

МИНИСТАРСТВО ЗДРАВЉА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
РАДНЕ ГРУПЕ ЗА ИЗРАДУ НАЦИОНАЛНИХ
РАДИОТЕРАПИЈСКИХ ПРОТОКОЛА ЗА ПОЗИЦИОНИРАЊЕ,
ИМОБИЛИЗАЦИЈУ И ВЕРИФИКАЦИЈУ



Република Србија
МИНИСТАРСТВО ЗДРАВЉА

НАЦИОНАЛНИ РАДИОТЕРАПИЈСКИ ПРОТОКОЛИ ЗА ПОЗИЦИОНИРАЊЕ, ИМОБИЛИЗАЦИЈУ И ВЕРИФИКАЦИЈУ

УРЕДНИК:
ДОЦ. ДР СУЗАНА СТОЈАНОВИЋ РУНДИЋ

Београд, 2022



ДРУГИ ПРОЈЕКАТ
РАЗВОЈА
ЗДРАВСТВА
СРБИЈЕ

МИНИСТАРСТВО ЗДРАВЉА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

**РАДНЕ ГРУПЕ ЗА ИЗРАДУ
НАЦИОНАЛНИХ РАДИОТЕРАПИЈСКИХ ПРОТОКОЛА ЗА
ПОЗИЦИОНИРАЊЕ, ИМОБИЛИЗАЦИЈУ И ВЕРИФИКАЦИЈУ**

**НАЦИОНАЛНИ РАДИОТЕРАПИЈСКИ ПРОТОКОЛИ
ЗА ПОЗИЦИОНИРАЊЕ, ИМОБИЛИЗАЦИЈУ
И ВЕРИФИКАЦИЈУ**

Уредник:

Доц. др Сузана Стојановић-Рундић

Београд, 2022.

Израда Националних радиотерапијских протокола за позиционирање, имобилизацију и верификацију подржана је у оквиру реализације „Другог пројекта развоја здравства Србије” Министарства здравља Републике Србије. Протоколе су сачиниле радне групе за израду националних радиотерапијских протокола за позиционирање, имобилизацију и верификацију.

Радна група усвојила је коначне верзије протокола на састанку одржаном у Тополи 24.9–26.9.2021. Чланови радне групе који су усвојили протоколе:

Предраг Бајић (ВМА), Стефан Брацић (ИПБВ), Ана Букатаревић (ЗЦ Кладово), Јелена Драгићевић (ИОРС), Бојан Иванов (КЦС), Љиљана Лончарски (ИПБВ), Раде Маринковић (ИОВ), Гордана Миленковић (КЦ Ниш), Мирјана Милинчић (ИОРС), Андрија Поповић (ВМА), Јован Стевановић (ИОРС), Бојан Ступар (КЦ Крагујевац), Наташа Субашић (ЗЦ Кладово), Слађана Томић (ИОВ), Ана Ћосић (ИОРС), Илија Чурић (КЦС), Даница Ранковић (КЦ Крагујевац).

НАЦИОНАЛНИ РАДИОТЕРАПИЈСКИ ПРОТОКОЛИ ЗА ПОЗИЦИОНИРАЊЕ, ИМОБИЛИЗАЦИЈУ И ВЕРИФИКАЦИЈУ

Издавач:

Министарство здравља Републике Србије
„Други пројекат развоја здравства Србије”

Радне групе за израду националних радиотерапијских протокола за позиционирање,
имобилизацију и верификацију

Уредник:

Доц. др Сузана Стојановић-Рундић

Рецензенти:

Проф. др Јовица Шапоњски
Проф. др Ференц Вицко

Лектор:

Др sc. Тамара Груден

Техничка припрема:

Драгица Рапајић

Штампарија:

Amulette d.o.o

Тираж:

120

CIP - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије, Београд

615.849(083.1)

НАЦИОНАЛНИ радиотерапијски протоколи за позиционирање, имобилизацију и верификацију / Радне групе за израду националних радиотерапијских протокола за позиционирање, имобилизацију и верификацију ; уредник Сузана Стојановић-Рундић. - Београд : Министарство здравља Републике Србије "Други пројекат развоја здравства Србије", 2022 (Београд : Amulette). - [12], 145 стр. : илустр. ; 30 cm

Тираж 120. - Стр. [7]: Предговор / Златибор Лончар. - Библиографија уз сваки протокол.

ISBN 978-86-82424-02-4

а) Радиотерапија - Упутства

COBISS.SR-ID 75153161

Аутори

Ана Букатаревић, виши радиолошки техничар,
Здравствени центар Кладово, Служба онкологије

Александар Васиљевић, струковни медицински радиолог,
Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

Милован Васиљевић, струковни медицински радиолог,
Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

Драгана Вукашиновић, специјалиста струковни медицински радиолог,
Универзитетски клинички центар Србије, Клиника за неухирургију

Саша Зарић, виши радиолошки техничар,
Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

Бојан Иванов, струковни медицински радиолог,
Универзитетски клинички центар Србије, Клиника за неухирургију

Ана Карић, виши радиолошки техничар,
Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

Љиљана Лончарски, специјалиста струковни медицински радиолог,
Институт за плућне болести Војводине, Служба за радиотерапију

Мирјана Милинчић, виши радиолошки техничар,
Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

Стефан Поповић, виши радиолошки техничар,
Универзитетски клинички центар Ниш, Клиника за онкологију

Давор Продановић, виши радиолошки техничар,
Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

Јован Стевановић, виши радиолошки техничар,
Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

Наташа Субашић, виши радиолошки техничар,
Здравствени центар Кладово, Служба онкологије

Слађана Томић, специјалиста струковни медицински радиолог,
Институт за онкологију Војводине, Клиника за радиолошку терапију

Ана Ћосић, виши радиолошки техничар,
Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

Илија Чурић, виши радиолошки техничар,
Универзитетски клинички центар Србије, Клиника за неухирургију

Предговор

Инциденција оболевања од карцинома широм света расте, превасходно због глобалног старења популације. Радиотерапија, као један од најстаријих модалитета мултидисциплинарног лечења у онкологији, користи се код око 45–60% свих онколошких пацијената, било у куративном, било у палијативном приступу.

У циљу унапређења квалитета и ефикасности здравствене заштите, Министарство здравља је у оквиру „Другог пројекта развоја здравства Србије” и поткомпоненте „Унапређење менаџмента малигних болести” спровело бројне активности усмерене на повећање доступности и квалитета лечења канцера зрачном терапијом у специјализованим онколошким центрима, кроз набавку и инсталацију линеарних акцелератора.

Током 2018. године, на основу смерница које је дефинисало радно тело сачињено од представника свих радиотерапијских центара, набављено је и инсталирано шест линеарних акцелератора најновије технологије: у Институту за онкологију и радиологију Србије (три апарата), Универзитетском клиничком центру (УКЦ) Ниш, УКЦ Крагујевац и Здравственом центру Кладово (по један апарат). Током 2020–2021. године два апарата инсталирана су у Институту за онкологију Војводине, а у току је инсталација додатних апарата у Институту за онкологију и радиологију Србије, као и у УКЦ Ниш и УКЦ Крагујевац, чиме је постигнута значајна ревитализација радиотерапије Србије.

Набавка најмодернијих линеарних акцелератора омогућила је прелазак на нове, најсавременије радиотерапијске модалитете лечења и третман онколошких пацијената у Србији на нивоу светских радиотерапијских стандарда.

Поред наведеног, спроведене су активности усмерене на израду националних радиотерапијских протокола и умрежавање радиотерапијских центара у Србији у циљу обезбеђивања квалитетнијих и брже доступних радиотерапијских услуга, унапређења безбедности пацијената, као и лакше комуникације и приступачније едукације свих профила стручњака у радиотерапијском тиму.

Стручни тимови, састављени од представника свих девет радиотерапијских центара у Србији, израдили су нове, јединствене протоколе у области радиотерапије, засноване на међународним водичима добре клиничке праксе. У складу с тим, током циклуса онлајн састанака, радијациони онколози израдили су националне радиотерапијске протоколе за 16 најчешћих малигних обољења, радиотерапијски техничари развили су 10 протокола за своју област рада, а медицински физичари припремили су протоколе за контролу и обезбеђење квалитета у зонама јонизујућег зрачења (радиотерапија, нуклеарна медицина и радиолошка дијагностика).

Модерно организована радиотерапија, прописана и примењена у складу са протоколима, која омогућава персонализовани приступ лечењу пацијената, повезана је са бољим исходима третмана и квалитетнијим животом пацијената, а омогућава и евалуацију резултата лечења.

Стално планско развијање радиотерапијске инфраструктуре и континуирана едукација кадра омогућиће и у будућности оптималан третман за све онколошке пацијенте у Србији.

Београд, 5.7.2022.

Министар здравља Републике Србије

Др Златибор Лончар

Уводна реч уредника

Значајан и брз напредак радијационе онкологије у последњих неколико година у Републици Србији, у стручном и технолошком смислу, допринео је увођењу нових савремених техника зрачења у клиничку праксу. Осим праве селекције пацијената за одређене технике зрачења, комплексног и временски врло захтевног планирања од стране радијационих онколога и физичара, последњу и веома битну карику у спровођењу радиотерапије чини рад на апаратима од стране виших радиолошких техничара (РТТ). Они су одговорни како за правилно руковање са врло софистицираним и скупим радиотерапијским уређајима, тако и за правилну припрему и спровођење радиотерапијског плана.

Протеклих година виши радиотерапијски техничари су укључени у активне и свеобухватне програме едукације. Као представници Србије и Института за онкологију и радиологију Србије 2008. године су учествовали на ESTRO/IAEA курсу *Best Practice in Radiation Oncology: Train the Trainers* (ТТТ) који је одржан у Бечу. На курсу су стекли знања и вештине неопходне за унапређење професије и едукацију радиотерапијских техничара у Србији и у региону.

Српско Удружење радиотерапијских техничара основано је 2009. године као производ учешћа на ТТТ курсу, након чега је организована и одржана серија курсева и конгреса на националном и регионалном нивоу. Српско Удружење радиотерапијских техничара је члан ESTRO RTT *Alliance* од 2017. године, која се базира на сарадњи ESTRO-а са националним удружењима која представљају радиотерапијске техничаре.

Унапређењем радиотерапије у Србији јавила се потреба за додатном едукацијом радиотерапијских техничара и зато је крајем 2019. године покренута иницијатива за оснивање студијског програма на Медицинском факултету Универзитета у Београду и стицање звања Струковни мастер радијациони терапеут. Почетак студијског програма се планира за октобар 2022. године.

Такође, у оквиру пројекта Светске банке и Министарства здравља велики број техничара из Србије је у току 2021. и почетком 2022. године присуствовао едукацији у оквиру ESTRO курсева, као и организованим посетама радиотерапијским центрима у иностранству. Као производ едукација, а на иницијативу учесника пројекта Светске банке и Министарства здравља, настао је овај савремени протокол за више радиолошке техничаре који представља јасан водич за спровођење свих веома комплексних процедура приликом планирања и спровођења саме зрачне терапије. У њему је на врло детаљан начин образложен низ радњи које треба предузети приликом припреме пацијената за зрачење, коју имобилизациону опрему користити, као и како правилно позиционирати и имобилисати пацијента, а сходно регији коју треба озрачити. Такође, процедуре верификације приликом зрачења пацијента су описане врло прецизно и детаљно.

Израда овог протокола ће свакако допринети квалитету и сигурности у раду виших радиолошких техничара, посебно приликом примене све комплекснијих техника зрачења, као и лечењу онколошких пацијената зрачном терапијом у Србији у складу са најсавременијим препорукама и стандардима.

Београд, 8.8.2022. године

Доц. др Сузана Стојановић-Рундић, ВНС

Рецензија

Радијациона онкологија је у последњих десетак година имала изванредно брз развој у светским размерама с циљем што квалитетнијег лечења огромног броја онколошких болесника, којих је, нажалост, данас све више. Такође, значајан и брз напредак радијационе онкологије у последњих неколико година десио се и у Србији, како у стручном тако и у технолошком смислу. Напредак се огледа превасходно у увођењу нових савремених техника зрачења у клиничку праксу, а једна од кључних карика у ланцу јесте и рад виших радиолошких техничара. Улога виших радиолошких техничара све је значајнија с обзиром на све модерније уређаје у савременој техници зрачења.

Овај савремени протокол свакако ће допринети квалитету и сигурности у раду виших радиолошких техничара, посебно приликом примене све комплекснијих техника зрачења у лечењу онколошких пацијената, све у складу с најсавременијим препорукама и стандардима заступљеним у свету.

Београд, 10.8.2022. године

Проф. др Јовица Шапоњски

Рецензија

Дата тема је актуелна, јасно и прецизно формулисана у сваком појединачном протоколу на врло систематичан начин. Обухваћена литература је релевантна са адекватним бројем актуелних референци, методологија и дизајн су одговарајући, језички стил је адекватан, слике и табеле су одговарајућег формата.

Протоколи су потпуно и јасно изложени изванредно прегледно. Табеларни приказ омогућава лако праћење протокола. Основни документ је добро подељен на појединачне теме који су врло темељно обрађене. Посебне целине се односе на рад радиотерапеута, физичара и радиолошких техничара као делове јединственог тима у пружању услуга пацијентима, којима је зрачна терапија неопходна у лечењу њихове болести. Засебни протоколи су довољно детаљни, лако пратљиви и неопходни, с обзиром да се све више узима у обзир сигурност пацијената која подразумева и поштеду околних органа а са испоруком довољне дозе. Физичарима су неопходни јер су све комплексније зоне које треба зрачити, али су и апарати све компликованији и све прецизнији тако да је директни рад техничара све захтевнији. Овакви протоколи омогућавају пре свега сигурност како у примени адекватне терапије тако и у планирању и спровођењу исте, уз све већи комфор пацијента и краће време трајања самих третмана са очувањем квалитета живота.

Овакав документ је од великог значаја на националном нивоу у сврху изједначавања клиничке праксе на целој територији Републике Србије, пре свега у односу на добробит пацијената. Потреба за њим се огледа у светлу интензивног развоја технологије, апарата који се користе у радиотерапији и радијационе онкологије као науке и медицинске специјализације.

Нови Сад, 25.8.2022.

Проф. др Ференц Вицко, хирург-онколог

Национални радиотерапијски протоколи за позиционирање, имобилизацију и верификацију

Садржај

I	Радиотерапијски протокол позиционирања, имобилизације и верификације за малигне туморе централног нервног система	1
Ia	Протокол за позиционирање, имобилизацију и верификацију краниоспиналне технике зрачења	15
Ib	Протокол за позиционирање, имобилизацију, СТ симулацију, верификацију и спровођење процедуре стереотаксичне RT CNS.....	29
II	Радиотерапијски протокол позиционирања, имобилизације и верификације за малигне туморе главе и врата	37
III	Радиотерапијски протокол позиционирања, имобилизације и верификације за малигне туморе дојке.....	51
IV	Радиотерапијски протокол позиционирања, имобилизације и верификације за малигне туморе плућа	67
IVa	Протокол за позиционирање, имобилизацију, СТ симулацију, верификацију и спровођење процедуре стереотаксичне RT.....	81
V	Радиотерапијски протокол позиционирања, имобилизације и верификације за малигне туморе гинеколошке регије.....	89
VI	Радиотерапијски протокол позиционирања, имобилизације и верификације за малигне туморе урогениталног тракта.....	103
VII	Радиотерапијски протокол позиционирања, имобилизације и верификације за малигне туморе гастроинтестиналног тракта	115
VIII	Радиотерапијски протокол процедура за респираторне технике – Техника задржавања даха у дубоком инспиријуму (<i>Deep Inspiration Breath Hold – DIBH</i>)	129
IX	Радиотерапијски протокол процедура за респираторне технике – Техника задржавања даха у експиријуму (<i>Expiration Breath Hold – EBH</i>)	137
X	Радиотерапијски протокол процедура за примену технике зрачења праћењем геометрије површине тела пацијента (<i>Surface Guided Radiation Therapy – SGRT</i>)	143

I

РАДИОТЕРАПИЈСКИ ПРОТОКОЛ ПОЗИЦИОНИРАЊА, ИМОБИЛИЗАЦИЈЕ И ВЕРИФИКАЦИЈЕ ЗА МАЛИГНЕ ТУМОРЕ ЦЕНТРАЛНОГ НЕРВНОГ СИСТЕМА

Аутори

ВРТ Јован Стевановић,

Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

ВРТ Илија Чурић,

Универзитетски клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију

ССМР Слађана Томић,

Институт за онкологију Војводине, Клиника за радиолошку терапију

ВРТ Мирјана Милинчић,

Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

СМР Александар Васиљевић,

Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

СМР Милован Васиљевић,

Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

ВРТ Ана Ћосић,

Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

1. Позиционирање	Циљ позиционирања и имобилизације треба да буде максималан комфор и репродукцибилност позиције пацијента, а самим тим и прецизност током лечења. Пацијент се позиционира на СТ-у, где је неопходно да постоји ласерски систем и пацијент сто као на линеарном акцелератору.
Упознавање пацијента са процедурама	1.1. Пре отпочињања процедуре неопходно је обавити идентификацију пацијента. 1.2. Лице пацијента се фотографише у сврху идентификације, а фотографија се убацује у електронски картон. 1.3. Виши радиолошки техничар у радиотерапији/радиотерапијски техничар (РТТ) треба да пружи пацијенту потпуно и детаљно објашњење процедуре која предстоји. 1.4. Током припреме пацијента неопходно је нагласити важност мировања и нормалног дисања током поступка. Пацијента треба упознати са осталим аспектима који се односе на безбедност и ефикасност процедуре. 1.5. Пре него што почнемо са процедуром, пацијента треба замолити да скине сву одећу од појаса на горе, као и све металне предмете са регије од интереса (ланчић, минђуше, пирсинге, зубну протезу, слушне апарате уколико их има...).
2. Позиционирање и имобилизациона опрема	2.1. Пацијент се поставља у одговарајући положај, уз примену средстава за имобилизацију главе и врата (основна плоча, <i>lock-bar</i>, подметачи за главу и врат различитих произвођача). При овој радњи се води рачуна да се пацијенту обезбеди максималан комфор. 2.2. Сви уређаји за имобилизацију морају бити причвршћени (<i>lock-bar</i>-ом) за сто, како би се смањиле ротационе и транслационе грешке. Подметачи за главу и врат треба да пружају адекватну потпору, не смеју бити присутне празнине испод главе пацијента.

- 2.3. Зависно од места на коме ће се вршити третман главе, пацијенту може бити потребан загрижајни блок. Они се могу направити у одељењу за радиотерапију или у специјалном стоматолошком центру. Загрижајни блок за уста треба, ако је могуће, направити пре израде термопластичне маске, јер је пожељно да се пацијентима да времена да се навикну на њега, пре него што им се направи маска.
- 2.4. У случају да се пацијент зрачи у пронацији, користе се термопластичне маске специјализоване за ту намену. Од имобилизационих средстава користе се подметачи за пронацију који омогућавају да чело и брада буду ослоњени на подметач. Поступак израде термопластичне маске је исти.
- 2.5. Све додатне делове потребне за поступак, попут подметача за колена и стопала, такође је потребно индексирати за сто и уписати у имицинг картон.

**Документовање
позиционирања и
опреме**

- 2.6. Картон имобилизације долази попуњен од стране ординирајућег радијационог онколога, и по њему RTT позиционира пацијента на СТ-у.
- Уколико се утврди да је позиција коју је доктор планирао технички неизводљива, тешка за репозиционирање на апарату или неадекватна за анатомију пацијента, RTT о томе обавештава радијационог онколога како би нашли одговарајуће решење.
 - Документацију положаја и свих средстава за имобилизацију која су коришћена у картон имобилизације треба да уписује један RTT, а други да проверава. Обавезан је и потпис RTT-а који су попуњавали картон имобилизације.
-

Израда термопластичне маске	2.7. Пацијент треба да буде постављен у одговарајући положај, са комплетном имобилизацијом. 2.8. Ако се користи водено купатило, треба се придржавати препорука произвођача о температури воде у воденом купатилу, као и дужини времена потребног за очвршћавање маске.
3. СТ поступак	3.1. Пре започињања поступка СТ скенирања треба се придржавати свих правила у вези са сагласношћу пацијента („информисани пристанак”) и идентификацијом пацијента.
Документација	3.2. Кроз СТ упут, имиџинг картон, као и осталу пропратну документацију пацијента (конзилијарна одлука, картон зрачења, историја болести пацијента са дијагнозом, анамнестичким подацима, лабораторијске анализе, EKG итд) проверавамо важне податке у вези са предстојећим скенирањем, који треба да буду познати RTT-у пре почетка СТ-а, а које наводи ординирајући радијациони онколог приликом попуњавања имиџинг картона. Треба се придржавати и маргина скенирања према локалним стандардним оперативним процедурама (SOP).
Контраст	3.3. RTT морају испитати пацијента на потенцијалну алергију на примењивани контраст према протоколу и могућност последичне анафилаксије. Документовати овај поступак прегледа, прегледати потврду дате премедикације, уколико је она по потреби преписана и дата пацијенту и осигурати да је антиалергијски сет за хитне случајеве увек припремљен. Пре интравенске примене контраста неопходно је проверити лабораторијски узорак крви пацијента са налазом клиренса креатинина, урее, нивоом глукозе и калијума. RTT мора осигурати да се контраст загреје на 37 степени Целзијуса, како би одговарао телесној температури пацијента. • У складу са важећим прописима радијациони онколог, или други именовани клиничар, мора да буде присутан током поступака пласирања брауниле и апликовања контраста.

**Постављање
пацијента и
скенирање**

- 3.4. Пацијента треба тачно поставити на сто, по забележеним смерницама из имиџинг картона и других формулара имобилизације.
- 3.5. Сагитални ласер се налази на средини манубријума, ксифоидне кости и симфизе када је у супинацији, а кроз средину кичме уколико лежи у пронацији. Ово помаже у минимализацији ротације пацијента на столу.
- 3.6. Ако се планира болус за лечење пацијента, пожељно је да се направи и буде постављен пре СТ скенирања, како би се у прорачуну дозе узео у обзир стварни болус који ће се користити у лечењу.
- 3.7. Тачан протокол скенирања главе треба одабрати према већ утврђеним процедурама:
- СТ пресеци на 2,5 mm
 - СТ пресеци се стандардно врше од нивоа базе лобање до нивоа C4 (хиоидне кости) пршљена.
 - Обележавање (оловним маркерима до 2 mm пречника) се врши тако што бочне ласере постављамо на темпоралне кости изнад спољашњег ушног канала, док се место где се укршта сагитални са латералним ласером налази на фронталном синусу, мало изнад назалне кости.
- 3.8. RTT мора осигурати да су и оријентација пацијента и оријентација топограма тачно унети на СТ конзолу.
- 3.9. RTT би требало да користи топограм да би потврдили границе скенирања потребне за случај главе и врата.
- 3.10. Прво се ради *scout* у AP пројекцији, на коме се виде коштане структуре регије од интереса.
- Ако нам се учини да пацијент лежи укриво, односно да га је могуће боље позиционирати, потребно је репозиционирати пацијента како бисмо добили жељени терапијски а репродуцибилан положај.

- Након урађеног AP *scout*-а, ради се LAT *scout*, где се види бочна позиција пацијента са маркацијама.
- 3.11. Уколико је потребно, могуће је фотографијом документовати положај пацијента и исту фотографију приложити у електронски картон.
- 3.12. Након СТ поступка, подаци скенирања се могу проследити у TPS или софтвер за виртуелну симулацију ради разграничења (делинеација).
- 3.13. Након тетовирања маркација, пацијент напушта СТ.
- Ако је примењен контраст, треба се придржавати протокола одељења у вези са посматрањем пре него што пацијент напусти одељење. Као минимални захтев, пацијент мора остати на одељењу још петнаест минута.

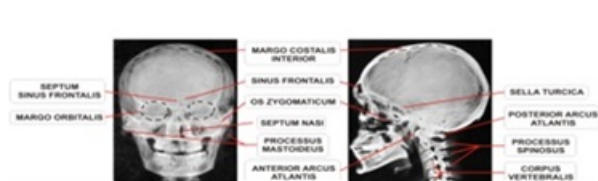
4. Верификација радиотерапијског третмана

Општи принципи

- 4.1. Пре почетка зрачног третмана ради се дозиметријска верификација VMAT плана, али за 3D план то није неопходно.
- 4.2. При верификацији се користи имобилизација која је наведена у картону позиционирања и имобилизације под истим техничким условима. РТТ треба да провери уређаје за позиционирање и имобилизацију.
- 4.3. Потребно је надгледати пацијента на недељном нивоу, због могућег отока главе услед примене антиедематозне терапије, како би се на време реаговало на адекватан начин.
- 4.4. Уколико има маску, ако се маска чини превише лабавом или претесном, РТТ обавештава радијационог онколога који доноси одлуку о даљим поступцима.
-

Ортогонална MV слика (уграђена слика: OBI)	4.5. Када се користи MV планарно снимање, треба добити ортогоналне слике да би се потврдио положај пацијента. Отвор мора бити довољно велики да ухвати релевантне структуре. Квалитет слике коришћењем ортогоналних планарних MV слика довољан је за поклапање. Слике треба да се добијају са најмањом могућом енергијом ради побољшаног контраста. Мониторске јединице које се користе за аквизицију слике треба да буду што је могуће ниже (2–5 MU), али треба да обезбеде одговарајући квалитет слике за поступак подударања.
Ортогонална kV слика (уграђена слика: OBI)	4.6. Ортогонална kV OBI има додатну предност великог видног поља и побољшаног контраста у поређењу са ортогоналним планарним MV сликањем.
kV конусни сноп СТ (СВСТ)	4.7. Капацитет 3D слике са собом доноси додатне информације за RTT о променама унутар регије од интереса.
MVCT (<i>Megavoltage</i> рачунарска томографија)	4.8. Иако kVCT системи надмашују MVCT у погледу видљивости са малим контрастом, MVCT слике омогућавају довољну визуелизацију о променама унутар регије од интереса.

**Структуре подударања за верификацију
слике**



Слика 1. Референтне тачке за преклапање

4.9. Коштане подударне структуре/региони од интереса (ROI) за верификацију слике треба да буду сурогат циља и у зависности од локације тумора могу да укључују орбите, носни септум, *sella turcica*, цервикалне кичмене пршљенове, максилу, угао доње вилице, базу лобање.

4.10. Можда ће бити корисно дефинисати примарне и секундарне структуре подударња приликом планирања за употребу током верификације слике.

- Примарне структуре подударња су оне чија је анатомија у непосредној близини циља и стога су најкорисније за поређење положаја и за 3D волуметријско снимање помоћу СВСТ-а.
- Секундарне подударне структуре су структуре чије је присуство корисно само у сврху поређења.

Протоколи корекције код верификације	4.11. Избор <i>online</i> или <i>offline</i> протокола корекције за верификацију пацијената за радиотерапију зависи од више фактора и зависи од протокола РТ одељења. Ресурси, опрема, образовање особља и потребна пропусност пацијента су све фактори које ће поједина одељења узети у обзир приликом припреме таквог протокола. Међутим, без обзира на ово, препоручује се придржавање неких основних принципа. 4.12. Примарна брига је смањење систематских грешака. 4.13. Суштина свих <i>offline</i> корективних стратегија је сликање пацијента на секвенцијалним фракцијама (нпр. $N = 3$) како би се квантификовала корекција коју треба применити на наредне фракције. Сlike треба прикупљати на секвенцијалним разломцима како би се утврдило да ли је грешка систематска или случајна.
Извођење верификације	4.14. Снимање треба да се обавља од 1 до 3 дана третмана, а слично и на почетку сваке нове фазе лечења. Након тога требало би да буде једном недељно, користећи интерну процедуру и дозвољену толеранцију непоклапања која је стандардно за ову регију до 3 mm.

4.15. У току зрачног третмана, верификација позиције се може вршити и поређењем актуелне позиције *cone-beam* СТ-ом (СВСТ) са СТ симулационим снимком као референтном позицијом.

1. фракција

- Направити портал слике $270^{\circ}/90^{\circ}$ и 0° , и MV портал зрачног поља
- Користити отворено поље (VMAT, IMRT) или дуплу експозицију тамо где је то неопходно, да би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије и положаја MLC
- Избегавати зрачење критичних структура смањењем површине слике
- *Online*
- *Auto matching – Manual match (2D-2D), Spy Glass, Point registration*
- Уколико је одступање веће од дозвољене грешке → ресетовање од почетне вредности → евентуална промена → поновно снимање
- Снимити померања у дозвољеним границама и уписати у картон одступања
- Уколико су одступања и даље већа од дозвољених, обавештава се радијациони онколог и физичар и без њиховог одобрења пацијента не зрачити

2. и 3. фракција

- Снимање $270^{\circ}/90^{\circ}$ и 0° , само са отвореним пољем или двоструком експозицијом тамо где је то потребно, како би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије
 - MV портал зрачног поља
 - Процена одступања већа од дозвољене грешке
 - Снимати кретања у дозвољеним границама
 - *Online*
 - *Offline*
-

Предрадна 4. фракцији

$$m = \frac{\Delta^1 + \Delta^2 + \Delta^3 + \dots + \Delta^n}{n}$$

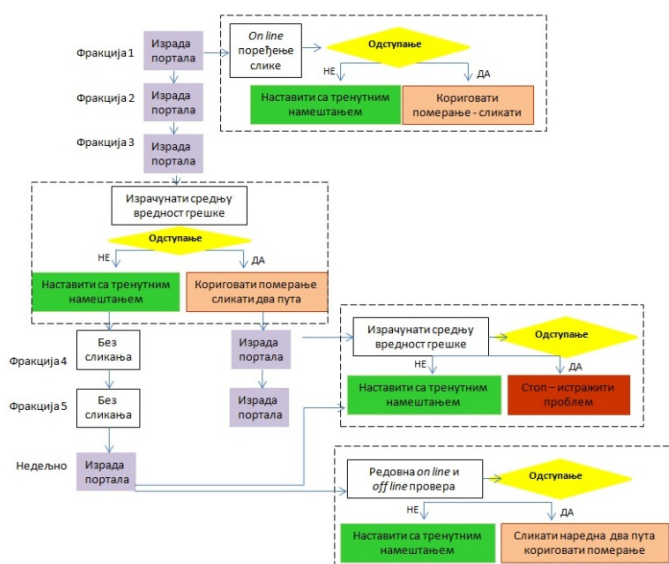
Средња вредност грешке
померања

- Израчунати просечно померање прва три зрачења
- У случају одступања изван дозвољених граница, померити у жељеном правцу
- Снимање 270°/90° и 0° само са отвореним пољем или двоструком експозицијом тамо где је то потребно, како би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије (за процедуре у случају одступања након изоцентричног кретања изван дозвољених граница, погледати општи протокол)
- MV портал зрачног поља
- *Online*
- Евентуална померања уписати у картон одступања

5. фракција

- Поновљено снимање само у случају четвртог дела
- *Offline*

Auto Matching (2D-2D)/ARIA



Слика 2. Поступак верификације
радиотерапијског третмана

- Изабрати правог пацијента
- Кликнути на *Auto Matching*
- Изабрати област снимања
- Погледати промене које сте направили са *Spy Glass*-ом

Поступак израде маске	• Термопластичну маску треба ставити у водено купатило, на наведени временски период, извадити је из купатила и уклонити вишак воде. Пре стављања на кожу пацијента мора се додиром проверити температура материјала маске. Након постављања маске на главу пацијента, фиксирамо је пластичним пиновима на основну плочу. • РТТ морају брзо и тачно радити на обликовању материјала, уско уз кожу пацијента, осигуравајући да нема празнина и да остане у положају који је потребан током поступка обликовања. Ово се мора завршити у року од 1 до 2 минута, јер ће тада започети процес очвршћавања. Избор маске треба извршити према локализацији лечења. Маске би требало да имају минимум пет тачака фиксирања. • Можда ће бити потребно да се осигура да дисајни пут пацијента не буде угрожен током поступка. Зато треба водити рачуна да се избегне опструкција дисајних путева. То ће захтевати прављење отвора одговарајуће величине на масци. • Термопластичну маску треба оставити на пацијенту одређено време да очврсне. Према препорукама произвођача то може трајати од 5 до 15 минута, у зависности од врсте материјала. Време хлађења може се смањити пешкиром из фрижидера, хладним јастучићима са гелом или хладним феном. Процес хлађења се такође може завршити уклањањем маске и потапањем у хладну воду пре него што се поново постави на пацијента.
Провера квалитета израде маске и документовање	• Препоручује се да се маска уклони и поново постави пре почетка СТ скенирања, како би се осигурало да имобилизација коју пружа маска буде одговарајућа. Ово такође омогућава пацијенту да направи кратку паузу пре почетка СТ прегледа, уколико се СТ скенирање из одређених разлога мора извести непосредно после израде маске.

- По стандардној процедури и препоруци, израђене термопластичне маске се одлажу на 24 h, јер постоји проценат скупљања маске и до 2 mm за тих 24 h. Након тога су спремне за СТ скенирање и даљу употребу. РТТ треба да јасно документују поступак и положај пацијента у картону имобилизације. Из безбедносних разлога, име пацијента, ID пацијента и подметач за главу и врат увек треба да буду документовани и на масци пацијента.
-

Ia
ПРОТОКОЛ ЗА ПОЗИЦИОНИРАЊЕ, ИМОБИЛИЗАЦИЈУ
И ВЕРИФИКАЦИЈУ КРАНИОСПИНАЛНЕ
ТЕХНИКЕ ЗРАЧЕЊА

1. Позиционирање	Циљ позиционирања и имобилизације треба да буде максималан комфор и репродукцибилност позиције пацијента, а самим тим и прецизност током извођења терапије. Пацијенти се позиционирају и имобилишу у наменски предвиђеним просторијама (СТ симулатор), где је неопходно да постоји ласерски систем и пацијент сто као на линеарном акцелератору.
Упознавање пацијента са процедуром	1.1. Пре отпочињања процедуре неопходно је обавити идентификацију и фотографисање пацијента, као и психолошку припрему пацијента/деце уз сарадњу свих чланова радиотерапијског тима и дететове породице. 1.2. Пацијенту дати да потпише информативни пристанак уколико то није урадио на првом разговору. 1.3. Пацијент се упознаје са поступцима снимања на СТ симулатору и свим пратећим процедурама у току обављања СТ симулације. Неопходно је нагласити важност мировања и начин дисања током поступка. 1.4. Пацијента замолити да скине одећу и са главе све металне предмете (ланчић, минђуше, пирсинге, зубну протезу, слушне апарате уколико их има...).
2. Позиционирање и имобилизациона опрема	2.1. Пацијент се поставља у одговарајући положај уз примену одговарајућих средстава за имобилизацију главе и врата (основна плоча, <i>lock-bar</i>, подметачи за главу и врат различитих произвођача). При овој радњи се води рачуна да се пацијенту обезбеди максималан комфор. • Краниоспинална техника зрачења се спроводи у супинационом и пронационом положају. • Супинациони положај (пацијент лежи на леђима са рукама поред тела, глава је у екстендираном положају и испод главе и врата се поставља одговарајући подметач, испод колена могуће је поставити и подметач за колена).

- Пронациони положај (пацијент лежи на стомаку са рукама поред тела благо савијеним у лактовима, рамена максимално ослоњена на сто, прсти на ногама састављени, пете раздвојене, испод главе пацијента поставља се подметач који обезбеђује угао инклинације, а за имобилизацију тела пацијента препоручује се примена вакуум јастука).

2.2. Сви уређаји за имобилизацију морају бити причвршћени (*lock-bar*-ом) за сто, како би се смањиле ротационе и транслационе грешке. Подметачи за главу и врат треба да пружају адекватну потпору, не смеју бити присутне празнине испод главе пацијента.

- Код пацијената са неуролошким проблемима или уколико је медицински неопходна примена анестезије, терапија се спроводи у супинационом положају. По потреби, на масци се прави додатан отвор у пределу браде како бисмо олакшали репозицију и намештање главе због примене инхалационе маске за доток кисеоника и анестетика.

2.3. Све додатне делове потребне за поступак, попут подметача за колена и стопала, такође је потребно индексирати за сто и уписати у имиџинг картон.

**Документовање
позиционирања и
опреме**

2.4. Картон имобилизације може доћи попуњен од стране ординирајућег радијационог онколога, и по њему RTT позиционира пацијента на СТ-у.

- Уколико се утврди да је позиција коју је доктор планирао технички неизводљива, тешка за репозиционирање на апарату или неадекватна за анатомију пацијента, RTT о томе обавештава радијационог онколога како би нашли одговарајуће решење.
 - Документацију положаја и свих средстава за имобилизацију која су коришћена у картон имобилизације треба да уписује један RTT, а други да проверава. Обавезан је и потпис RTT-а који су попуњавали картон имобилизације.
-

Израда термопластичне маске	2.5. Пацијент треба да буде постављен у одговарајући положај, са комплетном имобилизацијом. 2.6. Ако се користи водено купатило, треба се придржавати препорука произвођача о температури воде у воденом купатилу, као и дужини времена потребног за очвршћавање маске.
3. СТ поступак	3.1. Пре започињања поступка СТ скенирања треба се придржавати свих правила у вези са сагласношћу пацијента („информисани пристанак”) и идентификацијом пацијента.
Документација	3.2. Кроз СТ упут, имицинг картон, као и осталу пропратну документацију пацијента (конзилијарна одлука, картон зрачења, историја болести пацијента са дијагнозом, анамнестичким подацима, лабораторијске анализе, EKG итд) проверавамо важне податке у вези са предстојећим скенирањем, који треба да буду познати RTT-у пре почетка СТ-а, а које наводи ординирајући радијациони онколог приликом попуњавања имицинг картона. Треба се придржавати и маргина скенирања према локалним стандардним оперативним процедурама (SOP).
Контраст	3.3. RTT морају испитати пацијента на потенцијалну алергију на примењивани контраст према протоколу и могућност последичне анафилаксије. Документовати овај поступак прегледа, прегледати потврду дате премедикације, уколико је она по потреби преписана и дата пацијенту и осигурати да је антиалергијски сет за хитне случајеве увек припремљен. Пре интравенске примене контраста неопходно је проверити лабораторијски узорак крви пацијента са налазом клиренса креатинина, урее, нивоом глукозе и калијума. RTT мора осигурати да се контраст загреје на 37 степени Целзијуса, како би одговарао телесној температури пацијента. • У складу са важећим прописима радијациони онколог, или други именовани клиничар, мора да буде присутан током поступака пласирања брауниле и апликовања контраста.

**Постављање
пацијента и
скенирање**

- 3.4. Пацијента треба тачно поставити на сто, по забележеним смерницама из имиџинг картона и других формулара имобилизације.
- 3.5. Према пројекцији ласерских снопова на масци и телу се фиксирају по три референтне оловне маркације у нивоу три трансферзалне равни.
- У циљу прецизног репозиционирања пацијента на глави (масци) у пројекцији три ласера СТ симулатора маркирају се референтне тачке за зрачење кранијалног дела циљног волумена.
 - Помоћни сетови од по три референтне тачке (ради контроле ротационе грешке при зрачењу спиналног дела циљног волумена) маркирају се у нивоу торакса (мамиле/скапула) и лумбалне регије (илијачне кости) након краниокаудалног помицања стола апарата са пацијентом.
 - Сагитална и коронарна пројекција ласера остаје иста за кранијални и спинални део.
 - Пројекција коронарног ласера на глави у супинационом положају је на половини АР дијаметра главе (мора се видети и на грудном кошу), а у пронационом положају у нивоу дубине торакалног дела кичме.
- 3.6. Сагитални ласер се налази на средини лица (корен и врх носа, брада) и тела (када је пацијент у пронацији – на средини пршљенских наставака и између глутеуса, а када је у супинацији – средина стернума, умбиликус и симфиза).

Трансверзални ласер на глави се налази изнад ушне шкољке. У пронационом положају у потиљачном делу, а у супинацији на фронталном синусу мало изнад назалне кости.

3.7. Померањем стола по Y оси пројекција трансферзалног ласера нам дефинише нове маркације на телу. У супинационом положају је у нивоу мамила, то јест скапула за пронациони положај. Следећу раван пресека маркирамо у нивоу илијачних костију.

- У зависности од клиничке ситуације, оловне маркације се могу поставити на другим нивоима.

3.8. Ако се планира болус за лечење пацијента, пожељно је да се направи и буде постављен пре СТ скенирања, како би се у прорачуну дозе узео у обзир стварни болус који ће се користити у лечењу.

Тачан протокол скенирања главе треба одабрати према већ утврђеним процедурама:

- СТ пресеци на 2,5 mm
- СТ пресеци се стандардно врше од нивоа базе лобање до нивоа испод S2 или S3 пршљена.

3.9. RTT мора осигурати да су и оријентација пацијента и оријентација топограма тачно унети на СТ конзолу.

3.10. RTT би требало да користе топограм да би потврдили границе скенирања потребне за случај код краниоспиналног зрачења.

3.11. Прво се ради *scout* у AP пројекцији, на коме се виде коштане структуре регије од интереса.

- Ако нам се учини да пацијент лежи укриво, односно да га је могуће боље позиционирати, потребно је репозиционирати пацијента како бисмо добили жељени терапијски а репродуцибилан положај.
- Након урађеног AP *scout*-а, ради се LAT *scout*, где се види бочна позиција пацијента са маркацијама.

- 3.12. Уколико је потребно, могуће је фотографијом документовати положај пацијента и исту фотографију приложити у електронски картон.
- 3.13. Након СТ поступка, подаци скенирања се могу проследити у TPS или софтвер за виртуелну симулацију ради разграничења (делинеација).
- 3.14. Након тетовирања маркација, пацијент напушта СТ.
- Ако је примењен контраст, треба се придржавати протокола одељења у вези са посматрањем пре него што пацијент напусти одељење. Као минимални захтев, пацијент мора остати на одељењу још петнаест минута.

4. Верификација радиотерапијског плана

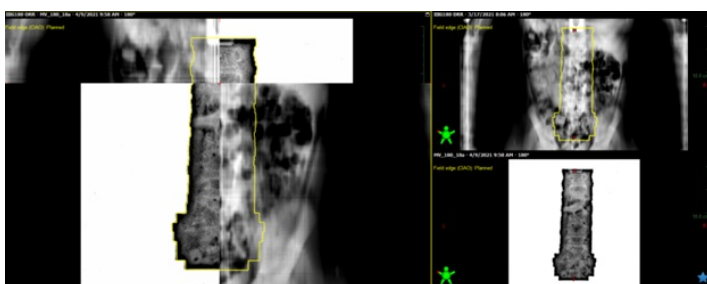
Општи принципи

- 4.1. Пре почетка зрачног третмана, ради се дозиметријска верификација VMAT плана, али за 3D план то није неопходно.
- 4.2. При верификацији се користи имобилизација која је наведена у картону позиционирања и имобилизације под истим техничким условима. РТТ треба да провери уређаје за позиционирање и имобилизацију.
- 4.3. Потребно је надгледати пацијента на недељном нивоу, због могућег отока главе услед примене антиедематозне терапије, како би се на време реаговало на адекватан начин.
- 4.4. Уколико има маску, ако се маска чини превише лабавом или претесном, РТТ обавештава радијационог онколога који доноси одлуку о даљим поступцима.
- 4.5. Имајући у виду дужину циљног волумена од 50 до 90 cm, планирање краниоспиналне технике изводи се помоћу више изоцентра и радиотерапијских поља.

- 4.6. Изоцентар кранијалног дела у правилу је референтни изоцентар. Кранијални део се стандардно зрачи преко два супротна латерална поља.
- 4.7. Померањем стола само по Y осе доводимо пацијента у нов спинални изоцентар који се зрачи преко директног дорзалног поља (уколико конституција пацијента захтева, можемо и за спинални део имати два изоцентра).
- 4.8. Проверимо SSD/FKD зрачних поља.

Ортогонална MV слика (уграђена слика: OBI)	4.9. Када се користи MV планарно снимање, треба добити ортогоналне слике да би се потврдио положај пацијента. Отвор мора бити довољно велики да ухвати релевантне структуре. Квалитет слике коришћењем ортогоналних планарних MV слика довољан је за поклапање. Сlike треба да се добијају са најмањом могућом енергијом ради побољшаног контраста. Мониторске јединице које се користе за аквизицију слике треба да буду што је могуће ниже (2–5 MU), али треба да обезбеде одговарајући квалитет слике за поступак подударања.
Ортогонална kV слика (уграђена слика: OBI)	4.10. Ортогонална kV OBI има додатну предност великог видног поља и побољшаног контраста у поређењу са ортогоналним планарним MV сликањем.
kV конусни сноп СТ (СВСТ)	4.11. Капацитет 3D слике са собом доноси додатне информације за RTT о променама унутар регије од интереса.
MVCT (<i>Megavoltage</i> рачунарска томографија)	4.12. Иако kVCT системи надмашују MVCT у погледу видљивости са малим контрастом, MVCT слике омогућавају довољну визуелизацију о променама унутар регије од интереса.

Структуре подударанја за верификацију слике



Слике 3 и 4. Приказ мегаволтажне верификације, преклапање DRR-а са портал графијом

4.13. Коштане подударне

структуре/региони од интереса (ROI) за верификацију слике треба да буду сурогат циља и у зависности од локације тумора могу да укључују орбите, носни септум, *sella turcica*, цервикалне кичмене пршљенове, максилу, угао доње вилице, базу лобање.

4.14. Можда ће бити корисно

дефинисати примарне и секундарне структуре подударанја приликом планирања за употребу током верификације слике.

- Примарне структуре подударанја су оне чија је анатомија у непосредној близини циља и стога су најкорисније за поређење положаја и за 3D волуметријско снимање помоћу СВСТ-а, одредиће положај сандучића.
- Секундарне подударне структуре су структуре чије је присуство корисно само у сврху поређења.

Протоколи корекције код верификације	4.15. Избор <i>online</i> или <i>offline</i> протокола корекције за верификацију пацијената за радиотерапију краниоспиналном техником зависи од више фактора и зависи од протокола RT одељења. Ресурси, опрема, образовање особља и потребна пропусност пацијента су све фактори које ће поједина одељења узети у обзир приликом припреме таквог протокола. Међутим, без обзира на ово, препоручује се придржавање неких основних принципа. 4.16. Примарна брига је смањење систематских грешака. 4.17. Суштина свих <i>offline</i> корективних стратегија је сликање пацијента на секвенцијалним фракцијама (нпр. $N = 3$) како би се квантификовала корекција коју треба применити на наредне фракције. Сlike треба прикупљати на секвенцијалним разломцима како би се утврдило да ли је грешка систематска или случајна.
Извођење верификације	4.18. Снимање треба да се обавља од 1 до 3 дана третмана, а слично и на почетку сваке нове фазе лечења. Након тога требало би да буде једном недељно, користећи интерну процедуру и дозвољену толеранцију непоклапања која је стандардно за ову регију до 3 mm. 4.19. У току зрачног третмана, верификација позиције се може вршити и поређењем актуелне позиције <i>cone-beam</i> СТ-ом (СВСТ) са СТ симулационим снимком као референтном позицијом.

1. фракција

- Направити портал слике $270^{\circ}/90^{\circ}$ и 0° , и MV портал зрачног поља
- Користити отворено поље (VMAT, IMRT) или дуплу експозицију тамо где је то неопходно, да би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије и положаја MLC
- Избегавати зрачење критичних структура смањењем површине слике
- *Online*
- *Auto matching – Manual match (2D-2D), Spy Glass, Point registration*
- Уколико је одступање веће од дозвољене грешке → ресетовање од почетне вредности → евентуална промена → поновно снимање
- Снимити померања у дозвољеним границама и уписати у картон одступања
- У случају одступања, потребно је репозиционирати пацијента, никако није дозвољено померање стола
- Уколико су одступања и даље већа од дозвољених, обавештава се радијациони онколог и физичар и без њиховог одобрења пацијента не зрачити
- Када сваки изоцентар задовољава, тек тада се може озрачити свако поље у свим изоцентрима.

2. и 3. фракција

- Снимање $270^{\circ}/90^{\circ}$ и 0° , само са отвореним пољем или двоструком експозицијом тамо где је то потребно, како би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије
 - MV портал зрачног поља
 - Процена одступања већа од дозвољене грешке
 - Снимати кретања у дозвољеним границама
 - *Online*
 - *Offline*
-

Предрадња 4. фракцији $m = \frac{\Delta^1 + \Delta^2 + \Delta^3 + \dots + \Delta^n}{n}$ <i>Средња вредност грешке померања</i>	• Израчунати просечно померање прва три зрачења • У случају одступања изван дозвољених граница, померити у жељеном правцу • Снимање 270°/90° и 0° само са отвореним пољем или двоструком експозицијом тамо где је то потребно, како би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије (за процедуре у случају одступања након изоцентричног кретања изван дозвољених граница, погледати општи протокол) • MV портал зрачног поља • <i>Online</i> • Евентуална померања уписати у картон одступања
5. фракција	• Поновљено снимање само у случају четвртог дела • <i>Offline</i>
<i>Auto Mathing (2D-2D)/ARIA</i>	• Изабрати правог пацијента • Кликнути на <i>Auto Matching</i> • Изабрати област снимања • Погледати промене које сте направили са <i>Spy Glass</i>-ом

I6

ПРОТОКОЛ ЗА ПОЗИЦИОНИРАЊЕ, ИМОБИЛИЗАЦИЈУ, СТ СИМУЛАЦИЈУ, ВЕРИФИКАЦИЈУ И СПРОВОЂЕЊЕ ПРОЦЕДУРЕ СТЕРЕОТАКСИЧНЕ RT CNS

1. Припрема пацијента	SRT метастаза CNS подразумева примену високих терапијских доза у једној до пет фракција. За спровођење ове процедуре поред стандардне опреме користи се и додатни систем за репозиционирање по површини коже пацијента – SGRT <i>system</i>. 1.1. Историја, лични идентификациони подаци, подаци о болести и лечењу, упозорења на алергију на контраст и слично, упут за СТ симулацију, KKS са биохемијом. 1.2. Пре отпочињања процедуре неопходно је обавити идентификацију пацијента. Лице пацијента се фотографише у сврху идентификације, а фотографија се убацује у електронски картон.
Провера документације пацијента	1.3. Виши радиолошки техничар у радиотерапији/радиотерапијски техничар (РТТ) треба да пружи пацијенту потпуно и детаљно објашњење процедуре која предстоји. Пацијента треба упознати са осталим аспектима који се односе на безбедност и ефикасност процедуре. 1.4. Пре него што почнемо са процедуром, пацијента треба замолити да скине сву одећу од појаса на горе, као и све металне предмете (ланчић, минђуше, пирсинге, зубну протезу, слушне апарате уколико их има...). 1.5. Током припреме пацијента неопходно је пацијента упозорити на непријатност током израде термопластичне маске (топлота), на важност мировања током процедуре.
2. Позиционирање	Циљ позиционирања и имобилизације треба да буде максималан комфор и репродуцибилност позиције пацијента, а самим тим и прецизност током лечења. Процедура се спроводи у простору СТ симулатора.

3. Позиционирање и имобилизација

- 3.1. Пацијент се позиционира на столу у супинацији на специјалној плочи за спровођење SRT регије главе.
- 3.2. Сви уређаји за имобилизацију морају бити причвршћени за сто, како би се смањиле ротационе и транслационе грешке.
- 3.3. 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 СТ симулатора; глава се поставља на универзални подметац у колевци плоче за имобилизацију.
- Моделовање дела за поглавину: пацијенту се преко косматог дела главе поставља капа која спречава да се коса залепи за маску.
- Загрејана доња маска за поглавину се поставља на носаче колевке, преко универзалног подметача и врши се моделовање по глави пацијента.
- Након стезања (10 min.) 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 масци постоји пет подеока за подешавање положаја маске по вертикалној оси – на СТ симулацији стандардни положај је два степена.
- Маска је дебљине 3,2 mm.

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 СТ 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 за положај главе, али могу и стандардни провидни подметачи.
- Приступа се моделовању индивидуалног јастучета за главу пацијента; димензије 20 x 35 cm; јастуче се напрска водом из дозера; поставља се на подметач са благим притиском на средину ради стварања ретенције између јастучета и подметача, глава пацијента поставља се 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 масци постоји пет подеока за подешавање положаја маске по вертикалној оси – на СТ симулацији стандардни положај је два степена.
- Маска је дебљине 3,2 mm.

4. Документовање позиционирања и опреме

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

5. СТ симулација

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

Иницијалне маркације:

- Сагитални – 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 AP/LAT – кров лобање C4
- Дебљина пресека 1 mm
- Контраст 80 ml
- Нативни преглед
- Преглед са контрастом

Процедуре на СТ симулатору спроводе три RTT-а.

6. Верификација и спровођење радиотерапијског третмана

- 6.1. Пре почетка зрачног третмана ради се дозиметријска верификација SRT плана.
- 6.2. Стандардна идентификација пацијента и провера медицинске документације.
- 6.3. Провера имобилизационе опреме.
- 6.4. Пацијент се репозиционира на основу картона позиционирања и имобилизације и уз помоћ оптичког система за репозиционирање по површини коже.

Примена SGRT система:

- Идентификовати пацијента у систему и унети податке.
- Одабрати *site* (регију) и уснимити DICOM CT модел који представља регију са CT симулације и на њој одредити ROI (*region of interest*).
- ROI – лице пацијента – линије ROI оцртавати уз линије маске која је видљива на моделу.

- Направити мониторинг поље.
- Запамтити унете податке, изаћи из прозора SGRT система.
Отворити план на *linac*-у и повезати га са направљеним планом на SGRT систему (име презиме и ID пацијента, као и име плана, морају се поклопити на *linac*-у и SGRT систему).
- Извршити репозиционирање пацијента (*vrt, lat, tra, rot, pitch, roll*) на основу координата добијених из SGRT система (DICOM CT – позиција са CT симулације – изоцентар плана).
- Верификација конусним снопом CBCT.
- Извршити померање стола на основу CBCT-а.
- На SGRT систему пребацимо са DICOM CT на мониторинг поље и сликамо позицију после верификације CBCT-а и одредимо ROI – референтна слика.

CBCT регије од интереса:

- Коштане структуре лобање, орбите, С кичма
- Ткивне структуре – тачно означена промена.

Верификацију изводе RTT искључиво онлајн уз присуство радијационог онколога.

7. Након одобрене верификације приступа се спровођењу третмана

Процедуре верификације третмана и спровођења третмана спроводе три RTT-а.

Литература

1. M. Leech, M. Coffey, M. Mast, et al. ESTRO ACROP guidelines for positioning, immobilisation and position verification of head and neck patients for radiation therapists, Tech Innov Patient Support Radiat Oncol. 2017; 1:1–7.
2. On target: ensuring geometric accuracy in radiotherapy, The Royal College of Radiologists, Society and College of Radiographers, Institute of Physics in Engineering and Medicine The Royal College of Radiologists, London (2008)
3. L. S. Chin, B. Robert, M.G. King, W. F. Regine, I. Fannie, S. Foxman Principles and Practice of Stereotactic Radiosurgery, Second Edition, Springer New York Heidelberg Dordrecht London, Library of Congress Control Number: 2014952886

II

РАДИОТЕРАПИЈСКИ ПРОТОКОЛ ПОЗИЦИОНИРАЊА, ИМОБИЛИЗАЦИЈЕ И ВЕРИФИКАЦИЈЕ ЗА МАЛИГНЕ ТУМОРЕ ГЛАВЕ И ВРАТА

Аутори

ВРТ Јован Стевановић,

Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

ССМР Слађана Томић,

Институт за онкологију Војводине, Клиника за радиолошку терапију

ВРТ Илија Чурић,

Универзитетски клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију

ВРТ Давор Продановић,

Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

ВРТ Ана Ћосић,

Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

1. Позиционирање	Циљ позиционирања и имобилизације треба да буде максималан комфор и репродуцибилност позиције пацијента, а самим тим и прецизност током лечења. Пацијент се позиционира на СТ-у, где је неопходно да постоји ласерски систем и пацијент плоча идентична као на линеарном акцелератору.
Упознавање пацијента са процедуром	1.1. Пре отпочињања процедуре неопходно је обавити идентификацију пацијента. 1.2. Лице пацијента се фотографише у сврху идентификације, а фотографија се убацује у електронски картон. 1.3. Виши радиолошки техничар у радиотерапији/радиотерапијски техничар (РТТ) треба да пружи пацијенту потпуно и детаљно објашњење процедуре која предстоји. 1.4. Током припреме пацијента неопходно је нагласити важност мировања и нормалног дисања током поступка. Пацијента треба упознати са осталим аспектима који се односе на безбедност и ефикасност процедуре. 1.5. Пре него што почнемо са процедуром пацијента треба замолити да скине сву одећу од појаса на горе, као и све металне предмете са регије од интереса (ланчић, минђуше, пирсинге, зубну протезу, слушне апарате уколико их има...). 1.6. Код пацијената са парцијалном ларингектомијом или иноперабилних пацијената са металном канилом поставља се пластична или силиконска, док пацијенти након тоталне ларингектомије могу да буду без каниле.
2. Позиционирање и имобилизациона опрема	2.1. Пацијент се позиционира на столу у супинацији, у што удобнији и репродуцибилнији положај, пратећи свој природни положај.

- 2.2. Сви уређаји за имобилизацију морају бити причвршћени (*lock-bar*-ом) за сто, како би се смањиле ротационе и транслационе грешке. Подметачи за главу и врат треба да пружају адекватну потпору, не смеју бити присутне празнине испод главе пацијента, као ни на врху наслона за врат.
- 2.3. У случају неадекватне потпоре главе и врата уобичајеним наслонима за врат, положај се може прилагодити додавањем „клинова” или коришћењем појединачних, прилагођених наслона за врат или комбинације оба. Избор „клинова” испод наслона за врат треба да се заснива на потребном положају врата за лечење. РТТ треба да буде упознат са дијагнозом пацијента и вероватног распореда зрака при одабиру најприкладнијег положаја врата, који је обично неутралан или проширен у случајевима главе и врата. Треба водити рачуна да одабрани наслони за врат буду квалитетни и да одговарају сврси, јер разлике у наслонима за врат могу довести до одступања у положају од предтретмана до почетка лечења.
- 2.4. Све додатне делове потребне за поступак, попут подметача за колена и стопала, треба индексирати за сто и уписати у имицинг картон.
- 2.5. Зависно од места на коме ће се вршити третман главе и врата, пацијенту може бити потребан загрижајни блок.
- 2.6. Избор маске треба извршити према локализацији лечења и маске би требало да имају минимум пет тачака фиксирања.
- 2.7. Можда ће бити потребно да се осигура да дисајни пут пацијента не буде угрожен током поступка. Ово може захтевати благо повећање јаза у пределу носа и уста. Код постоперативних пацијената са трахеостомијом треба водити рачуна да се избегне опструкција дисајних путева. То ће захтевати прављење отвора одговарајуће величине на масци како би се ослободило место трахеостоме.

Документовање позиционирања и опреме	2.8. Картон имобилизације долази попуњен од стране ординирајућег радијационог онколога, и по њему RTT позиционира пацијента на CT-у. • Уколико се утврди да је позиција коју је доктор планирао технички неизводљива, тешка за репозиционирање на апарату или неадекватна за анатомију пацијента, RTT о томе обавештава радијационог онколога како би нашли одговарајуће решење. • Документацију положаја и свих средстава за имобилизацију која су коришћена у картон имобилизације треба да уписује један RTT, а други да проверава. Обавезан је и потпис RTT-а који су попуњавали картон имобилизације.
Израда термопластичне маске	2.9. Пацијент треба да буде постављен у одговарајући положај, са комплетном имобилизацијом. 2.10. Ако се користи водено купатило, треба се придржавати препорука произвођача о температури воде у воденом купатилу, као и дужини времена потребног за очвршћавање маске.
3. CT поступак	3.1. Пре започињања поступка CT скенирања треба се придржавати свих правила у вези са сагласношћу пацијента („информисани пристанак”) и идентификацијом пацијента.
Документација	3.2. Кроз CT упут, имиџинг картон, као и осталу пропратну документацију пацијента (конзилијарна одлука, картон зрачења, историја болести пацијента са дијагнозом, анамнестичким подацима, лабораторијске анализе, EKG итд) проверавамо важне податке у вези са предстојећим скенирањем (као што су регија скенирања, потребне границе скенирања) који треба да буду познати RTT-у пре почетка CT-а, а које наводи ординирајући радијациони онколог приликом попуњавања имиџинг картона. Треба се придржавати и маргина скенирања према локалним стандардним оперативним процедурама (SOP).

Контраст	3.3. Ако се користи контраст, РТТ морају испитати пацијента на потенцијалну алергију на примењивани контраст према протоколу и могућност последичне анафилаксије. Документовати овај поступак прегледа, прегледати потврду дате премедикације уколико је она по потреби преписана и дата пацијенту и осигурати да је антиалергијски сет за хитне случајеве увек припремљен. Пре интравенске примене контраста неопходно је проверити лабораторијски узорак крви пацијента са налазом клиренса креатинина, урее, нивоом глукозе и калијума. РТТ мора осигурати да се контраст загреје на 37 степени Целзијуса како би одговарао телесној температури пацијента. • У складу са важећим прописима радијациони онколог, или други именовани клиничар, мора да буде присутан током поступака апликовања контраста.
Постављање пацијента и скенирање	3.4. Пацијента треба тачно поставити на сто са термопластичном маском по забележеним смерницама из имицинг картона и других формулара имобилизације. У случајевима када је маска направљена у СТ соби и скенира се одмах после израде маске, пацијент ће већ бити правилно постављен. 3.5. Сагитални ласер користимо да бисмо осигурали да пацијент лежи равно, проверавајући да ли дели носне преграде, стерналну кост и симфизу, што је прецизније могуће. Ово помаже у минимализацији ротације пацијента на столу. 3.6. Ако је потребно обележавање жицом или неком другом маркацијом („оловним маркерима”) било које чворне области или постоперативног хируршког ожиљка, то треба обавити пре имобилизације пацијента.

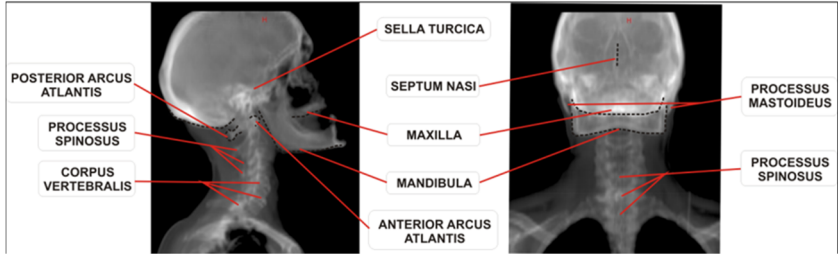
- 3.7. Ако се планира болус за лечење пацијента, пожељно је да се направи и буде постављен пре СТ скенирања како би се у прорачуну дозе узео у обзир стварни болус који ће се користити у лечењу.
- 3.8. Тачан протокол скенирања главе и врата треба одабрати према већ утврђеним процедурама:
- СТ пресеци на 2–3 mm
 - СТ пресеци се стандардно врше од нивоа базе лобање до нивоа Th2 пршљена. Код кранијалније позиционираних тумора (епифаринкс, параназални синуси) скенирање се врши од крова лобање до нивоа Th2 пршљена.
 - Обележавање иницијалног изоцентра референтним тачкама маркиције (оловне маркиције до 2 mm пречника) најчешће се врши у нивоу промоторијума тироидне хрскавице или одговарајућег нивоа врата уколико је ларинкс оперативно уклоњен. У зависности од клиничке ситуације, оловне маркиције се могу поставити на другим нивоима (ниво корена носа и сл).
- 3.9. РТТ морају осигурати да су и оријентација пацијента и оријентација топограма тачно унети на СТ конзолу.
- 3.10. Прво се ради *scout* у AP пројекцији, на коме се виде коштане структуре регије од интереса.
- Ако нам се учини да пацијент лежи укриво, односно да га је могуће боље позиционирати, потребно је репозиционирати пацијента како би добили жељени терапијски а репродуцибилан положај.
 - Након урађеног AP *scout*-а, ради се LAT *scout*, где се види бочна позиција пацијента.
 - На масци пацијента је потребно обележити тачке пресека ласера, односно место где смо поставили наша три основна оловна маркера.

- 3.11. Уколико је потребно, могуће је фотографијом документовати положај пацијента и исту фотографију приложити у електронски картон.
- 3.12. Након СТ поступка, подаци скенирања се могу проследити у TPS или софтвер за виртуелну симулацију ради разграничења (делинеација).
- 3.13. Може се уклонити термопластична маска и пацијент напушта скенер. Ако је примењен контраст, треба се придржавати протокола одељења у вези са посматрањем пре него што пацијент напусти одељење. Као минимални захтев, пацијент мора остати на одељењу још петнаест минута.

4. Верификација радиотерапијског третмана

Општи принципи

- 4.1. Пре почетка зрачног третмана, ради се дозиметријска верификација VMAT плана, али за 3D план то није неопходно.
- 4.2. При верификацији се користи имобилизација која је наведена у картону позиционирања и имобилизације под истим техничким условима.
- 4.3. Потребно је надгледати тежину пацијента на недељном нивоу, јер би значајан губитак тежине на крају могао захтевати поновни план.
- 4.4. Ако се маска чини превише лабавом или претесном, RTT обавештава радијационог онколога који доноси одлуку о даљим поступцима.
-

Ортогонална MV слика (уграђена слика: OBI)	4.5. Када се користи MV планарно снимање, треба добити ортогоналне слике да би се потврдио положај изоцентра. Отвор мора бити довољно велики да ухвати релевантне структуре. Квалитет слике коришћењем ортогоналних планарних MV слика довољан је за поклапање. Слике треба да се добијају са најмањом могућом енергијом ради побољшаног контраста. Мониторске јединице које се користе за аквизицију слике треба да буду што је могуће ниже (2–5 MU), али треба да обезбеде одговарајући квалитет слике за поступак подударања.
Ортогонална kV слика (уграђена слика: OBI)	4.6. Ортогонална kV OBI има додатну предност великог видног поља и побољшаног контраста у поређењу са ортогоналним планарним MV сликањем.
kV конусни сноп СТ (СВСТ)	4.7. Капацитет 3D слике са собом доноси додатне информације за RTT о скупљању тумора и лимфатика, едемима и потенцијалном утицају губитка тежине на локацију и локацију OAR.
MVCT (Megavoltage рачунарска томографија)	
	4.8. Иако kVCT системи надмашују MVCT у погледу видљивости са малим контрастом, MVCT слике омогућавају довољну визуелизацију о променама унутар регије од интереса

Слика 1. Референтне тачке за преклапање

Структуре подударања за верификацију слике	4.9. Коштане подударне структуре/региони од интереса (ROI) за верификацију слике треба да буду сурогат циља и у зависности од локације тумора могу да укључују носни септум, цервикалне кичмене пршљенове, максилу, угао доње вилице, базу лобање, главу, кључне кости... 4.10. Можда ће бити корисно дефинисати примарне и секундарне структуре подударања приликом планирања за употребу током верификације слике. • Примарне структуре подударања су оне чија је анатомија у непосредној близини циља и стога су најкорисније за поређење положаја и за 3D волуметријско снимање помоћу СВСТ-а. • Секундарне подударне структуре су структуре чије је присуство корисно само у сврху вођења.
Протоколи корекције код верификације	4.11. Избор <i>online</i> или <i>offline</i> протокола корекције за верификацију пацијената са радиотерапијом ORL регије зависи од више фактора и зависи од протокола RT одељења. Ресурси, опрема, образовање особља и потребна пропусност пацијента су све фактори које ће поједина одељења узети у обзир приликом припреме таквог протокола. Међутим, без обзира на ово, препоручује се придржавање неких основних принципа. 4.12. Примарна брига је смањење систематских грешака. 4.13. Суштина свих <i>offline</i> корективних стратегија је сликање пацијента на секвенцијалним фракцијама (нпр. $N = 3$) како би се квантификовала корекција коју треба применити на наредне фракције. Сlike треба прикупљати на секвенцијалним разломцима како би се утврдило да ли је грешка систематска или случајна.

Извођење верификације	4.14. Снимање треба да се обавља од 1 до 3 дана третмана, а слично и на почетку сваке нове фазе лечења. Након тога требало би да буде једном недељно, користећи интерну процедуру и дозвољену толеранцију непоклапања која је стандардно за ову регију до 3 mm. 4.15. У току зрачног третмана, верификација позиције се може вршити и поређењем актуелне позиције <i>cone-beam</i> CT-ом (CBCT) са CT симулационим снимком као референтном позицијом.
1. фракција	• Направити портал слике 270°/90° и 0° • Користити отворено поље (VMAT, IMRT) или дуплу експозицију тамо где је то неопходно да би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије и положаја MLC • Избегавати зрачење критичних структура смањењем површине слике • <i>Online</i> • <i>Auto matching – Manual match (2D-2D), Spy Glass, Point registration</i> • Уколико је одступање веће од дозвољене грешке → ресетовање од почетне вредности → евентуална промена → поновно снимање • Снимити померања у дозвољеним границама и уписати у картон одступања • Уколико су одступања и даље већа од дозвољених, обавештава се радијациони онколог и физичар и без њиховог одобрења пацијента не зрачити.
2. и 3. фракција	• Снимање 270°/90° и 0° само са отвореним пољем или двоструком експозицијом тамо где је то потребно, како би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије • Процена одступања већа од дозвољене грешке • Снимати кретања у дозвољеним границама • <i>Online</i> • <i>Offline</i>

Предрадња 4. фракцији

$$m = \frac{\Delta^1 + \Delta^2 + \Delta^3 + \dots + \Delta^n}{n}$$

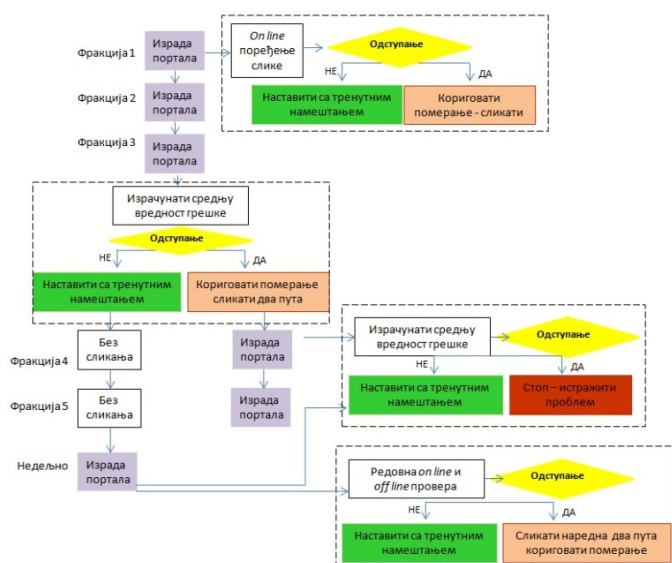
Средња вредност грешке
померања

- Израчунати просечно померање прва три зрачења
- У случају одступања изван дозвољених граница, померити у жељеном правцу
- Снимање 270°/90° и 0° само са отвореним пољем или двоструком експозицијом, тамо где је то потребно како би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије (за процедуре у случају одступања након изоцентричног кретања изван дозвољених граница, погледати општи протокол)
- *Online*
- Евентуална померања уписати у картон одступања

5. фракција

- Поновљено снимање само у случају четвртог дела
- *Offline*

Auto Mathing (2D-2D)/ARIA



Слика 2. Поступак верификације
радиотерапијског третмана

- Изабрати правог пацијента
- Кликнути на *Auto Macthing*
- Изабрати област снимања
- Погледати промене које сте направили са *Spy Glass*-ом

Поступак израде маске	• Материјал треба навући преко главе и врата пацијента. За правилну конструкцију термопластичне маске од пет тачака, у поступак је пожељно да буду укључена три РТТ-а. Један РТТ треба да буде изнад главе пацијента и по један са обе стране. • РТТ морају брзо и тачно радити на обликовању материјала уско уз кожу пацијента, осигуравајући да нема празнина и да положај врата остане у положају који је потребан током поступка обликовања. Ово се мора завршити у року од 1 до 2 минута, јер ће тада започети процес очвршћавања. • Посебну пажњу треба посветити челу, корену носа, бради и раменима како би се осигурало да маска обезбеди адекватну имобилизацију пацијента. Одговорност особља је да осигура да глава буде и даље у одговарајућем положају, како би се смањиле ротације. • Термопластичну маску треба оставити на пацијенту одређено време да очврсне. Према препорукама произвођача то може трајати од 5 до 15 минута, у зависности од врсте материјала. Време хлађења може се смањити пешкиром из фрижидера, хладним јастучићима са гелом или хладним феном. Процес хлађења се такође може завршити уклањањем маске и потапањем у хладну воду пре него што се поново постави на пацијента. • У овом временском периоду РТТ треба да буду уз пацијента.
Поступак израде термопластичног болуса	• РТТ морају брзо и тачно радити на обликовању материјала уско уз маску пацијента, осигуравајући да нема празнина и да положај врата остане у положају који је потребан током поступка обликовања. Ово се мора завршити у року од 1 до 2 минута, јер ће тада започети процес очвршћавања. • Приликом прављења болуса придржавати се препорука произвођача.

Провера квалитета израде маске и документовање	• Препоручује се да се маска уклони и поново постави пре почетка СТ скенирања како би се осигурало да имобилизација коју пружа маска буде одговарајућа. Посебну пажњу треба обратити на најстабилније коштане оријентире: чело, корен носа, браду и добар контакт са грудима и раменима. Ово такође омогућава пацијенту да направи кратку паузу пре почетка СТ прегледа, уколико се СТ скенирање из одређених разлога мора извести непосредно после израде маске или нам то омогућавају термопластичне маске одређених произвођача. • По стандардној процедури и препоруци израђене термопластичне маске пацијента се после израде одлажу на 24 h, јер постоји проценат скупљања маске и до 2 mm за тих 24 h. Након тога су спремне за СТ скенирање и даљу употребу. • РТТ треба да јасно документују поступак и положај пацијента у картону имобилизације. Из безбедносних разлога, име пацијента, ID пацијента и подметач за главу и врат увек треба да буду документовани и на масци пацијента.
Поступак израде загрижајног блока	• Загрижајни блок се може направити у одељењу за радиотерапију или у специјалном стоматолошком центру. Ако је потребно, загрижајни блок за уста треба направити пре израде термопластичне маске. Пожељно је да се пацијентима да времена да се навикну на загрижајни блок, ако је могуће, пре него што направе маску.

Литература

1. M. Leech, M. Coffey, M. Mast, et al. ESTRO ACROP guidelines for positioning, immobilisation and position verification of head and neck patients for radiation therapists, Tech Innov Patient Support Radiat Oncol. 2017; 1:1–7.
2. On target: ensuring geometric accuracy in radiotherapy, The Royal College of Radiologists, Society and College of Radiographers, Institute of Physics in Engineering and Medicine The Royal College of Radiologists, London (2008)

III

**РАДИОТЕРАПИЈСКИ ПРОТОКОЛ ПОЗИЦИОНИРАЊА,
ИМОБИЛИЗАЦИЈЕ И ВЕРИФИКАЦИЈЕ ЗА
МАЛИГНЕ ТУМОРЕ ДОЈКЕ**

Аутори

ССМР Слађана Томић,

Институт за онкологију Војводине, Клиника за радиолошку терапију

Врт Ана Ћосић,

Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

Врт Јован Стевановић,

Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

Врт Илија Чурић,

Универзитетски клинички центар Србије, Клиника за неухирургију

1. Позиционирање	Циљ позиционирања и имобилизације треба да буде максималан комфор и репродуцибилност позиције пацијента, а самим тим и прецизност током лечења. Пацијент се позиционира на СТ-у, где је неопходно да постоји ласерски систем и пацијент сто као на линеарном акцелератору.
Упознавање пацијента са процедуром	1.1. Пре отпочињања процедуре неопходно је обавити идентификацију пацијента. 1.2. Лице пацијента се фотографише у сврху идентификације, фотографија се убацује у електронски картон. 1.3. Виши радиолошки техничар у радиотерапији/радиотерапијски техничар (РТТ) треба да пружи пацијенту потпуно и детаљно објашњење процедуре која предстоји. 1.4. Током припреме пацијента неопходно је нагласити важност мировања и нормалног дисања током поступка. Пацијента треба упознати са осталим аспектима који се односе на безбедност и ефикасност процедуре. 1.5. Пре него што почнемо са процедуром, пацијента треба замолити да скине сву одећу од појаса на доле, као и све металне предмете са регије од интереса (ланчић).
2. Позиционирање и имобилизациона опрема	2.1. Пацијент се позиционира на столу у супинацији или у пронацији, у што удобнији и репродуцибилнији положај, пратећи свој природни положај. • Сагитални ласер користимо да бисмо осигурали да пацијент лежи равно, налази се на средини манубријума, ксифоидне кости, као и симфизе. Ово помаже у минимализацији ротације пацијента на столу.

- 2.2. Сви уређаји за имобилизацију морају бити причвршћени (*lock-bar*-ом) за сто, како би се смањиле ротационе и транслационе грешке. Подметачи за главу и врат треба да пружају адекватну потпору, не смеју бити присутне празнине испод главе пацијента, као ни на врху наслона за врат.

Позиционирање у супинацији на равној плочи	2.3. Имобилизациона средства за положај у супинацији: • Ако пацијента постављамо да лежи у супинацији на равној подлози, обе руке треба да су подигнуте изнад главе, са надлактицама ослоњеним на „крила” подметача. • Глава треба да је у благо забаченом положају (екстензија врата). • Пожељно је да клавикуле са обе стране буду у истој равни. Кожни набори се морају максимално исправити.
	2.4. По потреби, могу се користити: • вакуум јастуци • комбинација два или више средстава.
Позиционирање у супинацији у инклинацијском положају	2.5. Ако пацијента постављамо да лежи у супинацији и да је неопходна инклинација грудног коша, најчешће се пацијент позиционира под нагибом од 12,5 до 15 степени (мада постоји и могућност веће или мање инклинације, уколико је то потребно). • Нарочито треба обратити пажњу на то да се пацијент постави тако да може неометано проћи кроз отвор СТ симулатора.
Систем за пронацију	2.6. Ако се пацијент зрачи у пронацији, код волуминозних дојки користи се систем за пронацију. Ограничавајући фактор је зрачење регионалних лимфатика. 2.7. Све додатне делове потребне за поступак, попут подметача за колена и стопала, треба индексирати за сто и уписати у имицинг картон.

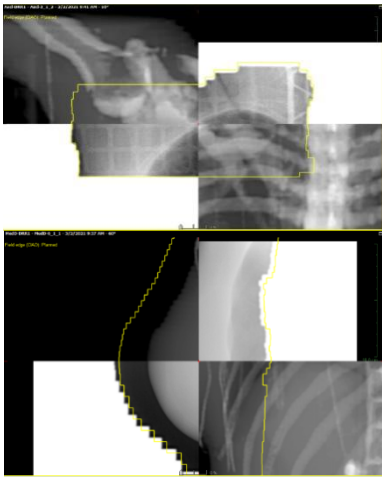
Документовање позиционирања и опреме	2.8. Картон имобилизације може доћи попуњен и потписан од стране ординирајућег радијационог онколога, и по њему RTT позиционира пацијента на СТ-у. • Уколико се утврди да је позиција коју је доктор планирао технички неизводљива, тешка за репозиционирање на апарату или неадекватна за анатомију пацијента, RTT о томе обавештава радијационог онколога како би нашли одговарајуће решење. • Документацију положаја и свих средстава за имобилизацију која су коришћена у картон имобилизације треба да уписује један RTT, а други да проверава. Обавезан је и потпис RTT-а који су попуњавали картон имобилизације.
Израда термопластичне маске	2.9. Пацијент треба да буде постављен у одговарајући положај (инклинација), са комплетном имобилизацијом. 2.10. Ако се користи водено купатило, треба се придржавати препорука произвођача о температури воде у воденом купатилу, као и дужини времена потребног за очвршћавање маске.
3. СТ поступак	3.1. Пре започињања поступка СТ скенирања треба се придржавати свих правила у вези са сагласношћу пацијента („информисани пристанак”) и идентификацијом пацијента.
Документација	3.2. Кроз СТ упут, имиџинг картон, као и осталу пропратну документацију пацијента (конзилијарна одлука, картон зрачења, историја болести пацијента са дијагнозом, анамнестичким подацима, лабораторијске анализе, EKG, итд) проверавамо важне податке у вези са предстојећим скенирањем (као што су регија скенирања, потребне границе скенирања), који треба да буду познати RTT-у пре почетка СТ-а, а које наводи ординирајући радијациони онколог приликом попуњавања имиџинг картона. Треба се придржавати и маргина скенирања према локалним стандардним оперативним процедурама (SOP).

Контраст	3.3. СТ симулација за карцином дојке се најчешће ради без примене контрастног средства. - Уколико је ипак потребно да се користи контраст, РТТ морају испитати пацијента на потенцијалну алергију на примењивани контраст према протоколу и могућност последичне анафилаксије. Документовати овај поступак прегледа, прегледати потврду дате премедикације уколико је она по потреби преписана и дата пацијенту и осигурати да је антиалергијски сет за хитне случајеве увек припремљен. Пре интравенске примене контраста неопходно је проверити лабораторијски узорак крви пацијента са налазом клиренса креатинина, урее, нивоом глукозе и калијума. РТТ мора осигурати да се контраст загреје на 37 степени Целзијуса како би одговарао телесној температури пацијента. - У складу са важећим прописима радијациони онколог, или други именовани клиничар, мора да буде присутан током поступака апликовања контраста.
Постављање пацијента и скенирање	3.4. Ако се планира болус за лечење пацијента, пожељно је да се направи и буде постављен пре СТ скенирања како би се у прорачуну дозе узео у обзир стварни болус који ће се користити у лечењу. 3.5. Уколико је потребно, постоперативни рез је могуће обележити жицом или користећи два оловна маркера, тако што ћемо једну поставити на почетак ожиљка а другу на крај. 3.6. Тачан протокол скенирања дојке треба одабрати према већ утврђеним процедурама: - СТ пресеци на 2–5 mm - СТ пресеци се стандардно врше од нивоа C3/C4 до L3/L4 пршљена. Обележавање иницијалног изоцентра референтним тачкама маркације (оловни маркери до 2 mm пречника) најчешће се врши у нивоу:

- Бочни ласери се пројектују у нивоу интермамиларне линије на половини AP дијаметра (потребно мерење LTV-a), а сагитални ласер у нивоу медијалне линије тела. На пресецима ласера потребно је поставити три маркера, као и два маркера – 2 cm изнад и 2 cm испод дојке која се зрачи.
 - Уколико анатомија пацијента не дозвољава стандардно постављање основна три маркера, маркације је могуће поставити ванстандардно, углавном више ка ногама у односу на стандардна места, која су више фиксирана, без кожных набора.
- 3.7. RTT мора осигурати да су и оријентација пацијента и оријентација топограма тачно унети на СТ конзолу.
- 3.8. Прво се ради *scout* у AP пројекцији, на коме се виде коштане структуре регије од интереса.
- Ако нам се учини да пацијент лежи укриво, односно да га је могуће боље позиционирати, потребно је репозиционирати пацијента како би добили жељени терапијски а репродуцибилан положај.
 - Након урађеног AP *scout*-а, ради се LAT *scout*, где се види бочна позиција пацијента са маркацијама.
- 3.9. Уколико је могуће, потребно је фотографијом документовати положај пацијента и исту фотографију приложити у електронски картон.
- 3.10. Након СТ поступка, подаци скенирања се прослеђују у TPS или софтвер за виртуелну симулацију ради разграничења (делинеација).
- 3.11. На кожи пацијента је потребно трајно маркирати (тетовирати) тачке пресека ласера, односно места где смо поставили наша три основна оловна маркера. Након тога пацијент напушта СТ.

- Ако је примењен контраст, треба се придржавати протокола одељења ради посматрања пре него што пацијент напусти одељење. Као минимални захтев, пацијент мора остати на одељењу још петнаест минута.

4. Верификација радиотерапијског третмана	Општи принципи
	4.1. Пре почетка зрачног третмана ради се дозиметријска верификација VMAT плана, али за 3D план то није неопходно. 4.2. При верификацији се користи имобилизација која је наведена у картону позиционирања и имобилизације под истим техничким условима. RTT треба да провери уређаје за позиционирање и имобилизацију. 4.3. Потребно је пратити евентуалне промене у волумену, облику и боји саме дојке, до којих може доћи у току зрачног третмана из више разлога (реакција на третман, разна упална стања...), како би се на време реаговало на адекватан начин. 4.4. Уколико има маску, ако се маска чини превише лабавом или претесном, RTT обавештава радијационог онколога који доноси одлуку о даљим поступцима.
Ортогонална MV слика (уграђена слика: OBI)	4.5. Када се користи MV планарно снимање, треба добити ортогоналне слике да би се потврдио положај пацијента. Отвор мора бити довољно велики да ухвати релевантне структуре. Квалитет слике коришћењем ортогоналних планарних MV слика довољан је за поклапање. Слике треба да се добијају са најмањом могућом енергијом ради побољшаног контраста. Мониторске јединице које се користе за аквизицију слике треба да буду што је могуће ниже (2–5 MU), али треба да обезбеде одговарајући квалитет слике за поступак подударања.

Ортогонална kV слика (уграђена слика: OBI)	4.6. Ортогонална kV OBI има додатну предност великог видног поља и побољшаног контраста у поређењу са ортогоналним планарним MV сликањем.
kV конусни сноп СТ (СВСТ)	4.7. Капацитет 3D слике са собом доноси додатне информације за RTT о променама унутар регије од интереса.
MVCT (<i>Megavoltage</i> рачунарска томографија)	4.8. Иако kVCT системи надмашују MVCT у погледу видљивости са малим контрастом, MVCT слике омогућавају довољну визуелизацију о променама унутар регије од интереса.
Структуре подударања за верификацију слике	4.9. Коштане подударне структуре/региони од интереса (ROI) за верификацију слике треба да буду сурогат циља и у зависности од локације тумора могу да укључују међупршљенске просторе, саме пршљенове, ребарне лукове, грудну кост, главу хумеруса, клавикуле...
	4.10. Можда ће бити корисно дефинисати примарне и секундарне структуре подударања приликом планирања за употребу током верификације слике.
	• Примарне структуре подударања су оне чија је анатомија у непосредној близини циља и стога су најкорисније за поређење положаја и за 3D волуметријско снимање помоћу СВСТ-а. • Секундарне подударне структуре су структуре чије је присуство корисно само у сврху поређења.

Слика 1. Референтне тачке за
преклапање

Протоколи корекције код верификације	4.11. Избор <i>online</i> или <i>offline</i> протокола корекције за верификацију пацијената за радиотерапију регије дојке зависи од више фактора и зависи од протокола RT одељења. Ресурси, опрема, образовање особља и потребна пропусност пацијента су све фактори које ће поједина одељења узети у обзир приликом припреме таквог протокола. Међутим, без обзира на ово, препоручује се придржавање неких основних принципа. 4.12. Примарна брига је смањење систематских грешака. 4.13. Суштина свих <i>offline</i> корективних стратегија је сликање пацијента на секвенцијалним фракцијама (нпр. $N = 3$) како би се квантификовала корекција коју треба применити на наредне фракције. Сlike треба прикупљати на секвенцијалним разломцима како би се утврдило да ли је грешка систематска или случајна.
Извођење верификације	4.14. Снимање треба да се обавља од 1 до 3 дана третмана, а слично и на почетку сваке нове фазе лечења. Након тога требало би да буде једном недељно, користећи интерну процедуру и дозвољену толеранцију непоклапања која је стандардно за ову регију до 5 mm. 4.15. У току зрачног третмана, верификација позиције се може вршити и поређењем актуелне позиције <i>cone-beam</i> СТ-ом (СВСТ) са СТ симулационим снимком као референтном позицијом.
1. фракција	• Направити портал слике $270^{\circ}/90^{\circ}$ и 0°, и/или MV портал зрачног поља • Користити отворено поље (VMAT, IMRT) или дуплу експозицију тамо где је то неопходно да би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије и положаја MLC • Избегавати зрачење критичних структура смањењем површине слике • <i>Online</i>

- *Auto matching – Manual match (2D-2D), Spy Glas, Point registration*
- Уколико је одступање веће од дозвољене грешке → ресетовање од почетне вредности → евентуална промена → поновно снимање
- Снимити померања у дозвољеним границама и уписати у картон одступања
- Уколико су одступања и даље већа од дозвољених, обавештава се радијациони онколог и физичар и без њиховог одобрења пацијента не зрачити.

2. и 3. фракција

- Снимање 270°/90° и 0° само са отвореним пољем или двоструком експозицијом тамо где је то потребно, како би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије
- MV портал зрачног поља
- Процена одступања већа од дозвољене грешке
- Снимати кретања у дозвољеним границама и уписати у картон одступања
- *Online*
- *Offline*

Предрадња 4. фракцији

$$m = \frac{\Delta^1 + \Delta^2 + \Delta^3 + \dots + \Delta^n}{n}$$

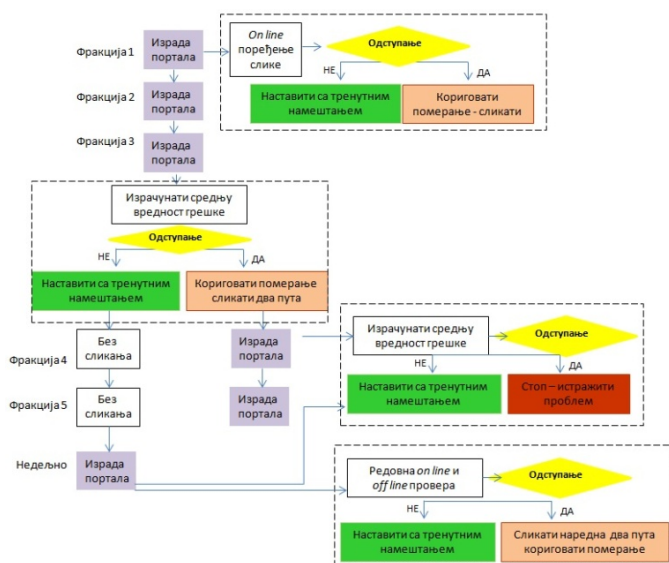
*Средња вредност грешке
померања*

- Израчунати просечно померање прва три зрачења
- У случају одступања изван дозвољених граница, померити у жељеном правцу
- Снимање 270°/90° и 0° само са отвореним пољем или двоструком експозицијом тамо где је то потребно, како би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије (за процедуре у случају одступања након изоцентричног кретања изван дозвољених граница, погледајте општи протокол)
- MV портал зрачног поља
- *Online*
- Евентуална померања уписати у картон одступања

5. фракција

- Поновљено снимање само у случају четвртог дела
- *Offline*

Auto Matching (2D-2D)/ARIA



Слика 2. Поступак верификације радиотерапијског третмана

- Изабрати правог пацијента
- Кликнути на *Auto Matching*
- Изабрати област снимања
- Погледати промене које сте направили са *Spy Glass*-ом

Упутство за израду термопластичне маске

- Термопластичну маску треба ставити у водено купатило по упутству произвођача на наведени временски период, извадити је из купатила и уклонити вишак воде. Пре стављања на кожу пацијента проверити температуру материјала маске.
- Маска се поставља преко обе дојке пацијента, тако да се дојка која се не зрачи помери максимално у страну. Део маске код дојке која се зрачи је потребно лепо обликовати по анатомији дојке, тако да се не направе кожни набори и улегнућа.
- RTT морају брзо и тачно радити на обликовању материјала уско уз кожу пацијента, осигуравајући да нема празнина и да остане у положају који је потребан током поступка обликовања. Ово се мора завршити у року од 2 минута, јер тада ће започети процес очвршћавања.
- Термопластичну маску треба оставити на пацијенту одређено време да очврсне. Према препорукама произвођача то може трајати од 5 до 15 минута, у зависности од врсте материјала. Време хлађења може се смањити пешкиром из фрижидера, хладним јастучићима са гелом или хладним феном.

Провера квалитета израде маске и документовање	• Препоручује се да се маска уклони и поново постави пре почетка СТ скенирања, како би се осигурало да имобилизација коју пружа маска буде одговарајућа. Ово такође омогућава пацијенту да направи кратку паузу пре почетка СТ прегледа, уколико се СТ скенирање из одређених разлога мора извести непосредно после израде маске. • По стандардној процедури и препоруци, израђене термопластичне маске се одлажу на 24 h, јер постоји проценат скупљања маске и до 2 mm за тих 24 h. Након тога су спремне за СТ скенирање и даљу употребу. • RТТ треба да јасно документују поступак и положај пацијента у картону имобилизације. Из безбедносних разлога, име пацијента, ID пацијента и подметач за главу и врат увек треба да буду документовани и на масци пацијента.
Систем за пронацију	• Пацијент лежи на стомаку, са дојком постављеном према имобилизационом средству. • Контралатерална дојка је повучена у страну, како би се избегло њено озрачивање. Руке су постављене изнад главе и пацијент се шакама држи за држаче. Глава је постављена у јастук, специјално намењен томе, који је на постољу и све је заједно фиксирано у позицији која највише одговара пацијенту. • Сви параметри се уносе у картон имобилизације.
Упутство за позиционирање пацијената у супинацији на равној подлози	• Пацијента постављамо да лежи у супинацији на равној подлози, обе руке треба да су подигнуте изнад главе, са надлактицама ослоњеним на „крила” подметача. • Глава треба да је у благо забаченом положају (екстензија врата). Пожељно је да клавикуле са обе стране буду у истој равни. Кожни набори се морају максимално исправити. • Потребно је да се пацијент шакама ухвати за држач са усправљеним зглобовима. У зависности од дужине руку пацијента, држач је могуће померати хоризонтално или вертикално.

- У зависности од тога да ли транскутана радиотерапија обухвата само дојку (зид торакса са оперативним резом) или и регионалне лимфне нодусе – пожељно је поставити одговарајући подметач за главу како бисмо добили већу екстензију врата и браду изоставили из зрачног поља.
- Сви параметри се уносе у картон имобилизације.
- Уколико постоји ограничена покретљивост, рука се поставља под углом од око 90–120 степени у односу на уздужну осу тела. Угао зависи од степена до којег се рука може подићи без појаве кожных набора у супраклавикуларном пределу и могућности да пацијент са имобилизационим системом прође кроз отвор гентрија СТ симулатора, као и од могућности пацијенткиње да подигне руку без нарушавања комфора и стабилности терапијског положаја. Код оваквог позиционирања, шака истостране руке се најчешће поставља на чело или теме пацијента.

**Упутство за
позиционирање
пацијената у
инклинираном
положају**

- Ова врста средства за имобилизацију има покретне подметаче за надлактицу, подлактицу и шаке, подесиви подметач за глутеалну регију и подесиви подметач за главу, као и подесиви систем за инклинацију грудног коша. Сваки од ових делова је могуће самостално померати до те мере да се пружи комфор пацијенту, али и могућност да пацијент прође кроз отвор СТ симулатора.
 - Пацијент лежи у супинацији са инклинацијом грудног коша, најчешће под нагибом од 12,5 до 15 степени (мада постоји и могућност веће или мање инклинације, уколико је то потребно).
 - Обе руке су такође изнад главе, а главу је потребно исто забацити уназад, како би избегли браду у зрачном пољу. За положај главе подметач можемо померати по плочи, у зависности од тога која нам позиција највише одговара. Биаксијалне носаче је потребно померити до одређене позиције која пацијенту одговара, такође.
 - Све параметре уносимо у картон позиционирања и имобилизације.
-

Литература

1. M. Leech, M. Coffey, M. Mast, et al. ESTRO ACROP guidelines for positioning, immobilisation and position verification of head and neck patients for radiation therapists, Tech Innov Patient Support Radiat Oncol. 2017; 1:1–7.
2. On target: ensuring geometric accuracy in radiotherapy, The Royal College of Radiologists, Society and College of Radiographers, Institute of Physics in Engineering and Medicine The Royal College of Radiologists, London (2008)

IV

РАДИОТЕРАПИЈСКИ ПРОТОКОЛ ПОЗИЦИОНИРАЊА, ИМОБИЛИЗАЦИЈЕ И ВЕРИФИКАЦИЈЕ ЗА МАЛИГНЕ ТУМОРЕ ПЛУЋА

Аутори

ССМР Љиљана Лончарски,

Институт за плућне болести Војводине, Служба за радиотерапију

ВРТ Јован Стевановић,

Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

ССМР Слађана Томић,

Институт за онкологију Војводине, Клиника за радиолошку терапију

ВРТ Илија Чурић,

Универзитетски клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију

СМР Бојан Иванов,

Универзитетски клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију

ВРТ Ана Ћосић,

Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

СМР Александар Васиљевић,

Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

1. Позиционирање	Циљ позиционирања и имобилизације треба да буде максималан комфор и репродукцибилност позиције пацијента, а самим тим и прецизност током лечења. Пацијенти могу бити позиционирани и имобилисани у наменски предвиђеним просторијама као што је молдрум, или што је чешће на СТ-у. У оба случаја неопходно је да постоји ласерски систем и пацијент сто као на линеарном акцелератору.
Упознавање пацијента са процедуром	1.1. Пацијент се упознаје са поступцима снимања на СТ симулатору и свим пратећим радњама у току обављања СТ симулације. 1.2. Лице пацијента се фотографише у сврху лакше идентификације и слика се убацује у електронски картон. 1.3. Виши радиолошки техничар у радиотерапији/радиотерапијски техничар (РТТ) треба да пружи пацијенту потпуно и детаљно објашњење процедуре која предстоји. 1.4. Током припреме пацијента неопходно је нагласити важност мировања и нормалног дисања током поступка. Пацијента треба упознати са осталим аспектима који се односе на безбедност и ефикасност процедуре. 1.5. Пре него што почнемо са процедуром, пацијента треба замолити да скине сву одећу од појаса на горе, као и све металне предмете са регије од интереса (ланчић).
2. Позиционирање и имобилизациона опрема	2.1. Пацијент се поставља у одговарајући положај, уз примену средстава за имобилизацију грудног коша (различитих произвођача). При овој радњи се води рачуна да се пацијенту обезбеди максималан комфор.

- 2.2. Сви уређаји за имобилизацију морају бити причвршћени за сто, како би се смањиле ротационе и транслационе грешке. Подметачи за главу и врат треба да пружају адекватну потпору, не смеју бити присутне празнине испод главе пацијента. Све додатне делове потребне за поступак, попут подметача за колена, пожељно је индексирати за сто. У 4D основна имобилизациона плоча може бити постављена у предефинисане маркере на пацијент столу.
- 2.3. Имобилизациона средства за положај у супинацији са рукама подигнутим изнад главе.
- Ако пацијента постављамо да лежи у супинацији на равnoj подлози, обе руке треба да су подигнуте изнад главе, са надлактицама ослоњеним на „крила” подметача.
 - Глава треба да је у благо забаченом положају (екстензија врата). Пожељно је да клавикуле са обе стране буду у истој равни.
- 2.4. По потреби, може се користити и термопластична маска, вакуум јастуци или комбинација два или више средстава.

**Документовање
позиционирања и
опреме**

- 2.5. Картон имобилизације долази попуњен од стране ординирајућег радијационог онколога, и по њему RТТ позиционира пацијента на СТ-у.
- Уколико сматра да је позиција коју је доктор планирао технички неизводљива, тешка за репозиционирање на апарату или неадекватна за анатомију пацијента, RТТ о томе обавештава радијационог онколога како би нашли одговарајуће решење.
 - Документацију положаја и свих средстава за имобилизацију која су коришћена у картон имобилизације треба да уписује један RТТ, а други да проверава. Обавезан је и потпис RТТ-а који су попуњавали картон имобилизације.
-

Израда термопластичне маске	2.6. Пацијент треба да буде постављен у одговарајући положај, са комплетном имобилизацијом. 2.7. Ако се користи водено купатило, треба се придржавати препорука произвођача о температури воде у воденом купатилу, као и дужини времена потребног за очвврђавање маске.
3. СТ поступак	3.1. Пре започињања поступка СТ скенирања треба се придржавати свих правила у вези са сагласношћу пацијента („информисани пристанак”) и идентификацијом пацијента.
Документација	3.2. Кроз СТ упут, имиџинг картон, као и осталу пропратну документацију пацијента (конзилијарна одлука, картон зрачења, историја болести пацијента са дијагнозом, анамнестичким подацима, лабораторијске анализе, EKG итд) проверавамо важне податке у вези са предстојећим скенирањем (као што су регија скенирања, потребне границе скенирања) који треба да буду познати РТТ-у пре почетка СТ-а, а које наводи ординирајући радијациони онколог приликом попуњавања имиџинг картона. Треба се придржавати и маргина скенирања према локалним стандардним оперативним процедурама (SOP).
Контраст	3.3. Ако се користи контраст, РТТ морају испитати пацијента на потенцијалну алергију на примењивани контраст према протоколу и могућност последичне анафилаксије. Документовати овај поступак прегледа, прегледати потврду дате премедикације уколико је она по потреби преписана и дата пацијенту и осигурати да је антиалергијски сет за хитне случајеве увек припремљен. Пре интравенске примене контраста неопходно је проверити лабораторијски узорак крви пацијента са налазом клиренса креатинина, урее, нивоом глукозе и калијума. РТТ мора осигурати да се контраст загреје на 37 степени Целзијуса како би одговарао телесној температури пацијента.

- У складу са важећим прописима радијациони онколог, или други именовани клиничар, мора да буде присутан током поступака пласирања брауниле и апликовања контраста.

**Постављање
пацијента и
скенирање**

- 3.4. Пацијента треба тачно поставити на сто, по забележеним смерницама из имиџинг картона и других формулара имобилизације. У случајевима када се користи маска која је направљена у СТ соби и скенира се одмах после израде маске, пацијент ће већ бити правилно постављен.
- 3.5. Сагитални ласер, који користимо да бисмо осигурали да пацијент лежи равно, налази се на средини манубријума, ксифоидне кости и симфизе када је у супинацији. Ово помаже у минимализацији ротације пацијента на столу.
- 3.6. Ако се планира болус за лечење пацијента, пожељно је да се направи и буде постављен пре СТ скенирања како би се у прорачуну дозе узео у обзир стварни болус који ће се користити у лечењу.
- 3.7. Тачан протокол скенирања регије торакса треба одабрати према већ утврђеним процедурама:
 - Количина контраста према тежини пацијента
 - *Delay* фаза зависи да ли се контраст даје ручно или пумпом
 - СТ пресеци на 2–5 mm
 - СТ пресеци се стандардно врше од нивоа крикоидне хрскавице до L1-L2 пршљена
 - Обележавање (оловне маркације до 2 mm пречника) се врши тако што одређујемо и референтне маркације помоћу пројекције сагиталних ласера на левој и десној страни. Транверзални ласер се постави на интермамарну линију. Коронарни ласер се стави на средњу линију тела (половину АР дијаметра). У зависности од клиничке ситуације, оловни маркери се могу поставити на другим нивоима.

- 3.8. RTT морају осигурати да су и оријентација пацијента и оријентација топограма тачно унети на СТ конзолу.
- 3.9. RTT би требало да користе топограм да би потврдили границе скенирања потребне за случај торакалне регије.
- 3.10. Прво се ради *scout* у AP пројекцији, на коме се виде анатомске структуре регије од интереса.
- Ако нам се учини да пацијент лежи укриво, односно да га је могуће боље позиционирати, потребно је репозиционирати пацијента како би добили жељени терапијски а репродуцибилан положај.
 - Након урађеног AP *scout*-а, ради се LAT *scout*, где се види бочна позиција пацијента.
 - На кожи пацијента је потребно трајно маркирати (тетовирати) тачке пресека ласера, односно место где смо поставили наша три основна оловна маркера.
- 3.11. Уколико је потребно, могуће је фотографијом документовати положај пацијента и исту фотографију приложити у електронски картон.
- 3.12. Након СТ поступка, подаци скенирања се могу проследити у TPS или софтвер за виртуелну симулацију ради разграничења (делинеација).
- 3.13. Након тетовирања маркација, пацијент напушта СТ.
- Ако је примењен контраст, треба се придржавати протокола одељења у вези са посматрањем пре него што пацијент напусти одељење. Као минимални захтев, пацијент мора остати на одељењу још петнаест минута.
-

4. Верификација радиотерапијског третмана	Општи принципи
	4.1. Пре почетка зрачног третмана ради се дозиметријска верификација VMAT плана, али за 3D план то није неопходно. 4.2. При верификацији се користи имобилизација која је наведена у картону позиционирања и имобилизације под истим техничким условима. 4.3. Пожељно је надгледати тежину пацијента на недељном нивоу, јер би значајан губитак тежине на крају могао захтевати поновни план. 4.4. У недостатку могућности 3D волуметријског снимања, препоручљиво је извршити ново СТ скенирање између фаза третмана, или након унапред дефинисаног броја фракција за истовремене интегрисане технике појачања, као контролна тачка за циљне запремине, OAR и спољну контуру варијације.
Ортогонална MV слика (уграђена слика: OBI)	4.5. Када се користи MV планарно снимање, треба добити ортогоналне слике да би се потврдио положај изоцентра. Отвор мора бити довољно велики да ухвати релевантне структуре. Квалитет слике коришћењем ортогоналних планарних MV слика довољан је за поклапање торакса. Слике треба да се добијају са најмањом могућом енергијом ради побољшаног контраста. Мониторске јединице које се користе за аквизицију слике треба да буду што је могуће ниже (2–5 MU), али треба да обезбеде одговарајући квалитет слике за поступак подударања.
Ортогонална kV слика (уграђена слика: OBI)	4.6. Ортогонална kV OBI има додатну предност великог видног поља и побољшаног контраста у поређењу са ортогоналним планарним MV сликањем.
kV конусни сноп СТ (СВСТ)	4.7. Капацитет 3D слике са собом доноси додатне информације за RTT о скупљању тумора и лимфатика, едемима и потенцијалном утицају губитка тежине на локацију и локацију OAR.

MVCT (Megavoltage рачунарска томографија)	4.8. Иако kVCT системи надмашују MVCT у погледу видљивости са малим контрастом, MVCT слике омогућавају довољну визуелизацију скупљања тумора и лимфатика, едема и потенцијалног утицаја губитка тежине на циљ и локацију OAR.
Структуре подударања за верификацију слике	4.9. Коштане подударне структуре/региони од интереса (ROI) за верификацију слике треба да буду сурогат циља и у зависности од локације тумора могу да укључују ребарни лук, кичмене пршљенове. 4.10. Можда ће бити корисно дефинисати примарне и секундарне структуре подударања приликом планирања за употребу током верификације слике. • Примарне структуре подударања су оне чија је анатомија у непосредној близини циља и стога су најкорисније за поређење положаја и за 3D волуметријско снимање помоћу СВСТ-а. • Секундарне подударне структуре су структуре чије је присуство корисно само у сврху вођења.
Протоколи корекције код верификације	4.11. Избор <i>online</i> или <i>offline</i> протокола корекције за верификацију пацијената са радиотерапијом торакалне регије зависи од више фактора и зависи од протокола RT одељења. Ресурси, опрема, образовање особља и потребна пропусност пацијента су све фактори које ће поједина одељења узети у обзир приликом припреме таквог протокола. Међутим, без обзира на ово, препоручује се придржавање неких основних принципа. 4.12. Примарна брига је смањење систематских грешака. Систематске грешке су оне које се генерално уводе у фази припреме за лечење и стога ће њихово неисправљање довести до померања кумулативне расподеле дозе.

4.13. Суштина свих *offline* корективних стратегија је сликање пацијента на секвенцијалним фракцијама (нпр. $N = 3$) како би се квантификовала корекција коју треба применити на наредне фракције. Сlike треба прикупљати на секвенцијалним разломцима како би се утврдило да ли је грешка систематска или случајна.

Извођење верификације

4.14. Снимање треба да се обавља од 1 до 3 дана третмана, а слично и на почетку сваке нове фазе лечења. Након тога требало би да буде једном недељно, користећи интерну процедуру и дозвољену толеранцију непоклапања која је стандардно за ову регију до 2–5 mm.

- По процени већег ризика озрачивања ризичних структура препорука је да се свакодневно изводи верификација, уз нулту толеранцију непоклапања.

4.15. У току зрачног третмана, верификација позиције се може вршити и поређењем актуелне позиције *cone-beam* СТ-ом (СВСТ) са СТ симулационим снимком као референтном позицијом.

4.16. У случају одступања већих од 2 до 5 mm, за верификацију позиције и репозиционирање понавља се *cone-beam* СТ (СВСТ).

1. фракција

- Направити портал слике $270^\circ/90^\circ$ и 0°
- Користити отворено поље (*RapidArc*, IMRT) или дуплу експозицију тамо где је то неопходно да би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије и положаја MLC
- Избегавати зрачење критичних структура смањењем површине слике
- *Online*
- *Auto matching – Manual match (2D-2D), Spy Glass, Point registration*

- Процена одступања је већа од недозвољене грешке → ресетовање од почетне вредности → евентуална промена → поновно снимање
- Снимити померања у дозвољеним границама/забележити померања у картон

2. и 3. фракција

- Снимање 270°/90° и 0° само са отвореним пољем или двоструком експозицијом тамо где је то потребно, како би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије
- Процена одступања већа од дозвољене грешке
- Снимати кретања у дозвољеним границама/забележити померања у картон
- *Online*
- *Offline*

Предрадња 4. фракцији

$$m = \frac{\Delta^1 + \Delta^2 + \Delta^3 + \dots + \Delta^n}{n}$$

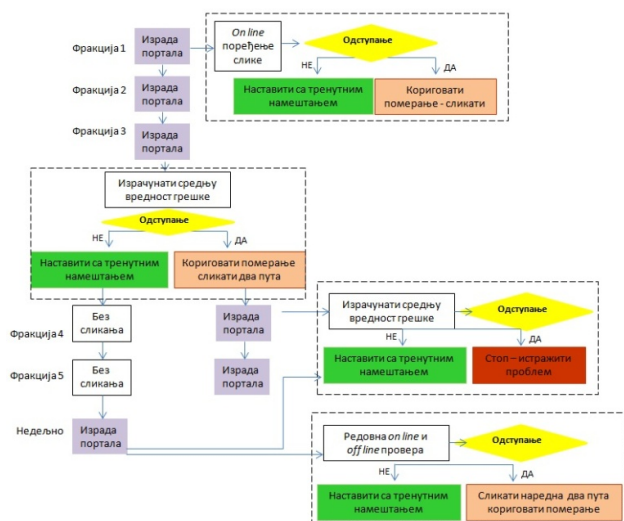
*Средња вредност грешке
померања*

- Израчунати просечно померање прва три зрачења
- У случају одступања изван дозвољених граница, померити у жељеном правцу
- Снимање 270°/90° и 0° само са отвореним пољем или двоструком експозицијом, тамо где је то потребно како би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије (за процедуре у случају одступања након изоцентричног кретања изван дозвољених граница, погледати општи протокол)
- *Online*

5. фракција

- Поновљено снимање само у случају четвртог дела
- *Offline*

Auto Matching (2D-2D)/ARIA



Слика 1. Поступак верификације радиотерапијског третмана

- Изабрати правог пацијента
- Кликнути на *Auto Matching*
- Изабрати област снимања
- Погледати промене које сте направили са *Spy Glass*-ом

Упутство за позиционирање пацијента у супинацији на равној подлози

- Пацијента постављамо да лежи у супинацији на равној подлози, обе руке треба да су подигнуте изнад главе, са надлактицама ослоњеним на „крила” подметача.
- Глава треба да је у благо забаченом положају (екстензија врата). Пожељно је да клавикуле са обе стране буду у истој равни. Кожни набори се морају максимално исправити.
- Потребно је да се пацијент шакама ухвати за Т држач са усправљеним зглобовима. У зависности од дужине руку пацијента, Т држач је могуће померати хоризонтално (са ознакама 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8...) или вертикално (са ознакама А, В, С, D, Е, F).
- Уколико постоји ограничена покретљивост, рука се поставља под углом од око 90–120 степени у односу на уздужну осу тела. Угао подизања зависи од степена до којег се рука може подићи без појаве кожних набора у супраклавикуларном пределу и могућности да пацијент са имобилизационим системом прође кроз отвор гентрија СТ симулатора, као и од могућности пацијента да подигне руку без нарушавања комфора и стабилности терапијског положаја. Код оваквог позиционирања, шака истостране руке се најчешће поставља на чело или теме пацијента.

**Упутство за
позиционирање
пацијената у
инклинираном
положају**

- Ова врста средства за имобилизацију има покретне подметаче за надлактицу, подлактицу и шаке, подесиви подметач за глутеалну регију и подесиви подметач за главу, као и подесиви систем за инклинацију грудног коша. Сваки од ових делова је могуће самостално померати до те мере да се пружи комфор пацијенту, али и могућност да пацијент прође кроз отвор СТ симулатора.
 - Пацијент лежи у супинацији са инклинацијом грудног коша, најчешће под нагибом од 12,5 до 15 степени (мада постоји и могућност веће или мање инклинације, уколико је то потребно).
 - Обе руке су такође изнад главе, а главу је потребно исто забацити уназад. За положај главе подметач можемо померати по плочи, у зависности од тога која нам позиција највише одговара. Биаксијалне носаче је потребно померити до одређене позиције која пацијенту одговара, такође.
 - Све параметре уносимо у картон позиционирања и имобилизације.
-

IVa

ПРОТОКОЛ ЗА ПОЗИЦИОНИРАЊЕ, ИМОБИЛИЗАЦИЈУ, СТ СИМУЛАЦИЈУ, ВЕРИФИКАЦИЈУ И СПРОВОЂЕЊЕ ПРОЦЕДУРЕ СТЕРЕОТАКСИЧНЕ RT

Метастаза плућа

1. Припрема пацијента	SRT метастаза плућа подразумева примену респираторних техника дисања пацијента које је праћено гејтингом: слободно дисање (<i>Backup gating</i>) или задржај удаха DIBH (<i>Deep inspiration breath hold</i>). Пацијент се у том смислу упознаје са процедуром.
Провера документације пацијента	1.1. Историја болести, лични идентификациони подаци, подаци о болести и лечењу, упозорења на алергију на контраст и слично, упут за СТ симулацију, KKS са биохемијом. 1.2. Пре отпочињања процедуре неопходно је обавити идентификацију пацијента. Лице пацијента се фотографише у сврху идентификације, а фотографија се убацује у електронски картон. 1.3. Виши радиолошки техничар у радиотерапији/ радиотерапијски техничар (РТТ) треба да пружи пацијенту потпуно и детаљно објашњење процедуре која предстоји. Пацијента треба упознати са осталим аспектима који се односе на безбедност и ефикасност процедуре. 1.4. Пре него што почнемо са процедуром, пацијента треба замолити да скине сву одећу од појаса на горе, као и све металне предмете са регије од интереса (ланчић).
Током припреме пацијента неопходно је:	• Нагласити важност мировања; • Нормалног дисања током поступка; • Задржавања удаха за прецизност третмана; • Са пацијентом треба вежбати ритам дисања и проверити дужину трајања задржавања удисаја (минимално 20 секунди, стабилно).

2. Позиционирање	2.1. Циљ позиционирања и имобилизације треба да буде максималан комфор и репродукцибилност позиције пацијента, а самим тим и прецизност током лечења. 2.2. Процедура се спроводи у простору СТ симулатора.
Позиционирање и имобилизација	2.3. Пацијент се позиционира на столу у супинацији у што удобнији и репродукцибилнији положај, пратећи свој природни положај. Сагитални ласер, који користимо да бисмо осигурали да пацијент лежи равно, налази се на средини манубријума, ксифоидне кости и симфизе. Ово помаже у минимализацији ротације пацијента на столу. 2.4. Сви уређаји за имобилизацију морају бити причвршћени за сто, како би се смањиле ротационе и транслационе грешке. 2.5. Користи се имобилизационо средство за третман регије торакса у супинацији на равној подлози (wing board) и вакуумски јастуци (vaclock) минимум димензија 70 x 100 cm за осигурање положаја пацијента. 2.6. Обе руке треба да су подигнуте изнад главе, са надлактицама ослоњеним на „крила” подметача, додатно осигуране моделовањем вакуумског јастука. 2.7. У зависности од кондиције пацијента, врши се максимална елевација и екстензија руку. 2.8. Пожељно је да клавикуле са обе стране буду у истој равни. 2.9. Уколико постоји ограничена покретљивост, рука се поставља у прихватљив положај за пацијента, пожељно под углом од око 90 степени у односу на уздужну осу тела, под условом могућности да пацијент са имобилизационим системом прође кроз отвор гентрија СТ симулатора. 2.10. Глава треба да је у благо забаченом положају (екстензија врата).

Моделовање вакуумског јастука	2.11. Постављање на плочу СТ симулатора тако да горњим делом покрива имобилизационо средство у пределу положаја главе и прелази преко крила имобилизационог средства (<i>wing board</i>), а доњим делом причвршћен за сто помоћу <i>lockbar</i>-а; вакуумски јастук је делимично вакуумиран, раван целом површином и пацијент се позиционира на тако припремљен јастук у правилан геометријски положај; након тога се испусти ваздух из јастука и почиње моделовање јастука са циљем да се осигура положај тела унутар јастука. 2.12. Због комфорнијег положаја пацијента и захтевности респираторног приступа неопходно је поставити колено подметач.
Документовање позиционирања и опреме	2.13. RTT попуњава картон за позиционирање и имобилизацију уносећи све параметре. 2.14. Положај пацијента се слика из минимум три правца и похрањује у електронску базу података.
3. СТ симулација	Иницијалне маркације • Сагитални – средина грудне кости (симфиза); • Трансверзални – интрамамиларна линија; • Коронарни – средња аксиларна линија. 3.1. У пределу 2 cm испод ксифоидног наставка или на средини абдомена у зависности од самог начина дисања пацијента поставља се маркер блок за праћење респираторних покрета на место највећег померања приликом дисања. 3.2. Тачан протокол скенирања треба одабрати према већ утврђеним процедурама: • Одређивање топограма – мандибула – L1; • Дебљина пресека – 2–5 mm.

- 3.3. Укључивање система за респираторне технике, одређивање респираторних метода дубоки удах (DIBH) и/или *Backup gating* (4DCT) и уношење свих потребних параметара.
- 3.4. Увежбавање респираторних метода са пацијентом. Урадити три пробе дубоког удисаја пацијента пре започињања прегледа, пацијент удахне дубоко и задржава дах минимално 20 секунди, на систему за респираторну технику линија дисања мора бити равна и стабилна уколико се ради DIBH, стабилно дисање и континуирано исти (сличан) експиријум и инспиријум уколико се ради *Backup gating* техника.
- 3.5. Одређивање параметара за респираторну технику:
- Стандардни топограми AP; LAT
 - Нативни преглед са удахом који мора бити минимум 20 sec.
 - Нативни 4DCT за *Backup gating*
 - По потреби ради се нативни или контраст преглед током слободног дисања без гејтинг праћења (3DCT)
- 3.6. Одређивање маргина покрета током удаха – опсег маргина 5(4)–3(2) mm горња маргина, 2 mm доња маргина:
- Преглед са задржавањем удаха
 - Преглед у слободном дисању праћено гејтингом (4DCT); маргине ретроактивно одређују лекари.
- 3.7. Регистрација прегледа на систему.

Процедуре на CT симулатору спроводе три RTT-a.

4. Верификација и спровођење радиотерапијског третмана	4.1. Пре почетка зрачног третмана, ради се дозиметријска верификација SRT плана. 4.2. Стандардна идентификација пацијента и провера медицинске документације. 4.3. Провера имобилизационе опреме. 4.4. Пацијент се репозиционира на основу картона позиционирања и имобилизације. 4.5. Изнад главе пацијента на пацијент столу поставља се таблет који детерминише криву дисања пацијента и маргине одређене на СТ симулатору; аудио и визуелном комуникацијом пацијент се усмерава да дах задржава у оквиру задатих маргина. 4.6. Спроводи се верификација третмана уз помоћ конусног снопа СВСТ за сваки третман.
Регије од интереса	4.7. Коштане подударне структуре – пршљенови, ребарни лукови, грудна кост, сама промена или промене. 4.8. Дефинишу се примарне и секундарне структуре подударања приликом планирања за употребу током верификације слике. 4.9. Верификацију изводе RTT искључиво онлајн уз присуство радијационог онколога. 4.10. Након одобрене верификације приступа се спровођењу третмана. <i>Процедуре верификације третмана и спровођења третмана спроводе три RTT-а.</i>

Литература

1. M. Leech, M. Coffey, M. Mast, et al. ESTRO ACROP guidelines for positioning, immobilisation and position verification of head and neck patients for radiation therapists, Tech Innov Patient Support Radiat Oncol. 2017; 1:1–7.
2. On target: ensuring geometric accuracy in radiotherapy, The Royal College of Radiologists, Society and College of Radiographers, Institute of Physics in Engineering and Medicine The Royal College of Radiologists, London (2008)
3. U. Nestele, DD. Ruysscher, U. Ricardi et al. ESTRO ACROP guidelines for target volume definition in the treatment of locally advanced non-small cell lung cancer. Radiotherapy and Oncology. 2018 March. 127 (2018) 1–5.
4. K.I. Kauwelo, D. Ruan, J.C. Park, *et al* .GateCT™ surface tracking system for respiratory signal reconstruction in 4DCT imaging, Med Phys, 39 (1) (2012), pp. 492–502.
5. J.W.H. Wolthaus, C. Schneider, J.-J. Sonke, M. van Herk, J.S.A. Belderbos, M.M.G. Rossi, *et al* . Mid-ventilation CT scan construction from four-dimensional respiration-correlated CT scans for radiotherapy planning of lung cancer patients, Int J Radiat Oncol Biol Phys, 65 (2006), pp. 1560–1571.
6. H.Al-Hallaq, V. Batista, M. Kügele, E. Ford, N. Viscariello, J. Meyer, The role of surface-guided radiation therapy for improving patient safety, Radiotherapy and Oncology. 2021 163: 229–236.
7. R. A. Sethi, MD, D. A. Larson, MD, PhD, I. J. Barani, MD , M. Roach, III, MD, Handbook of Evidence- Based Stereotactic Radiosurgery and Stereotactic Body Radiotherapy, ISBN 978-3-319-21896-0 ISBN 978-3-319-21897-7 (eBook), DOI 10.1007/978-3-319-21897-7, Library of Congress Control Number: 2015945109, Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London, © Springer International Publishing Switzerland 2016
8. *D. E. Heron, MD, M. S. Huq, PhD, J. M. Herman, MD, MSc*, Stereotactic Radiosurgery and Stereotactic Body Radiation Therapy (SBRT), ISBN: 9780826168566 ebook ISBN: 9780826168573 Copyright © 2019 Springer Publishing Company.

V

РАДИОТЕРАПИЈСКИ ПРОТОКОЛ ПОЗИЦИОНИРАЊА, ИМОБИЛИЗАЦИЈЕ И ВЕРИФИКАЦИЈЕ ЗА МАЛИГНЕ ТУМОРЕ ГИНЕКОЛОШКЕ РЕГИЈЕ

Аутори

ВРТ Наташа Субашић,

Здравствени центар Кладово, Служба онкологије

ВРТ Јован Стевановић,

Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

ССМР Слађана Томић,

Институт за онкологију Војводине, Клиника за радиолошку терапију

ВРТ Илија Чурић,

Универзитетски клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију

ВРТ Ана Карић,

Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

ВРТ Ана Букатаревић,

Здравствени центар Кладово, Служба онкологије

ВРТ Ана Ћосић,

Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

1. Позиционирање	Циљ позиционирања и имобилизације треба да буде максималан комфор и репродуцибилност позиције пацијента, а самим тим и прецизност током лечења. Пацијент се позиционира на СТ-у, где је неопходно да постоји ласерски систем и пацијент сто као на линеарном акцелератору.
Упознавање пацијента са процедуром	1.1. Пре отпочињања процедуре неопходно је обавити идентификацију пацијента. 1.2. Лице пацијента се фотографише у сврху идентификације, фотографија се убацује у електронски картон. 1.3. Виши радиолошки техничар у радиотерапији/радиотерапијски техничар (РТТ) треба да пружи пацијенту потпуно и детаљно објашњење процедуре која предстоји. 1.4. Током припреме пацијента неопходно је нагласити важност мировања и нормалног дисања током поступка. Пацијента треба упознати са осталим аспектима који се односе на безбедност и ефикасност процедуре. 1.5. Пре него што почнемо са процедуром, пацијента треба замолити да скине сву одећу од појаса на доле, као и све металне предмете са регије од интереса.
2. Позиционирање и имобилизациона опрема	2.1. Пацијент се позиционира на столу у супинацији, у што удобнији и репродуцибилнији положај, пратећи свој природни положај. • Сагитални ласер користимо да бисмо осигурали да пацијент лежи равно, налази се на средини манубријума, ксифоидне кости, као и симфизе. Ово помаже у минимализацији ротације пацијента на столу.

- 2.2. Сви уређаји за имобилизацију морају бити причвршћени (*lock-bar*-ом) за сто, како би се смањиле ротационе и транслационе грешке. Подметачи за главу и врат треба да пружају адекватну потпору, не смеју бити присутне празнине испод главе пацијента, као ни на врху наслона за врат.
- 2.3. Пацијент лежи у супинацији, обе руке савијене у лакту и положене на груди, шаком једне руке придржава се лакат друге руке или ако је пацијенту удобније – шаком једне руке придржава се зглоб шаке друге руке.
- Одговарајући подметач за главу из сета подметача за позиционирање користи се због удобнијег положаја, који пацијент треба да задржи током скенирања на СТ симулатору или зрачења на акцелератору.
 - Одговарајући подметач за колена из сета подметача за колена одабран да обезбеди оптималан и репродуцибилан положај и висину колена и ногу током скенирања на СТ симулатору или зрачења на акцелератору.
 - Одговарајући подметач и фиксатор за стопала из сета за позиционирање стопала одабран да обезбеди фиксацију и репродуцибилност положаја стопала током скенирања на СТ симулатору или зрачења на акцелератору.
- 2.4. Изузетак у позиционирању пацијената код којих се спроводи радиотерапија гинеколошке регије је код пацијената код којих се спроводи радиотерапија парааорталне регије. У том случају руке су изнад главе да би се избегло да непотребно буду у зрачном пољу.
- 2.5. Све додатне делове потребне за поступак, попут подметача за колена, такође је потребно индексирати за сто.
-

Документовање позиционирања и опреме	2.6. Картон имобилизације долази попуњен од стране ординирајућег радијационог онколога, и по њему РТТ позиционира пацијента на СТ-у. Уколико се утврди да је позиција коју је доктор планирао технички неизводљива, тешка за репозиционирање на апарату или неадекватна за анатомију пацијента, РТТ о томе обавештава радијационог онколога како би нашли одговарајуће решење. Документацију положаја и свих средстава за имобилизацију која су коришћена у картон имобилизације треба да уписује један РТТ, а други да проверава. Обавезан је и потпис РТТ-а који су попуњавали картон имобилизације.
Израда термопластичне маске	2.7. Пацијент треба да буде постављен у одговарајући положај, са комплетном имобилизацијом. 2.8. Ако се користи водено купатило, треба се придржавати препорука произвођача о температури воде у воденом купатилу, као и дужини времена потребног за очвршћавање маске.
3. СТ поступак	3.1. Пре започињања поступка СТ скенирања треба се придржавати свих правила у вези са сагласношћу пацијента („информисани пристанак”) и идентификацијом пацијента.
Документација	3.2. Кроз СТ упут, имиџинг картон, као и осталу пропратну документацију пацијента (конзилијарна одлука, картон зрачења, историја болести пацијента са дијагнозом, анамнестичким подацима, лабораторијске анализе, EKG итд) прикупљамо важне податке у вези са предстојећим скенирањем (као што су регија скенирања, потребне границе скенирања), који треба да буду познати РТТ-у пре почетка СТ-а, а које наводи ординирајући радијациони онколог приликом попуњавања имиџинг картона. Треба се придржавати и маргина скенирања према локалним стандардним оперативним процедурама (SOP).

Контраст	3.3. Ако се користи контраст, РТТ морају испитати пацијента на потенцијалну алергију на примењивани контраст према протоколу и могућност последичне анафилаксије. Документовати овај поступак прегледа, прегледати потврду дате премедикације уколико је она по потреби преписана и дата пацијенту и осигурати да је антиалергијски сет за хитне случајеве увек припремљен. Пре интравенске примене контраста неопходно је проверити лабораторијски узорак крви пацијента са налазом клиренса креатинина, урее, нивоом глукозе и калијума. РТТ мора осигурати да се контраст загреје на 37 степени Целзијуса како би одговарао телесној температури пацијента. • У складу са важећим прописима радијациони онколог, или други именовани клиничар, мора да буде присутан током поступака апликовања контраста.
Постављање пацијента и скенирање	3.4. Пацијента треба тачно поставити на сто, по забележеним смерницама из имицинг картона и других формулара имобилизације. 3.5. Уколико је потребно, постоперативни рез је могуће обележити жицом или користећи два оловна маркера, тако што ћемо једну поставити на почетак ожилжа, а другу на крај. 3.6. Ако се планира болус за лечење пацијента, пожељно је да се направи и буде постављен пре СТ скенирања како би се у прорачуну дозе узео у обзир стварни болус који ће се користити у лечењу. 3.7. Припрема обухвата примену контрастног средства за визуализацију и маркацију органа и јодног средства у току поступка симулације/скенирања пацијента.

- 3.8. Тачан протокол скенирања треба одабрати према већ утврђеним процедурама:
- СТ пресеци на 5 mm
 - СТ пресеци се стандардно врше од нивоа Th10 до интроитуса вагине. Ако ће код пацијенткиње постојати и парааортално поље – горњи ниво скенирања је од Th7 до Th8. Обележавање иницијалног изоцентра референтним тачкама маркације (оловни маркери до 2 mm пречника) најчешће се врши у нивоу: централна маркација на средини горње ивице симфизе пубис, бочне маркације у истој равни на половини AP дијаметра. Уколико анатомија пацијента не дозвољава стандардно постављане основне три драмлије, маркације је могуће поставити ванстандардно на местима која су више фиксирана, без кожных набора.
- 3.9. РТТ морају осигурати да су и оријентација пацијента и оријентација топограма тачно унети на СТ конзолу.
- 3.10. Прво се ради *scout* у AP пројекцији, на коме се виде коштане структуре регије од интереса. Ако нам се учини да пацијент лежи укриво, односно да га је могуће боље позиционирати, потребно је репозиционирати пацијента како би добили жељени терапијски а репродуцибилан положај.
- Након урађеног AP *scout*-а, ради се LAT *scout*, где се види бочна позиција пацијента са маркацијама.
- 3.11. Уколико је могуће, потребно је фотографијом документовати положај пацијента и исту фотографију приложити у електронски картон.
- 3.12. Након СТ поступка, подаци скенирања се прослеђују у TPS или софтвер за виртуелну симулацију ради разграничења (делинеација).

3.13. На кожи пацијента је потребно трајно маркирати (тетовирати) тачке пресека ласера, односно место где смо поставили наша три оловна маркера. Након тога пацијент напушта СТ.

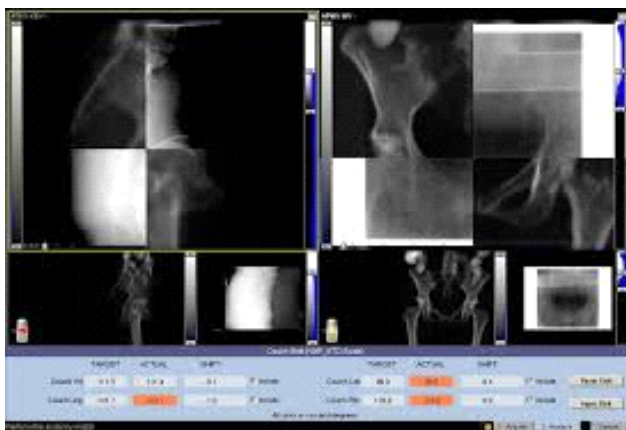
- Ако је примењен контраст, треба се придржавати протокола одељења у вези са посматрањем пре него што пацијент напусти одељење. Као минимални захтев, пацијент мора остати на одељењу још петнаест минута.

4. Верификација радиотерапијског третмана

Општи принципи

- 4.1. Пре почетка зрачног третмана ради се дозиметријска верификација VMAT плана, али за 3D план то није неопходно.
 - 4.2. При верификацији се користи имобилизација која је наведена у картону позиционирања и имобилизације под истим техничким условима. РТТ треба да провери уређаје за позиционирање и имобилизацију.
 - 4.3. Потребно је надгледати тежину пацијента на недељном нивоу, јер би значајан губитак тежине на крају могао захтевати поновни план.
 - 4.4. Пре првог зрачног третмана и сваке следеће зрачне сеансе пацијент мора бити адекватно припремљен. Неопходно је да по одласку на РТ у чекаоници попије између 500–600 ml воде и да се након 20–30 min. јави РТТ-у да је завршио и да може да се зрачи. На овај начин се постиже приближно иста испуњеност бешике као и током израде терапијског скенера за планирање. Исту процедуру поновити на свакој зрачној сеанси, а самим тим ће и на верификацији бити боља контрола и приказ структура од интереса.
 - 4.5. Уколико има маску, ако се маска чини превише лабавом или претесном, РТТ обавештава радијационог онколога који доноси одлуку о даљим поступцима.
-

Ортогонална MV слика (уграђена слика: OBI)	4.6. Када се користи MV планарно снимање, треба добити ортогоналне слике да би се потврдио положај изоцентра. Отвор мора бити довољно велики да ухвати релевантне структуре. Квалитет слике коришћењем ортогоналних планарних MV слика довољан је за поклапање. Сlike треба да се добијају са најмањом могућом енергијом ради побољшаног контраста. Мониторске јединице које се користе за аквизицију слике треба да буду што је могуће ниже (2–5 MU), али треба да обезбеде одговарајући квалитет слике за поступак подударања.
Ортогонална kV слика (уграђена слика: OBI)	4.7. Ортогонална kV OBI има додатну предност великог видног поља и побољшаног контраста у поређењу са ортогоналним планарним MV сликањем.
kV конусни сноп СТ (СВСТ)	4.8. Капацитет 3D слике са собом доноси додатне информације за RTT о променама унутар регије од интереса.
MVCT (Megavoltage рачунарска томографија)	4.9. Иако kVCT системи надмашују MVCT у погледу видљивости са малим контрастом, MVCT слике омогућавају довољну визуелизацију о променама унутар регије од интереса.
Структуре подударања за верификацију слике	4.10. Коштане подударне структуре/региони од интереса (ROI) за верификацију слике треба да буду сурогат циља и у зависности од локације тумора могу да укључују међупршљенске просторе, кристе илијаке, карлични отвор, оптураторне отворе, симфизу... 4.11. Можда ће бити корисно дефинисати примарне и секундарне структуре подударања приликом планирања за употребу током верификације слике.



*Слика 1. Референтне тачке
за преклапање*

- Примарне структуре подударања су оне чија је анатомија у непосредној близини циља и стога су најкорисније за поређење положаја и за 3D волуметријско снимање помоћу СВСТ-а.
- Секундарне подударне структуре су структуре чије је присуство корисно само у сврху поређења.

Протоколи корекције код верификације	4.12. Избор <i>online</i> или <i>offline</i> протокола корекције за верификацију пацијената за радиотерапију гинеколошке регије зависи од више фактора и зависи од протокола RT одељења. Ресурси, опрема, образовање особља и потребна пропусност пацијента су све фактори које ће поједина одељења узети у обзир приликом припреме таквог протокола. Међутим, без обзира на ово, препоручује се придржавање неких основних принципа. 4.13. Примарна брига је смањење систематских грешака. 4.14. Суштина свих <i>offline</i> корективних стратегија је сликање пацијента на секвенцијалним фракцијама (нпр. $N = 3$) како би се квантификовала корекција коју треба применити на наредне фракције. Сlike треба прикупљати на секвенцијалним разломцима како би се утврдило да ли је грешка систематска или случајна.
Извођење верификације	4.15. Снимање треба да се обавља од 1 до 3 дана третмана, а слично и на почетку сваке нове фазе лечења. Након тога требало би да буде једном недељно, користећи интерну процедуру и дозвољену толеранцију непоклапања која је стандардно за ову регију до 5 mm.

4.16. У току зрачног третмана, верификација позиције се може вршити и поређењем актуелне позиције *cone-beam* СТ-ом (СВСТ) са СТ симулационим снимком као референтном позицијом.

1. фракција

- Направити портал слике $270^{\circ}/90^{\circ}$ и 0° , и MV портал зрачног поља
- Користити отворено поље (VMAT, IMRT) или дуплу експозицију тамо где је то неопходно да би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије и положаја MLC
- Избегавати зрачење критичних структура смањењем површине слике
- *Online*
- *Auto matching – Manual match (2D-2D), Spy Glass, Point registration*
- Уколико је одступање веће од дозвољене грешке → ресетовање од почетне вредности → евентуална промена → поновно снимање
- Снимити померања у дозвољеним границама и уписати у картон одступања
- Уколико су одступања и даље већа од дозвољених, обавештава се радијациони онколог и физичар и без њиховог одобрења пацијента не зрачити

2. и 3. фракција

- Снимање $270^{\circ}/90^{\circ}$ и 0° само са отвореним пољем или двоструком експозицијом тамо где је то потребно, како би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије
 - MV портал зрачног поља
 - Процена одступања већа од дозвољене грешке
 - Снимати кретања у дозвољеним границама
 - *Online*
 - *Offline*
-

Предрадна 4. фракцији

$$m = \frac{\Delta^1 + \Delta^2 + \Delta^3 + \dots + \Delta^n}{n}$$

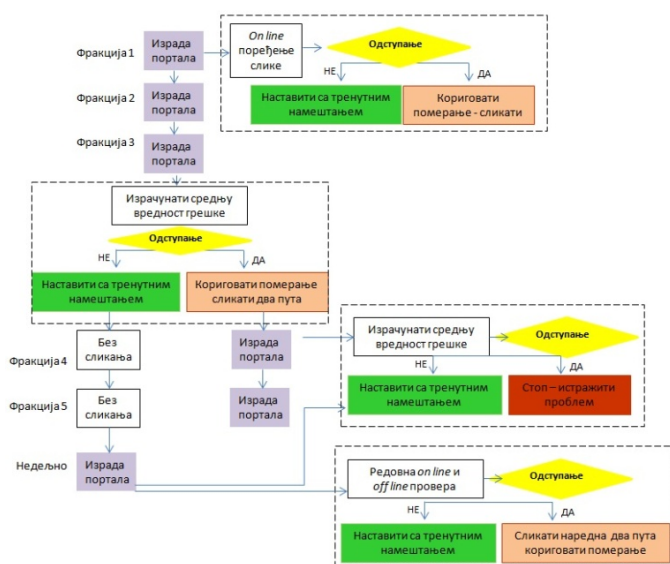
Средња вредност грешке
померања

- Израчунати просечно померање прва три зрачења
- У случају одступања изван дозвољених граница, померити у жељеном правцу
- Снимање 270°/90° и 0° само са отвореним пољем или двоструком експозицијом тамо где је то потребно, како би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије (за процедуре у случају одступања након изоцентричног кретања изван дозвољених граница, погледати општи протокол)
- MV портал зрачног поља
- *Online*
- Евентуална померања уписати у картон одступања

5. фракција

- Поновљено снимање само у случају четвртог дела
- *Offline*

Auto Matching (2D-2D)/ARIA



Слика 2. Поступак верификације
радиотерапијског третмана

- Изабрати правог пацијента
- Кликнути на *Auto Matching*
- Изабрати област снимања
- Погледати промене које сте направили са *Spy Glass*-ом

Литература

1. M. Leech, M. Coffey, M. Mast, et al. ESTRO ACROP guidelines for positioning, immobilisation and position verification of head and neck patients for radiation therapists, Tech Innov Patient Support Radiat Oncol. 2017; 1:1–7.
2. On target: ensuring geometric accuracy in radiotherapy, The Royal College of Radiologists, Society and College of Radiographers, Institute of Physics in Engineering and Medicine The Royal College of Radiologists, London (2008)

VI

РАДИОТЕРАПИЈСКИ ПРОТОКОЛ ПОЗИЦИОНИРАЊА, ИМОБИЛИЗАЦИЈЕ И ВЕРИФИКАЦИЈЕ ЗА МАЛИГНЕ ТУМОРЕ УРОГЕНИТАЛНОГ ТРАКТА

Аутори

ВРТ Стефан Поповић,

Универзитетски клинички центар Ниш, Клиника за онкологију

ВРТ Саша Зарић,

Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

ВРТ Јован Стевановић,

Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

ССМР Слађана Томић,

Институт за онкологију Војводине, Клиника за радиолошку терапију

ВРТ Илија Чурић,

Универзитетски клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију

ВРТ Ана Ћосић,

Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

1. Позиционирање	Циљ позиционирања и имобилизације треба да буде максималан комфор и репродукцибилност позиције пацијента, а самим тим и прецизност током лечења. Пацијент се позиционира на СТ-у, где је неопходно да постоји ласерски систем и пацијент сто као на линеарном акцелератору.
Упознавање пацијента са процедуром	1.1. Пре отпочињања процедуре неопходно је обавити идентификацију пацијента. 1.2. Лице пацијента се фотографише у сврху идентификације, фотографија се убацује у електронски картон. 1.3. Виши радиолошки техничар у радиотерапији/радиотерапијски техничар (РТТ) треба да пружи пацијенту потпуно и детаљно објашњење процедуре која предстоји. 1.4. Током припреме пацијента неопходно је нагласити важност мировања и нормалног дисања током поступка. Пацијента треба упознати са осталим аспектима који се односе на безбедност и ефикасност процедуре. 1.5. Пре него што почнемо са процедуром, пацијента треба замолити да скине сву одећу од појаса на доле, као и све металне предмете са регије од интереса.
2. Позиционирање и имобилизациона опрема	2.1. Пацијент се позиционира на столу у супинацији, у што удобнији и репродукцибилнији положај, пратећи свој природни положај. • Сагитални ласер користимо да бисмо осигурали да пацијент лежи равно, налази се на средини манубријума, ксифоидне кости, као и симфизе. Ово помаже у минимализацији ротације пацијента на столу. 2.2. Сви уређаји за имобилизацију морају бити причвршћени (<i>lock-bar</i>-ом) за сто, како би се смањиле ротационе и транслационе грешке. Подметачи за главу и врат треба да пружају адекватну потпору, не смеју бити присутне празнине испод главе пацијента, као ни на врху наслона за врат.

- 2.3. Пацијент лежи у супинацији, обе руке савијене у лакту и положене на груди, шаком једне руке придржава се лакат друге руке или ако је пацијенту удобније – шаком једне руке придржава се зглоб шаке друге руке.
- 2.4. Све додатне делове потребне за поступак, попут подметача за колена, такође је потребно индексирати за сто.

Документовање позиционирања и опреме	2.5. Картон имобилизације долази попуњен од стране ординирајућег радијационог онколога, и по њему РТТ позиционира пацијента на СТ-у. Уколико се утврди да је позиција коју је доктор планирао технички неизводљива, тешка за репозиционирање на апарату или неадекватна за анатомију пацијента, РТТ о томе обавештава радијационог онколога како би нашли одговарајуће решење. Документацију положаја и свих средстава за имобилизацију која су коришћена у картон имобилизације треба да уписује један РТТ, а други да проверава. Обавезан је и потпис РТТ-а који су попуњавали картон имобилизације.
Израда термопластичне маске	2.6. Пацијент треба да буде постављен у одговарајући положај, са комплетном имобилизацијом. 2.7. Ако се користи водено купатило, треба се придржавати препорука произвођача о температури воде у воденом купатилу, као и дужини времена потребног за очвршћавање маске.
3. СТ поступак	3.1. Пре започињања поступка СТ скенирања треба се придржавати свих правила у вези са сагласношћу пацијента („информисани пристанак”) и идентификацијом пацијента.

Документација	3.2. Кроз СТ упут, имицинг картон, као и осталу пропратну документацију пацијента (конзилијарна одлука, картон зрачења, историја болести пацијента са дијагнозом, анамнестичким подацима, лабораторијске анализе, EKG итд) прикупљамо важне податке у вези са предстојећим скенирањем (као што су регија скенирања, потребне границе скенирања) који треба да буду познати RTT-у пре почетка СТ-а, а које наводи ординирајући радијациони онколог приликом попуњавања имицинг картона. Треба се придржавати и маргина скенирања према локалним стандардним оперативним процедурама (SOP).
Контраст	3.3. Ако се користи контраст, RTT морају испитати пацијента на потенцијалну алергију на примењивани контраст према протоколу и могућност последичне анафилаксије. Документовати овај поступак прегледа, прегледати потврду дате премедијације уколико је она по потреби преписана и дата пацијенту и осигурати да је антиалергијски сет за хитне случајеве увек припремљен. Пре интравенске примене контраста неопходно је проверити лабораторијски узорак крви пацијента са налазом клиренса креатинина, урее, нивоом глукозе и калијума. RTT мора осигурати да се контраст загреје на 37 степени Целзијуса како би одговарао телесној температури пацијента. • У складу са важећим прописима радијациони онколог, или други именовани клиничар, мора да буде присутан током поступака апликовања контраста.
Постављање пацијента и скенирање	3.4. Пацијента треба тачно поставити на сто, по забележеним смерницама из имицинг картона и других формулара имобилизације.

- 3.5. Ако се планира болус за лечење пацијента, пожељно је да се направи и буде постављен пре СТ скенирања како би се у прорачуну дозе узео у обзир стварни болус који ће се користити у лечењу.
- 3.6. У циљу постизања једнакости услова за зрачење неопходно је да пацијент напуни мокраћну бешику пре СТ симулације и пре сваке зрачне сеансе (око 700 ml). Требало би да дебело црево буде испражњено приликом СТ симулације, као и приликом сваке сеансе.
- 3.7. Тачан протокол скенирања треба одабрати према већ утврђеним процедурама:
- СТ пресеци на 5 mm
 - СТ пресеци се стандардно врше од границе првог и другог лумбалног пршљена до 5 cm испод доњег руба пубичне кости.
- 3.8. РТТ морају осигурати да су и оријентација пацијента и оријентација топограма тачно унети на СТ конзолу.
- 3.9. Прво се ради *scout* у AP пројекцији, на коме се виде коштане структуре регије од интереса. Ако нам се учини да пацијент лежи укриво, односно да га је могуће боље позиционирати, потребно је репозиционирати пацијента како би добили жељени терапијски а репродуцибилан положај.
- Након урађеног AP *scout*-а, ради се LAT *scout*, где се види бочна позиција пацијента са маркацијама.
- 3.10. Уколико је могуће, потребно је фотографијом документовати положај пацијента и исту фотографију приложити у електронски картон.
- 3.11. Након СТ поступка, подаци скенирања се прослеђују у TPS или софтвер за виртуелну симулацију ради разграничења (делинеација).

3.12. На кожи пацијента је потребно трајно маркирати (тетовирати) тачке пресека ласера, односно место где смо поставили наша три оловна маркера. Након тога пацијент напушта СТ.

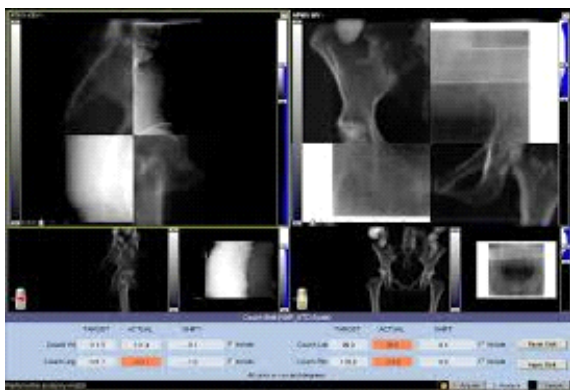
- Ако је примењен контраст, треба се придржавати протокола одељења у вези са посматрањем пре него што пацијент напусти одељење. Као минимални захтев, пацијент мора остати на одељењу још петнаест минута.

4. Верификација радиотерапијског третмана

Општи принципи

- 4.1. Пре почетка зрачног третмана ради се дозиметријска верификација VMAT плана, али за 3D план то није неопходно.
 - 4.2. При верификацији се користи имобилизација која је наведена у картону позиционирања и имобилизације под истим техничким условима. РТТ треба да провери уређаје за позиционирање и имобилизацију.
 - 4.3. Потребно је надгледати тежину пацијента на недељном нивоу, јер би значајан губитак тежине на крају могао захтевати поновни план.
 - 4.4. Пре првог зрачног третмана и сваке следеће зрачне сеансе пацијент мора бити адекватно припремљен. Неопходно је да по одласку на РТ у чекаоници попије између 500–600 ml воде и да се након 20–30 min. јави РТТ-у да је завршио и да може да се зрачи. На овај начин се постиже приближно иста испуњеност бешике као и током израде терапијског скенера за планирање. Исту процедуру поновити на свакој зрачној сеанси, а самим тим ће и на верификацији бити боља контрола и приказ структура од интереса.
 - 4.5. Уколико има маску, ако се маска чини превише лабавом или претесном, РТТ обавештава радијационог онколога који доноси одлуку о даљим поступцима.
-

Ортогонална MV слика (уграђена слика: OBI)	4.6. Када се користи MV планарно снимање, треба добити ортогоналне слике да би се потврдио положај изоцентра. Отвор мора бити довољно велики да ухвати релевантне структуре. Квалитет слике коришћењем ортогоналних планарних MV слика довољан је за поклапање. Слике треба да се добијају са најмањом могућом енергијом ради побољшаног контраста. Мониторске јединице које се користе за аквизицију слике треба да буду што је могуће ниже (2–5 MU), али треба да обезбеде одговарајући квалитет слике за поступак подударања.
Ортогонална kV слика (уграђена слика: OBI)	4.7. Ортогонална kV OBI има додатну предност великог видног поља и побољшаног контраста у поређењу са ортогоналним планарним MV сликањем.
kV конусни сноп СТ (СВСТ)	4.8. Капацитет 3D слике са собом доноси додатне информације за RTT о променама унутар регије од интереса.
MVCT (Megavoltage рачунарска томографија)	4.9. Иако kVCT системи надмашују MVCT у погледу видљивости са малим контрастом, MVCT слике омогућавају довољну визуелизацију о променама унутар регије од интереса.
Структуре подударања за верификацију слике	4.10. Коштане подударне структуре/региони од интереса (ROI) за верификацију слике треба да буду сурогат циља и у зависности од локације тумора могу да укључују међупршљенске просторе, кристе илијаке, карлични отвор, оптураторне отворе, симфизу... 4.11. Можда ће бити корисно дефинисати примарне и секундарне структуре подударања приликом планирања за употребу током верификације слике.



Слика 1. Референтне тачке за преклапање

- Примарне структуре подударања су оне чија је анатомија у непосредној близини циља и стога су најкорисније за поређење положаја и за 3D волуметријско снимање помоћу СВСТ-а.
- Секундарне подударне структуре су структуре чије је присуство корисно само у сврху поређења.

Протоколи корекције код верификације	4.12. Избор <i>online</i> или <i>offline</i> протокола корекције за верификацију пацијената за радиотерапију регије уrogenиталног тракта зависи од више фактора и зависи од протокола RT одељења. Ресурси, опрема, образовање особља и потребна пропусност пацијента су све фактори које ће поједина одељења узети у обзир приликом припреме таквог протокола. Међутим, без обзира на ово, препоручује се придржавање неких основних принципа. 4.13. Примарна брига је смањење систематских грешака. 4.14. Суштина свих <i>offline</i> корективних стратегија је сликање пацијента на секвенцијалним фракцијама (нпр. $N = 3$) како би се квантификовала корекција коју треба применити на наредне фракције. Сlike треба прикупљати на секвенцијалним разломцима како би се утврдило да ли је грешка систематска или случајна.
Извођење верификације	4.15. Снимање треба да се обавља од 1 до 3 дана третмана, а слично и на почетку сваке нове фазе лечења. Након тога требало би да буде једном недељно, користећи интерну процедуру и дозвољену толеранцију непоклапања која је стандардно за ову регију до 5 mm.

4.16. У току зрачног третмана, верификација позиције се може вршити и поређењем актуелне позиције *cone-beam* СТ-ом (СВСТ) са СТ симулационим снимком као референтном позицијом.

1. фракција

- Направити портал слике $270^{\circ}/90^{\circ}$ и 0° , и MV портал зрачног поља
- Користити отворено поље (VMAT, IMRT) или дуплу експозицију тамо где је то неопходно да би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије и положаја MLC
- Избегавати зрачење критичних структура смањењем површине слике
- *Online*
- *Auto Matching – Manual match (2D-2D), Spy Glass, Point registration*
- Уколико је одступање је веће од дозвољене грешке → ресетовање од почетне вредности → евентуална промена → поновно снимање
- Снимити померања у дозвољеним границама и уписати у картон одступања
- Уколико су одступања и даље већа од дозвољених, обавештава се радијациони онколог и физичар и без њиховог одобрења пацијента не зрачити

2. и 3. фракција

- Снимање $270^{\circ}/90^{\circ}$ и 0° само са отвореним пољем или двоструком експозицијом тамо где је то потребно, како би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије
 - MV портал зрачног поља
 - Процена одступања већа од дозвољене грешке
 - Снимати кретања у дозвољеним границама
 - *Online*
 - *Offline*
-

Предрадна 4. фракцији

$$m = \frac{\Delta^1 + \Delta^2 + \Delta^3 + \dots + \Delta^n}{n}$$

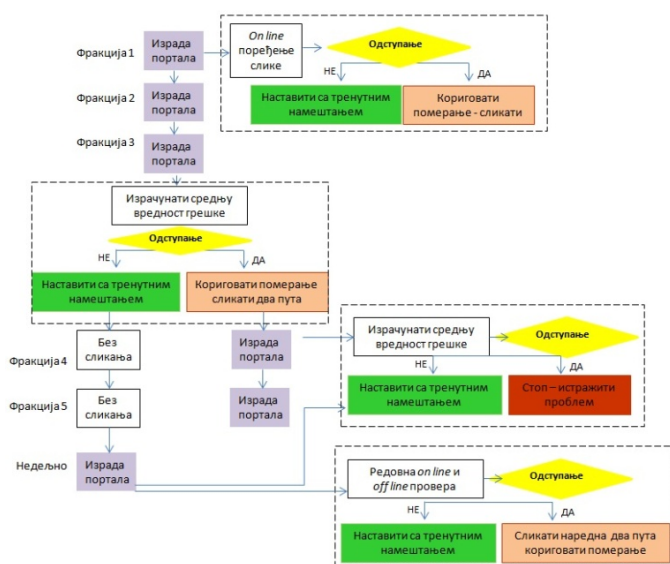
Средња вредност грешке
померања

- Израчунати просечно померање прва три зрачења
- У случају одступања изван дозвољених граница, померити у жељеном правцу
- Снимање 270°/90° и 0° само са отвореним пољем или двоструком експозицијом тамо где је то потребно, како би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије (за процедуре у случају одступања након изоцентричног кретања изван дозвољених граница, погледати општи протокол)
- MV портал зрачног поља
- *Online*
- Евентуална померања уписати у картон одступања

5. фракција

- Поновљено снимање само у случају четвртог дела
- *Offline*

Auto Matching (2D-2D)/ARIA



Слика 2. Поступак верификације
радиотерапијског третмана

- Изабрати правог пацијента
- Кликнути на Auto Matching
- Изабрати област снимања
- Погледати промене које сте направили са *Spy Glass*-ом

Литература

1. M. Leech, M. Coffey, M. Mast, et al. ESTRO ACROP guidelines for positioning, immobilisation and position verification of head and neck patients for radiation therapists, Tech Innov Patient Support Radiat Oncol. 2017; 1:1–7.
2. On target: ensuring geometric accuracy in radiotherapy, The Royal College of Radiologists, Society and College of Radiographers, Institute of Physics in Engineering and Medicine The Royal College of Radiologists, London (2008)

VII

РАДИОТЕРАПИЈСКИ ПРОТОКОЛ ПОЗИЦИОНИРАЊА, ИМОБИЛИЗАЦИЈЕ И ВЕРИФИКАЦИЈЕ ЗА МАЛИГНЕ ТУМОРЕ ГАСТРОИНТЕСТИНАЛНОГ ТРАКТА

Аутори

ВРТ Саша Зарић,

Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

ВРТ Јован Стевановић,

Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

ССМР Слађана Томић,

Институт за онкологију Војводине, Клиника за радиолошку терапију

ВРТ Илија Чурић,

Универзитетски клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију

ССМР Драгана Вукашиновић,

Универзитетски клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију

ВРТ Ана Ћосић,

Институт за онкологију и радиологију Србије, Клиника за радиотерапију

1. Позиционирање	Циљ позиционирања и имобилизације треба да буде максималан комфор и репродуцибилност позиције пацијента, а самим тим и прецизност током лечења. Пацијент се позиционира на СТ-у, где је неопходно да постоји ласерски систем и пацијент сто као на линеарном акцелератору.
Упознавање пацијента са процедуром	1.1. Пре отпочињања процедуре неопходно је обавити идентификацију пацијента. 1.2. Лице пацијента се фотографише у сврху идентификације, а фотографија се убацује у електронски картон. 1.3. Виши радиолошки техничар у радиотерапији/радиотерапијски техничар (РТТ) треба да пружи пацијенту потпуно и детаљно објашњење процедуре која предстоји. 1.4. Током припреме пацијента неопходно је нагласити важност мировања и нормалног дисања током поступка. Пацијента треба упознати са осталим аспектима који се односе на безбедност и ефикасност процедуре. 1.5. Пре него што почнемо са процедуром пацијента треба замолити да скине одећу са регије од интереса, као и све металне предмете.
2. Позиционирање и имобилизациона опрема	2.1. Пацијент се позиционира на столу у супинацији или у пронацији, у што удобнији и репродуцибилнији положај, пратећи свој природни положај. • Сагитални ласер користимо да бисмо осигурали да пацијент лежи равно, налази се на средини манубријума, ксифоидне кости, као и симфизе. Ово помаже у минимализацији ротације пацијента на столу.

- 2.2. Сви уређаји за имобилизацију морају бити причвршћени (*lock-bar*-ом) за сто, како би се смањиле ротационе и транслационе грешке. Подметачи за главу и врат треба да пружају адекватну потпору, не смеју бити присутне празнине испод главе пацијента, као ни на врху наслона за врат.
- 2.3. Избор маске треба извршити према локализацији лечења и маске би требало да имају минимум пет тачака фиксирања.
- 2.4. Све додатне делове потребне за поступак, попут подметача за колена и стопала, треба индексирати за сто и уписати у имиџинг картон.

Документовање позиционирања и опреме	2.5. Картон имобилизације може доћи попуњен и потписан од стране ординирајућег радијационог онколога, и по њему RTT позиционира пацијента на СТ-у. • Уколико се утврди да је позиција коју је доктор планирао технички неизводљива, тешка за репозиционирање на апарату или неадекватна за анатомију пацијента, RTT о томе обавештава радијационог онколога како би нашли одговарајуће решење. • Документацију положаја и свих средстава за имобилизацију која су коришћена у картон имобилизације треба да уписује један RTT, а други да проверава. Обавезан је и потпис RTT-а који су попуњавали картон имобилизације.
---	--

Израда термопластичне маске	2.6. Пацијент треба да буде постављен у одговарајући положај, са комплетном имобилизацијом. Код цервикалног дела и горње трећине торокалног дела једњака препоручује се термопластична маска за главу, врат и рамена. 2.7. Ако се користи водено купатило, треба се придржавати препорука произвођача о температури воде у воденом купатилу, као и дужини времена потребног за очввршћавање маске.
--	--

3. СТ поступак	3.1. Пре започињања поступка СТ скенирања треба се придржавати свих правила у вези са сагласношћу пацијента („информисани пристанак”) и идентификацијом пацијента.
Документација	3.2. Кроз СТ упут, имицинг картон, као и осталу пропратну документацију пацијента (конзилијарна одлука, картон зрачења, историја болести пацијента са дијагнозом, анамнестичким подацима, лабораторијске анализе, EKG итд) проверавамо важне податке у вези са предстојећим скенирањем (као што су регија скенирања, потребне границе скенирања) који треба да буду познати RTT-у пре почетка СТ-а, а које наводи ординирајући радијациони онколог приликом попуњавања имицинг картона. Треба се придржавати и маргина скенирања према локалним стандардним оперативним процедурама (SOP).
Контраст	3.3. Уколико се користи контраст, RTT морају испитати пацијента на потенцијалну алергију на примењивани контраст према протоколу и могућност последичне анафилаксије. Документовати овај поступак прегледа, прегледати потврду дате премедијације уколико је она по потреби преписана и дата пацијенту и осигурати да је антиалергијски сет за хитне случајеве увек припремљен. Пре интравенске примене контраста неопходно је проверити лабораторијски узорак крви пацијента са налазом клиренса креатинина, урее, нивоом глукозе и калијума. RTT мора осигурати да се контраст загреје на 37 степени Целзијуса како би одговарао телесној температури пацијента. • У складу са важећим прописима радијациони онколог, или други именовани клиничар, мора да буде присутан током поступака пласирања брауниле и апликовања контраста.

**Постављање
пацијента и
скенирање**

- 3.4. Пацијенте код којих треба да се зрачи анални канал или ректум поставити на сто, радиосензитивним материјалом (куглица) обележити анус или најистакнутији део перинеума и причврстити фластером; уколико се користи абдоминална маска, направити је по упутствима произвођача. Руке пацијента су прекрштене на грудима уколико пацијент лежи у супинацији. Пацијенте је могуће поставити и у пронацију са одговарајућим имобилизационим средством (*belly board*), са ухваћеним рукама изнад главе лакат-лакат. Уколико се користи имобилизационо средство *belly board*, обавезно назначити у картону у ком нивоу се налазе маркације на пацијенту.
- 3.5. Пацијенте код којих је регија од интереса торокални сегмент једњака и езофагогастични прелаз, поставити у положај супинације са рукама подигнутим изнад главе уз примену одговарајућег средства за имобилизацију.
- 3.6. Тачан протокол скенирања гастроинтестиналног тракта треба одабрати према већ утврђеним процедурама:
- СТ пресеци на 2–5 mm
 - Горња граница за СТ пресеке регије абдомена је L1 пршљен, а доња граница је 5 cm испод доњег рубца трохантера бутне кости.
 - Скенирање се врши са пуном мокраћном бешиком (или индивидуалним репродуцибилним волуменом бешике) уз празан ректум (препуна је да максимални дијаметар ректума не прелази 4–6 cm).
 - Горња граница за СТ пресеке за туморе цервикалног и горње трећине торокалног дела једњака је доња ивица орбите, а дијафрагма је доња граница.
 - За туморе дисталног сегмента и езофагогастичног прелаза, горња граница је апертура торакса, док је доња граница – доња ивица L4.

- 3.7. RTT морају осигурати да су и оријентација пацијента и оријентација топограма тачно унети на СТ конзолу.
- 3.8. Прво се ради *scout* у AP пројекцији, на коме се виде коштане структуре регије од интереса.
- Ако нам се учини да пацијент лежи укриво, односно да га је могуће боље позиционирати, потребно је репозиционирати пацијента како бисмо добили жељени терапијски а репродуцибилан положај.
 - Након урађеног AP *scout*-а, ради се LAT *scout*, где се види бочна позиција пацијента са маркацијама.
- 3.9. Уколико је могуће, потребно је фотографијом документовати положај пацијента и исту фотографију приложити у електронски картон.
- 3.10. Након СТ поступка, подаци скенирања се могу проследити у TPS или софтвер за виртуелну симулацију ради разграничења (делинеација).
- 3.11. На кожи пацијента је потребно трајно маркирати (тетовирати) тачке пресека ласера, односно места где смо поставили наша три основна оловна маркера. Након тога пацијент напушта СТ.
- Ако је примењен контраст, треба се придржавати протокола одељења ради посматрања пре него што пацијент напусти одељење. Као минимални захтев, пацијент мора остати на одељењу још петнаест минута.

4. Верификација радиотерапијског третмана

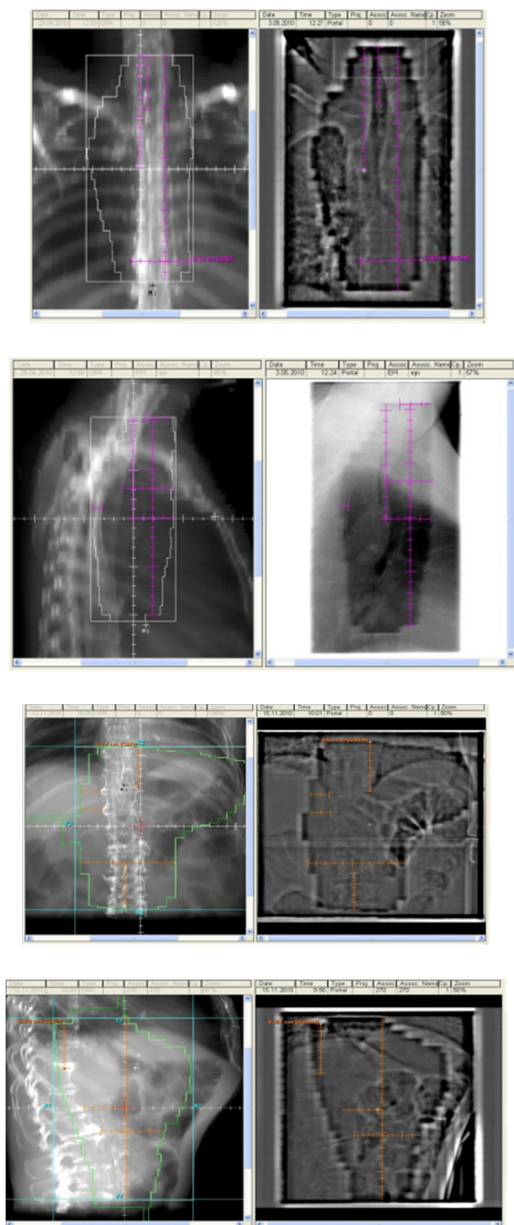
Општи принципи

- 4.1. Пре почетка зрачног третмана ради се дозиметријска верификација VMAT плана, али за 3D план то није неопходно.
- 4.2. При верификацији се користи имобилизација која је наведена у картону позиционирања и имобилизације под истим техничким условима. RTT треба да провери уређаје за позиционирање и имобилизацију.

- 4.3. Потребно је надгледати тежину пацијента на недељном нивоу, јер би значајан губитак тежине на крају могао захтевати поновни план.
- 4.4. Уколико има маску, ако се маска чини превише лабавом или претесном, РТТ обавештава радијационог онколога који доноси одлуку о даљим поступцима.
- 4.5. У недостатку могућности 3D волуметријског снимања, препоручљиво је извршити ново СТ скенирање између фаза третмана.

Ортогонална MV слика (уграђена слика: OBI)	4.6. Када се користи MV планарно снимање, треба добити ортогоналне слике да би се потврдио положај пацијента. Отвор мора бити довољно велики да ухвати релевантне структуре. Квалитет слике коришћењем ортогоналних планарних MV слика довољан је за поклапање. Слике треба да се добијају са најмањом могућом енергијом ради побољшаног контраста. Мониторске јединице које се користе за аквизицију слике треба да буду што је могуће ниже (2–5 MU), али треба да обезбеде одговарајући квалитет слике за поступак подударања.
Ортогонална kV слика (уграђена слика: OBI)	4.7. Ортогонална kV OBI има додатну предност великог видног поља и побољшаног контраста у поређењу са ортогоналним планарним MV сликањем.
kV конусни сноп СТ (СВСТ)	4.8. Капацитет 3D слике са собом доноси додатне информације за РТТ о променама унутар регије од интереса.
MVCT (<i>Megavoltage</i> рачунарска томографија)	4.9. Иако kVCT системи надмашују MVCT у погледу видљивости са малим контрастом, MVCT слике омогућавају довољну визуелизацију о променама унутар регије од интереса.

Структуре подударања за верификацију слике



Слика 1. Референтне тачке за преклапање

4.10. Коштане подударне структуре/региони од интереса (ROI) за верификацију слике треба да буду сурогат циља и у зависности од локације тумора торокални кичмени пршљенови код једњака или кости карлице код регије ректума и аналног канала.

4.11. Можда ће бити корисно дефинисати примарне и секундарне структуре подударања приликом планирања за употребу током верификације слике.

- Примарне структуре подударања су оне чија је анатомија у непосредној близини циља и стога су најкорисније за поређење положаја и за 3D волуметријско снимање помоћу СВСТ-а.
- Секундарне подударне структуре су структуре чије је присуство корисно само у сврху поређења.

Протоколи корекције код верификације	4.12. Избор <i>online</i> или <i>offline</i> протокола корекције за верификацију пацијената за радиотерапију гастроинтестиналне регије зависи од више фактора и зависи од протокола РТ одељења. Ресурси, опрема, образовање особља и потребна пропусност пацијента су све фактори које ће поједина одељења узети у обзир приликом припреме таквог протокола. Међутим, без обзира на ово, препоручује се придржавање неких основних принципа. 4.13. Примарна брига је смањење систематских грешака. 4.14. Суштина свих <i>offline</i> корективних стратегија је сликање пацијента на секвенцијалним фракцијама (нпр. $N = 3$) како би се квантификовала корекција коју треба применити на наредне фракције. Сlike треба прикупљати на секвенцијалним разломцима како би се утврдило да ли је грешка систематска или случајна.
Извођење верификације	4.15. Снимање треба да се обавља од 1 до 3 дана третмана, а слично и на почетку сваке нове фазе лечења. Након тога требало би да буде једном недељно, користећи интерну процедуру и дозвољену толеранцију непоклапања која је стандардно за ову регију до 5 mm. 4.16. У току зрачног третмана, верификација позиције се може вршити и поређењем актуелне позиције <i>cone-beam</i> СТ-ом (СВСТ) са СТ симулационим снимком као референтном позицијом.
1. фракција	• Направити портал слике $270^{\circ}/90^{\circ}$ и 0°, и/или MV портал зрачног поља • Користити отворено поље (VMAT, IMRT) или дуплу експозицију тамо где је то неопходно да би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије и положаја MLC • Избегавати зрачење критичних структура смањењем површине слике • <i>Online</i>

- *Auto matching – Manual match (2D-2D), Spy Glass, Point registration*
- Уколико је одступање је веће од дозвољене грешке → ресетовање од почетне вредности → евентуална промена → поновно снимање
- Снимити померања у дозвољеним границама и уписати у картон одступања
- Уколико су одступања и даље већа од дозвољених, обавештава се радијациони онколог и физичар и без њиховог одобрења пацијента не зрачити

2. и 3. фракција

- Снимање 270°/90° и 0°, само са отвореним пољем или двоструком експозицијом тамо где је то потребно, како би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије
- MV портал зрачног поља
- Процена одступања већа од дозвољене грешке
- Снимати кретања у дозвољеним границама и уписати у картон одступања
- *Online*
- *Offline*

Предрадња 4. фракцији

$$m = \frac{\Delta^1 + \Delta^2 + \Delta^3 + \dots + \Delta^n}{n}$$

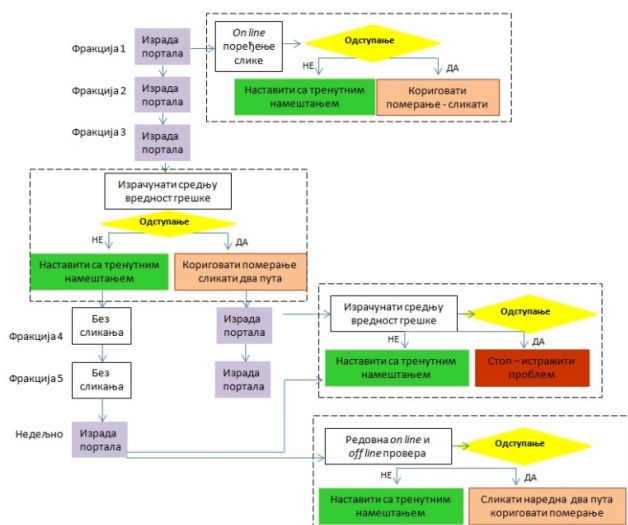
*Средња вредност грешке
померања*

- Израчунати просечно померање прва три зрачења
- У случају одступања изван дозвољених граница, померити у жељеном правцу
- Снимање 270°/90° и 0° само са отвореним пољем или двоструком експозицијом тамо где је то потребно, како би се обезбедила довољно поуздана контрола анатомије (за процедуре у случају одступања након изоцентричног кретања изван дозвољених граница, погледати општи протокол)
- MV портал зрачног поља
- *Online*
- Евентуална померања уписати у картон одступања

5. фракција

- Поновљено снимање само у случају четвртог дела
- *Offline*

Auto Matching (2D-2D)/ARIA



Слика 2. Протокол верификације радиотерапијског третмана

- Изабрати правог пацијента
- Кликнути на *Auto Matching*
- Изабрати област снимања
- Погледати промене које сте направили са *Spy Glass*-ом

Упутство за израду термопластичне маске

- Термопластичну маску треба ставити у водено купатило по упутству произвођача на наведени временски период, извадити је из купатила и уклонити вишак воде. Пре стављања на кожу пацијента проверити температуру материјала маске.
- RTT морају брзо и тачно радити на обликовању материјала уско уз кожу пацијента, осигуравајући да нема празнина и да остане у положају који је потребан током поступка обликовања. Ово се мора завршити у року од 2 минута, јер ће тада започети процес очвршћавања.
- Термопластичну маску треба оставити на пацијенту одређено време да очврсне. Према препорукама произвођача то може трајати од 5 до 15 минута, у зависности од врсте материјала. Време хлађења може се смањити пешкиром из фрижидера, хладним јастучићима са гелом или хладним феном.

Поступак израде маске

- Материјал треба навући преко главе и врата пацијента. За правилну конструкцију термопластичне маске од пет тачака, у поступак је пожељно да буду укључена три RTT-а. Један RTT треба да буде изнад главе пацијента и по један са обе стране.

- RТТ морају брзо и тачно радити на обликовању материјала уско уз кожу пацијента, осигуравајући да нема празнина и да положај врата остане у положају који је потребан током поступка обликовања. Ово се мора завршити у року од 1 до 2 минута, јер ће тада започети процес очвршћавања.
- Посебну пажњу треба посветити челу, корену носа, бради, грудној кости и раменима како би се осигурало да маска обезбеди адекватну имобилизацију пацијента. Одговорност особља је да осигура да глава буде и даље у одговарајућем положају, како би се смањиле ротације.
- Термопластичну маску треба оставити на пацијенту одређено време да очврсне. Према препорукама произвођача то може трајати од 5 до 15 минута, у зависности од врсте материјала. Време хлађења може се смањити пешкиром из фрижидера, хладним јастучићима са гелом или хладним феном. Процес хлађења се такође може завршити уклањањем маске и потапањем у хладну воду пре него што се поново постави на пацијента.
- У овом временском периоду RТТ треба да буду уз пацијента.

**Провера квалитета
израде маске и
документовање**

- Препоручује се да се маска уклони и поново постави пре почетка СТ скенирања како би се осигурало да имобилизација коју пружа маска буде одговарајућа. Посебну пажњу треба обратити на најстабилније коштане оријентире: чело, корен носа, браду и добар контакт са грудима и раменима. Ово такође омогућава пацијенту да направи кратку паузу пре почетка СТ прегледа, уколико се СТ скенирање из одређених разлога мора извести непосредно после израде маске или нам то омогућавају термопластичне маске одређених произвођача.
- По стандардној процедури и препоруци израђене термопластичне маске пацијента се после израде одлажу на 24 h, јер постоји проценат скупљања маске и до 2 mm за тих 24 h. Након тога су спремне за СТ скенирање и даљу употребу.

- РТТ треба да јасно документују поступак и положај пацијента у картону имобилизације. Из безбедносних разлога, име пацијента, ID пацијента и подметац за главу и врат увек треба да буду документовани и на масци пацијента.
-

Литература

1. M. Leech, M. Coffey, M. Mast, et al. ESTRO ACROP guidelines for positioning, immobilisation and position verification of head and neck patients for radiation therapists, Tech Innov Patient Support Radiat Oncol. 2017; 1:1–7.
2. On target: ensuring geometric accuracy in radiotherapy, The Royal College of Radiologists, Society and College of Radiographers, Institute of Physics in Engineering and Medicine The Royal College of Radiologists, London (2008)
3. T. B. Brunner a,†, K. Haustermans b, F. Huguet c,d, A. G. Morganti e,, S. Mukherjee f,g, C. Belka h, R. Krempien j, M. A. Hawkins k, V. Valentinim,l, F. Roeder ESTRO ACROP guidelines for target volume definition in pancreatic cancer, Radiotherapy and Oncology 154 (2021) 60–69.

VIII

РАДИОТЕРАПИЈСКИ ПРОТОКОЛ ПРОЦЕДУРА ЗА РЕСПИРАТОРНЕ ТЕХНИКЕ – ТЕХНИКА ЗАДРЖАВАЊА ДАХА У ДУБОКОМ ИНСПИРИЈУМУ *(Deep Inspiration Breath Hold – DIBH)*

Аутори

ВРТ Илија Чурић,

Универзитетски клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију

ССМР Слађана Томић,

Институт за онкологију Војводине, Клиника за радиолошку терапију

ССМР Љиљана Лончарски,

Институт за плућне болести Војводине, Служба за радиотерапију

СМР Бојан Иванов,

Универзитетски клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију

1. Припрема за СТ симулацију

- 1.1. Пацијент се позиционира на столу у супинацији у што удобнији и репродуцибилнији положај, пратећи свој природни положај.
 - Сагитални ласер, који користимо да бисмо осигурали да пацијент лежи равно, налази се на средини манубријума, ксифоидне кости и симфизе. Ово помаже у минимализацији ротације пацијента на столу.
- 1.2. Сви уређаји за имобилизацију морају бити причвршћени за сто, како би се смањиле ротационе и транслационе грешке.
- 1.3. Користи се имобилизационо средство за третман регије торакса у супинацији на равној подлози и вакуумски јастуци минимум димензија 70 x 100 cm за осигурање положаја пацијента; у одређеним ситуацијама користи се и плоча за позиционирање у инклинацији.
- 1.4. Обе руке треба да су подигнуте изнад главе, са надлактицама ослоњеним на „крила” подметача, додатно осигуране моделовањем вакуумског јастука.
 - У зависности од кондиције пацијента, врши се максимална елевација и екстензија руку.
 - Пожељно је да клавикуле са обе стране буду у истој равни.
 - Уколико постоји ограничена покретљивост, рука се поставља у прихватљив положај за пацијента, пожељно под углом од око 90 степени у односу на уздужну осу тела, под условом могућности да пацијент са имобилизационим системом прође кроз отвор гентрија СТ симулатора.
- 1.5. Глава треба да је у благо забаченом положају (екстензија врата).
- 1.6. Увежбавање респираторних метода са пацијентом. Пожељно је вежбати пацијента за ритам дисања неколико дана пре СТ симулације и дати му упутство да вежба дисање код куће.

- 1.7. Код примене одређених система за респираторне технике неопходно је пре увођења сваког новог пацијента обавезно проверити геометрију пацијент стола, ласере самог система и самог СТ симулатора.

Моделовање вакуумског јастука	1.8. Постављање на плочу СТ симулатора тако да горњим делом покрива имобилизационо средство у пределу положаја главе и прелази преко крила имобилизационог средства доњим делом причвршћен за сто помоћу <i>lock-bar</i>-а; вакуумски јастук је делимично вакуумиран, раван целом површином и пацијент се позиционира на тако припремљен јастук у правилан геометријски положај; након тога се испусти ваздух из јастука и почиње моделовање јастука са циљем да се осигура положај тела унутар јастука. • Због комфорнијег положаја пацијента и захтевности респираторног приступа неопходно је поставити колено подметач, као и подметач за стопала.
Попуњавање картона имобилизације	1.9. РТТ попуњава картон за позиционирање и имобилизацију уносећи све параметре. 1.10. Положај пацијента се слика из минимум три правца и похрањује у електронску базу података.
Иницијалне маркације	• Сагитални – средина грудне кости (симфиза); • Трансверзални – интрамамиларна линија; • Коронарни – средња аксиларна линија.

2. Извођење СТ симулације

- 2.1. Тачан протокол скенирања треба одабрати према већ утврђеним процедурама:
 - Одређивање топограма – мандибула – L1
 - Дебљина пресека – 1 mm SBRT, 3–5 mm VMAT.
- 2.2. Укључивање система за респираторне технике (RPM/RGSC/ABC), одређивање респираторних метода дубоки удах (DIBH) и/или *backup, phase, amplitude gating* (4DCT) и уношење свих потребних параметара.
- 2.3. Постављање система за гејтинг и аутоматску контролу дисања
 - RG – У пределу 2 cm испод ксифоидног наставка или на средини абдомена у зависности од самог начина дисања пацијента поставља се маркер блок за праћење респираторних покрета на место највећег померања приликом дисања
 - ABC – Постављеног пацијента у предефинисаном положају скенирати уз помоћ ласерског оптичког система.
- 2.4. Прилагодити освештеност површине ROI, као и AP волумен координатног система.
- 2.5. Ставити водич наочаре пацијенту и поновити процедуру овога пута са јасном визуализацијом на наочарима усаглашеном са усменим вођством од стране RTT у циљу што уједначенијих респирација пацијента које су за тог пацијента карактеристичне у слободном дисању.
- 2.6. Одредити дијаграм идеалног сигнала уз помоћ скенирања примарне и секундарне тачке постављених и скенираних на предефинисаном волумену.
 - Када добијене карактеристике и основни респираторни сигнал буду константни, добили смо идеалну фреквенцију и амплитуду дисања за пацијента који уз помоћ наочара и усменог усмеравања омогућавају дисање које задовољава *max.* и *min.* инспиријум и експиријум пацијента – послати податке на СТ.

- 2.7. Увежбавање респираторних метода са пацијентом. Урадити три пробе дубоког удисаја пацијента пре започињања прегледа: пацијент удахне дубоко и задржава дах минимално 20 секунди, на систему за респираторну технику линија дисања мора бити равна и стабилна уколико се ради DIBH, стабилно дисање и континуирано исти (сличан) експиријум и инспиријум уколико се ради *backup/phase/amplitude gating* техника.
- 2.8. Одређивање параметара за респираторну технику:
- Стандардни топограми AP; LAT
 - Нативни преглед са DIBH
 - Нативни 4DCT за *Backup gating*.
- 2.9. По потреби ради се нативни или контраст преглед током слободног дисања без гејтинг праћења.
- 2.10. Одређивање маргина покрета током дубоког удаха – маргине се одређују у зависности од терапијског приступа – пример за SRT: опсег маргина 5(4)–3(2) mm горња маргина, 2 mm доња маргина:
- Преглед са задржавањем удаха.
 - Преглед у слободном дисању праћено гејтингом (4DCT); маргине ретроактивно одређују лекари.
- 2.11. Уколико је потребно, ради се нативни преглед или преглед са контрастом у слободном дисању.
- Експорт CT прегледа и RPM/RGSC крива на систем за планирање.

Процедуре на CT симулатору спроводе три RTT- а.

3. Спровођење и верификација радиотерапијског третмана

- 3.1. Пре почетка зрачног третмана ради се дозиметријска верификација SRT/VMAT плана.
- 3.2. Стандардна идентификација пацијента и провера медицинске документације.
- 3.3. Провера имобилизационе опреме.

- 3.4. Пацијент се репозиционира на основу картона позиционирања и имобилизације у коме су наведени и параметри система за гејтинг.
- 3.5. Изнад главе пацијента на пацијент столу поставља се таблет који детерминише криву дисања пацијента и маргине одређене на СТ симулатору; аудио и визуелном комуникацијом пацијент се усмерава да дах задржава у оквиру задатих маргина.
- 3.6. Спроводи се верификација третмана уз помоћ конусног снопа СВСТ за сваки третман.

Регије од интереса	3.7. Коштане подударне структуре – пршљенови, ребарни лукови, грудна кост, срце, сама промена или промене.
	3.8. Приликом праћења пацијента нагласак је на праћењу површине грудног коша, слободном дисању и евентуалном одступању од истог што последично доводи до аутоматског прекида испоруке дозе. • Дефинишу се примарне и секундарне структуре подударања приликом планирања за употребу током верификације слике.
Верификацију изводе RTT искључиво онлајн уз присуство радијационог онколога	• Након одобрене верификације приступа се спровођењу третмана. <i>Процедуре верификације третмана и спровођења третмана спроводе три RTT-а.</i>

Литература

1. U. Nestele, DD. Ruysscher, U. Ricardi et al. ESTRO ACROP guidelines for target volume definition in the treatment of locally advanced non-small cell lung cancer. *Radiotherapy and Oncology*. 2018 March. 127 (2018) 1–5.
2. K.I. Kauwelo, D. Ruan, J.C. Park, et al. GateCT™ surface tracking system for respiratory signal reconstruction in 4DCT imaging, *Med Phys*, 39 (1) (2012), pp. 492–502.
3. H.Al-Hallaq, V. Batista, M. Kügele, E. Ford, N. Viscariello, J. Meyer, The role of surface-guided radiation therapy for improving patient safety, *Radiotherapy and Oncology*. 2021 163: 229–236.
4. D. E. Heron, M. S. Huq, J. M. Herman, *Stereotactic Radiosurgery and Stereotactic Body Radiation Therapy (SBRT)*, ISBN: 9780826168566, ebook ISBN: 9780826168573, Copyright © 2019 Springer Publishing Company, Demos Medical Publishing is an imprint of Springer Publishing Company, LLC.

IX

РАДИОТЕРАПИЈСКИ ПРОТОКОЛ ПРОЦЕДУРА ЗА РЕСПИРАТОРНЕ ТЕХНИКЕ – ТЕХНИКА ЗАДРЖАВАЊА ДАХА У ЕКСПИРИЈУМУ

(Expiration Breath Hold – EBH)

Аутори

ВРТ Илија Чурић,

Универзитетски клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију

ССМР Слађана Томић,

Институт за онкологију Војводине, Клиника за радиолошку терапију

ССМР Љиљана Лончарски,

Институт за плућне болести Војводине, Служба за радиотерапију

ССМР Драгана Вукашиновић,

Универзитетски клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију

1. Припрема за СТ симулацију	1.1. Пацијент се позиционира на столу у супинацији у што удобнији и репродукцибилнији положај, пратећи свој природни положај. Сагитални ласер, који користимо да бисмо осигурали да пацијент лежи равно, налази се на средини манубријума, ксифоидне кости и симфизе. Ово помаже у минимализацији ротације пацијента на столу. 1.2. Сви уређаји за имобилизацију морају бити причвршћени за сто, како би се смањиле ротационе и транслационе грешке. 1.3. Користи се имобилизационо средство за третман регије торакса у супинацији на равној подлози и вакуумски јастуци минимум димензија 80 x 160 cm за осигурање положаја пацијента. 1.4. Обе руке треба да су подигнуте изнад главе, са надлактицама ослоњеним на „крила” подметача, додатно осигуране моделовањем вакуумског јастука. • У зависности од кондиције пацијента, врши се максимална елевација и екстензија руку. • Пожељно је да клавикуле са обе стране буду у истој равни. • Уколико постоји ограничена покретљивост, руке се могу поставити прекопљене на грудима пацијента. 1.5. Глава треба да је у благо забаченом положају (екстензија врата). 1.6. Увежбавање респираторних метода са пацијентом. Пожељно је вежбати пацијента за ритам дисања неколико дана пре СТ симулације и дати му упутство да вежба дисање код куће.
Моделовање вакуумског јастука	1.7. Постављање на плочу СТ симулатора тако да горњим делом покрива имобилизационо средство у пределу положаја главе и прелази преко крила имобилизационог средства.

- 1.8. Вакуумски јастук је делимично вакуумиран, раван целом површином и пацијент се позиционира на тако припремљен јастук у правилан геометријски положај; након тога се испусти ваздух из јастука и почиње моделовање јастука са циљем да се осигура положај тела унутар јастука.
- 1.9. Због комфорнијег положаја пацијента и захтевности респираторног приступа неопходно је поставити колено и стопало подметаче.

Попуњавање картона имобилизације	1.10. RTT попуњава картон за позиционирање и имобилизацију уносећи све параметре. 1.11. Положај пацијента се слика из минимум три правца и похрањује у електронску базу података.
Иницијалне маркације	• Сагитални – средина грудне кости (симфиза); • Трансверзални – у висини доњег ребарног лука изнад <i>umbilicus</i>-а; • Коронарни – средња линија тела. 1.12. Маркер блок за праћење респираторних покрета поставља се одмах изнад <i>umbilicus</i>-а у пределу највећег кретања дисања. Палпацијом треба утврдити да ли на том месту постоје веће пулсације од абдоминалне аорте, те у том случају маркер блок поставити више ка грудном кошу.
2. Извођење СТ симулације	2.1. Тачан протокол скенирања треба одабрати према већ утврђеним процедурама: • одређивање топограма – TH9–S2 • дебљина пресека 1 mm SBRT, 3–5 mm VMAT. 2.2. Укључивање система за респираторне технике • урадити три пробе дисања пацијента пре започињања прегледа.

- 2.3. Стандардни топограми AP; LAT за одређивање регије од интереса.
- 2.4. Прво се ураде три AP топограма сваки при задржавању издаха ради утврђивања да ли се може извести ЕВН техника – повлачи се линија на сваком топограму од изабраног пршљена до средине дијафрагме и мери се размак од средине дијафрагме до линије. Разлика између измерених размака на сва три топограма не сме бити већа од 5 mm. Уколико је већа особа није кандидат за ЕВН технику, јер је померање органа приликом задржавања издаха превелико и онда се користи техника слободног дисања праћено гејтингом.
- 2.5. Задржавање издаха мора бити минимум између 15 и 20 sec.
- 2.6. Одређивање маргина покрета током издаха (опсег маргина 4 mm–2 mm горња граница, 2 mm доња граница од *baseline*-а (0)).
- 2.7. Нативни 4DCT у слободном дисању праћено гејтингом (служи као *backup*).
- 2.8. Нативни преглед са издахом и одређеним маргинама.
- 2.9. Преглед са контрастом са издахом и одређеним маргинама.
 - Експорт CT прегледа и RPM/RGSC крива на систем за планирање.

Процедуре на CT симулатору спроводе три RTT -а.

3. Спровођење и верификација радиотерапијског третмана

- 3.1. Пре почетка зрачног третмана, ради се дозиметријска верификација SRT/VMAT плана.
- 3.2. Стандардна идентификација пацијента и провера медицинске документације.
- 3.3. Провера имобилизационе опреме.
- 3.4. Пацијент се репозиционира на основу картона позиционирања и имобилизације.

- 3.5. Поставља се маркер блок за праћење респираторних покрета на идентично место као што је било и на СТ симулацији.
- 3.6. Аудио комуникацијом пацијент се усмерава када да избаци ваздух и задржи дисање.
- 3.7. Спроводи се верификација третмана уз помоћ конусног снопа СВСТ за сваки третман.

Регије од интереса	3.8. Коштане подударне структуре – пршљенови, ребарни лукови. 3.9. Дефинишу се примарне и секундарне структуре подударања приликом планирања за употребу током верификације слике.
Верификацију изводе RTT искључиво онлајн уз присуство радијационог онколога	3.10. Након одобрене верификације приступа се спровођењу третмана. <i>Процедуре верификације третмана и спровођења третмана спроводе три RTT -а.</i>

Литература

1. U. Nestele, DD. Ruyscher, U. Ricardi et al. ESTRO ACROP guidelines for target volume definition in the treatment of locally advanced non-small cell lung cancer. Radiotherapy and Oncology. 2018 March. 127 (2018) 1–5.
2. K.I. Kauwelo, D. Ruan, J.C. Park, *et al.* GateCT™ surface tracking system for respiratory signal reconstruction in 4DCT imaging, Med Phys, 39 (1) (2012), pp. 492–502.
3. H.Al-Hallaq, V. Batista, M. Kügele, E. Ford, N. Viscariello, J.Meyer, The role of surface-guided radiation therapy for improving patient safety, Radiotherapy and Oncology. 2021 163: 229–236.
4. D. E. Heron, M. S. Huq, J. M. Herman, Stereotactic Radiosurgery and Stereotactic Body Radiation Therapy (SBRT), ISBN: 9780826168566, ebook ISBN: 9780826168573, Copyright © 2019 Springer Publishing Company, Demos Medical Publishing is an imprint of Springer Publishing Company, LLC.

X

РАДИОТЕРАПИЈСКИ ПРОТОКОЛ ПРОЦЕДУРА ЗА ПРИМЕНУ ТЕХНИКЕ ЗРАЧЕЊА ПРАЋЕЊЕМ ГЕОМЕТРИЈЕ ПОВРШИНЕ ТЕЛА ПАЦИЈЕНТА

(Surface Guided Radiation Therapy – SGRT)

Аутори

ВРТ Илија Чурић,

Универзитетски клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију

СМР Бојан Иванов,

Универзитетски клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију

ССМР Драгана Вукашиновић,

Универзитетски клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију

1. Идентификовати пацијента у систему и унети податке.
2. Одабрати регију и уснимити DICOM CT модел који представља регију са CT симулације и на њој одредити ROI (*region of interest*).
3. ROI – Регија од интереса која је ослобођена одеће (пример: лице пацијента – линије ROI оцртавати уз линије маске која је видљива на моделу).
4. Направити мониторинг поље.
5. Запамтити унете податке, изаћи из прозора SGRT система. Отворити план на *linac*-у и повезати га са направљеним планом на SGRT систему (име презиме и ID пацијента, као и име плана, морају се поклопити на *linac*-у и SGRT систему).
6. Извршити репозиционирање пацијента на основу картона имобилизације и праћењем координата SGRT система у оквиру протоколом дозвољених маргина (DICOM CT – позиција са CT симулације – изоцентар плана).
7. Верификација конусним снопом CBCT.
8. Извршити корекције – померање стола на основу CBCT-а.
9. На SGRT систему пребацити са DICOM CT на мониторинг поље и сликати позицију после верификације CBCT-а и одредити ROI – референтну слику, за праћење током третмана.

Литература

1. M. Mast, S. Perryck University of Zurich, Zurich, Switzerland, Introduction to: Surface Guided Radiotherapy (SGRT), Technical Innovations & Patient Support in Radiation Oncology 22 (2022) 37–38.
2. V. Batista a,b,* , M. Gober c,d, F. Moura e, A. Websterf, M. Oellers g, M. Ramtohul h, M. Kügele i,p, P. Freisledererj, M. Buschmann c, G. Anastasi k, E. Steiner d, H. Al-Hallaq l, J. Lehmann Surface guided radiation therapy: An international survey on current clinical practice, Technical Innovations & Patient Support in Radiation Oncology 22 (2022) 1–8.

