



## NOVI TRENDOWI RADIOLOGIJE U OFTALMOLOGIJI

Rade R. Babić<sup>1,2</sup>, Gordana Stanković-Babić<sup>3,4</sup>, Strahinja Babić<sup>4</sup>, Nevena Babić<sup>4</sup>, Aleksandra Marjanović<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Centar za radiologiju KC Niš

<sup>2</sup>Visoka zdravstvena škola strukovnih studija "Hipokrat" Bujanovac

<sup>3</sup>Klinika za očne bolesti KC

<sup>4</sup>Medicinski fakultet Univerziteta u Nišu

Radiodijagnostičke metode pregleda svojom objektivnošću i radioterapijske metode svojim mogućnostima našle su i zauzele svoje mesto i u oftalmologiji. U okviru oftalmologije radiologija je postala dominantna, relevantna, suverena, bez premca, neizostavna i bez konkurencije. Rad ima za cilj da ukaže i prikaže nove trendove radiologije u oftalmologiji današnjice.

Rad bazira na znanju i iskustvu autora i koautora stečenog višegodišnjim radom u struci, stečenom višegodišnjem materijalu, radovi saopšteni u relevantnim domaćim i stranim časopisima, radiološka filmoteka patoloških stanja i oboljenja oka i orbite koju čine analogni i digitalnim rendgenogrami, ehotomogrami, kompjuterizovani tomogrami, magnetnorezonantni skenovi, sheme i dr., istorije bolesti i literalna saopštenja.

Prikazane su mogućnosti i prednosti pojedinih radioloških metoda u oftalmologiji, sa pojedinačnim prikazom same radiološke metode: digitalna radiologija, kompjuterizovana tomografija, magnetna rezonancija, magnetno rezonantna spektroskopija, radiološki nož, gama nož, radiološki informacioni sistem, mobilna radiologija i mobilna radiologija preko mobilnog telefona.

Autori zaključuju da je teško proceniti u kom pravcu će se dalje razvijati integracija radiologije i oftalmologije, ali je sigurno da sjedinjene i prožete zajedno, i radiologija i oftalmologija, dobijaju futurističke dimenzije i vode ka očuvanju zdravlja, očiju i pogleda koji sve otkriva. *Acta Ophthalmologica 2016;42(2):10-19.*

**Ključne reči:** radiologija, oftalmologija, zdravlje

### Uvod

Radiodijagnostičke metode pregleda svojom objektivnošću i radioterapijske metode svojim mogućnostima našle su i zauzele svoje mesto i u oftalmologiji (1-22). U okviru oftalmologije radiologija je postala dominantna, relevantna, suverena, bez premca, neizostavna i bez konkurencije. Kao takvu, nezamislivo je u oftalmološkoj praksi ne primeniti radiologiju, već naprotiv, treba uvek primeniti radiologiju u oftalmologiji.

Stečeno iskustvo i znanje pokazali su da nije dovoljno samo integrisati i primeniti radiologiju u oftalmologiji, već je valja učiniti kvalitetnom i konkurentnom. Tome je doprinela web tehnologija kojom je radiologija u oftalmologiji, kao i u drugim granama medicine, dobila vodeću poziciju i futurističke dimenzije (11). Web tehnologija doprinela je da radiološke i oftalmološke zdravstvene usluge postanu dostupne svima, pruže brzo i efikasno lečenje, daju pravovremene informacije i dr. Iz web tehnologije izrasli su radiološki informacioni sistem (RIS), oftalmološki informacioni sistem

(OIS) i drugi kompatibilni medicinski informacijski sistemi koji se integrišu u jedinstven zdravstveni informacijski sistem. Paralelno sa razvojem i integracijom RIS odvija se razvoj i integracija teleradiologije, a sa njom i teleoftalmologije, koje predstavljaju moćno sredstvo u dijagnostici, konsultaciji, edukaciji studenata, lekara i pomoćnog medicinskog osoblja, naučnom istraživanju, administraciji, upravljanju, planiranju, unapređenju narodnog zdravlja i dr. Novi trendovi radiologije u oftalmologiji zahtevaju da se slede standardi i sistemi koji se odnose na specifičnost RIS i OIS, a to su: DICOM (engleski: Digital Imaging and Communications in Medicine), PACS (engleski: Picture Archiving and Communication System), HL7 (engleski: Health Level Seven), teleradiologija, mobilna radiologija, digitalizacija radiološke i oftalmološke opreme, teleoftalmologija, mobilna radiologija, radiologija i oftalmologija preko mobilnog telefona i dr.

Web tehnologija dala je napredak i u oftalmologiji, a ogleda se u nastanku bioničkog oka koje treba da pomogne slepima da progledaju, bez obzira na uzrok - glaukom, degeneracija makule, dijabetična retinopatija, trauma očnog nerva i dr. i sve to uz biološki neutralan čip koji bi se implantirao neurohirurškim zahvatima kroz mali otvor na lobanji (15). Tu treba spomenuti i razvoj oftalmološkog informacionog sistema (OIS), teleoftalmologije, digitalne oftalmološke aparature i dr. koji su kompatibilni sa radiologijom.

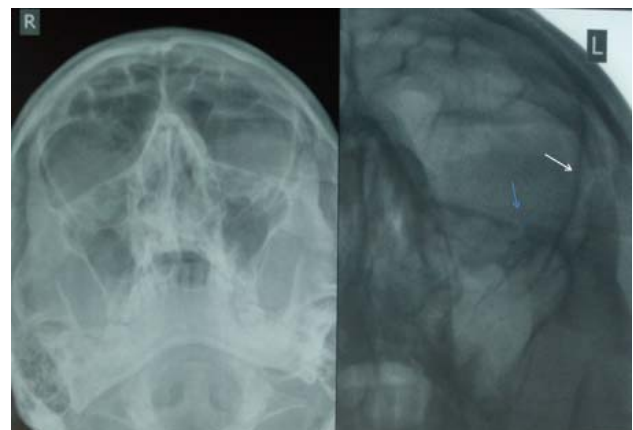
Sjedinjene i prožete medicina i informacione tehnologije vode napretku čovečanstva, dok sjedinjene radiologija i oftalmologija vode očuvanju zdravlja, očiju i pogleda koji sve otkriva.

Cilj rada je da prikaže i ukaže na nove trendove radiologije u oftalmologiji današnjice. Rad bazira na znanju, višegodišnjem radnom iskustvu, saopštenjima u relevantnim domaćim i stranim časopisima, radiološka filmoteka patoloških stanja i oboljenja oka i orbite (analogni i digitalni rendgenogrami, ehotomogrami, kompjuterizovani tomogrami, magnetnorezonantni skenovi i dr.) autora i koautora (23) i literalna saopštenja.

Prikazane se mogućnosti i prednosti pojedinih radioloških metoda u dijagnostici i terapiji patoloških stanja i oboljenja oka i orbite, sa pojedinačnim prikazom same radiološke metode: digitalna radiologija, kompjuterizovana tomografija, magnetna rezonancija, magnetno rezonantna spektroskopija, radiološki nož, gama nož, radiološki informacijski sistem, mobilna radiologija i mobilna radiologija preko mobilnog telefona.

Digitalni rendgenološki pregled orbite i oka je od relevantnog značaja u dijagnostici patoloških stanja i oboljenja oka i orbite, prisustva stranog tela u njima i preloma kostiju orbite (Slika 1) (5,10,13,16-19). Treba ga uvek započeti frontalnim i profilnim rendge-nogramom orbita. Profesionalno iskustvo nam govori da preciznost radiološke dijagnostike patoloških stanja i oboljenja oka uveliko zavisi od tehničkog kvaliteta rendgenograma, broja različitih projekcija koje se primenjuju u eksploraciji orbita, optičkih kanala, paranazalnih šupljina i dr. Ukoliko postoji digitalni rendgen aparat ili digitalni procesor sa lakoćom će se dijagnostikovati bolesti orbite i oka kao i radiokontrastnog stranog tela tj. metalnog stranog tela. Metoda pruža mogućnost obrade digitalne rendgenske slike kao pozitiv i/ili negativ, zumiranje, merenje, određivanje lokalizacije i prikaza patološkog stanja i dr. Primena digitalne rendgenološke metode pregleda obezbeđuje da se odstrane mogući artefakti na dobijenim rendgenogramima orbita, najčešće nastali zbog nečistoće na kaseti i fosfornim pločama, koje se mogu prikazati na rendgenogramima kao strano telo. Digitalna rendgenska slika orbite i oka pruža sigurnost i komfor radiologu tokom pregleda i prava je pomoć oftalmologu u donošenju konačne dijagnoze i planiranju daljeg tretmana.

U eri digitalizacije, dobijena digitalna radiološka slika orbite i oka postaje relevantna u postavljanju konačne dijagnoze. Svakako, od značaja su znanje i iskustvo radiologa i oftalmologa, kako bi se postigla kompatibilnost nalaza i planiralo dalje lečenje. To je aksiom sveukupne rendgenološko-oftalmološke dijagnostike.



**Slika 1.** Fraktura poda leve orbite i ipsilateralne zigomatične kosti.

Digitalni rendgenogram kranijuma u pozitivu i digitalni rendgenogram leve orbite i ipsilateralnog maksilarnog sinusa zumiran i uvećan u negativu. Levo u srednjoj trećini poda orbite

prekid kontinuiteta kostnog tkiva sa znacima - frakturna pukotina (označena plavom strelicom), kostni fragmenti, stepeničasto postavljeni kostni fragmenti i komunikacija leve orbite i maksilarnog sinusa. Ipsilateralno u projekciji zigomatičnofrontalne suture prekid kontinuiteta kostnog tkiva sa frakturnom pukotinom i dislokacijom kostnih fragmenata (označena belom strelicom) (23)

Kompjuterizovana tomografija (KT, CT, skener) je radiološka metoda pregleda koja u dijagnostici patoloških stanja i oboljenja oka i orbite zauzima jednu od vodećih pozicija (2,5,10,15-20). Danas je nezamisliv jedan moderan i savremen zdravstveni hospitalni centar bez CT aparata. Sa primenom web tehnologije CT se razvio i evoluirao od standardnog, preko spiralnog do 64-slajsnog CT aparata, poznatog pod imenom multislajсни skener (MSCT).

Web tehnologija i kompjuteri učinili su da rendgenološki pregled MSCT orbite traje kratko, svega nekoliko minuta, od jedane do dve minute, da se dobije detaljan anatomski prikaz preseka orbite i oka, da se postigne bolja rezolucija CT slike, da da kompjutersku rekonstrukciju preseka u tri dimenzije (3D MSCT), da omogući virtualnu i prostranu analizu orbite i oka, a sve to uz minimalnu izloženost bolesnika i medicinskog osoblja rendgenskom zračenju.

MSCT pregled oftalmoloških bolesnika izvodi se na temelju oftalmološkog nalaza (Slika 2). MSCT pregled oftalmološkog bolesnika primenjuje se rutinski, a uspešno u slikovnoj kontroli oftalmološkog bolesnika sa nejasnom kliničkom oftalmološkom slikom ili već utvrđenom patološkom promenom, posebno kod oftalmološkog bolesnika s hroničnom i malignom bolešću i traumatizovanog pacijenata sa frakturom kostnog tkiva orbite.

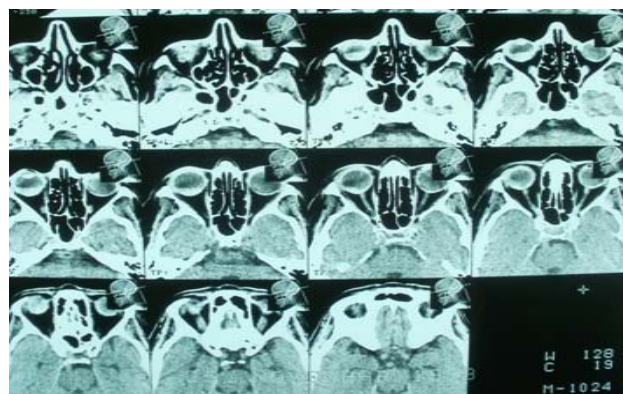
Kontrolni MSCT pregled orbite izvodi se pri istim fizikalnim uslovima grafiranja, dok sam pregled omogućava preciznu morfološku i prostornu analizu patološkog procesa orbite i oka i doprinosi objektivnoj proceni sprovedene oftalmološke terapije.

Iako se MSCT pregledom odlično vizualizuju svi anatomske delovi ljudskog tela, posebno je MSCT uspešan u slikovnoj vizualizaciji i analizi koštanih struktura orbita, paranazalnih sinusa, srednjeg i unutarnjeg uha.

Od posebnog dijagnostičkog interesa je MSCT angiografija koja u većini bolesnika sa vaskularnim smetnjama zamenjuje invazivnu suptrakcionu angio-grafiju (DSA). Nakon brzog interventnog injiciranja jednog kontrastnog

sredstva (21) MSCT se prikazuju lezije u zidu arterije, suženje, zacepljenje ili pak proširenje krvnih sudova npr. elongacija i dilatacija arterije oftalmike. MSCT angiografija primenjuje se i u planiranju interventnih dijagnostičkih postupaka u krvnim sudovima kao npr. ugradnja stenta u lumen arterije.

S velikim uspehom se MSCT primenjuje za prikaz torakalnih organa - pluća, pleura, bronhi, magistralni krvni sudovi i limfni čvorovi i šupljih organa kao što je srce, a to su ujedno i područja u kojima je magnetna rezonanca (MR) manje uspešna pa se dijagnostičke vrednosti ovih metoda dopunjuju.



**Slika 2.** Melanoma malignum desnog oka. MSCT orbita. Desno u očnoj jabučici, zadnjem polu, mekotkivna, hipodenzna promena, napred oštro ocrtane konture, jasano odvojena od staklastog tela, a pozadi se stapa sa strukturama zida očne jabučice (23)

Magnetna rezonanca (MR, Magnetno rezonantna tomografija - MRT, Nuklearna magnetna rezonanca - NMR, engleski: Magnetic Resonance Imaging – MRI) je nejonizujuća, neinvazivna radiološka metoda pregleda kojom se vizualizuju i dijagnostikuju anatomska, morfološka i funkcionalna stanja organa ljudskog tela (1,4,6,8,12,14-17,19).

Američko udruženje radiologa je 1983. g. je predložilo da se iz naziva nuklearna magnetna rezonanca, izostavi naziv nuklearna. Tako je NMR dobila novi naziv – magnetno rezonantna tomografija (MRT) ili samo magnetna rezonanca (MR). To je učinjeno da bi se otklonile negativne predrasude prema jonizujućem zračenju i strah od radijacije tokom radiološkog pregleda, rada u nuklearnim elektranama, eksplozije atomske borbe, već vidjenih slika od bačene atomske bombe na Hirošimu (6. avgust 1945.g., Japan) i Nagasaki (9. avgust 1945.g., Japan), a svakako treba spomenuti i nuklearne katastrofe na ostrvu Tri Milje (1979., SAD, Pensi-Ivanija), Černobilj

(1986., SSSR, danas Ukrajina) Fukušima (2011., Japan) i dr.

Štetnog dejstva tokom MR pregleda nema. Pa ipak, jedan deo energije tokom MR pregleda biva apsorbovana u ljudskom telu. Manifestuje se osećajem toplote, svetlucanjem u očima, glavoboljom i drugim simptomima. Kontraindikacije za MR pregled su implantirana metalna tela - veštački kuk, pejsmejker i dr.

Rad MR se zasniva na primeni jakog homogenog magnetnog polja do 4T (tesla) i savremene računarske tehnike za obradu virtualne MR slike u digitalnu. Signali (radio frekventni talasi) iz jezgra atoma vodonika ( $^1\text{H}$ ), kojeg u ljudskom telu ima u izobilju, se registruju, snimaju, analiziraju i uz pomoć računara prevode iz virtualne u realnu digitalnu MR sliku (tomogram, presek ili sken). Digitalne MR slike se prikazuju na TV monitoru, a zapisuju laserom na film i/ili na CD (elektronski zapis, e – zapis).

Magnetna rezonanca orbita i oka je metoda pregleda kojom se postiže suptilnija i bolja vizualizacija oka i orbite. Njena prednost u odnosu na ostale radiološke metode pregleda je u tome što je prikladna za pregled bolesnika u kojih je nalaz standardnih radioloških metoda pregleda (orbita, optičkih kanal, hipofize, paranazalnih šupljina, kranijuma i dr.), kompjuterizovane tomografije (CT) (2), ultrazvuka (EHO) oka i orbita (7,20) i drugih radioloških metoda bio neuverljiv ili nedovoljan, ili su bolesnici alergični na jedno kontrastno sredstvo (JKS) (21).

Prednost u odnosu na ostale standardne radiološke metode pregleda je što MR nema jonizujućeg zračenja (4,6).

U nekim slučajevima MR zahteva primenu magne-tnorezonantnog kontrastnog sredstva (MRKS) koje sadrži gadolinijum ( $^{64}\text{Gd}157$ ), a njegova primena utiče na cenu MR pregleda. Primena kompjuterske tehnike u vidu MR opcija (tehnik pregleda MR) npr. angio (engleski: Magnetic resonance imaging angiography - MRA), 3D (3D MR), spektroskopija (engleski: Magnetic resonance spectroscopy - MRS) i druge tehnike pregleda MR, obogatila je radiološku sliku oka i orbite, a pregled je učinjen suptilnijim, preciznijim i skupljim.

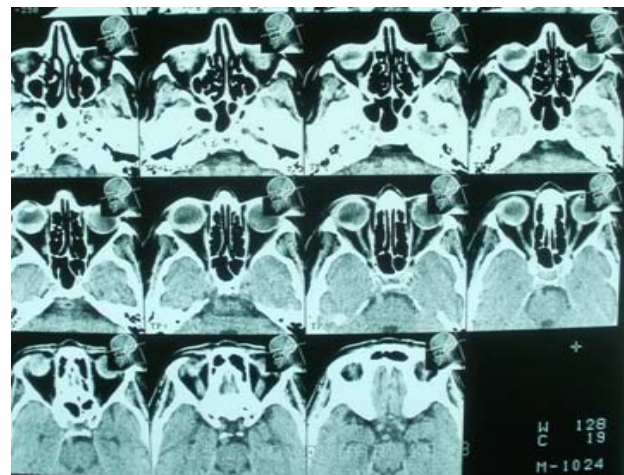
Od relevantnog značaja je upotreba magnetno rezonantne spektroskopije (engleski: Magnetic resonance spectroscopy - MRS) koja predstavlja poseban vid MR imidžing dijagnostike (4,6), a dopunjava standardni MR pregled. To je neinvazivna metoda pregleda kojom se određuje hemijska karakteristika tkiva, što je od relevantnog značaja za radiologa, oftalmologa, neurologa, patohistologa, onkologa i

lekara druge specijalnosti. Da bi se koristila neo-phodno je da MR aparat poseduje instaliran program magnetno rezonantne spektroskopije.

Magnetna rezonantna spektroskopija (MRS) predstavlja metodu pregleda tokom koje se iz određenih delova tela npr. mozga, oka i patoloških promena u tkivu dobijaju signali pomoću kojih se može, kao kod standardne spektroskopije odrediti molekularna struktura tkiva. Dok standardni MR koristi signal od vodonikovih protona da formira anatomsku sliku oka, orbite, mozga i drugih organa, dotle MRS koristi ove signale da odredi koncentraciju moždanih metabolita, kao što su N-acetyl aspartat (NAA), holin (Cho), kreatin (Cr), laktat i druge hemijske komponente ljudskog tela.

Najrasprostranjenija klinička primena MRS je u dijagnostici tumora centralnog nervnog sistema (CNS), oka, orbite i u drugim delova tela. Nažalost MRS ima svoju ograničenu primenu i nije uvek specifična, ali, sa dobrom tehnikom i ukombinaciji sa kliničkim informacijama i standardne magnetne rezonance, može biti veoma korisna u dijagnostici patoloških stanja i oboljenja oka i orbite, prvenstveno u dijagnostici tumora.

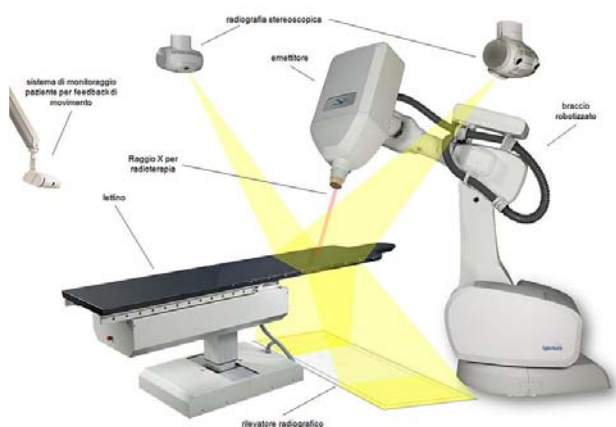
Na Slici 3. data je MR slikovna i histogramaska komparacija normalnog moždanog parenhima (levo) i moždanog parenhima zahvaćenog gliomom (desno).



**Slika 3.** Radiološki nož (sajber nož, engleski: cyberknife) je radiohiruški robotski sistem dizajniran za lečenje tumora bilo gde u telu – oko, orbita, mozak, kičmena moždina, pluća, jetra, pankreas, bubreg, prostata i dr. koji donosi potpuno novi pristup radiohirurgiji.

Komponente radiološkog noža su: pacijent sto, linearni akcelerator, robot manipulator, sistem za rendgenskopiju i detektori (Slika 4) (24).





**Slika 4.** Robotika radiološkog noža omogućava kontinuirano praćenje tumora, detekciju kretanja tumora i pacijenta i automatski diriguje isporuku zračne terapije, bez potrebe da se manualno menja položaj pacijenta, da se prekine zračenje i sl. čime bi se usporila terapija lečenja.

Radiološki nož je robotizovan sistem sa jednim izvorom zračenja, energijom od 6 MV, sa pin tačnošću i submilimetarskom preciznošću iz bilo kog pravca, precizno usmerenom energijom zračenja na sam tumor uz minimalno štetno dejstvo na susedno zdravo tkivo i okolne strukture tkiva. Radiološki nož pruža radiohirurgiju lečenje po fazama, odnosno da se ukupna doza zračenja podeli na dve do pet manjih doza u narednih nekoliko dana, što je od efekta kod lečenja tumora velikih dimenzija.

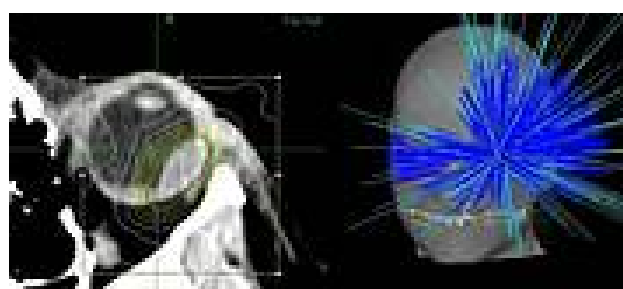
Radiološki nož ima mogućnost da prati poziciju tumora tokom lečenja i da automatski podešava terapiju zračenja. Neinvazivan je, a za razliku od drugih sistema radiohirurgije radiološki nož ne zahteva invazivni tretman glave, oka, orbite ili tela bolesnika. Lečenje onkoloških bolesnika radiološkim nožom smanjuje rizik od komplikacija i dugotrajni oporavak koji su ustaljeni kod tradicionalne hirurgije. Po završetku lečenja radiološkim nožom bolesnik se može vratiti svojoj kući, porodici i redovnim svakodnevnim obavezama.

Indikacije za primenu radiološkog noža su:

- tumori oka: uvealni melanom (Slika 5) (25), meninge-om nervus optikus i dr.;
- tumori mozga - meningeom, adenom hipofize, akustični neurinom, ostali neurinomi, metastaze, arteriovenske malformacije, neuralgija trigemina, hemangioblastom, tumori jugularnog foramena i dr.;
- tumori medule spinalis: meningeom, neurinom, metastaze, hemangioblastom i dr.;
- bol koji izaziva tumorski proces;

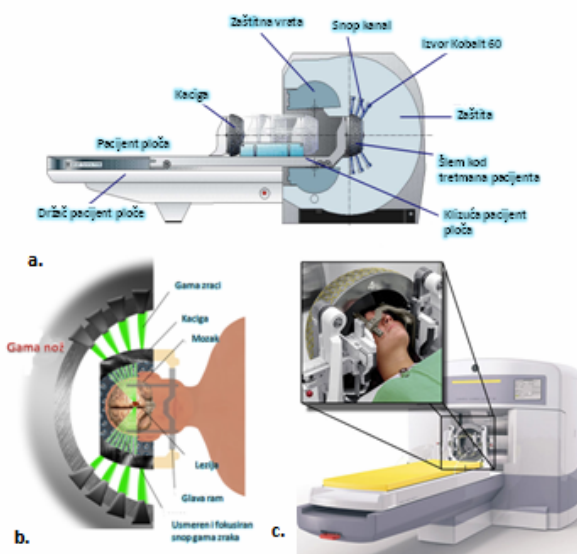
- maligni tumori perifernih nerava;
- pluća: solitarna metastaza, prva faza primarnog karcinoma i dr.;
- urosistem: prva faza tumora bubrežnih ćelija, karcinom prostate i dr.;
- tumori jetre
- i drugih tumora bilo gde u telu.

Na Slici 5 prikazana je digitalna slika radiološkog noža u zračenju tumora melanoma uvee (25). Prikazani su CT desne orbite i planer radiološkog noža melanoma uvee desnog oka. Na planeru vizualizuju se na stotine kosih gredica označene plavom bojom koje konvergiraju u tumor uvee uz minimalno oštećenje okolne anatomske strukture oka.



**Slika 5.** Gama nož (engleski: gamma knife) je radiohirurški informacioni sistem dizajniran za lečenje tumora mozga, koji donosi potpuno novi pristup radioterapiji i radiohirurgiji (13,26,27).

Komponente gama noža su: pacijent sto (pacijent tabla), izvori kobalta 60, snop kanali, šlem kaciga, kaciga, žaštitni omotač aparata (Slika 6 a.).



**Slika 6.** Komponente gama noža Napredna tehnologija gama noža omogućila je bezbolno lečenje tumora mozga,

bez hirurškog otvaranja lobanje bolesnika, već usmerenom i fokusiranom energijom gama zraka radioaktivnog elementa kobalt-60 (Co60) kroz 201 otvor. Zračenje gama nožem je precizno i usmereno na sam tumor. Lečenje onkoloških bolesnika gama nožem smanjuje rizik od komplikacija i dugotrajni oporavak koji su ustaljeni kod tradicionalne neurohirurgije. Po završetku lečenja gama nožem bolesnik se vraća svojoj kući, porodici i svakodnevnim obavezama.

Na Slici 6 b. dat je šematski prikaz rada gama noža. Zelenom bojom su označeni usmereni i fokusirani gama zraci na leziju mozga.

Indikacije za primenu gama noža su:

- tumori mozga - meningeom, neurinomi, metastaze;
- adenom hipofize;
- arteriovenske malformacije;
- pinealni tumori;
- trigeminalne neuralgije;
- neurinom akustičkog nerva;
- esencijalni tremor;
- Parkinsonova bolest i dr.

Gama nož predstavlja bezbolnu, neinvazivnu alternativu za pacijente sa inoperativnim tumorom mozga, pacijente sa tumorom koji zahteva složenu hiruršku intervenciju ili pacijente sa alternativnim hirurškim intervencijama.

Gama nož koristi zračnu energiju gama ( $\gamma$ ) zraka iz atomskog jezgra radioaktivnog kobalta (Co60). Gama zraci oštećuju, narušavaju i uništavaju dezoksiribonukleinsku kiselinu (DNK) tumorskih ćelija, onemogućujući im reprodukciju i rast. Posledica toga je smanjenje veličine tumora do potpunog uništenja.

Kod arteriovenskih malformacija krvni sudovi se zatvaraju u potpunosti posle tretmana gama nožem.

Da bi se primenila energija gama zraka, potrebno je prethodno odrediti pomoću kompjuterizovane tomografije (CT) i/ili magnetne rezonance (MR) mesto tačne lokalizacije tumora. Nakon CT i/ili MR imidžinga, radioterapijski tim pristupa planu lečenja gama nožem. Radioterapijski tim čine radioterapeut, radiolog, neurohirurg, oftalmolog, onkolog, fizičar, rendgentehničar i medicinska sestra. Rezultati CT i/ili MR skeniranja zajedno sa drugim relevantnim informacijama bivaju upotrebljeni od strane fizičara u određivanju doze zračenja gama nožem.

Bolesnik sa tumorom mozga postavlja se na pacijent ploču da leži, a glava se stavlja u perforiranu kacigu sa 201 otvor. Otvori na kacigi usmeravaju i fokusiraju gama zrake. U zavisnosti od tumora lečenje gama nožem traje nekoliko minuta do nekoliko sati. Generalno,

samo jedna seansa lečenja je potrebna za zračenje lezije.

Na Slici 6 c. dat je prikaz pozicioniranja bolesnika u aparatu gama nož.

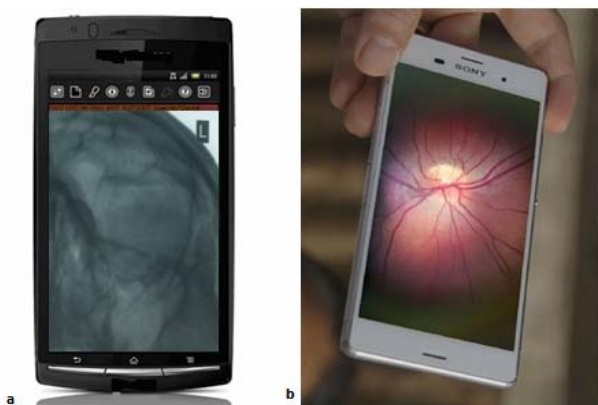
Radiološki informacioni sistem (RIS) predstavlja tehnološko rešenje informacije i modernizacije rada savremenog radiološkog centra i prelazak sa papirnog i filmskog na potpuno elektronsko poslovanje i digitalne snimke. RIS stvara digitalni radiološki centar u kojem su informacije uvek dostupne na pravom mestu i u pravo vreme uz sigurnost i poverljivost podataka (9,11,28). Da bi RIS funkcionisao neophodni su infrastruktura (mreža), računarski hardver (engleski: computer hardware), softver (engleski: software), DICOM (engleski: Digital Imaging and Communications in Medicine), PACS (engleski: Picture Archiving and Communication System), HL7 (engleski: Health Level Seven), digitalni rendgen aparati (digitalna radiologija, ehosonografija, CT, MR, mobilna radiologija, teleradiologija, i dr), obučeni kadar i dr. RIS podrazumeva veliki disk prostor neophodan za skladištenje ogromnog broja podataka, i to u obliku digitalnog zapisa, kao i zahteva da se radiološki pregledi bolesnika moraju čuvati određeno vreme. Sve to ima za posledicu da je brzina pristupa podacima različita, što zavisi i od "starosti" pregleda.

Ističemo, da je RIS jedan od najnaprednijih i najrazvijenih zdravstvenih informacionih sistema. Razlog tome je veliki broj modaliteta koji objedinjuje RIS, a to su: digitalna radiologija, kompjuterizovana radiologija, kompjuterizovana tomografija (CT), magnetna rezonanca (MR), ehosonografija, angiografija, mamografija, mobilna radiologija, teleradiologija, stomatološka radiologija, ortopantomografija, radioterapijski aparati, radiohirurški aparati - gama nož, radiološki nož i drugi radiološki aparati.

Na osnovama RIS razvio se i oftalmološki informacioni sistem (OIS) kao i drugi medicinski informacioni sistemi (1,15).

RIS i OIS su kompatibilni i kao takvi objedinjuju se u jedinstven informacioni sistem (Slika 7) (23). Informacije koje RIS i OIS razmenjuju u cilju integracije u jedinstven informacioni sistem bile bi: registar pacijenata (podaci novog pacijenta, ažuriranje podataka postojećeg pacijenta, i dr.); pregled pacijenta (koja vrsta pregleda se traži, ko traži radiološki pregled, uputna dijagnoza, hitnost, i dr.); status pregleda i izveštaj (radiološki nalaz, oftalmološki nalaz, laboratorijski nalaz, izveštaj lekara druge specijalnosti i dr.); isporuka nalaza; distribucija nalaza pacijentu; sinhronizacija podataka RIS i OIS (metode pregleda, lekari, odeljenja, i dr.) i druge informacije.





**Slika 8.** Releventne karakteristike mobilnog telefona za potrebe radiologije su: ekran dijagonale od 3 inča, svetlost od 250 cdL, RAM memoriju od 256 Mb, procesor od 800 Mhz i mobilni internet koji podržava HTML5 standard i Javascript

Mobilna radiologija preko mobilnog telefona samo je jedna od karika mobilne radiologije i teleradiologije. Primena mobilnog telefona u teleradiologiji pruža da radiološke slike i druge relevantne medicinske informacije postanu dostupne svuda, na bilo kom terenu u realnom vremenu.

Mobilna radiologija preko mobilnog telefona doprinela je razvoju mobilne oftalmologije preko mobilnog telefona (Slika 8 b.), koja je kompatibilna sa mobilnom radiologijom preko mobilnog telefona.

Mobilna oftalmologija preko mobilnog telefona, genijalna zamisao, predstavlja jednu od karika teleoftalmologije i novi trend u oftalmologiji. Primena mobilnog telefona u teleoftalmologiji učinila je da oftalmološke i druge relevantne medicinske informacije postanu dostupne svuda, na bilo kom terenu u realnom vremenu.

U oftalmologiji za mobilnu oftalmologiju putem mobilnog telefona od značaja bi bio smart mobilni telefon, preko kojeg bi se zadovoljile potrebe teleoftalmologije koja bi postala relevantna i daleko veća od trenutne realne stvarnosti.

Primena smart mobilnih telefona za potrebe mobilne oftalmologije pokazala je veliku efikasnost u dijagnostici makularne degeneracije, glaukoma, katarakte, prednjeg segmenta oka i dr. Smatra se da će inicijalna primena smart mobilnih telefona za potrebe mobilne oftalmologije biti prvenstvena u lečenju dijabetične retinopatije.

Teleradiologija i teleoftalmologija današnjice osmišljavaju nove trendove u radiologiji i oftalmologiji, čineći ih kompatibilnim sa daljim evoluiranjem radiologije i oftalmologije u budućnosti.

### Zaključak

Autori su prikazali nove trendove radiologije u oftalmologiji - digitalna radiologija, kompjuterizovana tomografija, magnetna rezonancija, magnetno rezonantna spektroskopija, radiološki nož, gama nož, radiološki informacioni sistem sa oftalmološkim informacionim sistemom, teleradiologiju sa teleoftalmologijom, mobilnu radiologiju sa mobilnom oftalmologijom, mobilnu radiologiju preko mobilnog telefona sa mobilnom oftalmologijom preko mobilnog telefona. Teško je proceniti u kom pravcu će se dalje razvijati integracija radiologije i oftalmologije, ali je sigurno da sjedinjene i prožete zajedno, i radiologija i oftalmologija, dobijaju futurističke dimenzije i vode ka očuvanju zdravlja, očiju i pogleda koji sve otkriva

### References

1. Veselinović D, Veselinović A, Cvetanović M: Neuritis vidnog živca. Galaksijanis. Niš. 2015.
2. Babić RR, Stanković-Babić G, Babić S, Marjanović A, Babić N, Jevtić N: Kompjuterizovana tomografija u dijagnostici patoloških stanja i oboljenja oka i orbite. Acta Ophthalmologica 2015; 41 (2):15-19.
3. Babić RR, Stanković-Babić G, Babić S, Marjanović A, Pavlović MD, Pavlović ML: Gama nož. Apollinem Medicum et Aesculapium. 2015; 13 (1): 35-38.
4. Babić S, Ivanković N: Tehnike snimanja u magnetnoj rezonanci. Seminarski rad. Medicinski fakultet Univerziteta u Nišu. 2014.
5. Babić RR, Stanković-Babić G, Vujanović M, Cekić S, Đorđević-Jocić J, Pavlović-Radojković A: Kraniostenoze – rendgenološko-oftalmološki aspekti. Acta Ophthalmologica 2014;40(1):25-29.
6. Babić RR, Babić S, Marjanović A, Pavlović MD, Pavlović M, Stanković-Babić G: Magnetna resonance. Materia Medica 2014; 30 (2): 1121.1130.
7. Babić RR, Babić S, Marjanović A, Pavlović MD, Rančić S, Milošević S, Rančić Lj: Ultrazvuk-doze posledice rizici. Apollinem Medicum et Aesculapium. 2014; 12(3): 31-38.
8. Babić RR, Babić S, Marjanović A: Sekvence magnetne resonance. Apollinem Medicum et Aesculapium. 2013; 11(4): 33-41.
9. Babić RR, Stanković-Babić G, Babić S, Marjanović A: Radiološki informacioni sistem - brend u radiologiji. U knjizu prof. dr S. Strahinjica, doc dr N. Pavlovića i dr sc. RR Babića - Novi trendovi u nefrologiji. Sven Niš. Niš. 2013.
10. Babić RR, Stanković-Babić G: Povrede oka iz vatrenog oružja - rendgenološki prikaz dva



- bolesnika. Acta Ophthalmologica 2013; 39 (1-2): 27-31.
11. Babić RR, Milošević Z, Stanković-Babić G: Web technology in health information system. Scientific Journal of the Faculty of Medicine in Niš: 2012; 29 (2): 81-87.
  12. Stanković-Babić G, Oros A, Cekić S, Vujanović M, Babić RR: Unilateral optic nerve aplasia associated with microphthalmos. Vojnosanitetski Pregled 2012; 69 (3): 286-290.
  13. Babić RR, Stanković-Babić G: Periorbitalno strano telo dijagnostikovano Agfa CR-30 digitalnim procesorom. Acta Ophthalmologica 2012; 38 (1-2): 28-31.
  14. Cekić S, Risimić D, Stanković-Babić G, Babić R, Jovanović I, Djordjević-Jocić J: Papilaedema as a diagnostic challenge – report of three cases. Cent Eur J Med 2012; 7 (1): 100-107.
  15. Zlatanović G, Veselinović D, Jovanović P: Oftalmologija. Galaksija – Niš. Niš. 2011.
  16. Babić RR, Stanković-Babić G: Radiološke metode pregleda u dijagnostici patoloških stanja oboljenja oka. Acta Ophthalmologica 2007; 33 (1-2): 12-16.
  17. Babić RR, Stanković-Babić G: Rendgenološko-oftalmološka slika bolesnog oka. Acta Ophthalmologica 2007; 33 (1-2): 17-22.
  18. Babić RR, Stanković-Babić G, Zlatanović G, Živić M, Višnjić Z, Djordjević-Jocić J, Tomašević B, Dinić Z, Dinić S: Dijagnostičke mogućnosti radioloških metoda pregleda u dijagnostici patoloških stanja i oboljenja oka. Acta Medica Medianae 2006; 4: 46-49.
  19. Kanski JJ: Clinical ophthalmology. Butterworth Heinemann. Edinburg, London, New York, Philadelphia, St Louis, Sydney, Toronto. 2003.
  20. Stanković-Babić G: Ehosonografske karakteristike kratkovidosti kod dece školskog uzrasta od 7 - 14 godina. Magistarski rad. Medicinski fakultet. Univerzitet u Beogradu. Beograd. 1992.
  21. Babić RR. Neželjene pojave od kontrastnih sredstava pri urografiji sa predlogom mera za smanjenje rizika. Doktorska disertacija. Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu. Beograd. 1998.
  22. Blagojević M, Litričin O: Oftalmologija. Medicinska knjiga Beograd/Zagreb 1984.
  23. Babić RR: Filmoteka - rendgenogrami stečeni višegodišnjim radom u struci od 1991-2016.g.
  24. CyberKnife. MultiCare BetterConnected. <http://www.multicare.org> (poslednje otvaranje: jul 2016.)
  25. CyberKnife Treatments. <http://www.a1med.net> (poslednje otvaranje: jul 2016.)
  26. Gamma knife. <http://www.urmc.rochester.edu> (poslednje otvaranje jul 2016.)
  27. An eye technology: gamma knife & cyberknife. <http://www.cduma.com/blog/an-eye-on-technology-gamma-knife-cyberknife> (poslednje otvaranje jul 2016.)
  28. Babić RR, Milošević Z, Stanković Babić G: Teleradiology □ Radiology ad
  29. distance. Scientific Journal of the Faculty of Medicine in Niš 2012; 29(3): 145-151.
  30. Babić RR, Stanković Babić G: Medicina u notafiliji – III deo. Med Pregl 2013; LXVI (5-6): 268-272.
  31. Babić RR, Stanković Babić G: Marie Skłodowska Curie (1867-1934) – Contribution to war radiology development. Acta Medica Medianae 2010(1): 70-72.
  32. Babić RR, Milošević Z, Đinđić B, Stanković-Babić G: Radiology information system. Acta Medica Medianae 2012;51(4):39-46.

## NEW RADIOLOGICAL IMAGING TRENDS IN OPHTHALMOLOGY

Rade R. Babić<sup>1,2</sup>, Gordana Stanković-Babić<sup>3,4</sup>, Strahinja Babić<sup>4</sup>,  
Nevena Babić<sup>4</sup>, Aleksandra Marjanović<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Centar for Radiology, CC Niš

<sup>2</sup>Ophthalmology Clinic, Clinical Center

<sup>3</sup>Niš High Medical School "Hipokrat" Bujanovac

<sup>4</sup>University of Nis, Faculty of Medicine, Niš,

Radiodiagnostic examination methods found and established their place in ophthalmology due to their objectivity and possibilities of radiotherapy methods. Within ophthalmology, radiology has become dominant, relevant, sovereign, unrivalled, indispensable and without competition.

The paper aims to identify and present new radiology trends in ophthalmology today. The paper is based on the knowledge and experience of the author and co-authors gained through many years of professional work, multiannual collection of material, papers published in relevant national and international journals, collection of

radiological images of pathological conditions, and diseases of the eye and orbit consisting of analog and digital radiographs, echotomograms, computed tomography, magnetic resonance imaging scans, schemes, etc., patients' histories of the disease and literature reviews.

The results of the paper show possibilities and advantages of certain radiological methods in ophthalmology by presenting individual radiological methods. They include: digital radiography, computed tomography, magnetic resonance imaging, magnetic resonance spectroscopy, radiology knife, gamma knife, radiology information system, mobile radiology, and radiology through mobile phones.

The authors conclude that it is difficult to assess in which direction further integration of radiology and ophthalmology will develop, but it is certain that permeated and united together, radiology and ophthalmology receive a futuristic dimension and lead to the preservation of health, eyes and glance that reveals everything. *Acta Ophthalmologica 2016;42(2):10-19.*

**Key words:** radiology, ophthalmology, health

**Kontakt:** Rade R. Babić, radiolog  
Centar za radiologiju KC Niš  
Bulevar dr Zorana Đinđića br. 48  
18000 Niš  
E-mail: gordanasb@open.telekom.rs