




# РАДИО КТИВ



Часопис Удружења РТТНМС | 4. број | Септембар 2021.

ТЕМА БРОЈА

## РАДИОТЕРАПИЈА

**30**   
ГОДИНА  
УДРУЖЕЊА

„КАО ТЕМЕЉ  
БУДУЋИМ  
ГЕНЕРАЦИЈАМА“

  
ГОДИНЕ ВИРУСА

„ТИХИ ХЕРОЈИ“

Мирјана Радовановић  
специјалиста струковни медицински радиолог

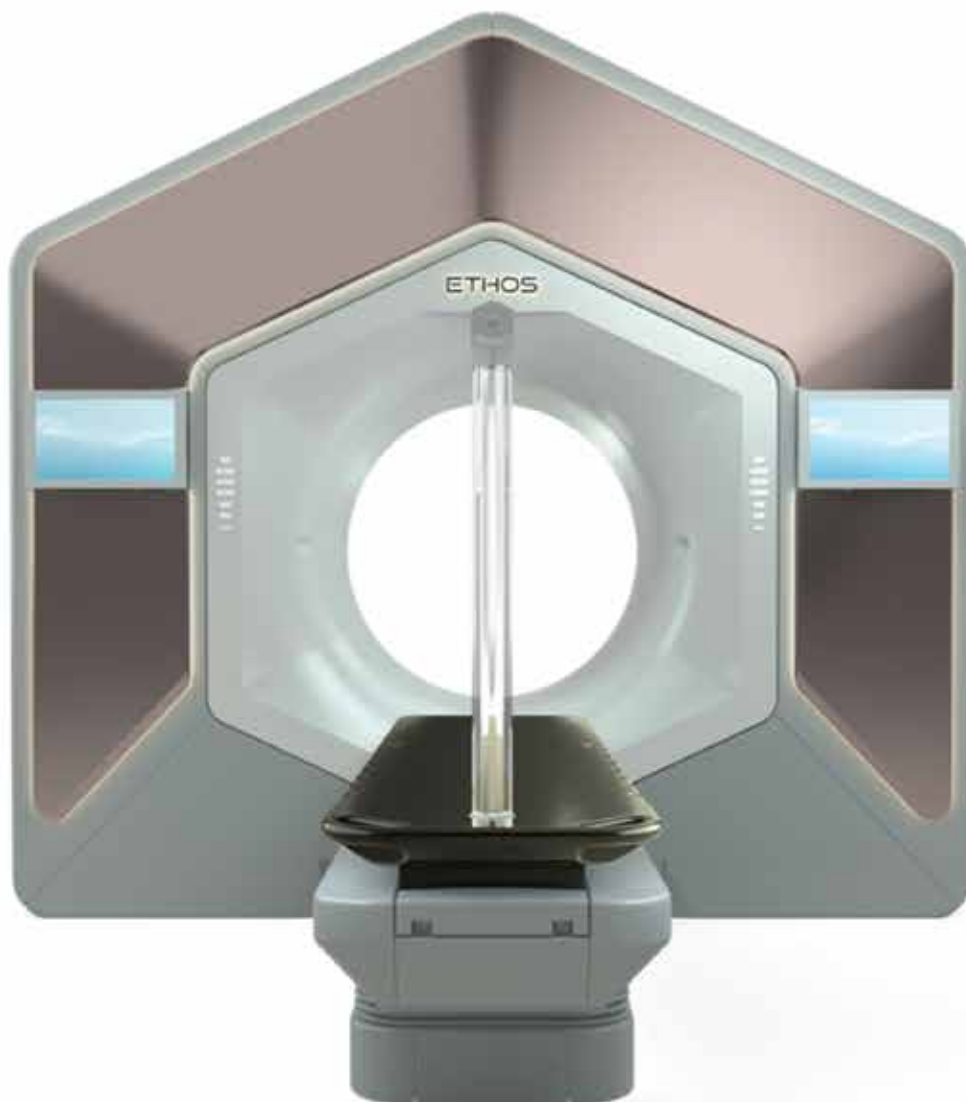
ИНТЕРВЈУ

ПРОФ. ДР  
ДАНИЦА ГРУЛИЧИЋ

САВРЕМЕНА  
ОПРЕМА ЗА  
ПРЕЦИЗНУ  
ДИЈАГНОСТИКУ

**EFRS**  
EUROPEAN FEDERATION OF  
RADIOGRAPHER SOCIETIES





# Ethos™ therapy AI

## Technical Brief



Intelligent software drives Ethos™ therapy throughout the solution. Ethos treatment planning and Ethos treatment management incorporate machine learning, artificial intelligence, and intelligent algorithms. From the first treatment plan in Ethos treatment management to the last plan delivered on the Ethos radiotherapy system. We describe our approaches, algorithms, and machine learning-based tools in the following sections.

Прошло је тешких 18 месеци од почетка пандемије изазване вирусом ковид-19 која је ставила пред велике изазове целокупни здравствени систем, па тако и нас струковне медицинске радиологе. Радиолошки снимак и компјутеризована томографија плућа постали су златни стандард у борби против короне, а ми као запослени изложени захтевима да се сваки пацијент радиолошки обради, у условима када велики број грађана има индикације за такве прегледе. Сlike пацијената, који у реду чекају на снимак деловале су у неким данима као сцене из хорор филма.

Због такве ситуације одлучили смо да 2020 не излази нови број Радиоактива, али живот мора да иде тако да смо у 2021. наставили даље са темом Радиотерапије. Тај део радиологије често је запостављен зато смо желели да посебно истакнемо рад колега у овој области.

Ту су и радови из осталих грана Радиологије. У овој години је и важан јубилеј, тридесет година од оснивања Удружења који са поносом прослављамо. И тада пре тридесет година била су тешка времена, успели смо да опстанемо и да сваке године будемо бољи. Такав рад је постао традиција која обавезује, али и пружа наду за боље сутра.



Бојан Радисавчевић,  
главни и одговорни уредник

## САДРЖАЈ БРОЈ 4

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <p><b>4</b> / УНАПРЕЂЕЊЕ РАДИОТЕРАПИЈСКОГ СИСТЕМА У СРБИЈИ</p> <p><b>6</b> / КЛИНИЧКА ПРИМЕНЕ СТЕРЕОТАКСИЧНЕ РАДИОТЕРАПИЈЕ</p> <p><b>8</b> / ГАМА НОЖ</p> <p><b>12</b> / ПРОЦЕНА ЕФЕКТА</p> <p><b>15</b> / САВРЕМЕНЕ РАДИОТЕРАПИЈСКЕ ТЕХНИКЕ</p> <p><b>17</b> / КТ СИМУЛАЦИЈА ЕНДОКРАНИЈУМА ЗА СТЕРЕОТАКСИЧНИ ТРЕТМАН</p> <p><b>19</b> / СПРОВОЂЕЊЕ РАДИОТЕРАПИЈСКОГ ТРЕТМАНА ПОМОЋУ ЕВН (EXPIRATION BREATH HOLD) ТЕХНИКЕ</p> | <p><b>21</b> / СПРОВОЂЕЊЕ DIBH (DEEP INSPIRATION BREATH HOLD)</p> <p><b>24</b> / ЗНАЧАЈ УЛТРАЗВУЧНОГ НАЛАЗА У ПЛАНИРАЊУ РАДИОТЕРАПИЈЕ КАРЦИНОМА ПРОСТАТЕ</p> <p><b>26</b> / САВРЕМЕНЕ ТЕХНИКЕ РАДИОТЕРАПИЈЕ КАРЦИНОМА ЛЕВЕ ДОЈКЕ</p> <p><b>29</b> / ПАЛИЈАТИВНА ЗРАЧНА ТЕРАПИЈА</p> <p><b>32</b> / РАДИОТЕРАПИЈА ВОЂЕНА МАГНЕТНОМ РЕЗОНАНЦОМ</p> <p><b>40</b> / ИНСТИТУТ ЗА ОНКОЛОГИЈУ ВОЈВОДИНЕ</p> <p><b>42</b> / КЛИНИКА ЗА РАДИОЛОШКУ ТЕРАПИЈУ</p> <p><b>46</b> / ЗНАЧАЈ И УЛОГА ФИЗИКЕ У РАЗВОЈУ САВРЕМЕНЕ РАДИОТЕРАПИЈЕ</p> | <p><b>48</b> ИНТЕРВЈУ<br/>ПРОФ. ДР ДАНИЦА ГРУЈИЧИЋ</p> <p><b>САВРЕМЕНА ОПРЕМА ЗА ПРЕЦИЗНУ ДИЈАГНОСТИКУ</b></p> <p><b>52</b> / ТИХИ ХЕРОЈИ У КБЦ "ДР ДРАГИША МИШОВИЋ"</p> <p><b>56</b> / БИОПСИЈА ПОД КОНТРОЛОМ КТ-А</p> <p><b>61</b> / ПЛУЋНА ПАТОЛОШКА АРТЕРИОВЕНСКА КОМУНИКАЦИЈА</p> <p><b>65</b> / ТЕХНИКА ПРЕГЛЕДА РЕКТУМА МАГНЕТНОМ РЕЗОНАНЦОМ</p> <p><b>74</b> / ЗАШТИТА ОСОБЉА</p> <p><b>78</b> / PERFUZIONA KOMPJUTERIZIRANA TOMOGRAFIJA JETRE</p> <p><b>85</b> / КАО ТЕМЕЉ БУДУЋИМ ГЕНЕРАЦИЈАМА</p> |
|---|---|--|

### ИМПРЕСУМ

Гл. и одг. уредник: Б. Радисавчевић,  
лектор: И. Милошевић, дтп: М. Милошевић,  
фото: Радослав Вучићевић, Тираж: 1000 ком.

е-маил: office@radteh.org.rs, site: http://radteh.org.rs/



РАДИО АКТИВ







# УНАПРЕЂЕЊЕ РАДИОТЕРАПИЈСКОГ СИСТЕМА У СРБИЈИ



Од 2015. године започиње процес значајнијег унапређења РТ система у Србији. У том периоду инсталирано је 15 Линеарних акцелератора-LINAC, Гама Нож, 1 LINAC за Стереотаксичну радиотерапију и радиохирургију, шест КТ Симулатора. Тренутно је у току инсталација два нова LINAC-а и MRI Симулатора на Институту за онкологију и радиологију Србије Београд. У овом моменту у Србији је у употреби 25 LINAC-а за транскутану радиотерапију и пет Брахиотерапијских јединица. По новим стандардима IAEA и ESTRO, услед повећања инциденце малигнух болести и захтева лечења, у смислу да је 60 одсто оболелих усмерено на радиотерапију, препоручује се један LINAC на популацију од 150.000 становника. То значи да би у Србији требало инсталирати још 20 LINAC-а, што указује и на потребу отварања нових центара.

Модернизацијом и унапређењем система

омогућена је примена нових техника, што је знатно утицало на смањења листе чекања и подизања нивоа квалитета услуга. У овом моменту у Србији је могуће извести све признате и модерне радиотерапијске технике и приступе, изузев протонске терапије. 3Д Конформална радиотерапија, IMRT и VMAT су сада стандарне технике у свим центрима. Неурорадиохирургија је доступна у УКЦС-Гама Нож и више нема потребе за упућивање пацијента због те процедуре у иностранство. Стереотаксична радиотерапија и радиохирургија су стандардне технике у истоименом центру УКЦС. Такозване респираторне технике се успешно примењују у већини центара.

Радиотерапијски техничари имају изузетну улогу у целом процесу. У овом моменту у РТ систему Србије ради око 200 РТТ. Унапређење својих вештина стекли су кроз обуке које су организовали произвођачи, али

највише међусобном разменом стеченог знања. Од октобра 2020. при Министарству здравља РС формирана је Радна група за израду протокола за радиотерапију. Радиотерапијски техничари из свих центара имају своју радну групу у оквиру које се дефинишу протоколи за позиционирање, имобилизацију КТ симулацију и верификацију третмана. Остало је још неколико формалности да ти протоколи буду званично усвојени и постану водичи у раду у свим центрима.

**Унапређење система условљава унапређење образовања техничара. У току је поступак акредитације Мастерс студија из области Радиотерапије на Медицинском факултету Универзитета у Београду. Стручно звање је усвојило Национално тело за стручне и академске називе-Струковни мастер радијациони терапеут. Почетак студија се очекује од 2022. године.**





Стереотаксична РТ ЦНС-а / УКЦС



LINAC ELEKTA Versa HD / ИПВ Сремска Каменица



Varian LINAC / КЦ Крагујевац, КЦ Ниш, ЗЦ Кладово



**Стереотаксична радиотерапија и радиохирургија (СРТ/СРХ) представљају неинвазивну технику зрачења интракранијалних и екстракранијалних тумора, у којој се висока доза зрачења испоручује у једној до пет фракција третмана, на мали волумен штедећи нормалне здраве структуре. Због ефикасности, добре локалне контроле и ограничене дуготрајне токсичности, СРТ све више постаје преферирани третман за интракранијалне метастатске лезије, као и туморе мозга величине до три центиметра.**



**С**тереотаксична радиотерапија у Универзитетском Клиничком центру Србије, спроводи се од новембра 2018. године, инсталацијом система за СРТ/СРХ. Систем се састоји од ЛИНАК-а који је опремљен оптичким системом за репозиционирање пацијента по кожи пацијента (SGRT system), системом за респираторне технике (RPM) и системом за праћење покрета органа обележених трансподерима у реалном времену (Calypso system). Третирају се секундарни депозити и бенигни тумори ЦНС-а, метастазе костију, плућа, јетре и панкреаса.

Захтевна техника тражи и захтевнији приступ у процедурама. За третман ЦНС-а потребна је примена специфичних маски састављених из два дела; горња маска са отвором за лице, пиновима који омогућавају корекцију положаја по вертикалној оси и загрижајног блока и дела за поглавину - маска или индивидуално моделује јастуче-овај систем омогућава репозиционирање уз помоћ SGRT система на LINAC-у. Терапијска доза се креће за СРТ од 18-25 Gy у 3-5 фракција или 18-30 Gy у једној фракцији.

**Примена СРТ/СРХ знатно утиче на побољшање квалитета живота пацијента.**



**СТЕРЕОТАКСИЧНА РТ ЦНС-А**



**ТЕРМОПЛАСТИЧНЕ МАСКЕ ЗА СРТ/СРХ ЦНС-А**

СРТ/СРХ - СБРТ (Stereotactic Body Radiotherapy) метастаских промена плућа, јетре и панкреаса подразумева примену респираторних техника, тачније контроле дисања пацијента и испоруку терапијске дозе у слободном дисању (Free Breathing), удаху (Deep Inspiration Breath Hold) или издаху (Expiration Breath Hold). Пацијент се посебно припрема за те технике. Радиотерапијски техничар мора пацијента да научи да дише, што се спроводи вежбањем пре КТ Симулације. Пацијент се позиционира у индивидуалном вакумском јастуку како би се осигурао положај. На пацијента се, у пределу ребара, поставља маркер блок, који омогућава техничару да прати његово дисање. Мали таблет се поставља изнад главе пацијента и омогућава пацијенту да прати своје дисање. Преко аудио комуникације радиотерапијски техничар даје пацијенту упутство када да задржи дах да би дисао нормално. Цела процедура траје око 30 минута.

Терапијске дозе се крећу од 30 до 50 Gy у пет фракција или 25-30 Gy у једној фракцији. Примена СРТ/СРХ за све регије ЗАХТЕВА обавезну свакодневну верификацију третмана са СВСТ – конусни сноп КТ.



**СБРТ ТРЕТМАН СА РЕСПИРАТОРНИМ ТЕХНИКАМА**

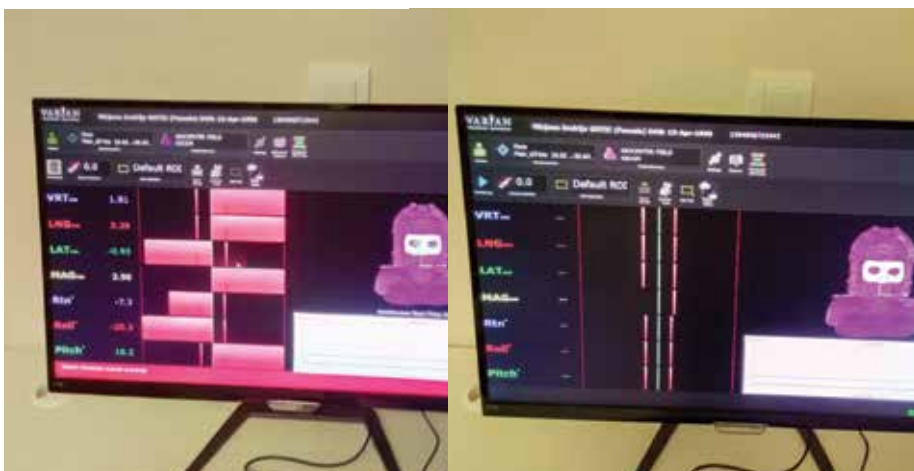
📷 Положај пацијента на линац-у



**МАРКЕР БЛОК ЗА РЕСПИРАТОРНЕ ТЕХНИКЕ**



📷 слика на таблету пацијента

**ПРИКАЗ ДИСАЊА ПАЦИЈЕНТА НА КОНЗОЛИ КОЈИ ПРАТИ РТТ****ПРИМЕНА СГРТ СИСТЕМА**

Пацијент се позиционира у индивидуалном вакумском јастуку како би се осигурао положај. На пацијента се, у пределу ребара, поставља маркер блок, који омогућава техничару да прати његово дисање. Мали таблет се поставља изнад главе пацијента који омогућава њему да прати своје дисање.



✍ Текст пише

**Илија Чурић**

Радиотерапијски техничар  
Главни РТТ Одељења радиохирургије целог тела Икс Нож, УКЦС  
Председник Српског удружења радиотерапијских техничара  
Члан ESTRO RTT Committee

# ГАМА НОЖ

ПЕТ ГОДИНА ОД ОСНИВАЊА НАЦИОНАЛНОГ ЦЕНТРА  
ЗА СТЕРЕОТАКСИЧНУ РАДИОХИРУРГИЈУ У СРБИЈИ



**Стереотаксична радиохирургија- Гама нож је савремена радиотерапијска техника, где је зрачни волумен или „мета“ прецизно дефинисана у три димензије. Зрачним третманом испоручујемо високу дозу радијације, најчешће у једном акту или фракцији, уз постојање могућности фракционисаног спровођења третмана уз максимум пет фракција.**



Гама нож користи вештачки радиоактивни изотоп кобалт 60 (Co 60), са временом полу-распада од 5,26 година који је емитер гама зрачења.

Концепт стереотаксичне радиохирургије осмислио је шведски неурохирург др Ларс Лексел, који се сматра утемељивачем ове неурохируршке дисциплине. Лексел 1951 године објављује принцип радиохирургије. Први третман је спровео др Лексел

користећи конвенционалну рентгенову лампу да озрачи пацијента који је патио од тригеминалне неуралгије. Први апарат је представљен 1968. године и користио се у области функционалне неурохирургије.

Гама нож јединица представља најсавременије достигнуће у области радиохирургије, која је објединила две гране медицине, радиотерапију и неурохирургију. Сврха овог уређаја је прецизно озрачивање туморске промене, уз минимално оштећење околног здравог ткива.

Први модел апарата конструисан је 1968. године, а од тада је конструисано неколико генерација апарата, упоредо са развојем техника зрачења.

Национални центар за стереотаксичну радиохирургију у склопу Клинике за Неурохирургију Клиничког Центра Србије почео је да ради 3.11.2015. након вишегодишњих напора да се апарат овакве намене набави, што је умногоме олакшало лечење пацијената који су пре тога упућивани у иностранство. Набављен је апарат компаније Електа модел "Perfection".

## ИНДИКАЦИЈЕ:

Стереотаксична радиохирургија данас обухвата широк спектар дијагноза које се могу третирати гама ножем. Индикацију за стереотаксични третман може поставити неурохирург, као и радијациони онколог. Велику улогу, такође, има и медицински физичар који са лекарима учествује у прављењу најбоље стратегије за реализацију стереотаксичног третмана.

## Најчешће патологије које срећемо у пракси су:

### Малигни тумори:

- примарни (астроцитоми, хордоми.)
- секундарни (метастазе)

### Бенигни тумори:

- менингеоми, вестибуларни шваноми (тумори слушног нерва), хемангиобластоми, тумори хипофизе, тумори гломуса.

### Васкуларни поремећаји:

- артериовенске малформације, каверноми.

### Функционални поремећаји:

- епилепсије, паркинсонова болест и тригеминалне неуралгије.

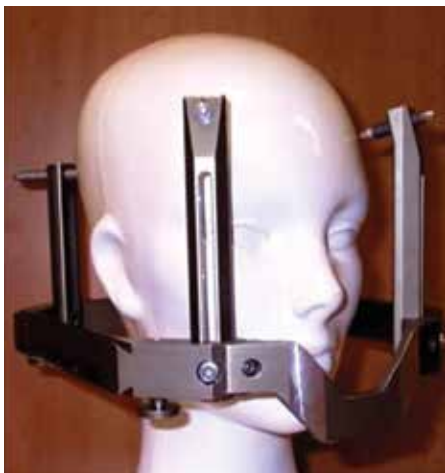
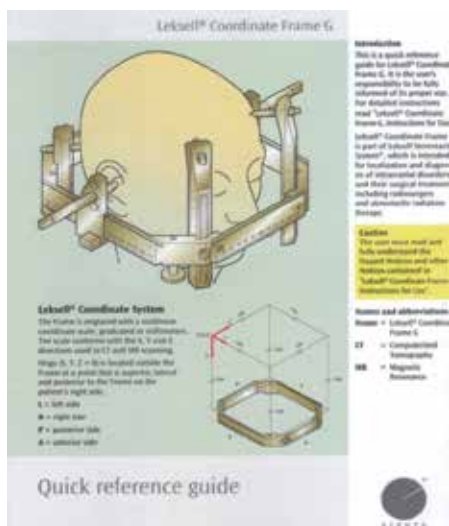
Контраиндикације за третман гама нож радиохирургијом су величина промене (већа од 3 цм), волумен, број и локализација туморских промена, опште стање пацијента, лоша бубрежна функција (повећане вредности уреје и креатинина), остеопороза костију.





**ПОСТУПАК:****Апликација Лекселовог стереотаксичног рама (Leksell stereotactic frame):**

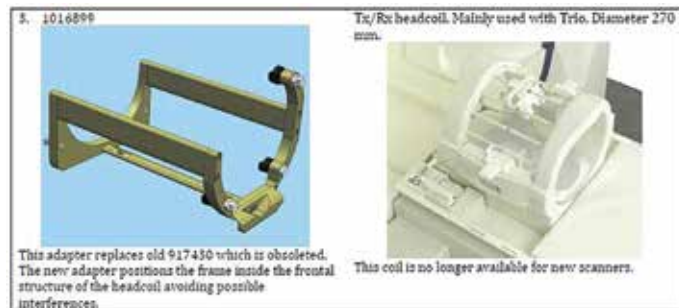
У циљу обезбеђивања тачности тродимензионалног (CT, MRI) и дводимензионалног (ДСА) стереотаксичног имицинга и терапије гама ножем користимо Лекселов стереотаксични рам. Стереотаксични рам мора бити компатибилан са свим дијагностичким процедурама и мора да обезбеди дефиницију сваке тачке унутар стереотаксичног простора. Такође, мора да осигура ригидност, стабилност и прецизност за време целог процеса, укључујући имицинг и зрачење, као две најбитније процедуре. Лекселов рам користи картезијанске координатни систем који се састоји од три ортогоналне „X, Y и Z“ координате. Рам се апликује на лобању пацијента и фиксира помоћу посебно дизајнираних шраFOVa.

**☑ Лекселов рам пласиран на фантому****ИМИЦИНГ**

Имицинг је круцијалан у радиохирургији. Магнетна резонанца је примарна метода избора за све пацијенте који се третирају гама нож радиохирургијом. Компјутеризована томографија се као имицинг метода користи када је магнетна резонанца контраиндицирана. Стереотаксични имицинг спроводи се након апликације стереотаксичног рама. На апликован стереотаксични рам постављају се специјалне индикаторске кутије са фидуцијалним маркерима. За сваку имицинг методу постоје посебне индикаторске кутије. Након имицинга, када су све анатомске структуре и регије од интереса приказане, фидуцијални маркери се користе за просторну дефиницију слике. Апарати који се примењују за стереотаксични имицинг су јачине од 1.5. Т и они су стандард

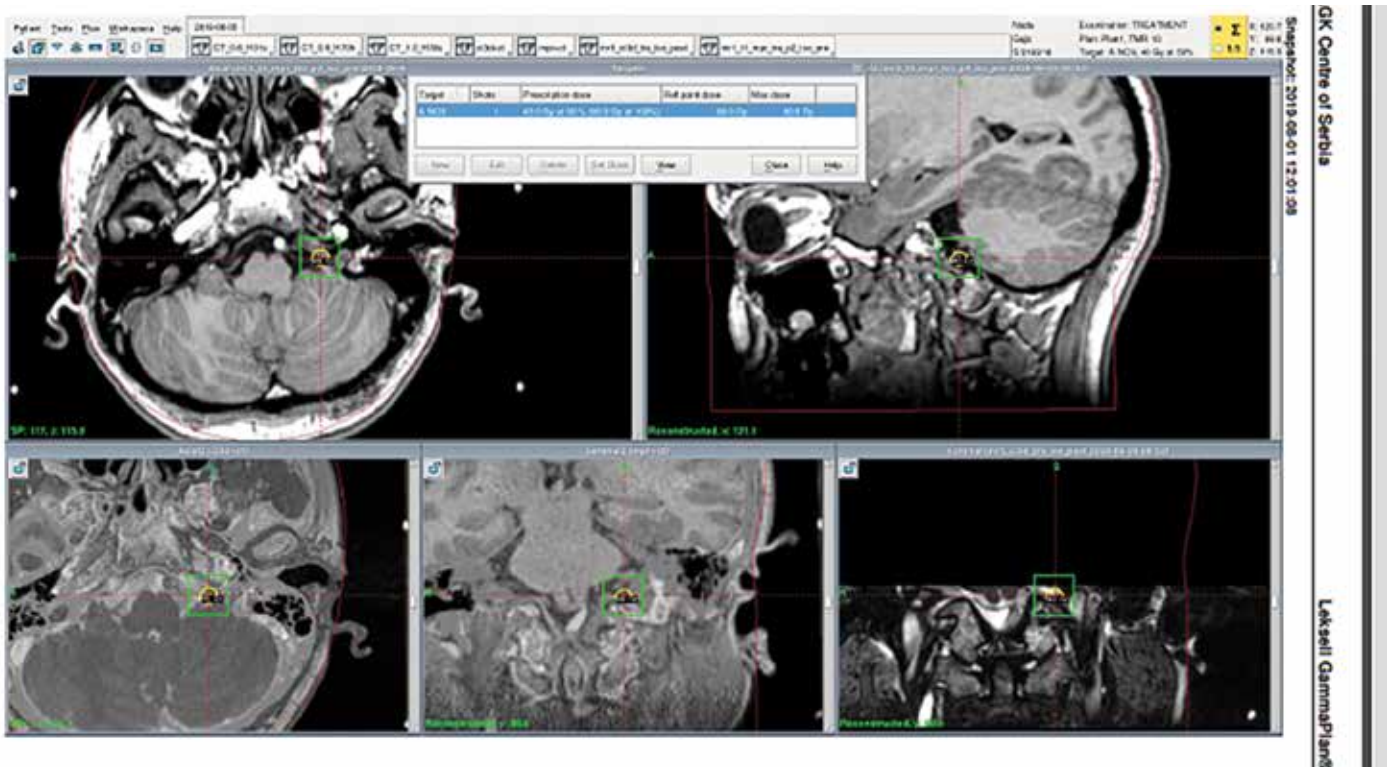
за стереотаксични имицинг, док се у изузетним ситуацијама могу користити и апарати јачине 3 Т. За сваку дијагнозу која се третира радиохирургијом постоји строго дефинисан стереотаксични имицинг протокол од којег се одступа само у изузетним ситуацијама. Стереотаксични имицинг се разликује по много чему од дијагностичког. Најпре због стереотаксичног рама са којим пацијент иде на снимање, протоколи за снимање су знатно другачији, дебљина слоја је другачија, обично нема размака међу слојевима, раде се у одређеним равнима. За стереотаксични имицинг је потребна и индикаторска кутија, која садржи фидуцијалне маркере, који служе за дефинисање стереотаксичног простора и омогућава планирање у Лекселовом систему за планирање.

**Имицинг је круцијалан у радиохирургији. Магнетна резонанца је примарна метода избора за све пацијенте који се третирају гама нож радиохирургијом. Компјутеризована томографија се као имицинг метода користи када је магнетна резонанца контраиндицирана.**

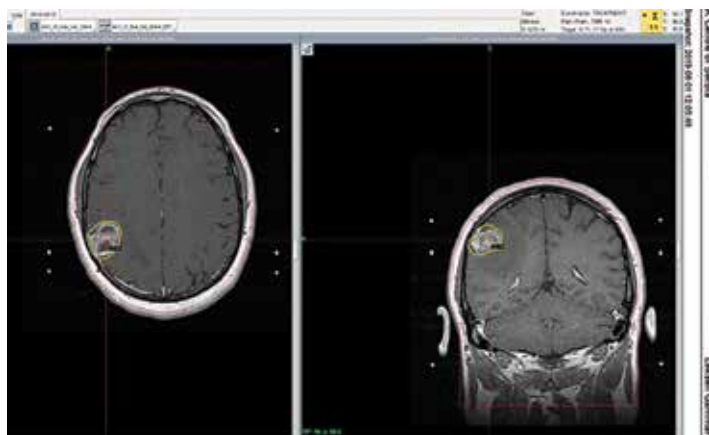
**☑ Завојница и адаптер за стереотаксични рам за МР уређај Avanto 1.5. Т****☑ “Open face” индикаторска кутија за магнетну резонанцу**

# РАДИОХИРУРШКИ ТРЕТМАН

Након завршеног плана, он се екпортује путем мозаик онколошког система на радну станицу апарата за зрачење.



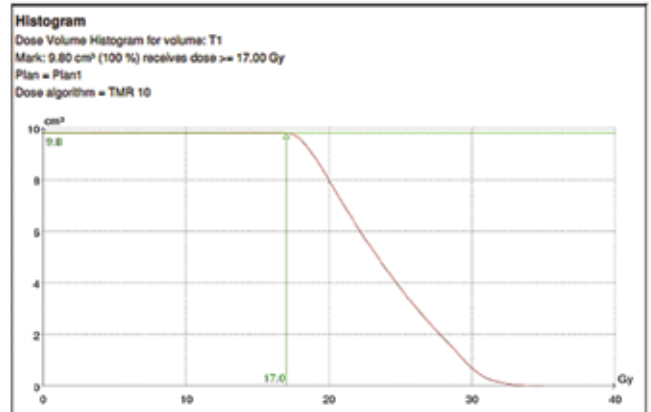
📺 План зрачења код пацијенткиње са глосифарингеалном неуралгиом



📺 План зрачења и хистограм дозе за пацијента са солитарном метастатском променом.

National LGK Centre of Serbia Measurements Leksell GammaPlan® 10.2.1		Patient ID: S-1270-19 Diagnosis: Metastasis - single Diagnosis Code: R1801 Print Date: 2019-08-01 Operator: DG, MJ, MS, LJK
--	--	---

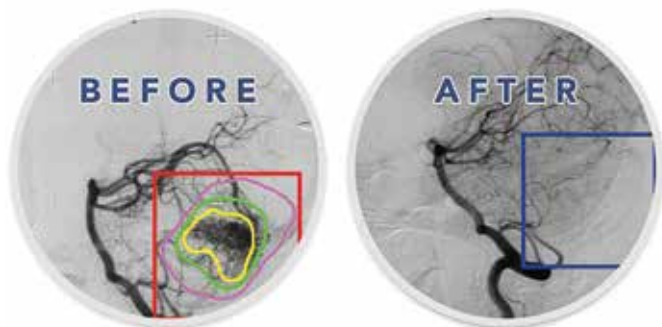
Volumes						
Name	Volume	Min	Max	Mean	Int.Dose	Comment
T1	9.81 cm <sup>3</sup>	15.4 Gy	34.2 Gy	23.9±3.9 Gy	234.8 mJ	Plan = Plan1 Dose algorithm = TMR 10



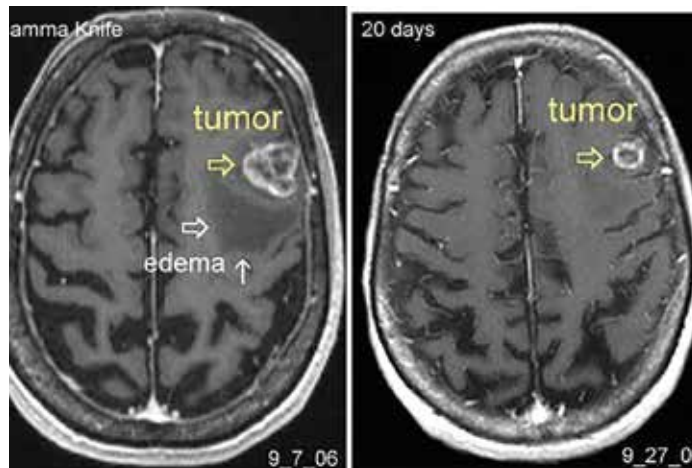


## РЕЗУЛТАТИ:

Ефекти терапије гама ножом нису исти за сва обољења. Радиосензитивност туморских промена утиче на њихову реакцију на примљену дозу зрачења.



☑ Стање пре и након гама нож радиохирургије АВМ малформације где се први резултати зрачења виде у периоду од три до пет година.



☑ Стање пре и након гама нож радиохирургије метастатске промене ендокранијума где се први резултати зрачења виде у периоду од 20 дана.

Број третмана на гама ножу од 3.11.1015. до 5. 5. 2021.

Датум уписа	Година рада	Број третмана по години	Укупно третмана до наведеног датума
31.12.2015.	2015	95	95
31.12.2016.	2016	756	851
31.12.2017.	2017	694	1545
31.12.2018.	2018	786	2331
31.12.2019.	2019	749	3090
31.12.2020.	2020	603	3693
05.05.2021.	2021	246	3939

Након пет година успешног рада на пољу стереотаксичне радиохирургије и озрачених 3.939 пацијената крајем маја 2021. године замењен је и извор зрачења који је апликован у новембру 2015, чиме је награђен вишегодишњи труд тима за стереотаксичну радиохирургију на челу са професорком докторком Даницом Грујичић.



## ПЛАНОВИ ЗА БУДУЋНОСТ

Најважнији планови за будућност су надоградња постојећег апарата, који је тренутно у употреби, на модел „GAMA KNIFE ICON“, чиме би се остварио немерљив беневит за пацијенте, с обзиром на то да се овај модел користи уз стереотаксични рам и термопластичну маску чиме је омогућено да се радиохирургија спроведе код пацијената код којих је контраиндиковано пласирање стереотаксичног рама.

У нашој струци је најважније да у сарадњи са Одсеком за медицинску физику центра за Гама нож постигнемо већи удео у обележавању мета за озрачивање, као и органа од ризика, што нам даје велику шансу и предност да нашу струку и медицинску улогу подигнемо на један много већи ниво, баш како наше колеге у Европи и Америци увелико практикују.



Аутори:  
**Митровић Милица**  
струковни медицински радиолог  
**Бабић Борис**  
струковни медицински радиолог



Примарни MRI



Гама Нож



Секундарни MRI

# ПРОЦЕНА ЕФЕКТА

## ГАМА НОЖ РАДИОХИРУРГИЈЕ МЕТОДОМ МАГНЕТНЕ РЕЗОНАНЦИЈЕ КОД ПАЦИЈЕНАТА СА МЕТАСТАЗАМА МОЗГА



Метастазе мозга јесу најчешћи тумори мозга адulte популације, који се могу очекивати код 20 до 40 одсто пацијената у току еволуције системске малигне болести. Пораст инциденције метастаза мозга може се објаснити, како бољом терапијском контролом системског малигног обољења, тако и континуираним развојем магнетно-резонантног приказа (MRI) ендокранијума, који представља суверену методу, како у дијагностици, тако и у посттерапијском праћењу пацијената са туморима мозга.

Према препорукама Европске асоцијације неуроонколога (EANO), хируршка ресекција тумора, радиотерапија целог мозга (ВБРТ) и

стереотаксична радиохирургија тумора (SRS) су предложени као тренутно најбољи приступи у третману метастаза мозга.

Због дужег преживљавања пацијената, услед боље контроле примарне болести, показало се да ВБРТ својим озбиљним токсичним ефектима може довести до касније неурокогнитивне детериорације и церебеларне дисфункције оболелих, због чега је њена примена у клиничкој пракси редукована. Упркос студијама које показују предности хируршке ресекције, многи пацијенти нису

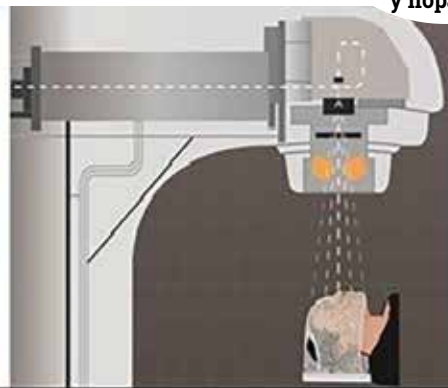
кандидати за хируршки третман због лошег општег медицинског стања или неприступачне локализације тумора мозга, а поједини не прихватају оперативни третман због високих ризика. Насупрот наведеном, SRS је неинвазивна терапијска метода која се базира на достављању високих доза фокалне радијације (Гама ножа) тумору, док

је ирадијација околног здравог ткива минимална. Применом SRS омогућава се постизање локалне контроле болести уз минималну токсичност за околне здраве мождане структуре, посебно оне од интереса за квалитет живота.

**Основни циљеви SRS су: локална контрола тумора, бољи квалитет живота и продужено преживљавање пацијената (4-6) Услед наведеног, примена SRS у терапији метастаза мозга је у порасту.**



Хирургија



ВБРТ



SRS



**МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ**

Ретроспективна студија изведена је у Центру за радиологију и магнетну резонанцу Клиничког Центра Србије код 30 адултних пацијената са солитарним метастазама мозга. Од укупног броја пацијената, примарни тумор је био локализован код: 16 пацијената у плућима, пет пацијената у дојкама, три пацијента у кожи, једног у бубрегу, једног у ректуму, три пацијенткиње у јајнику, и код једног без познате примарне локализације.



Сви пацијенти су третирани применом SRS на Одељењу радиохирргије - Гама нож Центра за неуроонкологију Клинике за неурохирргију КЦС, у периоду од 2016. до 2018. године апликавањем дозе фокусираног зрачења од просечно 20 Гу.

Код свих пацијената изведен је МР преглед ендокранијума пре и три до шест месеци након примене SRS на МР апарату јачине магнетног поља од 3 Тесла (Скура, Сименс) са 32-каналном завојницом за главу.

MRI протокол преглед ендокранијума је укључивао примену аксијалног и сагиталног T2-отежаног приказа (T2ВИ) време еха/време репетиције (TE/TP) = 5000/98 мс, дељина пресека/размак = 5/1 мм, поље приказа (FOV) = 23 цм, аксијалног T1-отежаног приказа (T1ВИ) TE/TP = 220/4.8 мс, дељина пресека/размак = 5/1 мм, FOV = 23 цм], коронарне T2В ФЛАИР секвенције TE/TP = 9000/97 мс, време инверзије (ТИ) = 2500 мс, дељина пресека/размак = 5/1 мм, FOV = 23 цм, као и дифузијског приказа (ДВИ) TP/TE = 3800/68 мс, дељина пресека/размак = 5/1 мм, FOV 23 цм са б вредностима од 0 и 1000 с/мм и са калкулацијом мапе видљивог дифузијског коефицијента (АДЦ).

Након интравенске апликације гадолинијумског контрастног средства (0.1 ммол/кг телесне тежине; гадобутрол; Гадовист, Бауер, УК), примењена је тродимензионална (3Д) T1W МПРАГЕ секвенција [TE/TP = 2400/3.6 мс, ТИ = 1000 мс, дељина пресека/размак = 5/1 мм, FOV = 24 цм.

**РЕЗУЛТАТИ**

У истраживање је укључено укупно 30 испитаника, од којих девет особа мушког пола, а 21 особа женског пола. Просечна старост испитаника је била 60 година (распон година од 36 до 76).

Након примењене SRS терапије утврђена је статистички значајна разлика у промени волумена тумора ( $3 = -2,411$ ;  $p = 0,016$ ), односно дошло је до смањења величине тумора.

**Волумен метастаза пре и након SRS.**

Волумен тумора	Медијана	Минимална вредност	Максимална вредност	Опсег
Пре терапије	1894,99	153,86	7077,56	6923,7
После терапије	641,60	0*	21 352	21 352

0\* - Означава да тумора више није било

Израчунавањем процента промене вредности волумена лезија пре и након SRS, пацијенти су сврстани у четири групе према терапијском одговору:

1. комплетни терапијски одговор (ЦП) код потпуног губитка лезије (код 1 пацијента 3,33%)
2. парцијални терапијски одговор (ПП) у случају смањења волумена лезије за више од 50% (код 8 пацијената 26,67%)
3. прогресија болести (ПД) код повећања волумена лезије за више од 25% (код 6 пацијената 20%)
4. стабилна болест (СД) уколико стање пацијента није означено као ПР или ПД (код 15 пацијената 50%)

Анализиране су промене волумена солитарних метастазама мозга пре и три до шест месеци након примене SRS терапије код пацијената са различитим примарним туморима. Анализом параметара конвенционалног MRI ендокранијума омогућена је процена промене величине, односно волумена лезије, те процена терапијског одговора лезије на примењену SRS терапију. Установљено је да се применом SRS код пацијената са солитарним метастазама мозга статистички значајно редукује волумен метастатске лезије у раном посттерапијском временском интервалу, чиме је потврђена валидност примене SRS у локалној контроли метастатске болести мозга.

SRS представља утемељен терапијски модалитет у третману метастаза мозга који се примењује као монотерапија или као додатна

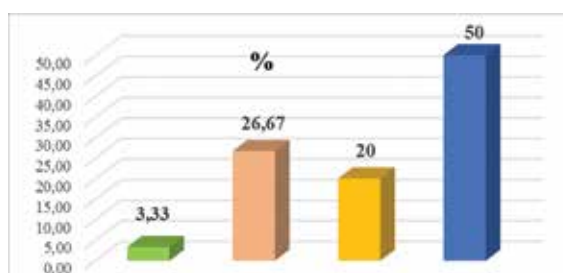
терапија уз ВБРТ или хируршку ресекцију.

Као монотерапија, SRS представља терапију избора за пацијенте са добрим клиничким стагусом и са до три метастатске лезије у мозгу, укључујући и метастазе мозга које су радиорезистентне на примену ВБРТ (2, 7). Процена ефекта SRS терапије на метастатске лезије мозга је од значаја за даље планирање локалне и системске терапије пацијента, а MRI ендокранијума представља најпрецизнију методу за евалуацију посттерапијског налаза.

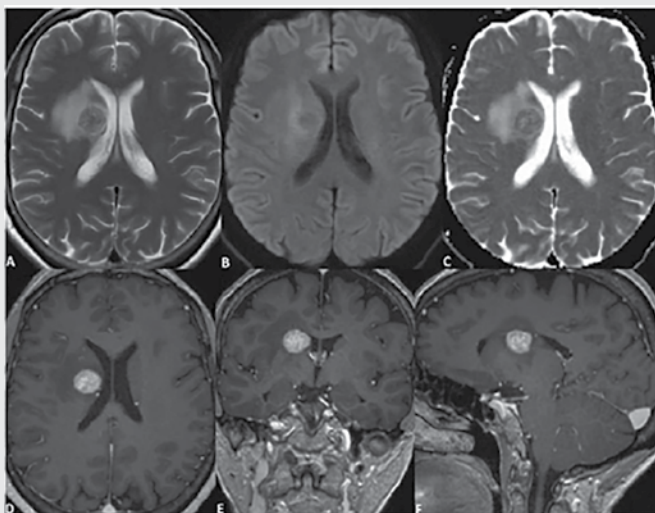
У складу са резултатима студије показало се да SRS метастаза мозга, независно од њихове примарне етиологије, доводи до значајне редукције волумена лезија, од шест до 12 недеља након примењене терапије. Посттерапијски одговор метастатске лезије мозга категорисан је као:

- смањене лезије (смањене волумена лезије за више од 20%)
- стабилну лезију (смањење или повећање волумена лезије до 20%)
- повећање лезије (повећање волумена лезије за више од 20%).

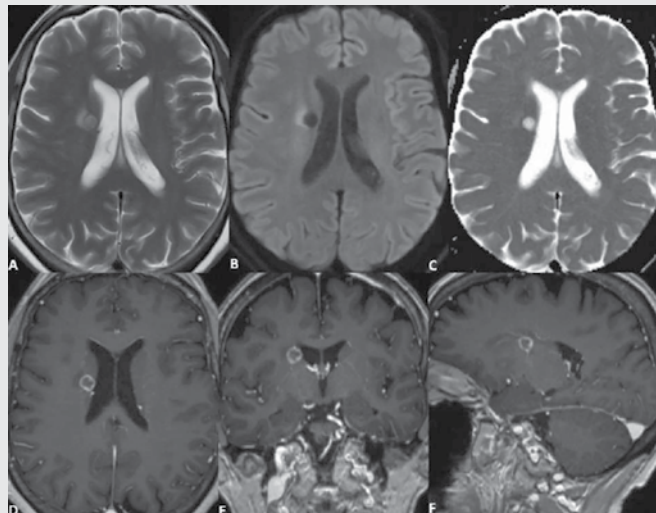
Анализом је установљено да је редукција волумена метастаза мозга мерена шест до 12 недеља након SRS сигнификантна и високо повезана са пролонгираном локалном контролом болести, редукованом применом кортикостероидне терапије и стабилношћу неуролошких симптома пацијента.



## РЕПРЕЗЕНТАТИВНИ МР ПРИКАЗИ ЕНДОКРАНИЈУМА КОД ПАЦИЈЕНТКИЊЕ СА МЕТАСТАЗОМ МОЗГА ПРЕ И НАКОН SRS



Метастаза мозга пре SRS код 57 година старе пацијенткиње са примарним тумором дојке. А- Аксијални Т2ВИ. Солитарна експанзивна лезија фронтално перивентрикуларно са десне стране са перилезионим едемом и компресивним ефектом на десну латералну мождану комору. Б, Ц ДВИ ( $b=1000$  с/мм<sup>2</sup>) и АДЦ мапа. Нерестриктивна дифузија интраlesiоно. Д, Е, Ф Постконтратсни аксијални, коронарни и сагитални Т1ВИ. Експанзивна лезија фронтално перивентрикуларно са десне стране са хомогеним интензивним постконтрастним појачањем сигнала.



Метастаза мозга после SRS код 57 година старе пацијенткиње са примарним тумором дојке. А Аксијални Т2ВИ. Псеудоцистична експанзивна лезија фронтално перивентрикуларно са десне стране са дискретним перилезионим едемом, без значајног компресивног ефекта. Б, Ц ДВИ ( $b=1000$  с/мм<sup>2</sup>) и АДЦ мапа. Нерестриктивна дифузија интраlesiоно. Д, Е, Ф Постконтратсни аксијални, коронарни и сагитални Т1ВИ. Експанзивна лезија фронтално перивентрикуларно са десне стране са рубним интензивним постконтрастним појачањем сигнала и централном некрозом, редуковане величине.

### ЗАКЉУЧАК:

SRS терапија код пацијената са солитарним метастазама мозга доводи до статистички значајног смањења величине, односно волумена лезија. Добијени резултати указују да рана редуција волумена лезије омогућава локалну контролу болести.



Аутор:  
**Нина Дојчинов**  
Специјалиста струковни  
медицински радиолог



Радиотерапија је комплексан и мултидисциплинарни процес који користи сложену опрему и процедуре. Састоји се од релативно великог броја засебних, али међусобно повезаних корака. Због тога је сваки од поступака који се предузима, при било којем кораку, подједнако важан за крајњи исход терапије.



✍ Текст пише

**Јован Стевановић**

Виши Радиолошки техничар у радиотерапији  
Главни ВРТ одсека за конформалну и ИМРТ радиотерапију

Основне радиотерапијске процедуре које се предузимају подразумевају позиционирање и имобилизацију пацијента, имидинг за планирање, дефинисање контура циљног волумена и органа од ризика, планирање радиотерапије, верификацију прецизности зрачења и спровођење зрачног третмана.

Осавремењавањем радиотерапије у Србији, набавком нових радиотерапијских апарата,

# САВРЕМЕНЕ РАДИОТЕРАПИЈСКЕ ТЕХНИКЕ

опреме и технологије, омогућен је континуитет напретка и увођење нових радиотерапијских технологија у складу са светским стандардима.

Савремене радиотерапијске технике 3Д, CRT, IMRT, VMAT, IGRT, стереотаксична радиотерапија, стереотаксична радиохирургија се обављају на линеарном акцелератору. Са овим техникама користимо мања поља зрачења, која нам омогућавају мањи листићи колиматора – MLC. При томе достигнумо максимални ефекат озрачивања тумора и поштеду здравог ткива. Да би постигли прецизност софистицираних радиотерапијских техника потребно је испоштовати све кораке у радиотерапији.

Потреба да се тумор озрачи што прецизније, боље и ефикасније и где је примена терапијске дозе на циљни волумен лимитирано радиосензитивношћу органа од ризика у непосредној близини тумора се постиже применом савремених радиотерапијских система и комплексних техника зрачења које се једним именом називају Интензитетом Модулисана Радиотерапија (IMRT).

Заснива се на примени више зрачних

**IMRT представља напредни радиотерапијски приступ са циљем максималног озрачења тумора, уз апсолутну поштеду околног здравог ткива.**

снопова/поља (сегменти). Током сваке фракције зрачења, на основу параметара плана за IMRT, компјутерски контролисаним померањем ламела MLC, облик зрачног поља се више пута sukcesивно или континуирано динамички мења. На овај начин се унутар основног (фиксног) зрачног поља дефинишу димензије и облик за већи број сегментних поља, а преко сваког од њих се на део циљног волумена испоручује различита доза зрачења.

Применом IMRT се дистрибуција терапијске дозе са високим нивоом хомогености максимално прилагођава облику тумора, што омогућава максималну поштеду органа од ризика.



- VMAT ( Volumetric Modulated Arc Therapy) је волуметријски модулисана лучна терапија и представља најмодернију технику у савременој радиотерапији, која омогућава високо конформалну интензитет модулисану дистрибуцију дозе. Подразумева да се током зрачења истовремено ротирају гентри и колиматор, уз динамично померање ламела и промену јачине дозе, што је све прилагођено варијацијама облика тумора.

**Предуслови за извођење IMRT су:**

Примена компјутерског система за 3Д планирање, који има софтерску опцију за инверзно планирање, што омогућава прорачун нехомогене дистрибуције дозе зрачења уз могућност оптимизације дозе на тумор и органе од ризика.

Линеарни акцелератор са интегрисаним MLC системом, који је повезан са системом за планирање IMRT и који има све техничко-технолошке предуслове да интерпретира прескрипцију положаја ламела MLC-а и интензитета зрачења великог броја уских снопова и сегмената дефинисаних планом за IMRT.

Примена опреме за верификацију прецизности геометријских и дозиметријских параметара плана и спровођење РТ третмана.

**IMRT се изводи на више начина:**

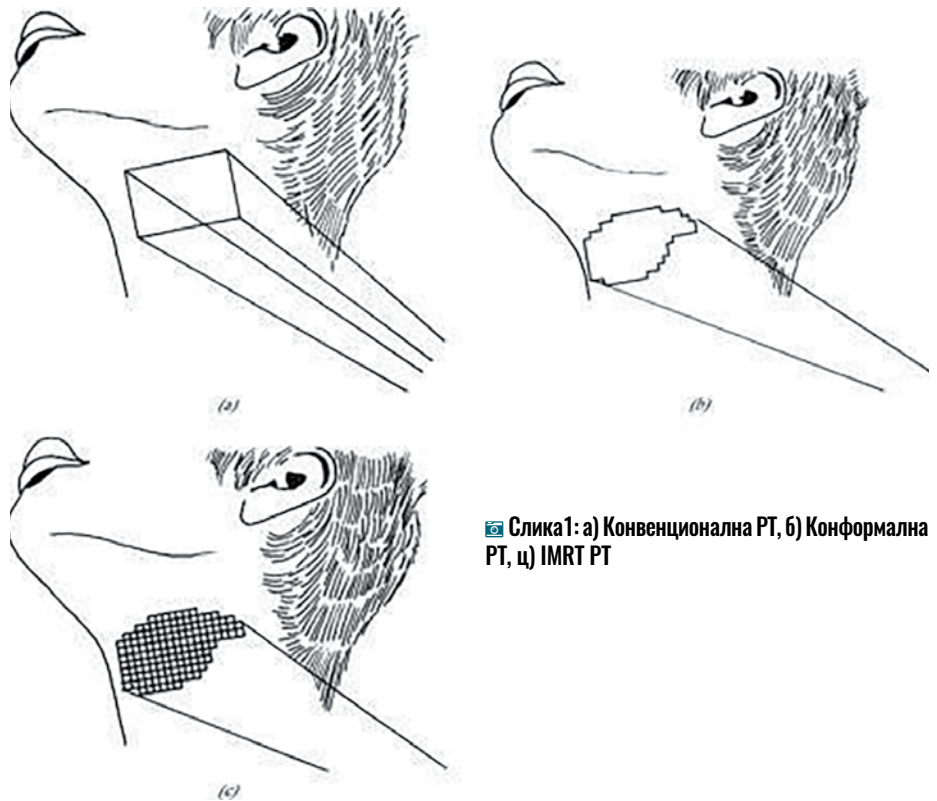
- Step and shoot (немести и озрачи) техника: Унутар основног (фиксног) зрачног поља секвенцијално се смењује више статичних комбинација положаја ламела MLC, на основу чега се дефинише више сегментних поља (field in field), преко којих се апликује одговарајући део укупне дозе за једну фракцију зрачења. Акцелератор се после сваке секвенце зрачења ресетује уз репозиционирање MLC-а за ново обликовано сегментно поље.

- Динамична IMRT техника ( Sliding window техника) : Ламеле MLC-а се континуирано померају (клизе) док акцелератор зрачи кроз све сегменте унутар основног зрачног поља, које се кретањем ламела динамично мења по величини и облику, па изгледа као клизајући прозор. Преко сваког динамичког сегмента зрачног поља се на циљни волумен апликује различита вредност мониторинских јединица тј. доза по динамичном сегментном пољу.

- Томотерапија: IMRT се изводи помоћу уређаја за томотерапију, који обједињује СТ апарат и модификовани Линак који спирално ротира око пацијента, емитујући лезеасто обликован зрачни сноп, чија се геометрија моделира помоћу динамичког кретања ламела специјално конструисаног MLC система,

Спровођење овако комплексних метода озрачивања битно повећава ангажовање и одговорности РТТ-а. Припрема пацијента, израда имобилизације, припрема третмана и верификација, као и спровођење третмана су међу кључним задужењима РТТ-а као део РТ тима.

Узимајући у обзир горе наведено може се закључити да применом IMRT радиотерапије првенствено пружамо комфор пацијенту, у смислу побољшања квалитета живота, смањење раних и касних компликација, побољшање ефекта радиотерапије и умањење токсичности зрачења услед смањења озрачног волумена.



**Слика 1:** а) Конвенционална РТ, б) Конформална РТ, ц) IMRT РТ



COPYRIGHT ©2000 VARIAN MEDICAL SYSTEMS  
Millennium MLC: Clinac® EX with MLC-120

**Слика 2:** Волуметријски Модулисана лучна терапија (VMAT)

**РЕФЕРЕНЦЕ:**

1. Душан Милеуснић, Мирјана Дурбаба: Радијациона онкологија, Алта нова, Београд, 2012
2. Душан Милеуснић, Горан Марошевић, Мирјана Дурбаба: Радијациона онкологија, Медицински факултет Универзитета у Бањој Луци, 2020
3. Arno J. Mundt MD, John C. Roeske PhD: Intensity Modulated Radiation Therapy: A Clinical Perspective, BC Decker Inc, Hamilton, London, 2005



# КТ СИМУЛАЦИЈА ЕНДОКРАНИЈУМА ЗА СТЕРЕОТАКСИЧНИ ТРЕТМАН

Аутори: РТТ Јовица Дуњић и РТТ Владица Грчић

Одељење за стереотаксичну радиохирургију целог тела Клинике за неврохирургију Универзитетског Клиничког центра Србије.

Од новембра 2018. у саставу Клинике за неврохирургију Универзитетског Клиничког центра Србије налази се и Одељење за стереотаксичну радиохирургију целог тела. Одељење је опремљено Линеарним акцелератором Varian TrueBeam EDGE и 64-мултислајсним скенером, марке Siemens Somatom Definition AS.

Линеарни акцелератор Varian TrueBeam EDGE омогућава примену савремене Стереотаксичне Радиотерапије и радиохирургије (СРТ/СРХ).

КТ се користи ради планирања СРТ и у дијагностичке сврхе. Поред стандардне опреме КТ је опремљен додацима који прате сваки КТ Симулатор: ласери, плоче које су еквивалентно индексирани столу ЛИНАК-а (EDGE), подметачи, водено купатило, средства за имобилизацију.

Отвор гентрија је пречника 70 цм. Софтвер скенера је инсталиран са великим

бројем опција које омогућавају бољи квалитет прегледа, као и помоћи у раду.

Једна од тих опција је уклањање артефакта, изазваних металним предметом или зубном протезом.

Линеарни акцелератор Varian TrueBeam EDGE омогућава примену савремене Стереотаксичне Радиотерапије и радиохирургије (СРТ/СРХ).

На скенеру за планирање зрачне терапије, врши се симулација СРТ третмана малигнух и бенигнух тумора. Малигни тумори су примарни и секундарни депозити. СРТ метастаза ЦНС-а подразумева примену високих терапијских доза у једној до пет фракција.

Бенигни су менингеоми, шваноми, гломус тумори.

КТ Симулација ендокранијума за процедуре Стереотаксичне радиотерапије ради се на основу протокола за рад Радиотерапијског техничара.

## ПРИПРЕМА ПАЦИЈЕНТА/ПРОВЕРА ДОКУМЕНТАЦИЈЕ ПАЦИЈЕНТА:

Подразумева стандардну проверу података пацијента и индентификацију пацијента. Лице пацијента се фотографише у сврху индентификације, а фотографија се убацује у електронски картон. Радиотерапијски техничар (РТТ) треба да да пацијенту потпуно и детаљно објашњење процедуре која предстоји: безбедност, значај мировања, израда и значај маске, непријатни осећај топлоте током њене израде. Пре него што почнемо са процедуром, пацијента би требало замолити да скине сву одећу од појаса на горе, као и све металне предмете: мињуше, ланчиће, као и покретне зубне протезе.

## ПОЗИЦИОНИРАЊЕ И ИМОБИЛИЗАЦИЈА

Пацијент се позиционира на столу у супинацији на специјалној плочи за спровођење СРТ регије главе.

Сви уређаји за имобилизацију морају бити причвршћени за сто, како би се смањиле



Сл.3 ласери на КТ Симулатору

ротационе и транслационе грешке.

Користе се два типа маске са отвором за лице: маске састављене од два дела за поглавину и лице.

Тип 1-маска за плочу са колевком за главу и уграђеним маркацијама.

Пацијент се поставља у супинациони положај по стандардима за правилан геометријски положај на столу симулатора: глава се поставља на универзални подметач у колевци плоче за имобилизацију.



Сл.1 LINAC TRUEBEAM EDGE



Сл.2 SIEMENS SOMATOM DEFINITION AS



Моделовање дела за поглавину: пацијенту се преко косматог дела главе поставља капа која спречава да се коса залепи за маску.

Загрејана у воденом купатилу, доња маска за поглавину се поставља на носаче колевке, преко универзалног подметача и врши се моделовање по глави пацијента.

Након стезања маске (око 10 мин), приступа се изради дела маске за лице са отвором, скида се капа са косматог дела главе.

Један РТТ придржава отвор за лице, други моделује маску по контурама лица и врши фиксацију за плочу.

Након тога РТТ поставља загрижајни блок пацијенту, пацијент благо отвори уста испод маске и загризе загрижајни блок.

На маски постоји пет подеока за подешавање положаја маске по вертикалној оси - на симулацији стандардни положај је два степена. Маска је дебљине 3,2мм.

Тип 2-маска за стандардну плочу са отвором за лице и индивидуалним јастучетом. Пацијент се поставља у супинациони положај по стандардима за правилан геометријски положај на столу симулатора на стандардну плочу за супинациони положај за регију главе и врата. На основу морфологије и анатомије врата пацијента врши се одабир провидног подметача за главу, користе се специјални подметачи са удубљењем заполагај главе, али могу и стандардни провидни подметачи.

Приступа се моделовању индивидуалног јастучета за главу пацијента, димензије 20x35цм. Јастуче се напрска водом из дозера, поставља се на подметач са благим притиском на средину ради стварања ретенције између јастучета и подметача, затим се поставља глава пацијента на јастуче и спроводи моделовање јастучета по облику врата и поглавине пацијента. Процес траје 10 минута.

Приступа се изради маске са отвором за лице, један РТТ придржава отвор за лице, други моделује маску по контурама лица и врши фиксацију за плочу.

Након тога РТТ поставља загрижајни блок пацијенту-пацијент благо отвори уста испод маске и загризе загрижајни блок.

На маски постоји пет подеока за подешавање положаја маске по вертикалној оси - на симулацији стандардни положај је два степена. Маска је дебљине 3,2мм.

### **ДОКУМЕНТОВАЊЕ ПОЗИЦИОНИРАЊА И ОПРЕМЕ**

РТТ попуњава картон за позиционирање и имобилизацију уносећи све параметре. Положај пацијента се слика из минимум три правца и похрањује у електронску базу података.



### **КТ СИМУЛАЦИЈА**

Систем са колевком поседује свој систем за маркације али и поред тога се постављају стандардне маркације.

### **ИНИЦИЈАЛНЕ МАРКАЦИЈЕ:**

Сагитални ласер - врх чеоне кости изнад отвора маске правац чело, нос, брада трансверзални - сече сагитални ласер правац темпоралне кости коронарни - у нивоу темпоралне кости изнад орбитомеаталне линије сече трансверзални ласер одређивање топограма - кров лобање (мора да се види цела термопластична маска)- Ц4

- дебљина пресека 1мм
- контраст 80мл

Процедуре на симулатору спроводе три радиотерапијска техничара.

### **ЗАКЉУЧАК:**

Захваљујући модернизацији КТ Симулатора, Х ножа и примени имобилизационих средстава, омогућена је субмилиметарска испорука великих доза Х зрачења. Самим тим тумори примају максималну дозу уз заштиту околног здравог ткива. Пацијенти могу да дођу на више третмана у зависности од локализације тумора. Комплетно опште стање је са мањим нуспојавама зрачне терапије у односу на старије методе.



# СПРОВОЂЕЊЕ РАДИОТЕРАПИЈСКОГ ТРЕТМАНА ПОМОЋУ ЕВН (EXPIRATION BREATH HOLD) ТЕХНИКЕ

ЕВН (EXPIRATION BREATH HOLD) је респираторна радиотерапијска техника која се спроводи искључиво у задржавању експиријума (издаха) пацијента. Пре свега потребно је утврдити да ли је пацијент кандидат за ову технику. Након што је пацијенту индикован радиотерапијски третман на X ножу долази у нашу установу ради КТ симулације и детаљне припреме и провере. Овом техником на Икс ножу третирају се метастатке промене у регији абдомена (јетра, панкреас...) до максимално пет фракција.



✍ Текст пише

**Лука Бајчетић**

Виши радиолошки техничар, Одељење стереотаксичне радиохирургије целог тела X ножа, Универзитетски Клинички центар Србије

## КТ СИМУЛАЦИЈА

Пре почетка процедуре КТ симулације, виши радиолошки техничар упућује пацијента у саму процедуру, објашњава технику и сврху извођења ЕВН-а. Пре свега, пацијент се испитује да ли је алергичан на контрастно средство које ће примити у току КТ симулације, даље сликамо лице пацијента ради лакше идентификације и отварања електронског картона у онколошком систему (АРИА). Након тога, упућујемо га у просторију КТ симулатора, објашњавамо му да се ослободи гардеробе до појаса и свих металних предмета у регији од интереса. Потом, виши радиолошки техничари припремају и постављају имобилизациона средства неопходна за извођење ове процедуре. Пацијент се поставља на сто КТ симулатора и заузима одговарајући положај приликом ког је у супинацији (лежи на леђима) на вакумском јастуку, који се моделује према телу пацијента са рукама подигнутим изнад главе, при чему се води рачуна о максималном комфоритету пацијента и каснијем лакшем репозиционирању на линеарном акцелератору. Овај положај обезбеђујемо помоћу следећих имобилизационих средстава која морају бити причвршћена за сто КТ симулатора да бисмо избегли ротационе и транслационе грешке:

Vac loc



Wing board



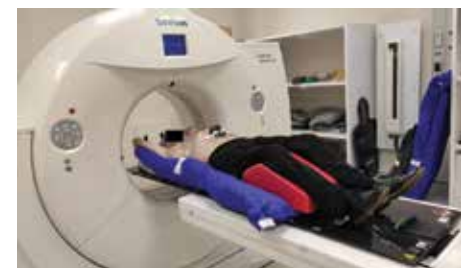
Анатомски подметач за стопала



Анатомски подметач за колена



Lock bar



КТ симулација

Започињемо увежбавање задржавања издаха код пацијента и постављамо маркер блок на тело, на месту највећег померања абдомена током респираторног циклуса (обично уз горњу ивицу пупка или до 3 цм изнад). Потребно је да пацијент успе стабилно да задржи издах минимално три пута по 20 секунди да био кандидат за ЕВН технику.



**Marker Block**

**ИНИЦИЈАЛНЕ МАРКАЦИЈЕ:**

- Сагитални средина грудне кости
- Трансверзални у висини доњег ребарног лука
- Коронарни на средини ап дијаметра

На овим тачкама укрштања ласера формирамо маркације у облику слова х и постаљамо оловне драмлије ради формирања координатног система и 3Д структуре.

За конзолом СТ симулатора укључујемо систем за праћење респираторног циклуса и преко аудио комуникације наводимо пацијента да испусти ваздух и задржава. Пре СТ симулације, помоћу три топограма (скаут), проверавамо померање дијафрагме у току задржавања издах. Максимална дискрепанца у позицији дијафрагме у та три топограма сме бити до 5мм. Уколико је већа значи да је унутрашње померање органа током задржавања издах превелико и пацијент није кандидат за стереотаксичну радиотерапију.

Уколико јесте кандидат, прво се нативно ради 4DCT и скенер у слободном дисању, као резервни планови, а затим скенер са задржавањем издах нативно и након тога са контрастом. Током читаве процедуре радијациони онколог је присутан и одређује маргине.

На крају процедуре иницијалне маркације тетовирамо помоћу ланцете или игле субкутано, помоћу мастила, ради репозиционирања пацијента на линеарном акцелератору.

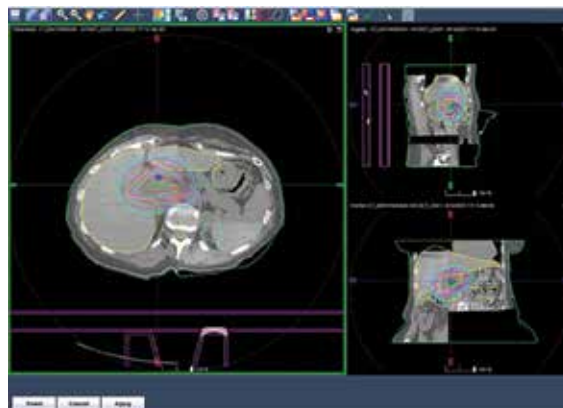
**СПРОВОЂЕЊЕ ЕВН НА ЛИНЕАРНОМ АКЦЕЛЕРАТОРУ**

По доласку пацијент се припрема за зрачну терапију, ослобађа се гардеробе и металних предмета као и на СТ симулацији. Помоћу имобилизационог картона пацијент се репозиционира на сто линеарног акцелератора са свом претходно начињеном имобилизацијом и заузима одговарајући положај по иницијалним маркацијама (тетоважама), затим уз помоћ дугмета (delta shift), доводимо циљни волумен у изоцентар. Након тога отварамо план пацијента и укључујемо систем за праћење респираторног циклуса и са пацијентом неколико пута вежбамо пре самог зрачног третмана. Радимо СВСТ (cone beam ct) верификацију уз присуство радиационог онколога, где се преклапају СТ структуре са СТ симулацијама са тренутном позицијом. СВСТ верификација, а касније и зрачна терапија, раде се искључиво када пацијент задржава издах у планом одређеним маргинама.

ЕВН техника примењује се у нашем центру од краја 2019. године. Досадашња искуства указују на побољшање квалитета живота пацијента и продужену контролу метастатске болести.



**Положај пацијента приликом зрачне терапије**



**СВСТ Верификације**



**Пример криве ЕВН-а**



# СПРОВОЂЕЊЕ DIBH (DEEP INSPIRATION BREATH HOLD)

## ТЕХНИКЕ НА ОДЕЉЕЊУ СТЕРЕОТАКСИЧНЕ РАДИОХИРУРГИЈЕ ИКС НОЖ, УКЦС



Текст пише

**Иванов Бојан**

РТТ Одељење стереотаксичне радиохирургије Икс нож, УКЦС

DIBH представља радиотерапијску технику која се спроводи само када пацијент удахне дубоко и задржава ваздух. Није свако кандидат за ову терапију, зато се детаљном припремом и увежбавањем бирају кандидати. Поред индикација за третман на Икс нож-у пацијент мора проћи и припрему за DIBH тако што ће на КТ симулатору уз одговарајућу имобилизацију и опрему за праћење дисања покушати да стабилно задржава дах минимално 20 секунди, више пута, пошто на линеарном акцелератору то мора поновити и до двадесет пута током једне терапије. Тек када се утврди да је пацијент кандидат креће се са КТ симулацијом. После одрађене КТ симулације, наставља се низ процедура прављења, верификације и спровођења плана зрачења у којим учествују лекари, медицински физичари и радиолошки техничари (радиотерапијски техничари).

### КТ СИМУЛАЦИЈА ПОМОЋУ DIBH ТЕХНИКЕ

Пацијент долази у претходно заказаном термину са отвореном историјом ради КТ симулације. Радиотерапијски техничари уводе пацијента у собу за припрему и детаљно објашњавају сврху и начин извршавања процедуре, потом узимају личне податке и фотографишу пацијента и све убацују у онколошки информативни систем и отвара се имобилизациони картон. Након тога, пацијент се припрема

тако што се ослобађа одеће до појаса, као и свих металних предмета и улази у просторију КТ скенера. За успешну симулацију потребна су и одговарајућа имобилизациона средства која ће пацијенту омогућити максималну удобност. На радиотерапијски индексирани КТ сто се постављају имобилизационо средство за подизање руку изнад главе (wing board), вакумски јастук (vac-lock) и подметач за колена и стопала (уколико је потребан ради веће удобности пацијента) и сви се индексирају тј. учвршћују на сто помоћу loc-bar-a. Пацијент легне у вакумски јастук (уз елевацију и екстензију руку изнад главе, потом радиотерапијски техничари моделују јастук по њему и ваздух се извлачи из јастука и он остаје моделован. Сто се поставља тако да иницијалне маркације буду сагитално у средини грудне кости, трансферзално интра-мамиларна линија а коронарно у средњој аксиларној линији. Након тога, одређује се место постављања предмета за праћење дисања (маркер блок) а то је место највећег померања током дисања (углавном пар центиметара испод ксифоидног наставка). Помоћу система за праћење дисања на командном столу КТ симулатора пацијент се наводи да удахне дубоко и задржава ваздух минимално 20 секунди и то се неколико пута увежбава. Када је све спремно укључи се снимање на систему за праћење дисања и пацијент се прво наведе да дубоко удахне и задржава ваздух и у том задржаном удаху се одради нативно снимање, потом се одради 4DKT и нативно снимање у слободном дисању као резерве. На систему за праћење дисања лекар одређује маргине. Сва имобилизација се записује у електронском имобилизационом картону,

на вакумском јастуку се уписује име и презиме пацијента, тетовирају се иницијалне маркације и имобилизација се одлаже у просторију линеарног акцелератора. Одрађени КТ пресеци се уснимавају у АРИА систем и лекари и медицински физичари настављају даље процесе прављења и верификације плана зрачења.

### СПРОВОЂЕЊЕ DIBH ТЕХНИКЕ НА ЛИНЕАРНОМ АКЦЕЛЕРАТОРУ

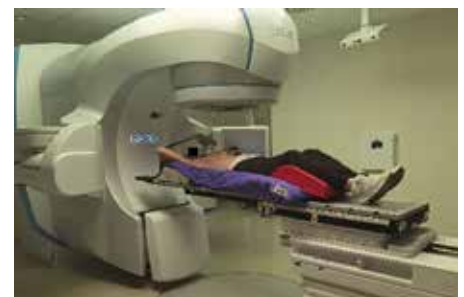
Радиотерапијски техничари уводе пацијента у кабину за припрему и објашњавају пацијенту ток процедуре и како треба да се припреми за зрачну терапију. Помоћу имобилизационог картона репозиционирају пацијента у одговарајући положај и постављају таблет помоћу којег ће пацијент лакше поновити исти дубок удах и задржавање ваздуха као и на КТ симулатору, након тога се намешта у иницијални изоцентар (тетоваже) па уз дугме (delta shift) на столу линеарног акцелератора у изоцентар зрачења. Док један радиотерапијски техничар репозиционира пацијента други улази у план зрачења на командном столу линеарног акцелератора и након провере јмбг и слике пацијента прво укључује систем за праћење дисања а затим одређује и параметре СВСТ (Cone beam CT) верификације позиције пацијента. Када је све спремно прво се неколико пута провежба дубоки удах и задржавање даха пацијента преко аудио комуникације, затим се креће прво са СВСТ верификацијом тако што се снима само када је пацијент у унапред одређеним маргинама (зелени правоугаоник на таблету и између плаве и наранџасте линије на систему за праћење дисања). После верификације позиције промене и пацијента



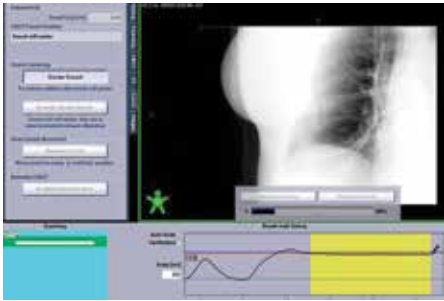
Пример имобилизације на КТ симулатору



Маркер блок



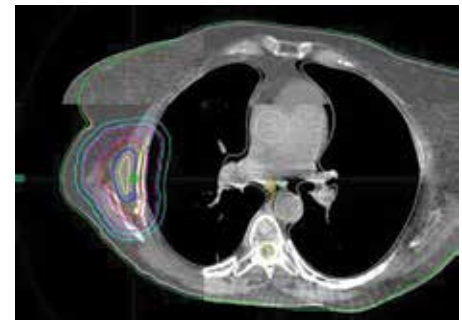
Пример имобилизације на линеарном акцелератору



**CBCT при дубоком удаху**

коју потврђују радиотерапијски техничари уз присуство лекара спроводи се зрачна терапија на исти начин, уз задржавање и паузе и до двадесет пута током једне терапије.

На Икс ножу ова техника се углавном користи за третирање метастатских промена на плућима у једној терапији као стереотаксична радиохирургија или фракционисано до пет терапија (стереотаксична радиотерапија), помоћу Varian Edge линеарног акцелератора.



**Верификација зрачења**

# GATING

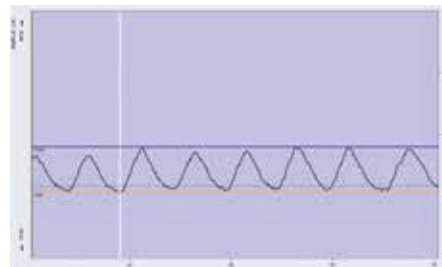
Напретком технологије, напредовало је и спровођење радиотерапије широм света, али и у Србији. Стереотаксична радиохирургија и радиотерапија захтевају максимално ангажовање, посвећеност као и прецизност. Систем за праћење и контролу респираторних покрета (у даљем тексту: гејтинг) је један од система који пружа могућност да се терапија изводи на најпрецизнији начин. Цео систем је изузетно сложен и чини га више компоненти: инфрацрвена камера на КТ симулатору, софтвер, преносиви уређај који се поставља на пацијента, а чије кретање прати инфрацрвена камера како на симулатору тако и на акцелератору, камера на линеарном акцелератору која прати криву дисања снимљену на КТ-у, уређај на коме пацијент види своје дисање на КТ –у.

Тестови контроле квалитета за све компоненте гејтинг система спроводе се на дневном, недељном и месечном нивоу. Након дневне провере, могуће је почети са припремом пацијента.

У овом тексту, бавићемо се процедуром припреме пацијента за зрачну терапију и њен извођењем. Након доношења одлуке да пацијент има индикације за зрачење овом техником, лекар даје упутства која ће се од техника гејтинга користити. Након тога се приступа снимању 4DCT-а. У зависности од гејтинг технике која се користи, 4DCT се обрађује, на њему се контурише и затим се приступа изради зрачног плана.

Васкуп гејтинг је техника у којој се тумор зрачи у свим фазама респираторног циклуса. Пацијент дише најнормалније, с тим што је битно да дисање буде уједначено, без превеликих осцилација, минимално шест циклуса у минути (удисај-издисај), не више од 15.

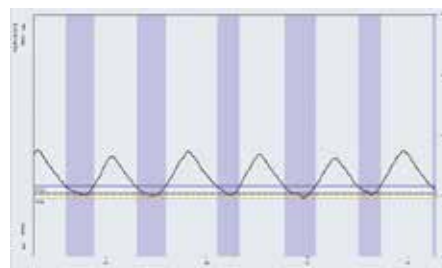
Амплитудни гејтинг, техника којом се тумор зрачи у тачно одређеном опсегу респираторног циклуса, прегледом 4DCT -а, тачно се може видети у ком опсегу је тумор најстабилнији, и упрво ти параметри се и подесе пре



**Слика 1. Васкуп крива**

зрачења. Линеарни акцелератор је подешен тако да, уколико дође до одсутпања од дисања приликом симулације, апарат престаје да ради док се дисање пацијента не уједначи и не врати у одређени опсег респираторног циклуса.

Фазни гејтинг, техника којом се тумор зрачи у одређеној фази, слична је претходној техници. Разлика је у томе што сада не пратимо криву, тј. амплитуду, већ имамо циклус дисања који иде од 0-100 одсто, где су 0 одсто почетак циклуса, тачније почетак издаху, 50 одсто је потпуни издах и 100 одсто финални удах.



**Слика 2. Amplitude крива**

Постоје још две технике које се раде по сличном принципу, али не спадају у гејтинг, због тога што је гејтинг праћење дисања пацијента. Две поменуте технике су дубоки удах са задржајем даха (у даљем тексту: DIBH-deep inspiration breath hold) и издах са задржајем даха (у даљем тексту: EBH-expiration breath hold). Обе технике изводе се прилично једноставно, за DIBH, пацијенту се приликом симулације каже када је потребно да удахне, никако максимално

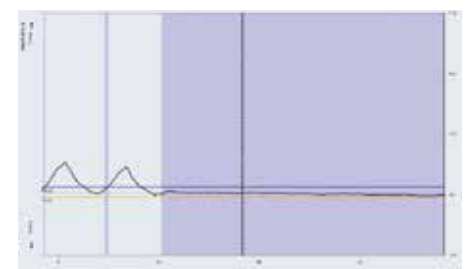


**Слика 3. Phase gating**

могуће, већ удах у зони комфора у којој најдуже може да држи дах, дах не треба држати дуже од 20 секунди, из разлога што ће бити потребно неколико пута поновити процедуру па може доћи до умарања.



**Слика 3. Phase gating**



**Слика 5. EBH**

EBH се изводи на сличан начин, с тим што сада пацијент задржава дах оног тренутка када је испустио сав ваздух из плућа.





**INOVATIVNA REŠENJA ZA RADIOLOGIJU - OD 1998. GODINE VAŠ POUZDAN PARTNER - DISTRIBUCIJA I KOMPLETNO SNABDEVANJE OPREMOM VODEĆIH SVETSKIH BRENDOVA**



**SAMSUNG PREMIJUM  
UTRAZVUČNI APARAT RS85**



**SAMSUNG FAMILIJA ULTRAZVUČNIH APARATA  
HS60/HS50/HS40/HS30**



**SAMSUNG PORTABILNI ULTRAZVUČNI  
APARAT HM70 EVO**



**RF GENERATOR VIVA VMRFs ZA PERKUTANU  
RF ABLACIJU TUMORA POMOĆU  
ULTRAZVUČNOG NAVODJENJA**



**PREMIJUM DIGITALNI MOBILNI  
RADIOGRAFSKI APARAT IM1**



**KONTAKT: AB Trade doo Beograd**

Mite Cenića 11, Beograd

+381 11 246 28 28

[www.abtrade.rs](http://www.abtrade.rs)

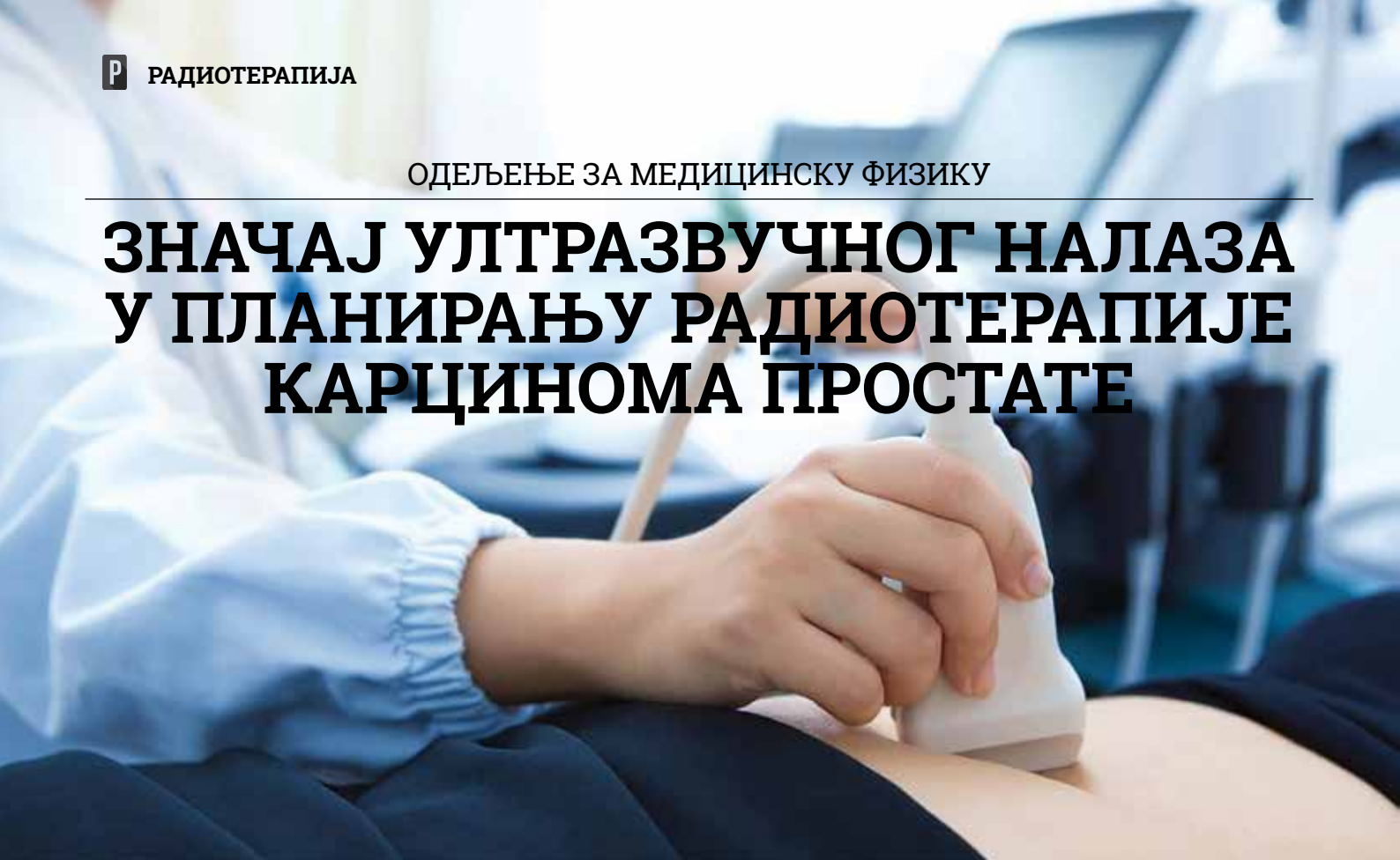
---

Preduzeće za promet i zastupanje AB Trade d.o.o.

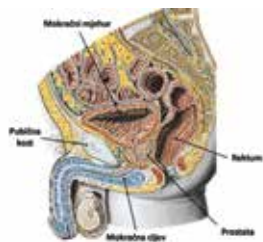
Mite Cenića 11, 11010 Beograd, Republika Srbija, tel/fax: +381 11 397 56 39, 246 38 28, 246 33 21, 246 17 49  
email: [office@abtrade.rs](mailto:office@abtrade.rs), web: [www.abtrade.rs](http://www.abtrade.rs)

265-1110310000468-50 Raiffeisen banka; 170-30021859000-05 UniCredit banka; 165-7007624284-49 Addiko banka;  
Matični broj: 17175424; Šifra delatnosti: 4646; PIB: 100421071

# ЗНАЧАЈ УЛТРАЗВУЧНОГ НАЛАЗА У ПЛАНИРАЊУ РАДИОТЕРАПИЈЕ КАРЦИНОМА ПРОСТАТЕ



**П**ростата је жлездано –мишићни орган овоидног облика који подсећа на кестен, па је у народу називају кестењача. Просечна тежина нормалне простате одраслог мушкарца је 18 грама и има следеће димензије: висина 3-4 цм, ширина 4-5 цм и дебљина 2-2,5 цм. Код старијих мушкараца маса и величина варирају. Простата је смештена у подперитонеалном спрату карлици, иза препонске симфизе, испод врата мокраћне бешике и испред ректума. База простате везана је према горе са мокраћном бешиком и семенским везикулама.



**Слика бр. 5 - смештај простате у односу на околне структуре**

Карцином простате је злоћудан тумор који потиче од ћелија простате. Јако дуго и споро расте у органу и за то време не даје било какве клиничке симптоме. Како рак простате у свом расту напредује, повећава се могућност његовог ширења изван простате у околна

ткива (локално ширење). Осим тога, рак се може ширити и у удаљене органе и то је метастазирање. Најчешћа места метастаза рака простате су кости, плућа и јетра. Симптоми и знакови рака простате заправо су више повезани са ширењем болести у удаљене органе. Може се открити тек након рутинског прегледа простате, зато се и саветују редовне контроле бар на две године, код старијих и учесталије, као и код особа са породичном појавом болести.

Карцином простате се испољава кроз следеће симптоме: учестало мокрење, често буђење у току ноћи да би се мокрило, танак или дисконтинуиран млаз урина, болно или непријатно мокрење, крв у урину, непотпуно пражњење бешике после сваког мокрења, болна ејакулација, или болна ерекција (ређе). У случају проширења самог тумора може довести до болова у костима, најчешће карлице, пршљенова или ребара. Патолошке фрактуре, слабост у ногама, уринарна и фекална инконтиненција, мршављење, умор и генерална слабост.

У сврху дијагностике иницијално се ради ПСА тест крви и дигиторектални преглед простате (преглед прстом лекара уролога кроз анални отвор пацијента), а уколико се уоче абнормалности, пацијент се шаље на даља испитивања (ултразвук уротракта и простате, биопсија простате). Биопсија простате се изводи кроз завршно дебело црево

или ректум (трансректално) под контролом ултразвука. Мали комади ткива простате добију се уз помоћ посебно конструираних дуге игле. ТРУС вођена биопсија (Трансректална Ултрасонографски вођена биопсија) је тренутно стандардна метода за дијагностиковање рака простате.



**Слика бр. 6 - трансректални звук простате**

Процена проширености и одређивање стадијума рака простате један је од најважнијих фактора у одабору лечења и предвиђања изгледа за излечење. Класификација тумора простате по стадијумима је стандардни начин описивања проширености тумора. Најчешће се употребљава ТНМ класификација Америчког удружења за рак (AJCC).

Један од видова лечења карцинома простате је радиотерапија, која има за циљ уништење малигног тумора уз максималну поштеду здравог околног ткива и органа.



Према времену извођења радиотерапија може бити: преоперативна и постоперативна, а према начину извођења транскутана и брахитерапија.

## ТРАНСКУТАНА ЗРАЧНА ТЕРАПИЈА

Транскутана зрачна терапија спроводи се на високоенергетским линеарним акцелераторима. Осим што омогућава дубљу пенетрацију снопа у ткиво, линеарни акцелератор генерише снап са оштро оцртаним границама. То је омогућило да веће дозе зрачења буду усмерене на клинички циљни волумен (нпр, простату, семене везикуле или регионалне лимфне чворове).

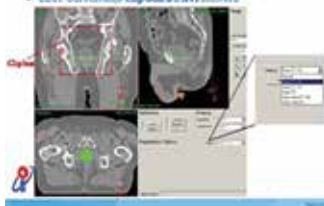


Слика бр.7 - савремени линеарни акцелератор

Интезитет модулисана радиотерапија (IMRT), представља златни стандард транскутане зрачне терапије простате. Применом те технике зрачења могуће је још више повећати дозу на циљни волумен уз адекватну заштиту органа од ризика. Туморска доза (ТД 80 ГУ/40фр.). Једна од варијација IMRT-а је волуметријска лучна радиотерапија VMAT. Она користи терапијске уређаје који проводе брзо зрачење ротацијом главе уређаја око болесника. На тај начин се убрзава зрачење, те траје тек неколико минута.

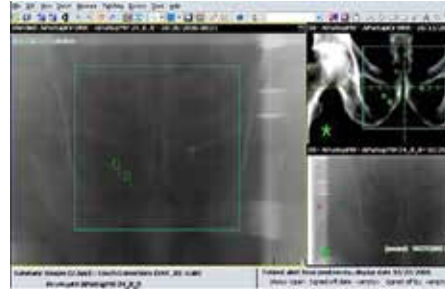


Слика бр. 8 - 3 Дконформална терапија- план



Слика бр. 9 - план VMAT техником зрачења

Термин сликом вођена радиотерапија (IGRT) се односи на употребу имидинг техника, за време трајања радиотерапије, у покушају да се повећа сигурност погађања циљног волумена.



Слика бр. 10 - Поравњање положаја зрнаца

Након завршеног терапијског плана на апарату се врши верификација истог, али тек уколико на ултразвуку утврдимо да је пацијент испунио бешику оном количином течности коју је имао и приликом припреме за зрачење. Овако пуна бешика има за циљ да се одаљи од простате тако да само врат бешике буде обухваћен зрачним снопом.

## БРАХИТЕРАПИЈА КАРЦИНОМА ПРОСТАТЕ

Брахитерапија је један од модалитета терапије јонизујућим зрачењем. Термин брахи потиче од грчке речи-кратко растојање. Користе се сићушни извор (сачма) који се уноси у шупљину органа или у сам тумор и апликују се веће дозе зрачења на краћем растојању до 5цм. Извор зрачења који се примењује може бити трајни 125Ј –“Low dose rate”- ниске брзине или привремени када се користи Ир 192 –“High dose rate”-велике брзине дозе.

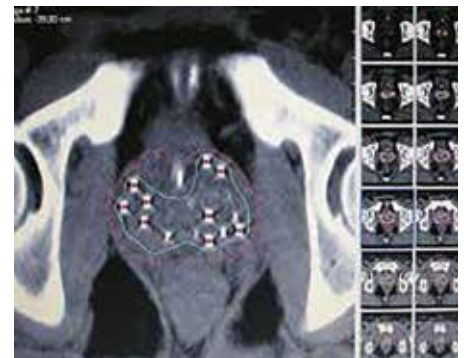


Слика бр.11 -апарат Микроселектрон

Данас се примењују две врсте брахитерапије: ЛДР (low dose rate) брахитерапија ниске брзине дозе трајним имплантатима радиоактивних зрнаца јода 125 (13 ГУ/недељно) или паладија 103 (40 ГУ/недељно) и ХДР (high dose rate) брахитерапије велике брзине дозе изотопима иридијума 192 ( 2-36 ГУ/мин) увођењем игле водича у ткиво.



Слика бр. 12 –апликована плочица са координатним системом и иглама за водиче радиоактивних извора



Слика бр. 13 -компјутерска провера плана зрачења након завршетка захвата

## КОМПЛИКАЦИЈЕ ЗРАЧНЕ ТЕРАПИЈЕ

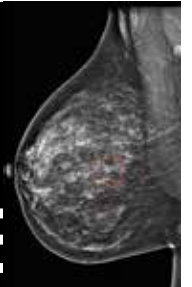
Компликације зрачне терапије се јављају као последица деловања зрачне терапије на околна здрава ткива. Код карцинома простате компликације се јављају на доњем гастроинтестиналном и генитоуринарном тракту.

## ЗАКЉУЧАК:

Данас када имамо савремене и софистициране машине помоћу којих се може испоручити врло висока доза на мали волумен, остварује се висок степен излечености и продужетак живота пацијената, а компликације су ретке и краткотрајне у односу на старије методе.

Аутор рада: **Слађана Томић**  
специјалиста струковни медицински радиолог

# САВРЕМЕНЕ ТЕХНИКЕ РАДИОТЕРАПИЈЕ КАРЦИНОМА ЛЕВЕ ДОЈКЕ



(АБЦ СИСТЕМИ Ц-РАД)

## ЕПИДЕМИОЛОГИЈА КАРЦИНОМА ДОЈКЕ

Рак дојке је најчешћи малигни тумор у женској популацији. Сваке године се у Србији дијагностикује око 4.000 нових случајева рака дојке а умре око 1.500 оболелих, што чини око 18 одсто смртности од малигних болести у женској популацији. Инциденца рака дојке у Србији је у сталном порасту (за Србију је 2002. године износила 64/10.0000 жена). Рак дојке се сто пута чешће јавља код жена него код мушкараца. Узрок оболевања од карцинома дојке није познат. Животна доб представља један од главних фактора ризика за настанак рака дојке.

## КЛИНИЧКА СЛИКА КАРЦИНОМА ДОЈКЕ

Карцином дојке се најчешће манифестује као палпабилни чвор који је ретко удружен са болом. Због инфилтративног раста, тумор је нејасно ограничен према околном ткиву. Увлачење коже и брадавице су чести симптоми код тумора локализованих ближе површини. Код карцинома који расту у терминалним одводним млечним каналима могућа је појава крвавог исцетка. Већи тумори компресијом могу да доведу до стазе околних венских и лимфних судова, што се манифестује асиметријом приказа поткожних вена или локалним лимфедемом коже. Код регионално узнапредовале болести, клиничким прегледом се палпирају увећани лимфни чворови у пазуху и супраклавикуларној регији. Карцином дојке најчешће метастазира у кости, јетру, плућа и мозак, а клиничка слика може да буде разноврсна, зависно од места метастазирања болести.

## ОБЛИЦИ И ЛЕЧЕЊА КАРЦИНОМА ДОЈКЕ

У лечењу карцинома дојке најчешће се комбинује примена више онколошких терапијских модалитета (хирургија, радиотерапија, хемиотерапија, хормонска терапија, биолошка - циљана терапија). Самим тим је и радиотерапија, као део мултидисциплинарног лечења карцинома дојке, претрпела одређене промене и прилагодила се новим терапијским трендовима.



Слика бр. 1 – АБЦ апарат

## ТРАНСКУТАНА РАДИОТЕРАПИЈА

Радиотерапија се спроводи на високоенергетским линеарним акцелераторима, уз употребу одговарајућих средстава за имобилизацију.

У циљу спречавања раних и касних компликација након озрачивања регије дојке уведене су нове технике и средства за имобилизацију, који омогућавају да пацијент у току и након зрачне терапије, нема или су нежељена пропратна дејства сведена на минимум.

Технике дубоког удисаја примењују се за озрачивање леве дојке, да би се избегла испорука велике дозе на срце и плућа, који се налазе на путу зрачног снопа. Дубоко инспиративно задржавање даха (DIBH) генерално доводи до нижих доза на срце и плућа од зрачења при слободном дисању (FB) и постало је свакодневна пракса у свету у радиотерапији (РТ) леве дојке.

АБЦ (Active Breathing Coordinator) и C-RAD Catalyst су најновије методе у терапији озрачивање леве дојке.

## АБЦ СИСТЕМ



Слика бр. 2 – Иммобилизација за АБЦ



АБЦ се изводи помоћу одговарајуће апаратуре и код пацијената који су у доброј физичкој кондицији и могу лако да сарађују.



Слика бр. 3. – Пацијент са АБЦ системом.

### Ц-РАД КАТАЛИСТ

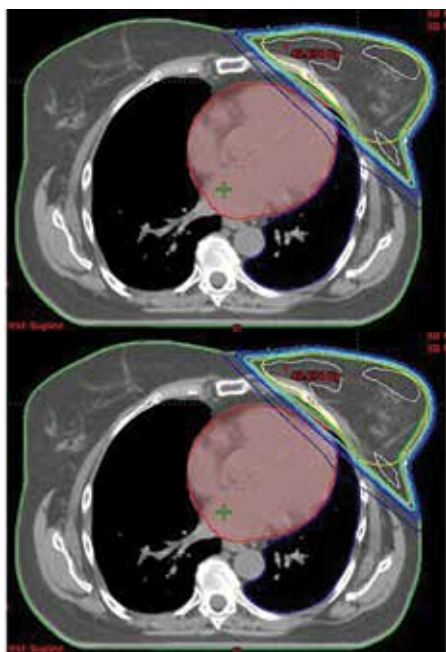
Ц-РАД Каталист је напредни систем заснован на ласерској камери који се може користити за више апликација у области зрачне терапије. За разлику од алтернативних приступа, употребом напредне технологије ласерског скенирања површине избегава

се потреба за имплантираним или чак површински лоцираним референтним маркерима. Овај приступ пружа ефикасност тока рада за клинику и већу удобност за пацијента.

Пацијент посматра кретање свог грудног коша, приликом дисања, помоћу специјалних наочара.



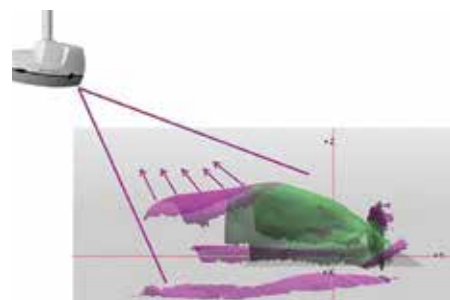
Слика бр. 5 – Camere Каталиста



Слика бр. 4 – излазак ризичних органа из зрачног снопа

### ПРЕДНОСТ УПОТРЕБЕ ОВИХ СИСТЕМА

- Управљање покретима без дозе
- Аутоматско преузимање података о пацијенту
- Нема маркера на пацијенту или око њега
- Аудио-визуелни тренинг путем собних звучника и видео решења, помажући пацијенту да прати оптимални образац дисања.
- Пацијент може посматрати кретање зида грудног коша, свој удах и задржавање док носи специјалне наочаре.
- Максимална поштеда здравог ткива (срце, плућа).



Слика бр. 6 – Позиција пацијента на на пацијент столу

### ЗАКЉУЧАК:

Резултати лечења показују да савремени приступ и примена различитих техника озрачивања представљају најефикаснији начин лечења карцинома дојке са минималном могућношћу озрачивања органа од ризика у односу на старије методе.

Аутор рада:  
специјалиста струковни медицински радиолог  
**Слађана Томић**



### FUJIFILM Amulet Innovality – Premijum digitalni mamograf poslednje generacije

Flet panel detektor sa najvećom rezolucijom na tržištu i veličinom piksela od svega 50µm, daje izuzetan kvalitet slike, a u kombinaciji sa snažnim generatorom i najnaprednijim softverskim opcijama podržava sve vrste aplikacija:

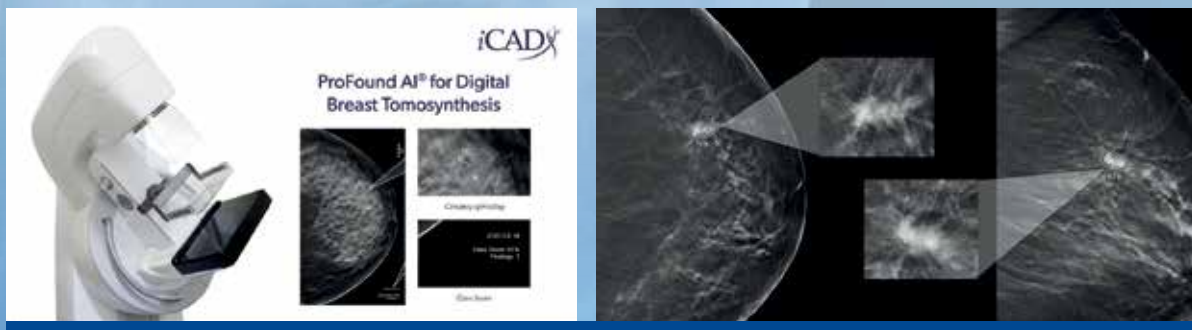
- Tomosinteza u dva moda: Standard i High resolution
- Contrast mammography
- Stereotactic Biopsy
- Lateral Biopsy
- Tomo guided Biopsy
- Intelligent AEC - Optimizovan kontrast i niska doza rendgenskih zraka korišćenjem mete volframa sa najnovijom tehnologijom analize slike, vrši automatsku optimizaciju doze rendgenskih zraka za svaki tip dojke (uključujući dojke sa implantom)
- ISR – iterative super-resolution reconstruction
- Breast Density Measurement Software with Density Category display



**iCAD Inc.** je globalni lider u naprednim rešenjima za otkrivanje raka dojke izgrađenim na veštačkoj inteligenciji koja omogućuje radiolozima da ranije pronađu rak, a poboljšaju tok čitanja. Ovakav paket rešenja za zdravlje dojki pruža moćna rešenja za detekciju i tok rada za 2D i 3D mamografiju.

iCAD softver **ProFound AI** daje lekarima neverovatnu mogućnost da precizno odrede vrstu lezije kao i da izračunaju mogući stepen slučaja karcinoma.

**ProFound AI** je napravljen sa najnovijom tehnologijom dubokog učenja, **ProFound AI za DBT Version 3.0** brzo analizira svaku sliku tomosinteze, otkrivajući gustocu malignih mekih tkiva i kalcifikacije sa neprevaziđenom preciznošću. Sigurnost nalaza i ocena slučajeva dodeljuju se svakom otkrivanju, odnosno svakom slučaju. Ovo su relativni rezultati izračunati **ProFound AI** algoritmom koji predstavljaju uverenje algoritma da je otkrivanje ili slučaj zločudan; ove ključne informacije mogu pomoći radiolozima u donošenju kliničkih odluka.





## ИЗАЗОВИ У ПРИПРЕМИ И СПРОВОЂЕЊУ

# ПАЛИЈАТИВНА ЗРАЧНА ТЕРАПИЈА

**И** поред великог напретка медицине и данас смо у ситуацији да се срећемо са тешким стадијумима малигних болести у којима се не очекује излечење пацијента.

И ако је тада битка са болешћу изгубљена, не сме се дозволити вишемесечна патња код пацијента и његове породице. На жалост, у нашим здравственим установама, због економског момента, ово је веома запостављена група пацијената. Чак и у богатим друштвима се овом проблему не приступа на адекватан начин.



Слика симболизује човека надјачаног осећајем бола, страха и тескобе

Појам палијативно потиче од латинске речи "paliо" што у преводу значи загрнути, прекрити, препокрити.

Поред медикаментозне терапије, палијативних хируршких интервенција, палијативне хемиотерапије, значајно место у мултидисциплинарном приступу овом проблему има палијативна зрачна терапија. Готово 50 одсто свих зрачних третмана има палијативни циљ.

**ЦИЉЕВИ ПАЛИЈАТИВНЕ РТ:**

Палијативна РТ нема за циљ излечење (пачак ни лечење) основне малигне болести, нити продужетак преживљавања, већ поправљање квалитета преосталог живота пацијента.

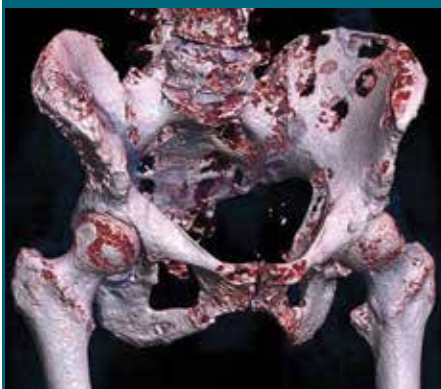
- Ослобађање или превенирање симптома локално одмакле болести или удаљених метастаза (антидолорозни, хемостатски, деопструктивни, антиедематозни ефекат).
- Побољшање квалитета живота
- Рационални приступ-максимални ефекти са минималним третманом.

**ПРИНЦИПИ ПАЛИЈАТИВНЕ РТ:**

- Применити укупне дозе зрачења мање него у радикалном приступу (највише до 2/3 радикалне дозе, стандардним режимом фракционисања).
- Што краће време трајања терапије.
- Хипофракционисање (мали број фракција са већим појединачним дневним дозама).
- Користе се најчешће једноставне технике зрачења.
- Избећи изражене акутне и евентуалне позне компликације.
- Обезбедити ургентност примене.

**ВРСТЕ ПАЛИЈАТИВНЕ РТ:****АНТИДОЛОРозна**

- Ублажавање бола код локално одмаклих тумора, као и удаљених метастаза. Највише успеха има код болних коштанних метастаза.

**ХЕМОСТАТСКА**

- Заустављање масивног крварења код гинеколошких, пулмолошких, уролошких, гастроинтестиналних и ОРЛ малигнома.

**МУЛТИПЛЕ МЕТАСТАЗЕ У МОЗГУ**

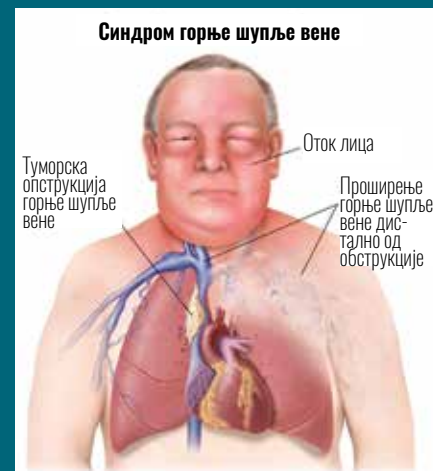
- Спречавање даљег ширења, редукција броја и величине метастаза као и смањење интракранијалног притиска.

**СИНДРОМ ГОРЊЕ ШУПЉЕ ВЕНЕ**

- Олакшавање дисања, смањење венског притиска у глави и врату.

**КОМПРЕСИЈА КИЧМЕНЕ МОЈДИНЕ**

- Превенција настанка тешких неуролошких испада због притиска тумора на медулу.



Најчешћи режими фракционисања палијативне РТ су 30 Gy (греја) у 10 фракција затим 20/5, 16/4 а често се примењује и једнократно висока доза од 7 до 8 греја (single shoot).

Након прегледа од конзилијума лекара различитих специјалности и доношења одлуке о палијативној радиотерапији, приступа се обради пацијента, изради имобилизације и на крају, провођењу терапије у чему кључну улогу има виши радиотерапијски техничар. Од његовог искуства, вештине, познавања принципа радиотерапије, али и од способности сналажења у новонасталим ситуацијама, зависи и успех терапије.

Палијативно збрињавање најтежих и животно угрожених пацијената је одувек представљало један од најзахтевнијих подухвата у радијационој онкологији свима, а посебно вишим радиотерапијским техничарима.

Процена способности пацијента да одговори захтевима за спровођење симулације, а касније и терапије почиње приликом првог контакта са пацијентом. Тада одлучујемо:

У ком положају ћемо зрачити пацијента у зависности од регије или органа који желимо да третирамо Пронација, супинација или док лежи на боку

Што се положаја тиче, најчешће се одлучујемо за супинацију јер нам, у већини случајева, омогућава најбољи прилаз регији коју зрачимо. Уз помоћ имобилизационе опреме пацијент је способан да заузме комфоран и лако репродукцибилан положај и даје нам добар поглед на пацијента током третмана.

У случајевима коштаних метастаза лоцираних на кичменом стубу, идеалан положај је проиран. Али, ако пацијент није способан да заузме овај положај, симулацију и терапију спровећемо у супинацији.



Коју ћемо врсту имобилизације применити? Ово је посебно важно јер имобилизација мора, пре свега, да буде комфорна за пацијента и да му омогући да задржи неопходан положај за време извођења терапијске процедуре, која неретко може да потраје десетак минута.

Такође, да онемогући невољне покрете током симулације, а касније и третмана, којима су ови пацијенти често склони. Баш због оваквих ситуација смо принуђени да



додатно фиксирамо пацијента за терапијски сто, за ту намену, посебно израђеним фиксационим тракама. Најважнији стандард којем добра имобилизација мора да одговори је репродукцибилност, што значи да идентичан начин имобилизације, приликом симулације, мора бити идентично репродукован приликом третмана. Овим осигуравамо да су и пацијент и мета на месту на којем желимо да буду. Последњи, али не и најмање важан захтев, је да не омета испоруку дозе приликом третмана и да је постављена тако да зрачни сноп не пролази кроз њу, ако је то могуће.

Имобилизационих средстава има много и од различитих произвођача. Готово сваки произвођач ове врсте опреме има у понуди фиксацију за сваки део тела.

Свака радиотерапијска процедура захтева одређено време. То време је, углавном, одлучујући фактор када дође до одлуке коју врсту терапије применити, како фракционисати и како имобилисати пацијента.

Радијациона онкологија познаје неколико ургентних стања: јак бол, патолошка фрактура, акутно крварење, продор туморске масе у спинални канал и SVCS.

У овим случајевима смо принуђени да одмах реагујемо и припремимо пацијента за третман брзо и ефикасно.

У раду са овим пацијентима, наш највећи непријатељ је бол.

Када није могуће да пацијент адекватно одговори захтевима за спровођење одређене процедуре због јаког бола, планирамо антидолоорозну мединкаментозну терапију у оптимално време за извођење третмана. Пацијента ћемо, колико је то могуће, обезболити и обезбедити да задржи положај неопходно време. Примена адекватне имобилизације може у значајној мери да допринесе смањењу бола. Уколико је пацијент узнемирен и не сарађује најбоље, примена неког седатива може да помогне и обезбеди нам неопходно време за симулацију или терапију. Све ово, наравно, у договору и по налогу лечећег лекара.

Можда најдраматичнији пацијенти са којима се срећемо у клиничкој пракси су они са синдромом горње шупље вене. Због притиска који туморска маса врши на горњу шупљу вену настаје опструкција у дотоку крви у десну преткомору. Ти пацијенти су углавном јако отечених горњих екстремитета и главе и цијанотични. Веома тешко дишу и

увек им је неопходан кисеоник. Понекад не могу ни два минута да издрже без додатне оксигенације. Тада имамо само једну опцију, апарат за O<sub>2</sub> мора у бункер са пацијентом. Апарат мора да буде пажљиво постављен у односу на покретне делове апарата за зрачење. Не желимо колизију, а ни да преплашимо пацијента. Као и код пацијената који трпе јаке болове, време на апаратима за зрачење мора да буде сведено на прихватљиви минимум за квалитетну и прецизну испоруку дозе зрачења.

Припрема и зрачење пацијената са продором тумора у спинални канал представља посебан изазов, али и огромну одговорност. Захтева посебан опрез приликом пребацивања пацијента на терапијски сто и постављања имобилизације. Како је коштана структура пршљенских тела компромитована и најмањи незгодан покрет може да нанесе непоправљиву штету. Из тог разлога се трудимо да увек, приликом пребацивања оваквих пацијената, имамо довољно људи и да пацијента померамо крајње пажљиво. Понекад то значи да ћемо позвати колеге ангажоване на другим апаратима да помогну, док ће рад на њиховим апаратима бити обустављен на кратко.

Палијативно зрачимо и секундарне депозите који су откривени приликом редовних контрола и стандардне дијагностике која им претходи. Рад са овим пацијентима је специфичан јер су, углавном, јако разочарани и изгубили су вољу да се боре. Овде разговор игра најважнију улогу. Треба им прићи на прави начин и наћи праве речи да их охрабримо. Обично имају много питања, а када задобијемо њихово поверење, рад са њима не представља никакав проблем.

Палијативни пацијенти представљају посебну групу онколошких пацијената која захтева нашу посебну пажњу. Палијативни третмани не воде до излечења, али добре резултате постижемо у смислу побољшања квалитета живота ових пацијената.



**Даница Ранковић**  
Радиотерапијски техничар

# RadAspire

READ ▶ ADAPT ▶ DEVELOP ▶ ASPIRE

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



## Zašto RadAspire?



Unapredite vaše medicinsko iskustvo i znanje u oblasti dijagnostičkog imidžinga.

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



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



# РАДИОТЕРАПИЈА ВОЂЕНА МАГНЕТНОМ РЕЗОНАНЦОМ

(MRgPT) означава почетак нове ере. MR је свестран и погодан начин снимања за радиотерапију, јер омогућава директну визуализацију тумора и околних органа у опасности.

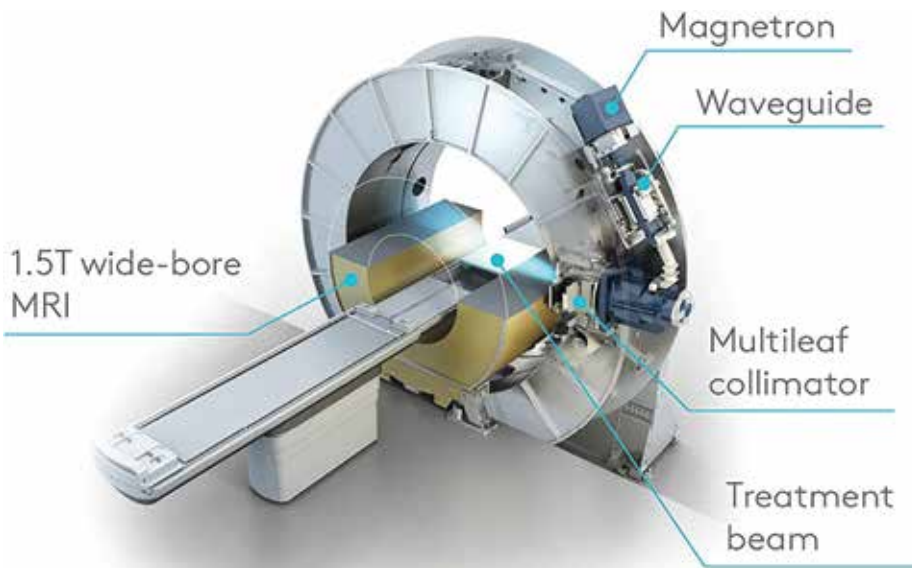
MRgPT пружа снимање у реалном времену ради карактеризације и евентуалног праћења анатомског кретања. Успешан превод нових технологија у клиничку праксу остаје изазов. До сада је почетна доступност хибридних MR-линак (MRЛ) система следеће генерације још увек ограничена, па је фокус овог прегледа био на почетној применљивости у тренутној клиничкој пракси и на будућим перспективама ове нове технологије за различито лечење.



Текст пише

**Иван Антонијевић**

струковни медицински радиолог



MRgPT се може сматрати револуционарном новом технологијом која је у стању да створи нове перспективе ка индивидуализованом приступу планирања и лечења оријентисаном на пацијента, посебно због могућности коришћења свакодневних стратегија прилагођавања на мрежи. MRЛ системи превазилазе ограничења конвенционалне радиотерапије вођене сликом, посебно у меком ткиву, где мета и угрожени органи траже тачну дефиницију. Ипак, остају неке забринутости у вези са додатним временом потребним за поновну оптимизацију дистрибуције дозе на мрежи, поузданошћу поступка праћења, те тумачењем функционалних маркера за снимање MR-ом и њиховим потенцијалним променама током лечења. Због свог сталног технолошког усавршавања и брзе клиничке и опсежне примене у неколико анатомских окружења.

Напредне технике зрачења, укључујући терапију зрачењем са модулацијом интензитета (IMRT), волуметријски модулирану терапију луком (VMAT) или стереотаксичну

радиотерапију тела у високим дозама (SBPT), теже постизању циља испоруке високих доза тумору, док се при том штеде околна ткива и органи у опасности (OAP). Да би се обезбедила прецизна доза, развијена је радиотерапија вођена сликом (IGRT), која је увелико уведена у клиничку праксу. Тренутне IGRT технике које користе уграђени КТ са конусним снопом (CBCT) су већ веома ефикасне, али су ограничене због смањеног контраста меких ткива. Често је и даље изазов разликовати тумор од нормалног ткива, што има за последицу да стратегије повећања дозе нису лако изводљиве.

Уграђена радиотерапија вођена магнетном резонанцом (MRI) у реалном времену (MRgPT) са хибридни системима са линеарним акцелератором (MRЛ) означава почетак нове ере. MRI је најсвестранији и најпогоднији начин снимања за РТ, јер пружа директну визуелизацију тумора и анатомије околног ткива. Чак, он пружа снимање у реалном времену ради карактеризације и евентуалног праћења анатомског кретања. Респираторно

гашење помоћу MRI је посебно повољно у неколико аспеката за СБРТ са високим дозама. Омогућава ублажавање кретања и смањење маргина ПТВ -а и тачну испоруку дозе ПТВ -у смањењем изложености дозама ОАР -а. Одређена анатомска места или специфични органи захваћени кретањем из различитих извора (нпр. дисање, померање црева /пуњење бешике) могу имати користи од МР-вођене технике гатирања: тумори грудног коша, укључујући лезије плућа или медијастинума, рак дојке и туморе абдомена или карлице, као што су лезије јетре или панкреаса и рак простате. Прилагођавање плана у реалном времену, док је пацијент за столом за лечење, реметилачки је концепт иновативног тока рада МР-линеарног акцелератора (МРЛ). Ова нова кључна карактеристика омогућиће лекарима да оптимизују стратегије повећања дозе, јер постоји даљи потенцијал за смањење дозе на ОАР, посебно када се обезбеди прецизна локализација и праћење тумора у реалном времену.

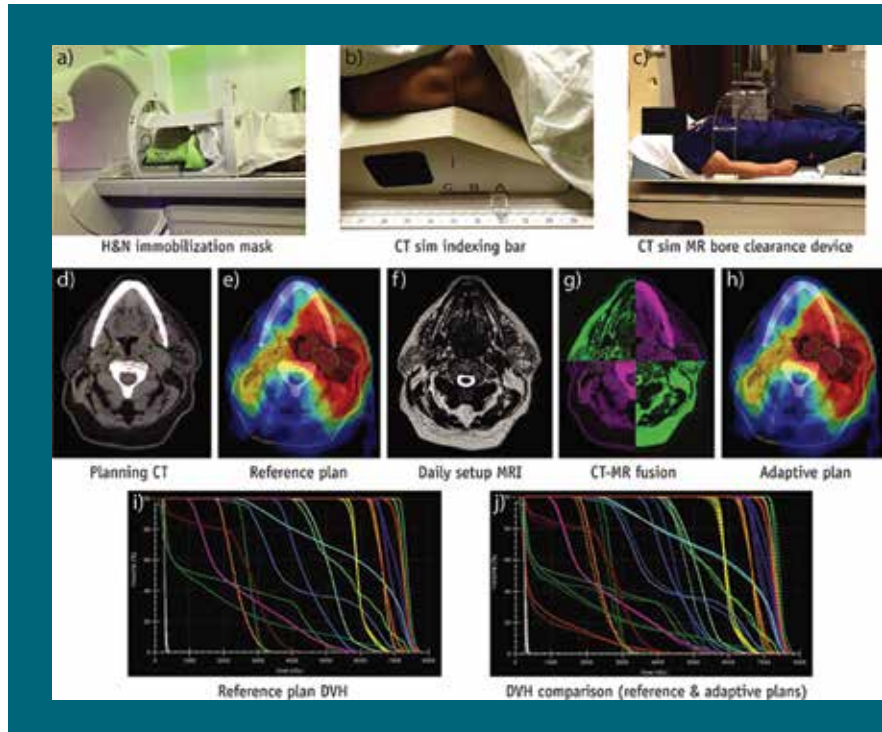
## КЛИНИЧКЕ ЛОКАЦИЈЕ

Успешан превод нових технологија у клиничку праксу остаје изазов. До данас је почетна доступност хибридних МР-линац система следеће генерације још увек ограничена и стога је фокус овог прегледа на почетној применљивости у тренутној клиничкој пракси и на будућим перспективама ове нове технологије за различита места лечења.

## МОЗАК

Тумори централног нервног система (ЦНС) често се лече РТ. Специфични ентитети су метастазе, примарни тумори мозга (глиоми ниске класе, анапластични астроцитоми, олигодендроглиоми, глиобластоми), екстра-аксијални тумори попут менингиома и други бенигни ентитети, укључујући аденоме хипофизе и вестибуларне шваноме.

Процес планирања заснован на MRI могао



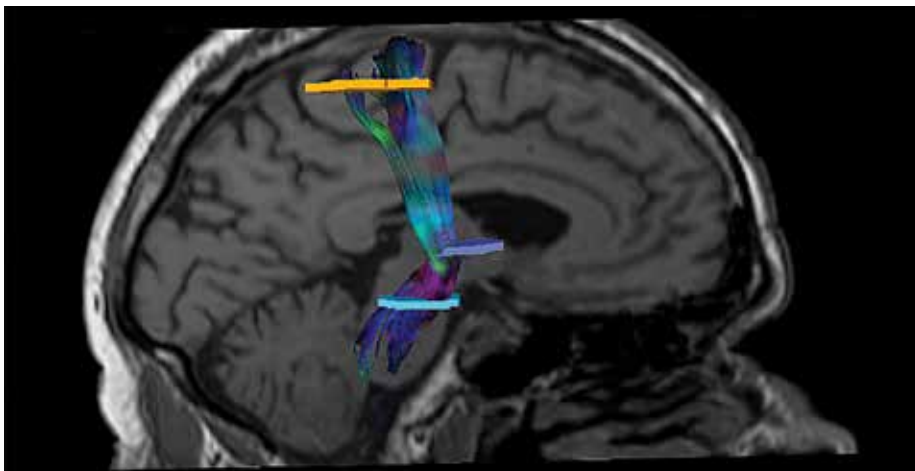
би потенцијално уштедети време и трошкове, а истовремено смањити несигурности повезану са регистрацијом CT-MRI. MRI већ представља златну стандардну методу снимања за дијагнозу тумора на мозгу и процену одговора на лечење. У том контексту, МРгРТ омогућава први пут да се добију и структурне и функционалне информације током РТ -а и да се управља прилагођавањем прописане дозе током лечења, како би се оптимизовао исход. До данас, у свакодневной клиничкој пракси, недавни MRI се обично заједнички региструје на коштаним структурама симулационог КТ-а, постижући висок степен поузданости. Због тога, због ових консолидованих процедура, РТ се већ обично испоручује са високим нивоом прецизности до можданих мета. Стога, осим што се претпоставља након увођења ПЕТ-MRI, многе

забринутости могу бити повезане са стварном корисношћу МРгРТ у РТ мозга.

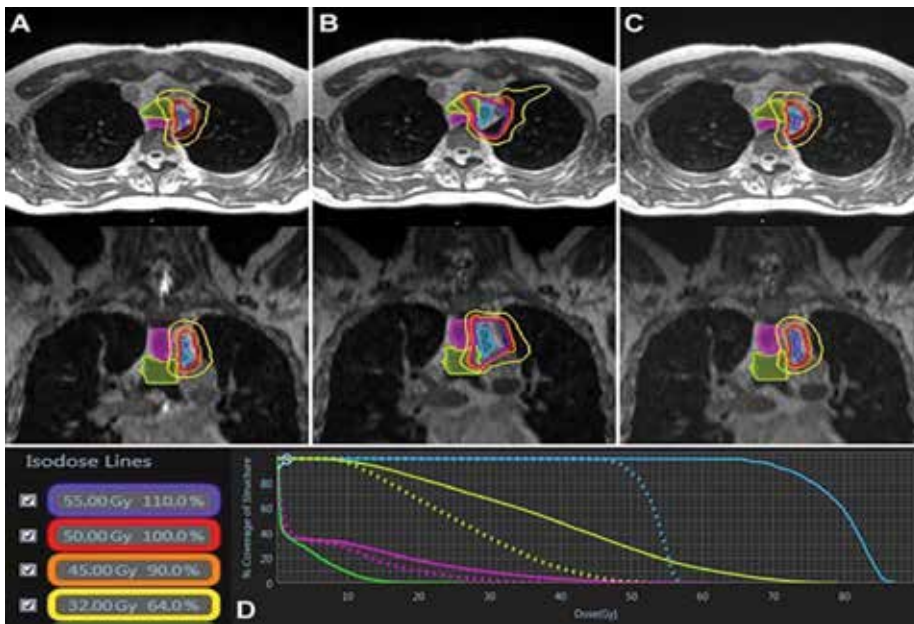
Појављује се кључна разлика: МРЛ системи омогућавају брзу адаптацију, тренутно оцртавање циљног волумена и брзу процену одговора тумора. Пример је лечење ресекционе шупљине, која се може значајно променити у облику и величини између симулације MRI и почетка лечења. Штавише, ако се примени хипофракционисана стереотактичка радиохирургија (SRS), ресекциона шупљина би се такође могла променити током третмана од 3 до 5 фракција, што би било видљиво коришћењем МРгРТ.

Тсенг и други стручњаци су проценили дозиметријски утицај магнетног поља, укључујући ефекат повратка електрона на границама ткива и ваздуха у SRS-у и могли су показати да ни конформитет мете, нити градијент дозе, нису негативно утицали.

Вен је показао да је одличан квалитет плана и тачност испоруке дозе постигнути на МРЛ систему за лечење више метастаза у мозгу са једним изоцентром. Осим шема фракционисања високих доза, очекује се да ће конвенционално фракционисани до умерено хипофракционисани распореди, представљати стандард неге код примарних тумора мозга због побољшаних терапијских односа. Ипак, остаје непознато које предности могу проицаћи из дневног оптимизирања циљања и планирања помоћу МРгРТ -а, јер се доступне секвенце MRI -а, које су тренутно још увек врло ограничене, могу побољшати у будућности. До данас би







промене у бруто волумену тумора (ГТВ) барем омогућиле рано прилагођавање плана лечења. Осим шема фракционисања високих доза, очекује се да ће конвенционално фракционисани до умерено хипофракционисани распореди представљати стандард неге код примарних тумора мозга због побољшаних терапијских односа. Остаје непознато које предности могу проizaћи из дневног оптимизирања циљања и планирања помоћу МРrPT -а, јер се доступне секвенце MRI -а, које су тренутно још увек врло ограничене, могу побољшати у будућности.

Укратко, МРrPT ствара нову перспективу ка индивидуализованом приступу планирања који је оријентисан на пацијента, користећи мрежну адаптацију за интракранијалне

третмане. Надаље, очекује се значајно повећање знања о биолошким процесима који се јављају током РТ и његовом утицају на преживљавање пацијената због можданих болести.

### ГЛАВА & ВРАТ

MRI врата се све више користи у РТ главе и врата (X & H) због свог врхунског контраста меких ткива и његове свестраности. MRI се користи у планирању лечења за разграничење ГТВ, клиничког циљног волумена (ЦТВ) и за процену потребне марже ПТВ и за процену локо-регионалног одговора на лечење. Без сумње, појављивање МРЛ отвара врата за потпуно искоришћавање предности MRI у односу на СВСТ, захваљујући његовој способности прилагођавања на мрежи током поступака лечења.

#### Очекују се следећа значајна побољшања:

##### - Прилагођавање анатомским променама

Током зрачења, X & H пацијенти могу значајно изгубити тежину, а ОАР, као што су паротидне жлезде, могу драматично да се смање. Временска скала ових промена не захтева онлајн оптимизацију. Међутим, МРЛ и његов ток рада су дизајнирани да инхерентно управљају овим потенцијалним променама и онлајн, ванмрежно или недељно прилагођавање се може применити за оптималну уштеду ОАР -а.

##### Адаптација на одговор тумора

Одговор тумора варира од значајних волуметријских промена великих лимфних чворова до суптилних промена МР сигнала унутар ГТВ-а. Када се тумор јасно смањи и

замени га здравим ткивом, ГТВ се може прилагодити на једноставан начин. Како се прилагодити променама интензитета МР сигнала унутар почетног ГТВ-а мора се истражити у добро осмишљеним клиничким испитивањима. За карцином орофарингеуса, треба предложити разлику између пацијената са позитивним на ХПВ, где би се могло размотрити смањење ескалације дозе за добро реаговане ГТВ, и пацијената који су негативни на ХПВ, који захтевају повећање дозе у регионе са лошим одговором унутар ГТВ.

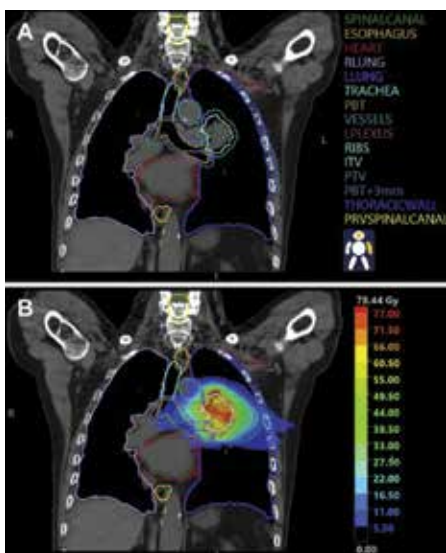
#### Управљање кретањем

Пацијенти са X & H раком лече се помоћу имобилизационе маске која у комбинацији са неколико крутих коштаних структура минимизира велика интрафракцијска кретања. Међутим, запажено је значајно кретање гркљана и језика због дисања, кретања језика и гутања. Цине-МР током зрачења може се применити како би се гарантовале минималне марже ПТВ-а. Штавише, решетке за изузетке могу се применити за прекид зрачења у случају прекомерног кретања.

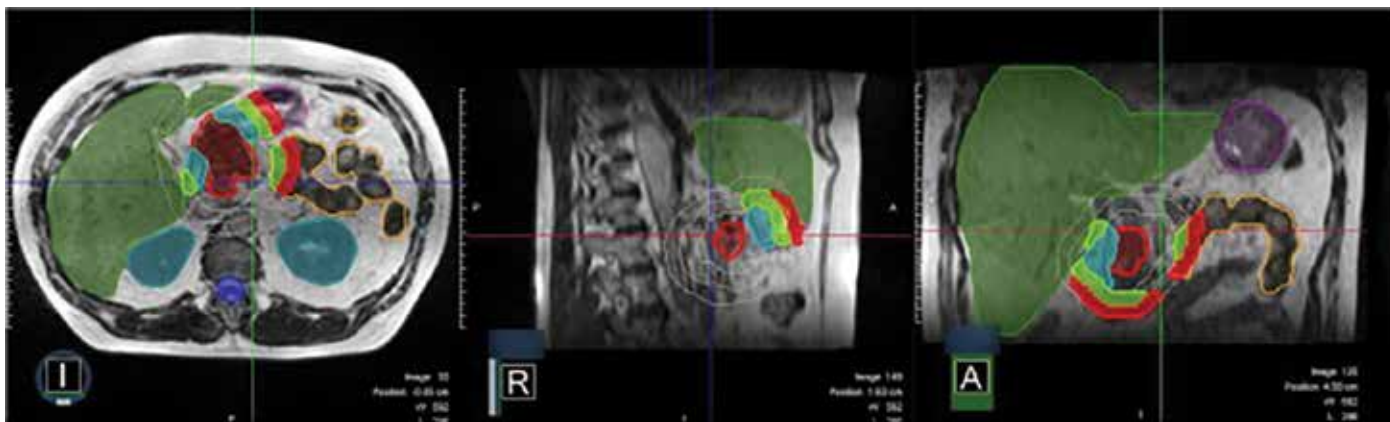
Шеме лечења за пацијенте са X & H раком обично се састоје од 30 до 35 фракција. Потпуна онлајн оптимизација плана, укључујући кораке регистрације, адаптације, оптимизације и КА, тренутно траје приближно 45 минута за релативно једноставне расподеле доза. Ипак, тридесет фракција од 45 минута у бучном, клаустрофобичном окружењу вероватно је превише узнемирујуће за многе пацијенте. Ова nelaгодност би се могла умањити развијањем брзог тока рада МРЛ када је потребно минимално прилагођавање и применом потпуне мрежне адаптације, само када дође до великих промена. Надаље, развиће се удобне методе позиционирања пацијената, укључујући смањење буке. Удобност пацијената и смањени ток рада предуслови су за потпуно искоришћавање обећања МР мерница за пацијенте са раком главе и врата.

### ПЛУЋА

Хистологија карцинома плућа без малих ћелија (НСЦЛЦ) чини приближно 85 одсто свих случајева рака плућа. Од тога, скоро 30 одсто је присутно са локално узнапредовалом болешћу, а РТ у комбинацији са хемотерапијом представља третман избора за ову групу пацијената. Због ниске стопе преживљавања, заговоране су стратегије повећања дозе за стадијум III НСЦЛЦ. Међутим, повећање дозе за стадијум III НСЦЛЦ захтева опрез и треба га темељно проучити. Забележене су волуметријске и позиционе промене током РТ-а, због чега је адаптивно зрачење за напредни карцином плућа потребно код око 1/3 пацијената,







како би се осигурала циљна покривеност и смањила доза плућа.

Кретање тумора плућа је сложено и зависи од локације тумора у плућима и од тога да ли је везан за круте структуре, као што су грудни кош или пршљенови. Амплитуде кретања од неколико центиметара забележене су у литератури. Директном визуелизацијом положаја тумора у „стварном времену“ у комбинацији са дозирањем респираторне дозе, јединица за лечење вођена МР може понудити много тачнију и прецизнију испоруку дозе, без употребе било каквог сурогата или статистичког модела за дисање.

СБРТ је добро успостављена техника за управљање НСЦЛЦ фазе I, која је значајно побољшала локалну контролу (ЛЦ) у поређењу са конвенционалним фракционисањем. ЛЦ стопе од  $\geq 85\%$  се постижу када је прописана биолошки еквивалентна доза тумора  $\geq 100$  Gy. Уобичајена је пракса генерисање запремине третмана за СБРТ плућа генерисањем 4Д-СТ. Међутим, ово у неким случајевима може довести до великог обима лечења, док је испорука СБРТ третмана вођена МР-ом за туморе плућа показала обећавајуће резултате у смислу смањења обима лечења и управљања покретом унутар фракција. СБРТ се такође показао као ефикасан начин лечења пацијената након неуспеха конвенционалног зрачења и метастатских тумора плућа, постижући добру локалну контролу уз прихватљиву токсичност. Недавни извештаји о прилагођавању онлајн плана за СБРТ третмане под МР смерницама показали су обећавајуће резултате.

Приступ средњег третмана за прилагођавање плана за централно лоциране торакалне туморе омогућио је смањење кршења ОАР-а и опоравак покривености ПТВ-ом услед меуфракционих промена.

Укратко, МрРТ нуди побољшану тачност циљног положаја помоћу супериорне визуелизације тумора унутар фракције. Очекује се да ће МрРТ постићи продужено преживљавање без болести и нижу токсичност за торакалне плућне туморе, посебно у области поновног зрачења и у лечењу централно лоцираних лезија, коришћењем бољег управљања кретањима унутар фракција у комбинацији са прилагођавањем плана на мрежи.

## ГРУДИ

Стандард неге пацијената са раним раком дојке након операције очувања дојке је озрачење целе дојке. Недавно су анализирани нови приступи лечењу применом парцијалног зрачења дојке (ПБИ) или убрзаног делимичног зрачења дојке (АПБИ) код тумора ниског ризика. ПБИ има за циљ смањење волумена озрачене дојке како би се смањили дугорочни нуспојаве третмана, оптимизирање козметичких исхода и побољшање квалитета живота уз одржавање локалне контроле тумора. Ипак, забележени су опречни резултати у погледу токсичности и козметичког исхода. Могућа забринутост због неодређених података су разлике у разграничењу циљног волумена, дозиметријским карактеристикама и распореду фракционисања дозе различитих АПБИ техника. Локализација и оцртавање ЦТВ -а на постоперативном СТ-у и даље су тешки, чак и ако се додатни клипови поставе у лежиште тумора. Штавише, ЦТВ-у се морају додати додатне марже како би се узело у обзир кретање стијенке грудног коша и постављање пацијента у Ekternal Beam РТ (ЕБРТ), што може резултирати већим озраченим количинама у ЕБРТ-у у поређењу са брахитерапијом или интраоперативним АПБИ техникама. Изазов адекватне дефиниције мете у постоперативној РТ могао би се савладати МрРТ-ом, јер МРИ има одличан контраст меких ткива, посебно у визуелизацији неправилности и спекулација.

Други приступ би могао бити преоперативни МрРТ АПБИ. Преоперативно разграничавање мете показало је мању варијацију међу посматрачима у поређењу са постоперативним окружењем. МРИ има високу осетљивост за откривање инвазивног карцинома дојке и добру корелацију са налазима хистопатологије. До данас су различите групе проценивале концепт једнократне дозе АПБИ испоручене пре хируршке ресекције и лечиле прве пацијенте.

Хортон и сарадници осмислили су испитивање повећања дозе фазе I једнократног преоперативног зрачења за пацијенте у раној фази рака дојке (чвор-негативан, инвазивни рак дојке или DCIS  $\leq 2$  cm).

Постојала су три различита нивоа повећања дозе од 15 Gy (n = 8), 18 Gy (n = 8) или 21 Gy (n = 16), а лумпектомија је изведена у року од 10 дана. ЦТВ је оцртана помоћу планске МРИ и укључивала је ГТВ са изотропном маргином од 15 мм. Све у свему, нису забележене акутне токсичности повезане са зрачењем 3. степена које ограничавају дозу. Ови рани резултати делују охрабрујуће и представљају први корак ка новом АПБИ приступу. Укратко, марже за подешавање могу се додатно смањити, јер није потребна заједничка регистрација планирања МРИ и СТ, а доза се може извршити помоћу респираторног МрРТ-а са газирањем. Овај приступ може смањити зрачен волумен дојке, а самим тим и нормалну токсичност ткива, као срчану токсичност. Штавише, преоперативна РТ која се води МР може потенцијално олакшати повећање дозе и омогућити аблативан, дефинитиван приступ лечењу рака дојке у раној фази. Очигледно је да МрРТ приступ за рак дојке треба тестирати у даљим клиничким испитивањима, али већ се чини да има потенцијал да постане будући „мењач иगर“ у портфолију индивидуализованих РТ стратегија дојке.

**ГАСТРОИНТЕСТИНАЛНИ ТУМОРИ****ЈЕТРА**

Јетра представља интригантном анатомско место примене МРgPT СБРТ због све веће употребе MRI у карактеризацији примарних и секундарних лезија јетре и настале улоге СБРТ у њиховом лечењу.

Кисхан и сарадници су проценили дозиметријску изводљивост Три-Кобалт-60 МР вођене РТ јетре СБРТ и приметили оптималну уштеду јетре и бубрега, посебно за најпериферније лезије.

MRI 2-димензионално снимање капија у реалном времену може ефикасно управљати кретањем волумена третмана кроз директне и/или индиректне приступе капији и превазићи неопходност инвазивне имплантације фидуцијала. Упркос обећавајућим техничким решењима, клинички докази о МРgPT јетре и даље су анегдотски.

**ПАНКРЕАС**

Анатомске карактеристике и положај панкреаса отежавају проналажење равнотеже између покривености циља и штетње ОАР -а, посебно у окружењу СБРТ. Доступне технологије за поновно позиционирање пацијената и испоруку дозе (СВСТ, решења за кретање) не дозвољавају ефикасно повећање дозе циља, а токсичност остаје снажан фактор који ограничава дозу.

Различите студије су описале предности сегментације и решења планирања за МРgPT у овом сценарију; посебно, његов мрежни адаптивни приступ, који се чини погодним за повећање дозе, прилагођавање плана и управљање анатомском варијабилношћу међу фракцијама. Потребне су веће студије да би се проценила појава токсичности овим приступом. Ипак, први клинички резултати на врло ограниченом броју пацијената изгледају обећавајуће. Из ових разлога, рак панкреаса представља једну од најважнијих примена РТ-а вођене МР-ом и добар је кандидат за даљи развој мрежних адаптивних решења.

**РЕКТУМ**

До данас, MRI представља златну стандардну технику у дијагностици карцинома ректума, због одличног контраста меких ткива и велике просторне резолуције. Интеграција ове врсте снимања у хибридна решења МРgPT отвара нове границе за сегментацију и протоколе за повећање дозе. Даље предности ће доћи од употребе специфичних секвенци MRI, као што је дифузијско пондерисано снимање (ДВИ) и примене радиомике током целог РТ

третмана за идентификацију нових циљних волумена и процену или предвиђање одговора.

Клиничке студије о МРgPT карцинома ректума још нису доступне у литератури, али је процењена његова изводљивост и безбедност у неoadјувантном окружењу. Планови третмана Три-60-Со МРЛ система достижу упоредиву циљну покривеност, иако веће количине ОАР-а (тј. танког црева) примају веће ниске до умерене дозе у поређењу са стандардним РТ технологијама модулираним интензитетом. Ови резултати охрабрују МРgPT апликације са системима веће енергије (МРЛ) на великим групама пацијената са карциномом ректума.

**УРОГЕНИТАЛНИ ТУМОРИ****БУБРЕЗИ**

Иако се карцином бубрежних ћелија (РЦЦ) историјски сматрао радиоотпорним ентитетом, а РТ се обично примењивао са палијативном намером, недавни технолошки напредак омогућава онкологима за зрачење да уведу РТ са лековитом намером и у овом окружењу. Текуће студије које потврђују безбедност и ефикасност прелиминарно пријављених података вероватно ће отворити сценарио, у блиској будућности, који интегрише СБРТ у терапијски алгоритам примарног РЦЦ -а.

Ипак, на бубрег утичу велике варијације дисања унутар фракција које се могу драматично променити током лечења дневним фракционисањем. Стемкенс и сарадници развили су методу прорачуна за процену акумулиране дозе МР-вођеног СБРТ-а РЦЦ-а у случају респираторних модификација унутар фракције, утврђујући ефекат таквих несигурности на депоновану дозу. У њиховој малој групи пацијената, ове варијације су показале велике дозиметријске разлике у односу на планирану расподелу дозе, потврђујући потенцијалну улогу мрежног МР навођења у комбинацији са прилагођавањем планирања лечења у реалном времену током свакодневне испоруке СБРТ за РЦЦ. Штавише, Стам и колеге су показали да је дозиметријска изводљивост МРgPT строго повезана са геометријом захваћеног бубрега, димензијом мете и близином црева током дневне интернетске процене. Максимални пречник бубрежне лезије од 35 мм сматран је граничним за безбедан третман без кршења ограничења ОАР.

Укратко, узимајући у обзир претходно размотрене несигурности у вези са респираторним варијацијама и индивидуалном

анатомијом конформације интересног подручја, зрачење тумора бубрега МРЛ-ом изгледа обећавајуће. МРgPT за примарне и метастатске туморе у бубрезима може представљати нови алат за проширење своје терапијске примене у блиској будућности, иако је још увек у развоју због недостатка доступних клиничких података.

**ПРОСТАТА**

РТ има добро дефинисану улогу у лечењу рака простате ограниченог органима и сматра се стандардном лековитом опцијом лечења, посебно у доба повећања дозе и хипофракционисања помоћу IMRT-а и IGRT-а, а у новије време и помоћу СБРТ-а. Упркос рутинском усвајању дневног IGRT-а ради компензације међуфракционих варијација, интра-фракцијско кретање простате и ОАР током зрачења и даље представља изазов. Пенг и сарадници су показали да ће, када се основни план лечења постави на дневне СВСТ снимке, отприлике једна трећина сесија захтевати прилагођавање плана на мрежи због разлика између планиране и испоручене дозе до циљане простате и ОАР. Очигледно, ова одступања постају значајнија када се усвоје ултра-фракционисани распореди. Навођење слике помоћу МР-а може понудити побољшану анатомску дефиницију у поређењу са уграђеним СВСТ-ом уз смањење изложености зрачењу. Штавише, МР снимање у реалном времену током испоруке дозе може узети у обзир не само систематску анатомску варијабилност отока простате, већ и насумичне анатомске промене, попут интер/фракције бешике и ректалног пуњења, као и независне варијације и деформације ОАР -а.

Заправо, најзанимљивија корист од рака простате несумњиво је представљена способношћу свакодневног адаптивног планирања. Са конвенционалним IGRT-ом, не постоје могућности за компензацију независних кретања запремине простате. На почетку лечења, РТ може изазвати волуметријско повећање простате, након чега следи смањење пред крај третмана. У случају екстремно хипофракционисаних распореда, оток може чак и да потраје након завршетка лечења. Због тога ће стратегије прилагођавања на мрежи које користе МРЛ системи вероватно радикално променити управљање раком простате РТ.

Онлајн МР праћење може аутоматски аутирати испоруку лечења ако положај простате прелази унапред дефинирани праг. Штавише, МРgPT омогућава избегавање специфичних радио-непрозрачних маркера који служе као сурогат за положај простате. Још једна клиничка вредност која заговара МРgPT код



рака простате је улога предвиђања одговора на лечење. Специфичне секвенце MRI могу се користити као индикатор за рани одговор тумора, што потврђују прелиминарни подаци о дифузно пондерисаном снимању (ДВИ) током испоруке МРЛ.

Укратко, недавни развој МРгРТ система отвара нове перспективе за РТ у раку простате омогућавајући адаптивне и онлајн стратегије праћења, посебно када су прописане изузетно високе дозе по фракцији. Штавише, способност да се произведу висококвалитетне МР секвенце током и након третмана вероватно ће додатно променити перспективу доступности MRI у овом окружењу, отварајући неистражен прозор у пејзаж радиомике за РТ простате.

## БЕШИКА

Радикална цистектомија бешике и РТ (са или без хемотерапије) су два главна приступа лечењу мишићно инвазивног карцинома бешике. Историјски гледано, РТ је била резервисана за пацијенте са неоперабилним туморима бешике или када су дефинисани као медицински неспособни за цистектомију. Све већи број доказа сутерише да је три-модални третман за очување бешике потенцијално у стању да постигне прихватљиве исходе и да се може сматрати опцијом лечења код одабраних пацијената. Тромодални приступ укључује трансуретралну ресекцију лезије карцинома бешике праћену РТ и истовремену хемотерапију.

Међутим, једна од главних критика у вези са РТ код рака бешике везана је за управљање покретима органа. Бешика је шуљи покретни орган, озбиљно погођен променама величине и положаја током РТ. Ово може драматично утицати на покривање дневне дозе тумора бешике и уштеде ОАР -а, ограничавајући поузданост и репродуктивност целокупне РТ. Да би се превазишао овај проблем, обично се примењују велике маргине око циљног региона. Ипак, веће марже које се користе за компензацију несигурности у количини третмана, доводе до повећане токсичности.

Да би се проверио и исправио положај, величина и облик бешике за сваку фракцију лечења, у клиничку праксу је уведено висококвалитетно 3Д снимање помоћу СВСТ. Вестергаард и колеге су покушали да процене оптималну покривеност бешике мереном адаптивном поновном оптимизацијом вођеном МР-ом користећи три врсте маргина: изотропну, анизотропну и популациону. Све три адаптивне стратегије вођене

МР-ом успеле су да постигну велико смањење циљних количина у поређењу са приступом библиотеке плана. Прецизније, анизотропна маржа је резултирала највећом предношћу у смислу минимизације ПТВ. Ово искуство потврдило је обећавајућу улогу МРЛ система за онлајн проверавање и корекцију циљне смене током фракције лечења рака бешике.

## ГИНЕКОЛОШКИ ТУМОРИ

Стандардна терапија за локално узнапредовали карцином грлића материце је комбинација истовремене хемо-РТ терапије праћене брахитерапијом. Упркос широкој примени дневног вођења слике и напредних РТ техника, укључујући IMRT и VMAT, дуготрајни урогенитални и гастроинтестинални споредни ефекти и даље су чести.

Због одличног контраста меких ткива, MRI се већ увелико примењује за постављање и процену карцинома грлића после третмана, јер је супериорнији у процени величине тумора као и инвазије меких ткива у поређењу са конвенционалним СТснимањем. Међутим, што се тиче вођења слике, СВСТ се и даље рутински користи у РТ-у, док се MRI препоручује као метода снимања за брахитерапију.

Брахитерапија вођена МР-ом постепено постаје стандард њега допуштајући супериорну штедњу околних радиоосјетљивих органа у комбинацији с повећањем дозе у односу на конвенционално 2Д планирање. На основу одличних резултата МР-навођења у брахитерапији, постављено је питање за ЕБРТ рака грлића материце, да ли се MRI не може применити само за напредно разграничавање тумора, већ и за снимање слике. ЦТВ за ЕБРТ састоји се од грлића материце и материце за које је познато да показују значајно међу и интра-фракцијско кретање због непосредне близине шуљких ОАР. Обично су потребне велике безбедносне маргине у РТ са снимањем помоћу СВСТ-а да би се узело у обзир насумично и за пацијенте специфично кретање органа. Због потенцијалне регресије рака грлића материце за до 60 до 80 одсто запремине тумора пре терапије током ЕБРТ-а, могло би се очекивати даље кретање карличних органа током РТ.

МРгРТ са својим врхунским контрастом меких ткива који омогућава прецизно и тренутно откривање међуфракционог кретања органа, као и сакупљања тумора као одговор на терапију, укључује потенцијал смањења токсичности и потенцирање повећања дозе у ЕБРТ-у за рак грлића материце. Штавише, функционални MRI који обухвата

неинвазивну процену перфузије ткива, хипоксије или ћелијске густине може се применити за вођење РТ терапије код рака грлића материце са, на пример, већим дозама испорученим у делове хипоксичног тумора. Док су први приступи засновани на шатловима показали да је оффлине МРгРТ изводљив за рак грлића материце, велики потенцијал нових хибридних МРЛ уређаја је тренутни онлајн адаптивни третман заснован на анатомији дана. Осим тога, услед интра-фракционог снимања, напредне стратегије управљања кретањем, попут капија, постају могуће пружајући „анатомске повратне информације у реалном времену“ са предношћу даљег смањења сигурносних граница. Први извештај о оба, и МРТ-вођена ЕБРТ и брахитерапија, подвукли су велики потенцијал ове нове обећавајуће технике за рак грлића материце.

Укратко, МРг РТ за рак грлића материце може представљати обећавајуће средство за превазилажење граница конвенционалних IGRT система, како би се побољшале дневне адаптивне РТ стратегије. Даље студије могу потврдити његову потенцијалну ометајућу улогу у овом окружењу.

## ОЛИГОМЕТАСТАТСКА БОЛЕСТ

Метастатски чврсти карцином дуго се сматрао неизлечивим, а лечење се углавном састојало од палијативне хемотерапије. Локални третмани, попут операције или радиотерапије, са палијативним, неаблативним дозама били су ограничени на контролу симптома. Концепт олигометастатске болести (ОМД) тренутно доводи у питање ову догму дефинисањем средњег стања метастазираних болести, са повољнијом биологијом и динамиком болести. ОМД карактерише ограничен број метастатских лезија и ниско укупно метастатско оптерећење које отвара терапијски прозор за радикално лечење свих метастатских места. Првобитно су га смислили Хелман и Веицхселбаум 1995. године, а идеја је добила на снази нарочито последњих година кроз неколико догађаја: побољшана дијагностика за рано откривање ниског оптерећења болести, клиничка примена минимално инвазивних и високо прецизних локално-аблативних третмана (ЛАТ), као што су видео или хируршка помоћ (ВАТС, ПАТС) или СБРТ ефикаснији системски третмани довели су до продуженог општег преживљавања (ОС) метастатских пацијената и бољег биолошког и клиничког разумевања биологије тумора.



У лечењу олигометастатске болести, рани напори су се углавном фокусирали на радикално лечење лако ресектабилних лезија, попут метастаза у мозгу и надбубрежној жлезди. Са побољшањем дијагностичког снимања и новим развојем неинвазивних ЛАТ модалитета, као што је СБРТ, недавно су се појавили проспективни извештаји који истражују радикално лечење свих места болести, што потенцијално доводи до побољшања клиничког исхода. Ипак, велика забринутост је потенцијална токсичност због високе локалне дозе аблативне радиотерапије, посебно у анатомским регијама које се не могу лако визуелизовати тренутним IGRT методама (проксимално бронхијално дрво, једњак, дуоденум, танко и дебело црево).



Појава MRgRT -а и могућност тренутног прилагођавања РТ дозе дневним анатомским ситуацијама отварају прозор могућности за испоруку високих доза зрачења, а притом се свакодневно штеди околно нормално ткиво. У принципу, све анатомске локације могу бити циљане на овај начин, а већина торакалних и абдоминалних индикација већ је споменута у овом прегледу. Стога ћемо нашу расправу фокусирати на предности MRgRT -а на следеће клиничке сценарије:

### **МЕТАСТАЗЕ У ЛИМФНИМ ЧВОРОВИМА**

У недавном прегледу о СБРТ за метастазе у лимфним чворовима (ЛН), Јережек-Фоса пријављене стопе локалне контроле од 64% до 98% након 3 године [137]. Такође је примећена јасна корелација дозе и одговора. Један од најновијих извештаја могао би такође повећати локалну контролу са укупним преживљавањем. Због тога постоји релевантна потреба да се локално примени довољна доза како би се побољшао исход. У зависности од видљивости лимфних чворова у СВСТ -у, то је у неким случајевима тешко постићи, па чак може бити потребно и веће ПТВ марже за одређено правилно циљање. Забележен је први приступ планирању вођен магнетном резонанцом за

### **ЗАКЉУЧАК:**

Укратко, MRgRT се може сматрати револуционарном новом технологијом која је способна да створи нове перспективе ка индивидуализованом приступу планирања и лечења оријентисаном на пацијента, посебно због могућности коришћења свакодневних стратегија прилагођавања на мрежи. Штавише, МРЛ системи превазилазе ограничења конвенционалног IGRT -а, посебно у меком ткиву, где је циљ и ОАРс потребна тачна дефиниција. Ипак, остају неке забринутости везане за додатно време потребно за поновну оптимизацију дистрибуције дозе на мрежи, поузданост приступа праћења, те тумачење функционалних маркера за снимање МР-ом и њихове потенцијалне промене током лечења. Због свог сталног технолошког усавршавања и брзе клиничке опсежне примене у неколико анатомских окружења.

истраживање предности директне визуелизације тумора, смањења маргине и побољшања испоруке дозе ОАР-у [139]. Ово побољшање технологије за бољу испоруку дозе је благовремена, пошто интересовање за циљање ЛН, посебно код рака простате, постаје критично због изузетне стопе откривања малих метастаза ЛН у ПСМА ПЕТ. Како су ти циљеви мали, тешко их је открити у СВСТ, мрежно МР навођење идеално је за лијечење ових лезија. Остаје да се види да ли ће се први позитивни резултати таквог приступа превести у трајну клиничку корист.

### **МЕТАСТАЗЕ НАДБУБРЕЖНЕ ЖЛЕЗДЕ**

У олигометастатском окружењу, радикално лечење надбубрежних метастаза у облику хируршке ресекције је добро успостављена индикација. Извештаји о СБРТ вођеном СТ-ом појавили су се са веома охрабрујућим локалним стопама одговора, све док се тумори могу лако визуелизовати и испоручити довољна доза аблативног зрачења. Пријављене су локалне стопе контроле од 32 до 90 одсто са различитим распоредом фракционисања. Није изненађујуће што је ово место тумора идентификовано као обећавајући циљ за MRgRT, јер је могућа поузданија визуелизација са онлине ублажавањем кретања тумора. Први клинички извештај о СБРТ надбубрежних жлезда вођен МР-ом показао је значајна међуфракцијска померања ОАР-а и дозиметријску корист прилагођавања мрежног плана што је резултирало доследном испоруком високих доза зрачења.



Samo za stručnu javnost.

#### ESENCIJALNE INFORMACIJE:

Gadovist<sup>®</sup>, 1,0 mmol/mL, rastvor za injekciju;

Gadovist<sup>®</sup>, 1,0 mmol/mL, rastvor za injekciju u napunjenom injekcijskom špricu

**Kvalitativni i kvantitativni sastav:** Jedan mL rastvora za injekciju sadrži 604,72 mg gadobutrola (što odgovara 1,0 mmol/mL gadobutrola koji sadrži 157,25 mg gadolinijuma). **Pomoćne supstance:** Kalcijum-natrijum-butilol, trometamol; hlorovodonična kiselina; voda za injekcije. **Indikacija:**

Gadovist je namenjen isključivo za dijagnostičku primenu. Lek Gadovist je indikovano kod odraslih osoba i dece svih uzrasta (uključujući i novorođenčad rođenu u terminu) za pojačanje kontrasta pri kranijalnom i spinalnom snimanju nuklearnom magnetnom rezonancom (MRI), pojačanje kontrasta pri MRI jetre ili bubrega kod pacijenata kod kojih postoji velika sumnja ili dokaz o postojanju fokalnih lezija radi klasifikovanja tih lezija kao benignih ili malignih, pojačanje kontrasta pri angiografiji magnetnom rezonancom (CE-MRI). Takođe može koristiti i za MR snimanje patologije celog tela. Olakšava vizualizaciju patoloških struktura ili lezija i pomaže u diferencijaciji između zdravog i patološkog tkiva. Lek Gadovist treba koristiti samo onda kada su dijagnostičke informacije neophodne i ne mogu se dobiti tokom snimanja magnetnom rezonancom bez primene kontrasta. **Doziranje i način primene:** Lek Gadovist treba da primenjuju isključivo zdravstveni radnici sa kliničkim iskustvom u snimanju magnetnom rezonancom.

Ovaj lek je namenjen isključivo za intravensku primenu. Potrebna doza se primenjuje intravenski kao bolus injekcija. MR pojačana kontrastom može da počne neposredno posle toga. U dijagnostičke svrhe treba koristiti najmanju dozu leka Gadovist koja omogućava dovoljno kontrastna bojenje snimka. Doza treba izračunati na osnovu telesne mase pacijenta. Doza ne sme da bude viša od preporučene doze po kilogramu telesne mase, navedene u ovom delu. **CNS indikacije:** Preporučena doza za odrasle je 0,1 mmol po kilogramu telesne mase (mmol/kg TM). To je ekvivalentno 0,1 mL/kg TM za 1,0 M rastvor. Ukoliko postoji potreba može se primeniti dodatna injekcija do 0,2 mL/kg TM u roku od 30 minuta od prve injekcije. **MRI Snimanje celog tela (izuzet MRA):** Primena u dozi od 0,1 mL/kg telesne mase je dovoljna da se postigne odgovor na klinički zahtev. **CE-MRI: Snimanje jednog polja pregleda:** 7,5 mL za telesnu masu ispod 75 kg; 20 mL za telesnu masu od 75 kg i veću (što odgovara 0,2 - 0,3 mmol/kg TM). **Posebne populacije pacijenata:** Poremećaj funkcije bubrega: Kod pacijenata sa ozbiljnim oštećenjem funkcije bubrega (GFR < 30 mL/min/1,73m<sup>2</sup>) i kod pacijenata u perioperativnom periodu transplantacije jetre, lek Gadovist sme da se koristi samo posle pažljive procene odnosa rizik/korist i ako je dijagnostička informacija neophodna i nije dostupna nakon MRI bez pojačanja kontrastom. Ako je neophodno koristiti Gadovist, doza ne sme da pređe 0,1 mmol/kg telesne mase i ne sme da se koristi više od jedne doze. Injekcije leka Gadovist ne smeju se ponavljati osim ako je interval između injekcija najmanje 7 dana. Pedijatrijska populacija: Za decu svih uzrasta (uključujući novorođenčad rođenu u terminu), preporučena doza za sve indikacije je 0,1 mmol gadobutrola na kilogram telesne mase (što odgovara 0,1 mL Gadovista na kilogram telesne mase). Novorođenčad uzrasta do 4 nedelje i odojčad uzrasta do godinu dana: Lek Gadovist kod ovih pacijenata treba primenjivati posle pažljive procene doze, u dozi koja ne prelazi 0,1 mmol/kg telesne mase. Tokom snimanja se ne sme primeniti više od jedne doze leka. Zbog nedostatka informacija vezanih za ponovljeno doziranje, primena injekcija leka Gadovist se ne sme ponavljati, osim ako je interval između injekcija najmanje 7 dana. Starija populacija: nije potrebno bilo kakvo prilagođavanje doze. Neophodno je biti oprezni pri primeni. **Kontraindikacije:** Preosetljivost na aktivnu supstancu ili bilo koju od pomoćnih supstanci. **Posebna upozorenja i mere opreza pri upotrebi:** Pri davanju injekcije leka Gadovist u vene malog lumena postoji mogućnost neželjenih dejstava kao što je crvenilo ili otok. Uobičajeni bezbednosni zahtevi za snimanje magnetnom rezonancom, naročito isključenje feromagnetskih materijala, takođe važe pri korišćenju leka Gadovist. Anafilaktoidna/hipersenzitivna ili druge idiosinkratske reakcije se mogu javiti tokom primene leka Gadovist, praćene kardiovaskularnim, respiratornim ili kožnim manifestacijama ili čak i veoma ozbiljnim reakcijama, uključujući i šok. **Poremećaji funkcije bubrega:** Pre primene leka Gadovist, preporučuje se skrining svih pacijenata na postojanje poremećaja funkcije bubrega na osnovu laboratorijskih testova. Bilo je izveštaja o nefrogenoj sistemoj fibrozi (NSF) povezanoj sa primenom kontrastnih sredstava koja su sadržala gadolinijum kod pacijenata sa akutnom ili hroničnom teškom insuficijencijom bubrega.

**Novorođenčad i odojčad:** Usled nezrele bubrežne funkcije kod novorođenčadi starosti uzrasta do 4 nedelje i odojčadi uzrasta do godinu dana, lek Gadovist se sme primenjivati samo nakon pažljive procene. **Starije osobe:** posebno je značajno da se izvrši skrining pacijenata starosti 65 godina i starijih, na postojanje bubrežne disfunkcije. **Epileptični napadi:** poseban oprez je potreban kod pacijenata sa niskim pragom za epileptične napade.

**Pomoćne supstance:** Ovaj lek sadrži manje od 1 mmol natrijuma (23 mg) po dozi (računato na osnovu prosečne doze za osobu od 70 kg), tj. u suštinji je bez natrijuma. **Trudnoća i dojenje:** Gadovist ne treba da se koristi tokom trudnoće osim ukoliko kliničko stanje žene ne zahteva njegovu primenu. Nastavak ili prekid dojenja u toku 24 sata posle primene leka Gadovist treba prepustiti odluci lekara i majke koja doji. **Neželjena dejstva:**

**Cesta:** glavobolja, mučnina i vrtoglavica. **Povremena:** preosetljivost/anafilaktoidna reakcija (npr. anafilaktoidni šok, cirkulatorni kolaps, zastoj disanja, edem pluća, bronhospazam, cijanoza, onofaringealni otok, laringealni edem, hipotenzija, povišen krvni pritisak, bol u grudima, urtikarija, odem lica, angioedem, konjunktivitis, edem očnih kapaka, crvenilo, hiperhidroza, kašalj, kijanje, osećaj pečenja na koži i mukoznim membranama, bledilo, vrtoglavica, disgeuzija, parestezija, dispneja, poračanje, eritem, pruritus (uključujući generalizovani pruritus), ospa (uključujući generalizovani, makularni, papularni, osip praćen svrabom), reakcija na mestu primene injekcije, osećaj vrućine. **Retka:** gubitak svesti, konvulzija, parosmija, tahikardija, palpitacije, suva usta, nelagodnost, osećaj hladnoće. **Incidenca nepoznata:** zastoj rada srca, nefrogena sistemska fibroza (NSF). **Način izdavanja leka:** Lek se izdaje uz lekarski recept. **Sažetak karakteristika leka, poslednja revizija teksta:** Februar, 2020. **Brojevi i datumi dozvola:** Gadovist<sup>®</sup>, 1 mmol/mL, rastvor za injekciju 515-01-02726-19-001 od 07.02.2019. Gadovist<sup>®</sup>, 1,0 mmol/mL, rastvor za injekciju u napunjenom injekcijskom špricu 515-01-02724-19-001 od 07.02.2019. **Nosač dozvole:** BAYER D.O.O. BEOGRAD, Omladinskih brigada 88b, Srbija. **Dodatne informacije o leku** možete dobiti putem telefona 011/2070200 ili putem e-mail adrese [medinfo.serbia@bayer.com](mailto:medinfo.serbia@bayer.com). **Zdravstveni radnici treba da prijave svaku sumnju na neželjene reakcije** na ovaj lek Agenciji za lekove i medicinska sredstva Srbije, webiste: [www.alims.gov.rs](http://www.alims.gov.rs). Prijave neželjenih reakcija mogu se poslati i kompaniji Bayer d.o.o. na e-mail adresu [pv\\_serbia@bayer.com](mailto:pv_serbia@bayer.com). **Za potpun uvid u informacije o leku pre propisivanja leka pogledati Sažetak karakteristika leka u celini.**

MA-M\_GAD-RS-0001-2

**Gadovist<sup>®</sup>**  
Gadobutrol



Nosilac dozvole Bayer d.o.o. Beograd, Omladinskih brigada 88b, Novi Beograd, Srbija. Gadovist<sup>®</sup>, rastvor za injekciju, 10x30mL, (1 mmol/mL) Broj rešenja 515-01-02726-19-001 od 07.02.2020  
PP-GAD-RS-0011-2



# ИНСТИТУТ ЗА ОНКОЛОГИЈУ ВОЈВОДИНЕ

**И**нститут за онкологију Војводине (ИОВ) у Сремској Каменици је високоспецијализована здравствена, образовна и научно-истраживачка установа из области онкологије, у којој се обављају најсложеније специјализоване, превентивне, дијагностичке, терапијске и рехабилитационе методе и поступци. Институт прати и проучава здравствено стање становништва, региструје оболелеле од тумора и изводи друге епидемиолошке студије, спроводи мултидисциплинарна клиничка испитивања у области преканцероза и малигнух тумора, испитује, уводи и примењује нове методе превенције, дијагностике тумора, њиховог лечења и рехабилитације, организује стручни надзор у Институту и у онколошким одељењима и диспанзерима на територији Војводине. Финансира се из Републичког фонда за здравствено осигурање (РФЗО) у складу са програмом који доноси Влада Републике Србије.

”  
Институт за онкологију Војводине је члан Организације европских института за онкологију (Organisation of European Cancer Institutes).

## ИСТОРИЈАТ

Почетком 1963. године именује се посебна Комисија са задатком да детаљно изради предлог организације Института за онкологију, која 22.05.1963. године доноси одлуку о организовању Онколошког института у Новом Саду. Тог датума Скупштина АП Војводине доноси наредбу о оснивању Клиничке болнице у Новом Саду. У члану 12 ове наредбе стоји: ”Као посебне организационе јединице Клиничке болнице образују се Завод за паталогску анатомију и Завод за онкологију са Централним онколошким диспанзером, са смештајем у два мања објекта у Бетанији (тзв. павиљони II и IV) са укупно 104 постеље. Факултетска управа Медицинског факултета је 22.11.1963. године прихватила предлог да се Завод за онкологију именује као наставна база за практичну наставу студената медицине. Управни одбор Клиничке болнице именовано 26.02.1965. године прве раднике Завода за онкологију и та година представља годину оснивања Института за онкологију Војводине.



**МИСИЈА**

Институт за онкологију Војводине је здравствена установа терцијарног нивоа здравствене заштите из Плана мреже здравствених установа Републике Србије, која пружа онколошке здравствене услуге како на секундарном, тако и на терцијарном нивоу и спроводи образовне и истраживачке активности из области онкологије.

Програм свеобухватног лечења онколошких обољења на нашем Институту, који је референтна здравствена установа на територији Војводине и наставна база Универзитета у Новом Саду, садржи следеће области:

- Превенцију и рано откривање
- Дијагностику, лечење и рехабилитацију.
- Евиденцију која се спроводи кроз популациони регистар, односно кроз хоспитални регистар Института за онкологију Војводине.

**ИСТРАЖИВАЊЕ И ОБРАЗОВАЊЕ.**

Институт за онкологију Војводине интегрише медицинску едукацију и научна истраживања у циљу континуираног побољшања квалитета рада, у складу са стандардима безбедне здравствене заштите и очувања животне средине.

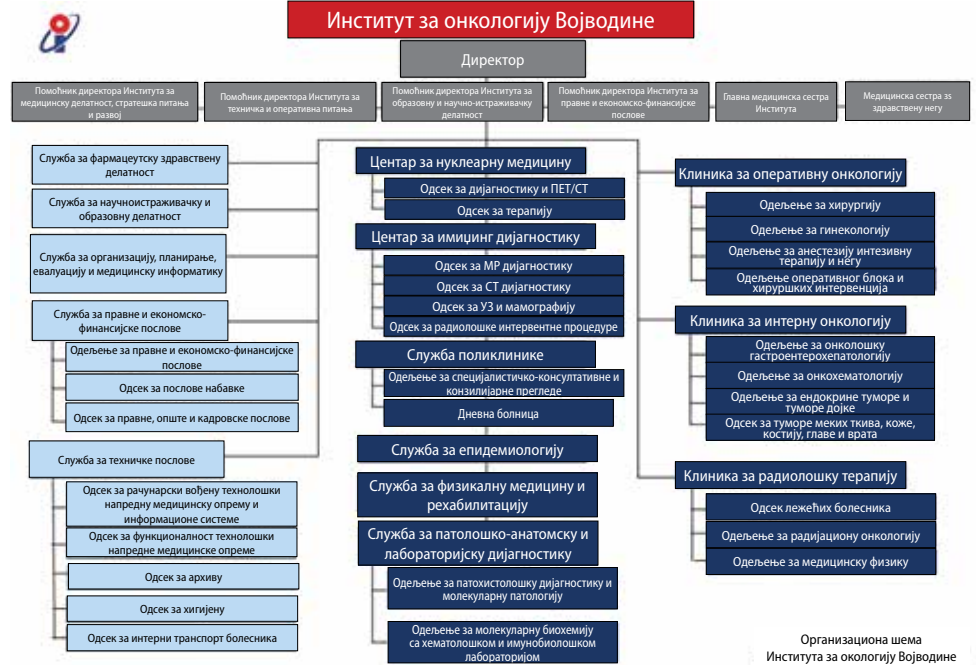
Тимским радом, уз максимално коришћење расположивих ресурса, непрекидно тежимо постизању високог степена задовољства наших пацијената, тј. корисника услуга и запослених, односно пружаоца услуга, уз истовремено смањење ризика од настанка нежељених последица.

Циљ којем непрестано стремимо је постизање највиших могућих стандарда у пружању најширег спектра висококвалитетне здравствене заштите свима којима је здравље угрожено малигном болешћу, али и у свим другим сегментима рада Института за онкологију Војводине, кроз упознавање сваког запосленог са стратегијом и кроз вредновање иницијативе сваког од учесника у раду.

Наша мисија је промоција стручности и хуманог односа према човеку, уз примену савремених медицинских и информационо-комуникационих технологија, и уз поштовање етичких принципа.

**ВИЗИЈА**

Институт стреми томе да на бази дугогодишњег искуства задржи позицију важног националног центра у



области онкологије и најзначајнијег центра у области дијагностичког и молекуларно-хибридног имидинга, уз стварање осећаја сигурности за запослене и пацијенте, а кроз достизање највишег нивоа стручности и квалитета у правременом и максимално индивидуализованом пружању услуга здравствене заштите оболелима од малигнух болести, те уз максималну координацију и синхронизацију свих онколошких служби на територији Војводине и сарадњу са Институтом за онкологију и радиологију Србије.

Наше опредељење је мултидисциплинарни приступ у лечењу и ефикасан

**У току је проширење наше установе и изградња Каменице 3.**

тимски рад, успех у професионалном и научноистраживачком раду, повезивање са другим онколошким центрима у земљи, сарадња са сличним институцијама у Европи и широм света.

Изградња савремене, ефикасне, акредитоване здравствене установе, коришћењем свих расположивих ресурса, која свој рад обавља по највишим стандардима медицинске струке, уз примену савремених информационо-технолошких система, унапређујући здравље и побољшавајући квалитет живота наших пацијената, биће главни правац нашег деловања.



# КЛИНИКА ЗА РАДИОЛОШКУ ТЕРАПИЈУ

Слика бр. 1 – Varian True Beam

Клиника за радиотерапију ИОВ специјализирана је за лечење малигнух и неких бенигнух болести применом јонизујућег зрачења великих енергија. Високо специјализовани радиотерапијски тим чине лекари специјалисти радијационе онкологије или радиолози/онколози, медицински физичари, радиолошки техничари и медицинске сестре, који заједно учествују у планирању и спровођењу радиотерапијског лечења. Клиника за радиолошку терапију обједињава Одељење лежећих болесника и Службу за радијациону онкологију.

На Клиници за радиолошку терапију спроводи се зрачење на телетерапијским и брахитерапијским уређајима, при чему се више од две трећине зрачних терапија спроводи методама које омогућавају максималну поштеду окружујућих органа и ткива, циљајући туморско ткиво, а које се у нашој кући рутински спроводи више од десет година. Ово се постиже употребом система за планирање радиолошке терапије, који омогућаје најпрецизнију делинеацију волумена тумора и критичних органа, на основу КТ снимака са КТ симулатора најновије генерације. Фузионисање КТ снимака са другим ДИКОМ модалитетима доступним на Институту (MRI и PET), врши се у склопу индивидуалног планирања радиотерапије за сваког појединачног пацијента, што је актуелно велика предност која је нашим пацијентима јединствено доступна на Институту за онкологију Војводине.

Поред тога, основни и најважнији параметри снопа акцелератора, и параметри рада симулатора и КТ-а прате се свакодневно неопходним мерењима, у складу са међународним препорукама,

док се контрола терапијског плана за пацијенте врши независном калкулацијом дозе, провером положаја пацијента МВ,КВ,СВСТ порталним имицином, као и ин-виво дозиметријом, по чему је Клиника за радиотерапију Института за онкологију Војводине јединствена у нашој држави. Квалитет рада на Клиници за радиотерапију потврдио је и Radiological Physics Center (РПЦ), који прати рад радиотерапијских центара у САД. ИОВ спроводи се и брахитерапија, која представља облик радиолошког

лечења малигнух тумора када се радиоактивни извор пласира у туморско ткиво или у његову непосредну околину и користе се у лечењу гинеколошких карцинома, али и карцинома других локализација. Индивидуални приступ у смислу комфора пацијента, увођењем у краткотрајну анестезију за цервикалне апликације, као и планирање појединачне фракције зрачења за сваког пацијента, представља јединствен приступ нашег Института.



**Будућност Клинике за радиотерапију се огледа у почетку клиничког рада два линеарна акцелератора последње генерације са најнапреднијим техничким могућностима, за чију је набавку средства издвојила Влада АП Војводине, а чијом ће се употребом на Клиници имплементирати најновије и најсавременије технике зрачења, као што су IMRT, IGRT и VMAT. Ове високософистициране савремене технике зрачења омогућиће широки спектар нових нивоа лечења нашим пацијентима.**



Слика бр. 2 – КТ симулатор

# КЛИНИКА ЗА РАДИОЛОШКУ ТЕРАПИЈУ

## ОДСЕК ЗА ВИСОКОВОЛТАЖНУ ТЕРАПИЈУ

- Наш колектив тренутно броји 36 чланова, са тенденцијом проширења.

## ОДСЕК ЗА БРАХИТЕРАПИЈУ

- Тим чине четири техничара, једна инструментарка и лекар специјалиста радиолог-онколог.

## ОДЕЉЕЊЕ ЗА МЕДИЦИНСКУ ФИЗИКУ

- Тим чине 12 физичара и два техничара контроле квалитета.



Слика бр. 3 – Varian Vital Beam



Слика бр. 4 – КТ Симулатор

# VARIAN MEDICAL SYSTEMS: ETHOS™ ТЕРАПИЈА – ИНТЕЛИГЕНТНО ПРИЛАГОЂАВАЊЕ ДОЛАЗИ У КЛИНИКУ

**Varian Medical Systems описује свој нови уређај за радиотерапију који користи вештачку интелигенцију (АИ) и машинско учење за извођење адаптивне радиотерапије.**

Адаптивна терапија укључује могућност промене радиотераписког плана лечења на темељу тумора и анатомске промене током терапије. Циљ је боље циљати тумор, смањити дозу на здраво ткиво и потенцијално побољшати укупне исходе. До данас је за постизање овога било потребно дуготрајно планирање између индивидуалних третмана или успостављање везе, током дужег временског периода, док пацијент чека да генерише нови план.

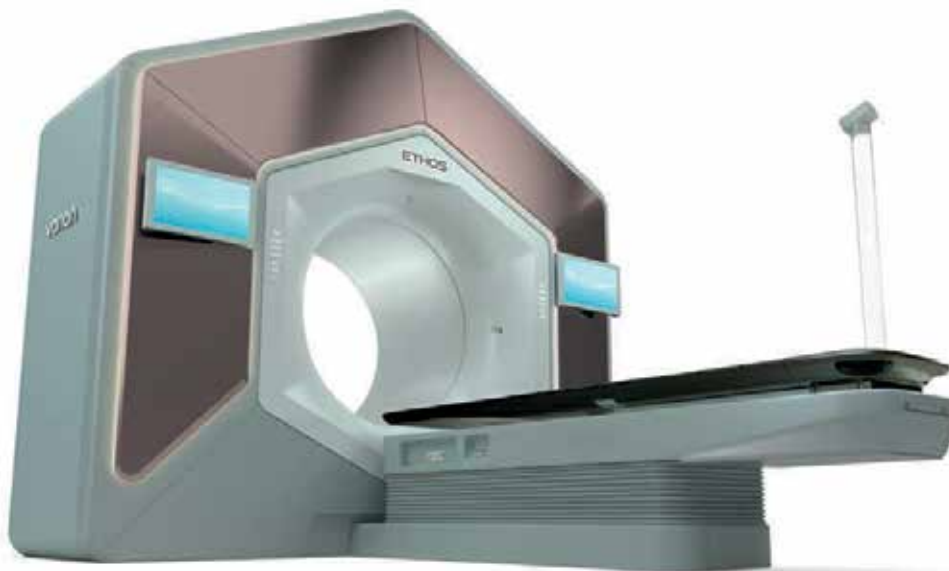
Ниједна од ових опција се не сматра практичном или приступачном, јер клинике често немају све потребне ресурсе, чак и ако имају алате за решавање овог изазова.

Varian Medical Systems је развио *Ethos*™ терапију, систем за терапију радиотерапијом који користи вештачку интелигенцију (АИ) и машинско учење за постизање адаптивне радиотерапије, укључујући планирање и испоруку зрачења, у уобичајеном периоду од 15 минута.

Систем *Ethos* омогућава клиничком тиму да упореди дозу 3D зрачења из плана зрачења планиране секвенце заказане за садашњу испоруку - са 3D дозама из прилагођеног плана, поново оптимизованог према данашњој анатомији. Корисник може донети одлуку на основу приказаних клиничких података у једноставном формату.

## Нови нивои видљивости

*Ethos* терапија интегрише мултимодалне дијагностичке квалитетне слике у време третмана на конзоли уређаја за зрачење. Пружајући непосредан и детаљан преглед анатомије





пацијента, *Ethos* терапија даје клиничарима сигурност да се прилагођени планови базирају на квалитетном снимку. Током сваког третмана, *Ethos* терапија приказује:

- Данашњу анатомију са и СВСТ
- Сlike дијагностичког квалитета са СТ, ПЕТ, МР и СВСТ
- Очекивану дозу 3D зрачења до циљане запремине и ризичне органе
- Преглед компромиса између циљне запремине и критичних структура

## **Поједностављено доношење одлука вођено вештачком интелигенцијом AI**

Током почетног планирања, *Ethos* терапија брзо развија неколико прилагођених планова, показујући могућу расподелу дозе зрачења. Сваког дана клиничар бира план - оригиналан или прилагођен - који испуњава његову намеру.

## **Аутоматизована акумулација доза**

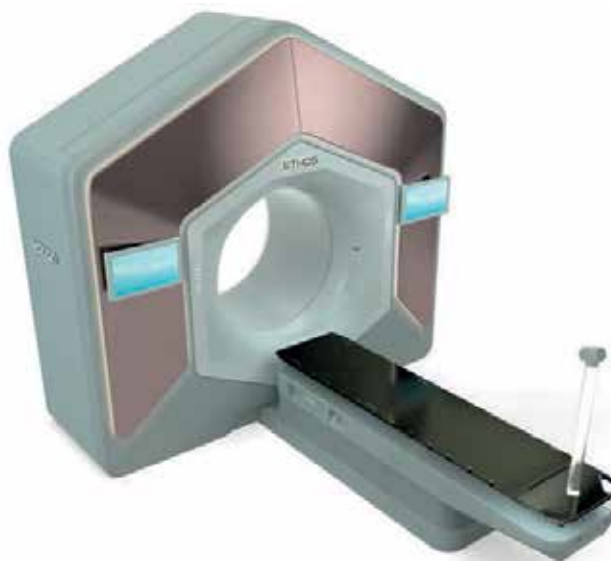
Свакодневно *Ethos* терапија реконструише испоручену дозу у односу на данашњу анатомију. Ова способност указује на то да пацијент прима прописану дозу и смањује потребу за израчунавањем дозе од стране медицинског особља.

## **Познато, ефикасно осигурање квалитета (КА)**

Контрола квалитета за *Ethos* терапију прати познати начин деловања. Почетно планирање и прилагодљиво планирање на конзоли користити исте алгоритме како би се осигурала доследност. Независно осигурање квалитета адаптивног плана може се извршити на захтев, без ометања тока лечења.

## **Ethos терапија у болници Херлев у Данској**

У септембру 2019. болница Херлев у Данској постала је прво место у свету које је почело да лечи пацијенте коришћењем система *Ethos*. У Херлеву су пацијенти са карциномом бешике први лечени онлајн адаптацијом, а до данас је више од 160 фракција испоручено овим приступом. Онлајн адаптивни третмани омогућили су средње смањење обима лечења за око 40% у поређењу са неприлагођеним третманима, што је довело до смањења дозе за органе високог ризика, без угрожавања покривености циља. Није изненађујуће, будући да границе углавном укључују интра-фракцијске варијације мехура, за готово 100% третмана одабран је прилагођени план.



Клинички тим болнице Херлев у будућности жели да изводи адаптивне третмане са системом *Ethos* на исти начин на који тренутно испоручују неприлагођене третмане вођене СВСТ-ом, односно радиолошки технолози / радиотерапеути (РТТ) ће водити процес без присуства лекара или физичара. До сада је шест РТТ -а обучено за процену и уређивање структура које ствара вештачка интелигенција

Данас трајање прилагођеног процеса, од СВСТ снимања до испоруке дозе, варира од пацијента до пацијента и између различитих клиничких тимова. Статистика одељења тренутно показује просечно трајање процеса прилагођавања од око 15 минута. Податке о болници Херлев дали су др Poul Geertsen, начелник одељења и др David Sjostrom, заменик главног физичара.

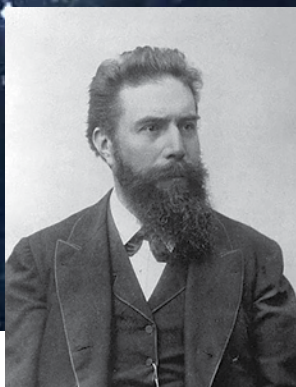
### **Додатне информације:**

Archambault Y, Boylan C, Bullock D et al. Making On-Line Adaptive Radiotherapy Possible Using Artificial Intelligence And Machine Learning For Efficient Daily Re-Planning MEDICAL PHYSICS INTERNATIONAL

Journal, Vol.8, No.2, May 2020.







WILHELM RÖNTGEN



GODFREY HOUNSFIELD



ALLAN CORMACK

## ТЕХНОЛОШКИ ПРОНАЛАСЦИ У ИСПОРУЦИ ТЕРАПИЈСКЕ ДОЗЕ

Међу главним факторима који допринесе изузетној тачности и прецизности локализације дозе су напредак технологије испоруке зрачног третмана. У најраспрострањенијем облику телетерапије фотонским пољима, то укључује развој телетерапијских јединица (посебно линеарних акцелератора), почевши још од педесетих година прошлог века, са већим енергијама зрачног поља, бољом дистрибуцијом дубинске дозе, већом поштедом коже пацијента, као и смањења димензија извора јонизујућег зрачења у циљу редукције полусенке зрачног поља. Ово такође укључује и развој напредних уређаја за колимацију (обликовање) зрачног поља (вишеламеларни колиматори) за потребе тродимензионалне конформалну зрачне терапије (3D-CRT) и интензитет-модулисана зрачне терапију (IMRT) осамдесетих година прошлог века, са неколико ранијих претеча. Побољшане технике имобилизације пацијента и технике праћења кретања пацијента у реалном времену такође спадају овде. Развој специјализованих телетерапијских јединица са високом геометријском прецизношћу, као што су специјализоване јединице за стереотаксичне третмане, јединице са хеликалном испоруком третмана као што је томотерапија, као и јединице са роботском руком за позиционирање настале током деведесетих година прошлог века, додатно су допринеле квалитету радиотерапијских третмана, ескалацији испоручене дозе и омогућавању нових приступа у третману онколошких пацијената.

## ТЕХНОЛОШКИ ПРОНАЛАСЦИ У ПЛАНИРАЊУ ТРЕТМАНА

Примена напредних метода израчунавања тродимензионалне дистрибуције терапијске зрачне дозе у пацијенту са великом прецизношћу и оптимизацијом расподеле дозе започела је још шездесетих година прошлог века, када су рачунари велике процесорске

снаге постали доступнији, а посебно седамдесетих, са појавом приступачних персоналних рачунара. Свеprisутна доступност јефтиних и моћних рачунара годинама касније омогућила је, чак и релативно малим групама медицинских физичара, развој алгоритама за израчунавање дозе (конволуција, суперпозиција, Монте-Карло), планирање третмана (3D, 4D) и оптимизацију („инверзно“ планирање третмана). У многим случајевима, након потврде принцијелне функционалности и иницијалних тестова, комерцијалне компаније би преузимале прототипе ових софтвера и основне концепте од медицинских физичара и развиле их у комерцијалне производе, што их је учинило доступним широј радиотерапијској заједници за планирање третмана.

## ТЕХНОЛОШКИ ПРОНАЛАСЦИ У СИМУЛАЦИЈИ (ОДСЛИКАВАЊУ)

Јасно је да је немогуће циљати тумор „зрачним скалпелом“ с великом прецизношћу ако не знамо тачан положај и димензије тумора у пацијенту, у све три просторне координате (задњих година и четири димензије укључујући и временску координату). То је први пут омогућено развојем јединице за компјутеризовану томографију (КТ) 1960-их и 1970-их година. КТ је можда најважнији напредак у терапији зрачењем након открића рендгенских зрака. Највећа заслуга за развој КТ-а припада Годфрију Хоунсфилду, инжењеру електротехнике и главној покретачкој снази из овог проналаска. Такође и заједничком добитнику Нобелове награде са др Аланом Кормаком, физичарем, 1979. године за откриће КТ-а. Занимљиво је да је мотивација др Кормака за развој КТ-а произашла из жеље да се терапијска доза зрачења израчуна са већом тачношћу, што је захтевало да коефицијенти слабења зрачног снопа за ткива у људском телу буду познати у све три димензије. Доктор Кормак је донекле замишљао да би такав уређај тада могао довести и до бољег дијагностичког одсликавања. Други изуми и

развој дијагностичких метода, попут МР-а и ПЕТ-а, такође су веома допринели квалитету и развоју зрачне терапије, али не толико као КТ. Важна област у развоју радиотерапије представља „сликом навођена радиотерапија терапија“ (IGRT). Ово се обично односи на одсликавање 3Д комојутеризованом томографијом током самог зрачног третмана пацијената у циљу тачне и прецизне испоруке терапијске дозе, што даље утиче на примену одсликавања изван граница дијагностичке примене.

## ЗАКЉУЧАК:

Све у свему, значај и улога физике у радијационој терапији је у развоју и унапређењу локализације терапијске дозе у простору и времену. Напредак постигнут у овој области је заиста изузетан. Мантра медицинске физике о фокусираној дози зрачења на циљани волумен тумора и максималној поштеди околних здравих ткива је била успешна и довела је до драматичне разлике у начину планирања, оптимизације и примене терапије зрачењем. Данас је могуће доставити високо фокусиране терапијске дозе на тумор унутар просторне тачности 1-2 мм и тачности дозе од 2%. Доза за здрава ткива значајно је смањена бољим геометријским обликовањем дозе и употребом напредних метода лечења, укључујући протонску и терапију тешким честицама. Комбинујући ово са радиобиолошким предношћу способности опоравка од радијационих оштећења између тумора и здравих ткива, сада смо у позицији да испоручујемо зрачне третмане, који су у стању да клинички контролишу тумор, истовремено избегавајући токсичност у здравом ткиву. Ништа од овога не би било могуће без феноменалног напретка основне физике и развоја технологије којом смо сведоци у последњих 100 година.

Текст пише:  
**Љубомир Куриј, физичар**



# САВРЕМЕНА ОПРЕМА ЗА ПРЕЦИЗНУ ДИЈАГНОСТИКУ

**Оно што је прво неопходно урадити јесте увек набавка најсавременије опреме и лекова, како ни један пацијент (сем изузетно ретких болести) не би морао ићи у иностранство због терапије која му је потребна.**

**▣ Колико је било тешко да као жена постигнете овакав успех?**

- Донекле. Доћи до некаквог успеха је захтевало доносити одређене одлуке у неким периодима живота, доста радити, доста читати, бити посвећен пацијентима пре свега, а касније и млађим колегама. Велуку захвалност за свој успех, пре свега, дугујем мојим родитељима и мојим професорима који су ме увек подржавали.

**▣ Годину и више дана суочени смо са светском кризом у борби са пандемијом, како Ви оцењујете одговор нашег здравственог система на овако велики изазов?**

- Јасно је да је на изазове инфекције Ковидом 19 једино могао одговорити државни систем здравства. У тренутку избијања пандемије у приватном сектору код нас било је свега неколико респиратора. Читав систем је одговорио најбоље што је могао, од свих медицинских радника који су се невероватно брзо прилагодили новим условима рада до државе која је набавила, не само неопходну опрему, већ и лекове и вакцине. Да ли може боље можемо теоретисати, али сматрам да смо радили најбоље што смо могли у условима појаве сасвим нове болести о којој се мало знало.

**▣ Како је пандемија утицала на рад Института на чијем сте челу?**

- На сву срећу, ни у једном тренутку Институт за онкологију и радиологију Србије није ушао у ковид систем, јер то би значило крах комплетног здравственог система. Радили смо у појачаним мерама опреза, као и раније, чак и више, тако да смо план пребацили и у броју прегледа, интервенција, операција, радиотерапија, а посебно хемиотерапија. Ни у моментима смиривања ситуације није се смањивао прилив пацијената. Колико је онколошких болесника било међу онима који у подлегли инфекцији Ковидом 19 тек треба установити. Оно што смо приметили јесте појава великог броја пацијената који су почињали лечење практично у завршној фази своје болести.

**▣ Брза и квалитетна дијагностика значајно скраћује пут пацијента до адекватне терапије**

## БИОГРАФИЈА

Даница Грујичић је рођена 1959. године у Ужицу. Средњу школу завршила је у Москви где је уписала Медицински факултет на Другом московском медицинском институту "Н.И. Пирогов". Школовање је наставила на Медицинском факултету у Београду, где је дипломирала са просечном оценом 9,60. Магистрала је на Медицинском факултету у Београду 1987, а докторску дисертацију одбранила је 1996. године на Медицинском факултету у Београду.

На Институту за неурохирургију Клиничког центра Србије ради од 1984, а од 2007. године начелник је Одељења за неуроонкологију Клинике за неурохирургију Клиничког центра Србије. Од 2015. је начелник Центра за неуроонкологију Клинике за неурохирургију УКЦС, а од 2019. в.д. директора Института за онкологију и радиологију Србије.

За асистента на Медицинском факултету у Београду изабрана је 1992. године, звање доцента стекла је 1998, док је за редовног професора на Медицинском факултету у Београду, именована 2009. године.

Члан је Удружења неурохирурга Србије, Српског лекарског друштва и Европске асоцијације неурохируршких друштава.

Председник је Комисије Владе Републике Србије за психоактивне супстанце од 2014. године.

Аутор је и коаутор више од 350 радова, поглавља у књигама и монографија. Била је главни истраживач у две студије које су одобрене од стране Етичког комитета Клиничког центра Србије, које проучавају дејство новог лека који се користи за малигне туморе мозга. Студија се изводи у 140 земаља и 500 медицинских институција у целом свету.

Њен животни циљ је да организује неурохируршку службу у Србији тако да све неурохируршке установе имају једнако добре услове за рад и да на својој клиници формира тим младих људи који ће бити у стању да реши било који неурохируршки проблем. Са друге стране, изградња нове зграде Института за онкологију и радиологију Србије у овом тренутку представља приоритет.

**▣ На који начин је епидемија утицала на дијагностику и лечење онколошких пацијената?**

- Наравно да је утицала лоше. Људи су дуже трпели тегобе због којих би раније отишли лекару, дијагностика је радила, али су се пацијенти касно јављали. Оно што ме је разочарало, јесте повећање цена прегледа у појединим приватним установама, које су објективно могле смањити цене са обзиром на повећан прилив пацијената. Са набавком нових апарата и одговарајућом организацијом надам се да ћемо као институција бити далеко спремнији за нове изазове.

**▣ Колики је значај струковних медицинских радиолога и специјалиста радиологије у дијагностици болести изазване вирусом Ковид 19?**

- Значај је изузетан уколико им се пружи одговарајући услови рада. Брза и квалитетна дијагностика значајно скраћује пут пацијента до адекватне терапије. Посебно је то важно код дијагностике оних малигних обољења код којих рано откривање болести може значити излечење.

**▣ Можете ли, после свега, да извучете неке закључке, у ком смеру би требало даље ићи и како наш здравствени систем боље организovati, да би могао адекватно да одговори и на будуће, можда још захтевније изазове?**

- Оно што је прво неопходно урадити јесте увек набавка најсавременије опреме и лекова, како ни један пацијент (сем изузетно ретких болести) не би морао ићи у иностранство због терапије која му је потребна.

Друга важна ствар је реорганизација примарне здравствене заштите са породичним лекаром као каменом темељцем перфектне здравствене заштите. Само уз такву организацију моћи ћемо да рачунамо на правремену дијагностику, посебно имајући у виду да ће онколошких пацијената и међу одраслом популацијом, али, на жалост и међу децом, бити све више.

**▣ Често се говори о недостатку људских ресурса у нашем здравственом систему, шта нам можете рећи о томе, има ли нас довољно?**

- Нема нас довољно, обзиром на комплексност и компликованост болести којима се бавимо. Посебно је потребан већи број медицинских сестара. Оно што ме радује јесте повећан број младих лекара који се интересују посебно за радиолошку дијагностику, али и онкологију уопште. Предуслов за повећање броја здравствених радника заинтересованих за бављење онкологијом јесте организација надасте на медицинским факултетима. Ове године МФ у Београду добија сасвим нову Катедру клиничке онкологије са радиотерапијом, а струковни радиолози од следеће године мастер на Медицинском факултету.

Рад на савременим апаратима подразумева велико техничко знање која је неопходно да би пацијенти посебно у радиотерапијским машинама били безбедни. У Институту планирамо да све струковне радиологе који раде на терапијским машинама упутимо на овај мастер.

**▣ Сведоци смо да велики број здравствених радника одлази у иностранство, како зауставити тај тренд?**

- Одговор је вишеструк, сматрам да је то пре свега стварањем бољих услова за рад, наравно повећањем зарада и избегавањем ураниловке. Потребно је наћи начина да се они који раде добро и који су пример другима награде на прави начин. Омогућавање напредовања, образовања, посебно напомињем управо за струковне радиологе о трошку установе, са наравно обавезом да научене вештине, пре свега, употребе у установи у којој раде.

**▣ На примеру Института који водите, видимо да држава и Министарство здравља улажу велики новац у набавку модерне опреме, изградњу болница... Мислите ли да је то довољно и у којим областима можемо да остваримо највећи напредак?**

- На жалост, никада није довољно. Процене ЕОРТС су да ће у Србији 2025. око 40.000 људи бити подвргнуто радиотерапији, морамо се спремити за тај тренутак, управо набавком најсавремених апарата.



**Будућност онкологије је у раној дијагностици, биопсији и молекуларној анализи тумора, радиохирургији и лековима који ће пацијента дуги низ година одржавати у стабилној фази болести са квалитетним животом**



Оно што се мора истаћи то је чињеница да је у последњих пет година држава у онкологију уложила највише након оснивања нашег института. Набављено је до сада око 14 нових линеарних акцелератора, укључујући и тру бимове, гама нож, а у следећој години и магнетни линак (популарно «магнетни нож») и још два линеарна акцелератора за ИОРС.

И поред тога, и поред евидентног разумевања Министарства здравља и самог министра доц. др Златибора Лончара, без нове зграде Института за онкологију и радиологију Србије нећемо моћи да пружимо лечење све већем броју пацијената. Од 1999. до 2018. (подаци које смо обрадили) раст оболелих од малигних болести је линеаран.

**▣ Ми, струковни медицински радиолози, имамо велики проблем са признавањем степена образовања, као и остали профили струковних медицинских школа. Шта мислите о том проблему и како га решити?**

- Само притиском на законодавна тела уз помоћ Министарства здравља. Постоји значајан број занимања у здравству која нису препозната у закону, па се и стицање одговарајућих звања чини у неком тренутку бесмисленим. Добра организација преко струковних удружења и УПОРАН притисак на државу могу довести до значајног помака у овом смислу.

**▣ Подаци говоре да смо у врху држава Европе по стопи смртности жена од карцинома дојке. Како би се могла побољшати организација и спровођење скрининг прегледа и лечење ове болести ?**

- Активнијим укључивањем примарне здравствене заштите, учешћем компетентних здравствених радника у емисијама средстава јавног информисања СВАКОДНЕВНО. Побољшањем информисаности жена не само на Дан борбе против рака дојке већ континуирано и наравно бољим спровођењем скрининга.



У првом броју „Радиоактива“ пренели смо текст проф др Чикарића о пресуди пред италијанским судом о штетности муниције са осиромашеним уранијумом. Ви сте такође заинтересовани за ту тему, па нам реците докле се стигло и да ли постоји шанса да и наша држава покрене тужбу против земаља које су користиле такву муницију у бомбардовању наше земље?

- Није се далеко одмакло од декларативног потписивања договора четири министарства 2018 године у вези испитивања последица НАТО агресије 1999. Могу са поносом да истакнем, да смо неке од података који су директно везани за ову тему објавили у Монографији о последицама НАТО бомбардовања Србије 1999 која је изашла из штампе пре два месеца. монографију је објавило Друштво Србије за борбу против рака. Надамо се да ће то бити само почетак, научници из Иницијативе за утврђивање последица НАТО агресије су разрадили читаву методологију на који је начин могуће доказати какав је злочин направљен. Међутим, права испитивања је немогуће урадити без подршке државе која још увек није адекватна.



Како сте у очима нашег чланства велики борац колико сте упознати са радом и деловањем нашег Удружења и ангажманом руководства за промоцију наше професије за што бољи професионални статус?

- Оно што је веома важно, одлично сте повезани са вашим колегама не само у окружењу, већ и у Европи и свету, што је изузетно важно због размене знања и искустава. Колико ви можете да научите од њих, уверена само ништа мање и они могу да науче од вас. Оно што ме радује увек је спремност државе за набавку нових још компликованијих машина, посебно за радиотерапију, али и дијагностику и евидентну жељу свих вас да учите нове технике. У ИОРС-у смо добили магнетну резонанцу за планирање терапије и одушевљена сам са којим ентузијазмом су струковни радиолози започели и прихватили обуку рада на, за њих, сасвим новом апарату.



Шта бисте нашим читаоцима, а то су углавном Ваше колеге, на крају поручили, како да се сврсисходно боримо за што бољи здравствени систем у Србији?

- Пацијент мора бити у центру свих наших активности. Од тога да се инсистира на редовним контролама и раној дијагностици до набавке најсавремених апарата за њихово лечење. Морамо бити упорни у нашим захтевима за набавку скупе опреме, али и аргументовани, а то на жалост није проблем имајући у виду огроман број онколошких пацијената.

ИОРС је у читавој овој ситуацији око пандемије добио два нова линеарна акцелератора и заменио старе који су једва радили, две нове магнетне резонанце, један нови скенер, два нова мамографа, четири нова ултразвука, нову опрему за биопсије дојке, нови апарат за брахитерапију и први пут СРЕКТСТ. Морамо се изборити у перспективи да се иновативна терапија даје према генетској структури тумора, а не према његовој локализацији.

Будућност онкологије је у раној дијагностици, биопсији и молекуларној анализи тумора, радиохирургији и лековима који ће пацијента дуги низ година одржавати у стабилној фази болести са квалитетним животом, до тренутка када ће човечанство победити и ову врсту болести.

Никада не треба заборавити да су малигне болести УВЕК СИСТЕМСКЕ БОЛЕСТИ, то је једини прави приступ у њиховом решавању и ту је улога струковних радиолога и у дијагностици и у терапији изузетна.



„Др Драгиша Мишовић“

# ТИХИ ХЕРОЈИ У КБЦ „ДР ДРАГИША МИШОВИЋ“

**Година 2020. је почела другачије. Епидемија корона вируса се ширила невероватно брзо. Тада се све променило. Пролеће није било пролеће, одлазак у продавницу, парк, на посао, све се променило.**

Осмех и тугу смо скривали испод маске, пријатеље држали на сигурној дистанци, на посао одлазили у скафандерима.

Тог марта 2020. смо упознали све оно што је корона била у стању да направи.

Радиологија као грана медицине је заузела значајно место у борби против корона вируса. Сви хоспитализовани пацијенти у “КБЦ Др Драгиша Мишовић”

су по утврђеним протоколима лечења и на основу постављених индикација прегледани на рендгену, скенеру и ултразвуку.

КБЦ „Др Драгиша Мишовић,, је опремљен најсавременијим апаратима, па је и олакшана реорганизација и примена свих протокола за режим ковид болнице.

Тимски рад је био од великог значаја за савладавање свих новонасталих ситуација. Излечење пацијената је зависило од брзе и добре дијагнозе и ефикасне терапије.

Организовани тимови на Одељењу радиолошко-ултразвучне дијагностике су свакодневно обављали велики број прегледа, како мобилним рендген апаратом, тако и компјутеризованим томографом.

Добра организација службе је допринела борби за живот сваког пацијента.

Наша струка и рад радиолога и радиолошких техничара је оставила дубок траг у овој борби. Као борци из позадине добили смо епитет тихих хероја.

Пратили смо сваки корак у опоравку хоспитализованих, радовали се побољшању сваког контролног снимка плућа, делили радост са излеченим пацијентима.

Многи су изгубили битку, оставили су неисписане стране у својим дневницима... А ми исписујемо дневник тихих хероја у још увек незавршеном рату са корона вирусом.



КОЛЕКТИВ ОДЕЉЕЊА РАДИОЛОГИЈЕ  
У КБЦ ”ДР ДРАГИША МИШОВИЋ”





КОЛЕКТИВ ОДЕЉЕЊА РАДИОЛОГИЈЕ У КБЦ " ДР ДРАГИША МИШОВИЋ "



СТДИЈАГНОСТИКА



МОБИЛНИ РЕНДГЕН АПАРАТ



Аутор:  
**Мирјана Радовановић**  
специјалиста струковни медицински радиолог



# КОМПЈУТЕРИЗОВАНА ТОМОГРАФИЈА ГРУДНОГ КОША КОД COVID-19 ПНЕУМОНИЈА

## COVID-19 је инфективна болест коју изазива вирус SARS-CoV-2 вирус.

Како би лечење COVID-19 било што успешније неопходно је адекватно праћење стања пацијента и тока болести, као и правовремено упућивање на дијагностичке процедуре, како би се на прави начин наставила терапија код ових пацијената.

Промене на плућима које се могу јавити код COVID-19 могу се детектовати помоћу радиолошких дијагностичких процедура, при чему се превасходно мисли на радиографију срца и плућа и скенер (MDCT – мулти-детекторска компјутеризована томографија) грудног коша.

Промене које се могу видети на скенерском прегледу грудног коша могу бити типичне и атипичне. Типичне промене код



COVID-19 пнеумоније се јављају обострано, у оба плућна крила, дифузно су распоређене, чешиће су захваћени доњи делови плућа, а промене које се јављају су промене по типу “мечног стакла”, “попљочавања”, консолидације и задебљање интерстицијума. Атипичне су када промене нису у складу са наведеном дистрибуцијом, када су присутни плеурални изливи, увећани лимфни нодуси или неке друге карактеристике.

**CORADS 1** – врло је мала вероватноћа да је у питању COVID-19 инфекција.

**CORADS 2** – COVID-19 мала вероватноћа, СТналас може имати карактеристике и других инфективних стања

**CORADS 3** – COVID-19 СТналас није детерминисан

**CORADS 4** – COVID-19 вероватан, налаз је суспектан, али није баш потпуно типичан.

**CORADS 5** – COVID-19 је врло вероватан, налаз је веома сугестибилан. Присутни су знаци типични за ЦОВИД-19 инфекцију.

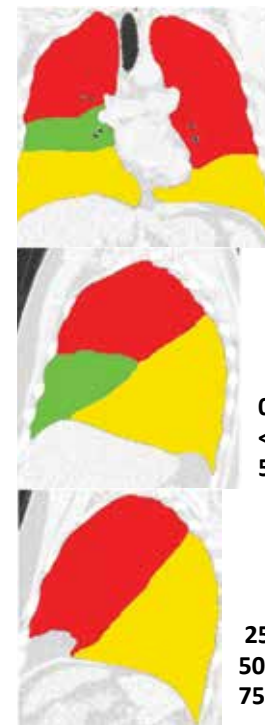
**CORADS 6** – COVID-19 пнеумонија (PCR позитиван тест или позитивне серолошке анализе)

Према томе да ли су промене које се детектују у плућима типичне или не за COVID-19 пнеумонију направљена је CORADS класификација која указује на вероватноћу да су описане промене у складу са COVID-19 пнеумонијом или не.

Према временској дистрибуцији описана су четири стадијума :

1. Рани/иницијални стадијум (0-4 дана): СТналас може бити потпуно без промена или се могу видети почетне инфламаторне промене у виду „мечног стакла“.
2. Прогресивни стадијум (5-8 дана): јављају се промене у плућима које су типичне за COVID-19 пнеумонију
3. Пик стадијум (9-13 дана): највише је изражена консолидација плућа
4. Стадијум резолуције (након 14 дана): организација и резолуција инфламаторних промена

Оно што је такође важно је површина која је захваћена инфламацијом, а она се изражава СТ скором. Његова вредност може бити од 0 до 25. СТскор даје важну информацију клиничарима о стању плућа и утиче на доношење одлуке о даљем лечењу.



0% - 0 поена  
< 5% - 1 поен  
5-25% - 2 поена

25-50% - 3 поена  
50-75% - 4 поена  
75-100% - 5 поена

Честа дилема је када је и да ли је потребно радити контролни СТгрудног коша. Код пацијената чија клиничка слика и ток болести говоре у прилог погоршања, клинички лекар поставља индикацију за понављањем прегледа у временском интервалу који процени. Уколико не постоје индикације, контролни СТгрудног коша није потребно радити. Индикације поставља лекар који прати стање пацијента и ток болести.

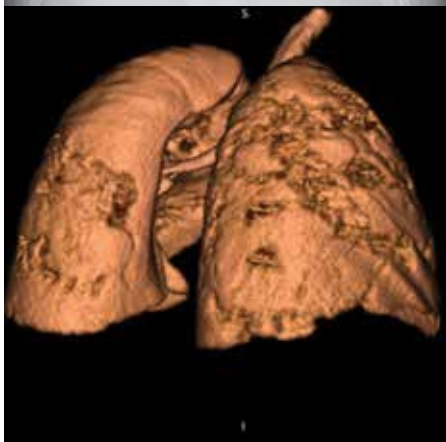
Из наведеног можемо закључити да СТгрудног коша има веома важну улогу у дијагностици и праћењу стања код COVID-19 пнеумонија, али да је од круцијалног значаја постављање правовремене индикације за овај преглед.

# РЕНДГЕНСКЕ МАНИФЕСТАЦИЈЕ COVID-19 ПНЕУМОНИЈЕ

Пандемија изазвана вирусом SARS-CoV-2 покренула је невиђену здравствену и економску кризу. Иако је дијагноза инфекције SARS-CoV-2 микробиолошка, технике снимања играју важну улогу у дијагнози, оцењивању тежине болести, вођењу лечења, откривању компликација и процени одговора на лечење. Плућа су главни захваћени орган, а рендгенски снимци грудног коша, било да се добијају конвенционалним рендгенским апаратима или преносним јединицама, прва су линија, јер су широко доступни и економични.

Ртг зраци пролазе кроз све слојеве анатомије и формирају сумациону димензиону слику, сводићи тродимензионалну анатомску структуру у димензионалну.

Недостаци Ртг прегледа: пројекциони ефекти, недостатак треће димензије, зависност од положаја пацијента (уколико је пацијент ротирани - смањена/ повећана транспаренција у зависности од смера, уколико је антеро-постериорна пројекција, срчана сенка је увећана и прекрива део паренхиме, сенка медијастинума је проширена).



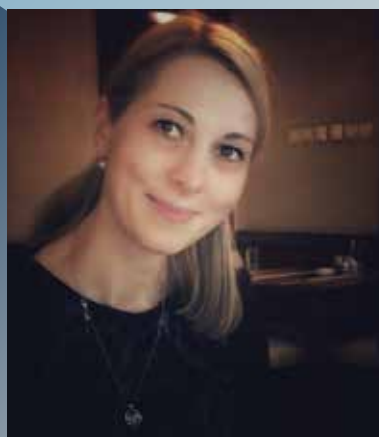
У раним фазама КОВИД-19 пнеумоније у 63 одсто радиографија показује нормалан налаз у плућном паренхиму.

Типични знак КОВИД-19 пнеумонија су зоне инфламације које су локализоване билатерално, периферно, доминантно у средњим и доњим плућним пољима.

Почетне абнормалности које сугеришу на КОВИД-19 пнеумонију на рендгенском снимку плућа и срца су губитак нормалне транспаренције плућног паренхима. Због ширења инфекције перибронхијано мења се изглед интерстицијумске шаре, док се консолидација приказује дифузним нехомогеним засечнењима која често конфлуирају.

Ртг снимак има своје место у праћењу пацијената са тежим облицима болести који су смештени у јединицама интензивне неге, као и у детекцији компликација као што су: субкутани емфизем, пнеумоторакс и пнеумомедијастинум.

На крају можемо рећи рендгенски снимак има малу сензитивност у раним фазама болести, а његов значај се превасходно огледа у праћењу пацијената са тешком клиничком сликом.



**Др Тијана Косановић**  
специјалиста радиологије



**Др Марјана Ђорђевић**  
специјализант радиологије





# БИОПСИЈА ПОД КОНТРОЛОМ КТ-А

У савременој медицини основно правило је да је најважнија дијагноза, а у њој радиологија игра изванредну улогу, што кроз радиолошку дијагнозу употребом радиографских техника, ултразвук, компјутеризоване томографије и ПЕТ-КТ-а, што кроз узорковање ткива под контролом неких од имидинг техника. За многе болести се дијагноза не може поставити без узорка ткива а до њега се може доћи различитим техникама (ендоскопским, хируршким, итд.), али и перкутаном биопсијом под контролом, најчешће ултразвук, или скенера. Углавном се користе су „true-cut“ или „core“ биопсије чиме се добије тубуларни узорак ткива, који се шаље патологу на хистолошки и често и имунохистохемијски преглед, чиме се поставља дефинитивна дијагноза, што је од огромног значаја за терапију. Промене за које је неопходна хистолошка верификација су веома често локализоване на местима која су тешко доступна ендоскописти и хирургу за узорковање, а тада су такође, често добро ултразвучно или скенерски видљиве и доступне за перкутану биопсију.

Биопсија означава поступак узимања ткива или ћелија за посматрање у дијагностичке сврхе. Примењује се код пацијената код којих је потребна анализа ткива како би се разјаснила етиологија пре одређивања терапије. Биопсија може бити ексцизијска, код које се цела маса ткива потребна за анализу одстрањује, или инцизијска, код које се одстрањује само део ткива за испитивање. У случају да је циљано ткиво течност, односно ћелије распршене у течности и желимо да их цитолошки анализирамо, поступак се назива цитолошка аспирација или пункција.

КТ је метода од посебног значаја када говоримо о перкутаној биопсији или аспирацији, због своје изузетне прецизности и тачности и могућности детаљног приказа анатомских структура. Доступни су јој органи који су испуњени или окружени ваздухом, или смештени у дубини стомака или карлице. Због могућности приказа плућног паренхима и костију такође је метода избора код биопсија плућа, костију или органа испред којих се налазе цревне вијуге испуњене ваздухом.

Индикације за перкутану биопсију примарно подразумевају потребу за

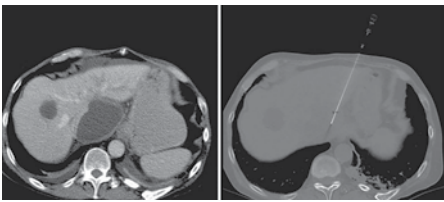
одређивањем малигности одређеног ткива, али и прикупљање материјала за микробиолошку анализу у случају инфламације. Користи се и за карактеризацију дифузних паренхимских промена, нпр. гломерулонефритиса, цирозе јетре или идиопатске плућне фиброзе.

Перкутана биопсија тренутно нема апсолутних контраиндикација, али релативне контраиндикације су коагулопатије, хемодинамска нестабилност, немогућност проналаска сигурне путање за спровођење интервенције без угрожавања околних органа и структура.

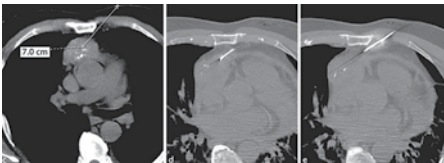
Што се тиче техничког материјала и извођења процедуре, за перкутану биопсију користи се игла промера 20 G или већа, а за аспирациону се користе танке игле промера 22-25 G или мање.

Већина перкутаних биопсија изводи се у амбулантним условима са минималном припремом. Потребно је да пацијент шест до осам сати пре биопсије не једе и не пије ништа. Требао би разговарати са својим лекаром о свим лековима које узима, јер би дозе неких можда требало прилагодити или обуставити пре процедуре. Такође, потребно је да уради одређена лабораторијска испитивања крви.

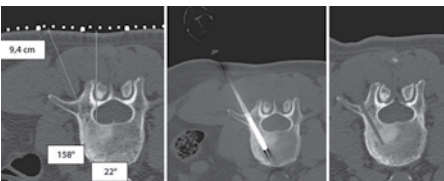
## ЈОШ ЈЕДНА ОД ПОДЕЛА БИОПСИЈА ЈЕ НА:



- „fine needle“ биопсије, код узорковања течног материјала (инфекција) и код узорковања материјала за цитолошку анализу (мале промене у плућима, недоступна регија...)



- „punch“ биопсије, које се користе за узорковање веће количине ткивног материјала за иницијалну хистолошку дијагнозу, као и за узорковање ткивног материјала ради доказа вијабилности тумора.



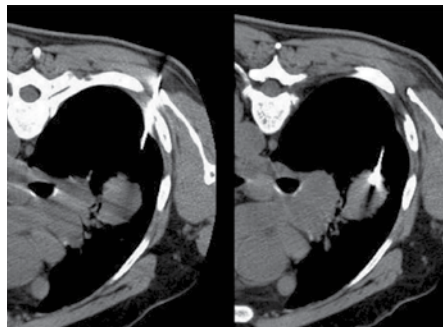
- „drill“ биопсије су биопсије коштаних структура, коштаних тумора или мекоткивних тумора унутар коштаних структура.

## КОРАЦИ ПРИ ИЗВОЂЕЊУ БИОПСИЈЕ СУ СЛЕДЕЋИ:

1. Евалуација претходних радиолошких прегледа
2. Коагулациони статус
3. Припрема КТ кабинета
4. Позиционирање пацијента
5. Планирање приступног тракта
6. Припрема поља; поље ће бити дезинфиковано и у кожу и поткожне структуре биће убризган локални анестетик.
7. Step by step или КТ флуороскопија – увођење игле
8. Узорковање и договор са патологом
9. Постпроцедурално праћење

У Центру за радиологију и магнетну резонанцу УКЦС, под надзором директора Центра проф. др Драгана Машуловића, на одељењу Ургентне радиологије, најчешће се изводе биопсије следећих регија:

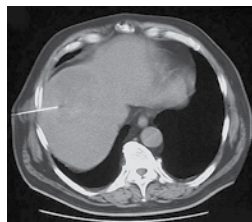
- биопсија плућа изводи се код лезија које су локализоване у почетном стадијуму болести, код лезија недоступне бронхоскопском приступу, као и хилусна локализација лезије. Најчешће се користи игла 20G. Веома је важно направити добар план приступа и интервенције. Све контраиндикације су релативне и укључују тренутно коришћење антикоагулацијске терапије уз лабораторијске вредности инр-а веће од 1,5 и тромбоцита мањих од 50.000/мл, емфизем, присутност бола, плућну хипертензију. Најчешће компликације су пнеумоторакс и плућно крварење.



- биопсија медијастинума се користи као метода за навођење у средњем и задњем медијастинуму, за масе недоступне трансbronхијалном приступу. Компликације укључују повреду васкуларних структура, перфорацију једњака, повреду трахеобронхијалног стабла, медијастинитис, руптуру перикарда и аритмије. Користи се игла од 20G.



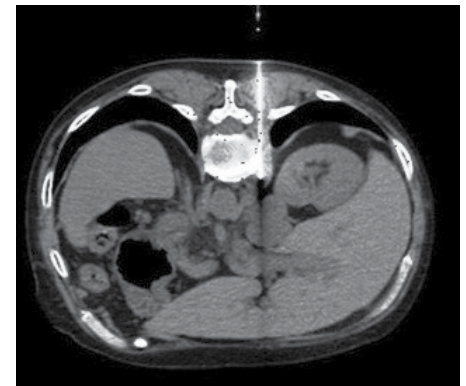
- биопсија јетре се изводи код дифузне болести јетре, „Graft versus host-a“, сумње на одбацивање трансплантата, диференцијације бенигно малигно, диференцијације примарно секундарно и дијагностика и степен малигне болести.



- биопсија панкреаса код тумора панкреаса, који су у тренутку радиолошке детекције веома често нересекабилни (локално или због системског ширења) и који се радиолошки не могу окарактерисати. Компликације су у виду акутног панкреатитиса (поготово уколико у узорку има здравог панкреасног ткива), крварења, перитонитиса, транзијентни пнеумоперитонеум.



- биопсија ретроперитонеума, КТ је метода избора због супериорног просторног приказа лезије. Најчешћа индикација је потреба за патохистолошком карактеризацијом ткива лезија које не показују карактеристичан изглед на дијагностичком КТ-у. За биопсију се користи игла 19 G или 20G. Компликације укључују крварење, трауму паренхимских органа, трауму каналног система (bronх, уретер, жуч, дигестивни тубус).



Компјутеризована томографија се показала као вредан и често незаменљив алат за навођење у перкутаном биопсијама. Омогућује високу прецизност анатомског приказа и врло добру визуелизацију и локализацију лезија те се стога често користи за биопсију дубоко смештених лезија тешко видљивих другим имиџинг методама. Ограничења су недостатак приказа у стварном времену, као и доза зрачења која је већа него у осталим имиџинг методама. Убудуће, с напредовањем технологије имиџинг радиологија ће померати своје оквире тако да многе технике које су већ сад у зачетку ће постати широко доступне.





**Иванка Антић**

-----  
Специјалиста струковни медицински радиолог,  
Универзитетски Клинички центар Србије,  
Центар за радиологију и магнетну резонанцу,  
Ургентни центар



**Canon**



**AGFA** 



Trgovačka 16A, 11147 Beograd, +381112395639  
office@beolaser.com www.beolaser.com



# ABBOTT GUIDE WIRES

LEADING THE WAY  
IN GUIDE WIRE  
TECHNOLOGY

DRIVING YOU FORWARD  
START TO FINISH

**Generalni zastupnik**

Hermes Pharma doo, Beograd, Uzun Mirkova 5  
tel/fax: 011/2185-516 ; 2185-317  
email: office@hermespharma.rs



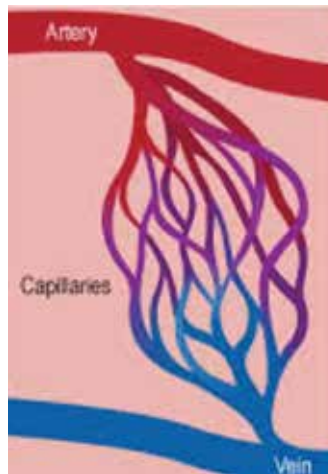


**СЊЕЖАНА  
БУРСАЋ**

СТРУКОВНИ  
МЕДИЦИНСКИ  
РАДИОЛОГ  
ВОЈНОМЕДИЦИНСКА  
АКАДЕМИЈА

# ПЛУЋНА ПАТОЛОШКА АРТЕРИОВЕНСКА КОМУНИКАЦИЈА

Плућна патолошка артерио-венска комуникација (ППАВК) је артериовенска малформација (АВМ) у плућима, која представља директну комуникацију између плућне артерије и плућне вене, тако да се заобилази нормална алвеоло-капиларна мембрана, услед чега се не обавља нормална оксигенација крви.



a. нормална комуникација на нивоу алвеоло-капиларне мреже између два велика крвна суда.

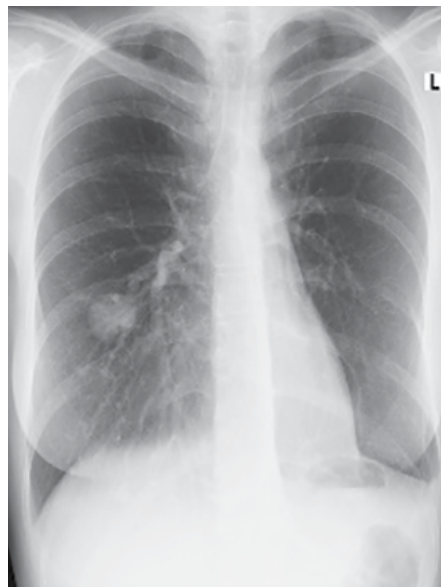
b. ектатична проширења где се ствара патолошка комуникација крвних судова.

## СИМПТОМИ

Хипоксија са последичном симптоматологијом: адинамија, умор, диспноја током физичке активности, хемоптизија, палпитација, кашаљ, парадоксални системски ембилизам.

## ТРЕТМАН У ЗАВИСНОСТИ ОД ЛОКАЛИЗАЦИЈЕ

Кад год је то могуће, ендоваскуларна емболизација је основа лечења ППАВК и примењује се од 1980. године. Хируршка ресекција се ретко примењује, односно резервисана је за случајеве са лезијама које остају отпорне на ендоваскуларну терапију или када ендоваскуларни третман није изводљив.



## ПРИКАЗ СЛУЧАЈА

Пацијенткиња 30 година старости се јавила неурологу са знацима трњења и слабости екстремитета са леве стране. На основу локализације и изгледа промене, те анамнестичког податка да је пре 15 година оперисала АВМ, посумњало се, на основу радиографије плућа, да се и овде ради о ППАВК.

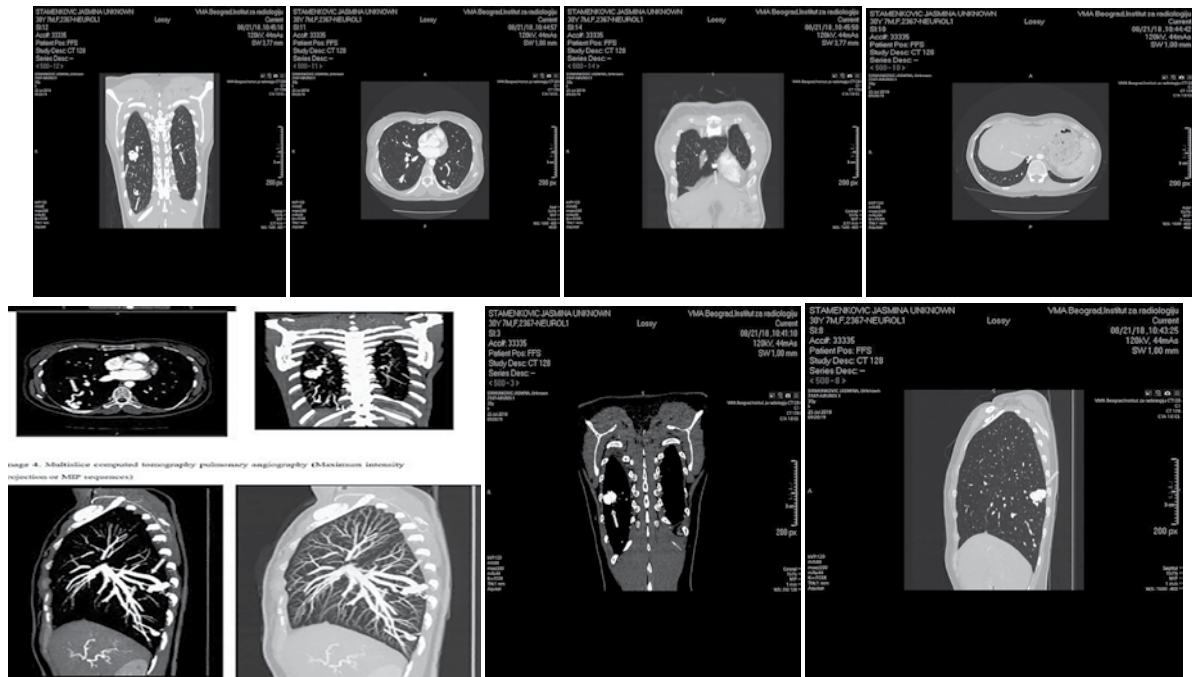
- позиција пацијента ПА  
- уочена сенка 35мм



## МДКТ ГРУДНОГ КОША

На плућном паренхиму се уочава обострано већи број ППАВК од којих је највећа промера 35 мм, са уочљивом доводном артеријом пречника око 7 мм, и одводном венном пречника 9 мм.

Након тога је на основу закључка конзилијума одлучено да се највећа збрине ендоваскуларним путем.



слика 4. Multi-faze контрастна томографија плућноартеријске ангиографије (Multi-faze контрастна томографија плућноартеријске ангиографије)

### СТРУЧНИ ТИМ:

- Специјалиста радиолог
- Интервентни васкуларни радиолог
- Хирург
- Струковни медицински радиолог
- Медицинска сестра-инструментарка
- Анестезиолошки тим п.п.

Ангио-сала Института за радиологију Војномедицинске академије комбинује хируршку стерилност, савремену опрему и повезану радну станицу за post-processing.

У сали је интегрисана опрема и апарати које користи анестезија и који су потребни за контролу виталних функција.

**Код нас у ангио-сали успешно се изводи велики број дијагностичких и терапијских процедура, како хитних, тако и елективних:**

- ангиографија крвних судова главе и врата
- ангиографија периферних и висцералних грана
- коронарографије
- уградње стентова
- балонангиопластика
- ЕВАР
- хемоемболизација
- Кава Филтер

### Електрофизиолошке процедуре:

- радиофреквентна катетерска аблација, криобалон-катетерска аблација.

**Ангиосала је опремљена многим савременим функцијама како би се поједине функције олакшале:**

- Siemens Artis Zee Biplane System Cath Angio Lab
- DR, DSA, PERI, DYNA, Roadmap, Fluoro Fade, Automap
- 3D DS, 3D DSA
- InSpace 3D
- Dyna CT
- Organ programs
- Performing of examination workflow orientated
- Diagnose image quality and its parameter
- Image post-processing/quantification
- Dose menagment (CARE)
- Technical system overview
- Networking

**У зависности од врсте прегледа апарат се доводи у одговарајућу позицију:**

### System Positions

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 1. Patient transfer  | 4. Left Side         |
| 2. Head Side         | 5. Biplane left Side |
| 3. Biplane Head Side | 6. Automap           |

### Припрема пацијента:

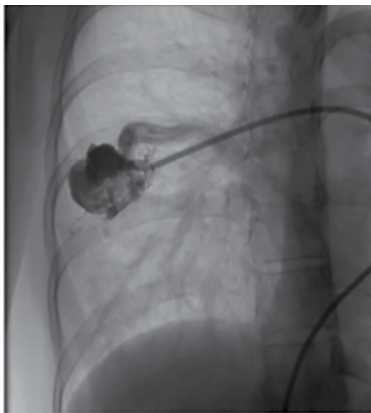
- Медицинска документација:
- Лабораторија (уреа и креатинин)
- Писани пристанак пацијента
- Мониторинг (екг, пулс, притисак)
- Седација п.п.



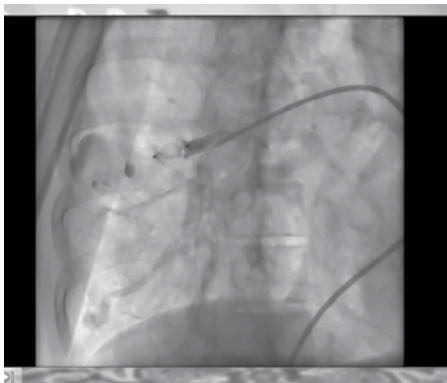
Интервентна радиолошка процедура се изводи Селдингером методом кроз в. феморалис и пласиран је уводник 6F. Потом се жицом 0,035 и Pigtail катетером 6F ушло у десну феморалну вену, па даље преко доње шупље вене, до десне преткоморе и коморе, уз ЕКГ мониторинг и даље у truncus pulmonaris, одакле се ушло у главну десну грану truncusa pulmonarisa.



Катетером Pigtail 6F урађена је селективна ангиографија гране ПА (контраст се даје ручно у динамици)



МП катетером урађена је субселективна ангиографија



## НАШЕ МЕСТО У ИНТЕРВЕНТНОМ РАДИОЛОШКОМ ТИМУ

### Припрема пацијента

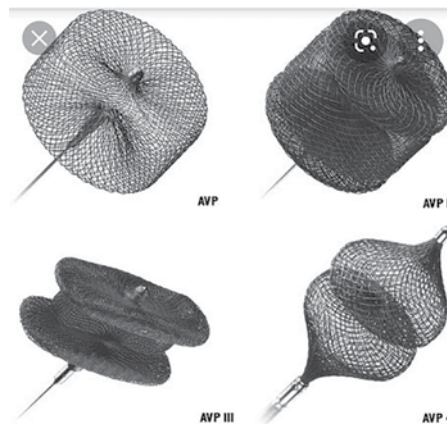
- мониторинг виталних функција
- избор програма (CARD 3040-7,5 f/s)

Активно учешће у процедури-познавањем анатомије знамо пут катетера до циљане регије уз колимацију како би заштитили пацијента и комплетну екипу, FOV.

Заштитна средства (кецеља-0,5 Пб мм, оковратник, оловне наочаре и параван).

По пласирању нитилонског "плуг"-а пречника 10 мм дошло је до потпуног престанка циркулације у ППАВК, што је и био циљ интервенције.

Доступни су различити материјали за емболизацију (честице, коилови), али се у ове сврхе најчешће користе плуг-ови. Ови материјали функционишу по принципу потпуне оклузије завршног дела доводне артерије ППАВК, тако да се након увођења мулти-катетера кроз његов лумен изврши потпуна оклузија артерије хранилице и прекине доток крви у ППАВК. Постоје различите димензије и облици плуг-ова, а који ће се користити зависи од дијаметра ПА.



## ЗАКЉУЧАК:

У овом случају је интервентна радиолошка процедура била метода избора како би се у потпуности задовољили сви критеријуми за успешно излечење.

Малформације по типу ППАВК су повезане са високим морбидитетом и морталитетом ако се не лече. Зато се ендоваскуларна емболизација препоручује као терапија првог избора за све лезије чија артерија хранилица има дијаметар више од 3 мм. Ендоваскуларна емболизација има висок успех са минималном стопом компликација. Иако се користе различити материјали за емболизацију, ипак постоји значајан ризик од реканализације третиране ППАВК или се могу развити нове лезије. Због свега претходно наведеног, након урађене емболизације, препоручује се стално праћење ових пацијената.



## MRI Contrast Media Injector

*Max*<sup>™</sup><sub>3</sub>  
ulricheasyINJECT





# ТЕХНИКА ПРЕГЛЕДА РЕКТУМА МАГНЕТНОМ РЕЗОНАНЦОМ

**Р**ак дебелог црева је трећи најчешћи рак код мушкараца, а други код жена. Од броја нових случајева на годишњем нивоу, око 44 одсто се односи на ректум. Преваленца је већа у развијенијим земљама, где је и стопа морталитета нижа, услед обухватнијег скрининга и ефикаснијег дијагностиковања и лечења. Прогноза код карцинома ректума директно је повезана са инфилтрацијом мезоректума и могућношћу постизања негативних ободних ресекционих маргина хируршким путем.

MRI карцинома ректума представља методу избора за преоперативно одређивање стадијума, процену одговора на неоадјуватну терапију, процену ресектабилности и детекцију рекурентног тумора. Стандардни MRI протокол укључује 2D TSE T2-секвенцу са малим FOV-ом, без супресије масти и дебљином пресека мањом од 3 мм (протокол високе просторне резолуције) у:

а) косој аксијалној равни (под правим углом у односу на пропагацију тумора; лоша

закошеност аксијалних пресека нарушава приказ muscularis propria, што може довести до лоше процене T стадијума);

б) сагиталној равни, која је одређена уздужном осом тумора; и ц) косој короналној равни (паралелна аналном каналу; важно за приказ ниско локализованих тумора и бољу процену односа са аналним сфинктером).

TSE T2-секвенца са великим FOV-ом, без супресије масти, у аксијалним пресецима читаве карлице, од бифуркације аорте до сфинктера, омогућава процену удаљених лимфних чворова (нпр. инфериорни мезентерични, бочни и ингвинални), док у сагиталној равни, омогућава локализацију тумора, мерење његове висине и процену односа са средишним структурама, као што је анални руб.

У идеалном случају, MRI ректума се изводи на

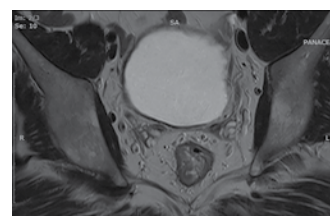
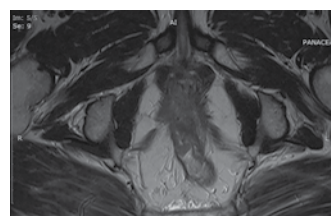
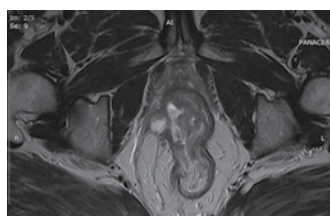
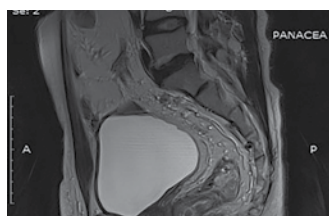
апаратима јачине поља 1,5 Т или 3,0 Т, уз примену површинске завојнице за карлицу, која покрива површину тела од бифуркације аорте до аналног руба.

Рак дебелог црева је трећи најчешћи рак код мушкараца, а други код жена. Од броја нових случајева на годишњем нивоу, око 44 одсто се односи на ректум. Преваленца је већа у развијенијим земљама, где је и стопа морталитета нижа, услед обухватнијег скрининга и ефикаснијег дијагностиковања и лечења. Прогноза код карцинома ректума директно је повезана са инфилтрацијом мезоректума и

могућношћу постизања негативних ободних ресекционих маргина хируршким путем.

Потенцијални дијагностички значај постигнут MRI прегледом ректума строго зависи од квалитета добијених слика и

**MRI карцинома ректума представља методу избора за преоперативно одређивање стадијума, процену одговора на неоадјуватну терапију, процену ресектабилности и детекцију рекурентног тумора.**





# Magnetna rezonanca

## MR spektroskopija

## Ultrazvučna dijagnostika

## Specijalistički pregledi



# PANACEA POLIKLINIKA

Poverenje u stručnjake



- Beograd, Bojanska 5
- +381 11 78 57 555
- +381 62 288 470
- [office@panaceapoliklinika.com](mailto:office@panaceapoliklinika.com)
- Radnim danima od 8 do 20h  
Subotom od 8 do 18h



могућности да се на основу њих утврде главне анатомске структуре и њихов однос према тумору. Примена T2W секвенци са високом просторном резолуцијом (малим FOV-ом) најважнија је за процену карцинома ректума и анатомских структура. Стандардизовани MRI протокол прегледа омогућава прецизнија и поновљива тумачења, што олакшава широку употребу ове технике. Слика 1 резимира MRI технике које се препоручују, оне које се не препоручују и неке које се опционо примењују.

Приликом прегледа, пацијента би требало информисати о времену потребном за снимање и удобно поставити у лежећи положај. У идеалном случају, MRI ректума се изводи на апаратима јачине магнетног поља 1,5 Т или 3,0 Т, пошто студије показују сличну дијагностичку тачност за ове јачине поља. Иако су апарати од 1,5 Т најраспрострањенији, 3,0 Т може побољшати просторну резолуцију, са повећањем односа сигнал/шум, али су евидентни и наглашенији артефакти магнетне суспензивности, пре свега као потенцијални недостатак на DWI секвенци. Преглед се изводи уз примену површинске завојнице за карлицу, која покрива површину тела од бифуркације аорте до аналног руба.

Стандардни MRI протокол укључује 2D FSE T2-секвенцу са малим FOV-ом, без сатурације масти и дебелином пресека мањом од 3мм (протокол високе просторне резолуције) у: а) косој аксијалној равни (под правим углом у односу на пропагацију тумора; лоша закошеност аксијалних пресека нарушава приказ мускуларис проприа, што може довести до лоше процене T стадијума); б) сагиталној равни, која је одређена уздужном осом тумора; и ц) косој короналној равни (паралелна аналном каналу; важно за приказ ниско локализованих тумора и бољу процену односа са аналним сфинктером).

FSE T2-секвенца са великим FOV-ом, без супресије масти, у аксијалним пресецима читава карлице, од бифуркације аорте до сфинктера, омогућава процену удаљених лимфних чворова (нпр. инфериорни мезентерични, бочни и ингвинални), док у сагиталној равни, омогућава локализацију

MRI - Требало би		MRI - Опционо	MRI - Не би требало
Удобан положај пацијента у супинацији		Примена спазмолитика	Ендоректална завојница
Јачина магнетног поља 1,5-3,0 Т		Припрема црева	Примена сатурације масти на T2W секвенцама
T2W TSE секвенце без сатурације масти		Ендоректална испуна	
Пресеци са малим FOV-ом: коси аксијални, сагитални, коронални	Пресеци са великим FOV-ом: коси аксијални, сагитални	Примена лаксатива приликом контролног прегледа	
		DWI секвенца приликом контролног прегледа	
		Примена 3D T2W секвенци	
		Постконтрастни T1W пресеци приликом контролног прегледа	

Слика 1. Табела приказује протокол MRI прегледа ректума са техникама које се препоручују, оним које се не препоручују и оним чија је примена опциона. Примена T2W секвенци са сатурацијом масти ретко је потребна, али може бити од користи за снимање муцинозних тумора.

тумора, мерење његове висине и процену односа са средишним структурама, као што је анални руб.

Не препоручује се рутинска припрема црева, као што је дувавање ваздуха, дистензија ректума било којим контрастним материјалом или примена интравенског контрастног средства. Употреба ендоректалне завојнице се такође не препоручује због удобности пацијената и цене.

За одређене MRI технике прегледа ректума није постигнут консензус. Апликација спазмолитика, као што је глукагон (1 мг, интравенозно, интрамускуларно или поткожно) или хиосцин-бутилбромид (20 мг, интравенозно) није обавезно, али може смањити артефакте узроковане перисталтиком ако се примени непосредно пре прегледа или непосредно пре секвенци које су најосетљивије на покрете (нпр. DWI).

Ендоректална испуна се не користи рутински јер, иако може олакшати детекцију малих тумора са ректалном дистензијом, може утицати на процену стадијума услед компресије мезоректалне масти. Ово може променити удаљеност тумора од мезоректалне фасције, што може нарушити приказ мезоректалних нодуса. Међутим, у литератури постоје студије које фаворизују ендоректално пуњење.

Друга опциона MRI техника је дифузиони имиџинг (DWI) са високом б вредношћу ( $b \geq 800$  сек/мм<sup>2</sup>), који може побољшати дијагностичке могућности MRI за

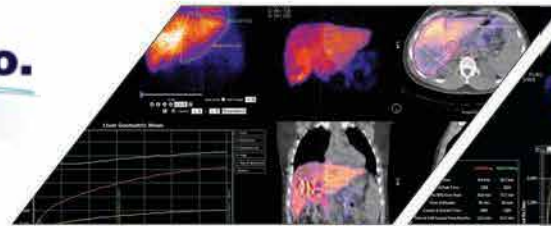
поновну детекцију тумора након хеморадиотерапије. За иницијалну процену стадијума, може побољшати детекцију тумора и лимфних чворова, иако се званично не препоручује. Коришћење микроклизма 15 минута пре извођења DWI може помоћи у уклањању ректалног ваздуха и смањити артефакте, што може бити посебно корисно за процену резидуалног тумора при контролном MRI прегледу.

Тренутно, MRI преглед ректума има кључну улогу у лечењу пацијената са карциномом ректума, и то у одређивању стадијума, идентификације фактора ризика за појаву локалних и удаљених рецидива како би се прилагодило лечење и побољшао исход по пацијента. При томе, стандардизована систематска дијагностика омогућава униформну и поновљиву интерпретацију налаза.



**ЛАЗАР ЛАЗИЋ**  
струковни медицински радиолог





## РЕШЕЊА ВРХУНСКЕ КЛАСЕ ЗА МОЛЕКУЛАРНИ ИМИЦИНГ

Већ више од 40 година препознатљив по Клиничкој изузетности и иновацијама у Молекуларном Имицингу, HERMES испоручује системе врхунске класе и софтвер за интеграцију, визуализацију, процесирање, издавање налаза, и архивирање снимака и података добијених на различитим модалитетима и уређајима из домена Радиологије и Молекуларног Имицинга. HERMES решења оснажују и наоружавају лекаре обезбеђујући им брже и тачније дијагнозе и одговарајуће терапије за пацијенте, пружајући тиме озбиљна побољшања на корист пацијентима истовремено повећавајући ефикасност одељења. Вођство HERMESa у Молекуларном Имицингу је изграђено на водећим технолошким иновацијама, финансиској стабилности и историјском успеху. HERMES је посвећен континуалном развоју најсавременијих софтверских решења за клиничка окружења, академске институције и партнере у бранши

HERMES ће наставити да нуди својим корисницима и проSPECTивним клијентима, најопсежнија решења за дијагностику и планирање третмана у Молекуларном Имицингу, како се здравство буде кретало ка новим хоризонтима Прецизне Медицине.



DISPLAYED BY HERMES™

Историјски, нуклеарна медицина је имала огромне користи од изузетног софтвера, али ретко на јединачној платформи. Најчешће је један компјутер коришћен за приказ одређене врсте прегледа, други за архивирање података, а трећи за специфичне наменске апликације. Овај недостатак интеграције и неуниформност компонената система наставља да производи озбиљна загушења радног тока неопходног за професионалце у имицинг одељењима

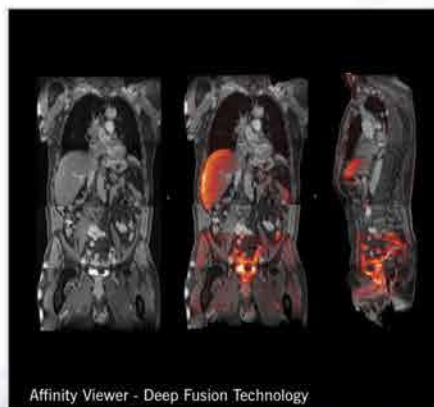
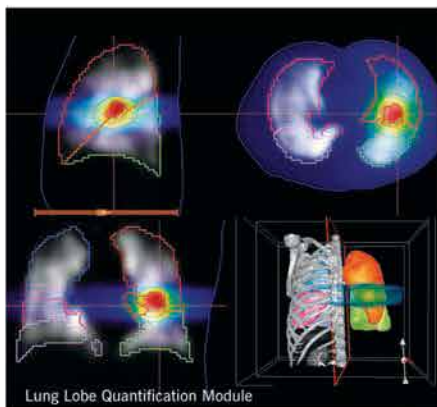
(укључујући ангиографију и ултразвук), фузију снимака (SPECT-PET-CT-MR) интегришући анализу ових података, процесирање конвенционалне нуклеарне медицине и спо-собност генерисања медицинских извештаја. Ова технологија се данас користи на 6 континената и присутна је у већини најмо-дернијих Одељења Нуклеарне Медицине.

Сирови и процесирани подаци се складиште у metadata VNA у DICOM, нативном фор-мату, MS-Word™, MS-Excel™, .wav аудио фор-мату, Adobe PDF™, итд. У целости интегрисаним са постојећом опремом у данашњим одељењима унутар јединствене master радне листе.

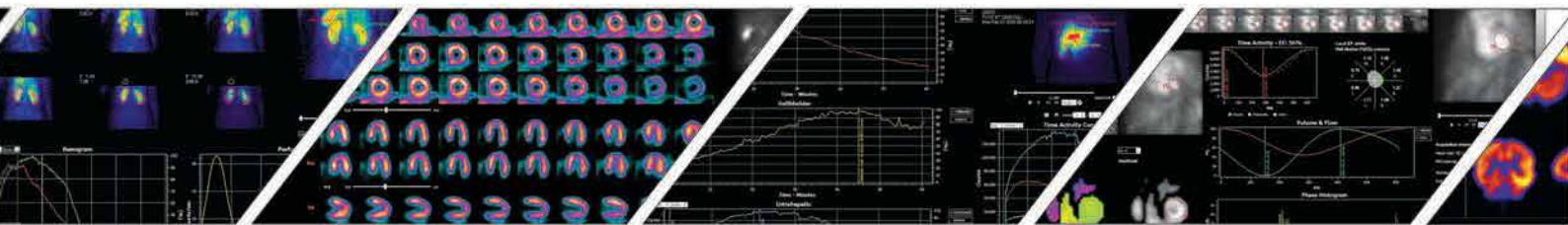


CONNECTED BY HERMES™

Од најранијих дана нуклеарне медицине квантификација је била кључни аспект: самостално одређујући праксу и у исто време се разликујући од осталих имицинг модалитета. Долазак Позитронске Емисионе Томографије (PET и његове SUV скале) свакако су допринеле напретку у пракси, али суштина нуклеарне медицине и даље остаје SPECT окружење за велику већину медицинских центара. Нове генерације камера спрегнуте са CT компонентама и оптимизоване напредним алаткама за реконструкцију је зацртала пут ка дану у коме ће нам SUV скала, слична оној која се користи у PETу, помоћи да квантифујемо снимке добијене SPECT-CT скенерима. Упркос повећаној доступности PETa, број специфичних радиофармака је и даље субоптималан. Апсолутна SPECT-CT квантификација (SUV) је сада доступна и отвара врата плетори могућности са десетинама проверених радиофармака који су већ у употреби



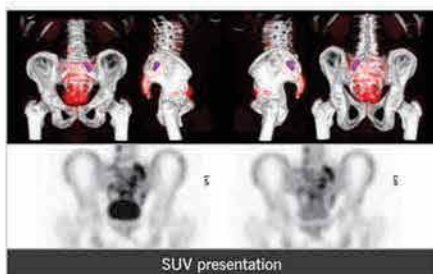
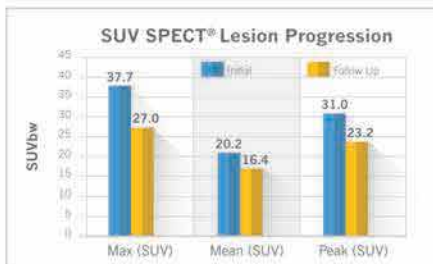
Ослањајући се на драгоцене сугестије корисника из целог света, пионире нуклеарне медицине, HERMES истраживачки тим је развио Hybrid Viewer PDR™ заједно са Affinity Viewer: јединствен софтверски пакет за Процесирање, Приказ и Извештавање Processing, Display and Reporting (PDR). Овај all-in-one алат обезбеђује приказ свих медицинских модалитета



**RECONSTRUCTED BY HERMES™**

HERMES SUV SPECT® револуционизује квантитативни имицинг истражујући пун потенцијал употребе SPECTa у регионима у којима велики део популације још увек нема приступ PETу и/или бесплатној услузи у оквиру здравственог осигурања.

HERMES SUV SPECT® софтверски алгоритми омогућавају конверзију снимљених вредности по вокселу у активност по јединици запремине уз помоћ SUV калкулација, обезбеђујући на тај начин суштинске и тачне квантитативне резултате.



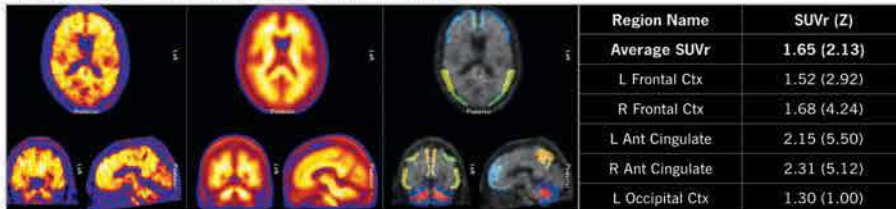
У комбинацији са корекцијом појачања добијеној из хибридног SPECT-CT скенера или SPECT камере (која се користи у спрези са независним медицинским скенером) као и корекцијом расејаног зрачења по моделу Monte Carlo, HERMES SUV SPECT® усавршава SPECT-CT скенере и подиже их на сасвим нови дијагностички ниво!



**QUANTIFIED BY HERMES™**

Најчешће коришћен за потребе едукације или за моделирање приказа, 3D софтверске апликације омогућују аутоматизовано откривање промена и тиме демонстрирају способност постављања тачнијих дијагноза у поређењу са још увек широко

HERMES BRASS™ Quantification with NeuraSeq™ from Isologic



распрострањеним 2D алатима. Ови драгоцени резултати могу да се добију уз омоћнапредних метода сегментације нарочито код корисних квантитативних пулмонарних студија. Hybrid Viewегтм 3D модул се надовезује са аутоматском корегистрацијом SPECTCT (или одвојеним дијагностичким СТом ако је потребно), и аутоматском сегментацијом L/R плућа и ваздушних путева, брзе дефиниције интерлобарних фисура контроле квалитета дефиниције фисура, лобарне вентилације и перфузионе квантификације, и, на крају – аутоматског генерисања извештаја.

Знајући да тачни резултати могу драстично да промене оптимални хируршки приступ, спроведене су компаративне студије актуелних 2D техника (планарна anteriорна слика или стварна anteriорна репројекција подељена у шест сегмената) и 3D сегментационих техника. Прелиминарни резултати су показали разлике у опсегу -10% до +48% у процени калкулација тачне запремине у ml. Сада су доступни слични алати за аутоматско сегментацију јетре и бубрега, и ту су да помогну у промоцији тешње сарадње између квантитативног имицинга и одељења хирургије.

HERMES и ТИМ Цо. су поносни да могу да учествују у истраживачким пројектима високог нивоа пружањем подршке здравству и медицинској науци у откривању и праћењу лечења болести као што су епилепсија, тумори мозга, Паркинсонова и, у последње време, Алцхајмер. Деби NeuraSeq™, управо одобрен од стране регулаторног тела Канаде и комерцијализован од стране Isologic, синергизује HERMESов труд око помагања лекарима нуклеарне медицине како у универзитетским установама, тако и у општим болницама, обезбеђујући им нормалне темплате за прецизну и поуздану квантификацију стања болести пацијента. Ово ново партнерство Isologic-HERMES подразумева коришћење широм струке познате BRASSTM софтверске апликације (Brain Registration & Analysis Software Suite), која се појављује у више од 350 научних радова и презентација широм света, квалитетно валидирана на преко два милиона пацијената!



**POWERED BY HERMES™**

HERMES VMNTM у себи садржи HERMES VNA (Vendor Neutral Archive) комбиновану са могућностима комплетне имицинг платформе у клиничкој медицини, кројеном за интеграцију одељења на којима се налази различита опрема различитих произвођача. HERMES обезбеђује квалитетна економична (price/performance) решења широм света и то у распону од широке enterprise архитектуре и инфраструктуре, до услуга архивирања, читања, анализе и процесирања на својим системима или преко HERMES облака - TeleHERMESTM



**SUPPORTED BY HERMES™**

У Србији тренутно постоје два PET-CT система, али још не постоји адекватна лабораторија за радио-хемију и радио-фармацију, те смо приморани да радиофармаке набављамо из иностранства. Као што је случај и у свету, већина центара нукларне медицине и у нашој земљи се и даље ослања на SPECT камере. HERMES представља идеално решење да се ниво дојагностике и налаза подигне на највиши степен клинички доказаних научних достигнућа. У току је набавка додатних система и опреме за имицинг, али и за производњу различитих радиофармака, што отвара могућност за даље напредовање ове гране медицине на обострану корист научне заједнице и пацијената у Србији. HERMES и ТИМ Цо су ту да Вам помогну у достизању најсавременијих стандарда дијагностике и стејинга болести пацијената. HERMES води рачуна о постпродајној подршци својих крајњих корисника, али и своје дистрибутерске мреже. Мото ТИМ Цо. предузећа је: „Квалитет добија на дуге стазе“. Спој ове две успешне приче је гаранција успеха за нуклеарну медицину у региону. HERMES је ту да обезбеди компактан, чврст тим стручњака, повећан усавршавању квантитативног молекуларног имицинга широм света, а ТИМ Цо. да обезбеди брзину, локализацију и континуитет подршке у региону. Шведска је земља матица HERMESa, а Србија ТИМа.

**Рачунајте на нас!**



ЛИДЕРИ У 3Д МАМОГРАФСКОЈ ДИЈАГНОСТИЦИ У СРБИЈИ!

**HOLOGIC**<sup>®</sup>  
The Science of Sure



**Бржи скенови за бољи комфорт.**  
3.7 сец. је потребно за 3Д преглед, без обзира на величину дојке. **Смањен ризик од померања пацијента** да би се смањило понављање и повећао комфор.

**3D**<sup>™</sup>

**ЈЕДИНИ 3Д МАМОГРАФ  
КЛИНИЧКИ ОДОБРЕН  
(FDA) ЗА ДЕНЗНУ ДОЈКУ!**

**III SmartCurve**<sup>™</sup>

**Breast Stabilization System**



**63 % више откривених малих  
инвазивних карцинома у скринингу!  
Клинички доказано! Мала доза.**

**3Dimensions<sup>®</sup> 3D Мамографски<sup>™</sup> Систем**

 **ТИМ Цо.**

Јована Рајића 5ц, 11000 Београд, [www.timco.rs](http://www.timco.rs)  
011/2836-786 и 2836-787, [office@timco.rs](mailto:office@timco.rs)

# Интраоперативна радио терапија ! (ИОРТ)



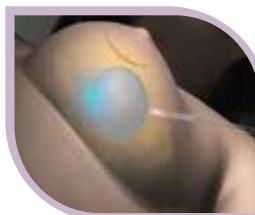
Јована Рајића 5ц, 11000 Београд, [www.timco.rs](http://www.timco.rs)  
011/2836-786 и 2836-787, [office@timco.rs](mailto:office@timco.rs)

## Комплетан третман радио терапије дојке за само 15 минута.

### ИОРТ Процедура



Тумор је оперативно  
одстрањен



Балон апликатор се  
поставља у  
екстирпациону  
шупљину.



Третман зрачења је  
завршен за само  
8 минута.



Балон је уклоњен и  
екстирпациона  
шупљина је затворена.

Један Систем  
Више Примена



**Xoфт**<sup>®</sup>  
a subsidiary of **iCAD**<sup>®</sup>



ЛИДЕРИ



HOLOGIC®

У ЗД МАМОГРАФСКОЈ

ДИЈАГНОСТИЦИ У СРБИЈИ!



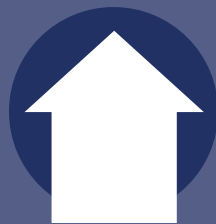
25%

Increase in  
cancer  
detection  
rates<sup>1-5</sup>



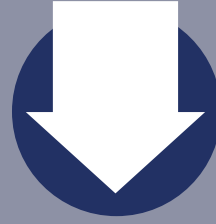
63%

Increase in  
invasive cancer  
detection  
rates<sup>1-5</sup>



~ 50 %

Increase in  
positive  
predictive  
value<sup>5</sup>



20 %

Reduction in  
recall rates<sup>4,6</sup>





Нове технологије у Националном ПЕТ центру

# ЗАШТИТА ОСОБЉА

**Целокупна заштита од јонизујућег зрачења у нуклеарној медицини осмишљена је у складу поштовања основних безбедоносних правила и АЛАРА принципа. У пракси се АЛАРА принцип своди на захтев да се излагање зрачењу са граничног нивоа (подношљив ризик) снизи до разумно достижног нивоа (прихватљив ризик), уз употребу мера додатне заштите, водећи, притом, рачуна о економским и друштвеним могућностима.**



**И**з АЛАРА принципа јасно се види да се морају обезбедити основни елементи заштите од јонизујућег зрачења, у смислу поштовања закона и препорука за изложеност особа јонизујућем зрачењу, а мере додатне заштите зависе од економске снаге земље. Систем заштите од зрачења односи се како на особље тако и на пацијенте. У овом раду задржаћемо се на систему заштите примењеном у Националном ПЕТ центру, КЦС-а.

ПЕТ је јединствена метода, која припада области нуклеарне медицине, помоћу које можемо уживо да “видимо” и “меримо” најсуптилније процесе на ћелијском и молекуларном нивоу. Заснива се на примени позитронских радиофармака, који представљају различите биолошки активне супстанце у чијем су саставу радиоактивни изотопи - позитронски емитери, од којих најчешће: флуор-18 (18F), угљеник-11 (11C), азот-13 (13N) или кисеоник-15 (15O).

Захваљујући веома динамичном развоју, данас је на располагању више од 300 радиофармака за потребе ПЕТ-а, који се користе у рутинској дијагностици, преклиничким испитивањима и научноистраживачком раду. Тренутно се у рутинској примени ПЕТ-а најшире користи радиофармак

18F-деоксиглукоза (18F-ФДГ). Време полураспада 18F-ФДГ је 110минута, а енергија 511KeV.

## ЗАШТИТА ОСОБЉА:

У основне елементе заштите особља спадају краће време проведено у зони зрачења, већа удаљеност од извора зрачења и физичка заштита. Највећа изложеност особља јонизујућем зрачењу је при сепарацији и апликацији појединачних доза радиофармака. Мерење изложености особља јонизујућем зрачењу радио је ИНН „Винча“ и електронским дозиметрима. За сепарацију појединачних доза у Националном ПЕТ центру користимо мануелни, полуаутоматски и аутоматски сепаратор појединачних доза.

## МАНУЕЛНИ СЕПАРАТОР ДОЗА

Мануелни сепаратор се састоји из оловног контејнера, у који се смешта бочица са одређеним радиофармаком, и заштитника за шприцевима одређене запремине. Заштитни контејнер се може померати по хоризонталној и вертикалној равни, и на тај начин се омогућава лакше одвајање појединачних доза. Целокупни систем је смештен иза оловних цигала, што знатно отежава манипулацију при одвајању појединачних доза.



СЛ.1 Мануелни сепаратор доза

Одвајање појединачних доза се врши на основу специфичне активности радиофармака, односно одвајање одређене запремине. По одвајању одређене запремине радиофармака, шприц се мора извадити из заштитника и у калибратору доза измерити његова активност, што доводи до директног излагања оператора радиоактивном зрачењу.

**Проблеми који се јављају при оваквом начину одвајања појединачних доза су:**

- Отежана манипулација – тражену запремину радиофармака врло тешко је издвојити, због слабе видљивости и тешког померања заштитног контејнера.
- Већа изложеност зрачењу – код ове врсте сепаратора, изложеност јонизујућем зрачењу је прилично велика па се мора водити рачуна о нивоу изложености особе која манипулише овим уређајем да се не би прешла законски дозвољена граница излагања.
- Непрецизност одвојених доза – одвајање задатих вредности појединачних доза се врши са великом грешком због самог начина одвајања на основу специфичне запремине радиофармака, јер је тешко прецизно извући запремину мању од милилитра.
- Непоновљивост – немогућност понављања исте вредности одвојене појединачне активности без велике грешке.
- Контаминација – постоји велика могућност контаминације, односно цурења садржаја (радиоактивног материјала) из бочице у заштитном контејнеру.
- Радиоактивни отпад – генерише се већа количина радиоактивног отпада.

**ПОЛУАУТОМАТСКИ СЕПАРАТОР ДОЗА**

Полуаутоматски сепаратор доза се састоји од заштитног оловног дела у који се смешта бочица са одређеним радиофармаком. Овакав систем поседује интегрисани калибратор дозе који у реалном времену мери појединачну захтевану активност. Целокупни процес се контролише преко рачунара са припадајућим програмом за такву врсту сепаратора. Овакав систем садржи и припадајуће заштитнике за шприцеве као додатну заштиту.



СЛ.2 Полуаутоматски сепаратор доза

**При раду са оваквим уређајем учављају се следеће особености:**

- Лакша манипулација - због своје конструкције врло лако се манипулише смештањем бочице у заштитни контејнер, а одвајање појединачних доза је врло комфортно и лако.
- Кратко време изложености јонизујућем зрачењу – изложеност јонизујућем зрачењу се своди на време премештања радиоактивног материјала (бочице са радиофармаком) из транспортног у радни заштитни контејнер, припрема бочице за извлачење система игала у бочицу и довођење бочице у део за почетак процеса одвајања), као и време потребно за намештење игле на шприц који се налази у припадајућем заштитнику.

- Прецизно одвајање доза – с обзиром на то да се процес одвајања појединачних доза врши аутоматски преко рачунара и да уређај садржи интегрисани калибратор дозе за мерење, одвајање појединачних доза се врши са грешком до 5 %.
- Поновљивост – могуће је поновити исту тражену вредност појединачне дозе са великом прецизношћу.
- Контаминација – могућност контаминације је знатно смањена, а може се очекивати приликом намештања игле на шприц и при ванредним акцидентима (пуцање бочице са радиофармаком).
- Радиоактивни отпад – генерише се већа количина радиоактивног отпада.
- Калибрација - не постоји могућност да се у нашој земљи изврши периодична калибрација интегрисаног калибратора доза, што доводи до тога да се појединачне дозе морају проверавати повремено у екстерном калибратору доза, што доводи до повећања времена изложености особља јонизујућем зрачењу. Не постоји могућност провере дневне контроле квалитета интегрисаног калибратора доза, док се периодична контрола врши у виду линеарности.

**АУТОМАТСКИ СЕПАРАТОР ДОЗА**

Аутоматски систем је тако конципиран да један уређај служи и за одвајање појединачних доза и за њихово апликовање пацијентима.



СЛ.3 Аутоматски сепаратор и апликатор доза

Аутоматски сепаратор има своју независну заштиту, интегрисани калибратор доза и електро-мотор који повећава мобилност; поседује независно напајање (батерија) које обезбеђује рад у трајању од 60 мин. Систем садржи два независна система цевчица, унутрашњи који служи само за одвајање појединачних доза, и спољшњи који служи за апликавање одређених појединачних доза пацијентима. Треба истаћи да се унутрашњи систем мења само када се мења бочица са радиофармаком, док се спољни систем мења за сваког пацијента.

**ОСОБЕНОСТИ ОВАКОГ СИСТЕМА СУ :**

- Лака манипулација – врло је лако манипулисати радиоактивним материјалом при смештању у систем, због своје мобилности лако се преноси.
- Прецизност и поновљивост – одвајање појединачних доза је веома прецизно због аутоматизације процеса и своди се на грешку до 3%.
- Контаминација – могућност контаминације је сведена на минимум, само при апликацији и при ванредним акцидентима (пуцање бочице).
- Радиоактивни отпад – систем има интегрисани део за смештање радиоактивног отпада који настаје при одвајању појединачних доза, а цевчице за апликацију готово да не садрже радиоактивни материјал.
- Калибрација – годишња калибрација интегрисаног калибратора доза се аутоматски врши уз помоћ кобалта 57Co. Днева контрола квалитета је обавезна и врши се свакодневно уз помоћ цезијума 137Cs. Периодичне контроле квалитета као што је линеарност (врши се уз помоћ 18F) и обрада тих резултата су аутоматске.

**РЕЗУЛТАТИ**

**ЗАШТИТА ОСОБЉА**

**Резултати за мануелни сепаратор**

Резултати добијени мерењем ИНН „Винча“ исказани су преко величине амбијентални дозни еквивалент X\*(10) у јединицама μSv/h. Приказани су у Табели 1, а мерење је вршено при активности од 400MBq/пацијент FDG-ја.

МЕСТО МЕРЕЊА	ИЗМЕРЕНА ВРЕДНОСТ (μSv/h)
Глава (иза заштитног стакла, извор у контејнеру)	10
Глава (иза заштитног стакла, извор ван контејнера)	10
Руке (извор у контејнеру)	400
Руке (извор ван контејнера)	1000
Груди (иза заштитне баријере)	50
Гонада (иза заштитне баријере, извор у контејнеру)	10
Гонада (иза заштитне баријере, извор ван контејнера)	30

**ТАБЕЛА 3. Резултати дозиметријских мерења коришћењем мануелног сепаратора.**

**Резултати за полуаутоматски сепаратор**

Резултати добијени мерењем ИНН „Винча“ исказани су преко величине амбијентални дозни еквивалент X\*(10) у јединицама μSv /h. Приказани су у табели 4, а мерење је вршено при активности од 340MBq/пацијент ФДГ.

МЕСТО МЕРЕЊА	ИЗМЕРЕНА ВРЕДНОСТ (μSv/h)
Глава (иза заштитног стакла, извор у контејнеру)	1,5
Руке (извор у контејнеру)	250
Груди (иза заштитне баријере)	4,5
Гонада (иза заштитне баријере, извор у контејнеру)	22

**ТАБЕЛА 4. Резултати дозиметријских мерења коришћењем полуаутоматског сепаратора**

**Резултати мерења за аутоматски сепаратор**

Резултати добијени мерењем ИНН „Винча“ исказани су преко величине амбијентални дозни еквивалент X\*(10) у јединицама μSv/h. Приказани су у Табели 5, а мерење је вршено при активности од 4.62 GBq FDG.

МЕСТО МЕРЕЊА	ИЗМЕРЕНА ВРЕДНОСТ (μSv/h)
Предња страна уређаја (оператер поред монитора)	0,10
Лева бочна страна уређаја	4,50
Десна бочна страна уређаја	0,90
Горња површина уређаја	0,50
Задња страна уређаја	1,50

**ТАБЕЛА 5. Резултати дозиметријских мерења коришћењем аутоматског сепаратора**

**Резултати добијени електронским дозиметром**

Компарација резултата добијених електронским дозиметрима које је носило особље приликом сепарације појединачних доза радиофармака приказано је у табели 6.

МАНУЕЛНИ СЕПАРАТОР	ПОЛУАУТОМАТСКИ СЕПАРАТОР	АУТОМАТСКИ СЕПАРАТОР
Измерена вредност (μSv/ пацијент)	Измерена вредност (μSv/ пацијент)	Измерена вредност (μSv/ пацијент)
2,2-2,5	0,1-0,2	0,07-0,1

**ТАБЕЛА 6. Резултати дозиметријских мерења коришћењем електронских дозиметара**

- Резултати приказани у табели 6. добијени су као средња вредност резултата приказаних на електронским дозиметрима особља које је вршило сепарацију, а са одређеним сепаратором, у трајању од месец дана подељен са бројем пацијената у току тог месеца.

Колики бенефит се остварује увођењем нових технологија најбоље се може видети упоређивањем резултата очитаних са електронских дозиметара особља приликом сепарације и апликације радиофармака FDG пацијентима, приказаних у табели 7.



МАНУЕЛНИ СЕПАРАТОР			ПОЛУАУТОМАТСКИ СЕПАРАТОР			АУТОМАТСКИ СЕПАРАТОР		
Сепарација	Апликација	Укупно	Сепарација	Апликација	Укупно	Сепарација	Апликација	Укупно
$\mu\text{Sv/h}$	$\mu\text{Sv/h}$	$\mu\text{Sv/h}$	$\mu\text{Sv/h}$	$\mu\text{Sv/h}$	$\mu\text{Sv/h}$	$\mu\text{Sv/h}$	$\mu\text{Sv/h}$	$\mu\text{Sv/h}$
пацијент	пацијент	пацијент	пацијент	пацијент	пацијент	пацијент	пацијент	пацијент
2,2-2,5	0,7-0,9	<b>2,9-3,4</b>	0,1-0,2	0,7-0,9	<b>0,8-1</b>	0,07-0,1	0,08-0,13	<b>0,15-0,23</b>

**ТАБЕЛА 7. Резултати дозиметријских мерења коришћењем електронских дозиметара – сепарација и апликација**

- Резултати приказани у табели 7. добијени су као средња вредност резултата приказаних на електронским дозиметрима особља које је вршило сепарацију и апликацију, а са одређеним сепаратором, у трајању од месец дана подељен са бројем пацијената у току тог месеца.

### ЗАКЉУЧАК:

Увођење нових технологија и иновација у здравствени систем знатно може побољшати квалитет рада, а самим тим и квалитет пружених здравствених услуга. ПЕТ/СТ метода, која је на нашим просторима релативно нова, сама по себи је повећала квалитет целокупног здравственог система земље. Специфичност ПЕТ/СТ дијагностике је коришћење отворених извора зрачења, односно радиофармака високих енергија у свакодневном раду, те се стога мора водити рачуна о безбедности, како особља, тако и пацијената. Увођењем нових технологија у један сегмент рада Националног ПЕТ Центра Клиничког центра Србије, односно прелазак са мануелног сепаратора на полуаутоматски, а касније на аутоматски сепаратор појединачних доза, у знатној мери је побољшао квалитет рада, а самим тим и квалитет пружених услуга.

Увођење полуаутоматског сепаратора доза у свакодневну праксу Националног ПЕТ Центра довело је до неколико пута мање изложености јонизујућем зрачењу особља које врши сепарацију појединачних доза. Аутоматским сепаратором који је уведен у свакодневну праксу, изложеност особља које врши сепарацију смањено је за ред величине. Прелазак на мануелни, а касније и на аутоматски сепаратор појединачних доза, омогућило је да се апликују појединачне дозе у зависности од телесне масе пацијената, што за последицу има смањену изложеност радиоактивном зрачењу пацијената, али и околине, јер су тада сами пацијенти извор радиоактивног зрачења.

Аутоматски сепаратор и апликатор појединачних доза довео је до смањења грешке у израчунавању СУВ-а, из домена који спадају у техничке факторе, што за последицу има прецизнију квантификацију добијених студија.

Увођењем нових технологија у један мали сегмент процеса рада Националног ПЕТ Центра има за циљ да се уз минимални ризик, како за особље, тако и за пацијенте, добије највећи бенефит. У овом случају то је да се са што мањом изложеношћу зрачењу, мањом количином активности радиофармака датом пацијенту, добије најбоља могућа студија.



**Сами Исса и Игор Милошевић**  
Национални ПЕТ центар

# PERFUZIONA KOMPJUTERIZIRANA TOMOGRFIJA JETRE

(PREDNOSTI I NEDOSTACI)



Amna Pezo<sup>1\*</sup>, Fuad Julardžija<sup>2,3</sup>,  
Merim Jusufbegović<sup>2,4</sup>, Adnan Šehić<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Fakultet zdravstvenih studija, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

<sup>2</sup>Studijski program „Radiološke Tehnologije“, Fakultet zdravstvenih studija, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

<sup>3</sup>Institut za razvoj zdravstva, Fakultet zdravstvenih studija, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

<sup>4</sup>Klinika za radiologiju, Klinički centar Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

## UVOD

**Perfuziona kompjuterizirana tomografija jetre omogućava kvalitativnu i kvantitativnu procjenu perfuzije istoimenog organa. Perfuziona tkivna mapa se dobiva iz dinamičkih podataka kompjuterizirane tomografije i prikazuje se pomoću skale boja, dopuštajući kvantifikaciju perfuzije tkiva u apsolutnim jedinicama pri visokoj prostornoj rezoluciji.**

**Ova metoda nudi prednosti kvantitativnog određivanja hemodinamičkih procesa lezija, razlikovanje malignih i benignih procesa, kao i pružanje morfoloških podataka. Korist ove metode se ogleda u procjeni jetrenih tumorskih procesa, fibroze jetre povezanom sa hroničnom bolešću jetre, te kao odgovor na liječenje nakon radioterapije i hemoterapije, te promjene perfuzije jetre nakon radioloških ili hirurških intervencija. Perfuziona kompjuterizirana tomografija se može brzo izvesti, te kao takva može pružiti dragocjene podatke za dijagnozu.**

**U ovom seminarskom radu, prikazani su osnovni principi i tehnika rada perfuzione kompjuterizirane tomografije jetre. Izvršen je i prikaz prednosti istoimene metode u različitim kliničkim primjenama. Međutim, postoje i ograničenja ove metode, kao što su ograničeni opseg kraniokaudalnog skeniranja, te standardizacija analitičkih metoda. No, njen osnovni i najveći nedostatak je dodatno izlaganje zračenju.**

**Ključne riječi:** jetra, perfuziona kompjuterizirana tomografija.

## 2. ANATOMIJA JETRE

### 2.1 Stranice i iverice jetre

Jetra je najveća žlijezda čovjekovog organizma. Ona je pridodata organima za varenje i luči žuč. Osim toga, u jetri se obavlja niz važnih metaboličkih procesa i u njoj se deponuju glikogen, masti, proteini i vitamini. Jetra leži u nadmezokoličnom spratu peritonealnog prostora abdomena. Na jetri se razlikuju gornja, konveksna

strana i donja, uglavnom ravna strana, kao i dvije iverice, prednja i stražnja <sup>(1)</sup>.

Gornja ili dijafragmatična strana je konveksna naviše i priljubljena je uz donju stranu dijafragme, a samo prednji dio ove strane naliježe na prednji trbušni zid. Na dijafragmatičnoj strani jetre, pripaja se sagitalna duplikatura peritoneuma (lat. ligamentum falciforme hepatis) i ona dijeli dijafragmatičnu stranu jetre na dva režnja, desni i lijevi. Zadnji dio gornje strane jetre se naziva golo polje. To je jedini dio jetre koji nije obavijen peritoneumom, nego je pomoću vezivnog tkiva, srastao sa dijafragmom <sup>(2)</sup>.

Na donjoj strani se nalaze tri žlijeba, dva sagitalna i jedan poprečni. Desni sagitalni žlijeb, u svom prednjem dijelu sadrži žučnu kesu, a u njenom zadnjem dijelu leži donja šuplja vena. Lijevi sagitalni žlijeb u svom prednjem dijelu sadrži obliteriranu pupčanu venu, a u zadnjem dijelu sadrži vensku vezu. Poprečni žlijeb na donjoj strani jetre se pruža od sredine desnog, do sredine lijevog sagitalnog žlijeba i naziva se ulaz jetre (lat. porta hepatis). Kroz portu hepatis u jetru ulaze njeni dovodni krvni sudovi (lat. arteria hepatica propria i vena portae) i žilci, a iz jetre ulaze desni i lijevi jetrin žučni kanal i jetrini limfni sudovi <sup>(1)</sup>.

Tri opisana žlijeba dijele donju stranu jetre na četiri režnja: desni (lat. lobus dexter), lijevi (lat. lobus sinister), četvrtasti (lat. lobus quadratus) i repati (lat. lobus caudatus).

### 2.2 Građa jetre

Jetru obavlja visceralni peritoneum koji gradi njen serozni omotač. Ispod nje se nalazi fibrozni omotač, od čije duboke strane polaze produžeci, koji ulaze u jetrin parenhim i dijele ga na režnjevce i režnjice.

Spoljašnji izgled jetre pokazuje na njenoj gornjoj strani dva lobusa, a na njenoj donjoj strani četiri lobusa. Dijelovi jetre su lijevi i desni. Granicu između desnog i lijevog dijela jetre predstavlja desna sagitalna pukotina na donjoj strani jetre. Svaki dio sadrži po četiri segmenta. Svaki segment posjeduje sopstveni izvor vaskularizacije i sopstvenu bilijarnu mrežu, te predstavlja zasebnu funkcionalnu jedinicu jetrenog parenhima. Kako krvni sudovi susjednih segmenata nisu međusobno povezani, omogućava da se pojedini segmenti jetre hirurški odstranjuju, kao i da se vrši djelimična transplantacija jetre <sup>(1)</sup>.

### 2.3 Krvni sudovi jetre

Vena portae je funkcionalni krvni sud jetre. Ona u jetru donosi krv iz crijeva, slezene i pankreasa, a ta krv sadrži hranjive materije koje su apsorbovane u crijevima. U jetri, one su podvrgnute metaboličkim procesima, poslije čega odlaze u opću cirkulaciju. Vena portae nastaje iza glave pankreasa spajanjem venae mesentericae superior, venae mesentericae inferior i venae

lienalis. Ispod portae hepatis se dijeli na dvije završne grane: desnu i lijevu. One ulaze u jetru kroz portu hepatis i dijele se na interlobularne grane, koje daju ogranke za intralobularne grane.

Arteria hepatica propria je nutritivni krvni sud jetre. Ona polazi od arteriae hepaticae communis, te ispod portae hepatis se dijeli na dvije završne grane: desnu i lijevu. Ulaze u jetru kroz portu hepatis i dijele se na interlobularne grane, koje daju ogranke za intralobularne grane.

Hepatične vene (lat. venae hepaticae) nastaju od centralnih vena intralobularnih grana. Dvije velike i dvadesetak malih hepatičnih vena napuštaju jetru kroz žlijeb donje šuplje vene i ulivaju se u istoimenu <sup>(1)</sup>.

## 3. PERFUZIONA KOMPJUTERIZIRANA TOMOGRAFIJA JETRE

Perfuziona kompjuterizirana tomografija (engl. Perfusion Computed Tomography - PCT) omogućava kvalitativnu i kvantitativnu procjenu perfuzije jetre. Perfuziona tkivna mapa se dobiva iz dinamičkih podataka kompjuterizirane tomografije (engl. Computed Tomography - CT) i prikazuje se pomoću skale boja, dopuštajući kvantifikaciju perfuzije tkiva u apsolutnim jedinicama pri visokoj prostornoj rezoluciji (3).

### 3.1 Osnovni principi perfuzione kompjuterizirane tomografije

Perfuziona kompjuterizirana tomografija je minimalno invazivna metoda koja pruža visoko pouzdanu kvantifikaciju perfuzije tkiva. Zbog visoke prostorne i vremenske rezolucije, moderni CT skeneri su vrlo pogodni za mjerenje perfuzije. Perfuzioni CT jetre se izvodi prikupljanjem serijskih slika visoke temporalne rezolucije nakon brze intravenozne primjene (3 do 7 sekundi) bolusa jodnog kontrastnog sredstva. Nakon protokola skrininga, slike se prenose na radnu stanicu radi dalje analize. Perfuzioni CT efikasno locira abnormalnu perfuziju tkiva koju je teško otkriti konvencionalnim CT-om <sup>(4)</sup>.

Funkcionalna procjena perfuzije normalnih i patoloških tkiva se vrši kvantitativnim ili polukvantitativnim parametrima, poput protoka krvi (engl. Blood Flow - BF), volumena krvi (engl. Blood Volume - BV), portalne perfuzije jetre (engl. Portal Liver Perfusion - PLP), arterijske perfuzije jetre (engl. Arterial Liver Perfusion - ALP), indeksa perfuzije jetre (engl. Hepatic Perfusion Index - HPI) i srednjeg vremena protoka (engl. mean transit time - MTT). Perfuzioni CT mjeri vremenske promjene gustine tkiva kroz seriju dinamički stečenih CT slika nakon intravenske aplikacijske jodnog kontrastnog materijala <sup>(5)</sup>.

Ovi parametri perfuzije tkiva se mogu zamisliti da održavaju fiziološke markere povezane sa angiogenezom. Obojene funkcionalne mape su stvorene u perfuzionom CT-u u opsegu od



ljubičaste do crvene boje, sa prvim prikazom od najnižeg i posljednjeg, gdje se prikazuje gornja granica zasloni za BF (opseg boja 0-150), BV (opseg boja 0-15), ALP (opseg boja 0-40), PLP (opseg boja 0-100) i HPI (opseg boja 0-50). BV, BF, ALP, PLP i HPI se izračunavaju kroz kvantitativne vrijednosti koje su mapirane u trodimenzionalne slike u boji (4).

Arterijske i portalne venske komponente parenhinskog pojačanja su izrazito razriješene korištenjem slezene kao markerom početka dominantne portalne venske perfuzije. Vrijednosti arterijske i portalne venske perfuzije se izračunavaju dijeljenjem nagiba uspona u slabljenju tokom odgovarajuće faze poboljšanja jetre do vrhunca poboljšanja aorte (4).

HPI se dobiva dijeljenjem arterijske perfuzije na zbir portalne i arterijske perfuzione vrijednosti. Proizvod propusnosti površine kontrastnog sredstva odražava brzinu prijenosa kontrastnog materijala od kapilarnog endotela do međucelijskog (4).

### 3.2 Način izvođenja pretrage

Pacijent leži na leđima sa rukama iznad glave. Pretraga se sastoji od nativnog skeniranja, debljine sloja od 5 mm. Na osnovu nativne serije, odredi se polje skeniranja za kontrastnu seriju koje treba obuhvatiti promjenu u osam skenova.

Kontrastno sredstvo se aplicira automatskom špricom, brzinom protoka od 3 ml/s, u količini od 0,5 ml/kg tjelesne težine. Odložno vrijeme je 10 sekundi u vremenu skeniranja od 60 sekundi. Tri velika područja od interesa su u nivou aorte, portalne vene i jetre. Gustoće mjerenja na nativnoj seriji su u prosjeku i oduzeti su od mjerenja nakon kontrastne serije. Nakon aplikacije kontrastnog sredstva, poboljšava se gustoća mjerenja, a signal se povećava proporcionalno koncentraciji kontrastnog sredstva u tkivu (6).

## 4. PREDNOSTI PERFUZIONE KOMPJUTERIZIRANE TOMOGRAFIJE JETRE KOD POJEDINIH OBOLJENJA

### 4.1 Perfuziona kompjuterizirana tomografija kod ciroze jetre

Cirozu jetre karakterizira progresivno uništavanje i iskrivljenje normalne lobularne arhitekture jetrenog parenhima. Biopsija jetre je zlatni standard za postavljanje dijagnoze. Ultrazvuk (UZ), magnetna rezonanca (engl. Magnetic Resonance Imaging - MRI) i CT su neinvazivne metode koje razgraničavaju morfološke promjene u jetri i obično se koriste za dijagnozu jetrene ciroze. Procjena hemodinamičkih promjena u jetri, upotrebom aksijalnih presjeka može pružiti dodatne važne podatke u dijagnozi difuznih bolesti jetre (7).

Krajnji hemodinamički rezultat je progresivna

opstrukcija intrahepatičnog vaskularnog korita, prouzrokovan fibrozom i nodularnom regeneracijom kod portalne hipertenzije. Povećanje u intrahepatičnom vaskularnom otporu uzrokuje smanjenje frakcije portala jetrene perfuzije. Dakle, ukupna perfuzija jetre je smanjena kod cirotičnih bolesnika (8).

Kvantitativno mapiranje u boji frakcija arterijskog pojačanja može biti dobijeno iz rutinskog dinamičkog CT-a jetre (9). U cirotičnom parenhimu jetre, arterijsko pojačanje frakcija koje je određeno kvantitativnim mapiranjem, povećava se težinom ciroze jetre (10).

U studiji Kang i sar. (10), demonstrirano je da je upotreba kvantitativnog mapiranja frakcije arterijskog pojačanja, poboljšala dijagnostičke performanse višefaznog CT-a u otkrivanju ciroze i previdanju težine bolesti.

Parametri perfuzije jetre kao što je HPI, koreliraju sa stepenom disfunkcije jetre na osnovu kliničkih podataka o hroničnim bolestima jetre (9).

### 4.2 Perfuziona kompjuterizirana tomografija kod hepatocelularnog karcinoma

Incidenca karcinoma jetre je znatno porasla u posljednjih 20 godina, a otprilike 90 odsto slučajeva karcinoma jetre je hepatocelularni karcinom. Prognoza istoimene bolesti je sumorna, zbog činjenice što manje od 5% pacijenata preživi pet godina nakon uspostavljanja bolesti, bez liječenja (11). Najčešći uzrok su hronične bolesti jetre, posebice ciroza.

Vaskularizacije između tumora i normalne jetre se razlikuju radi angiogeneze u rastućem tumoru. Hepatocelularni karcinom je često

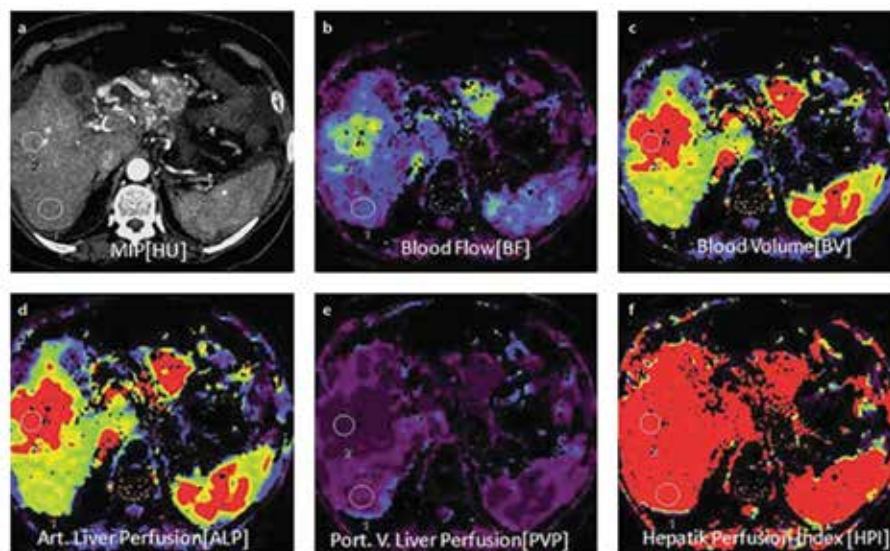
hipervaskularni tumor kojem dotok krvi prvenstveno dolazi iz jetrene arterije. Neinvazivna procjena krvotoka u jetrenim tumorima je važna, kako za dijagnozu, tako i za terapiju. Perfuzioni CT omogućava kvantitativnu procjenu portalne venske i arterijske komponente krvotoka jetre i omogućava tačnu dijagnozu hepatocelularnog karcinoma (12).

Tipičan vaskularni obrazac hepatocelularnog karcinoma je visoka atenuacija u odnosu na jetreni parenhim, tokom rane arterijske faze na dinamičkom CT-u (13).

Perfuzioni CT je koristan u dijagnozi i razlikovanju hepatocelularnog karcinoma, procjeni agresivnosti tumora, praćenju terapijskih efekata i procjeni ishoda pacijenta (5). Parametri perfuzije hepatocelularnog karcinoma se znatno razlikuju u odnosu na pozadinski parenhim jetre (Slika 1) (12).

Perfuzioni CT može bolje procijeniti terapijsku učinkovitost interventnih postupaka do pružanja kvantitativnih parametara protoka relevantnih za rezidualne arterijske strukture u održivim tumorima (14).

Kod pacijenata sa cirozom, razlike u zalihama krvi benignih regenerativnih čvorova, displastičnih čvorova i hepatocelularnog karcinoma, može pomoći u njihovoj razlici prilikom postavljanja dijagnoze. Tokom evolucije od displastičnog čvora u hepatocelularni karcinom, sinusoidne endotelne ćelije su regrutovane za stvaranje arteriolarne mreže. Umjereno i slabo diferencirani hepatocelularni karcinomi su obično hipervaskularizirani, dok dobro diferencirani tumori mogu biti hipovaskularni (15).



**Slika 1. a-f) Aksijalni snimak, koristeći projekciju maksimalnog intenziteta (engl. Maximum Projection Intensity - MIP) i funkcionalna PCT mapa (b-f) kod 60-godišnjaka sa hepatocelularnim karcinomom u desnom režnju jetre. Tumor se manifestuje kroz različit raspon boja u odnosu na pozadinu parenhima jetre. Funkcionalna mapa pokazuje "wash-out" u tumoru.**

Uobičajeno, ne postoji značajna razlika u perfuzijskim parametrima između dobro do umjereno diferenciranih i slabo diferenciranih hepatocelularnih karcinoma. Međutim, Sahani i sar.<sup>(16)</sup> su u svom istraživanju primijetili da perfuzija dobro diferenciranog hepatocelularnog karcinoma je bila izrazito velika u odnosu na umjereno i loše diferencirane hepatocelularne karcinome.

Perfuzioni CT je vrlo važna tehnika u liječenju pacijenata sa hepatocelularnim karcinomom, jer bi se potencijalno mogla koristiti za mjerenje promjena u angiogenim parametrima, nakon terapije sa antikancerogenim agensima koji ciljaju na vaskularne tumore<sup>(14)</sup>.

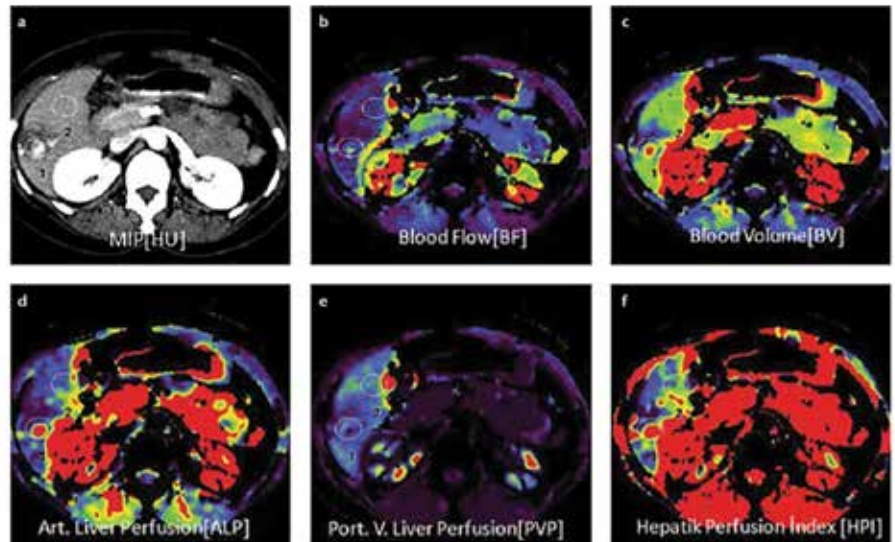
Zhu i sar.<sup>(17)</sup> su zapazili značajno smanjenje perfuzije BF, BV izvedenih iz CT-a, unutar tkiva hepatocelularnog karcinoma nakon terapije antivaskularnim agensima.

Dinamički MRI sa kontrastom i perfuzioni CT se sve više zalažu za određivanje vaskularnosti tumora, jer ove metode omogućavaju izvrsno anatomsko snimanje i pouzdane kvantitativne podatke o perfuziji. Iako perfuzioni MRI omogućava sekvencionalno snimanje cijele jetre, bez rizika o izloženosti jonizujućem zračenju, tačna kvantifikacija perfuzije tumora je teška. Važna prednost perfuzionog CT-a u odnosu na dinamički MRI sa kontrastom je u tome što poboljšanje kontrasta je linearno proporcionalna koncentraciji kontrastnog sredstva u tkivu. Čak, perfuzioni CT sa multidetektorskom tehnologijom može pružiti potencijal visoke prostorne i vremenske rezolucije. Može se uzeti u obzir i doza zračenja kao ograničenje za čestu upotrebu perfuzionog CT-a<sup>(14)</sup>.

Perfuzioni CT je izvodiva metoda kod pacijenata sa hepatocelularnim karcinomom, te može kvantitativno procijeniti opskrbu krvlju i njenu raspodjelu u tumorima jetre, kao i pružanje dodatnih funkcionalnih informacija o neoangiogenezi povezanoj sa tumorom.

### 4.3 Perfuziona kompjuterizirana tomografija za otkrivanje hemangioma

Hemangiom predstavlja najčešći uobičajeni oblik benignog tumora jetre, s prevalencijom od 0,4 do 20 odsto<sup>(18)</sup>. Više od polovine pogođenih slučajeva imaju višestruke lezije. Dinamičke studije provedene nakon primjene kontrastnog sredstva, pokazuju rano periferno nodularno poboljšanje sa progresivnim centripetalnim popunjavanjem. Hemangiomi pokazuju poboljšanja na odložnoj fazi skeniranja u poređenju sa normalnim parenhimom jetre. Velike hemangiome karakterizira potpuni nedostatak centralnog punjenja kontrastnim sredstvom, čak i u odloženom skeniranju. Ovaj fenomen može biti posljedica tromboze, centralne fibroze ili ožiljaka. Sa druge strane, mali hemangiomi mogu pokazati



**Slika 2.** a-f. Aksijalni snimak (a) i funkcionalna mapa PCT (b-f) kod 29-godišnjakinje sa hemangiomom. Perfuzijski snimci pokazuju povećan BF, ALP i HPI, ali smanjen PLP i BV u komparaciji sa normalnim parenhimom jetre.

arterijsko-vensko šantove, te se hemangiomi manji od 1 cm mogu brže napuniti. U ovim slučajevima, primarni ili metastatski maligni tumori se mogu smatrati diferencijalnom dijagnozom<sup>(19)</sup>.

Perfuzioni CT je u stanju pokazati segmentni ili lobarni arterioportalni šant, formaciju uzrokovanu hemangiomima, perfuzijskim defektima ili promjenama kao rezultat kompresivnih efekata hemangioma ili znakovima vaskularne zahvaćenosti (slika 2)<sup>(12)</sup>.

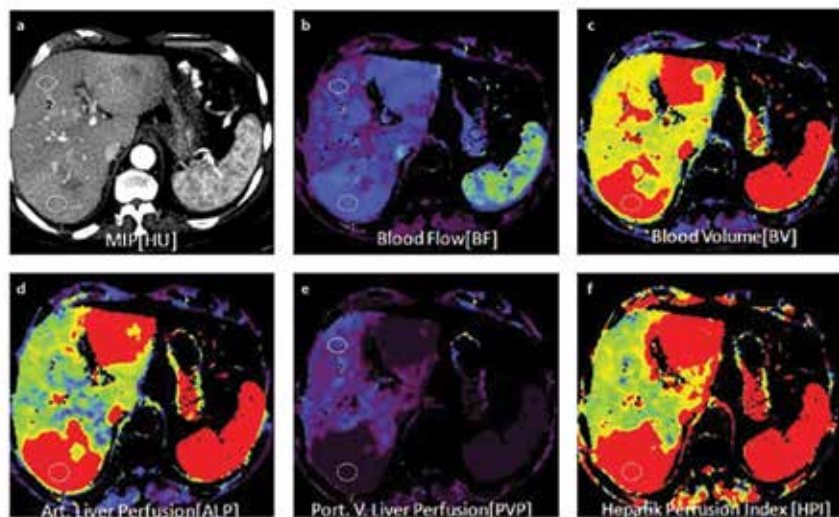
Usporedba ALP-a na rubu i središtu hemangioma i karcinoma jetre je važan za diskriminaciju. Wang i sar.<sup>(20)</sup> su pokazali da je ALP na ivici i u centru karcinoma jetre bio značajno viši od ALP nego u normalnoj jetri.

Mali i veliki hemangiomi često pokazuju netipične pojave na dvofaznom spiralnom CT-u.

Perfuzioni CT može bolje okarakterizirati velike i male hemangiome, te poboljšati specifičnost za razlikovanje atipičnih hemangioma od hipervaskularnih malignih tumora.

### 4.4 Perfuziona kompjuterizirana tomografija kod metastatskih procesa

Stvaranje novih sudova u hepatokarcinogenezi igra važnu ulogu u rastu tumora. Kvalitativna i kvantitativna procjena tumorske angiogeneze sa perfuzionim CT-om daje više informacija, nego konvencionalne tehnike snimanja i također, mogu pomoći pri razlikovanju patološke ocjene od



**Slika 3.** Aksijalni snimak (a) i funkcionalna mapa PCT-a (b-f) kod 70-godišnjakinje sa metastatskim procesima na jetri zbog pankreatičnog adenokarcinoma. Perfuzijski snimci pokazuju povećan BF, BV i ALP u komparaciji sa normalnim parenhimom jetre.



tumora. U peritumoralnoj regiji kod pacijenata sa metastazama u jetri, može dovesti do sinusoidne kapilarizacije, mehanizmu sličnom onome viđenom kod hepatokarcinogeneze. Angiogeneza kod ovih pacijenata potpomognuta je ekspresijom vaskularnog endotelnog faktora rasta <sup>(12)</sup>.

Dijagnoza jetrenih metastaza je od velike važnosti za određivanje stadijuma, prognoze i liječenja. Perfuzioni CT je osjetljiviji u karakterizaciji žarišnih lezija jetre i u ranom otkrivanju metastaza u jetri, koji su inače veoma mali da bi se mogli utvrditi CT-om. Povećani nivoi HPI i ALP mogu ukazati na mogućnost metastaza u jetri (slika 3) <sup>(12)</sup>, jer mogu pokazati vaskularnu modifikaciju povezanu sa rastom nesparenih arterija.

Smanjen PLP u metastatskim lezijama može ukazivati na napredovanje bolesti. Tsushima i sar. <sup>(23)</sup> su prikazali diferencirane metastaze u jetri, posredstvom karcinoma debelog crijeva iz metastaza drugog primarnog porijekla.

Perfuzioni CT može pružiti detaljne informacije o arterijskoj i portalnoj perfuziji metastaza u jetri. Ova metoda ima potencijal pri procjeni angiogeneze metastaza u jetri i pokazuje sekundarne promjene u perfuziji, kao što je povećana arterijska perfuzija u naizgled normalnom tkivu jetre. Također, PCT ima potencijalnu kliničku vrijednost za ranu dijagnozu jetrenih mikrometastaza, jer može pokazati hemodinamičke promjene u jetri.

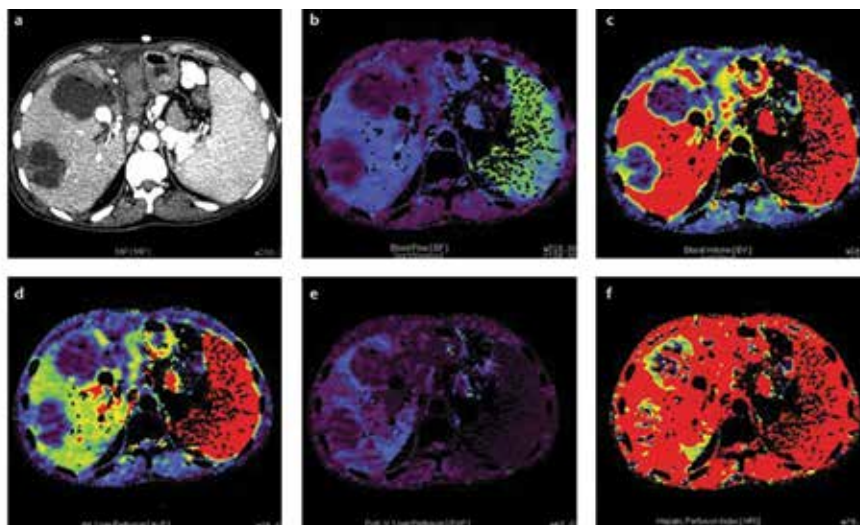
#### 4.5 Perfuziona kompjuterizirana tomografija kod transplantacije jetre

Transplantacija jetre živog donora je postala izbor kod pacijenata sa završnom fazom bolesti jetre. Ipak, postoperativne komplikacije mogu ograničiti dugoročni uspjeh transplantacije. Klinički značajne komplikacije uključuju jetrenu vensku kongestiju, arterijsku i vensku trombozu i stenozu, bilijarne poremećaje, sakupljanje tečnosti, novotvorine i odbacivanje grafta <sup>(22)</sup>.

Adekvatan odabir snimanja i prikaza, igra važnu ulogu u ranoj dijagnozi komplikacija, što je presudno u njihovom uspješnom upravljanju.

Mogu se javiti hemodinamske promjene nakon transplantacije, posebno venska zagušenja koja se najčešće odvijaju u prednjem segmentu kao rezultat podvezivanja velike središnje jetrene vene, uključujući vene petog i osmog segmenta jetre. Šta više, ove su vene sklone sužavanju i začepljenju zbog svojih malih promjera, dugog toka i deformacija rane degeneracije u graftu. Venska kongestija jetre nakon transplantacije istoimene, je neinvazivno evaluirana CT-om sa pojačanim kontrastom, doplerskim ultrazvukom i magnetnom rezonancom <sup>(23)</sup>.

Ipak, ovi modaliteti snimanja ne mogu pokazati kvantitativnu procjenu oštećenja



**Slika 4. a-f. Aksijalni snimak (a) i funkcionalna mapa PCT-a (b-f) kod 39-godišnjaka sa okluzijom hepatične arterije nakon transplantacije jetre živog donora. Perfuzijski snimci pokazuju smanjen BF, BV, ALP, PLP i HPI u nekrotičnom području.**

hepatocita u graftu jetrenog parenhima. PCT je kvantitativna metoda za otkrivanje hemodinamičkih karakteristika jetre. Može prikazati hemodinamička svojstva portalne vene i jetrenih arterija, omogućavajući rano otkrivanje vaskularnog kompromisa nakon transplantacije (slika 4) <sup>(12)</sup>.

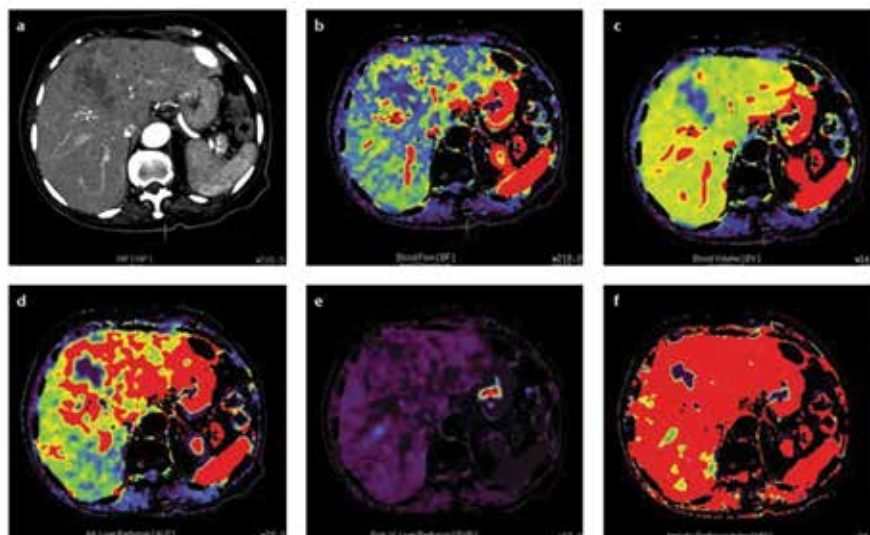
PCT jetre je tačno dozvoljena kvantifikacija hemodinamičkih promjena u graftu jetre desnog režnja nakon transplantacije jetre živog donora.

Komplikacije jetrenih arterija se javljaju u pet do 11 odsto primalaca transplantacija jetre i oni mogu dovesti do tromboze jetrenih arterija, ishemijske jetre, bilijarne strukture, sepse i gubitka

transplantata <sup>(24)</sup>. Brza dijagnoza tromboze jetrenih arterija je izuzetno važna, jer rano intervenisanje poput izvođenja trombektomije, rekonstrukcije jetrene arterije ili obje metode, može dopustiti spašavanje transplantata.

Funkcionalni PCT može pokazati prisustvo mikroembolusa na distalnim granama jetrenih arterija putem kvantitativne procjene promjene perfuzijskih parametara i funkcionalne mape boja.

Komplikacije portalnih vena su relativno rijetke kod primaoca transplantacije jetre. Povišenje PLP-a u ranoj fazi igra važnu ulogu u postoperativnoj regeneraciji jetre, jer prekomjerna fuzija može oštetiti jetrene sinusoidne i dovesti do sindroma manje veličine. Hemodinamičke



**Slika 5. a-f. Aksijalni snimak (a) i funkcionalna PCT mapa (b-f) kod 45-godišnjaka sa holangiokarcinomom. Tumor pokazuje povećanu perfuziju hepatične arterije i smanjenu portalnu perfuziju u komparaciji sa normalnim parenhimom.**



promjene kod graftova nakon transplantacije jetre živog donora su složene. Kako god, PCT može uspješno procijeniti normalne hemodinamske promjene u graftovima i također, može pomoći u procjeni jetrene vaskularne komplikacije i hroničnom odbacivanju transplantata u graftu primaoca.

#### 4.6 Perfuziona kompjuterizirana tomografija kod holangiokarcinoma

Holangiokarcinom je maligni tumor koji potiče iz bilijarnog trakta. Slike aksijalnih presjeka ne mogu uvijek pružiti dijagnozu intrahepatičnog holangiokarcinoma na pravilan način. Masa pretežno izgleda hipodenzno i nepravilno. Kao rezultat, to može biti povezano sa segmentarnom dilatacijom opstrukcijom žuči. Odloženo poboljšanje sa povećanjem atenuacije mogu biti posmatrani.

PCT može pomoću u procjeni vaskularnosti tumora u holangiokarcinomu <sup>(4)</sup>. Holangiokarcinomi obično pokazuju porast BF, BV, ALP, HPI i smanjen PLP (slika 5) <sup>(12)</sup>.

U slučaju neresektabilnog holangiokarcinoma, novije terapijske mogućnosti neoadjuvantne i radiohemoterapije, kao i transplantacija jetre se mogu uzeti u obzir <sup>(4)</sup>. Perfuzioni CT se može koristiti i za praćenje odgovora na liječenje antiangiogenim lijekovima ili za otkrivanje novih ciljanih terapija promjene u vaskularizaciji tumora prije i nakon tumora <sup>(12)</sup>.

### 5. NEDOSTACI PERFUZIONE KOMPJUTERIZIRANE TOMOGRAFIJE JETRE

Perfuzioni CT jetre se može izvršiti brzo, te može pružiti dragocjene podatke za dijagnozu. Međutim, postoje određena ograničenja ove metode, kao što je razdvajanje protoka krvi u arterijama i ograničeni opseg kraniokaudalnog skeniranja, te standardizacija analitičkih metoda <sup>(3)</sup>.

Perfuziona kompjuterizirana tomografija ima svoj glavni nedostatak, a to je izloženost zračenju. Stoga, metode smanjenja doze, kao što su modifikacija struje ili napona cijevi, individualizacija parametara skeniranja, spiralnog pitch-a, automatske kontrole ekspozicije i filtera slike, se trebaju koristiti tokom izvođenja istoimenog pregleda <sup>(25)</sup>.

Kvalitet slike je u snažnoj korelaciji sa dozom zračenja. Slike koje su dobivene niskonaponskim rendgenom sadrže visok stepen buke, kao artefekat za stvrđnjavanje zraka. Ovaj se artefekat ublažava povećanjem jačine struje. Artefakti tvrdog snopa zraka se mogu smanjiti, također upotrebom virtualnih monohromatskih slika proizvedenim dvoenergetskim CT-om. Adaptivna iterativna rekonstrukcija pruža sličan kvalitet pri nižoj dozi u odnosu na uobičajeni filtrirani algoritam za povratnu projekciju <sup>(25)</sup>.

### ZAKLJUČAK:

Perfuziona kompjuterizirana tomografija je minimalno invazivna metoda koja pruža visoko pouzdanu kvantifikaciju perfuzije tkiva. Perfuzioni CT jetre se izvodi prikupljanjem serijskih slika visoke temporalne rezolucije nakon brze intravenozne primjene bolusa jednog kontrastnog sredstva. Funkcionalna procjena perfuzije normalnih i patoloških tkiva se vrši mjerenjem kvantitativnih ili polukvantitativnih parametara, poput protoka krvi, volumena krvi, portalne perfuzije jetre, arterijske perfuzije jetre i indeksa perfuzije jetre.

Perfuziona kompjuterizirana tomografija se može koristiti pri razlikovanju lezija za pružanje prognostičkih informacija o statusu tumora i procjeni odgovora na liječenje. Može se koristiti za procjenu hemodinamičkih promjena kod pacijenata sa cirozom jetre.

Perfuzioni CT omogućava kvantitativnu procjenu portalne venske i arterijske komponente krvotoka jetre i omogućava tačnu dijagnozu hepatocelularnog karcinoma. Koristan je u dijagnozi i razlikovanju hepatocelularnog karcinoma, procjeni agresivnosti tumora, praćenju terapijskih efekata i procjeni ishoda pacijenta.

U stanju je pokazati segmentni ili lobarni arterioportalni šant, formaciju uzrokovanu hemangiomima, perfuzijskim defektima ili promjenama kao rezultat kompresivnih efekata hemangioma ili znakovima vaskularne zahvaćenosti. Može pružiti detaljne informacije o arterijskoj i portalnoj perfuziji metastaza u jetri. Ova metoda ima potencijal pri procjeni angiogeneze metastaza u jetri i pokazuje sekundarne promjene u perfuziji, kao što je povećana arterijska perfuzija u naizgled normalnom tkivu jetre. Može prikazati hemodinamička svojstva portalne vene i jetrenih arterija, omogućavajući rano otkrivanje vaskularnog kompromisa nakon transplantacije. Perfuzioni CT se može koristiti i za praćenje odgovora na liječenje antiangiogenim lijekovima ili za otkrivanje novih ciljanih terapija promjene u vaskularizaciji tumora prije i nakon tumora.

Postoje određena ograničenja ove metode, kao što je razdvajanje protoka krvi u arterijama i ograničeni opseg kraniokaudalnog skeniranja, te standardizacija analitičkih metoda. Međutim, glavni nedostatak perfuzionog CT-a je izloženost zračenju, koja se može smanjiti modifikacijom struje ili napona cijevi, individualizacijom parametara skeniranja, spiralnog pitch-a, automatskom kontrolom ekspozicije i filterom slike.

### LITERATURA:

- Draganić V. Anatomija čovjeka - Priručnik za praktičnu nastavu. 3. izd. Beograd: Savremena administracija. 2007. str. 222-7.
- Bošković M. Anatomija čovjeka - deskriptivna i funkcionalna. 11. izd. Beograd - Zagreb: Medicinska knjiga. 1977. str. 236-9.
- Kanda T, Yoshikawa T, Ohno Y. Perfusion measurement of the whole upper abdomen of patients with and without liver diseases: initial experience with 320-detector row CT. Eur J Radiol 2012;81:2470-5.
- Miles KA, Hayball MP, Dixon AK. Functional images of hepatic perfusion obtained with dynamic CT. Radiology. 1993;188:405-411.
- Kambadakone AR, Sahani DV. Body perfusion CT: technique, clinical applications, and advances. Radiol Clin North Am. 2009;47:161-178.
- Lučić J, Eminović N., Kahrman N., Orahovac T. CT perfuzija jetre. Radiološke tehnologije. 2011. 3:15-16.
- Kang SE, Lee JM, Klotz E. Quantitative color mapping of the arterial enhancement fraction in patients with diffuse liver disease. AJR Am J Roentgenol. 2011;197:876-883.
- Awaya H, Mitchell DG, Kamishima T. Cirrhosis: modified caudate right lobe ratio. Radiology. 2002;224:769-774.
- Guan S, Zhao WD, Zhou KR. CT perfusion at early stage of hepatic diffuse disease. World J Gastroenterol. 2005;11: 3465-7.
- Kang SE, Lee JM, Klotz E. Quantitative color mapping of the arterial enhancement fraction in patients with diffuse liver disease. AJR Am J Roentgenol. 2011; 197:876-883.
- Clark HP, Carson WF, Kavanagh PV. Staging and current treatment of hepatocellular carcinoma. Radiographics. 2005;25 Suppl 1:S2-23.
- Oğul H, Kantarcı M, Genç B, Pirimoğlu B, Cullu N, Kızrak Y, Yılmaz O, Karabulut N. Perfusion CT imaging of the liver: review of clinical applications. Diagn Interv Radiol. 2014;5:379-89. DOI: 10.5152/dir.2014.13396.
- Hayashi M, Matsui O, Ueda K. Correlation between the blood supply and grade of malignancy of hepatocellular nodules associated with liver cirrhosis: evaluation by CT during intraarterial injection of contrast medium. AJR Am J Roentgenol. 1999; 172:969-976.
- Ippolito D, Capraro C, Casiraghi A. Quantitative assessment of tumour associated neovascularisation in patients with liver cirrhosis and hepatocellular carcinoma: role of dynamic-CT perfusion imaging. Eur Radiol. 2012;22:803-811.
- Tarhan NC, Hatipoğlu T, Ercan E. Correlation of dynamic multidetector CT findings with pathological grades of hepatocellular carcinoma. Diagn Interv Radiol. 2011; 17:328-333.
- Sahani D, Holalkere N, Mueller P. Advanced hepatocellular carcinoma: CT perfusion of liver and tumor tissue - initial experience. Radiology. 2007;243:736-743.
- Zhu AX, Holalkere NS, Muzikansky A. Early antiangiogenic activity of bevacizumab evaluated by computed tomography perfusion scan in patients with advanced hepatocellular carcinoma. Oncologist. 2008;13:120-5.
- Caseiro-Alves F, Brito J, Araujo A. Liver haemangioma: common and uncommon findings and how to improve the differential diagnosis. Eur Radiol. 2007; 17:1544-1554.
- Winterer J, Kotter E, Ghanem N. Detection and characterization of benign focal liver lesions with multislice CT. Eur Radiol. 2006; 16:2427-2443.
- Wang J, Wang S, Chen L. Application of CT perfusion imaging in discrimination of liver carcinoma and hemangioma. Linchuan Gandan Bing Zazhi. 2006; 22:455-7.
- Tsushima Y, Funabasama S, Aoki J. Quantitative perfusion map of malignant liver tumors, created from dynamic computed tomography data. Acad Radiol. 2004; 11:215-223.
- Hom B, Shrestha R, Palmer S. Prospective evaluation of vascular complications after liver transplantation: comparison of conventional and microbubble contrast-enhanced US. Radiology. 2006;241:267-274.
- Kim BS, Kim TK, Kim JS. Hepatic venous congestion after living donor liver transplantation with right lobe graft: two-phase CT findings. Radiology. 2004; 232:173-180.
- Katyal S, Oliver J, Buck D, Federle M. Detection of vascular complications after liver transplantation: early experience in multislice CT angiography with volume rendering. AJR Am J Roentgenol. 2000;175:1735-9.
- Sainani N, Catalano O, Holalkere NS, Zhu A, Hahn P, Sahani D. Cholangiocarcinoma: current and novel imaging techniques. Radiographics. 2008; 28:1263-1287.

Visoka strukovna škola

**ICEPS**

Internacionalni centar za  
profesionalne studije

# VISOKA STRUKOVNA ŠKOLA INTERNACIONALNI CENTAR ZA PROFESIONALNE STUDIJE

[www.iceps.edu.rs](http://www.iceps.edu.rs)

**Radite u oblasti radiologije i želite da napredujete u karijeri?**

**Upišite osnovne strukovne studije RADIOLOGIJE!**

**Visoka strukovna škola ICEPS vrši upis studenata na sledeće studijske programe:**



**ZDRAVSTVENA NEGA**

struk. medicinska sestra



**FIZIOTERAPIJA**

struk. fizioterapeut



**RADIOLOGIJA**

struk. med. radiolog



**LABORANTI**

struk. med. lab. tehnolog



**3 godine, 180 ESPB, mogućnost nastavka studija**  
(master: + 120 ESPB)



**Za zdravstvene radnike:**  
mogućnost priznavanja dela/cele prakse, posebni uslovi studiranja



**Za prelaze sa drugih ustanova:**  
priznavanje dela/svih položenih ispita

**OSNOVNE  
STRUKOVNE  
STUDIJE**  
**AKREDITOVANO**



**BEOGRAD:** (+381) 011 6555 190 (+381) 064 64 29 086

**NOVI SAD:** (+381) 021 523 107 (+381) 064 64 83 740

**LESKOVAC:** (+381) 016 601 699 (+381) 064 64 83 742

**VRŠAC:** (+381) 013 407 982 (+381) 064 64 83 097

[office@iceps.edu.rs](mailto:office@iceps.edu.rs)

[office.novisad@iceps.edu.rs](mailto:office.novisad@iceps.edu.rs)

[office.leskovac@iceps.edu.rs](mailto:office.leskovac@iceps.edu.rs)

[office.vrsac@iceps.edu.rs](mailto:office.vrsac@iceps.edu.rs)



ICEPS - Visoka strukovna škola



iceps\_rs



30  ГОДИНА  
УДРУЖЕЊА

# КАО ТЕМЕЉ БУДУЋИМ ГЕНЕРАЦИЈАМА

**Давне 1991. године група колега, које су у себи носиле велики професионални ентузијазам, почела је са формирањем нашег Удружења и иступила из тадашњег Савеза здравствених радника Југославије. Били смо мања профилска група, тек неких 150 колегиница и колега и наши проблеми и потребе за решавањем нису препознати од стране Савеза.**



Текст пише

**Ђорђе Ружић**  
Председник удружења

**Д**анас, 2021. године када се навршава 30 година нашег самосталног рада сматрам да је то био исправан потез и само број који је данас 1.200 чланова је непобитна чињеница нашег рада и досадашњих резултата.

У међувремену десило се доста тога... Формирано је доста нових удружења, синдиката, било је доста подела, разних фракција, али ми смо остали хомогени и истрајни у свом раду и сврси постојања Удружења. Лично сматрам да као што је и тада 1991. године, када је било јако тешко време за све у нашој земљи, тако и данас међу нама влада професионални ентузијазам и то се огледа и на нашим скуповима где просто постоји та хемија међу људима и где се окупљање разликује од осталих и по радовима и по међуљудским односима и атмосфери која влада на Националним Конгресима.

Наши Конгреси су постали препознати у целом региону и сваке године угостимо колеге из целе бивше СФРЈ, а на нашим предавањима су еминентни стручњаци из области радиологије, који нам пружају несребичну помоћ у спровођењу КМЕ. То је још један вид поштовања које уживамо, јер нас сматрају најближим сарадницима. У знак захвалности и поштовања према нашем раду редовни смо учесници Конгреса радиолога Србије, где имамо своју сесију предавања и овим путем се захваљујем предсеници Удружења радиолога Србије проф. др Ружици Максимовић на досадашњој и будућој сарадњи.



**Предсеница Удружења радиолога Србије проф. др Ружица Максимовић**

Иако поштујемо све медицинске профиле, ипак се издвајамо од осталих, сам напредак технологије изискује и праћење и развој технолошких достигнућа из наше гране медицине, јер доста нас има који смо развијали филмове путем машина за влажно развијање, до тога да данас завирујемо у људско тело и буквално обрађујемо људско тело од коже до кости.

Има тешких тренутака у нашој професији, али је и најлепша када се дијагностика уради на време и открије узрок који је пресудан за даље лечење и опоравак пацијента. Отуда и радиологија као грана медицине игра пресудну улогу у дијагностици, а ми, као њени извршиоци јако битан фактор у медицини.

Наше чланство се повећавало из године у годину, трудили смо се да и преко Удружења анимирамо студенте нашег смера да већ док студирају имају појам о постојању Удружења. Увели смо волонтирање на Конгресу уз њихово бесплатно учешће, имали су и презентацију својих радова, тако да смо направили добар искорак у комуникацији и будућим корацима у развоју њих самих, као и наше професије. Многи чланови УО. Удружења су носиоци практичне наставе за струковне школе нашег профила и на тај начин анимирају студенте за будући рад на Конгресима и њихов ангажман.

Наше Удружење је и члан Европске



**Студенти - волонтери на конгресу**

федерација Удружења Радиографера (ЕФРС), редовни смо учесници генералних Скупштина ЕФРС и разних пројеката, а поносни на чињеницу да смо једини у региону успели да организујемо регионални састанак свих председника Удружења и тадашњег председника ЕФРС Jonathan McNulty на Златибору 2019. год. Наиме, на наш Конгрес је те године дошао председник ЕФРС, благајник ЕФРС VASILIS SYRGIAMIOTIS и позвани предавач др Paul Bezzina, шеф катедре радиографера на Малти. Одржан је регионални састанак о текућим проблемима и могућим решењима, а председник ЕФРС је на отварању одржао презентацију и представио сарадњу нашег Удружења и ЕФРС.



**Делегација EFRS**

Као што је и тада давне 1991. године постојао ентузијазам, тај низ се наставио и изродио стручни часопис РАДИОАКТИВ. Несебичном помоћу и идејама главног уредника Бојана Радисавчевића и моје маленкости започели смо пројекат реализације часописа за обележавање 25 година постојања Удружења. Са поносом могу најавити 4. број који традиционално излази и додељује се учесницима на Конгресу. Било је заиста захтевно, али уз помоћ колегиница и колега, наших сарадника и пријатеља Удружења побрали смо похвале најеминентнијих стручњака из области радиологије на сам концепт часописа, изглед, квалитет радова, тема и садржаја које смо обухватили.

Тежак професионални период је за нама. Десила се пандемија Ковида-19 невероватних размера и то је био велики изазав за нас. Дијагностика је била на бранику медицине и најбитнија грана за даље лечење оболелих. Наша улога се мери и милионима скен секунди на мултислајсним скенерима, хиљадама снимака плућа које смо обавили у разним центрима широм Србије. Многи су нам тапшали, називали нас ХЕРОЈИМА, али нама то није потребно. Ми смо нашом улогом то показали, тихо и професионално, како се од нас и очекује. Ми знамо да смо хероји, нама не

требају медијски хвалоспиви, због тога смо и посебни, јер знамо шта смо и колико смо себе дали и даље дајемо у тој борби.



**НАЖАЛОСТ ДОСТА НАШИХ КОЛЕГА НАС ЈЕ У БОРБИ СА КОВИДОМ И НАПУСТИЛО, А ЈЕДАН ЧОВЕК ЗАСЛУЖУЈЕ ПОСЕБНО ПОШТОВАЊЕ И ПОМЕН У ОВОМ ТЕКСТУ: МИЛОШ-МИША РАДОВАНОВИЋ-ГЛАВНИ ТЕХНИЧАР РАДИОЛОГИЈЕ ИНСТИТУТА ЗА ОНКОЛОГИЈУ И РАДИОЛОГИЈУ СРБИЈЕ.**

Милош-Миша Радвановић био је дугодишњи члан Управног одбора Удружења, бивши председник и секретар Удружења који је 1991. године учествовао у његовом формирању. Сви који су га познавали знали су да је изузетан колега, пријатељ, човек пре свега, у времену када све мање људскости и толеранције увиђамо код људи, он је био сушта супротност. Био је наш бедем и наша сигурност, уливао је поверење свима нама у раду Удружења и мени лично био нессебична помоћ приликом ступања на функцију председника и кроз све ове године рада у Удружењу. Губитак је ненадокнадив, људски, за мене лично, нашу професију и Удружење, али ипак због његове енергије, животних ставова и речи да га подсећам на њега када је био млађи желим да изнесем и пренесем енергију на цео Организациони одбор, јер верујем да би био поносан на наших 30 година постојања и рада.

Када сам постао председник Удружења 2010. године нисам ни слутио да ћу се оволико задржати на тој функцији, али са поносом могу да кажем да сам са својим УО. испунио планове зацртане кроз Скупштинске одлуке, што је показатељ озбиљног и професионалног рада. Поносан сам на чињеницу да смо нашу славу Св.Апостола Луку прославили 2017. године у Косовској Митровици, прешли бројку од више од 1.000 чланова, пласирали стручни часопис РАДИОАКТИВ, свим члановима обезбедили бодове за обнову лиценце кроз КМЕ.

Ипак, и поред свих тих резултата који остају као темељ будућим генерацијама, најлепши осећаји суј упознати толико колегиница и колега у сваком граду у Србији, помоћи било како, било коме у сваком тренутку. Свакако да то не би било могуће без Удружења и наших окупљања, јер живот пролази, а ДЕЛА ОСТАЈУ!





7. ДОМ ЗДРАВЉА, ВЛАСОТИНЦЕ
8. ЗДРАВСТВЕНИ ЦЕНТАР, СУРДУЛИЦА
9. ДОМ ЗДРАВЉА, РЕКОВАЦ
10. СПЕЦ. БОЛНИЦА ЗА ПЛУЋНЕ БОЛЕСТИ „ОЗРЕН“, СОКОБАЊА
11. ДОМ ЗДРАВЉА, СВИЛАЈНАЦ
12. К.Б.Ц. „ДР ДРАГИША МИШОВИЋ“, БЕОГРАД
13. ДОМ ЗДРАВЉА „ДР МИЛУТИН ИВКОВИЋ“, ПАЛИЛУЛА, БЕОГРАД
14. ЗДРАВСТВЕНИ ЦЕНТАР, ЗАЈЕЧАР
15. ОПШТА БОЛНИЦА, ВАЉЕВО
16. ГРАДСКИ ЗАВОД ЗА ПЛУЋНЕ БОЛЕСТИ И

- ТБЦ, БЕОГРАД
17. ДОМ ЗДРАВЉА, РАКОВИЦА
18. СПЕЦ. БОЛНИЦА ЗА ЦЕРЕБРОВАСКУЛАРНЕ БОЛЕСТИ „СВЕТИ САВА“, БЕОГРАД
19. ОПШТА БОЛНИЦА, НОВИ ПАЗАР
20. ОПШТА БОЛНИЦА, УЖИЦЕ
21. ДОМ ЗДРАВЉА, ЗВЕЗДАРА
22. ДОМ ЗДРАВЉА, СОПОТ
23. КЛИНИЧКИ ЦЕНТАР, СРБИЈЕ
24. ОПШТА БОЛНИЦА „МЕДИГРОУП“, БЕОГРАД
25. ДОМ ЗДРАВЉА „МЕДИГРОУП“, НОВИ БЕОГРАД
26. ОПШТА БОЛНИЦА, ЈАГОДИНА
27. „ЕУРОДИЈАГНОСТИКА“, БЕОГРАД
28. ДИЈАГНОСТИЧКИ ЦЕНТАР „ХРАМ“, БЕОГРАД
29. ЗДРАВСТВЕНИ ЦЕНТАР, КОСОВСКА МИТРОВИЦА
30. ОПШТА БОЛНИЦА, АЛЕКСИНАЦ
31. ОПШТА БОЛНИЦА, ПАРАЋИН
32. СТОМАТОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ, БЕОГРАД
33. ЗДРАВСТВЕНИ ЦЕНТАР, КЊАЖЕВАЦ
34. ИНСТИТУТ ЗА ОНКОЛОГИЈУ И РАДИОЛОГИЈУ СРБИЈЕ, БЕОГРАД
35. КЛИНИЧКИ ЦЕНТАР, НИШ
36. КЛИНИЧКИ ЦЕНТАР, КРАГУЈЕВАЦ
37. К.Б.Ц., ЗЕМУН

38. К.Б.Ц., БЕЖАНИЈСКА КОСА
39. ОПШТА БОЛНИЦА „СТУДЕНИЦА“, КРАЉЕВО
40. ОПШТА БОЛНИЦА, ЧАЧАК
41. К.Б.Ц. ЗВЕЗДАРА, БЕОГРАД
42. ОПШТА БОЛНИЦА „СТЕФАН ВИСОКИ“, СМЕДЕРЕВСКА ПАЛАНКА
43. ИНСТИТУТ ЗА ЗДРАВ. ЗАШТИТУ МАЈКЕ И ДЕТЕТА „ДР ВУКАН ЧУПИЋ“, НОВИ БЕОГРАД
44. ДОМ ЗДРАВЉА, НОВИ БЕОГРАД
45. ЗДРАВСТВЕНИ ЦЕНТАР, ВРАЊЕ
46. ЗДРАВСТВЕНИ ЦЕНТАР, НЕГОТИН
47. ОПШТА БОЛНИЦА, КРУШЕВАЦ
48. ДОМ ЗДРАВЉА „ДР СИМО МИЛОШЕВИЋ“, БЕОГРАД
49. ДОМ ЗДРАВЉА, ЗЕМУН
50. ДОМ ЗДРАВЉА ВРАЧАР, БЕОГРАД
51. ДОМ ЗДРАВЉА „ДР ЂОРЂЕ КОВАЧЕВИЋ“, ЛАЗАРЕВАЦ
52. ОПШТА БОЛНИЦА, ПЕТРОВАЦ НА МЛАВИ
53. ИНСТИТУТ ЗА РЕУМАТОЛОГИЈУ, БЕОГРАД
54. СПЕЦИЈАЛНА БОЛНИЦА ЗА ЕНДЕМСКУ НЕФРОПАТИЈУ, ЛАЗАРЕВАЦ
55. ИНСТИТУТ ЗА КАРДИОВАСКУЛАРНЕ БОЛЕСТИ „ДЕДИЊЕ“, БЕОГРАД
56. ДОМ ЗДРАВЉА ПОЖАРЕВАЦ
57. ДОМ ЗДРАВЉА, ИВАЊИЦА
58. ОПШТА БОЛНИЦА, ГОРЊИ МИЛАНОВАЦ
59. ДОМ ЗДРАВЉА „ДР МИЛОРАД ВЛАЈКОВИЋ“, БАРАЈЕВО
60. ЗДРАВСТВЕНИ ЦЕНТАР, АРАНЂЕЛОВАЦ
61. ДОМ ЗДРАВЉА „ДР ДОБРИВОЈЕ ГЕР ПОПОВИЋ“, АЛЕКСАНДРОВАЦ
62. ДОМ ЗДРАВЉА, МЛАДЕНОВАЦ
63. ДОМ ЗДРАВЉА „ДР МИЛАН-БАНЕ ЂОРЂЕВИЋ“, ВЕЛИКА ПЛАНА
64. ДОМ ЗДРАВЉА, ЈАГУБИЦА
65. ДОМ ЗДРАВЉА, БРУС
66. ДОМ ЗДРАВЉА, ВЕЛИКО ГРАДИШТЕ
67. ДОМ ЗДРАВЉА, ДИМИТРОВГРАД
68. ДОМ ЗДРАВЉА, КУРШУМЛИЈА
69. ОПШТА БОЛНИЦА, БОР
70. ДОМ ЗДРАВЉА, БОЉЕВАЦ
71. ДОМ ЗДРАВЉА, ПАКОВАЦ
72. ЗАВОД ЗА ЗДРАВСТВЕНУ ЗАШТИТУ РАДНИКА ЖЕЛЕЖНИЦЕ СРБИЈЕ, БЕОГРАД
73. ИНСТИТУТ ЗА НЕОНАТОЛОГИЈУ, БЕОГРАД
74. СПЕЦ. БОЛНИЦА ЗА ПСИХ. БОЛЕСТИ, ГОРЊА ТОПОНИЦА, НИШ
75. ДОМ ЗДРАВЉА, КУЛА
76. ДОМ ЗДРАВЉА „ДР САВА СТАНОЈЕВИЋ“, ТРСТЕНИК
77. ДОМ ЗДРАВЉА, КРУШЕВАЦ
78. ДОМ ЗДРАВЉА, ЧАЧАК
79. ОПШТА БОЛНИЦА, ПОЖАРЕВАЦ
80. ДОМ ЗДРАВЉА „ЕУРОМЕДИК“, БЕОГРАД
81. ОПШТА БОЛНИЦА „ЕУРОМЕДИК“, БЕОГРАД
82. ДОМ ЗДРАВЉА „ДР ВЛАДИМИР ГОДИЋ“, ВАРВАРИН
83. ДОМ ЗДРАВЉА, ЋИЋЕВАЦ
84. ДОМ ЗДРАВЉА, БОЉЕВАЦ
85. ЗАСТАВА-ЗАВОД ЗА ЗДРАВСТВЕНУ ЗАШТИТУ РАДНИКА, КРАГУЈЕВАЦ
86. ДОМ ЗДРАВЉА, СОПОТ
87. ДОМ ЗДРАВЉА „ДР ВЕРОЉУБ ЧАКИЋ“, МАЈДАНПЕК
88. ДОМ ЗДРАВЉА, СТАРИ ГРАД
89. СПЕЦИЈАЛНА БОЛНИЦА ЗА ИНТЕРНЕ БОЛЕСТИ, МЛАДЕНОВАЦ
90. ДОМ ЗДРАВЉА, БОР
91. СПЕЦ. РАДИОЛОШКА ОРДИНАЦИЈА „ХИПОКРАТ МР“, ЧАЧАК
92. ДОМ ЗДРАВЉА, БАТОЧИНА



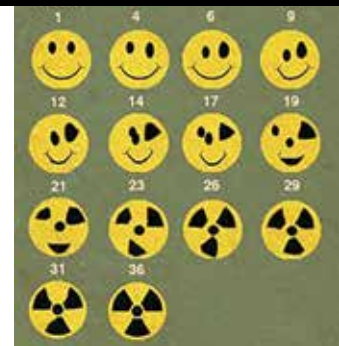


# СМЕШНА СТРАНА РАДИОЛОГИЈЕ

Потребно је три године  
високе школе, државни  
испит, национална лиценца  
да би притиснуо оводугме



Ефекти радијације кроз  
време



Мислим да сте заборавили  
да ми ставите заштиту за  
штитну жлезду

Надам се да ће ми овај преглед



објаснити зашто ме боле колена?



Радиолошки  
техничар  
за време  
првог  
светског  
рата



Шта ако ти кажем



да можеш оставити  
сат на руци?





**VISION U**

High  
performance  
digital  
imaging



V I S A R I S

## Razvoj i primena rendgen tehnologije kod Srba, od Tesle i Pupina do danas

**Kompanija Visaris**, domaći proizvođač digitalnih rendgen aparata učestvuje na jedinstvenoj nacionalnoj izložbi pod nazivom „Razvoj i primena rendgenskih tehnologija kod Srba od Tesle i Pupina do danas“ Izložba se održava od **25. oktobra do kraja novembra 2021** godine, u Muzeju nauke i tehnike u Beogradu pod pokroviteljstvom Ministarstva kulture i informisanja Republike Srbije.

Izložba će predstaviti istorijski razvoj rendgenske dijagnostike od otkrića rendgenskih talasa (Vilhelm Konrad, 1895) do danas, sa posebnim naglaskom na doprinos Srba na ovom polju, hronološkim redom: Od otkrića "posebnih talasa" Nikole Tesle, sekundarne regeenske radijacije i razvoja brze metode rendgenskog snimanja Mihaila Pupina, prvih rendgena i prvih školovanih radiologa u Srbiji, posleratnog perioda RR Zavoda i Jugorendgena, sve do dostignuća današnjih srpskih stručnjaka u oblasti digitalne radiologije okupljenih oko **kompanije Visaris**. Osim što će promovisati srpska dostignuća u ovoj važnoj oblasti medicinske dijagnostike, izložba će unaprediti ispitivanje i razmenu znanja među medicinskim stručnjacima i jačati istraživačku svest u široj javnosti, posebno među generacijama koje odrastaju u sadašnjem digitalnom dobu.

takođe značajno poboljšava oblast medicine, počevši od dijagnostike i terapije pacijenata do zdravstvenih standarda i normi koji se primenjuju na opštu populaciju.



*Mihailo izumitelj Pupin, rendgenski snimak ruke pacijenta napravljen Pupinovim pronalaskom februara 1896. godine, što je datum prve radiografije napravljene u SAD.*



*Jedan od snimaka koji je napravio Nikola Tesla i njegov komentar: „slika stopala sa cipelom koje otkrivaju svaki nabor kože, pantalone, čarape itd., dok su mišići i kosti oštro prikazani“*



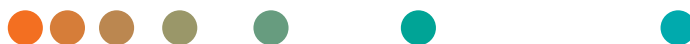
Postavku će činiti predratni i moderni digitalni rendgen eksponati kao i savremeni VR sadržaji i edukativne digitalne igrice za decu i omladinu na temu razvoja X-talasa. Tokom trajanja izložbe biće organizovana vođenja kroz izložbu, predavanja i edukativne radionice za decu, omladinu i studente.

Inspiracija za izložbu je potekla od ideje vezane za četvrtu industrijsku revoluciju koja se dogodi na globalnom nivou, u kojoj Srbija aktivno učestvuje i služi kao baza za veliki broj kompanija koje aktivno potvrđuju svoje prisustvo u globalnom digitalnom pejzažu. Široka primena digitalnih tehnologija (DT) u gotovo svim sferama savremenog života otvara nove mogućnosti za razvoj i naučni napredak. Srbija je idealno pozicionirana da iskoristi ove trendove i razvije svoje ljude, privredu i državu u celini. Primena savremenih DT



*Vision Air, Visaris – univerzalni uređaj sa radio-prazničnim laboratorijskim stolom u poziciji za snimanje fluoroskopskih procedura (2021).*

# Shaping the future of healthcare



## **MAGNETOM Vida**

The world's first Biomatrix system.

[siemens-healthineers.tld/magnetom-vida](https://www.siemens-healthineers.tld/magnetom-vida)

**SIEMENS**  
Healthineers



