudarenje (eng. *data mining*) - klasifikacija slika, prognoza na osnovi slike, klinička podrška. (3)



Ciljani odabir u nuklearnoj medicini se koristi za određivanje ciljnog područja za terapiju pacijenata koji trebaju nuklearni medicinski tretman. Koristeći tehnike vještačke inteligencije i dubinskog učenja, algoritmi su u stanju analizirati velike količine podataka, uključujući medicinske slike i kliničke podatke, kako bi se utvrdilo najprikladnije ciljno područje za terapiju. Ova metoda može pomoći u povećanju preciznosti terapije, smanjenju nuspojava i poboljšanju učinkovitosti tretmana, što dovodi do boljeg kvaliteta života pacijenata. Još jedan od aspekata ciljanog odabira jeste brzo praćenje (eng. *fast-tracking*), koje u nuklearnoj medicini pred-

stavlja proces ubrzanja razvoja i ispitivanja novih radiofarmaceutika koji se koriste u dijagnostičke svrhe. Ovaj proces koristi vještačku inteligenciju i dubinsko učenje kako bi se automatizovalo testiranje i identifikovanje novih izotopa s visokim stepenom preciznosti i učinkovitosti. Ova tehnologija može imati značajan uticaj na dijagnostičke procedure u nuklearnoj medicini i poboljšati kvalitetu liječenja pacijenata. (4)

Pod **akvizicijom i rekonstrukcijom podataka** u nuklearnoj medicini ubrajamo i jačanje signala detekcije, koje se može postići korištenjem vještačke inteligencije i dubinskog učenja. Ti algoritmi se koriste za identifikaciju važnih signalnih puteva u velikim količinama generisanih podataka, kako bi se povećala preciznost i osjetljivost prilikom postavljanja dijagnoze bolesti. Ova primjena može uključivati analizu snimki scintigrafije, pozitronske emisione tomografije (PET) i jednofotonske emisione kompjuterizovane tomografije (SPECT) te izradu 3D modela. Korištenjem tehnika dubinskog učenja, sistemi za prepoznavanje oblika mogu identifikovati važne znakove u podacima, što omogućuje preciznije i brže dijagnostičke odluke. *Smanjenje šuma* (eng. *de-noising*) nuklearnomedicinske slike ima za cilj povećati kvalitet i tačnost snimke, što može pomoći u dijagnostikovanju i praćenju bolesti. Dubinsko učenje, kao što je neuronska mreža, može se koristiti za smanjivanje šuma, koristeći se parametrima iz tehnički ispravnih slika za vraćanje kvaliteta šumom zasjenjenih slika. Ova primjena vještačke inteligencije može dovesti do poboljšanja učinkovitosti i tačnosti nuklearnih medicinskih procedura. *Brze rekonstrukcije* u nuklearnoj medicini su tehnike koje se koriste za brzo obrađivanje i prikaz slika u realnom vremenu, što omogućuje medicinskim stručnjacima da brzo donesu odluke i provedu terapije. Ove tehnike često koriste vještačku inteligenciju, dubinsko učenje i druge algoritme upotrebe masovnih podataka kako bi se automatizovano detektovale značajne promjene u medicinskim slikama, što bi inače zahtijevalo ručno obrađivanje. Time se smanjuju vrijeme i napor potrebni za obradu slika, što dovodi do brže i preciznije dijagnoze. *Korekcija podataka* nuklearnomedicinske slike koristi se kako bi se poboljšao kvalitet slike i preciznost dobivenih podataka. Primjena tehnika vještačke inteligencije, kao što su učenje iz podataka i algoritmi za korekciju šuma, omogućuju automatsko prepoznavanje i korekciju grešaka u nuklearnomedicinskim podacima. Ovi pristupi su važni za osiguravanje tačnosti

dijagnoze i povećavanje učinkovitosti u postupcima liječenja. Također, omogućavaju bržu obradu velikih količina podataka, što je posebno važno u kliničkom okruženju. (5)

Vještačka inteligencija i dubinsko učenje su doprinijeli razvoju procesa *segmentacije* (razdvajanja slike na različite segmente ili regije koje odražavaju određene komponente ili značajke slike), što je važan aspekt **procesiranja nuklearnomedicinske slike**. Ova tehnika se koristi u medicinskoj dijagnostici i omogućuje identifikaciju i karakterizaciju različitih anatomskih struktura, kao i promjena u funkciji i stanju tkiva. Cilj segmentacije je automatski ili ručno identifikovati interesne regije na slici, što je ključno za daljnje analize i procjene. *Tehnika uklanjanja artefakata metala* (eng. *metal-artefact removal*), kao što su stentovi, šavovi i ortodontske strukture, u nuklearnoj medicini se koristi kada takve strukture stvaraju interferencu s signalom koji se treba procesirati i interpretirati. Ovi artefakti uzrokuju nerealne i lažne informacije na slici, što može otežati dijagnostiku bolesti i procjenu stanja tkiva. Koriste se različite tehnike, uključujući vještačku inteligenciju, filtriranje i interpolaciju, kako bi se uklonili artefakti iz slike i poboljšao njen kvalitet. *Korekcija pokreta* (eng. *motion-correction*) je tehnika u nuklearnoj medicini, koja se koristi u procesiranju slike zbog pomjeranja tijela tokom snimanja. Ova tehnika omogućava procjenu dinamičkih promjena u funkciji i stanju tkiva tokom vremena. Nuklearnomedicinska *image-synthesis* je tehnika koja koristi vještačku inteligenciju i dubinsko učenje za generisanje novih slika na temelju postojećih. Ova tehnika se koristi za poboljšanje kvaliteta i prostorne rezolucije slike, kao i proširenje raspoloživih slika za analizu. Koristi generativne neuronske mreže, kao što su GAN (eng. *generative adversarial networks*) i VAE (eng. *variational autoencoders*), kako bi se generisale nove slike koje odražavaju specifične karakteristike postojećih slika. Ova tehnika omogućava procjenu slika u slučajevima gdje su postojeće slike nedovoljne ili nedostupne. (6)

Podatkovno rudarenje u nuklearnoj medicini je proces istraživanja i analize velikih količina podataka iz nuklearnomedicinskih slika kako bi se pronašli značajni i korisni uzorci i značajke. Ova tehnika se koristi za poboljšanje dijagnostičkih i terapijskih procjena, kao i identifikovanje novih terapijskih pristupa. Koriste se različite tehnike, uključujući dubinsko učenje, statističke metode i klasifikaciju, kako bi se analizirali podaci iz slika. Ova tehnika omogućava automatizovano prepoznavanje i klasifikaciju slika, kao i identifikovanje trendova i uzoraka u funkciji i stanju tkiva. Također, omogućava procjenu velikih količina podataka u kratkom vremenskom periodu, što je ključno za napredak u području nuklearnomedicinske dijagnostike i terapije. *Klasifikacija slika* je proces automatskog prepoznavanja i označavanja specifičnih parametara i karakteristika u nuklearnomedicinskim slikama. Ova tehnika se koristi za identifikovanje različitih stanja tkiva. Nuklearnomedicinska klasifikacija slika koristi tehnike dubinskog učenja, poput neuronskih mreža i klasifikacije, kako bi se prepoznale i označile specifične promjene na slici. Klasifikacija omogućava automatizovano prepoznavanje slika, što ubrzava procjenu i smanjuje potrebu za manuelnim radom stručnjaka. *Prognoza na osnovi slike* (eng. *image-based prognosis*) je tehnika koja koristi slike da napravi prognoze o budućem toku bolesti ili napredovanju zdravstvenog stanja pacijenata. Ova tehnika se koristi da se predvidi budući ishod stanja pacijenata na osnovi analize slika. Koristi različite tehnike analize slika, uključujući algoritme dubinskog učenja i sisteme za kompjutersku pomoć u dijagnostici, da bi se izdvojile relevantne informacije o stanju pacijenata. Ove informacije se zatim koriste da se naprave personalizovani planovi liječenja za pacijente. Može se koristiti u različitim medicinskim specijalnostima, uključujući onkologiju, neurologiju, kardiologiju i radiologiju i može pomoći zdravstvenim radnicima da donesu informisane odluke o njezi pacijenata. *Sistem podrške donošenju kliničkih odluka* (eng. *clinical decision support system, CDSS*) je kompjuterski bazirana alatka koja pomaže zdravstvenim radnicima da donesu preciznije odluke o liječenju za svoje pacijente. Koristi algoritme, analizu podataka i znanje iz medicinskih istraživanja kako bi pružio relevantne informacije i preporuke zdravstvenim radnicima tokom njege pacijenata. Može se integrisati u elektronske zdravstvene evidencije (eng. *electronic health record, EHR*) ili se može omogućiti pristup podacima putem posebnih softverskih aplikacija.

Pružila preporuke u realnom vremenu na temelju medicinske historije, demografskih informacija, rezultata testiranja i trenutnih simptoma pacijenata. Ove informacije pomažu zdravstvenim radnicima da donesu informisane odluke o dijagnozi, opcijama liječenja i strategijama upravljanja bolestima. Također, može biti korišten za poboljšanje sigurnosti pacijenata, pružanjem upozorenja o potencijalnim interakcijama, nuspojavama i kontraindikacijama lijekova. Osim toga, može pomoći smanjenju medicinskih grešaka i poboljšanju ishoda bolesti pacijenata, jer je ovaj pristup zasnovan na dokazima temeljenom medicinskom znanju. (7)

Principi funkcionisanja algoritama vještačke inteligencije i mašinskog (dubinskog) učenja

Radiomika je brzo rastuće područje koje koristi napredne tehnike slikanja i kompjuterske metode za izdvajanje kvantitativnih informacija iz medicinskih slika. Spaja područja radiologije, računarstva i matematike za analizu i interpretaciju velikih količina podataka dobivenih dijagnostičkim procedurama, kao što su kompjuterizovana tomografija (CT), magnetska rezonancija (MRI) i PET. Cilj radiomike je izdvojiti značajne informacije iz medicinskih slika koje se mogu koristiti za poboljšanje dijagnostike, planiranja liječenja i prognoze bolesti. Radiomika koristi kompjuterske algoritme za analizu tekstura, oblika i uzoraka lezija unutar medicinskih slika i pretvara ove informacije u kvantitativne podatke, poput volumena, intenziteta i kontrasta. Radiomika se koristi u različitim medicinskim oblastima, uključujući dijagnostiku i planiranje liječenja karcinoma, kao i u razvoju prediktivnih modela za ishode bolesti pacijenata, kao što su odgovor na liječenje, vrijeme bez progresije i ukupno preživljavanje. Ukratko, radiomika ima potencijal da revolucionira način na koji se medicinske slike analiziraju i interpretiraju, što dovodi do povećane dijagnostičke i terapijske učinkovitosti u zdravstvenom sistemu. (8)

Plitko (eng. *shallow learning*) i *duboko* (eng. *deep learning*) učenje se mogu primijeniti u nuklearnoj medicini za različite svrhe, kao što su analiza slika, klasifikacija podataka i podrška donošenju kliničkih odluka. Plitko učenje, također poznato kao *shallow neural networks*, može se koristiti za jednostavne zadatke, kao što su segmentacija slika, korekcija pokreta i uklanjanje artefakta metala. Plitki modeli su jednostavni i brzi za treniranje, ali imaju ograničenu sposobnost za obradu složenih nelinearnih veza između ulaznih varijabli. Duboko učenje, s druge strane, predstavlja vrstu dubinskog učenja koje koristi neuronske mreže da nauči šablone i veze u velikim količinama podataka. Algoritmi dubokog učenja su dizajnirani da automatski nauče više nivoa predstavljanja i apstrakcije. Duboke mreže su složenije i zahtijevaju više kompjuterskih resursa, ali u mnogim primjenama, kao što su klasifikacija slika, prepoznavanje govora i obrada prirodnog jezika, mogu nadmašiti plitke modele. Plitko i duboko učenje se mogu primijeniti u nuklearnoj medicini, a izbor između njih zavisi od specifičnog problema i dostupnih podataka. Plitki modeli su bolje prilagođeni za jednostavne probleme s dobro definisanim vezama između ulaznih varijabli, dok su duboki modeli bolje prilagođeni za složene probleme gdje odnosi između ulaznih varijabli nisu dobro definisani. (8)

Zaključak

Nuklearna medicina i vještačka inteligencija zajedno osnažuju ljekare za učinkovitije upravljanje i bolji ishod bolesti pacijenata.

U polju nuklearne medicine, vještačka inteligencija će imati dubok uticaj i na tehnološke aspekte i interpretaciju slika.

- **U tehnološkom sektoru**, vještačka inteligencija se već koristi za poboljšanje korekcije prigušenja PET slika, rekonstrukciju slike bez artefakata i anatomske orijentisanje, što omogućava akviziciju specifične slike za pacijenta. Ovaj razvoj će u konačnici dovesti do boljeg kvaliteta slike, kraćeg vremena snimanja i nižih doza zračenja.
- **U sektoru interpretacije slike**, vještačka inteligencija se već koristi za pružanje pomoći pri čitanju slike te potpuno automatizovanoj klasifikaciji bolesti i razgraničenju metastaza u akvizicijama cijelog tijela.

Budući pacijenti stoga mogu imati koristi od kombinacije poboljšanog kvaliteta slike i individualizovanog izvještavanja.

LITERATURA

1. Samuel AL. Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers. IBM Journal of Research and Development. 1959;44:206–226.
2. Nuclear Medicine Europe. Artificial intelligence in nuclear medicine Opportunities and Challenges. 2021.
3. Currie G. Artificial Intelligence in Nuclear Medicine: A Primer for Scientists and Technologists. Reston: Society of Nuclear Medicine & Molecular Imaging, Inc. 2022.
4. Morra L, Delsanto S, Correale L. Artificial intelligence in medical imaging: From theory to clinical practice. Boca Raton: CRC Press. 2019.
5. Erickson BJ. Artificial intelligence in medicine: Technical basis and clinical applications. In: Artificial Intelligence in Medicine. Xing L, Giger ML, Min JK, eds. Cambridge: Academic Press. 2021;19–34.
6. International Atomic Energy Agency. Artificial Intelligence for Accelerating Nuclear Applications, Science and Technology. Vienna International Centre. 2022.
7. Veit-Haibach P, Herrmann K. Artificial Intelligence/ Machine Learning in Nuclear Medicine and Hybrid Imaging. Berlin: Springer. 2022.
8. Cheng Z, Wen J, Huang G, Yan J. Applications of artificial intelligence in nuclear medicine image generation. Quantitative Imaging in Medicine and Surgery. 2021;11(6):2792–2822.



VISARIS

VISION M

Smart.
Light.
Efficient.



04

Transkatetrsko plasiranje aortne valvule - TAVI

Informacije o autoru



Simona Klampfer

diplomirana inženirka radiologije

*Odeljenje za Radiologiju,
Klinički Centar Maribor,
Slovenija*

TAVI ili transcatheter aortic valve insertion priznata je klinička metoda liječenja bolesnika sa značajnom stenozom aortne valvule koja se u svijetu primjenjuje od 2002. godine, a posljednjih je godina postala dominantna metoda liječenja.

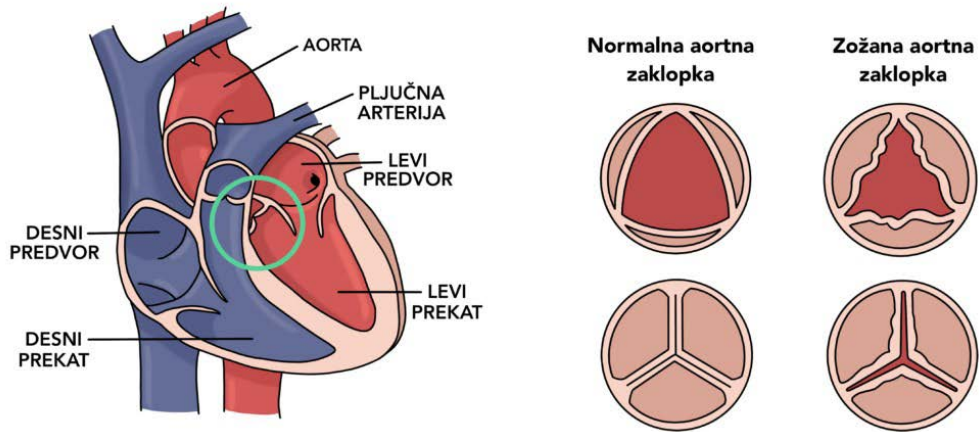
Aortna valvula nalazi se između lijevog prekata i aorte i obično je trikuspidalna.

Stenoza aorte dijagnosticira se ultrazvukom. Poznate su tri stupnje stenoze aorte: blaga, umjerena i teška stenoza aorte.

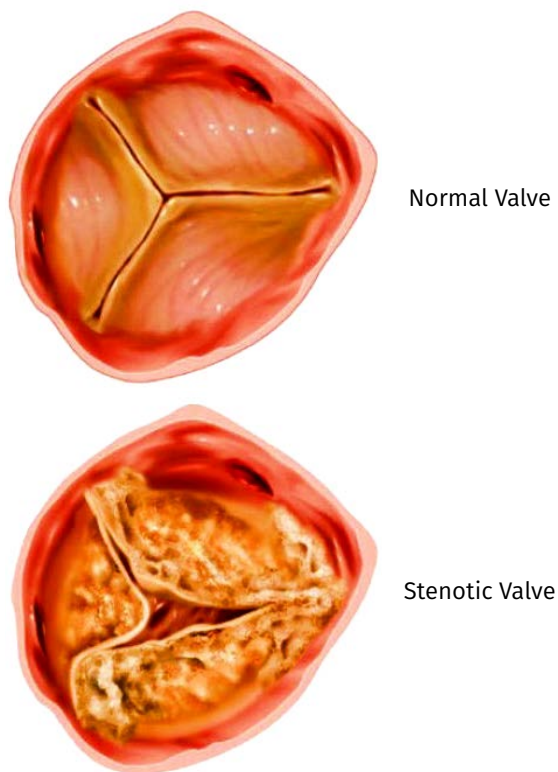
Za značajno suženu aortnu valvulu koriste se tri metode liječenja: kirurška, perkutana terapija kao što je balon valvuloplastika (BAV) i perkutana implantacija aortne valvule (TAVI).

Prije zahvata TAVI, pacijentu se radi kompjutorizirana tomografska angiografija (CTA) i angiografija perifernih žila, uz pomoć kojih se procjenjuje prikladnost lumena, uvijanje i slojevitost arterija. Na transezofagealnom ultrazvuku (TEE) srca se procjenjuje veličina aortne valvule i određuje položaj aortne valvule po visini.

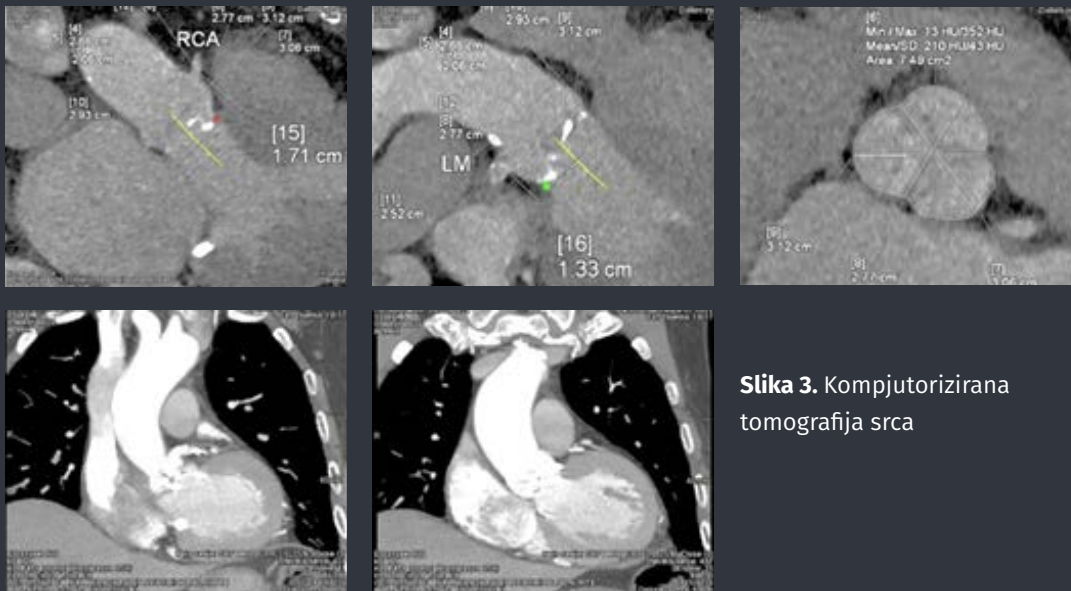
AORTNA STENOZA



Slika 1. Leva slika prikazuje anatomiju srca, desna slika razliku između normalne i sužene valvule



Slika 2. Normalna i sužena valvula

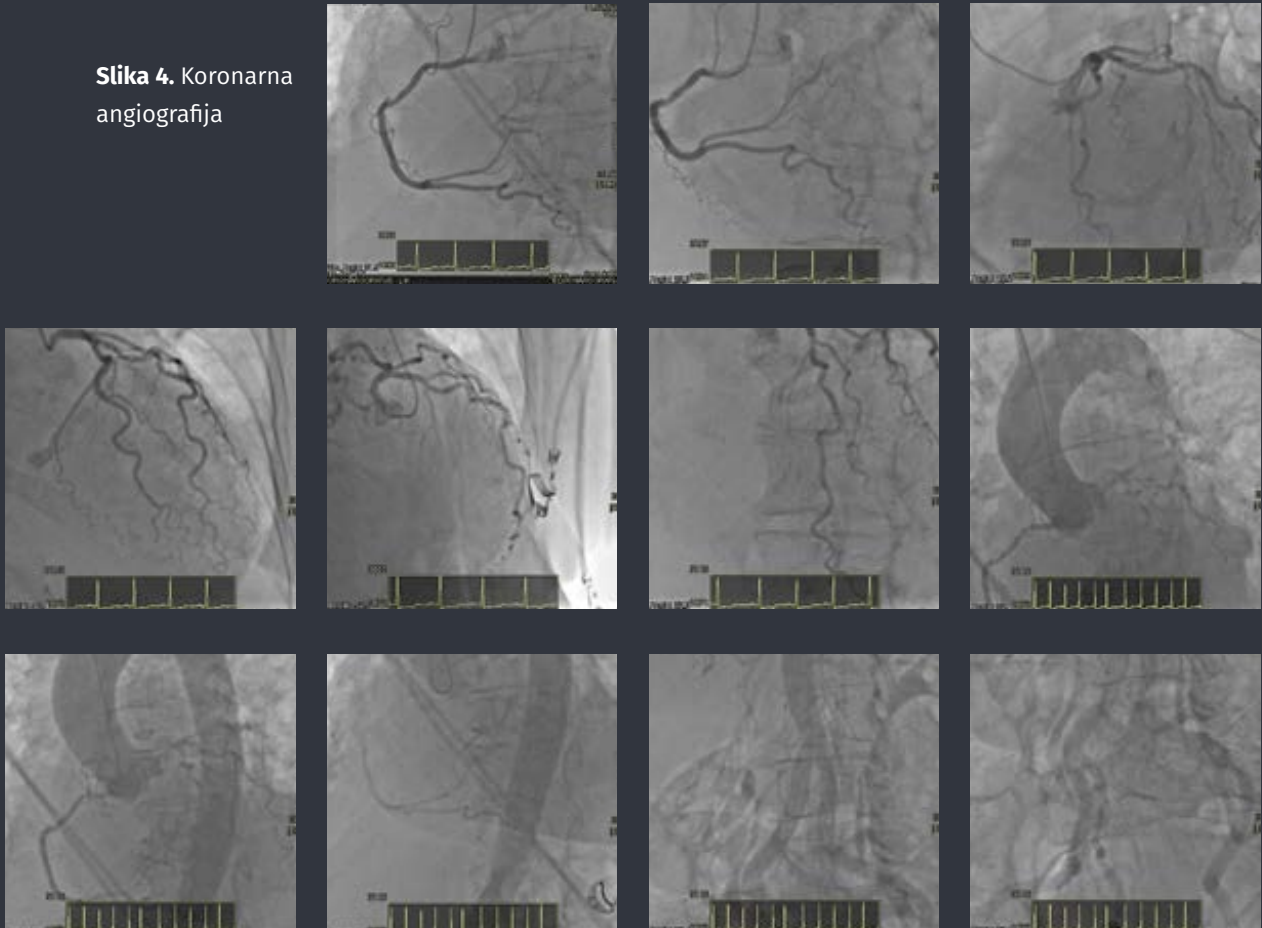


Slika 3. Kompjutorizirana tomografija srca

Valvule koje se koriste su samošireće ili oni koje je nakon ugradnje potrebno napuhati balonom.

Kada je metoda izbora perkutana ugradnja aortalne valvule (TAVI) mora se odabrati najprikladniji vaskularni pristup. Poznajemo transfemoralni, transapikalni i transaortalni pristup. Transfemoralni i transapikalni pristup izvodi se retrogradnom punkcijom, a transaortalni pristup antegradnom punkcijom.

Slika 4. Koronarna angiografija

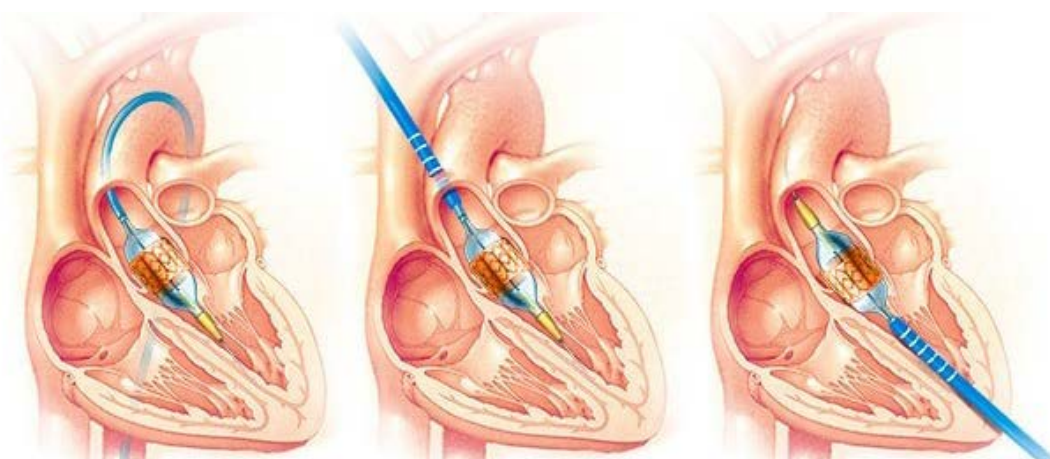


Transfemoralni pristup smatra se najčešćim i najmanje agresivnim vaskularnim pristupom za plasiranje aortne valvule. Unatoč činjenici da se femoralni pristup smatra najprijateljskijim načinom, u nekim se slučajevima ne može izvesti. Kontraindikacije za femoralni pristup su: izražena tortuoznost žila, teška arterijska kalcifikacija, promjer žile manji od 5 mm, trombi, aneurizme i disekcije.

Priprema za TAVI postupak provodi se prema točno definiranom protokolu u multidisciplinarnom timu. Sastav tima ovisi o izboru pristupa. Tim najčešće čine anesteziolog, dipl. medicinska sestra u anesteziji, interventni kardiolog, dipl. medicinska sestra u interventnom kardiološkom laboratoriju, dipl. medicinska sestra mjernog aparata i diplomirani inženir radiologije. U izvođenju zahvata transapikalnim ili transaortalnim pristupom te u pripremi slojne žile zdjelice sudjeluju i kardiovaskularni kirurg, perfuzionist i diplomirana medicinska sestra u operacionoj sali.

Pacijent koji je obavio sve potrebne slikovne, fiziološke i laboratorijske pretrage te je prema protokolu pripremljen za TAVI postupak dolazi natašte.

Zahvat se izvodi u lokalnoj anesteziji i blagoj sedaciji, rijetko u općoj anesteziji. Tijekom postupka pacijent leži na leđima na stolu za pregled. Nakon sterilne dezinfekcije i sterilnog pokrivanja pacijenta, interventni kardiolog priprema obe femoralne arterije posebnim vaskularnim zatvaračima u koje uvodi femoralni vaskularni vodič. Uvodi žicu i slikovni kateter kroz lijevu femoralnu arteriju. Kateter se postavlja u uzlaznu aortu, ispred aortnog zaliska. Nakon toga slijedi snimanje i predilatacija aortne valvule. Nova aortalna valvula postavlja se na isto mjesto gdje je bila aortalna stenoza. Neposredno prije otpuštanja nove aortalne valvule radi se kontrolno angiografsko snimanje. Pomoću pacemakera u bolesnika se inducira puls od 180 otkucaja u minuti (rapid pacing). To rezultira smanjenim e젝ijskim volumenom levog ventrikula u aortu, što uzrokuje pad tlaka i time olakšava umetanje aortne valvule.



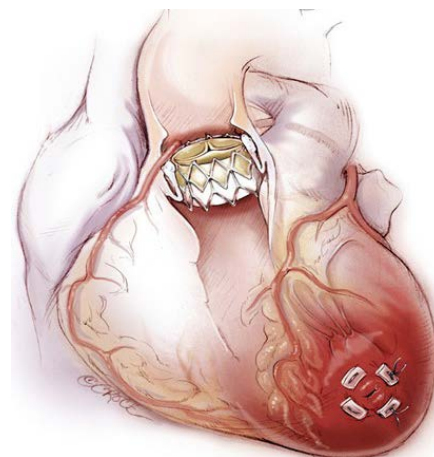
Slika 5. vaskularni pristupi- transfemoralni, transaortalni, transapikalni



Slika 6. Transkatetrsko plasiranje aortne valvule

Kod TAVI postupka moguće su komplikacije tijekom ili nakon zahvata. Te komplikacije su: vaskularne perforacije i rupturi, okluzija trupa lijeve koronarne arterije, nepravilan položaj nove valvule, valvula se ne može postaviti, ventrikularna fibrilacija tijekom indukcije visokog pulsa, perforacija lijevog ili desnog ventrikula, moždani udar, hemodinamska nestabilnost bolesnika.

U Kliničkom centru Maribor izveli smo prvu ugradnju umjetne srčane valvule 09. lis-topada 2018. godine. Do kraja 2022 godine je nova aortne valvula bila plasirana kod 274 pacijenta. U početku se zahvat izvodio u općoj anesteziji, a sada se radi pod lokalnom analgezijom ili blagom sedacijom.



Slika 7. Novo plasirana aortalna valvula

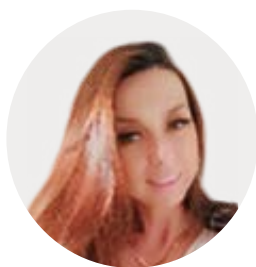
U budućnosti TAVI procedure je predviđeno da pacijent može sam odabrati između kirurškog ili perkutane liječenja bolesti aortne valvule. Perkutana zamjena aortne valvule predstavlja veću kvalitetu života za osobe starije od 75 godina. Također poboljšava kvalitetu života ljudi čiji su životi u terminalnoj fazi.

LITERATURA

1. <https://www.heart.org/en/health-topics/heart-valve-problems-and-disease/understanding-your-heart-valve-treatment-options/what-is-tavr>
2. <https://www.edumedic.si/prikaz-transkatetrske-implantacije-aortne-zaklopke-tavi>
3. <http://www.secondscount.org/treatments/treatments-detail-2/transcatheter-aortic-valve-replacement-tavr>
4. <http://www.srcki.si/2022/07/06/atRIOVENTRIKULARNI-SEPTALNI-DEFEKT>

Uloga MSCT kod stereotaksije

Informacije o autoru



Jasmina Tomić

specijalista strukovni
medicinski radiolog
Klinički centar Vojvodine

jasminal.tomic@gmail.com

Reč **STEREOTAKSIJA** je nastala od dve reči

STEREO
grčka reč,
trodimenzionalno

+

TACTUS
latinska reč,
dodirivati

Pojam stereotaktična hirurgija označava metodu kojom se hiruški ,bez vizuelne kontrole ,a na osnovu matematičkih proračuna i koordinata dobijenih od radiologa pristupa intervenciji na patološkoj promeni koja je smeštena duboko u moždanoj masi.

Prestavlja minimalno invazivnu metodu i koristi se u dijagnostičke i terapijske svrhe.



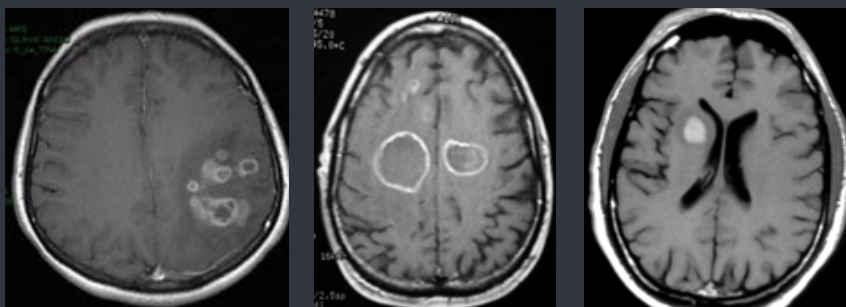
Slika 1. (Lacsell ram)

Indikacije za ovaj pregled su:

- Lezije bez simpomatskog efekta mase
- Duboko položene lezije
- Infiltrativne lezije
- Multiple lezije
- Opšti I neurološki status pacijenta (KPS>50)

Kontraindikacije za ovaj pregled su:

- N pristupacna lokalizacija promene.
- Poremećaj hemostaznog mehanizma.



Slika 2. Ppatološke promene

Pacijent na radiologiju dolazi sa odeljenja neurohirurgije u pratnji neurohirurga.

Sam tok od prijema pacijenta u bolnicu do neurohirurške operacione sale prolazi kroz odeređenu proceduru.

01

Preoperativna priprema I opšta anestezija se rešavaju još dok se pacijent nalazi u bolesničkoj sobi na odeljenju neurohirurgije

02

Postavljanje stereotaksičnog rama, CT pregled glave (nativno i sa kontrastom), određivanje koordinata lezije se radi na odeljenju radiologije

03

Transfer u operacionu salu, pozicioniranje pacijenta, delimično brijanje poglavine, trepanški otvor i incizija dure mater, aspiraciona biopsija (side cutting needle) se radi u neurohirurškoj operacionoj sali

04

Kontrolni CT pregled (nativno), se radi na odeljenju radiologije

Pacijent pripremljen i uspavan dolazi na odeljenje radiologije na CT aparat.

Dok je još na strečeru neurohirurg pacijentu postavlja stereotaksični ram (Lacsell ram) na kalvariju, taj ram se kasnije pri nameštanju pacijenta na CT aparat, postavlja na aparatu umesto nosača za glavu. Time omogućavamo precizno pozicioniranje u sve tri ravni – sagitalna, koronalna, aksijalna- omogućava se upotrebom Lacsell rama postavljenog na kalvariju pacijenta, te se tako pripremljen pacijent postavlja na MSCT aparat uz odgovarajući neurohirurški instrumentarium.



Slika 3. CT cabinet

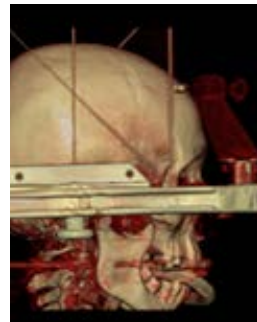
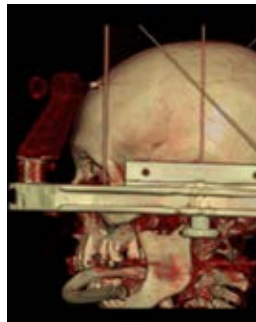


Slika 4 i 5. Postavljanje lecsell rama

Nakon što je pacijent prebačen na aparat i neurohirurg pričvrstio i namestio ram dalje preuzima strukovni medicinski radiolog i od toga koliko ćemo pažljivo pozicionirati i namestiti pacijenta zavisi i kvalitet pregleda i uspeh same biopsije kasnije u operacionoj sali. Znači značaj strukovnog medicinskog radiologa u ovom pregledu je sledeći:

- Tačno pozicionira regiju od interesa za skeniranje. Veoma je bitno da centralni laseri idu tačno kroz označene ivice na Leksell ramu.
- Da primeni minimalnu dozu zračenja uz maksimalni kvalitet slike.
- Zaštiti ostale delove tela pacijenta od zračenja.
- Načini CT snimak mozga uz aplikaciju I. V. kontrasta zajedno sa ramom a potom određujemo tačne koordinate patološkog procesa.

CT pregled koristimo da bi dobili preciznu trodimenzionalnu lokalizaciju mesta patoloških promena u moždanom parenhimu.



Slike 6,7 i 8. Slika dobijena nakon CT skeniranja



Slika 9 i 10. Slika dobijena nakon CT skeniranja

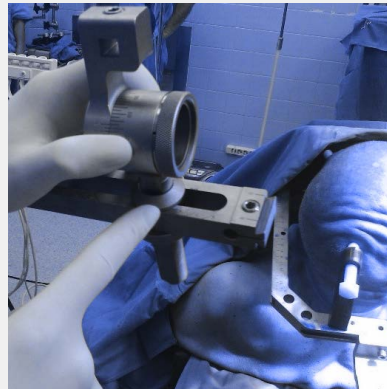
Nakon završenog pregleda pacijenta odvođe u operacionu salu, a neurohirurg sa specijalistom radiologom izračunava u posproscingu koordinate da bi se postavila tačna lokacija promene iz koje će se u operacionoj Sali uzeti uzorak za biopsiju.

UZORKOVANJE TKIVA

TOK PACIJENTA OD ULASKA U OPERACIONU SALU, DO PONOVRNOG ODLASKA NA ODJELJENJE.

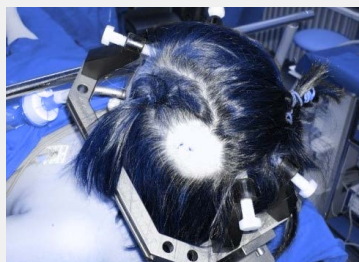
Operaciona sala

Priprema aparature za biopsiju



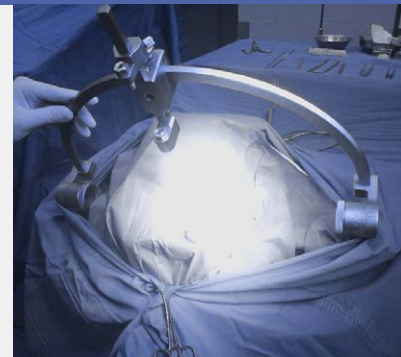
PRECIZNA PRIPREMA

PRIPREMA



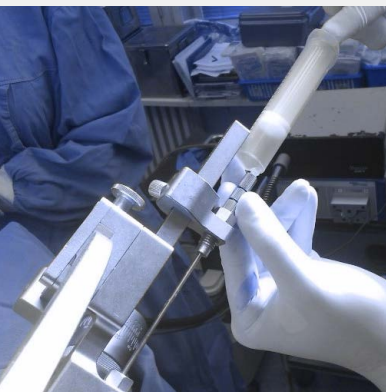
Operaciona sala i priprema polja za biopsiju

SASTAVLJANJE INSTRUMENTARIJUM



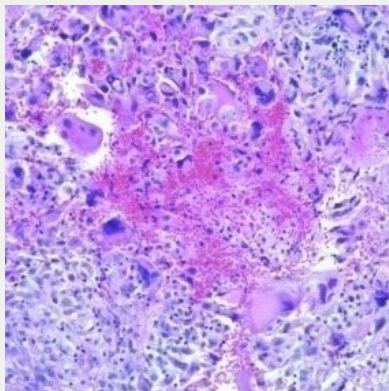
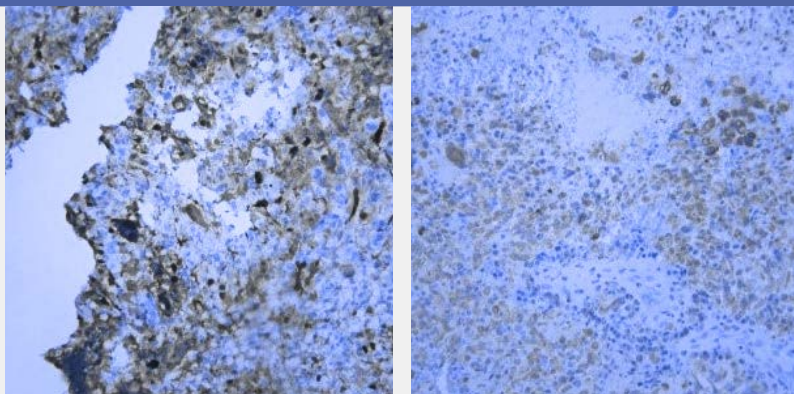
Priprema rama za biopsiju

Uzimanje biopsije



BIOPSIIJA

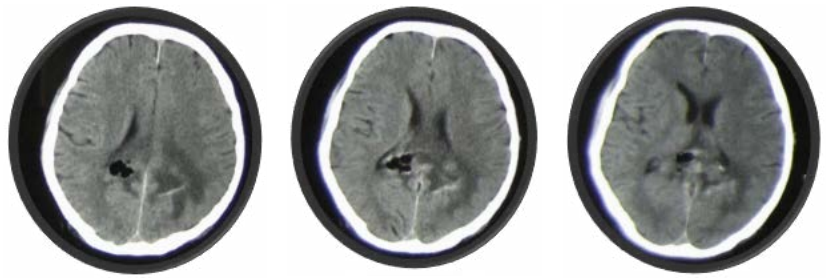
PATOHISTOLOGIJA



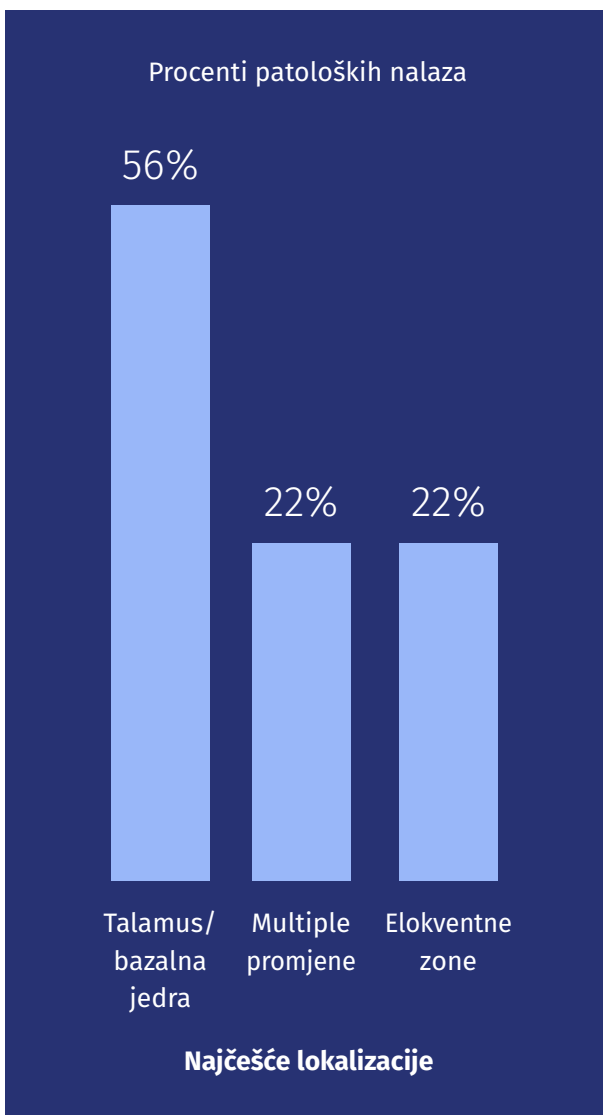
Patohistologija

Odjeljenje

Nakon završene biopsije pacijent se direktno iz operacione sale dovozi ponovo na odeljenje radiologije, na CT da bi se uradio kontrolni pregled koji se radi samo nativno i proveravamo da li je došlo do povrede nekog krvnog suda, tj da li imamo krvarenja u mozgu.



Slika 23, 24 i 25. Kontrolni sminak CT-a



- U KCV do sada je obradeno **270-275** pacijenata sa patološkim procesima u talamusu, bazalnim ganglijama a u cilju PH verifikacije lezija koje su konvencionalnim neurohirurškim procedurama nedostupne.
- Prosečna starost **55,4** godine.
- PH dijagnoza je postavljena kod **106** pacijenata
- Nije dolazilo do postoperativnog pogoršanja stanja pacijenta.
- Bez nastanka novog neurološkog deficita.

Učešćem u ovoj proceduri strukovni medicinski radiolog daje neurohirugu mozak na dlanu u onim situacijama gde nijedna druga metoda ne može da pomogne.

Komplikacija endovaskularnog tretmana moždanih aneurizmi – serija slučajeva

Informacije o autorima



Bojana Kostić

strukovni medicinski radiolog
Centar za Radiologiju,
UKC NIŠ, Niš, Srbija
bojanakostic996@gmail.com

Aleksandra Aracki-Trenkić

Medicinski fakultet Univerziteta
u Nišu, Niš, Srbija

Sažetak

Endovaskularni tretman predstavlja savremenu, minimalno invazivnu intervenciju za saniranje cerebralnih aneurizmi. Opisivane su različite tehnike ove intervencije, od upotrebe različitih *coila*, preko primene stentova. Cilj svake procedure je da se aneurizma isključi iz cirkulacije i spreči njen dalji rast i ruptura. Međutim kao i kod svih procedura, i ovu tehniku može pratiti razvoj komplikacija, od minimalnih, beznačajnih do smrtonosnih. Da bi se sprečio razvoj komplikacija bitno je poznavati ih, ali i poznavati koji su najbolje metode njihove sanacije, što smo mi pokušali prikazati ilustrativno kroz seriju slučajeva.

Uvod

Moždana (cerebralna, intrakranijalna) aneurizma predstavlja patološko proširenje na arterijskom krvnom sudu mozga. One mogu biti različitog oblika i veličine. Etiologija intrakranijalnih aneurizmi nije u potpunosti razjašnjena, i do danas je razmatran veći broj teorija. Prema jednoj teoriji aneurizme nastaju kao posledica poremećaja u razvoju ili nasleđene slabosti zida arterije. Druga teorija ukazuje da su aneurizme rezultat stečenih degenerativnih promena zida krvnog suda. Međutim u literaturi se često opisuje i kombinacija prethodno pomenutih teorija.

Sam mehanizam razvoja aneurizme obuhvata lokalnu slabost zida krvnog suda, koja usled konstantnog pritiska polako počinje da se

širi. Proširenje može biti u obliku vreće (sakularna aneurizma) ili u obliku vretena (fuziformna aneurizma). Kako se aneurizma širi stvara se vrat kojim je vezana za arteriju. Ukoliko su aneurizme male one ne predstavljaju opasnost, ali kako se uvećavaju postoji opasnost od rupture i izlivanja krvi u prostor između mozga i moždane ovojnice, što se naziva subarahnoidalno krvarenje.

Simptomatologija

Svojim rastom aneurizma može komprimovati okolno tkivo. Zavisno od njihove lokalizacije mogu dovesti do različitih simptoma, kao što su: glavobolja, diplopije, spušten kapak, bol iznad oka, neuralgija *n.trigeminusa*, i do mnogih drugih. Ukoliko dođe do ruptur aneurizme dolazi do naglog razvoja kliničke slike u vidu jake glavobolje, mučnine, povraćanja, kočenja vrata, izmene svesti i do kome.

Dijagnostika

Zahvaljujući razvoju imidžing tehnologije danas je sve veći broj kako simptomatskih, tako i slučajno otkrivenih aneurizmi. Dijagnostičke metode koje se koriste za otkrivanje moždanih aneurizmi su: transkranijalni dopler (TCD), kompjuterizovano tomografska angiografija (CTA), magnetno rezonantna angiografija (MRA), digitalna subtraktivna angiografija (DSA).

Endovaskularni tretman

Aneurizme se mogu tretirati hirurškim ili endovaskularnim tretmanom. U oba slučaja cilj tretmana je da se spreči ruptura ili reruptura aneurizme (ponovno krvarenje), što se postiže njenim isključivanjem iz cirkulacije (prekid komunikacije između vaskularnog korita i aneurizme). Kod nerupturiranih aneurizmi neophodno je pravilno izvagati rizik od intervencije u odnosu na prirodni tok bolesti. Ukoliko je rizik od intervencije veći, odlučujemo se za konzervativni pristup - ne tretirati već pratiti razvoj aneurizme.

Jedna od metoda endovaskularnog tretmana aneurizmi predstavlja postavljanje specijalizovanih stentova koji izazivaju diverziju protoka i posledičnu trombozu aneurizme. Ova metoda ne uključuje upotrebu coil-a i očuvana je patentnost grane koja polazi iz aneurizme. Zatvaranje aneurizme se može postići i postavljenjem više standardnih stentova jedan u drugi - stent u stent. Danas su u upotrebi i intrasakularni stentovi – *Woven EndoBridge* (WEB), koji na jednostavan način bez potrebe za premedikacijom dovode do isključenja aneurizmi iz cirkulacije.

Ukoliko se planira plasiranje stenta neophodno je da pacijent bude na dvostrukoj antiagregacionoj terapiji klopidogrela i aspirina: 5-7 dana pre embolizacije (priprema za intervenciju), i 3-6 meseci nakon endovaskularnog tretmana. Dan pre intervencije radi se multiplate test u cilju provere terapijskog odgovora, u okviru koga se ADP test koristi za procenu reakcije na Clopidogrel, dok ASPI test za reakciju aspirina.

Sumirano, sve aneurizme se mogu tretirati na dva načina:

I. Endovaskularni tretman, koji podrazumeva:

- *Coiling;*
- *Double lumen balloon ili bridging device;*
- *Stent assistant coiling;*
- *Y stenting;*
- *Korišćenjem flow divertor;*
- *WEB;*
- *Neck reconstruction device*

II. Neurohirurški tretman - klipovanje aneurizme

Cilj

Cilj ovog rada predstavlja prikazivanje potencijalnih komplikacija nastalih u toku endovaskularnih intervencija tokom saniranja intrakranijalnih aneurizmi u našoj ustanovi. Obrada pacijenata uključivala je i procenu invaliditeta nakon endovaskularnog tretmana.

Metodologija

Najčešće komplikacije endovaskularnih procedura intrakranijalnih aneurizmi su prikazane kroz seriju slučajeva. Za svaki slučaj je obrađen tok intervencije, prateća medikacija i procena stepena invaliditeta kroz modifikovanu Rankinovu skalu (mRS). Navedena skala je najčešće korišćena skala za merenje stepena invaliditeta. Skala se kreće od 0 do 6, od savršenog zdravlja bez simptoma do smrti (Tabela 1).

Tabela 1. Prikaz modifikovane Rankinove skale

Ocena	Kliničko stanje pacijenta
0	Nema simptoma.
1	Nema značajnijeg invaliditeta. Može da obavlja sve uobičajene aktivnosti, uprkos nekim simptomima.
2	Lagani invaliditet. U stanju da se brine o svojim poslovima bez pomoći, ali ne može da obavlja sve prethodne aktivnosti.
3	Umereni invaliditet. Potrebna je pomoć, ali može da hoda bez pomoći.
4	Umereno teška invalidnost. Nesposoban da se brine o sopstvenim telesnim potrebama bez pomoći i nesposoban da hoda bez pomoći.
5	Teška invalidnost. Zahteva stalnu negu i pažnju, vezan za krevet, inkontinentan.
6	Smrt.

Komplikacije - naša iskustva

U Univerzitetskom kliničkom centru u Nišu između 2018 i 2022, uprkos pandemiji SARS-Cov-2 infekciji, tretirano je 250 intrakranijalnih aneurizmi. Komplikacije, koje su zabeležene u 7% svih slučajeva prikazane su u Tabeli 2. Prema Rankinovoj skali smrtnost je nastupila kod 4 pacijenta odnosno u 1,6% slučajeva, što odgovara oceni 6 na mRS. Težak neurološki deficit je detektovan kod 5 pacijenata odnosno u 2% svih slučajeva, i odgovara ocenama od 3 do 5 na mRS.

Tabela 2. Zastupljenost komplikacija endovaskularnog tretmana intrakranijalnih aneurizmi.

Komplikacija	Zastupljenost	
	n	%
Intraproceduralna ruptura aneurizme	3	1,2
Tromboembolija	9	3,6
Prolabiranje <i>coila</i> izvan aneurizme	4	1,6
Pomeranje stenta	1	0,4
Rano postproceduralno krvarenje	2	0,8

Slučaj br. 1

Pacijentkinja, 62 godine starosti. Javlja se sa simptomima vrtoglavice i osećajem poremećene ravnoteže. Nativni CT pregled je bez patoloških promena, dok CTA pokazuje sakularnu aneurizmu na bazilarnom vrhu bez znakova rupture, promera do 8mm, širokog vrata oko 5mm, fudusom usmerenim put nazad i ulevo.

Nakon CTA, urađena je kao zlatni standard DSA, da bi se procenila morfologija aneurizme, kao i odnos sa drugim krvnim sudovima, gde se potvrđuje sakularna aneurizma na bazilarnom vrhu, širokog vrata.

U ovom slučaju odlučuje se za *Neck reconstruction device* i *coiling*. Preoperativna priprema uključuje dvostruku antiagregacionu terapiju – DAPT (double antiplatelet therapy) 7 dana, Aspirin od 100mg i Clopidogrel 75mg dnevno. Urađen je i Multiplate test dan pre intervencije. Test je pokazao da su ADP i ASPI vrednosti snižene, što je omogućilo izvođenje intervencije.

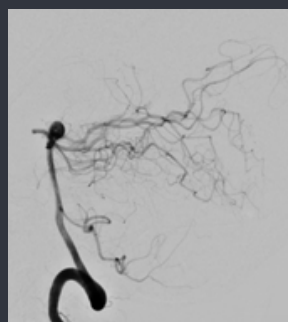
Tokom intervencije pacijent je dobio 5000 IJ heparina.

Prilikom izvođenja intervencije korišćen je sledeći materijal: sofia 6F DAC, *microcatheter Headway* 0.21, *microcatheter Prowler select* 0.21, *microguide wire Avigo* 0.14, *PulsRider* 2.7-3.5-8, *trellix coil* 6/15, *trellix coil* 5/10, *axium coil* 4/6, *optima coil* 4/8, *angio Seal* 6F.

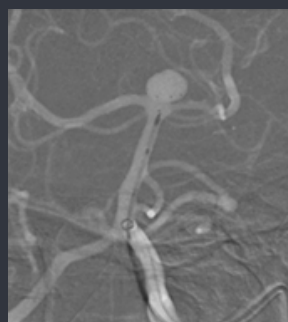
Izvršen je desni transfemoralni pristup. U prvom aktu u lumen aneurizme, preko širokog vrata i u deo stabla bazilarne arterije plasira se odgovarajući stent za rekonstrukciju vrata (*PulseRider*). Potom se kroz stent prođe drugim mikrokateterom, 0.21 i plasiraju embolizacione spirale. Nakon plasiranja prve spirale, urađena kontrola, najveći deo aneurizme je isključen iz cirkulacije. Nakon plasmana druge spirale kontrolni angiogrami pokazuju manji ekstravazat promera oko 6-7mm lociran u projekciji interpedunkularne cisterne. Odmah nakon toga u lumen aneurizme plasirane su još dve spirale, nakon čega se na kontrolnim angiogramima ne detektuje aktivna ekstravazacija. Pacijentkinja je otpuštena iz bolnice posle nekoliko dana, bez neurološkog deficita, mRS-0.



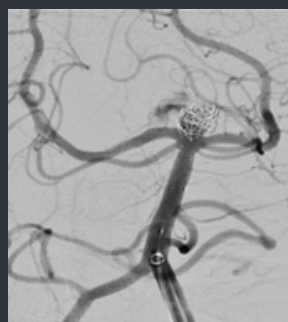
Nativni CT pregled mozga – parenhim uredan, sa sakularnom dilatacijom u prepontinoj cisterni



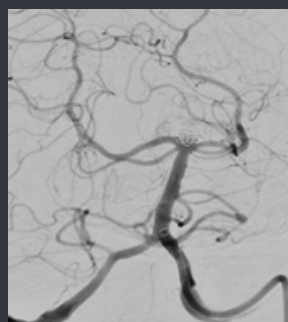
DSA – potvrđena sakularna aneurizma na bazilarnom vrhu



Postavljanje stenta, kroz koji u narednom aktu prođe mikrokateter



Prisutan ekstravazat nakon plasiranja druge spirale



Nakon plasirane još dve spirale, kontrolni angiogrami bez ekstravazacije

Slika 1. Prikaz intraproceduralne rupturiranja aneurizme

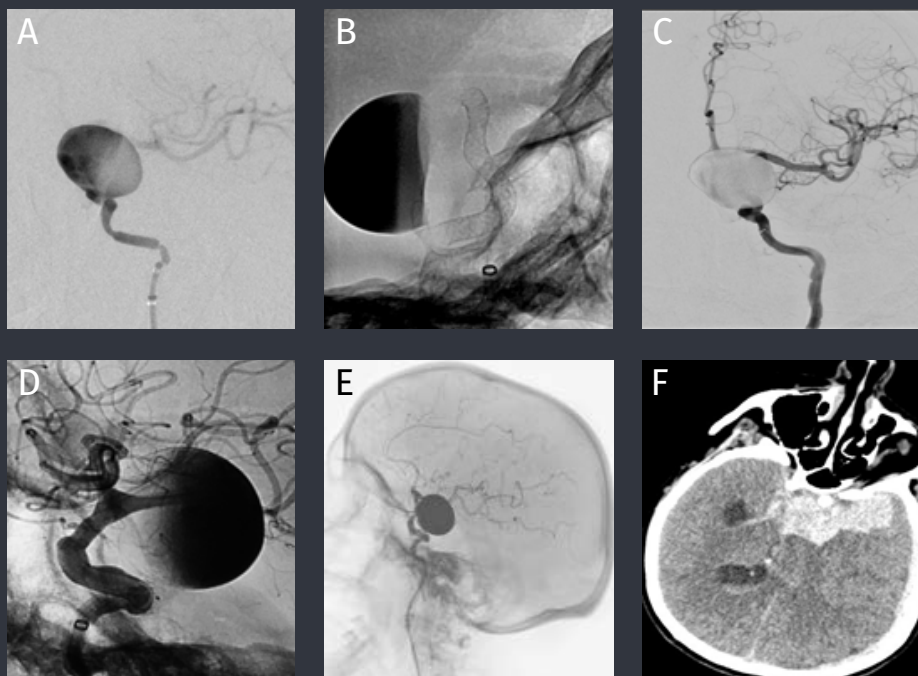
Slučaj br. 2

Primer ranog postprocedularnog krvarenja. U pitanju je pacijent, muškog pola sa džinovskom aneurizmom na karotidi.

Korišćen je *flow-diverter stent - Pipeline embolization device (PED)*, dimenzije 4x25mm. Nakon plasiranja stenta kontrolni angiogrami ukazuju na korektnu poziciju stenta i značajnu stagnaciju kontrastne krvi unutar lumena aneurizme. Na kontrolnim angio-

gramima uočava se jet fenomen, ulaska uskog mlaza krvi u aneurizmu. Kontrolni angiogrami ukazuju na patentnost svih krvnih sudova uz značajnu stagnaciju kontrasta u lumenu aneurizme.

Pacijent je otpušten iz bolnice, bez neurološkog deficita. Prvog dana kuci dolazi do gubitka svesti. Na CT-u se otkriva ruptura aneurizme. Već sledećeg dana dolazi do smrtnog ishoda.



Slika 2. Prikaz postprocedularnog krvarenja

A) Velika aneurizma na karotidi; Slike B), C), D) i E) Prikazuju korektno plasiranje stenta, stagnaciju kontrastne krvi unutar lumena aneurizme, a na kontrolnom angiogramu se uočava jet fenomen; F) Kontrolni CT – ruptura aneurizme.

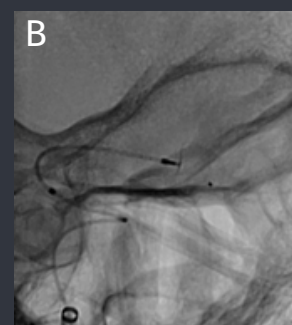
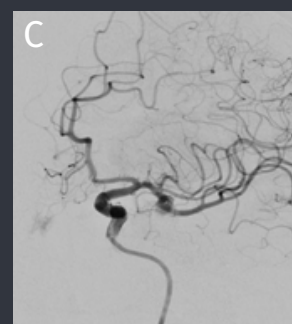
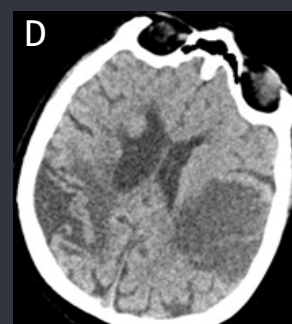
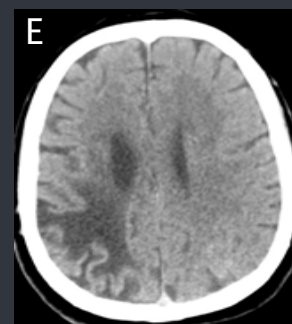
Slučaj br.3

Pacijent, ženskog pola, 60 godina starosti. Aneurizma na bifurkaciji *a. cerebri media sin.* Urađen je MR mozga sa angiografijom, koji na T2 sekvenci pokazuje staru ishemijsku leziju. U cilju procene odabira dalje terapije urađena je DSA. Jasno se vidi morfologija aneurizme, iregularna, multilobularna, širokog vrata. Odlučeno je da se koristi *intrasaccular device* – WEB.

Iako za endovaskularni tretman WEB-om nije potrebna dvostruka antiagregaciona terapija, pacijent se svaka-ko priprema, zbog mogućnosti razvoja komplikacija. Dvostruka antiagregaciona terapija i u ovom slučaju uključuje – DAPT (double antiplatelet therapy) 7 dana, Aspirin od 100mg i Clopidogrel 75mg dnevno. Urađen je i Multiplate test dan pre intervencije. Test je pokazao da su ADP i ASPI vrednosti snižene, što je omogućilo izvođenje intervencije. Tokom intervencije pacijent je dobio 5000 IJ heparina. Od materijala za ovu intervenciju korišćen je: dugi *sheath ballast*, *navian DAC*, mikrokater *VIA 0.17*, mikrožica *hybrid* i *intrasakularni device WEB SL v 7-5*.

Kontrolni angiogram nakon plasiranja WEB-a, pokazuje stagnaciju u aneurizmu uz patentnost distalnih krvnih sudova. Na kontrolnom CT-u detektuje se ishemijska lezija sa desne strane hronične evolucije, a na koštanom prostoru vidi se WEB, uredne pozicije. Ne detektuju se akutne lezije.

Nekoliko dana nakon intervencije dolazi do slabosti desne polovine tela, otežanog govora. Urađeni CT pokazuje jasno demarkiranu ishemijsku leziju vaskularne teritorije leve medije. U narednih par dana dolazi do značajnog pogoršanja pacijenta i smrtnog ishoda.

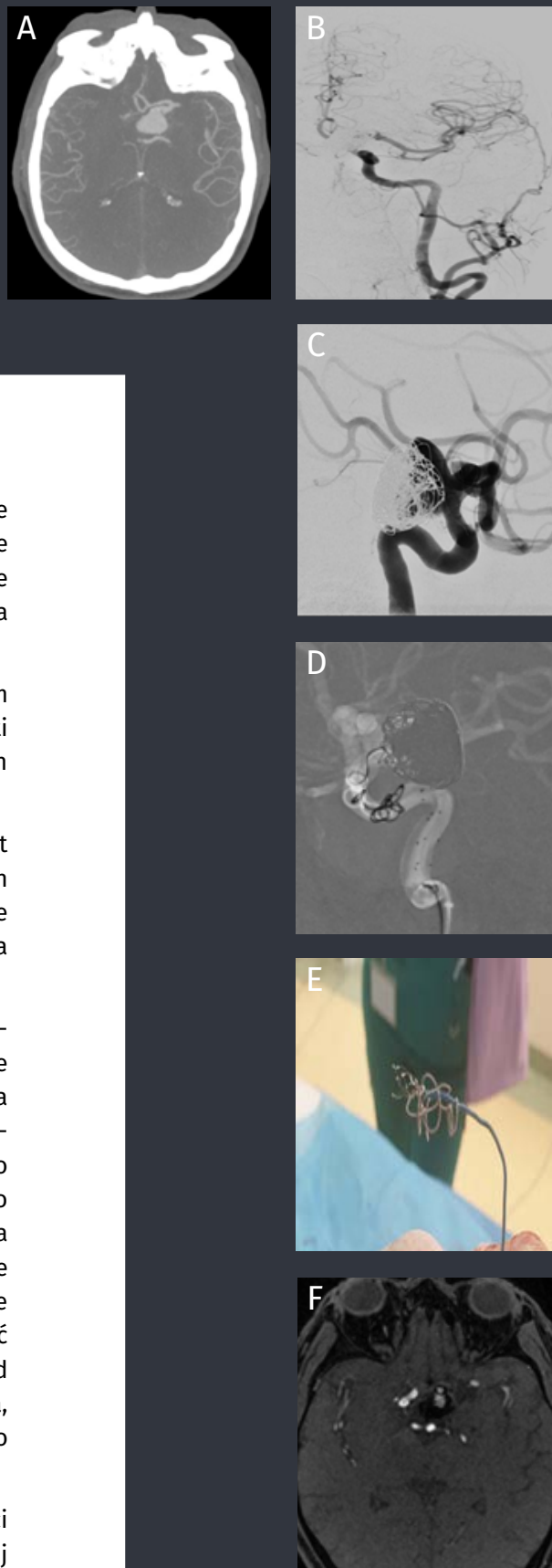


Slika 3. Prikaz – tromboembolija

A) DSA – aneurizma na bifurkaciji *a. cerebri media sin*; B) Angiogram - plasiranje WEB-a; C) Angiogram stagnacije krvi u aneurizmu nakon pozicioniranja web-a; D) i E) Kontrolni CT – hronična ishemijska lezija levo; desno bez akutnih lezija; F) Kontrolni CT – koštani prozor – uredna pozicija WEB-a.

Slika 4. Prikaz migracije coil-a

A) CTA – rupturirana aneurizma karotite sa hemoragijom; Slike B) i C) Prikazuje stanje nakon simplex coiling i plasiranja stenta; D) Odvajanje spirale koja prominira u lumen karotidne arterije; E) Ekstrahovana spirala iz arterijskog sistema; F) Kontrolni MR nakon plasiranog stenta i ekstrahovane spirale- prezentuje stabilan rest.



Slučaj br. 4

Primer migracije coila. Pacijent, muškog pola, 54 godine starosti. CTA pokazuje veliku rupturiranu aneurizmu leve karotide i subarahnoidalnu hemoragiju. U cilju procene odabira dalje terapije urađena je digitalno suptrakciona angiografija (DSA).

Odlučeno je da se koristi *simplex coiling*. Na kontrolnim angiogramima vidi se da je aneurizma u potpunosti isključena iz cirkulacije uz prohodnost svih distalnih krvnih sudova.

Kontrolni angiogrami nakon 3 meseca, ukazuju na rest aneurizme, nakon čega je pacijent uredno pripremljen dvostrukom antiagregacionom terapijom, i plasiran je braided stent (pleteni stent)- LEO stent, a aneurizma je dopunjena spiralama, korišćenjem jailing tehnike.

Na ponovnoj kontroli nakon 3 meseca dolazi do kompakcije spirala i do stvaranja novog resta. Odlučuje se za coiling aneurizme. Mikrokaterom se preko stenta dolazi do aneurizme. Tokom pokušaja plasiranja poslednje spirale dolazi do problema sa odvajanjem i do deplasmana mikrokateretera iz aneurizme. Posledično dolazi do odvajanja spirale koja većim delom prominira u lumen kavernoznog segmenta leve ICA. Nakon izmene većeg broja gajdinga i mikrokateretera, na mesto slobodne spirale otvori se stent (tromb ekstraktor), i uz pomoć njega ekstrahuje se spirala iz arterijskog sistema. Kod pacijenta i dalje postoji rest, aneurizma nije dopunjena, obzirom na plasirani stent i kojlove, nije u riziku od bilo kakvog pucanja ili eventulanih komplikacija.

Pacijent je bez neurološkog deficita i nakon 6 meseci dolazi na kontrolni MRI i MRA pregled. Na magnetnoj rezonanci T2 sekvenca pokazuje potpuno uredan moždani parenhim, bez ishemijskih lezija. Uočava se stabilan rest aneurizme, koji je postojao i pre, te se odlučuje za dalje prećenje, zbog visokog rizika od mogućih komplikacija.

Slučaj br. 5

Pacijent, ženskog pola, 45 godina stosti sa primerom pomeranja stenta. Potvrđena je rezidua prethodno endovaskularno tretirane aneurizme na levoj a.pericallosa, širokog vrata, sa kompakcijom spirala u fundusu.

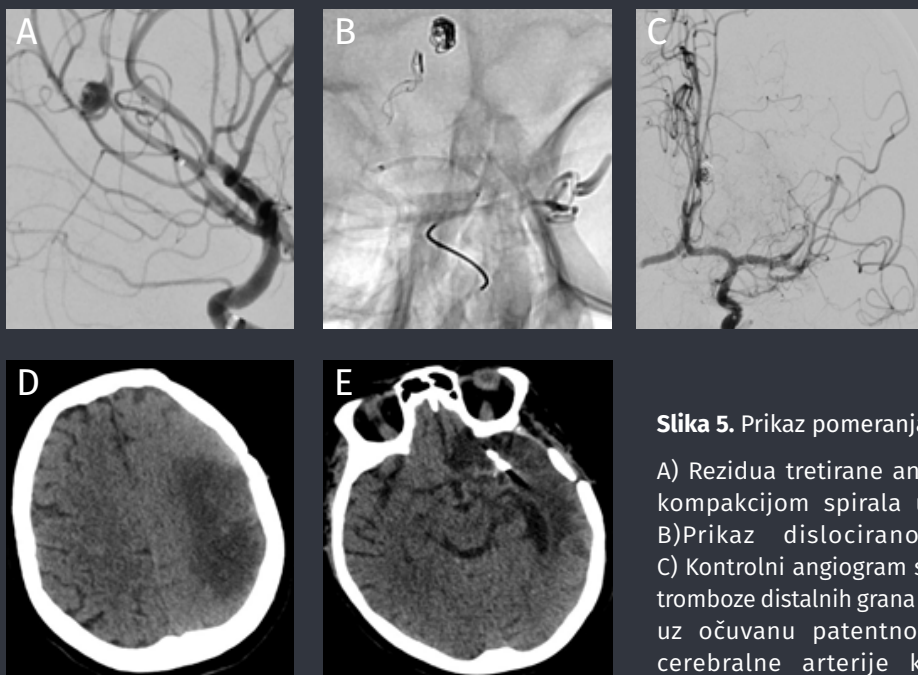
Nakon distalnog plasiranja mikrokatetera korektno se otvara stent preko vrata aneurizme. Međutim tokom odvajanja stenta od nosača, dolazi do gužvanja i pada stenta. Stent se nije u potpunosti oslobodio sa nosača, nosač je povučen i dolazi do gužvanja stenta.

Na kontrolnim angiogramima vidi se, bez obzira što je dislociran stent, prohodnost krvnih sudova prednjeg cerebralnog sliva. Pokušana je evakuacija stenta iz krvnog suda, pomoću stent retrievera. Mikrožicom se prođe kroz postojeći stent, zatim se preko mikrokatetera otvori stent retriever. U više navrata je pokušana ekstrakcija stenta En-snare-om i stent retriever-om, ali bez uspeha u evakuaciji. Na jednoj od kontrola detektuje se smanjen protok kroz

periferne grane leve medije, iako je na istom mestu već bila smanjena arborizacija zbog postojeće klipse. Rešavanjem jedne komplikacije, vađenjem stenta, pomoću stent retrievera, bačen je tromb u levu mediu i dolazi do okluzije distalnih grana.

Opcije kako prevazići komplikacije jesu: održavanje krvnog pritiska između 160/100mmHg, korišćenjem stent retrievera, korišćenjem intrarterijskog trombolitičkog sredstva – actilysa.

Nakon distalne kateterizacije, otvara se stent retriever. Radi se i aspiracija, pomoću aspiracionog katetera. Na kontrolnim angiogramima prikazuje se tromboza distalnih grana leve medije. Potom je aplikovano 15 ml Actilyse, nakon čega se ostvaruje bolji protok kroz distalne segmente leve medije. Narednog dana je uređen kontrolni skener koji pokazuje ishemijsku leziju u teritoriji leve MCA.



Slika 5. Prikaz pomeranja stenta

A) Rezidua tretirane aneurizme sa kompakcijom spirala u fundusu; B) Prikaz dislociranog stenta; C) Kontrolni angiogram sa prikazom tromboze distalnih grana leve medije, uz očuvanu patentnost prednje cerebralne arterije kroz stent, nakon čega je aplikovana Actilyse; Slike D) i E) Aksijalni CT tomogrami na kome se uočava ishemijska lezija u teritoriji leve MCA.

Kako prevazići komplikacije?

Hemoragične komplikacije.

U toku same intervencije- koilinga smanjiti krvni pritisak, uz intravensku infuziju Manitola od strane anesteziologa. Ukoliko je moguće, pokušati plasiranje novog coila; plasiranje još jednog mikrokatertera (double catheter technique), uz uplitanje spirala ili plasiranje dela coila izvan aneurizme u nivou rupturiranog segmenta u subarahnoidni prostor. U koliko je tokom intervencije korišćen balon kao podrška, potrebna je njegova insuflacija preko vrata aneurizme. Ako je mesto rupture nejasno ili blizu vrata aneurizme, mogu se razmotriti višestruki sten-tovi ili tečni lepkovi. U slučaju razvoja krvarenja i/ili predoziranja antikoagulansima (heparina) potrebna je primena antidota- korišćenjem protamin sulfata (5-10mg). Neposredna spoljna ventrikularna drenaža ili kraniektomija su bitni za hitno lečenje teškog SAH-a i intrakranijalne hipertenzije nakon procedure.

Zaključak

Uvođenje savremenih metoda kao standardne procedure omogućava visokokvalitetan i pravovremen medicinski tretman aneurizmi. Svaka procedura potencijalno nosi rizik od komplikacija od kojih neke mogu biti kako lako savladive za operatera, tako i smrtonosne za pacijenta. U slučaju nastanka komplikacija najbitnije je detaljno i smireno razmotriti sve načine za njihovo saniranje.

Neke od dugotrajnijih, posledica komplikacija su česte glavobolje, kao i otežano pamćenje, međutim zabeleženi su i ozbiljni neurološki defeciti. Neke od ovih tegoba mogu se povući vremenom, zbog čega je u periodu oporavka važna podrška porodice i bližnjih, ali i redovne medicinske kontrole.

Tromboembolijske komplikacije.

U slučaju tromboembolijskih komplikacija, kod plasiranja stenta kao prva opcija u rešavanju komplikacije je primena glikoproteinskih inhibitora IIb/IIIa (ReoPro, Aggrastat..), potom upotreba balona dvostrukog lumena, kao i stent retrievera. U slučaju distalnih embolusa preporučuje se primena intraarterijske trombolitičke terapije (Actilyse), kao i održavanje visokog krvnog pritiska.

LITERATURA

1. Ihn YK, Shin SH, Baik SK, Choi IS. Complications of endovascular treatment for intracranial aneurysms: Management and prevention. *Interv Neuroradiol.* 2018 Jun;24(3):237-245. doi: 10.1177/1591019918758493.
2. Ahn JM, Oh JS, Yoon SM, Shim JH, Oh HJ, Bae HG. Procedure-related Complications during Endovascular Treatment of Intracranial Saccular Aneurysms. *J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg.* 2017 Sep;19(3):162-170. doi: 10.7461/jcen.2017.19.3.162.
3. Zammar SG, Hamade YJ, El Ahmadieh TY, El Tecle NE, Bendok BR. Pitfalls and complications management in the endovascular treatment of aneurysms. *Neurosurg Clin N Am.* 2014 Jul;25(3):405-13. doi: 10.1016/j.nec.2014.04.002.
4. Kameda-Smith MM, Klurfan P, van Adel BA, Larrazabal R, Farrokhvar F, Bennardo M, Gunnarsson T. Timing of complications during and after elective endovascular intracranial aneurysm coiling. *J Neurointerv Surg.* 2018 Apr;10(4):374-379. doi: 10.1136/neurintsurg-2017-013110.
5. Hulscher F, Mine B, Elens S, Bonnet T, Suarez JV, Lubicz B. Endovascular Treatment of Patients with Ruptured Intracranial Aneurysms: A Series of 468 Patients Treated Over a 14-Year Period. *J Belg Soc Radiol.* 2022 Mar 28;106(1):11. doi: 10.5334/jbsr.2550.

INTERVJU SA



Prof. dr Saša Vujnović

Načelnik zavoda za radiologiju UKC Banja Luka,
Predsjednik udruženja radiologa Republike Srpske,
Šef katedre za radiologiju na Medicinskom fakultetu u Banjoj Luci,
Predsjednik komore doktora medicine Republike Srpske,
Ekspert UN za radiologiju.

Zašto je izbor Vašeg studiranja bila medicina?

Mogu reći da sam relativno dugo bio neodlučan po pitanju moje profesije, te sam između ostalog upravo zbog mogućnosti odlaganja ove važne životne odluke i upisao gimnaziju koja je omogućavala upis različitih fakulteta. Moram da priznam da je pritisak porodice bio ka tehničkim naukama jer potičem iz inženjerske porodice.

Kada se primakao kraj četvrtog razreda gimnazije znao sam da profesionalni život želim posvetiti nečemu što bitno može uticati na ljudske živote i medicina je bila logičan izbor.

Jedno vrijeme sam razmišljao i o filmskoj režiji i neobično je da sam birajući sasvim drugi profesionalni put završio okružen slikama, naravno medicinskim, a ne filmskim.

Šta Vas je motivisalo da radiologija bude Vaša specijalizacija?

Sticaj okolnosti i pokazaće se dobar savjet prijatelja. Moja želja je bila da se bavim ginekologijom i ubrzo nakon završetka studija sam se zaposlio u Opštoj bolnici Gradiška na odjelu za ginekologiju. Nažalost, nakon ranjavanja 1993. godine, ginekologija nije bila više opcija i počeo sam da razmišljam o drugim specijalnostima, prvenstveno psihijatriji. Na moju sreću, dr Slavko Manojlović, tada još mlad ljekar, danas jedan od naših najpoznatijih ortopeda, a u ovom slučaju najvažnije, moj dobar prijatelj, je jedan dan došao kod mene i rekao da je puno razmišljao o meni i da smatra da je radiologija najbolji izbor za mene. Ko zna Slavka, zna da je minimum pameti da ga poslušate tako da sam i ja to učinio. Srećom,

splet okolnosti me je doveo na VMA gdje sam proveo cijelu specijalizaciju pod mentorskom palicom prof. Ljubomira Lišanina, koji je po mom mišljenju jedan od najznačajnijih srpskih radiologa i koji je presudno uticao na moj profesionalni razvoj.

Ukratko, Vaš najveći izazov kada je radiologija u pitanju?

Svi mi koji se bavimo radiologijom znamo da je najveći izazov u radiologiji da ogromnu količinu informacija koje danas sadrži većina radioloških pregleda, pretvorimo u razumljiv tekstualni nalaz koji će sadržavati klinički relevantne informacije neophodne za adekvatan tretman pacijenta, i sve to u kontekstu pacijentove kliničke slike. To zahtijeva spoj znanja iz medicine, fizike i tehnologije te stalno usavršavanje i dopunjavanje znanja. Ne manje velik izazov moderne radiologije predstavlja i povećanje broja pregleda, sve kompleksnije radiološke pretrage i sve veća složenost slučajeva. Na kraju, ali ne i najmanje važno veliki izazov predstavlja i to što živimo u vremenu kada je neodređenost neprihvatljiva i kliničarima i pacijentima što nas stavlja u nezavidan položaj. Danas, svi od radiologa očekuju definitivan odgovor, što je bez obzira na silovit razvoj ove grane, koji je po mom mišljenju, bez presedana u istoriji medicine, još uvijek često nije moguće.

Koliki je značaj MRI u dijagnostici oboljenja?

Magnetna rezonancija je vjerovatno najsofisticiraniji uređaj koji se danas široko koristi u svakodnevnoj kliničkoj praksi i pri tom ne mislim samo na radiologiju. Interakcija magnetnog polja, protona vodonika i radiofrekventnih talasa omogućuje prikaz anatomskih struktura i patoloških procesa sa izuzetnom senzitivnošću i specifičnošću. Tipizacija tkiva je oduvijek bila veliki adut ove tehnologije. Upravo zbog toga MR je odmah nakon otkrića postao vodeća dijagnostika oboljenja centralnog nervnog sistema. MR ne samo da vizualizuje tumore, ishemijske moždane udare i krvarenja, određuje hemijski sastav pojedinih promijena u mozgu i kičmenoj moždini već pruža i funkcionalne informacije, na primjer, pokazujući koja su područja mozga aktivna u različitim situacijama. I u ostalim dijelovima tijela MR je nadmašio druge tehnologije u mnogim dijagnostičkim situacijama. Dok se većina patologija može videti i na KT i na MR skeniranju, MR je obično superiorniji kada je u pitanju tkivna

tipizacija patoloških lezija. Zbog toga gastroenterolozi, onkolozi, hirurzi i drugi specijalisti koji žele da znaju šta se dešava u jetri, slezini ili prostati se često odlučuju za MR umesto KT pregleda. Još jedna ključna oblast za MR je kardiovaskularni sistem. MR srca ne samo da superiorno prikazuje anatomija zidova komora i srčanih zalistaka već omogućuje i prikaz srčane akcije u realnom vremenu što sve može biti dopunjeno podacima o perfuziji i karakteristikama tkiva. Konačno, MRI je zlatni standard kada su u pitanju pitanja u vezi sa patologijama mekih tkiva u mišićno-skeletnom

“MAGNETNA REZONANCIJA JE VJEROVATNO NAJSOFISTICIRANIJU UREĐAJ KOJI SE DANAS ŠIROKO KORISTI U SVAKODNEVNOJ KLINIČKOJ PRAKSI I PRI TOM NE MISLIM SAMO NA RADIOLOGIJU”

sistemu, bilo da se radi o ligamentima, hrskavicama ili mišićima. A pošto je MRI tehnologija koja ne zahteva ni zračenje ni radioaktivne markere, to je dijagnostički metod izbora kod djece u gotovo svakom slučaju osim preloma kostiju.

Nažalost, Republika Srpska je dosta kasnila u uvođenje MR dijagnostike u kliničku praksu što možemo opravdati kompleksnom političko-ekonomskom situacijom u post ratnom periodu. Morali smo dugo čekati, sve do 2006. godine kada je instaliran prvi uređaj u javnom sistemu zdravstva Republike Srpske. Nadam se da sam i sam bar malo doprinijeo činjenici da danas na teritoriji Republike Srpske imamo čak 19 MR uređaja, od toga 7 u vlasništvu javnih ustanova.

Šta je potrebno da bi ste bili uspješni dijagnostičar na MRI?

Za početak, potrebni su naravno formalni preduслови da bi se uopšte bavili MR dijagnostikom, odnosno završen medicinski fakultet i specijalizacija iz radiologije. Naravno, iskustvo u radu sa MR-om je od neprocijenjivog značaja kao i dobro poznavanje softvera za obradu slike. Ne manje važne su i komunikacione vještine, osjećaj za timski rad te na kraju, ali zasigurno ne i najmanje važno da imate empatiju i da poštujete pacijente. Ovdje bih volio da naglasim nešto što je često pogrešno shvaćeno čak i usko medicinskim krugovima. Radiologija je klinička grana i bez dubokog poznavanja klinike ne možete biti dobar radiolog. Danas, kada učimo mlade radiologe, učimo ih ovakvom kliničkom pristupu, odnosno da bez dubokog poznavanja anatomije, patologije i patofiziologije ne mogu da budu dobri radiolozi. Ukratko da bih uradio kvalitaten ultrazvučni pregled abdomena (koji je danas vjerovatno najpotpcjenjeniji radiološki modalitet, na moju veliku žalost) potrebna mi je ista količina medicinskog znanja koja mi je potrebna na za MR pregled abdomena, dok sama pojavnost određene patologije na UZ i MR pregledu predstavlja najmanji problem za dobro obučenog radiologa.

Značaj i uloga timskog rada, radiolog/inženjer medicinske radiologije/medicinska sestra?

Timski rad je esencijalan za uspješno liječenje pacijenata u skoro svim granama medicine, ali nekako je to u radiologiji možda i najizraženije. Uostalom, znamo da je svaki lanac snažan koliko i njegova najslabija karika. U radiologiji, timski rad je posebno važan jer radiološke procedura zahtijevaju visoki nivo koordinacije i komunikacije. Svi članovi radiološkog tima, radiolozi, inženjeri medicinske radiologije i medicinske sestre imaju važne uloge u tretmanu pacijenata i bez dobro obučenog i uigranog tima nema dobrih rezultata.

Po mom dubokom mišljenju savremena radiologija, s obzirom na tehnološki razvoj bez presedana u istoriji medicine i sve veću količinu radioloških pregleda koje izvodimo na beskonačnom nizu pacijenata je nemoguća bez vrlo jasno definisane podjele odgovornosti i dužnosti što i jeste suština timskog rada. Sa druge strane, svi oni koji su imali priliku da rade u okruženju dobro struktuiranog timskog rada znaju da se na taj način znatno povećava efikasnost, jer se zadaci pravilno podjele između



članova tima, dok razmjena ideja i stavova znatno povećava kreativnosti i inovativnost. Ukoliko se članovi tima međusobno pomažu i podržavaju to rezultira većom preciznošću i kvalitetom rada., dok razmijena ideja i stavova unutar tima povećava kreativnost i inovativnost.

Moje iskustvo mi takođe govori da dobro organizovan timski rad sa preciznom podjelom zadataka i odgovornosti u znatnoj mjeri smanjuje stres kojem smo svakodnevno izloženi te povećava motivaciju svake karike tima što i te kako doprinosi boljem tretmanu naših pacijenata.

Vaše viđenje i uloga inženjera medicinske radiologije u radiološkoj dijagnostici?

Radiologija je na neki način poezija medicine jer suštinski dijagnostička radiologija liječi rječima koje se nalaze u radiološkim izvještajima. Ukoliko stvari posmatramo na taj način radiolozi bi bili pjesnici moderne medicine. S druge strane, radiološki nalaz je transformacija slike u riječ, a sva odgovornost za sliku je na inženjerima medicinske radiologije i vi na taj način predstavljate slikare moderne medicine. Međutim to je naravno mnogo više od toga. Svi koji su saradivali sa mnom znaju koliko mi je bitna kvalitetna radiološka slika i koliko energiju ulažem u to da ustanova u kojoj radim produkuje standardno odlične radiološke slike. A standardno odlične radiološke slike ne možete imati bez odličnih inženjera medicinske radiologije. Na moju sreću, u ustanovi u kojoj radim, UKC RS, je mnogo takvih.

Kao profesor u nastavi, da li je potrebno nešto mijenjati kada su u pitanju vaši prvi saradnici, mislim na inženjere medicinske radiologije?

Nadam se da je u medicinskoj i široj zajednici konačno postoji široko razumijevanje da je srednjoškolsko obrazovanje nedovoljno za upravljanje kompleksnim radiološkim spravama i da jedino fakultetski obrazovani inženjeri medicinske radiologije/radiološki tehnolozi mogu adekvatno odgovoriti izazovima modernih medicinskih tehnologija.

Prije nekoliko godina smo konačno uspjeli da na Medicinskom fakultetu u Bajoj Luci formiramo studijski program radiološke tehnologije. Diplomске akademske studije Radiološka tehnologija traju 4 akademske godine. Nastava na ovom studijskom programu sastoji se iz osnovne i izborne nastave. Ukupan broj predmeta na studijskom programu sa diplomskim radom je 44 od toga broj obaveznih predmeta je 38, broj izbornih predmeta je 5 plus diplomski rad. Studijski program Radiološka tehnologija obrazuje izlazni profil diplomirani radiološki tehnolog, 240 ECTS. To je program koji kroz određene bazične, zdravstvene i specifične stručne nastavne sadržaje omogućava studentima da steknu teorijska znanja i praktične vještine, te da stiču znanja iz oblasti informacionih tehnologija, istraživanja, rješavanje problema i donošenje odluka u timu radiološke dijagnostike, radioterapije i nuklearne medicine. Ono što je veoma bitno da želimo da nastavu na ovom programu od nas radiolog preuzmu inženjeri medicinske radiologije/radiološki tehnolozi. Na UKC RS već imamo nekoliko inženjera koji vode studentske vježbe i koji su svi upisali postdiplomske studije. Nadamo se da će u skoroj budućnosti oni predstavljati nastavnu bazu ovog studijskog programa.

Kao predsjednik Udruženja radiologa Republike Srpske kako ocjenjujete saradnju naših Udruženja i da li je tu nešto potrebno mijenjati?

Radiolozi, članovi Udruženja radiologa Republike Srpske su svjesni da bez inženjera medicinske radiologije radiologija kao medicinska grana i nauka ne bi uopšte postojala. Saradnja sa udruženjima inženjera medicinske radiologije je po mom mišljenju najbolji primjer uspješne, prirodne simbioze koja je po definiciji interakcija dva organizma različitih vrsta zbog obostrane koristi. U našem slučaju korist nije samo za naša dva udruženja nego mnogo više za naše pacijente što i jeste najvažnije. U prilog tome govori i činjenica da je URRS organizovao

više zajedničkih sastanaka zajedno sa udruženjima inženjerima medicinske radiologije što i nije čest slučaj u radiološkom svijetu.

Naša saradnja se ogleda u razmjeni medicinskog znanja, iskustava i informacija što nam omogućuje da se stalno poboljšavamo i unapređujemo. Kao predsjednik URRS uvijek tražim načine da poboljšamo našu saradnju i da se prilagodimo neprestanom napretku tehnologije i razvoju naše struke. Naravno, saradnja uvijek može biti i bolja i nadam se da će i biti.

Nezaobilazno pitanje, kako zaustaviti odlazak stručnih, mladih i edukovanih kadrova iz ove oblasti i kako promijeniti taj trend?

Svijet radiologije nije izolovano ostrvo i naravno da djelimo sve trendove sa društvom u kojem živimo.

Migracije ljekara i drugih medicinskih radnika, samim tim radiologa i inženjera medicinske radiologije su rezultat kombinacije jaza u ponudi i potražnji ljekarskih i drugih radnih mjesta u razvijenim zemljama te nezadovoljstva ljekara u zemljama u razvoju. Mnogi faktori su odgovorni za ovaj sociološki fenomen koji je sve izraženiji u posljednjim godinama, moguće i kao posljedica sve većeg uticaja medija i interneta na život pojedinca.

Procenjuje se da trenutno postoji nedostatak od oko 2,8 miliona ljekara širom sveta, što najveće reperkusije ima upravo na zemlje kao što je naša. Naime Republika Srpska je suočena sa dvostrukim problemom. Prvo i sama je suočena sa nedostatkom ljekara i drugo, veliki broj ljekara ima želju da napusti našu zemlju te svoju profesionalnu karijeru nastavi na drugom mjestu.

Socio-ekonomske i zdravstvene posljedice za zemlje kao što je naša, koje ljekari napuštaju, su devastirajuće, počevši od gubitka visoko i skupo školovanih profesionalaca preko gubitka direktnih finansijskih investicija pa sve do najvažnijeg, neumitnog posljedičnog povećavanja mortaliteta, odnosno gubitka života koje bi ljekari koji su emigrirali mogli da spase da su ostali u zemlji svog porijekla.

Formula za zaustavljanje odlaska stručnjaka je jednostavna, ali vrlo teška za sprovođenje u život. Moramo stvoriti stimulativnu radnu atmosferu koja će uključivati adekvatne subvencije za školovanje te adekvatnu nagradu za kvalitetan rad. Mi moramo omogućiti mladim ljudima da imaju mogućnost da stalno unapređuju svoje vještine i da imaju mogućnost da napreduju u struci isključivo na temelju svojih profesionalnih kvaliteta. Što se tiče radiologije

mislim da je potrebno da naša strukovna udruženja još u većoj mjeri promovišu radiologiju kao važnu i prestižnu struku sa cijem jačanja društvene uloge naše profesije što će motivisati mlade ljude da se opredijele za karijeru u radiologiji.

Osjeti li se nedostatak kadrova i kako to utiče na organizaciju Vašeg rada?

I najprestižnijim svjetskim radiologijama uvijek nedostaje dobar radiolog i dobar inženjer medicinske radiologije pa ni mi nismo izuzetak. Period pandemije, koji je nadamo se iza nas, je dramatično uticao na funkcionisanje Zavoda za kliničku radiologiju UKC RS. Tokom pandemije smo se sreli sa mnogobrojnim izazovima i ljudskim i materijalnim na koje smo, ne samo po mom mišljenju, više nego adekvatno odgovorili. Ono što je najvažnije da iz perioda pandemije kao Zavod izlazimo jači nego ikad. Zavod nikada u svojoj istoriji nije imao više radiologa (preko 30 specijalista i preko 35 specijalizanata) i inženjera medicinske radiologije (preko 50 inženjera) niti je

bio bolje tehnički opremljen. Pandemije je u našem slučaju doprinjela tome da su svi shvatili koliko je kvalitetna radiologija neophodan uslov za funkcionisanje bolnice koja teži ka kliničkoj izvrsnosti tako da smo imali punu podršku rukovodstva UKC RS u razvoju Zavoda.

Molim za osvrt na tehničke opremljenosti Klinike za radiologiju u kojoj ste vi načelnik?

Zavod za kliničku radiologiju UKC RS sa 5 KT uređaja, 2 MR uređaja, angio salom, mnogobrojnim radiografskim, radioskopskim i ultrazvučnim uređajima je po opremljenosti potpuno ravnopravan sa najprestižnijim radiološkim odjelima bilo koje bogate zemlje. Prestižni MR uređaj GE Premier 3 koji smo nabavili prošle godine i koji smo instalirali u isto vrijeme kada i radiološki odjel Stanforda je prva instalacija uređaja takve klase u regionu (za mog znanja najbliži Banja Luci se nalazi u Cirihi), Dvoenergetski KT Siemens edge 384 koji smo instalirali krajem prethodne godine je svakako biser u kruni



svake univerzitetske radiologije. Ponosni smo na činjenicu da je tokom prošle godine poslije dužeg perioda došlo do porasta prodaje KT uređaja u SAD koja se povezuje sa prodorom dvoenergetskih KT uređaja, tako da smo u ovom slučaju bili pioniri na globalnom planu.

Gdje se nalazi Radiologija Republike Srpske u odnosu na okruženje i svijet kada je u pitanju kadar, prostor i oprema?

U razmišljanju o strategiji razvoja radiologije u UKC RS, pa i u Republici Srpskoj mnogo mi je pomogla teorija igara koja između ostalog sve igre (ili ljudske aktivnosti) djeli na konačne i beskonačne. U konačnim igrama, poput košarke, fudbala ili šaha, igrači su poznati, pravila su fiksirana, a krajnja tačka je jasna. Pobjednici i gubitnici se lako identifikuju. U beskonačnim igrama, poput medicine, politike ili samog života, igrači dolaze i odlaze, pravila su promenljiva, a nema definisane krajnje tačke. U

beskonačnoj igri nema pobjednika ili gubitnika: postoji samo napred i nazad. I ono što je mnogo važnije u beskonačnoj igri se takmičite sami sa sobom. Ukoliko na taj način pogledamo proteklih 30 godina koliko postoji Republika Srpska gotovo da je neshvatljivo koliko smo otišli napred. U momentu proglašenja Republike Srpske na njenoj teritoriji se nalazi samo jedan KT i niti jedan MR uređaj. Danas, 30 godina kasnije sa 19 MR i 25 KT uređaja te 130 radiologa nema razloga da budemo nezadovoljni. Ako pak moramo da se uporedimo sa drugim (ipak je to u duhu našeg naroda) postoji jednostavna metodologija određivanja denziteta, odnosno gustine radiološke opreme. Jednostavno saberemo 19 MR uređaja, 25 KT i jedan PET na teritoriji RS što daje ukupan broj od 45 što vjerovatno odgovara broju od 1 000 000 stanovnika koliko po nekim procjenama živi na našoj teritoriji. Prosjek u zemljama OECD (38 najbogatijih zemalja svijeta) upravo iznosi 45 kao i u Republici Srpskoj. Broj od 13 radiologa na 100 00 stanovnika je potpuno isti kao u Francuskoj, a viši nego u npr. Njemačkoj, Danskoj ili Holandiji. Ukoliko ovaj podatak ukrstimo sa drugim, da Republika Srpska ima najmanje ljekara po broju stanovnika u Evropi jasno nam je koji je ovo uspjeh za našu struku.

Vaše mišljenje, kada je ova visokosofisticirana oprema u pitanju, da li je ona ravnomjerno zastupljena na svim prostorima Republike Srpske i šta uraditi da smanje priliv pacijenata i enormno veliki broj dijagnostičkih procedura na kliniku za radiologiju UKC BL?

U zemljama kao što je naša i nije pretjerano teško predvidjeti budućnost, jer naša budućnost je nečija daleka prošlost. Ono što mi doživljavamo kao enorman broj pacijenata je samo mala frakcija broja pacijenata u većini bogatih zemalja, bilo da računamo po ukupnom broju stanovnika, po broju modaliteta ili pak po broju radiologa. Naravno ne smijemo smetnuti sa uma da Republika Srpska po stanovniku za zdravstvo troši ispod 500 USD godišnje, dok Slovenija npr. troši 2100 USD ili pak Njemačka 4 500 USD. Ne vjerujem da bi kolege iz tih zemalja uopšte mogle da funkcionišu sa našim budžetima. Naravno, naša tajna je u nevjerovatnoj požrtvovanosti svih naših kolega koji stički trpe većinu pritisaka koje zdravstveni sistem nameće.

Što se tiče distribucije sofisticirane radiološke opreme na teritoriji Republike Srpske, moramo da priznamo da i tu stvari kreću u pravom smjeru.



Rekonstrukcija UKC RS, završetak izgradnje novih bolnica u Bijeljini i Istočnom Sarajevu, skori završetak bolnice u Doboju te početak izgradnje bolnice u Trebinju, ustanova koje su sve opremljene sa respektabilnom radiološkom opremom je znatno promijenilo ovu sliku. Mislim da je u ovom momentu najveće pitanje obučenosti ljudi da opremu koristi na pravi način.

Koliki je značaj edukacije i održavanja radionica, simpozijuma i kongresa stručnjaka iz ove oblasti?

Edukacije, radionice, simpozijumi i kongresi imaju neprocjenjiv značaj za napredak i razvoj bilo koje struke, tako i naše. To su prilike da radiolozi i inženjeri medicinske radiologije razmjene svoja iskustva, steknu nove vještine, da se informišu o najnovijim radiološkim trendovima. Osim naučno-stručnog karaktera ne smijemo zaboraviti da ovakvi skupovi imaju i veliku socijalnu vrijednost. To je prilika da sretne stare prijatelje i upoznamo nove koji pripadaju našem profesionalnom krugu, odnosno da osvježimo i proširimo naše profesionalne socijalne mreže bez kojih zasigurno nema napretka radiologije u cjelini. Na kraju, ali ne i najmanje važno, organizo-

vanje ovakvih skupova povećava naš profesionalni ugled i promovise našu profesiju u široj zajednici što opet povratno dodatno motiviše sve nas da prilježnije i bolje radimo svoj posao.

I za kraj, koja je Vaša poruka mladim ljudima koji žele da se bave medicinom, konkretno radiologijom?

Poruka mladim ljudima koji žele da se bave medicinom, konkretno radiologijom je da je ova oblast predstavlja izuzetno značajno i zanimljivo područje medicine. Radiologija je postala ključna za dijagnostiku i liječenje mnogih bolesti zahvaljujući primjeni najnovijih tehnologija i najnovijih otkrića na polju medicine. Ukoliko imaju interes za ovu oblast preporučujem da vrlo ozbiljno shvate svoje školovanje i da steknu što više znanja i iskustva. Takođe preporučujem da se pridruže relevantnim profesionalnim organizacijama i da sudjeluju u radionicama, simpozijumima i kongresima, kako bi unaprijedili svoje znanje i vještine. Na kraju, ne smiju da zaborave da smo mi tu zbog naših pacijenata i da uvijek vode računa o njihovom zdravlju i dobrobiti.



07

VHP (variable helical pitch) CT AORTOGRAFIJA

Informacije o autoru



Mirjana Radovanović

specijalista strukovni
medicinski radiolog

*KBC" Dr Dragiša Mišović"-
Dedinje, Beograd*

mira.radovanovic71@gmail.com

Uvod

Svedoci smo velike ekspanzije tehnoloških dostignuća u svim granama medicine, a najveći pomak u razvoju digitalnih tehnoloških komponenti je zastupljen u radiologiji.

Zahvaljujući Upravi KBC "Dr Dragiša Mišović" I Ministarstvu zdravlja Republike Srbije klinika je opremljena aparatima najnovije generacije.

Na CT aparatu Toshiba Aquilion Vision- 320-slajsnj, od 2018. godine primenjujemo dijagnostičku proceduru, po protokolu za VHP CT aortografiju.

Ova metoda je brza, efikasna, pogodna za urgentna stanja ,a samo u jednoj akviziciji sa aplikacijom jedne doze kontrasta prikazujemo celu aortu i koronarne krvne sudove.

Način izvodjenja

Ovaj pregled na CT-u se izvodi pod kontrolom ekg monitoringa, jer će interpretacija postkontrastnih slika biti otežana zbog artefakata koji nastaju zbog srčanog ritma.



Slika 1. Ekg monitoring kod izvođenja VHP CT aortografije

Kao i kod svih procedura koje se izvode na CT-u, potrebno je uraditi psihičku i fizičku pripremu pacijenta, proveriti medicinsku dokumentaciju. Kontraindikacije su alergija na jodna kontrastna sredstva, visoke vrednosti uree i kreatinina, trudnoća. U slučaju bilo kakve alergijske reakcije, pacijent mora dobiti antialergijsku medikamentoznu pripremu.

Zbog specifičnosti ovog pregleda potrebno je pacijentu objasniti tok cele procedure, dati savet za lagano disanje na otvorena usta, a sve zbog stabilnog pulsa, koji će nam biti neophodan za uspešno izvođenje ove procedure.

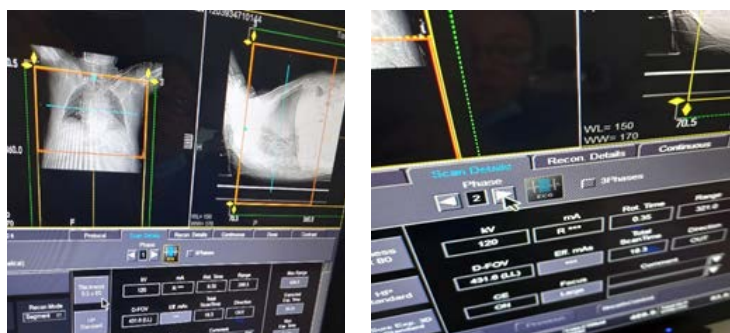
BREATH EXAM je deo protokola gde pacijent radi vežbu disanja i prati se srčani ritam, a kompjuter sam proračunava i bira najstabilniji segment pulsa, kada će krenuti akvizicija.

Braunila se plasira u desnu ruku i to siva ili zelena, zbog velikog protoka kontrastnog sredstva, 5 do 6 ml u sekundi.

Triger se postavlja na descendentnu aortu, ROI se čeka na 180Hu i daje se 100 do 150ml kontrasta Ultravist 370.



Slika 2. Breath exam-vežbe disanja



Slika 3. Planiranje polja za VHP CT aortografiju

U slučaju da puls pacijentu nije stabilan, vežba disanja se ponavlja sve dok kompjuter sam ne odobri početak akvizicije, odnosno dok se ne registruje segment idealnog srčanog ritma.

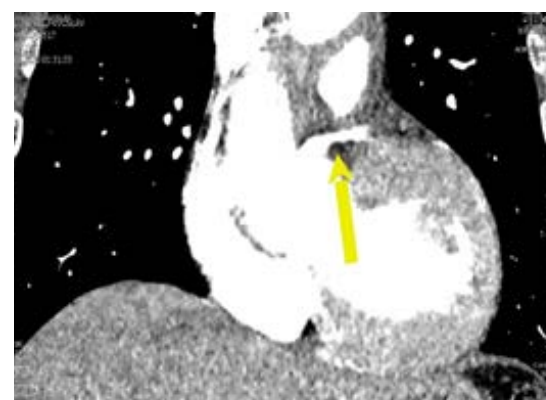
U toku planiranja polja za ovaj CT pregled potrebno je isplanirati dva polja i to torakalno polje koje je pod EKG monitoringom i abdominalno polje. Planiranje ovih polja se podešava u delu protokola za Scan details. Akvizicija će krenuti kada je srce u fazi relaksacije, odnosno u dijastoli.

Zaključak

VHP CT aortografija je efikasna i brza neinvazivna metoda, čijom primenom za vrlo kratko vreme pacijent dobija pravu dijagnozu, što omogućava brzu terapiju, s obzirom na ozbiljnost stanja svih pacijenata kod kojih se sumnja na disekciju aneurizme aorte ili na koronarnu bolest.



Slika 4. Disekcija ascendentnog dela aorte



Slika 5. Leva koronarna arterija



Save Šumanovića 89, Bijeljina
+387 55 416 500
office@medicomb.net

PRODAJA OPREME ZA RADIOLOŠKU DIJAGNOSTIKU



PHILIPS

Kompletno opremanje angiografskih sala, MRI uređaji, UZV uređaji, CT skeneri, mobilni C-lukovi, digitalni RTG aparati, mobilni RTG aparati, PACS sistemi, bežični detektori, pacijent monitori, defibrilatori, EKG uređaji



Carestream

Medicinski laser printeri za CT, MRI, DR
CR sistemi za digitalizaciju u radiologiji,
Žičani i bežični digitalni detektori, digitalni plafonski, podni i mobilni RTG aparati



Carestream DENTAL

Dentalni RTG aparati – intraoralni, panoramski 2D, CBCT/3D, cefalometrijski
RVG senzori za digitalizaciju analognih dentalnih RTG aparata
CR Skeneri za digitalizaciju analognih dentalnih RTG aparata, intraoralne kamere

Optimizacija jonizujućeg zračenja u pedijatrijskim kateterizacionim procedurama

Informacije o autoru



Vlade Živković

specijalista strukovni
medicinski radiolog
UDK Tiršova, Beograd

vlade@rcub.bg.ac.rs

Sažetak

Cilj rada

Opšti cilj rada je odrediti količinu jonizujućeg zračenja koju deca i odrasli sa urođenim srčanim manama prime tokom kateterizacije srca.

Posebni ciljevi

- Upoređivanje primljene doze jonizujućeg zračenja tokom dijagnostičkih i kateterizacionih procedura
- Uticaj uzrasta, telesne težine i telesne površine pacijenata na primljenu dozu zračenja
- Uticaj tehničkih podešavanja (npr. brzina smenjivanja slike) bitnih za kvalitet angiografije na dozu zračenja
- Ispitivanje uticaja tehničkih faktora na primljenu dozu jonizujućeg zračenja (trajanje fluoroskopije, napon, jačina struje)
- Predlog mera za smanjenje doze jonizujućeg zračenja tokom kateterizacionih procedura

Materijal i metode

Analizirana je baza podataka pacijenata kojima je rađena kateterizacija srca na Univerzitetnoj dečjoj klinici u Beogradu, u periodu od 1.8.2015. godine do 1.3.2016. godine, pri čemu su pacijenti prospektivno uključivani u studiju. Kateterizacije srca su izvođene u analgosedaciji ili opštoj anesteziji u zavisnosti od uzrasta pacijenta i potrebe kateter-

izacione procedure. Radioskopija i radiografija su rađene na rendgen-aparatu za angiokardiografiju sa podno montiranim C-lukom i PES detektorom marke Siemens Axiom Artis (Erlangen, Nemačka). Rendgen-aparat je redovno servisiran i opremljen svim potrebnim zaštitnim sredstvima.

Doze su beležene u režimu prosvetljavanja i akvizicije slike (cine) za vrednosti brzine smenjivanja slike (eng. frame rate - FR) od 15 slika u sekundi (eng. frames per second - f/s) i 30 slika u sekundi i vidno polje (eng. field of view - FOV) od 23,17 i 13 cm, koristeći formirane protokole snimanja za navedeni aparat.

Angiokardiografski aparat je automatski podešavao parametre koji utiču na nivo zračenja, a time i na izloženost pacijenta zračenju. U ove parametre spadaju napon rendgenske cevi, jačina struje u rendgenskoj cevi, širina (trajanje) impulsa, učestalost impulsa, debljina filtera i veličina fokusa. Takođe je moguće podešavanje brzine smenjivanja slike koja može da iznosi 15 ili 30 slika u sekundi. Rendgenska cev aparata ima tri veličine fokusa (mikro fokus, mali i veliki fokus). Što je manji fokus, veća je oštrina slike, ali je potreban veći napon (kV). U svim slučajevima je korišćen najmanji fokus koji je odgovara tipu procedure i karakteristikama pacijenta.

Svi pacijenti su podeljeni u dve osnovne grupe, na osnovu toga da li im je rađena dijagnostička ili interventna kateterizacija srca. Grupa pacijenata kojima je rađena interventna kateterizacija srca je dalje podeljena na dve podgrupe, u zavisnosti od toga da li je učinjena balon dilatacija ili zatvaranje intrakardijalnih i vaskularnih komunikacija. Dve pomenute grupe pacijenata su potom podeljene u pet uzrasnih kategorija (mlađi od godinu dana, 1-5 godina, 5-10 godina, 10-15 godina i stariji od 15 godina). Ove uzrasne kategorije su izabrane kako bismo poredili rezultate naše studije sa rezultatima drugih studija koje su takođe koristile ovakvu kategorizaciju. Za svakog pacijenta su uzeti osnovni demografski podaci: uzrast, pol, telesna visina i težina.

Telesna površina (TP) (u m²) je izračunata prema sledećoj formuli:

$$TP = \sqrt{\frac{TM \times TV}{3600}}$$

TM - telesna težina (kg)
TV - telesna visina (cm)

Izračunate su i prosečne vrednosti ukupnog napona (kV) i jačine struje (mA) u rendgenskoj cevi za obe vrste procedura.

Analizirane su dve fizičke veličine koje predstavljaju pokazatelje doze zračenja kojoj je izložen pacijent, a koje aparat meri: doza na površini kože pacijenta (eng. Estimated Skin Dose - ESD) izražena u mGy i proizvod doze i površine (eng. Dose Area Product - DAP) izražen u cGy·m². Vrednosti doze na površini kože i proizvoda doze i površine date su kao zbirovi radijacionih doza pri fluoroskopiji i sineradiografiji, za tri ravni projekcije (anteriorna, lateralna i kosa). Pored toga, analizirano je i prosečno ukupno trajanje fluoroskopije (zbirno za anteriornu, lateralnu i kosu projekciju) u odnosu na vrstu procedure (dijagnostička ili interventna kateterizacija srca), kao i na uzrast pacijenata.

Rezultati

Kod dijagnostičkih i interventnih kateterizacionih procedura se ne razlikuje značajno ukupna doza zračenja na površini kože (103 vs 133 mGy, p=0,43) i proizvod doze i površine (482 vs 776 cGy·m², p=0,71). Ukupna doza zračenja na površini kože kod interventnih u odnosu na dijagnostičke kateterizacije srca je značajno veća jedino u populaciji odojčadi (99 vs 39 mGy, P=0,043), dok u starijim uzrastima nema razlike. Proizvod doze zračenja i površine (cGy·m²) se ne razlikuje značajno između dijagnostičkih i interventnih kateterizacionih procedura, ni u jednoj uzrasnoj grupi. Sa porastom telesne težine i površine tela raste i primljena doza zračenja. Trajanje fluoroskopije dobro korelira sa dozom zračenja u svim uzrasnim grupama (r=0,55-0,85). Brzina smenjivanja slike (eng. Frame Rate) nema značajan uticaj na nivo zračenja tokom kateterizacije srca.

Statistička analiza

Kontinuirane varijable su prikazane korišćenjem deskriptivne statistike. Za testiranje razlike između dve nezavisne grupe podataka koji pokazuju normalnu raspodelu korišćen je dvostrani Studentov t- test, a za dve nezavisne grupe promenljivih koje ne pokazuju normalnu raspodelu, primenjen je dvostrani Mann-Whitney U test. P vrednost manja od 0,05 je smatrana statistički značajnom.

Za ispitivanje korelacije između trajanja fluoroskopije i doze zračenja, primenjen je Pearson-ov koeficijent korelacije. P vrednost manja od 0,05 je uzeta da označava statistički značajnu korelaciju. Korišćena su sledeća tumačenja za Pearson-ov koeficijent korelacije (r): $0 < r < 0,5$ - slaba korelacija; $0,5 < r < 0,75$ - umerena korelacija; $0,75 < r < 0,90$ - jaka korelacija; $0,90 < r < 1,00$ - vrlo jaka korelacija. Statistička analiza je izvršena korišćenjem SPSS softverskog paketa, verzija 20.0 za Windows operativni sistem.

Zaključak

Doze jonizujućeg zračenja kojima su izloženi naši pacijenti tokom dijagnostičkih i kateterizacionih procedura se značajno ne razlikuju. Jedino je kod

odojčadi ukupna doza zračenje na površini kože značajno veća kod interventnih kateterizacionih procedura u odnosu na dijagnostičke.

Stariji uzrast, porast telesne težine i telesne površine pacijenata utiču na povećanje ukupne primljene doze zračenja na površini kože i proizvoda doze zračenja i površine, posebno u grupi pacijenata starijih od 15 godina, ali ne dostižu statističku značajnost.

Brzina smenjivanja slike, koja se koristi za tehničko podešavanje kvaliteta slike, nema značajan uticaj na primljenu dozu zračenja tokom kateterizacije srca. Fizički parametri koji utiču na dozu zračenja, kao što su jačina struje i napon, nisu se značajno razlikovali u grupi dijagnostičkih i interventnih kateterizacija, što odslikava nepostojanje značajne razlike u ukupnoj količini zračenja između dijagnostičkih i interventnih procedura kod naših pacijenata.

Trajanje fluoroskopije direktno korelira sa nivoom ukupne doze zračenja na površini kože (mGy) i proizvodom doze i površine (cGy·m²) što nam ukazuje na potrebu dobre pripreme i sprovođenja kateterizacionih procedura. Izbacivanje nepotrebnih fluoroskopskih sekvenci i iskustvo kardiologa verovatno su najvažniji preduslovi za smanjenje trajanja fluoroskopije.

Predlog mera za smanjenje doze jonizujućeg zračenja tokom kateterizacionih procedura

- Medicinska opravdanost za izvođenje kateterizacione procedure
- Redovna kontrola i detekcija neželjenih efekata kod osoblja koje radi u zoni zračenja
- Dobra isplaniranost celokupne procedure radi što kraćeg i efikasnijeg dobijanja potrebnih podataka i izvršenja intervencija
- Redovna kontrola izvora jonizujućeg zračenja, ventilaciono-klimatskih kapaciteta i drugih uslova u prostorijama i sredinama sa jonizujućim zračenjem
- Formiranje kartona primljenog jonizujućeg zračenja posebno za pacijente koji imaju potrebu za više kateterizacionih procedura tokom života (Prilog 1)
- Unapređenje znanja i primena najnovijih tehnoloških inovacija iz oblasti zaštite od jonizujućeg zračenja



MJEŠOVITI HOLDING
"ELEKTROPRIVREDA REPUBLIKE SRPSKÉ"

Matično preduzeće,
akcionarsko društvo Trebinje



„TIGER INTERNATIONAL GROUP“ d.o.o.

Ul. Mladena Stojanovica bb, 78250 Laktaši
PJ DERVENTA, ul. Kninska b.b.,
74400 Derventa, Tel. +38753 311 811

Kateterizacija adrenalnih vena

Informacije o autoru



Jarmila Činčurak

specijalista strukovni
medicinski radiolog

*Univerzitetetski Klinički
centar Vojvodine, Novi Sad*

Kateterizacija adrenalnih vena

Endokrinopatije su često grupa heterogenih oboljenja koje nastaju zbog patološkog lučenja hormona iz endokrinih žlezda. U tu vrstu oboljenja spada i poremećaj rada nadbubrežnih žlezdi koje su od velikog značaja za homeostazu organizma. Nadbubrežne žlezde su parni organi i iz tih razloga se iz periferne krvi ne može odrediti pojedinačna disfunkcija leve i desne žlezde odnosno nivo aldosterona u perifernoj krvi je ukupan iz obe žlezde.

Pojedinačna funkcija je veoma važna zbog daljeg lečenja pacijenta, tačnije rečeno operativnog zahvata jer na osnovu analiza hormona aldosterona dobijenih direktno iz vene nadbubrega dobijamo informaciju da li je lučenje jednostarno ili bilateralno.

Zbog toga je ovo multidisciplinovano lečenje koje zahteva angažovanje interniste, hirurga, i intervencionog radiologa.

Kateterizacija adrenalnih vena je počela 60 tih godina prošlog veka.

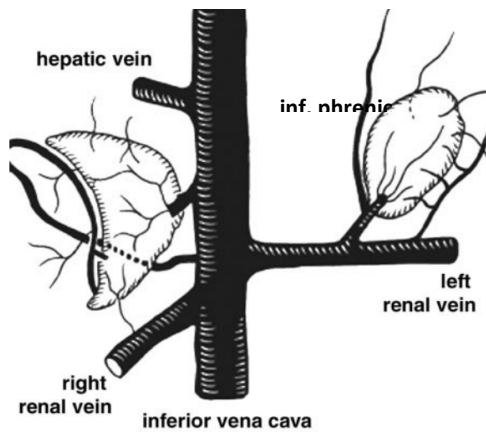
Prva intervencija u našoj ustanovi je uradjena 2019. godine.

Priprema pacijenta

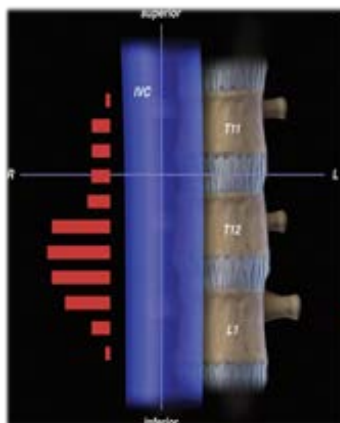
Pacijent se upućuje od strane Klinike za endokrinologiju i mora biti hospitalizovan. Što se tiče same radiologije i pripreme za intervenciju potrebno je da pacijent ima uradjeno vreme krvarenja i koagulacije i CT pregled nadbubrežnih žlezda u VENSKOJ FAZI.



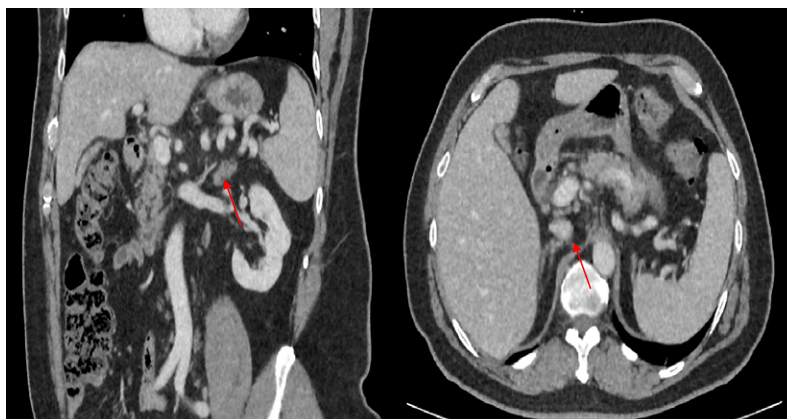
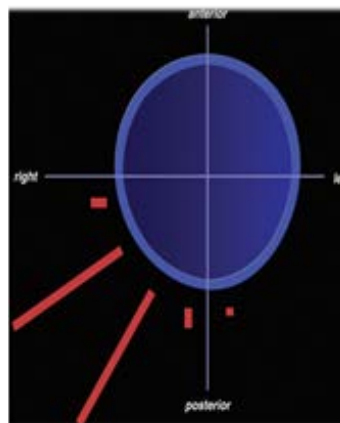
Slika 1. Ct prikaz venska faza



Slika 2. Anatomski prikaz krvnih sudova



Slika 3. Shematski prikaz krvnih sudova (spram prsljenova)



Izvodjenje intervencije

Intervenciju izvodi tim za interventnu radiologiju u angio sali pod kontrolom fluoroskopije.

Neophodno je prisustvo anesteziologa i anestezičara. ZAŠTO?

U toku intervencije je neophodan monitoring-kontinuirano praćenje tenzije (zbog hipertenzivne krize),EK-G,SpO2.

Kontinuirano teče infuzija sa sintetskim adrenokortikotropnim hormonom radi oslobadjanja aldosterona.

Materijal za intervenciju

Inradjuser5f, hidrofилna žica 150 cm, kateteri(vertebralni,SIM,Cobra,Mikealsson,RDC 5F kao i mikrokateteri od 2F),NaCl 0,9%,brizgalice od 20ml,5ml,sterilne gaze ,igle,lokalni anestetik.

Ingvinalna regija koja je predhodno obrijana ,dezinfikuje se i ceo pacijent se štiti stelinom kompresom koja u predelu ingvinuma ima perforaciju.

Zatim se aplikuje lokalni anestetik i pod kontrolom UZ punktira desna femoralna VENA.Postavlja se intadjuser kroz koji se uz pomoć žice i katetera izvodi intervencija.Na početku intervencije anestezija i.v. aplikuje 3000 do 5000 i.j heparina. Heparin je veoma

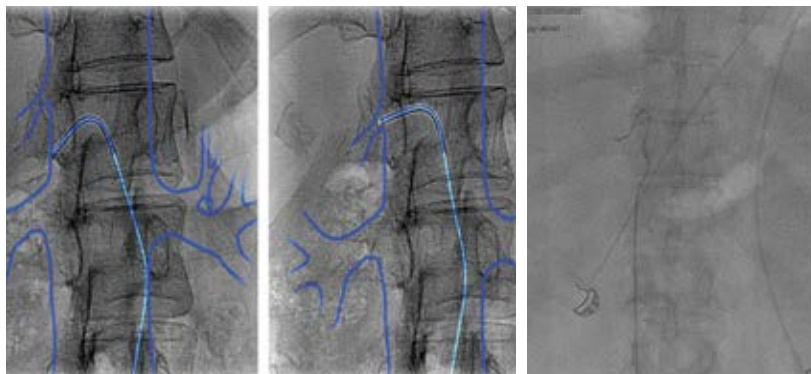
važan kao prevencija koagulacije koja nam može otežati uzimanje krvi.

U toku intervencije iz vene se uzima 5ml krvi.Treba napomenuti da su vene malog lumena krv se sporo uzima zbog niskog pritiska u venama.Aspiracija krvi mora biti lagana jer može doći do stvaranja vakuma (vrh kateter ima samo jednu perforaciju).Pre intervencije možemo modifikivati kateter tako što ćemo iglom napraviti dodatne perforacije.

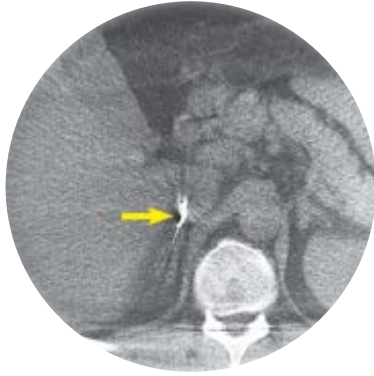
Uzorkavana krv se stavlja u epruvetu i odmah nosi u laboratoriju. Nalazi se čekaju oko 20 min.Tek potvrda iz laboratorije -nivo hormona daje nam informaciju da li smo uspešno uradili intervenciju.



Prikaz leve nadbubrežne vene



Prikaz desne nadbubrežne vene

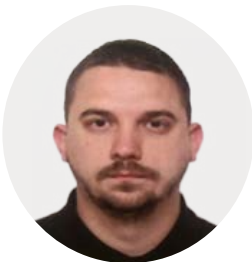


Intervencija je veoma zahtevna i nekada traje po nekoliko sati i na kraju zbirna suma kontinuiranog zračenja bude i preko 50 min. Zbog toga je neophodna sva lična zaštita protiv zračenja kao i korišćenje olovnog stakla i olovne pregrade.

Interventna radiologija zauzima sve veće mesto u lečenju pacijenata sa minimalno invazivnim procedurama i minimalnim komplikacijama. U ovom slučaju tačan nivo hormona određuje dalje lečenje pacijenta a samim tim i njegov kvalitet života.

Perkutana vertebroplastika u tretmanu tumorskih lezija pršljenškog tela

Informacije o autoru



Ognjen Stošić

Strukovni medicinski radiolog

Univerzitetski Klinički centar Niš
Centar za Radiologiju

ogigss883@gmail.com

Perkutana vertebroplastika je minimalno invazivna interventno – radiološka procedura punkcije kolabiranog patološki infiltrisanog pršljenškog tela uz aplikaciju akriličnog cementa. Cilj je redukcija bolova odnosno potpuno obezboljavanje, stabilizacija kičmenog stuba, ojačanje i prevencija budućeg kolapsa.

Indikacije za interventnu proceduru perkutane vertebroplastike su osteolitičke tumorske lezije kod osteoporoze tj. sekundarni depoziti, multipli mijelom i agresivni hemangiomi.

Prostor u kome se izvodi ova procedura su odeljenja interventne radiologije (angio sala), uz pomoć aparata za skopiju sa C – lukom, skopije se izvode u projekciji AP i LL odnosno kranio – kaudalna i lateralna angulacija cevi.

Kada je reč o pripremi bolesnika za ovaj vid intervencije, hospitalizacija pacijenata nije neophodna, dovoljni su ambulatni uslovi. Pri prijemu na klinici i nakon prolaska neophodne administracije, pacijent se uvodi u prostoriju za pripremu koja je u sklopu angio sale, ponovno se pacijentu pojašnjava sam tok intervencije koji mu je predhodno takođe pojašnjen i prilikom predlaganja iste. Potom pacijenta oslobađamo viška odeće u gornjoj polovini tela i postavljamo na sto za intervenciju koji je u sklopu aprata (C – luka) u poziciji pronacije. Pola sata pre direktne intervencije aplikuje se I.V. putem jednokratne visoke doze antibiotika širokog spektra, a kasnije i na samom početku intevencije lokalna I.V. analgesodacija uz mesto same punkcije, nema potrebe za opštom anestezijom.

Pristup pršljenskim telima



Transpendikularni
(optimalni i najbezbedniji pristup)



Posterolateralni

Alternativni pristupi



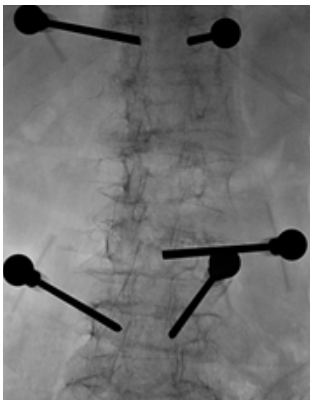
Interkostovertebralni



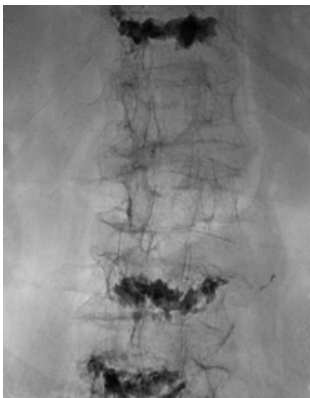
Anterolateralni/transoralni



Slika 1. Bilateralna punkcija Th-12 i L-4 pršljenskog tela i unilateralna punkcija L-3 pršljenskog tela (pogled na intervenciju iz ugla rendgen tehničara)
Pacijent: Žena, 72 godine starosti, Multipli – mijelom



Slika 2 i 3. Bilateralna punkcija Th-12 i L-4 pršljenskog tela i unilateralna punkcija L-3 pršljenskog tela (slučaj sa slike 2, samo ovoga puta prikaz skopijom na monitoru aparata)



Slika 4 i 5. Izgled pršljenskih tela Th-12, L-3 i L-4 nakon aplikovanja akrilnog cementa i nakon uklanjanje igala za PVP

Nakon intervencije tj. aplikacije cementa u tumorski oštećeno pršljensko telo i uklanjanje igala dovoljna je manuelna kompresija mesta punkcije u trajanju od 3 do 5 minuta. Po završetku intervencije pacijent ostaje u ležećem položaju na trbuhu odnosno u poziciji pronacije još 30 do 60 minuta, a zatim na leđima još 60 minuta, nakon toga pacijent se otpušta kući ili u svoju matičnu ustanovu.

Pacijentu se preporučuje strogo mirovanje narednih 24h i uzdržavanje od bilo kakve fizičke aktivnosti narednih 7 dana nakon intervencije.



Slika 6. Bilateralni pristup L-1 pršljenskom telu



Slika 7. Aplikovan akrilični cement u pršljensko telo



Slika 8. Izgled pršljenskog tela nakon aplikovanja „cementa“ i nakon uklanjanja igle za PVP

Kada je reč o kontraindikacijama kod ove procedure dele se u dve grupe:

01

Apsolutne kontraindikacije (TU lezije)

- sistemska infekcija i infekcija kritičnog pršljenskog tela (discitis, osteomijelitis)
- postojanje nekorektibilnih koagulopatija
- alergija na komponente akriličnog polimera - koštanog cementa (PMMA – polimetil-metakrilat)

02

Relativne kontraindikacije (TU lezije)

- radikularni bol – radikulopatija uzrokovana kompresivnim sindromom koji nije u vezi sa frakturom pršljenskog tela (hernijacija diskusa)
- kompromitacija spinalnog kanala fragmentom pršljenskog tela koja prelazi 20% dijametra (fraktura zadnjeg vertebralnog korteksa)
- ekstenzija tumora u epiduralni prostor sa signifikantnim kompromisom spinalnog kanala
- osteosklerotične lezije
- kolaps pršljenskog tela veći od 70%
- difuzni bol sa mutiplim lezijama
- pacijenti sa dobrim odgovorom na primenjenu terapiju (konzervativna, Rt, Ht)

Komplikacije

Događaji koji pogoršavaju kliničku sliku i zahtevaju medicinski tretman ili prolongiranu hospitalizaciju nakon intervencije, kod ove procedure javljaju se u procentu manjem od 10%.

- Pojačanje bola nakon intervencije
- Infekcija
- Krvarenje
- Frakture pedikla i rebara, pneumotoraks – povreda punkcionom iglom
- Plućna embolizacija
- Oštećenje neuralnih struktura - radikulopatija, paraliza
- Kompresija kičmene moždine
- Smrtni ishod, nakon teških alergijskih reakcija ili masivne plućne embolizacije

Samo nakon kvalitetne evaluacije i pravilne selekcije pacijenata, kao osnovnih preduslova uspešne intervencije, perkutana vertebroplastika može dovesti do značajnog poboljšanja ukupnog kliničkog statusa kod većine tretiranih bolesnika.

Komplikacije tokom perkutane vertebroplastike mogu biti veoma ozbiljne, ali se dobrom selekcijom pacijenata, korišćenjem kvalitetne radiološke opreme, striktnim poštovanjem principa asepse i kontinuiranom radioskopijom tokom punkcije pršljenova i aplikacije cementa mogu izbeći.

Incidenti

Asimptomatski događaji koji se prezentuju najčešće u vidu paravertebralnog prodora manjih cementnih kolekcija, i ne zahtevaju poseban terapijski tretman, kod ove procedure javljaju se u procentu manjem od 60%.

- Prodor cementa u okolna meka tkiva
- Manje venske kolekcije cementa (epiduralne i paraspinalne vene)
- Prodor cementa u epiduralni prostor
- Intradiskalni prodor cementa

U odnosu na konzervativne metode i klasičnu hiruršku terapiju, perkutana vertebroplastika, kao minimalno invazivna procedura, znatno brže dovodi po pozitivnog terapijskog efekta i omogućava pacijentu brz povratak normalnim životnim aktivnostima. U tom smislu, može se smatrati metodom izbora u tretmanu ovih bolesnika.

Primena Bioptron® nanofotonske hiperpolarizovane svetlosti u kontekstu perspektive kvantne medicine: promena konformacionih stanja biomolekula

mr Olja Lopušanski



„Da bi uticaj svetlosti na organizam bio optimalan, potrebno je da fotoni budu uređeni po simetriji kao i biomolekuli u organizmu da bi se brzo i efikasno ostvarilo prepoznavanje na prvi pogled.“

– Prof. dr Đuro Koruga

Uvod

Za otkriće molekula fullerena C^{60} , Harold B. Kroto (Harold W. Kroto), Robert F. Curl (Robert F. Curl) i Ričard E. Smoli (Richard E. Smalley) su 1996. godine dobili Nobelovu nagradu.

Svojstva molekularne kristalne strukture C^{60} doprinose da se ovaj molekul i njegovi derivati koriste u elektronici, solarnoj energiji ali i u kozmetici, farmaciji i biomedicini - za očuvanje zdravlja i produženje života.

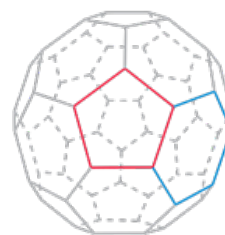
U nastojanju da se unapredi medicinski aparat BIOPTRON i svetlosna terapija učini još delotvornijom, tim stručnjaka na čelu sa prof. dr Đ. Korugom patentirao je “nanofotonsko fullerensko sočivo” (Koruga, Đ., patent: RST/ER 2019/065365) - komercijalni naziv: Kvantna hipersvetlosna optika (Quantum Hyperlight Optics). C^{60} KOMPLEKS SA METALNIM OKSIDIMA JE INTEGRISAN U MATRICU 50 OPTIČKIH SLOJEVA, KOJI GENERIŠE EFEKAT 2D KVANTNE ŠUPLJINE (promena difuzne strukture svetlosti u idealnu energetske-informacionu strukturu), za efikasan prenos energije-informacije u cilju regeneracije na kvantnom nivou.

ključne reči: Hiperpolarizovana svetlost, kvantna medicina, molekul fuleren C^{60} , eritrociti, heksagonalna voda, mikrotubule, mikroskopija u tamnom polju, sistemska regeneracija

olja.lopushansky@gmail.com

Ovo inovativno rešenje u oblasti nanofotonske fulerenske optike dalo je rešenje hiperpolarizovane polaritonske svetlosti koja je zahvaljujući svojim energetsko-informacionim stanjima kompatibilna i komplementarna sa biomolekulima: polaritoni (fotoni+ekscitoni) hiperpolarizovane svetlosti su simetrično uređeni kao i zdrave biostrukture. 85% ljudskog tela imaju istu idealnu simetriju kao hiperpolarizovana svetlost (65% voda, 15% proteini i 5% lipidi: lanci molekula vode, klasteri, klattrin, mikrotubule, eritrociti, kolagen, centriole, flagele i procesi bazirani na Gibsovoj slobodnoj energiji i negativnim jonima). Usled prirodnog procesa starenja ili bolesti, prirodno zdravo stanje bioloških struktura postaje narušeno, neuređeno, što dovodi do ubrzanog procesa starenja ili bolesti.

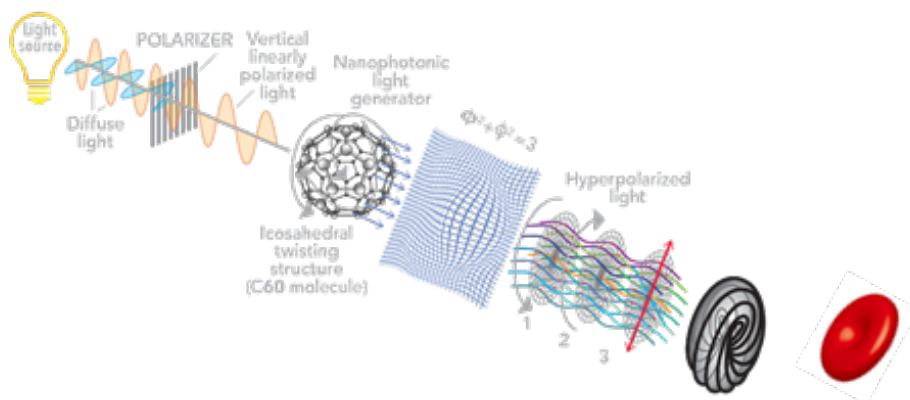
Zbog svojih kvantnih svojstava, C^{60} je u stanju da uspostavi ravnotežu kod narušenih energetskih procesa u biološkim strukturama, usklađujući rad ćelija i regenerišući ih. C^{60} koji je „superiorni entitet“ (vremenski održava savršeno uređenje), koristeći fenomen rezonance, prevladuje, i u interakciji sa biomolekulima (inferiorni entiteti, nestabilni u vremenu), prenosi im svoja kvantna svojstva, pa narušene biostrukture dovodi u homeostazu - optimalno zdravo stanje.



Slika 1. C^{60} je sačinjen od 60 atoma ugljenika, raspoređenih u geometrijski oblik zarubljeni ikosaedar, koji se sastoji od 12 pentagona i 20 heksagona. Molekularna kristalna forma C^{60} spada u najviši rang uređenosti, odlikujući se posebnim energetsko-informacionim, kvantnim karakteristikama:

- Pentagoni su zatvorene energetske strukture, regulisane Fibonačijevim zakonom, odgovorne za harmonizaciju bioloških procesa.
- Heksagoni su otvorene energetske strukture, regulisane Faradejevom efektom

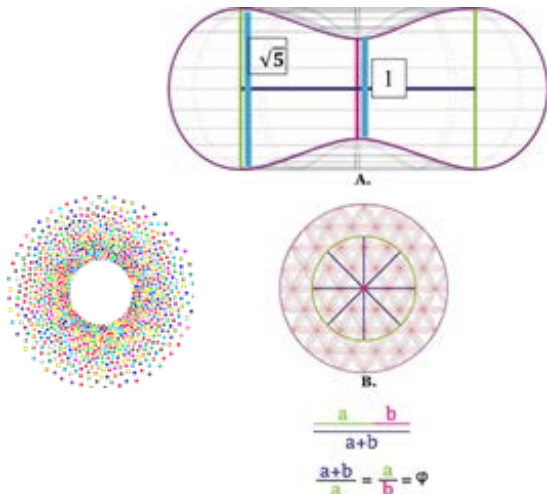
Pentagoni se otvaraju i zatvaraju (‘dišu’) na sledeći način: zatvoreni su 10% vremena, potpuno otvoreni 14%, i delimično-otvoreni preostalih 76%. S toga, 90% vremena kada su otvoreni ili delimično-otvoreni **egzibituju kvantna svojstva**. *Foton ulazi u C^{60} kroz heksagon, udara i reflektuje se o pentagon, i ekscitira u kvantnoj šupljini – vakuumu, gde se foton i eksciton kupluju - rezultat je hiper-strukturisana polariton svetlost, koja odgovara ikosahedarskoj simetriji biostruktura.*



Slika 2. C^{60} tvistuje brzinom od 18 milijardi puta u sekundi. Molekuli C^{60} se odbijaju jedan od drugoga bez trenja (paramagnetna i dijamagnetna svojstva). Električna ravan polarizacije fotona menja poziciju, od ‘vertikalno linearno polarizovane svetlosti’ u ‘hiperpolarizovanu svetlost’ gde su fotoni raspoređeni u ‘patern nalik rasporedu semenki suncokreta. Ovaj jedinstveni obrazac fotona, uređen prema Fibonačijevom zakonu, ima idealnu energetsko-informacionu strukturu i simetriju koja je kompatibilna sa biološkim strukturama. „Prepoznavanje” kvantne hipersvetlosti i biostruktura, organizovanih na isti način, u njihovoj interakciji dovodi do harmonizacije narušenih bio-procesa. (Ref.1).

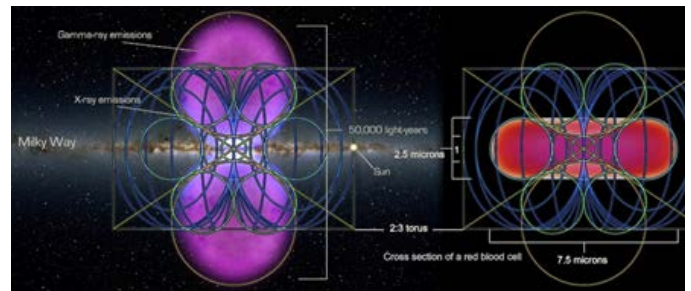
Slika 2., prikazuje hiperpolarizovanu svetlost u 3D formi torusa, gde je raspored fotona ($\Phi_2 (1.61803) + \phi_2 (0.61803) = 3$). S toga je implicitno da je uporedimo sa simetrijom torusa eritrocita koji moraju da održavaju bikonkavni diskoidni oblik torusa da bi efikasno funkcionisali i obavljali važnu fiziološku ulogu u organizmu. Eritrocit se može posmatrati kao ćelija vođena toroidnim dielektroforetskim (DEP) elektromagnetnim poljem (EMF) koja održava svoj zeta potencijal preko dielektrične konstante (hloridni anjon) koja se nalazi između negativno naelektrisane površine membrane i pozitivno naelektrisanog Sternovog sloja. Postoje feromagnetni (gvožđe) i feroelektrični (hloridni anjon) uticaji koji mogu biti ključni za održavanje ovog zeta potencijala.

Pretpostavljamo da se unutar ove ćelije jedinstvenog oblika nalazi zlatni presek koji sadrži **DEP EMF - može da bude vođen/podstaknut zeta potencijalom i može da bude kritičan za efikasno recikliranje ugljen dioksida i isporuku kiseonika.**



Slika 3. I struktura polaritona (uređenje fotona) I struktura biomolekula odgovaraju simetriji zlatnog preseka - "The Influence of the Golden Ratio on the Erythrocyte, Marcy C. Purnell and Risa D. Ramsey"

Kada se ispita veličina, oblik, proporcije i zakrivljenost eritrocita, uočava se zlatni presek. Prosečan prečnik ljudskog crvenog krvnog zrnca je 6,2–8,2μm sa najdeblja tačka dimenzija 2–2,5μm ($\sqrt{5}$) i minimalna debljina u centru toroida meri 0,8–1μm podeljeno sa 2 za dve jednake i suprotne strane proporcije da bi se postiglo 1,6803339887 zlatni presek crvena krvna zrnca (Ref.2).



Slika 4. Od mikro do makrokosmosa: od biosistema do univerzuma - Galaksija I crvena krvna zrnca imaju istu geometrijsku formu Torusa. Fotografija: "Dobrodošli na Zlatnu stranicu" (Welcome to the Golden Page).

Cilj

Uticaj polaritonske svetlosti i njenog značaja primene u medicini, za sistemsku revitalizaciju organizma

Crvena krvna zrnca (eritrociti) su najbrojnija vrsta ćelija u organizmu. Procenat krvi koji čine eritrociti se naziva hematokrit i iznosi 40-45%.

Uloga eritrocita je transport gasova i to: kiseonika (O₂) iz pluća do tkiva, i ugljen-dioksida (SO₂) u obrnutom smeru. 30 % eritrocita čini hemoglobin koji služi za vezivanje gasova, dok voda, čak 70% čini veći deo njihovog sastava i s toga je implicitno posmatrati strukturu eritrocita i strukturu vode kao celinu.

Eritrociti su veoma gipki i sa lakoćom se prilagođavaju nepravilnom uskom obliku kapilara kao i promenama njihovog prečnika, i ovaj izuzetak spada pod oblast fiziologije, deo hemodinamike. Interesantno je da je prečnik eritrocita veći od prečnika najmanjih kapilara: kapilar je uzak i eritrociti moraju da se ukose da bi prošli. "Crvena krvna zrnca su balerine koje se neprestano okreću, prevrću, savijaju kroz uske otvore uže od svoje širine – unoseći kiseonik koji život znači u svaki kutak našeg tela" (Ejmi Sung, Sung, L.A.).

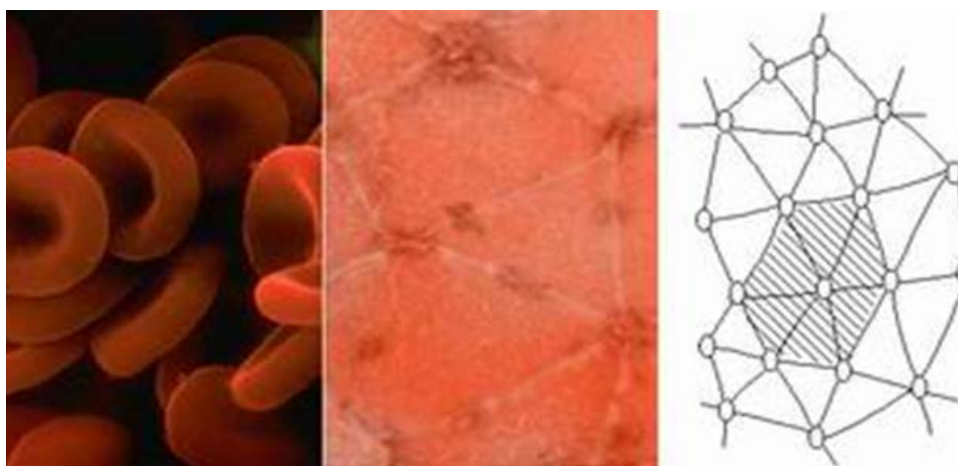
Zašto su eritrociti čvrsti, ali dovoljno elastični da mogu da se prolače kroz uske kapilare - da li hiperpolarizovana svetlost i na koji način podržava ovaj proces?

- a) Eritrocit pokreće "polje sile" generisano naponom arterije i vene, stvarajući elektromagnetno polje (EMF) koje indukuje oslobađanje azot-oksida (NO) iz kapilarnog zida, opuštajući krvni sud i na taj način promovišući protok.*
- b) Krucijalni aspekt odgovoran za fleksibilnost eritrocita je njihova struktura.
- c) Slika 7. da bi se eritrociti optimalno kretali, voda koja se nalazi uz hidrofilnu površinu krvnog suda bi trebalo da bude heksagonalna odnosno strukturisana, tzv. IZI voda - zona isključenja N₃O₂ (EZ excluded zone). Prilikom eksperimenta u laboratoriji "Rollacklab", voda koja je proticala kroz cev se pokretala samostalno kao da je bila uključena pumpa. Kretanje vode indukovala isključivo svetlost, izdvajajući i definišući infracrveni spektar (IR). IR spektar se nalazi i u hiperpolarizovanoj svetlosti (480 – 3400 nanometara)



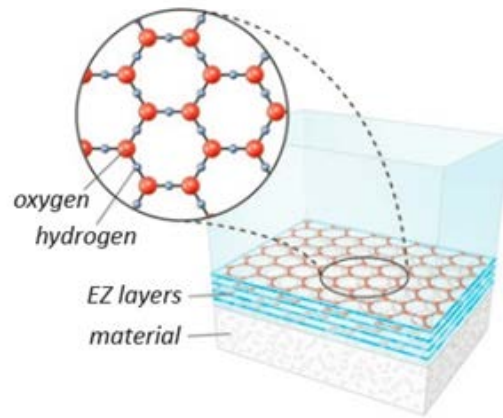
Slika 5. "STORM" tehnika mikroskopije super-rezolucije otkriva heksagonalnu strukturu proteinske mreže koja leži u osnovi membrane eritrocita i ključna je za njihovu fleksibilnost. ** I promovisanje protoka krvi i strukturu biostruktura podržava hiperpolarizovana svetlost:

*stimulišući proizvodnju azotnog oksida, koji smanjuje prekomernu stimulaciju somatskih perifernih nerava, povećava se vazodilatacija, smanjujući paralelno ishemijski bol.

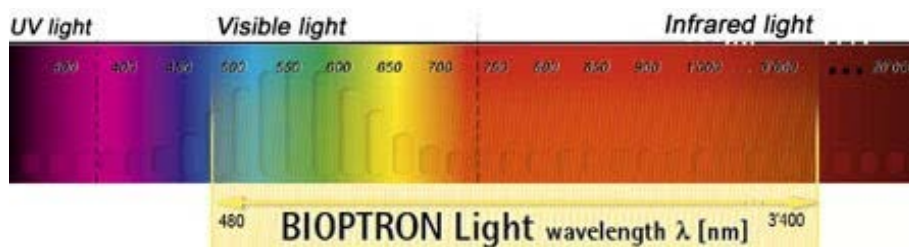


Slika 6. Ejmi Sung, profesor bioinženjeringa na UCSD fokusirala se na proto-filament, ključnu komponentu u centru heksagonalne podjedinice skeleta membrane crvenih krvnih zrnaca. Skelet membrane ljudskih crvenih krvnih zrnaca je mreža od otprilike 33.000 proteinskih heksagona koji izgledaju kao mikroskopska geodetska kupola (Ref.9)

d) Pored poželjenog spektara svetlosti, za stvaranje heksagonalne strukture vode odgovorna je i energetska-informaciona struktura molekula C^{60} , gde je heksagonalna struktura imperativ za razumevanje kvantnih procesa molekula C^{60} , kvantnih stanja biostruktura i njihove rezonantne interakcije.



Slika 7.



Slika 8. Biopton talasna dužina svetlosti - Biopton light wavelength

BIOPTRON eksperiment u institutu dr Masaru Emotoa, Japan

Emoto institut dokazuje da različite emitovane energije, informacije i frekvencije (zvuk ili svetlost) menjaju strukturu vode, stvarajući nekoherentne i koherentne molekule-kristalne vode. Ovo je kvantni fenomen koji pokazuje da energija - informacija

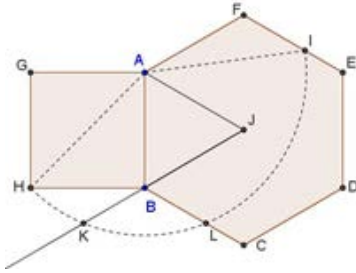
modifikuje materiju (Ref.: 4). Hiperpolarizovana svetlost inducira stvaranje heksagonalne strukture molekula vode koja ima **vitalnu ulogu za optimalno funkcionisanje organizma (Ref.)**



Slika 9. Kristal molekula vode iz gradskog vodovoda pre izlaganja hiperpolarizovanoj svetlosti je nepravilan, nestrukturisan, nekoherentan: ne odgovara simetriji i energetskaom statusu zdrave vode u organizmu.



Slika 10. Kristal molekula vode iz gradskog vodovoda nakon izlaganja hiperpolarizovanoj svetlosti: strukturisan, pravilan heksagonalni oblik što predstavlja najviše stanje molekularne koherentnosti: odgovara simetriji i energetskaom statusu zdrave vode u organizmu.



Zlatni presek i u geometrijskoj formi heksagon. (*Tran Quang Hung Square ABHG is constructed outside the hexagon ABCDEF. Circle (A, CH) with center at A and radius AH cuts EF at I in Golden Ratio.*)

Analiza

Struktura kristala molekula vode pod dejstvom "Hiperpolarizovane Svetlosti" korespondira strukturi svog informacionog izvora:

- poželjan energetski status - spektar svetlosti 480-3400 nm (infracrveni spektar, odgovoran za stvaranje heksagonalne vode, ref.: dr Gerald Polak)
- informacija o savršenoj molekularnoj arhitekturi C^{60} , odnosno energetsko-informacioni patern hiperpolarizovane svetlosti, po simetriji zlatnog preseka $\Phi^2 (1.61803) + \varphi^2 (0.61803) = 3$.

Analogno tome, hiperpolarizovana svetlost ima isto harmonizujuće dejstvo na vodu u ljudskom organizmu. S obzirom na to da se 70% ljudskog tela sastoji od vode, hiperpolarizovana svetlost može da na idealan način povrati i održava strukturu IZI vode (EZ) u njenom optimalnom energetskom stanju koherencije, čime podstiče procese izlječenja koji dovode do homeostaze.

„Koherentnost označava zdravlje, a nekoherentnost bolest. Tumor je oličenje „nekoherentnosti strukture vode” u organizmu. Zdrave osobe su u rezonanci s dinamičkim harmoničnim poljem univerzuma. Kada je naše telo (voda) u harmoniji sa kosmosom, onda se osećamo dobro, zdravi smo i sve ostalo je dobro. BIOPTON kvantna hipersvetlost odgovara ovom konstantnom idealnom statusu univerzuma!”

EZ preferiraju svi biološki organizmi jer predstavlja imperativ za optimalno funkcionisanje biosistema:

- Vitalni faktor za svaku funkciju ćelije; bilo da se radi o kontrakciji mišića, deobi ćelija ili provodljivosti nerava.
- Vezuje se za proteine prenoseći energiju koja im je potrebna za regeneraciju.
- Isporučuje elektrone mitohondrijama i pomaže u generisanju dodatne energije u ćelijama.
- Glavni prenosilac svih električnih signala koje telo generiše.

(Ref. dr Gerald Polak: „Структурисана вода хексагоналне геометрије ЕЗ”, Cells, Gels and the Engines of Life: A New, Unifying Approach to Cell Function).

Heksagonalna struktura vode je odgovorna za optimalno funkcionisanje svih fizičkih i mentalnih funkcija: zdravo funkcionisanje DNK, enzimske reakcije i brojne metaboličke procese.

„BIOPTON je izvršio eksperiment u laboratoriji Masaru Emotoa u Tokiju: što se tiče vode u ljudskom telu, veoma je važno značenje reči „koherentnost”.

- **Akiko Štajn, Ambasador Mira vode** – čuvar nasleđa dr Masaru Emotoa

Procenat krvi koji čini voda je oko 55-60%: Krv se sastoji od 60% plazme i 40% drugih supstanci kao što su crvena krvna zrnca, bela krvna zrnca, trombociti itd. Plazma se sastoji od 92% vode i 8% drugih komponenti kao što su minerali, natrijum i kalijum i organske materije kao što su hormoni, aminokiseline itd. Dakle plazma je ono što sadrži vodu, to je 92% vode i čini 60% ukupne zapremine krvi, tako da je 92% od 60% oko 55%. Kod odraslih je organizam sačinjen od 60 % vode, a krv čini 90 % vode.

Rezultati

„Analiza žive kapi krvi pomoću mikroskopije u tamnom polju” (Darkfield microscopy - Live Cell Analysis), jedna je od najvažnijih laboratorijskih metoda u holističkoj medicini koja pruža precizne i dragocene informacije o trenutnom zdravstvenom stanju, upozoravajući na zdravstvene rizike u vezi sa stanjem kardiovaskularnog sistema i inflamacijama.

Ovim eksperimentom pokazujemo da uticajem polaritonske svetlosti možemo da utičemo na promenu konformacionog statusa eritrocita, što ima veliki značaj primene u bio-medicini, za sistemsku revitalizaciju organizma.

Mikroskopija tamnog polja proizvodi sliku sa tamnom pozadinom i posmatra živu, nebojenu i nefiksiranu krv, za razliku od konvencionalne mikroskopije svetlosnog polja ili elektronskog mikroskopa. Bez mrlja i fiksativa, slika otkriva kontinuitet, a ne trenutak u vremenu. Omogućava mogućnost sagledavanja krvi u njenoj mobilnoj prirodi (tj. crvena krvna zrnca i bela krvna zrnca koja plutaju u plazmi), pa čak i mikrobnu (bakterijska i gljivična) aktivnost i njihove različite oblike. Profesor dr Gunther Enderlein, otkrio je nekoliko fundamentalnih koncepata u razumevanju prirode i biološkog uzroka bolesti, na osnovu stanja krvnih ćelija, definišući alkalnost, iscrpljenost nadbubrežne žlezde, anemiju, alergije, kandidu, dehidraciju, itd.

Biopton eksperiment se isključivo usmerio na posmatranje **konformacionog stanja eritrocita:** Oblik - Vitalnost - Ponašanje - Cirkulacija - Oksigenacija.

S toga ne možemo da govorimo samo o krvnim ćelijama kao zasebnim entitetima, čiji je skelet membrane crvenih krvnih zrnaca mreža od 33.000 proteinskih heksagona, a da ne spomenemo heksagonalnu strukturu molekula vode, pod okriljem geometrije Torusa gde je struktura polaritona (uređenje fotona) i struktura biomolekula odgovaraju simetriji zlatnog preseka. Jer, „cilj fizike”, kroz zakon simetrije nastoji da konstruiše red i elementarnih čestica i Univerzuma“ - Koruga Đ.

Pre izlaganja hiperpolarizovanoj svetlosti, eritrociti umesto da su razdvojeni, pokretni i slobodno plutaju u krvnoj tečnosti; oni su spleteni, formirani u grupe (rouleaux) - zgrušane, neuređene strukture, gomilice ili agregacije koji ograničava protok krvi kroz organizam jer kapilari mogu da prihvate samo slobodna singularna i nezavisna crvena krvna zrnca. Rouleaux može da doprinese stanjima kao što su inflamacije i hipoksija, kardiovaskularne bolesti - infarkt srca i mozga (Ref. 8).

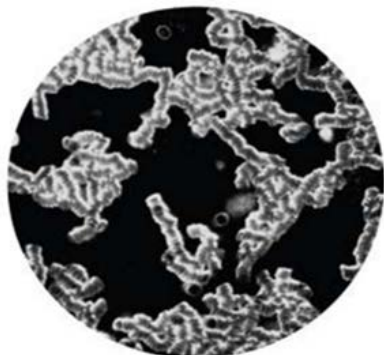


Rouleaux crvena krvna zrnca, Skenirani elektronski mikroskop u boji (SEM). Stacked red blood cells, SEM, THOMAS DEERINCK, NCMIR / SCIENCE PHOTO LIBRARY.

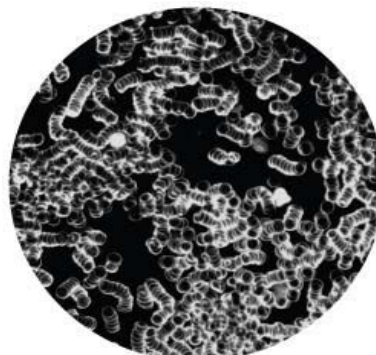
Analiza

Mikroskopska analiza dinamike žive kapi krvi pomoću mikroskopije u tamnom polju – po Enderleinu, aparat: Digital Darkfield Trinocular LED Lab Microscope for

Live Blood Analyses 40X-2500X, Super Speed USB3, 18MP. Medicinska biohemijska laboratorija "Bulevar", Beograd (www.darkfield.rs). Eksperiment izvršili: Dr Miloš Mladenović i Olja Lopušanski.



Konformaciono stanje eritrocita pre izlaganja Biopton svetlosti: (rouleaux) - zgrušane, neuređene, nezdrave strukture.



Nakon 10 minuta izlaganja Biopton linearno-polarizovanoj svetlosti, prethodna formacija eritrocita u formi rouleaux se preoblikuje u odvojene grupe sa značajno poboljšanim konformacionim stanjem: uočljivo je bolji protok krvi i povećana oksigenizacija.

Nakon 10 min. izlaganja Biopton hiperpolarizovanoj svetlosti, eritrociti se restrukturiraju iz nezdravog slepljenog (zgrušanog) neaktivnog stanja u optimalno, aktivno dinamičko stanje: **poboljšana cirkulacija, oksigenizacija, promena konformacionog statusa eritrocita.**

- **Poboljšana cirkulacija.** Infracrveni spektar (750 – 1200 nm) povećava stvaranje azotnog oksida NO, vitalnog signalnog molekula koji je važan za zdravlje krvnih sudova. NO pomaže u opuštanju arterija i sprečava zgrušavanje krvi u sudovima.
- **Oksigenizacija.** Uočljiv je brz i lak protok, koji pomaže održavanju optimalnog stanja celokupnog kardiovaskularnog Sistema (Ref. 5). Krv je znatno oksigenizovana (obogaćena kiseonikom) što doprinosi smanjenju rizika od krvnih ugrušaka, i to je preduslov za zdrav kardiovaskularni sistem i sistemsku regeneraciju na kvantnom nivou.
- **Promena konformacionog statusa eritrocita** Antikoagulacioni efekat potvrđuje ubrzano aktivno kretanje eritrocita:
- **eritrociti koji su bili depolarizovani I slepljeni** u formi rouloux, reformisani su u odvojene pojedinačne entitete
- **zdrave strukture Torusa**, Bikonkavan izgled im omogućava da lako i neometano prolaze kroz kapilare manjeg promera od njihove veličine.



Promena izgleda eritrocita u njihovu idealnu formu Torusa, uslovljava i promena strukture konformacionih stanja mikrotubula (citoskelet eukariotskih ćelija, sadrži mreže proteinskih polimera) koje strukturno i funkcionalno organizuju svoju unutrašnjost.

MT su uključene u ključne ćelijske funkcije - podćelijski informacioni ili kvantni informacioni komunikacioni sistemi. Funkcije uključuju, mitozu, intracelularna translokacija, pokretljivost ćelija, sekrecija, i **regulaciju oblika ćelije**.

Razumevanjem strukture mikrotubula na osnovu zlatnog preseka, otkriveno je da fuleren C⁶⁰ može biti veoma koristan materijal za molekularnu nanotehnologiju (Ref.1).

Teorija „Orč“ (‘Orch OR/ ‘orchestrated objective reduction’) pripisuje svest kvantnim proračunima u mikrotubulama unutar neurona mozga: svest potiče na kvantnom nivou unutar neurona, a ne na konvencionalnom gledištu da je ona proizvod veza između neurona. Kvantni računari obrađuju informacije kao superpozicije višestrukih mogućnosti (kvantnih bitova ili kubita) koje su alternativne kolektivne dipolne oscilacije orkestrirane mikrotubulama. Orč sugerise da se u mikrotubulama nalazi svest – “kvantna informacija”, koja je u nelokalnoj sprezi sa Univerzumom. Kako je hiperpolarizovana svetlost kompatibilna sa energetski-informacionim-kvantnim bio-sistemom, pod njenim dejstvom, usled promene konformacionog stanja biostruktura u optimalno stanje koherentnosti, moguće je da se ostvaruje i sinhronizacija biosistema na kvantno-informacionim nivou Univerzuma, osnovnoj geometriji prostora-vremena (spacetime’s fundamental geometry).

LITERATURA

1. Fundamentals of Nanobiomedical Photonics, Djuro Koruga, Zepter Book World, 2018
2. Water and the Cell, Gerald Pollack, Ivan Cameron, Denys Wheatley, Kindle Edition, 2006
3. Molecular Nanotechnology: Golden Mean as a Driving Force of Self-Assembly, Koruga, Dj., at al. Self-Assembled Molecular Computer Based on Fullerene C⁶⁰ : From Nanobiology to Nanotechnology, The 4th Int. Symposium on Bioelectronic and Molecular Electronic Devices, BMED’92 pp.1-4, Miyazaki, Japan, 1992
4. Hidden Messages In Water, Masaru Emoto, I.H.M. General Research Institute, Kindle Edition, 2018
5. The ultimate guide to red light therapy and near-infrared light therapy. Available at: <https://www.theenergy-blueprint.com/red-light-therapy-ultimate-guide>, 2018
6. The ultimate guide to red light therapy and near-infrared light therapy. Available at: <https://www.theenergy-blueprint.com/red-light-therapy-ultimate-guide>, 2018
7. Stoltz, J.F.; Gaillard, S.; Paulus, F.; Henri, O.; Dixneuf, P.; Stoltz, J.F.; Puchelle, E. Experimental approach to rouleau formation. Comparison of three methods, 1984
8. Consciousness in the universe: a review of the ‘ORCH OR’ theory, Stuart Hameroff, Roger Penrose, Available at https://www.researchgate.net/publication/257134660_Consciousness_in_the_universe_a_review_of_the_‘ORCH_OR’_theory
9. Protofilament and hexagon: A three-dimensional mechanical model for the junctional complex in the erythrocyte membrane skeleton, Sung, Lanping Amy; Vera, C, 2003

Sponzori VII balkanskog radiološkog kongresa, Jahorina 2023.



ELEKTROPRIVREDA
REPUBLIKE SRPSKE



V I S A R I S



„TIGER INTERNATIONAL
GROUP“ d.o.o.

MOZAIK
medici.com
MEDICINSKIH
KOMUNIKACIJA
www.medicom.com

BERG

Kako da postanete član našeg udruženja

Koleginice i kolege koji žele da postanu članovi našeg Udruženja:

- pristupnicu Udruženja preuzeti na **www.radiologijars.ba**
- popunjenu pristupnicu skenirati i poslati na mail Udruženja **usmridimrrs@gmail.com**
- broj računa Udruženja Ž.R.: **5620068106850667** kod NLB Banka a.d. Banja Luka, filijala Foča

Dostavljate računovodstvu Vaše ustanove koja na mjesečnom nivou odbija naznačeni iznos.



PRISTUPNICA

Za učlanjenje u Udruženje strukovnih medicinskih radiologa i diplomiranih inženjera medicinske radiologije Republike Srpske

Prezime (ime jednog roditelja) i ime _____

Ustanova u kojoj ste zaposleni _____

Adresa ustanove, mjesto _____

Kontakt telefon, mail _____

Odjeljenje i pozicija na kojoj radite _____

Adresa prebivališta _____

Pošto sam popunio/la pristupnicu USMRIDIMRRS pristajem da mi se članirina u iznosu od 5,00 KM odbija od plate na mjesečnom nivou i uplaćuje na tekući račun Udruženja Ž.R.:5620068106850667 kod NLB Banka a.d. Banja Luka, filijala Foča.

U _____

Potpis podnosioca zahtjeva

Datum: _____

Udruženje strukovnih medicinskih radiologa i diplomiranih inženjera medicinske radiologije Republike Srpske
Studentska broj 5 73 3000 Foča Email: usmridimrrs@gmail.com Web: www.radiologijars.ba