

# Radioterapijske tehnike tumora maternice

---

Jerić, Tereza

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split / Sveučilište u Splitu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:176:797948>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-26**



Sveučilišni odjel zdravstvenih studija  
SVEUČILIŠTE U SPLITU

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University Department for Health Studies, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



SVEUČILIŠTE U SPLITU

Podružnica

SVEUČILIŠNI ODJEL ZDRAVSTVENIH STUDIJA

PREDDIMPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ

RADIOLOŠKA TEHNOLOGIJA

**Tereza Jerić**

**RADIOTERAPIJSKE TEHNIKE TUMORA MATERNICE**

**Završni rad**

Split, 2017.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

Podružnica

SVEUČILIŠNI ODJEL ZDRAVSTVENIH STUDIJA

PREDDIMPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ

RADIOLOŠKA TEHNOLOGIJA

**Tereza Jerić**

**RADIOTERAPIJSKE TEHNIKE TUMORA MATERNICE**

**RADIOTHERAPY TECHNIQUES OF THE UTERINE  
TUMORS**

**Završni rad/ Bachelor's Thesis**

Mentor:

**Doc.dr.sc.Branka Petrić Miše**

Split, 2017.

## **ZAHVALA**

*Najljepše se zahvaljujem mentorici doc. dr. sc. Branki Petrić Miše na savjetima, pomoći i velikoj podršci tijekom izrade završnog rada.*

*Iskreno zahvaljujem Ivici Močiću, bacc. rad. tech. na pomoći u pripremi i brojnim korisnim savjetima.*

*Posebno hvala mojoj obitelji i prijateljima na podršci i strpljenju tijekom mog studiranja.*

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. ANATOMIJA MATERNICE .....	3
2.1. Krvna i limfna opskrba maternice .....	3
3. RAK MATERNICE .....	5
3.1. Epidemiologija .....	5
3.1.1. Epidemiologija raka vrata maternice .....	5
3.1.2. Epidemiologija raka tijela maternice .....	5
3.2. Etiologija .....	6
3.2.1. Etiologija raka vrata maternice .....	6
3.2.2. Etiologija raka tijela maternice .....	6
3.3. Klinička slika .....	6
3.4. Dijagnostički postupci i određivanje stadija bolesti .....	7
3.4.1. Dijagnoza i stupnjevanje raka vrata maternice .....	7
3.4.2. Dijagnoza i stupnjevanje raka tijela maternice .....	9
3.5. Terapija raka maternice .....	10
3.5.1. Terapija raka vrata maternice .....	10
3.5.2. Terapija raka tijela maternice .....	11
4. RADIOTERAPIJA .....	12
4.1. Oblici radioterapije .....	12
4.2. Oblici frakcioniranog zračenja .....	12
4.3. Uređaji za planiranje radioterapije .....	13
4.3.1. Klasični radioterapijski simulator .....	13
4.4. Uređaji za provođenje teleradioterapije .....	16
4.4.1. Linearni akcelerator .....	16
4.5. Uređaji za provođenje brahiradioterapije .....	17
4.5.1. Kiritron .....	18
5. PLANIRANJE RADIOTERAPIJE RAKA TIJELA I VRATA MATERNICE .....	20
5.1. Predstavljanje bolesnice na multidisciplinarnom timu .....	20
5.2. CT-simulacija .....	20
5.2.1. Pozicioniranje i imobilizacija bolesnice .....	21
5.2.2. CT snimanje .....	22

5.3. Ocrtavanje kože i organa rizika .....	22
5.4. Izrada plana zračenja .....	24
6. PROVOĐENJE RADIOTERAPIJE .....	26
7. NUSPOJAVE RADIOTERAPIJE .....	28
8. ZAKLJUČAK .....	30
9. LITERATURA .....	31
10. SAŽETAK .....	33
11. SUMMARY .....	35
12. ŽIVOTOPIS .....	37

# 1.UVOD

Ginekološki tumori čine 15% svih tumora u žena. Najčešći su tumori maternice čija pojavnost iznosi 10%. Incidencija raka vrata maternice u razvijenom svijetu je manja u usporedbi s rakom tijela maternice i iznosi 3%, što je rezultat dobro prihvaćenih i provedenih mjera sekundarne prevencije. Iako je rak tijela maternice i dalje najčešća maligna neoplazma u žena, on ne predstavlja najčešći razlog smrtnosti među ginekološkim tumorima.

Radioterapija je jedna od najčešće odabranih metoda liječenja u onkologiji, i indicirana je u gotovo 70% onkoloških bolesnika. Planiranje i provođenje radioterapije kod raka vrata i tijela maternice predstavlja ozbiljan i odgovoran dio terapijskog protoka, jer njihova pravilna izvedba u konačnici dovodi do boljih rezultata liječenja i kvalitete života tijekom i nakon iste.

U ovom radu je predočena važnost cijelog tima kojeg sačinjava liječnik specijalist radioterapije i onkologije, medicinski fizičar i radiološki tehnolog. Na početku rada navedene su temeljne spoznaje o tumorima maternice, potom osnove radioterapije i uređaji za njihovo planiranje i provođenje kao i postupak planiranja i provođenja radioterapije. Budući se radioterapija dijeli na teleradioterapiju i brahiradioterapiju, odabir iste ovisit će o vrsti i stadiju raka maternice, te biti prilagođen pratećoj komorbidnosti i želji bolesnice.

Kada specijalist onkologije i radioterapije (u daljnjem tekstu onkolog) postavi indikaciju za radioterapiju, bolesnica dobiva termin za planiranje polja zračenja koje se provodi uz pomoć kompjutorizirane tomografije (CT-a) koja precizno prikazuje područje koje će biti izloženo zračenju. Na nizu CT-snimaka onkolog ocrta volumen kojeg želi ozračiti, tehnolog organe rizika koji trebaju biti maksimalno pošteđeni iako su u neposrednoj blizini ciljnog volumena, a fizičar izračunava izodozni plan.

Postupak planiranja i provedbe radioterapije je mukotrpan, zahtjeva visoki stupanj preciznosti i strpljenje jer je krajnji cilj precizno locirati i zračiti tumor. Nakon dobro osmišljenog i izrađenog radioterapijskog plana bolesnik se pozicionira na stol

linearnog akceleratora, i nakon provjere pozicije i radioterapijskih polja prima terapijsku dozu koja je prethodno određena.

Posljedica jako brzog tehnološkog napretka jest kvalitetnija i složenija provedba radioterapije, koja već danas podrazumijeva koncept CT simulacije, 3D (trodimenzionalno) planiranje i konformalnu radioterapiju. Pacijentice koje prolaze kroz radioterapijski proces mogu razviti određene nuspojave koje ovise o lokalizaciji tumora koji se zrači te se gradiraju ovisno o intenzitetu izraženosti. Neobično je važno prepoznati ih i zbrinuti jer ponekad zahtjevaju pauzu ili prekid radioterapije.



## 2. ANATOMIJA MATERNICE

Maternica (lat. *uterus*) jest kruškolik šuplji neparni mišićni organ duljine 7,5 cm i širine 5 cm. (1) Smještena je u maloj zdjelici u medijanoj liniji između mokraćnog mjehura i završnog dijela debelog crijeva. (2) Njezin oblik nalikuje na obrnuto postavljenu krušku čiji je vrh usmjeren prema dolje, i nastavlja se u gornji dio rodnice (lat. *vagina*). Gornji širi dio maternice ili trup, tijelo (lat. *corpus uteri*) usmjeren je prema zdjeličnoj šupljini, a donji uži dio jest vrat maternice (lat. *cervix uteri*). Gornji masivni dio trupa maternice oblikuje dno maternice (lat. *fundus uteri*). (1) Na mjestu gdje se spajaju fundus i lateralni rubovi nalaze se rogovi koji se nastavljaju na jajovode. Suženje (lat. *isthmus uteri*) je prijelaz trupa u vrat maternice. Donji dio vrata maternice strši dijelom u rodnicu, te je stoga vrat maternice podijeljen na dva dijela: iznadvaginalni i vaginalni dio. (1)

Šupljina maternice (lat. *cavitas uteri*) je oblika trokuta i sastoji se iz dva dijela: gornji dio koji se nalazi između stijenki materničnog tijela, te kanal maternice koji se nalazi u materničnom vratu. (2)

Maternicu sačinjavaju tri sloja: sluznica, mišićnica i serozna ovojnica. Mišićnicu ili mišićni sloj (lat. *myometrium*) koji je najrazvijeniji sloj stijenke maternice tvori glatko mišićno tkivo. Izvana je tanka serozna stijenka (lat. *perimetrium*), a iznutra je sluznica (lat. *endometrium*). Endometrij se sastoji od bazalnog i funkcionalnog sloja. Funkcionalni je sloj tijekom reproduktivne dobi žene sklon brojnim cikličkim promjenama. (2)

### 2.1. Krvna i limfna opskrba maternice

Arterijsku krv u maternicu dovodi arterija maternice, ogranak unutrašnje ilijačne arterije. U razini se istmusa dijeli u uzlazni ogranak, koji opskrbljuje maternicu i silazni ogranak za rodnicu. Za razliku od nje, venska se krv iz maternice slijeva u uterine venske spletove koji se nalaze u parametriju. (2)

Limfa se odvodi u tri smjera. Jedan od njih je utok u aortalne čvorove (lat. *nodi lymphoidei aortici*). Limfne se žile također mogu ulijevati i u vanjske ilijačne čvorove, dok one iz cerviksa odlaze u unutarnje ilijačne ili sakralne limfne čvorove (lat. *nodi lymphoidei iliaci interni et sacrales*). (2)

### **3. RAK MATERNICE**

Zbog visokog učešća raka maternice među ginekološkim tumorima, smatra se da će od ove maligne bolesti oboljeti svaka 20. žena, a od nje umrijeti svaka 40. žena. Glavna podjela tumora maternice jest na tumore vrata i tijela maternice. (3)

Rak vrata maternice je u većini slučajeva planocelularni karcinom, rjeđe adenokarcinom, dok se rak tijela maternice (rak endometrija) dijeli na tumore epitelnih stanica, karcinome (uglavnom adenokarcinomi) i tumore stromalnih stanica, sarkome. (3)

#### **3.1. Epidemiologija**

##### **3.1.1. Epidemiologija raka vrata maternice**

Invazivni karcinom vrata maternice po učestalosti zauzima treće mjesto među zloćudnim tumorima ženskog reproduktivnog sustava. (4) Učestalost ovog tumora je različita u različitim dijelovima svijeta. (3) Najčešći je ginekološki tumor kod žena u slabije razvijenim područjima svijeta, dok se u zemljama zapadne Europe i Sjeverne Amerike nalazi na četvrtom mjestu. (3) Učestalost ove bolesti u Europi je oko 10 na 100.000 žena, pa je u Hrvatskoj 2012. godine zabilježeno 320 oboljelih. Najčešće se pojavljuje u ranim 20-tima ili 30-tima, dok je drugi vršak pojavljivanja u dobi od 40. do 50. godine života. (5, 6)

##### **3.1.2. Epidemiologija raka tijela maternice**

Za razliku od raka vrata maternice, rak endometrija se u razvijenim zemljama nalazi na prvom mjestu među invazivnim tvorbama ženskog spolnog sustava. Čini oko 7% svih tumora u žena. (3, 4) To je bolest starije životne dobi, pa prosječna dob bolesnica iznosi 60 godina. (3)

Tako je u Hrvatskoj 2014. godine zabilježeno 619 novooboljelih žena. (7)

## **3.2. Etiologija**

### **3.2.1. Etiologija raka vrata maternice**

Rak vrata maternice je najčešće povezan s infekcijom humanim papiloma virusom (HPV), a osobito s podtipovima 16 i 18. No, budući je rak vrata maternice multifaktorijalna bolesti čimbenici koji mogu biti povezani s nastankom bolesti su loši socijalno-ekonomski uvjeti, rano prvo seksualno iskustvo, promiskuitet i rađanje velikog broja djece. Pušenje je vrlo važan etiološki čimbenik koji nije vezan za infekciju HPV-om. (3)

### **3.2.2. Etiologija raka tijela maternice**

Rizik oboljevanja od raka endometrija veći je u žena koje su kronično izložene djelovanju estrogena. U tu se skupinu ubrajaju osobe s prekomjernom tjelesnom težinom, nerotkinje, žene sa sindromom policističnih ovarija i sve one s kasnijom menopauzom. (3, 5) Pretilost povećava rizik 3-10 puta za nastanak karcinoma endometrija. (3) Veći rizik od ove bolesti imaju žene izložene duljem vremenskom periodu estrogenskoj hormonskoj terapiji.

## **3.3. Klinička slika**

Klinička slika raka maternice ovisi o lokalizaciji tumora. Tako karcinomi vrata maternice vrlo često kao prvi simptom imaju postkoitalno krvarenje s ili bez bolova pri spolnom odnosu. Budući se tumori tijela maternice najčešće javljaju u postmenopauzi, rani simptom ove bolesti jest metroragija (vaginalno krvarenje kod žene koja je u menopauzi). Napredovanjem tumora pojavljuje se iscjedak neugodna mirisa, simptomi pristiska, zdjelična bol, gastrointestinalni simptomi (proljevi i opstipacija) te urinarni simptomi nastali uslijed opstrukcije uretera. (3)

### **3.4. Dijagnostički postupci i određivanje stadija bolesti**

#### **3.4.1. Dijagnoza i stupnjevanje raka vrata maternice**

Rak vrata maternice se otkriva temeljem detaljno uzete anamneze, ginekološkog pregleda, te endoskopskih i slikovnih pretraga. Obrisak vrata maternice, PAPA-test, jest osnovna pretraga za otkrivanje predinvazivnih stadija bolesti. (3) Za razliku od njega, bimanualni ginekološki pregled s digitorektalnim pregledom (DRP) je najvažniji test u dijagnozi uznapredovalog raka cerviksa. Ponekad je indicirana kolonoskopija, te rektoskopija i cistoskopija kojom isključujemo lokoregionalnu proširenost raka. Slikovna dijagnostika koju koristimo za preciziranje zahvaćenosti zdjeličnih i trbušnih organa te infiltraciju zdjeličnih i paraaortalih limfnih čvorova, te potom i za definiranje stadija bolesti jest magnetska rezonancija (MR) ili višeslojna kompjutorizirana tomografija (MSCT) abdomena i zdjelice. (3) Neizostavan je također kompletni pregled krvi i mokraće, dok je rentgenski pregled pluća ili kompjuterizirana tomografija prsišta, scintigrafija skeleta, a ponekad i pozitronska emisijska tomografija (PET) indicirana ovisno o kliničkoj slici radi procjene distalne proširenosti bolesti.

Ginekološki tumori se klasificiraju prema FIGO klasifikaciji. FIGO klasifikacija raka vrata maternice je stupnjevanje stadija raka vrata maternice koje treba biti definirano svakoj bolesnici jer ono određuje način liječenja i praćenja te prognozu bolesti.

**Tablica 1. FIGO- klasifikacija raka vratamaternice (3)**

<b>Stadij 0</b>	tumor <i>in situ</i>
<b>Stadij I</b>	rak materničnoga vrata ograničen na maternični vrat,
Stadij I a	mikroskopski vidljiva lezija ograničena na maternični vrat
Stadij I a 1	stromalna invazija 3 mm i manje (prodor u dubinu), i promjer lezije 7 mm i manje (horizontalno širenje),
Stadij I a 2	stromalna invazija veća od 3 mm, a manja od 5 mm, i promjer lezije veći od 7 mm,
Stadij I b	klinički vidljiva lezija ograničena na maternični vrat,
Stadij I b 1	klinički vidljiva lezija velika 4 cm i manje u najvećoj dimenziji,
Stadij I b 2	klinički vidljiva lezija veća od 4 cm u najvećoj dimenziji
<b>Stadij II</b>	rak materničnoga vrata širi se izvan materničnoga vrata, ali ne do zdjeličnih kostiju ni donje trećine rodnice,
Stadij II a	bez kliničkog zahvaćanja parametrija,
Stadij II a 1	klinički vidljiva lezija velika 4 cm i manje u najvećoj dimenziji,
Stadij II a 2	klinički vidljiva lezija veća od 4 cm u najvećoj dimenziji,
Stadij II b	klinički zahvaćeni parametriji
<b>Stadij III</b>	rak materničnoga vrata širi se do zdjeličnih kostiju i/ili zahvaća donju trećinu rodnice i/ili pak uzrokuje hidronefrozu ili zatajenje rada bubrega,
Stadij III a	rak materničnoga vrata zahvaća donju trećinu rodnice, ali bez širenja do zdjelične stijenke
Stadij III b	rak materničnoga vrata širi se do zdjelične stijenke i/ili uzrokuje hidronefrozu ili afunkciju bubrega
<b>Stadij IV</b>	rak materničnoga vrata širi se na susjedne organe i/ili postoje udaljene presadnice,
Stadij IV a	širenje na sluznicu mokraćnoga mjehura ili rektuma
Stadij IV b	postojanje udaljenih presadnica

### 3.4.2. Dijagnoza i stupnjevanje raka tijela maternice

Dijagnosticiranje raka tijela maternice postižemo detaljno uzetom anamnezom, ginekološkim pregledom, te slikovnom dijagnostikom. Anamnezom dobijemo podatke o dobi bolesnice, nastupu menopauze, ev. ranijem korištenju kontracepcijskih sredstava, osobnoj ili obiteljskoj opterećenosti zloćudnim bolestima te općem stanju bolesnice i njenoj pratećoj komorbidnosti. (3, 4) Frakcionirana kiretaža maternične šupljine i patohistološki pregled dobivenih uzoraka uobičajni je postupak za postavljanje dijagnoze raka endometrija. Kada je postavljena dijagnoza, a radi boljeg opisa stupnja proširenosti bolesti, preporučuju se isti dijagnostički postupci kao i kod raka vrata maternice.

**Tablica 2. FIGO klasifikacija raka tijela maternice (3)**

<b>Stadij 0</b>	karcinom <i>in situ</i> (preinvazivni karcinom)
<b>Stadij I</b> Stadij I a	rak endometrija ograničen na maternični trup rak endometrija invadira endometrij ili manje od polovine miometrija
Stadij I b	rak endometrija invadira polovinu ili više od polovine miometrija
<b>Stadij II</b>	rak endometrija invadira stromu materničnoga vrata, ali se ne širi izvan maternice
<b>Stadij III</b> Stadij III a	rak endometrija invadira serozu i/ili adneke (izravno širenje ili presadnice)
Stadij III b	rak endometrija invadira rodnicu (izravno širenje ili presadnice) ili parametrije
Stadij III c	rak endometrija s presadnicama u zdjelične (III.c1) i/ili paraaortalne limfne čvorove (III.c2)
<b>Stadij IV</b> Stadij IV a	rak endometrija invadira sluznicu mokraćnoga mjehura i/ili crijeva
Stadij IV b	rak endometrija s udaljenim presadnicama (ingvinalni limfni čvorovi, jetra, pluća, kosti, mozak)

## 3.5. Terapija raka maternice

### 3.5.1. Terapija raka vrata maternice

Karcinom *in situ* kao i mikroinvazivni karcinom cerviksa, definiran po FIGO stupnjevanju kao 0 i IA-1, liječe se kirurškim putem. Primijenjuje se konizacija kojom čuvamo fertilitet, što je osobito bitno za mlađe bolesnice. Radikalna histerektomija s obostranom adneksotomijom i zdjeličnom limfadenektomijom se primjenjuje za lokalnu bolest koja je po FIGO stupnjevanju definirana kao IA-2, IB-1 i IIA. (6) Nakon operacije, u slučaju ostatne bolesti u smislu pozitivnog resekcijskog ruba ili drugih nepovoljnih čimbenika rizika provodi se adjuvantna radioterapija zdjelice u ukupnoj terapijskoj dozi od 45-50 Gy s 1,8-2 Gy dnevnim frakcijama. Ovakvo standardno fracioniranje podrazumijeva 25 dnevnih frakcija. Slijedi intrakavitarna brahiradioterapija u ukupnoj dozi od 30Gy. (8) Umjesto kirurškog zahvata moguće je primijeniti radioterapiju, odnosno vanjsko perkutano zračenje zdjelice bez ili u kombinaciji s brahiterapijom. Konkomitantna radiokemoterapija zlatni je standard u liječenju lokalno uznapredovalih stadija bolesti, odnosno predstavlja najbolju terapijsku opciju za karcinom cerviksa stadija IB-2 do IVA. Usporedno ordiniranje vanjskog zračenja na područje zdjelice uz brahiradioterapiju i kemoterapiju temeljenu na spojevima platine, prvenstveno cisplatinu, povećava izlječenje.

Primjena konkomitantne kemobrahiradioterapije (usporedna primjena brahiradioterapije niske brzine doze i kemoterapije s ifosfamidom i cisplatinom) praćena primjenom konsolidacijske kemoterapije ifosfamidom i cisplatinom, postiže najbolje rezultate u liječenju lokalno uznapredovalog, inoperabilnog raka materničnog vrata. (3) Takav protokol primjenjuje Klinika za onkologiju i radioterapiju u KBC Split. Standardno fracioniranje teleradioterapije zdjelice provodi se konformalno u ukupnoj terapijskoj dozi od 50 Gy tijekom 25 frakcija, s 2 Gy dnevnim frakcijama. (9) Prva aplikacija konkomitantne kemobrahiradioterapije se najčešće provede nakon 5-10 frakcija teleradioterapije, a druga aplikacija nakon tri tjedna od prethodne. (9) Koristi se LDR-brahiradioterapija s radioaktivnim cezijem koji se ubacuje u tandem i oba ovoida, a isporučuje se svaki put 30 Gy. U kemoterapiji se koristi cisplatin u dozi od 75 mg/m<sup>2</sup> tijekom 1-satne infuzije prvi dan u kombinaciji s ifosfamidom u od 2 g/m<sup>2</sup> tijekom 24-h



infuzije s adekvatnom uroprofilaksom, premedikacijom, prehidracijom i posthidracijom. (9) Isti kemoterapijski protokol koristimo u konsolidacijskoj kemoterapiji kroz 4 ciklusa u trajanju od 3 dana s razmakom od 3 tjedna. (9)

U slučaju metastatske bolesti primijenjuje se kemoterapija s ili bez imunoterapije, uz palijativnu radioterapiju presadnica. Palijativna radioterapija na područje zdjelice se koristi kod starijih pacijentica s lokalno uznapredovalim karcinomima u cilju smanjenja krvarenja ili jakih bolova. Tada apliciramo 30 Gy tijekom 10 frakcija, s 3 Gy dnevnom frakcijom. Koštane nekomplicirane metastaze najčešće tretiramo jednokratno u ukupnoj dozi od 8-10 Gy. (8)

### **3.5.2. Terapija raka tijela maternice**

Temeljno liječenje tumora tijela maternice jest kirurško. Standardni je postupak totalna histerektomija s obostranom adnektomijom s ili bez zdjelčne limfadenektomije. (3, 10) Kod FIGO stadija I, nakon radikalnog kirurškog zahvata uz prisutne čimbenike rizika (mlađa životna dob, tumori veći do 3 cm, limfovaskularna invazija) provodi se postoperativna (adjuvantna) radioterapija, bilo sama brahiterapija (intrakavitarno zračenje) ili kombinacija s vanjskim perkutanom zračenjem. (3) Bolesnice FIGO stadija II nakon kirurškog liječenja primaju adjuvantnu radioterapiju koja je uglavnom kombinacija teleradioterapije na područje zdjelice i brahiradioterapije na područje vaginalne zaraslice. Pacijentice koji su dijagnosticirane s FIGO stadijem III prije adjuvantne kompletne radioterapije primaju kemoterapiju. Doza zračenja za tumore tijela maternice se kreće od 45-50 Gy, a koristi se tehnika standardnog frakcioniranja. Brahiradioterapija se najčešće koristi nakon operacije, na područje vaginalne zaraslice u ukupnoj terapijskoj dozi od 30 Gy jednokratno. Kod uznapredovale bolesti, stadija IV, provodi se sistemno liječenje kemoterapijom ili hormonskom terapijom. Primijenjuje se palijativna i simptomatsko suportivna terapija u svrhu smanjenja simptoma bolesti, a ne produljenja života. (3)

## **4. RADIOTERAPIJA**

Radioterapija se može definirati kao liječenje raka ionizirajućim zračenjem. (11) Jedna je od najčešćih metoda liječenja zloćudnih bolesti bez obzira što nisu svi tumori jednako osjetljivi na zračenje, niti su sve lokacije tumora jednako dostupne zračenju bez većeg oštećenja zdravog tkiva. Tumorsko i okolno zdravo tkivo izlažemo x-fotonima,  $\gamma$ -fotonima ili visokoenergijskim elektronima ovisno o smještaju tumora i njegovog odnosa s okolnim strukturama.

U odnosu na kirurški zahvat, radioterapija se može ordinirati prije operacije - neoadjuvantna radioterapija, ili poslije operacije – adjuvantna. (11) Kako bi se poboljšali rezultati onkološkog liječenja, uz nju se često ordinira i kemoterapija.

### **4.1. Oblici radioterapije**

Osnovna podjela radioterapije je na teleradioterapiju i brahiradioterapiju. Teleradioterapija je terapija vanjskim snopom zračenja i podrazumijeva da je izvor zračenja izvan tijela pacijenta na udaljenosti 80-100 cm. Provođi se uređajem koji se zove linerni akcelerator. Za razliku od nje, brahiradioterapija je terapija zračenja radioaktivnim izotopima koja uključuje apliciranje radioaktivnog materijala u ljudsko tijelo, kako bi što veća doza zračenja bila dostavljena u tumor, a što manja u okolne zdrave organe.

### **4.2. Oblici frakcioniranog zračenja**

Radioterapija se provodi na način da se ukupna terapijska doza podijeli na veći broj dnevnih frakcija. Pacijenti se zrače jednom dnevno, tijekom 5 radnih dana u tjednu.

Razlikujemo više tipova frakcioniranja zračenja:

- Standardno hiperfrakcioniranje je oblik frakcioniranja radioterapije kod kojeg je trajanje zračenja jednako kao kod standardnog pristupa, ali je ukupna terapijska doza povećana jer u jednom danu pacijent prima dvije ili tri frakcije.

- Akcelerirano frakcioniranje je oblik frakcioniranja radioterapije gdje broj apliciranih frakcija i ukupna količina doze ostaje ista, ali se skraćuje trajanje samog liječenja zbog više dnevnih frakcija.
- Akcelerirano hiperfrakcioniranje je oblik frakcioniranja radioterapije gdje se smanjuje doza po frakciji uz povećanje ukupne doze pa je ukupno trajanje vremena liječenja kraće. Jače je izračena toksičnost liječenja.
- Hipofrakcioniranje je oblik frakcioniranja radioterapije gdje je trajanje zračenja isto ili kraće, uz apliciranje veće pojedinačne doze, i smanjenje ukupnog broja frakcija. Najviše se upotrebljava u palijativne svrhe. Akutna toksičnost se ne mijenja, dok se povećava mogućnost kasnih nuspojava. (3)

### **4.3. Uređaji za planiranje radioterapije**

#### **4.3.1. Klasični radioterapijski simulator**

Radioterapijski simulator je dijaskopski RTG uređaj pomoću kojeg definiramo radioterapijski ciljni volumen, tj. pomoću kojeg određujemo najpovoljnije geometrijske odrednice snopova zračenja. (11) On je u potpunosti kompatibilan s radioterapijskim uređajem za provođenje terapije (linernim akceleratorom). Radioterapijski simulator je funkcionalni sklop iz više dijelova: rendgenske cijevi, pojačala s TV i film sustavom, stativa s kolimatorskim uređajem, manipulacijskog sustava i stola za pacijenta.

Pojavom CT simulatora i uvođenjem 3D tehnike planiranja i provođenja radioterapije, smanjila se upotreba klasičnog simulatora, te se danas isključivo koristi samo u planiranju jednokratnih hitnih palijacijskih tretmana.

### 4.3.2. CT simulator

CT simulator je standardni radioterapijski uređaj za planiranje radioterapije. (10) Radi se o modificiranom dijagnostičkom CT skeneru sa standardnom kontrolnom konzolom, uz dodatak laserskog sustava za pozicioniranje, računalnog sustava s dodatnim aplikacijama za 3D rekonstrukciju slike i digitano rekonstruiranih radiograma (DRR), te računalnog sustava za planiranje i kontrolu kvalitete radioterapije. (10)

CT simulator je u osnovi rentgenska cijev koja rotira oko bolesnika koji je u ležećem položaju. Za to vrijeme se stol s pacijentom linerano pomiče. Na ovaj se način omogućuje volumno snimanje dijela tijela što je neophodno za planiranje radioterapije.

Suvremeni CT uređaji omogućuju snimanje pojedinih presjeka bolesnikova tijela u položaju istovjetnom onome koji će bolesnik zauzimati pri samoj terapiji. To je od iznimne važnosti za točnost izrade i provedbe plana radioterapije. CT uređaji omogućuju prikaz sagitalnih, koronalnih i transverzalnih rekonstrukcijskih ravnina. (12) Također se snimaju AP (antero-posteriorni) i PA (postero-anteriorni) presjeci, s preciznim oznakama razina na kojima su snimani pojedini segmenti. Bilježe se podaci o debljini pojedinog sloja, što omogućuje proračun svih dimenzija objekata koji su snimljeni i njihovih međusobnih odnosa. Glavna komponenta procesa planiranja radioterapije je vizualizacija ciljnog volumena i okolnih zdravih struktura na CT-simulatoru, na osnovu koje se doza zračenja može distribuirati tako da ciljni volumen primi maksimalnu, a okolno zdravo tkivo minimalnu dozu zračenja.

Osnovni dijelovi CT simulatora su isti kao i kod svakog drugog dijagnostičkog CT uređaja:

- kućište s rendgenskom cijevi, detektorom i sustavom hlađenja
- stol za pacijenta
- visokofrekventni generator
- upravljačka konzola i radna stanica za obradu slike

Dodatne specifičnosti kojeg ima ovaj uređaj su:

- veći otvor (oko 90 cm) zbog fikscijske opreme
- dodatni laserski sustav za pozicioniranje pacijenata izvan njihove središnje osi
- ravan stol
- dodatni softverski paket ta rekonstrukciju i virtualnu simulaciju. (10)

Planiranje konformalne radioterapije iziskuje mnogo više vremena u odnosu na standardno 2D (dvodimenzijsko) planiranje, ali s obzirom na sve pogodnosti danas predstavlja metodu izbora kod zračenja. Nakon dobro isplaniranog i razrađenog radioterapijskog plana započinje radioterapija na posebnom terapijskom aparatu - linearnom akceleratoru na kojem pacijent leži u istom položaju kao i za vrijeme planiranja.



***SLIKA 1. CT simulator tvrtke Toshiba (11)***

## 4.4. Uređaji za provođenje teleradioterapije

### 4.4.1. Linearni akcelerator

Linearni akceleratori su najvažniji radioterapijski uređaji. Zbog svoje sposobnosti da proizvode elektronsko i x-zračenje neizbježna su oprema u svim radijacijsko-onkološkim klinikama.

Osnovna razlika između akceleratorске i rendgenske cijevi je u tome što se se ovdje elektroni ubrzavaju pomoću elektromagnetskih mikrovalova, čime se dobiva energija velikih razmjera. U linearnim je akceleratorima moguće, ovisno o ubrzanju u cijevi, dobiti terapijske snopove elektrona od 5 do 25 MeV-a. Da bi se dobili snopovi x-zračenja potrebno je elektronski snop, ubrzan u akceleratorскоj cijevi, usmjeriti na metu. (10) Kada elektroni udare u materijal mete kinetička se energija pretvara u fotonsko zračenje. U postojećem energetsom spektru x-zraka prisutne su različite energije fotona. One slabije zrake koje nemaju terapijski učinak se apsorbiraju u filtru. Linearni akceleratori stoga imaju dvije energije fotonskog zračenja. Manja je 4 ili 6 MV, a veća je od 15 do 23 MV.

Linearni akcelerator je sklop više funkcionalnih dijelova od kojih su najvažniji:

(3)

- Akceleratorска cijev je cijev koja građena od bakra i predstavlja niz rezonantnih šupljina. Na jednom kraju se nalazi top za ubacivanje elektrona, na drugom je izlazni magnet, a u sredini je otvor kojim se dodaju mikrovalovi.
- Elektronski top ima veliku emisijsku struju elektrona, on ih proizvodi, daje početnu energiju i usmjerava. (3, 10)
- Magnetron je generator mikrovalova izgrađen od bakra u čijem se središtu nalazi katoda. Elektroni koji su nastali termoemisijom se kreću prema anodi. Zbog magnetnog polja u kojem se nalaze induciraju mikrovalove.
- Izlazni magnet ima dvije uloge. Prva je usmjeravanje elektrona iz cijevi na metu za proizvodnju x-zraka ili foliju za oblikovanje terapijskog snopa. Druga je propuštanje elektrona samo određene energije.

- Stativ s višelamelarnim kolimatorom je pokretni dio s mogućnošću okretanja za 360 stupnjeva oko izocentra. Kolimator određuje dimenzije snopova, s tim da pomoću višelamelarnog modeliramo oblik polja zračenja. (10).



*Slika 2. Linearni akcelerator (11)*

#### **4.5. Uređaji za provođenje brahiradioterapije**

Brahiradioterapija je vrsta zračenja osobita po tome što se radioaktivni izvor postavlja u blizini tumora, u ili na bolesnikovo tijelo. (3) Na ovaj je način omogućeno predavanje vrlo visokih doza zračenja ciljnom volumenu, uz maksimalnu poštedu okolnog zdravog tkiva. (3, 11)

Koristi se kao samostalan terapijski modalitet ili u kombinaciji s vanjskim perkutanom zračenjem ili kemoterapijom, ovisno o stupnju proširenosti bolesti.

Zračenje može biti površinsko, intersticijsko ili intrakavitarno. Kod intrakavitarnе brahiradioterapije radioaktivni izvori se postavljaju u tjelesne šupljine, pa se ovaj oblik brahiradioterapije upotrebljava kod liječenja tumora maternice.

U posljednje su vrijeme razvijeni i usavršeni tzv. *afterloading uređaji* (uređaji s naknadnim punjenjem) koji omogućuju aplikaciju radioaktivnih izvora u tijelo nakon što se prije postave "ležišta" za izvor. (3)

Brahiradioterapijski uređaji se dijele prema brzini ordinirane doze na: LDR (engl. low dose rate, do 2 Gy/sat), MDR (engl. medium dose rate, 2 - 12 Gy/sat) i HDR (engl. high dose rate, iznad 12 Gy/sat). (11) U terapiji raka maternice najviše se koriste LDR i HDR tehnike.

#### 4.5.1. Kiritron

Najčešće korišten LDR uređaj je kiritron. (11) To je uređaj s naknadnim punjenjem koji je ponajprije konstruiran za aplikaciju ginekoloških izvora u sklopu intrakavitarnе brahiradioterapije. Za razliku od HDR uređaja koji rabe najčešće I-192 (iridij) , ova tehnika koristi Cs-137 (cezij) kao radioaktivni izvor.

Ginekološki su aplikatori napravljeni od plastike, a sastoje se od središnje, cervikalne sonde (tandema) i dva ovoida koji se postavljaju u svodove rodnice.

Ginekolog postavlja aplikatore koji se potom spajaju specijalnim kablovima s kiritronom koji se nalazi u posebnoj izoliranoj sobi. Prijenos izvora iz spremnika u aplikatore je pneumatski. (13)



*Slika 3. Kiritron - low dose radiotherapy, uređaj za brahiterapiju (11)*





*Slika 4. Fletcher aplikator koji se koriste kod intrakavitarnе brahiradioterapije (13)*

## **5. PLANIRANJE RADIOTERAPIJE RAKA TIJELA I VRATA MATERNICE**

### **5.1. Predstavljanje bolesnice na multidisciplinarnom timu**

Svaka onkološka bolesnica s ginekološkim tumorom prezentira se na Multidisciplinarnom timu za ginekološke tumore kako bi se definirao način liječenja i praćenja. Taj tim čine onkolog, patolog, kirurg-ginekolog, radiolog, citolog i medicinska sestra.

Prezentacija onkološkog bolesnika uključuje definiranje vrste i stadija bolesti sa svom dijagnostikom prije i nakon operacije te podacima koji se tiču prateće komorbidnosti. Definiraju se najbolje terapijske opcije prilagođene svakoj bolesnici. One uključuju kirurško liječenje i radioterapiju kao lokalizirane oblike liječenja te kemoterapiju, imunoterapiju i terapiju malim molekulama kao sistemne oblike liječenja. Ako je radioterapija definirana kao dio i samostalna terapijska opcija slijedi priprema bolesnika za istu, odnosno slijedi CT-simulacija.

### **5.2. CT-simulacija**

Kada se odlukom Multidisciplinarnog tima odredi da je radioterapija potreban modalitet liječenja, bolesnica dobiva termin za CT-simulaciju, odnosno za CT-planiranje radioterapije. Onkolog daje upute kako se bolesnica treba pripremiti za samo snimanje. Upućuje je kako prazniti crijevo, puniti mokraćni mjehur, kakvu prehranu koristiti tijekom terapije te kakve se nuspojave mogu razviti i kako na njih reagirati. Kod pripreme bolesnice s rakom maternice za radioterapiju važno je da je završni dio debelog crijeva ispražnjen, a mokraćni mjehur pun tijekom snimanja. Večer prije snimanja ili isto jutro bolesnica treba imati spontanu ili potaknutu stolicu, a pola sata prije snimanja popiti pola litre vode.

Tako pripremljena bolesnica javlja se radiološkom tehnologu na zakazani termin za CT-simulaciju. Prije samog postupka bolesnica potpisuje informirani pristanak kojim potvrđuje suglasnost za pripremu i provođenje radioterapije.

### 5.2.1. Pozicioniranje i imobilizacija bolesnice

Većina bolesnica je kod dolaska na CT-simulaciju uznemirena i uplašena jer ne znaju početni i daljnji tijek događanja vezan za radioterapiju. Neobično je važno razgovorom i objašnjenjem uspostaviti kontakt s bolesnicom kako bi se ona osjećala što opuštenija te cijelu proceduru doživjela što manje stresnom. Također je bitno bolesnicama objasniti što se u određenom trenutku radi kako bi im proces planiranja bio jasniji, a one tijekom snimanja bile što mirnije.

Za provođenje radioterapijskog zračenja od iznimne važnosti je usklađenost geometrije aparata za zračenje i geometrije pacijentice i zbog toga njen položaj na aparatu treba biti precizno definiran i stabilan. Reproducibilnost terapijskog položaja se postiže imobilizacijom pojedinih dijelova tijela i kontrolom nad fiziološkim pokretima organa koji mogu imati utjecaj na pokretljivost tumora i preciznost zračenja.

Pacijentica se postavlja u supinacijski položaj (na leđima), s rukama prekriženim na prsima, na fiksacijskim sustavom za koljena i na odgovarajućem podlošku za glavu. (8) Podložak može biti A ili B, a odabire se ovisno o obliku i veličini glave i vrata bolesnice. Vrlo je bitno da je pacijentica u simetričnom ležećem položaju. (14) Tu nam pomažu laseri pomoću kojih se na koži bolesnice postavljaju tri metalna markera. Za što preciznije planiranje polja zračenja ponekad se postavljaju "slijepi" izvori na područje maternice, odnosno vaginalne zaraslice. (14)

### 5.2.2. CT snimanje

Nakon namještaja pacijentice, radiološki tehnolog može početi sa CT-snimanjem. Ono se obavlja uvijek uz nadzor onkologa koji određuje protokol snimanja. Primarno je napraviti topogram koji označava anatomske područje početka i kraja snimanja. Za razliku od dijagnostičkog CT-a, radioterapijski CT osim prednjeg-stražnjeg topograma, AP (*lat. anterior-posterior*) može oblikovati i lateralni topogram. Bolesnice s rakom maternice kojima je naum primarna ili adjuvantna radioterapija, snimaju se od razine 2. ili 3. slabinskog kralješka do vaginalnog izlaza te se najčešće rade 3-5 mm snimke. (14) U polju zračenja teleradioterapijom moraju biti uključeni maternica s tumorom ili ležište tumora, parametriji, uterosakralni ligamenti, odgovarajući dio vagine ili vaginalne zaraslice te zdjelčni limfni čvorovi. (15) Ako postoji indikacija za zračenje paraaortalnih limfnih čvorova kod karcinoma vrata maternice gornja granica polja se podiže na razinu 10. ili 11. grudnog kralješka. (8)

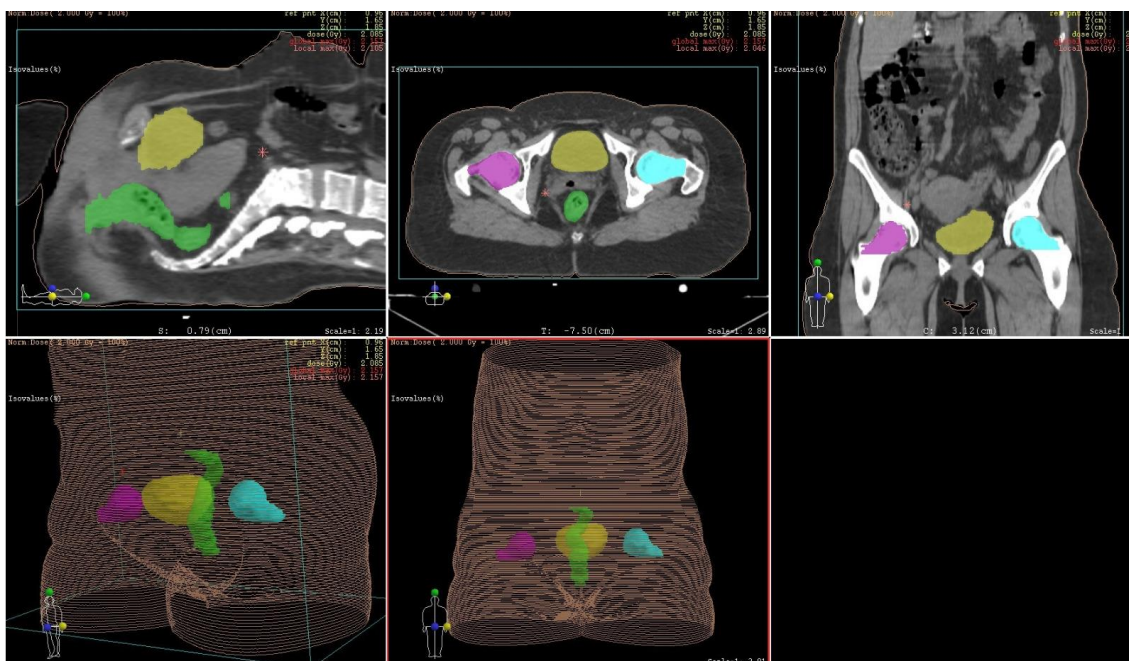
Radiološki tehnolog je dužan prije snimanja bolesnice na CT simulatoru provjeriti podatke u bazi podataka. Nakon provjere dovršava snimanje, crta i zašiti pozicije markera i u potpunosti ispunjava radioterapijski karton, kojeg ulaže u fasciklu pacijenta s ostalom dokumentacijom te dostavlja u ured fizičara. Istog dana, radiološki tehnolog je dužan u programu za konturiranje iscrtati strukturu "patient" te organe rizika. Sve učinjene slike šalju se u informatički program XIO gdje ostaju pohranjene. Iz XIO-a liječnici mogu povući slike u program FOCAL gdje ocrtavaju ciljane volumene.

### 5.3. Ocrtavanje kože i organa rizika

Iscrtavanje referentnih struktura se izvodi u skladu sa međunarodnim preporukama ICRU 50 i ICRU 62 (*engl. International Commission on Radiation Units and Measurements*), koje daju preporuke za standardno ocrtavanje pojedinih struktura. (16)

"Organi rizika" su strukture koje su u neposrednoj blizini tumora i o čijoj radiosenzitivnosti treba voditi brigu prilikom određivanja tehnika i doze zračenja.

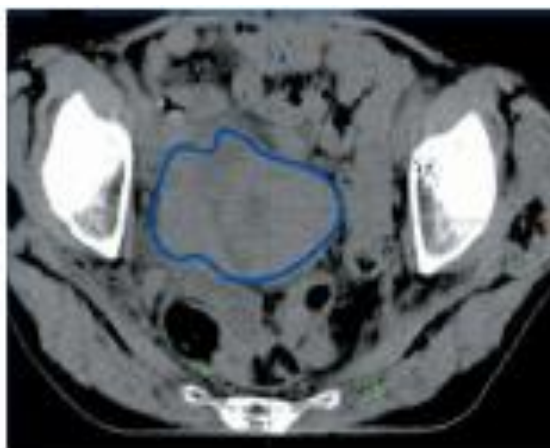
Nakon što je završio skeniranje, radiološki tehnolog mora ocrtavati organe rizika. "Koža" je objekt važan u planiranju kako bi program prepoznao stvarni volumen tijela, pa ju je zato uvijek potrebno iscrtati. Organi rizika za tumore vrata i tijela maternice su mokraćni mjehur, rektum i glave femura.



**Slika 5. Ocrtavanje kože i organa rizika**

Samo planiranje konformalne radioterapije raka maternice podrazumijeva određivanje ciljnog volumena na CT snimkama zdjelice koje ocrtava onkolog i koji uključuje sam tumor ili prostor gdje se on nalazio prije operacije. To područje nazivamo vidljiv tumor, GTV (*engl. Gross Tumor volume*). Uz sigurnosnu zonu od 1 cm oko područja GTV-a nalaze se područja mikroskopskog širenja bolesti pa se to područje naziva klinički ciljni volumen, CTV (*engl. Clinical Target Volume*). Onkolog ocrtava područje planiranog ciljnog volumena, PTV-a (*engl. Planning Target Volume*) koje uključuje područje CTV-a uvećano zbog pomaka organa, pomicanja pacijentice, greške

prilikom namješaja i polusjene zračenja. U slučaju više ciljnih volumena definira se PTV1, PTV2, PTV3,..., a za zračenje ležišta tumora se definira PTV boost. (14) Nakon što je završio ocrtavanje ciljnog volumena, liječnik je dužan proslijediti CT studiju pacijenta fizičaru da osmisli najbolju izodoznu raspodjelu zračenja.



*Slika 6. Prikaz GTV tumora maternice (17)*

#### **5.4. Izrada plana zračenja**

Planiranje radioterapije podrazumijeva definiranje optimalne tehnike i distribucije doze zračenja, koja je u najvećoj mjeri određena geometrijom zračnih snopova i polja, te potrebom da se ordinira odgovarajuća terapijska doza zračenja. (15)

Kako bi se napravio dobar terapijski plan, nužno je da fizičar ima mogućnost simulacije geometrijskih odnosa između ciljnog volumena, rizičnih organa i polja zračenja. Pomoću raznih opcija sistema za planiranje modelira oblike zračnog polja definiranjem rasporeda lamela multilamelarnog kolimatora (MLC) prema obliku ciljnog volumena.

Kod tumora maternice najčešće se koriste 4 fotonska polja, tzv. "box" tehnika koja uključuje prednje, stražnje i dva lateralna polja.

Fizičari koriste i digitalno rekonstruiranu radiografiju, DRR koja se koristi za dokumentiranje geometrije zračnog polja koja je definirana procesom planiranja. Ovako prikazana geometrija predstavlja referentnu geometriju radioterapijskog plana koja će kasnije poslužiti za provjeru kod prve frakcije radioterapije.

Nakon što je ponudio više planova distribucije, obavještava onkologa koji mora biti suglasan s najboljim ponuđenim planom. Njega fizičar prosljeđuje u za to predviđen program kako bi moglo započeti radioterapijsko liječenje. Radiološki tehnolog je dužan obavijestiti bolesnicu o terminu početka radioterapije.

## 6. PROVOĐENJE RADIOTERAPIJE

Nakon CT-simulacije, izrade plana zračenje te suglasnosti s istim, slijedi provođenje radioterapije. Bolesnica prvo prolazi postupak namještanja na linearnom akceleratoru. Postavlja se u identičan položaj u kojem je provedena CT-simulacija. Ispravan i reproducibilan namještaj bolesnice je jedan od najvažnijih faktora u provođenju radioterapije, a provjerava se 2D i 3D tehnikom.

Položaj bolesnice provjeravamo 3D tehnikom. Puno modernija tehnologija, i samim time preciznija jest CBCT (engl. Cone Beam Computed Tomography) tehnika. Sastoji se od klasične rtg cijevi i CBCT detektora. Nakon pozicioniranja pacijenta, CBCT napravi krug od 360 stupnjeva oko pacijenta čineći tako jedan CT-snimak. Dobiveni CT-snimak uspoređujemo s referentnim CT-snimkom dobivenim od strane medicinskog fizičara. Pravi se fuzija dobivenog i referentnog snimka te uređaj automatski ispravlja dobiveni pomak. Maksimalna tolerancija u pomaku je 5 mm. Provjere se rade jednom tjedno poradi što veće preciznosti.



*Slika 7. CBCT na Linac uređaju*

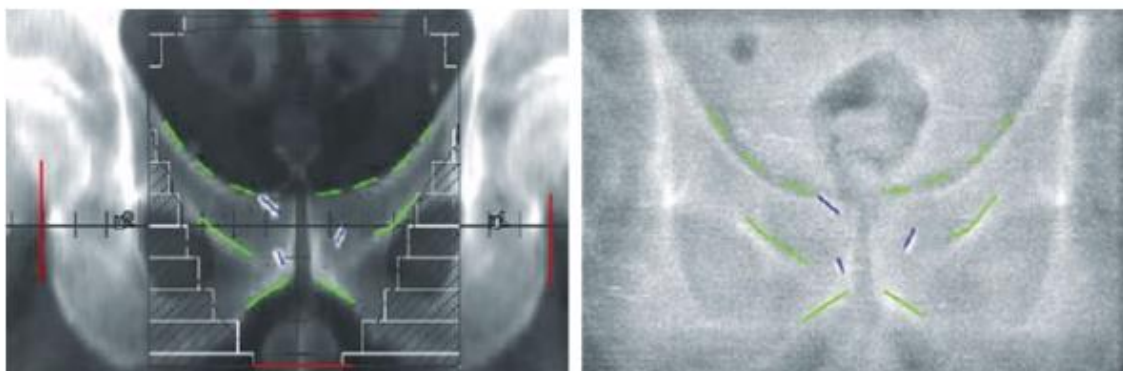


*Slika 8. Automatska korekcija pozicije*

Nakon analize polja, i izbora optimalnog terapijskog plana, plan šaljem preko informacijskog sustava do linearnog akceleratora. Fizičari prebacuju referentnu



geometriju (2D) na radnu stanicu EPID (engl. Electronic Portal Imaging Device) sustava za provjeru preciznosti zračenja (slika 9). Ozračivanjem bolesnice malom dozom zračenja (MU) na LINAC-u snop prolazi kroz bolesnicu i na EPID detektoru generira se digitalna slika (portal image) na kojoj je prikazan odnos realne geometrije polja i koštanih struktura. (11) Preciznost zračenja analizira se usporedbom dvije geometrije: referentne i realne (slika 9).



*Slika 9. EPID provjera polja*

Nakon konačne potvrde preciznosti zračenja, tj. usklađenosti geometrije zračenja i referentne geometrije provodi se radioterapija. Polja, doze i sama geometrija je odobrena od strane onkologa i medicinskog fizičara. Posebnu pažnju treba posvetiti kvalitetnom provođenju terapije kao i odnosu s pacijentom.

## 7. NUSPOJAVE RADIOTERAPIJE

Bolesnice koje liječimo radioterapijom mogu razviti nuspojave. Razlikujemo rane i kasne reakcije na zračenje. (10)

Rane se pojavljuju unutar 6 mjeseci od početka zračenja, i to najčešće između 2. i 4. tjedna. Nastaju zbog akutne ozljede tkiva koje je u neposrednoj blizini tumora, ali i toksičnog učinaka koji je posljedica raspada tumorskog tkiva. Najčešće akutne nuspojave su: mučnina, gubitak teka, povraćanje, vrućice, glavobolje, bolovi, smetnje u pražnjenju mokraćnog mjehura i crijeva, sve ovisno o lokalizaciji tumora koji se liječi. (10) Ako su smetnje jačeg intenziteta, rade se pauze u terapiji, a ponekad i prekid liječenja. Najčešće rane komplikacije tijekom radioterapije raka maternice su akutni radijacijski enteritis i cistitis. Manifestiraju se mučninom, povraćanjem, bolovima u abdomenu, sukrvavim proljevima, ili pak vodenastim stolicama. Akutni radijacijski cistitis uz bolove, disuriju i polakisuriju često razvija makrohematuriju. Liječe se simptomatsko-suportivnom terapijom i spazmoliticima, a u slučaju infekcije antibioticima. (10)

Kasne komplikacije radioterapije se javljaju 6 mjeseci nakon početka zračenja kao posljedica postiradijacijske poremećene opskrbe krvlju što rezultira propadanjem tkiva i njegovim nadomještanjem vezivom (fibroza). Najčešće kasne nuspojave nakon radioterapije raka vrata maternice su: kronični radijacijski enteritis i cistitis, stenoze, adhezije i fistule. Kronični radijacijski enteritis očituje se bolovima u trbuhu, krvavim proljevima, tenezmima i posljedično mršavljenjem. Fistule nastaju najčešće među crijevnim vijugama, između rodnice i mjehura, između rodnice i završnog dijela debelog crijeva odnosno između rodnice i kože perianalne regije. Opstruktivske uropatije zbog stenoze mokraćovoda mogu dovesti do zatajenja bubrega. Ove nuspojave se liječe kirurški i konzervativno. (3, 10)

Pojavnost i intenzitet nuspojava ovisi o individualnoj osjetljivosti tkiva bolesnice na zračenje, ali i o ukupnoj i dnevnoj terapijskoj dozi koju je primila bolesnica. Veća ukupna i dnevna doza rezultira većim brojem komplikacija koje su često i visokog intenziteta. (3, 10)

Radiološki tehnolog sudjeluje u ranoj detekciji akutnih nuspojava i bolesnice usmjerava onkologu.

## 8. ZAKLJUČAK

Cilj ovog preglednog rada bio je prikazati način planiranja i provođenja radioterapije kod bolesnica s rakom maternice. Riječ je o najčešćem ginekološkom tumoru s ukupnim učešćem od 10% kod žena. Radioterapija je često zastupljen modalitet liječenja kod bolesnica s rakom maternice, može se primijeniti samostalno ili u kombinaciji s drugim oblicima liječenja, i to kao adjuvantno, neoadjuvantno i primarno liječenje.

Uloga radiološkog tehnologa kao člana tima za provođenje radioterapije je neobično važna od trenutka same pripreme bolesnika, provođenja terapije, ali i prepoznavanja nuspojava iste. Važno je da se tijekom planiranja i provođenja radioterapije poštuju načela preciznosti i reproducibilnosti položaja kako bi cjelokupni radioterapijski proces bio uspješno izveden. Osim važnosti položaja bolesnica ključno je ocrtavanje ciljnog volumena i organa rizika. Izodozni plan kojeg dizajnira fizičar, a kasnije potvrdi onkolog temelji se na osnovnom radioterapijskom postulatu, a taj je da tumor primi što veću dozu zračenja s ciljem maksimalne eradikacije, a okolno zdravo tkivo što manju dozu zračenja s ciljem eliminacije ili pak redukcije radioterapijskih nuspojava.

## 9. LITERATURA

1. Bajek S, Bobinac D, Jerković R, Malnar D, Maric I. Sustavna anatomija čovjeka. Rijeka: Digital point; 2007. str. 175-176.
2. Krompotić-Nemanić J, Marušić A. Anatomija čovjeka. Zagreb: Medicinska naklada; 2007. str. 371-373.
3. Vrdoljak E, Šamija M, Kusić Z, Petković M, Gugić D, Krajina Z. Klinička onkologija. Zagreb: Medicinska naklada, 2013.
4. Šimunić V i sur. Ginekologija. Zagreb: Naklada Ljevak; 2001. str. 451.
5. Di Saia PJ, Creasman WT. Clinical Gynecologic Oncology. 5. izd. St Louis: Mosby; 1995.
6. Piver MS, Rutledge F, Smith JP. Five classes of extended hysterectomy for women with cervical cancer. Obstet Gynecology 1974; str. 265-272.
7. Incidencija raka u Hrvatskoj [Internet]. Hrvatski zavod za javno zdravstvo. Zagreb; 2016. [pristupljeno: 20.06.2017.]  
Dostupno na:  
[https://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2013/11/Bilten-2014\\_final.pdf](https://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2013/11/Bilten-2014_final.pdf)
8. Videtic M. M. G, Woody M.N. Handbook of Treatment Planning in Radiation Oncology. New York: Demos Medical Publishing; 2015 str.149-162.
9. Petrić Miše B i sur. Long Follow-up Patient With Locally Advanced Cervical Cancer Treated With Concomitant Chemobrachyradiotherapy With Cisplatin and Ifosfamide Follow by Consolidation Chemotherapy. International Journal of Gynecology Cancer [Internet]. 2014. Oct.str.316. [pristupljeno: 20.06.2017.]  
Dostupno na:  
[https://www.researchgate.net/publication/269281958\\_Long\\_Follow-up\\_of\\_Patients\\_With\\_Locally\\_Advanced\\_Cervical\\_Cancer\\_Treated\\_With\\_Concomitant\\_Chemobrachyradiotherapy\\_With\\_Cisplatin\\_and>Ifosfamide\\_Followed\\_by\\_Consolidation\\_Chemotherapy](https://www.researchgate.net/publication/269281958_Long_Follow-up_of_Patients_With_Locally_Advanced_Cervical_Cancer_Treated_With_Concomitant_Chemobrachyradiotherapy_With_Cisplatin_and>Ifosfamide_Followed_by_Consolidation_Chemotherapy)
10. Turić M i sur. Klinička onkologija. Zagreb: Nakladni Zavod Globus; 1996. 537-561.

11. Janković S, Punda A, Radović D, Mihanović F, Hrepić D, Barić A. Radiološki uređaji i oprema u radiologiji, radioterapiji i nuklearnoj medicini. Split: Sveučilište u Splitu; 2015. str. 238-231.
12. Frković M, Višković K. Radiološka oprema. Zagreb: Zdravstveno veleučilište; 2013. str. 76-83.
13. BidmeatMi sur. A practical guide to quality control of brachytherapy equipment. [Internet]. Brussels: European Guidelines for Quality Assurance in Radiotherapy. 2004. [pristupljeno: 22.06.2017.]  
Dostupno na:  
<https://pdfs.semanticscholar.org/be25/efd0940dcb317ad950d295758fcc6f2fad69.pdf>
14. Cherry P, Duxubury A. Practical radiotherapy Physics and Equipment. 2. izd. [Internet]. San Diego: Blackwell Publishing; 2009. [pristupljeno: 22.06.2017.]  
Dostupno na:  
<http://journals.plos.org/plosone/article/file?type=supplementary&id=info:doi/10.1371/journal.pone.0149273.s002>
15. Cervical Cancers [Internet]. National Cancer National Comprehensive Cancer Network. Washington; 2016. [pristupljeno: 23.06.2017.]  
Dostupno na:  
[https://www.nccn.org/professionals/physician\\_gls/f\\_guidelines.asp#site](https://www.nccn.org/professionals/physician_gls/f_guidelines.asp#site)
16. Mileusnić D, Durbara M. Radijaciona Onkologija [Internet]. Beograd: Alta Nova; 2012. str. 105.-126. [pristupljeno: 23.06.2017.]  
Dostupno na:  
<http://www.stetoskop.info/radijaciona-onkologija-9-poglavlje.pdf>
17. Barret A, Dobbs J, Morris S, Roques T. Practical Radiotherapy Planning. Hodder education; 2009. str. 370-384.

## 10. SAŽETAK

Liječenje tumora maternice ovisi o lokalizaciji tumora (tijelo vs vrat), vrsti tumora i njegovim osobitostima te stadiju proširenosti bolesti. Može se provoditi lokaliziranim modalitetima liječenja kao što je kirurško i radioterapijsko liječenje, ili pak sistemnim oblicima liječenja kao što je kemoterapija, imunoterapija i terapija malim molekulama. Ako je indicirana, radioterapija se može provoditi primarno s kemoterapijom, neoadjuvantno ili adjuvantno. Razlikujemo teleradioterapiju na područje zdjelice koju provodimo putem linearnih akceleratora, ili brahiradioterapiju koja koristi radioaktivne izvore koje apliciramo intrakavitarno. Mogu se koristiti kao zasebni modaliteti liječenja ili zajedno, uglavnom sekvencijski.

Radioterapija koristi ionizirajuće zračenje u liječenju tumora. Svjedoci smo tehnološkog napretka koji je rezultirao modernim tehnikama i aparaturom kojom polučujemo bolje rezultate liječenja, ali koji zahtjeva stalno educiranje profesionalnog osoblja koje čini radioterapijski tim. Danas koristimo konformalnu radioterapiju kao modernu metodu planiranja i provođenja radioterapije gdje se upotrebom slika CT simulatora prenesenih u radioterapijski računalni sustav za planiranje, omogućuje precizno oblikovanje polja i snopova zračenja. Riječ je o zahtjevnoj radioterapijskoj metodi koja se sastoji od više složenih karika pri kojoj svaki član radioterapijskog tima mora odgovorno sudjelovati sa znanjem i vještinama kako bi u konačnici dobili bolje rezultate liječenja i preživljenja naših bolesnika.

Cilj ovog preglednog rada bio je prikazati način planiranja i provođenja konformalne radioterapije kod bolesnika s rakom maternice. Uloga radiološkog tehnologa kao člana tima za provođenje radioterapije je neobično važna od trenutka same pripreme bolesnika, provođenja terapije, ali i prepoznavanja nuspojava iste. Važno je da se tijekom planiranja i provođenja radioterapije poštuju načela preciznosti i reproducibilnosti položaja kako bi cjelokupni radioterapijski proces bio uspješno izveden. Ključno je i ocrtavanje ciljnog volumena i organa rizika s ciljem maksimalnog ozračivanja tumora i minimalnog ozračivanja okolnog zdravog tkiva što rezultira s boljim podnošenjem liječenja i boljim rezultatima liječenja. Napredak tehnologije i njegovo prihvaćanje i provođenje povećava izlječenja i preživljenja bolesnika s rakom

maternice, ali i dalje treba inzistirati na mjerama primarne i sekundarne prevencije kojima sprječavamo nastanak bolesti ili je pak prepoznamo i dijagnosticiramo u ranoj izlječivoj fazi.



## 11. SUMMARY

Treatment of the uterine cancer depends on localization of the tumor (body vs neck), type of tumor, its characteristics and the stage of spreading the disease. It can be treated by localized modalities like surgical and radiotherapy treatment or systematic forms of treatment such as chemotherapy, immunotherapy and small molecule therapy. If indicated, radiotherapy may be performed primarily with chemotherapy, neoadjuvant or adjuvant. We differentiate teloradiotherapy on the pelvis area which we conduct through linear accelerators or brachytherapy that uses radioactive sources which are applicated intracavitarly. They can be used as separate treatment modes or together, mostly sequential.

Radiotherapy uses ionizing radiation in the treatment of tumors. We are witnessing the technological advancement that has resulted in modern techniques and equipment that provide better treatment results, but which requires constant training of professional radiotherapy staff. Today, we use conformal radiotherapy as a modern radiotherapy planning and implementation method, where images of CT simulator are transferred to a radiotherapy computer planning system, wich provides precise forming of the field and beam radiation shaping. It is a demanding radiotherapy method which consists of more complex links where each member of radiotherapy team has to participate responsibly with the knowledge and skills to ultimately get better results of the treatment and survival of our patients.

The aim of this review was to present the method of planning and performing conformal radiotherapy in patients with uterine tumors. The role of radiological technologist as a member of radiotherapy team is extremely important from the time of patients preparation, the conduction of radiotherapy but also recognition of the side effects. It is important that radiotherapy planning and implementation respectes the principles of precision and position reproducibility so that the overall radiotherapy process is successfully performed. It is also important to map out the target volume and risk organs with the goal of maximizing the irradiation of the tumor and minimizing irradiation of the surrounding healthy tissue, resulting in better tolerance to treatment and better results too. The technology improvement and its acceptance and

implementation in creased the cure and survival of patients with uterine tumor, but it still needs to be to insisted on primary and secondary prevention measures, to prevent the onset of disease or detect it at early curable stage.

## **12. ŽIVOTOPIS**

### **OSOBNI PODACI**

*Ime i prezime:* Tereza Jerić  
*Adresa:* Punta 5, Omiš  
*Mobitel:* 091/911-0929  
*E-mail:* tereza.jeric1995@gmail.com  
*Mjesto i datum rođenja:* Split, 12.10.1995.god.

### **OBRAZOVANJE**

2010.-2014. Srednja škola Jure Kaštelana u Omišu

2014.-2017. Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel zdravstvenih studija;

smjer: Radiološka tehnologija

### **VJEŠTINE**

*Vozačka dozvola:* B kategorija  
*Rad na računalu:* Aktivno korištenje računala, poznavanje rada na MS Office paketu  
*Strani jezici:* Engleski jezik i pasivno služenje njemačkim i talijanskim