

Толгой, хүзүүний хорт хавдрын туяа эмчилгээнд эрчмийг тохируулах технологи нэвтрүүлсэн үр дүн: Дозиметр, радиобиологийн судалгаа

Ц.Болортуяа^{1,2,*}, Ш.Мөнхбат¹, Ц.Тодгэрэл^{1,2}, Э.Даваарагчаа^{1,2}, В.Энхцэцэг^{1,2}, М.Минжмаа¹, Г.Дамдинсүрэн²

¹ Хавдар судлалын үндэсний төв, Туяа эмчилгээний тасаг

² Монгол улсын их сургууль, Инженер, технологийн сургууль

Энэхүү судалгаа нь толгой, хүзүүний хорт хавдрын туяа эмчилгээнд шинээр нэвтрүүлсэн Эрчмийг тохируулах туяа эмчилгээ (ЭТТЭ)-ний технологийн үр нөлөөг үнэлэх зорилготой. Судалгаанд 2022-2023 онд ЭТТЭ эмчилгээ хийлгэсэн 10 өвчтөн оролцсон бөгөөд 3 хэмжээст конформал туяа эмчилгээ (3Х КТЭ)-тэй харьцуулан дозиметр, радиобиологийн үр дүнг судалсан. PTV-ийн тохиромжийн индекс (CI) болон жигд тархалтын индекс (HI) нь ЭТТЭ аргаар илүү өндөр гарсан. PTV70-ийн дундаж тун 3Х КТЭ-д 101%, ЭТТЭ-д 100% байв. OARs-ийн хамгаалалтын хувьд ЭТТЭ нь тунгийн өртөлтийг бууруулж, ялангуяа шүлсний булчирхайн дундаж тунг 3Х КТЭ-ээс 43%-иар багасгасан (51.61 Гр → 29.09 Гр). ЭТТЭ төлөвлөлт нь PTV-д 70 Гр тун өгөх үед 3Х КТЭ-ээс 4 Гр-ээр өндөр тун түгээж, шаардлагыг илүү хангаж байв. Судалгааны дүнд ЭТТЭ технологи нь хавдрын талбайн тунгийн тархалтыг сайжруулж, эрүүл эдийг хамгаалахад үр дүнтэй болохыг тогтоосон.

Түлхүүр үгс: Эрчмийг тохируулах туяа эмчилгээ (ЭТТЭ), 3 хэмжээст конформал туяа эмчилгээ (3Х КТЭ), Төлөвлөлтийн бай эзлэхүүн (PTV), Клиник төлөвлөлтийн эзлэхүүн (CTV), Тохирлын индекс (CI), Жигд тархалтын индекс (HI), Эрүүл эрхтний тунгийн хязгаар (ЭЭТХ)

I. УДИРТГАЛ

Хорт хавдар нь дэлхий нийтэд нийгмийн эрүүл мэндийн ноцтой асуудал бөгөөд нас баралтын тэргүүлэх шалтгааны нэг болж байна. CLOBCAN-ий статистик дүнгээс үзэхэд, жил бүр 19.3 сая хүн хорт хавдраар оношлогдож, нийт өвчтөний 50% нь нас барж байна [1]. Мөн хорт хавдраар нас барагсдын 70 орчим хувь нь бага болон дунд орлоготой орнуудад тохиолдож байгаа нь уг өвчний эмчилгээний хүртээмж, эрт илрүүлэгтэй холбоотой асуудал байгааг илтгэнэ. Амьдралын хэв маягийн өөрчлөлт, хүн амын хөгшрөлт, эдийн засгийн өсөлт болон эрсдэлт хүчин зүйлсийн нөлөөгөөр хорт хавдрын өвчлөл цаашид нэмэгдэх хандлагатай байна [2].

Монгол улсын хэмжээнд 2021 онд 5981 шинэ тохиолдол бүртгэгдсэн бөгөөд нийт өвчлөлийн 67%-ийг элэгний (32.8%), ходоодны (15.8%), уушги гуурсан хоолойн (7.7%), улаан хоолойн (5.5%) болон умайн хүзүүний (5.5%) хорт хавдар эзэлж байна. Нас баралтын хувьд эдгээр төрлийн хавдрууд нийт нас баралтын 73%-ийг бүрдүүлж байна [3].

Толгой, хүзүүний хорт хавдар нь харьцангуй бага тохиолддог боловч хүндрэл өндөртэй хавдрын нэг төрөл юм. Дэлхий дахинд жил бүр

890 мянган шинэ тохиолдол бүртгэгдэж, 450 мянган хүн нас бардаг [4]. Энэ төрлийн хавдар нь ам, уруул, залгиур, төвөнх, шүлсний булчирхай, хамар, хамрын дайвар хөндий зэрэг эрхтэнд үүсэх бөгөөд архи, тамхины хэрэглээ, хүний папиллома вирусийн халдвар зэрэг нь өвчний голлох эрсдэлт хүчин зүйлс болж байна. Монгол улсад 2021 онд толгой, хүзүүний байрлалын хорт хавдрын 222 шинэ тохиолдол бүртгэгдэж, 113 хүн нас барсан байна [5].

Толгой, хүзүүний хавдрын эмчилгээнд мэс засал, туяа эмчилгээ голлон ашиглагддаг. Туяа эмчилгээ нь ионжуулагч цацрагийн тусламжтайгаар хавдрын эсийн хуваагдлыг зогсоож, устгах арга бөгөөд орчин үеийн технологийн хөгжилтэй уялдан улам нарийвчлалтай болж байна. Эрчмийг тохируулах туяа эмчилгээ (ЭТТЭ) нь хавдрын байрлалд тохируулан цацрагийн тархалтыг удирдах өндөр үр дүнтэй технологи юм.

Монгол улсад Хавдар судлалын үндэсний төв 2019 онд шугаман хурдасгуурт суурилсан 3 хэмжээст конформал туяа эмчилгээ (3Х КТЭ)-г нэвтрүүлсэн бол 2022 онд ЭТТЭ-ийг клиник практикт нэвтрүүлж, толгой, хүзүү, тархи, хөх, шулуун гэдэсний хавдартай 40 гаруй өвчтөнд эмчилгээ хийжээ. Энэхүү судалгаагаар шинээр

* Э-шуудан: bolortuya@nccm.gov.mn

нэвтрүүлсэн ЭТТЭ-ийн эмчилгээний төлөвлөлт, үр дүнг дозиметрийн болон радиобиологийн хэмжүүрээр үнэлэх зорилготой.

II. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

A. Өвчтний сонголт

Энэхүү судалгаанд 23-66 насны хамар залгиур, төвөнх, амны хөндийн хавдартай 10 өвчтөн (6 эрэгтэй, 4 эмэгтэй) оролцсон.

B. Эмчилгээний төлөвлөлтийн зураг авах

Өвчтөнийг дээш харуулан хэвтүүлж, хөдөлгөөнгүй байлгах зорилгоор гарыг мөр татагчаас атгуулан, толгой-хүзүүний суурин дээр термопластик маскыг өвчтний толгойд өмсүүлж, нүүрний хэлбэрийг гарган хэвэнд оруулсан. 64 зүслэгтэй Siemens Simgo компьютер томограф аппаратаар 3 мм зүслэгээр толгойн оройгоос уушигны орой хүртэл дүрс зураг авсан бөгөөд дараа нь уг зургийг төлөвлөлтийн системд шилжүүлэв.

C. Эмчилгээний эзэлхүүнийг тодорхойлох

Хавдрын ойролцоох эрүүл эрхтнүүдийг International Commission on Radiation Units & Measurements Report 83 [6]-ийн дагуу тодорхойлон зурсан. Хавдрын эзэлхүүнээс 1–1.5 см гадагш томруулан клиник төлөвлөлтийн эзэлхүүн (Clinical Target Volume - CTV)-ийг, өвчтөний байрлал болон хөдөлгөөний алдааг тооцон CTV-ээс 0.3–0.5 см томруулж төлөвлөлтийн бай эзэлхүүн (Planning Target Volume)-ийг зурдаг. Нугас, уртагтар тархи, шүлсний булчирхай, нүдний мэдрэлийн зөрлөг, эрүүний доод булчирхай, нүд, нүдний мэдрэл, линз зэрэг нь ойролцоох эрүүл эрхтэн (Organ at risk) буюу анхаарах шаардлагатай эрхтнүүд юм.

КТГ-ийн зурган дээр эдгээр эрүүл эрхтнүүд, клиник төлөвлөлтийн эзэлхүүн болон төлөвлөлтийн бай эзэлхүүнийг зурж тодорхойлсноор физик төлөвлөлтийн систем дээр тухайн эрхтний авч буй тунг тооцоолох боломжтой болно.

D. Эмчилгээний төлөвлөлтийн тооцоолол

Eclipse төлөвлөлтийн систем (Treatment Planning System - TPS) (Varian) дээр 6 МэВ энергитэй фотоноор туяа эмчилгээний төлөвлөлт хийж, Clinac-iX (Varian) шугаман

хурдасгуур аппаратаар эмчилгээг гүйцэтгэсэн. PTV1-д 66 Гр, 70 Гр, PTV2-т 63 Гр, 60 Гр, PTV3-т 56 Гр, 54 Гр, 53 Гр тунг 2 Гр/фракц-аар тус тус өгсөн. PTV-ийн хамгийн багадаа 95% нь төлөвлөсөн тунг авч, хамгийн их тунгийн утга төлөвлөсөн тунгийн 107%-аас хэтрэхгүй байхаар тооцоолол хийсэн. Эрүүл эрхтний тунг Хавдар судлалын үндэсний төвийн Туяа эмчилгээний ЭТТЭ-ний эмнэлзүйн зааврын 4.4. Физик төлөвлөлтийн II. Толгой хүзүүний хорт хавдрууд хэсэг болон RTOG Radiation Dose Constraints (Хүснэгт 1) дагуу ЭЭТХ-ийн тунг тооцоолж үнэлсэн.

E. Дозиметрийн шинжилгээ

Эмчилгээний төлөвлөлтийн тооцооллыг хийхийн тулд ихэвчлэн тун болон тун-эзлэхүүний параметруудийг ашигладаг. Тооцооллын үйл явц нь хоёр үе шаттай явагдана: (1) TPS-ийн тооцоолсон томографын зураг дээрх тунгийн тархалтыг шинжлэх; (2) тун-эзлэхүүний гистограммыг (Dose Volume Histogram - DVH) ашиглан PTV болон эрүүл эд эрхтнүүдийн авч буй тунг нарийвчлан судлах.

DVH нь тун-эзлэхүүний хамрах хүрээний өгөгдлийг харуулдаг ч хамгийн их тун авч буй хэсэг (D_{max}), жигд бус тархалтын индекс (Homogeneity Index - HI) зэрэг бусад геометрийн мэдээллийг илэрхийлдэггүй. Иймээс төлөвлөлтийн үнэлгээнд жигд бус тархалтын индексийг (HI) ашигласан.

ICRU 83 протоколд HI-ийг PTV-ийн тунгийн тархалтын жигд байдлын хэмжүүр гэж тодорхойлсон байдаг [6]. Үүнд:

$$HI = \frac{D2 - D98}{D} \quad (1)$$

- D2 ба D98 хувь нь эзэлхүүний 98% ба 2% -ийг хамарч буй тун
- D - төлөвлөсөн тун

Тохирлын индекс (Conformity Index - CI) нь PTV-ийг бүрхэж буй тунгийн муруйн чанарыг үнэлэхэд ашиглагддаг. Доорх томъёогоор CI-ийг хэрхэн тооцоолохыг харуулав.

$$CI = \frac{V98}{V95} \quad (2)$$

- V98, V95 нь төлөвлөсөн тунгийн 98%, 95%-ийн тунг авч байгаа эзлэхүүн

Хүснэгт 1. Эрүүл эрхтний тунгийн хязгаар [7]

Эрүүл эрхтэн	Тунгийн хязгаар	Нэмэлт мэдээлэл
Нугас	Их тун < 45 Гр	Melophaty эрсдлээс хамгаалахын тулд Их тун < 50 Гр
Уртавтартархи	Их тун < 54 Гр	1 фракцын тун < 2 Гр үед бага эзэлхүүний (1-10cc) Их тун < 59 Гр
Нүд	Дундаж тун < 35 Гр Их тун < 50 Гр	Хараа муудахаас хамгаалахын тулд
Линз	Их тун < 10 Гр	Нүдний болор цайх эрсдлээс хамгаалахын тулд
Нүдний мэдрэл	Их тун < 54 Гр	Цацрагаас үүсэх neurorhathy эрсдлийг < 3-7% барих, Их тун < 55-60 Гр
Нүдний мэдрэлийн зөрлөг	Их тун < 54 Гр	
Тархины дэлбэн	Их тун < 60 Гр	V40 Гр < 5сс Их тун < 70 Гр байж болно.
Шүлсний булчирхай	Дундаж тун < 26 Гр	Хоёр шүлсний булчирхайн хамгийн багадаа 20сс-д авах тун < 20 Гр эсвэл нэг шүлсний булчирхай дор хаяж 50% нь < 30 Гр авч болно.
Эрүүний булчирхай	Дундаж тун < 39 Гр	Шүлс ялгаруулах үйл ажиллагаа алдагдахаас сэргийлэх

III. ҮР ДҮН БА ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Зураг 1 ба 2-оос үзэхэд ЭТТЭ төлөвлөлт нь PTV-ийн тунгийн тархалтыг сайжруулж, нугас, шүлсний булчирхай зэрэг эрүүл эрхтний тунг бууруулах боломжтой гэдгийг харуулсан. OARs (эрүүл эрхтнүүд)-ийн хувьд, их тун (үргэлжилсэн-series) болон дундаж тун (параллель) утгууд тухайн эрхтний байрлалаас хамааран тооцогддог. Жишээ нь уртавтартархи нь үргэлжилсэн-series эрхтэнд хамаардаг учраас их тунгийн утгыг, шүлсний булчирхай нь

параллель эрхтэнд хамаардаг учраас дундаж тунгийн утгыг тооцсон.

Хүснэгт 2-оос харахад төлөвлөлтийн бай эзлэхүүн (PTV)-ий дундаж тун (D_{mean})-ийн хувьд 3Х КТЭ-д PTV 101% –аас 114% хооронд байсан бол, ЭТТЭ-д PTV нь 100% – аас 109% байсан.

Тунгийн тархалтын жигд байдлын хэмжүүр буюу HI нь ЭТТЭ-ээр PTV 0.06–оос 0.32 хооронд байхад, 3Х КТЭ-ээр PTV 0.12–оос 0.37 байв.

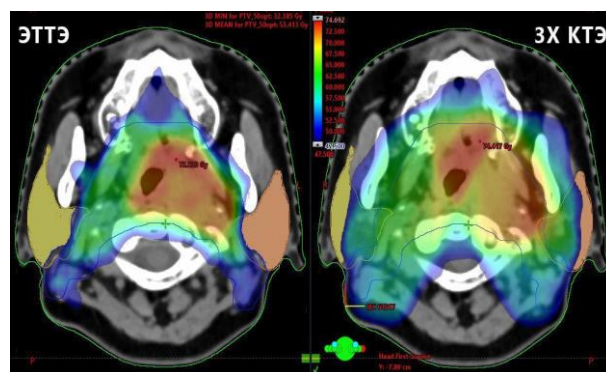
Тохирлын индекс (CI)-ийн хувьд, ЭТТЭ-ээр PTV – 92% байсан бол 3Х КТЭ-ээр PTV 83–аас 94% хооронд байв. Эрчмийг тохируулсан туяа эмчилгээ (ЭТТЭ) нь хавдрын тунгийн тархалт болон тохирлын индекс (CI)-ийн хувьд 3 хэмжээст конформал туяа эмчилгээ (3Х КТЭ)-ээс илүү сайн үр дүн үзүүлсэн.

Хүснэгт 3-аас харахад шүлсний булчирхайд дундаж тун 3Х КТЭ-ээр 51.61 Гр, ЭТТЭ-ээр 29.09 Гр, харин эрүүний доорх булчирхайн дундаж тун 3Х КТЭ-ээр 60.61 Гр, ЭТТЭ-ээр 50.19 Гр байсан.

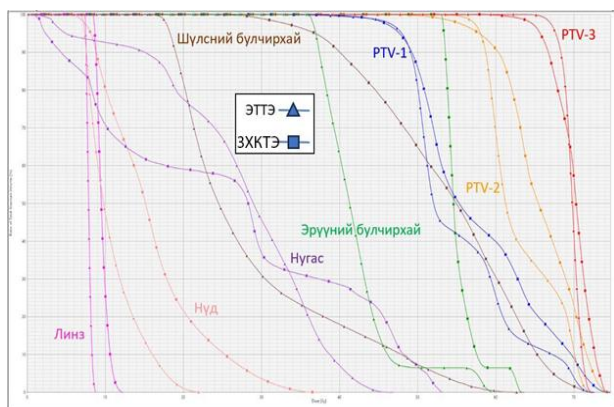
ЭТТЭ-ийн их тунгийн утга нь 3Х КТЭ-ээс уртавтартархи 1 Гр, нугас 7 Гр, нүд 2 Гр, линз 3 Гр, тархины дэлбэн 1 Гр, нүдний мэдрэл 3 Гр, харааны зөрлөг 4 Гр-ээр буюу 0.26%-иас 29.92%-иар бага байв.

А. Дозиметрийн үнэлгээ

3Х КТЭ болон ЭТТЭ төлөвлөлтийн тунгийн тархалтыг (Зураг 1) болон DVHs (Зураг 2) харьцуулсан. 10 өвчтөний 3Х КТЭ болон ЭТТЭ төлөвлөлтийн PTV болон эрүүл эрхтний дозиметрийн үзүүлэлтийн ялгааг Хүснэгт 2, 3-д харуулав.



Зураг 1. ЭТТЭ, 3Х КТЭ төлөвлөлтийн тунгийн тархалтын зургаар шар (баруун) болон улбар шар (зүүн) өнгөтэй шүлсний булчирхайн авч буй тун



Зураг 2. 3X КТЭ болон ЭТТЭ төлөвлөлтийн бай эзэлхүүн, эрүүл эрхтний DVH-ийн харьцуулалт

Тун-эзэлхүүний графикаас харахад ЭТТЭ төлөвлөлтийн үед эрүүл эрхтний тун харьцангуй бага, төлөвлөлтийн бай эзэлхүүний тун сайн байгаа нь харагдаж байна (Зураг 2). 3X КТЭ болон ЭТТЭ-д CI болон HI нь PTV1 (50-54 Гр)-д буюу том эзлэхүүнд бага тун өгөх үед мэдэгдэхүйц ялгаа ажиглагдаагүй. Харин PTV3 (66-70 Гр)-д буюу жижиг эзлэхүүнд их тун өгөх үед ЭТТЭ илүү сайн үр дүнг харуулсан.

Хүснэгт 2. PTV-ийн дозиметрийн дундаж харьцангуй утга

		ЭТТЭ	3X КТЭ	Зөрүү, %
PTV1	D98	0.9775	0.9393	4.07
	D95	1.0253	1.0179	0.73
	D _{mean}	1.0975	1.1434	-4.01
	CI	0.9243	0.9281	-0.41
	HI	0.3219	0.3775	-14.73
PTV2	D98	0.9778	0.9664	1.18
	D95	1.0263	1.0318	-0.53
	D _{mean}	1.0482	1.0866	-3.54
	CI	0.9218	0.9473	-2.69
	HI	0.1753	0.2189	-19.90
PTV3	D98	0.9851	0.9556	3.10
	D95	1.0270	0.9858	4.20
	D _{mean}	1.0019	1.0101	-0.81
	CI	0.9287	0.8399	10.55
	HI	0.0679	0.1283	-47.08

Хүснэгт 3. ЭТТЭ-ийн дозиметрийн дундаж утга, Гр

Үргэлжилсэн эрхтэн	ЭТТЭ	3X КТЭ	Бууралтын хувь, %
Нугас	43.93	50.00	12.4
Уртавттар тархи	47.42	48.43	2.09
Зүүн нүд	25.66	27.21	5.70
Баруун нүд	20.01	22.97	12.91
Зүүн линз	6.47	8.65	25.20

Баруун линз	6.49	9.26	29.92
Баруун нүдний мэдрэл	29.41	33.81	13.01
Зүүн нүдний мэдрэл	28.74	31.25	8.02
Харааны зөрлөг	36.98	40.64	9.02
Тархины баруун дэлбэн	49.80	49.93	0.26
Тархины зүүн дэлбэн	50.66	51.87	2.33
Параллель эрхтэн	ЭТТЭ	3X КТЭ	Бууралтын хувь, %
Баруун шүлсний булчирхай	28.96	51.64	43.89
Зүүн шүлсний булчирхай	29.22	51.59	43.34
Эрүүний баруун доор булчирхай	50.68	60.93	16.83
Эрүүний зүүн доод булчирхай	49.71	60.29	17.50

Хүснэгт 2-т физик төлөвлөлтийн Eclipse системээс төлөвлөлтийн бай эзэлхүүний 98%, 95%-ийн авч буй тун, нийт эзэлхүүний авч буй дундаж тунг төлөвлөсөн тунд харьцуулсан утга болон тохирлын индекс, жигд бус тархалтын индексийн үзүүлэлтүүдийн дундаж утгыг харуулав.

Хамгийн их мэдэгдэхүйц ялгаа шүлсний булчирхайд ажиглагдсан бөгөөд ЭТТЭ төлөвлөлт нь шүлсний булчирхайн тунг 3X КТЭ төлөвлөлттэй харьцуулахад харьцангуй бага байна.

CI болон HI үзүүлэлтүүдийг харьцуулахад, ЭТТЭ-ийн CI (0.92) нь 3X КТЭ-ээс (0.90) илүү байв. HI утга нь 3X КТЭ-ээр 0.24, ЭТТЭ-ээр 0.18 байсан ч энэ ялгаа нь статистикийн хувьд ач холбогдолгүй байсан. Үүний зэрэгцээ, 3X КТЭ болон ЭТТЭ-д ижил тунг жигд өгөх боломжтой гэж дүгнэсэн.

Энэхүү судалгааны үр дүнд 3X КТЭ-ийн хувьд эрүүл эрхтний тун илүү өндөр байгаа тул, ЭТТЭ-ийг сонгож, OARs-ийн тунг багасгах нь илүү зохимжтой гэж үзэж байна. ЭТТЭ нь шүлсний булчирхайг хамгаалахад илүү үр дүнтэй байхаас гадна, PTV-ийн тунгийн тархалтыг сайжруулж, илүү үр ашигтай эмчилгээ хийх боломжийг бүрдүүлж байна.

3X КТЭ-ээс илүү ЭТТЭ техник нь PTV-ийн тунгийн хамрах хүрээг нэмэгдүүлж, зорилтот CI

болон HI-ийг сайжруулж чадсан. ЭТТЭ-ийн үзүүлэлтүүд 3X КТЭ-ээс илүү сайн байсан.

IV. ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгаагаар гурван хэмжээст конформ төлөвлөлт (3X КТЭ) болон эрчимт тохируулгат туяа эмчилгээ (ЭТТЭ)-ний дозиметр, радиобиологийн үр дүнг харьцуулан үнэлэхэд, ЭТТЭ нь илүү оновчтой төлөвлөлтийн үр дүн үзүүлснийг тогтоов.

ЭТТЭ төлөвлөлт нь зорилтот эзэлхүүн (PTV)-ийн тунгийн тархалтыг илүү нарийвчлалтай хүргэхийн зэрэгцээ, шүлсний булчирхай болон эрүүний доод булчирхай зэрэг эрүүл эрхтнүүдийг хамгаалахад илүү үр дүнтэй байв. Тухайлбал, ЭТТЭ нь шүлсний булчирхайн дундаж тунг 43%-иар, эрүүний доод булчирхайн тунг 17%-иар бууруулсан бөгөөд тунгийн нийцэл (CI) болон жигд тархалтын (HI) үзүүлэлтүүд 3X КТЭ-ээс илүү сайн гарсан.

Эдгээр үр дүн нь ЭТТЭ нь клиникийн практикт гаж нөлөөг багасгаж, эмчилгээний чанарыг сайжруулах боломжтойг харуулж байна. Тиймээс ЭТТЭ төлөвлөлтийг эмчилгээний төлөвлөлтөд түлхүү ашиглах нь зүйтэй гэж дүгнэв.

Талархал

Судалгааг хийх нөхцөл боломжоор хангасан Хавдар судлалын үндэсний төвийн удирдлагууд, туяа эмчилгээний тасгийн хамт олондоо баярлалаа. Энэхүү судалгааны ажлыг Монгол Улсын Их Сургууль (МУИС) – ийн PROF2025-3202 бүртгэлийн кодтой төслийн хүрээнд гүйцэтгэв.

Ашигласан материал

[1] Bray F, Laversanne M, Sung H, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2024, 74 (3), 229-263. <https://doi.org/10.3322/caac.21834>

- [2] Ferlay J, Laversanne M, Ervik M, Lam F, Colombet M, Mery L, Piñeros M, Znaor A, Soerjomataram I, Bray F (2024). Global Cancer Observatory: Cancer Tomorrow (version 1.1). Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. Available from: <https://gco.iarc.who.int/tomorrow>
- [3] Үндэсний статистикийн хороо. Хорт хавдраар шинээр өвчлөгчдийн тоо, 10000 хүнд ногдохоор, хорт хавдрын төрлөөр, жил бүрийн эцэст 2021. https://www2.1212.mn/tables.aspx?tbl_id=DT_NSO_2100_012V1&PH005_select_all=1&PH005SingleSelect=_0&YearY_select_all=0&YearYSingleSelect=_2021&viewtype=piechart
- [4] Barsouk A, Aluru JS, Rawla P, Saginala K, Barsouk A. Epidemiology, Risk Factors, and Prevention of Head and Neck Squamous Cell Carcinoma. *Medical Sciences.* 2023, 11 (2), 42. <https://doi.org/10.3390/medsci11020042>
- [5] Хавдар Судлалын Үндэсний Төв. Хорт хавдар, эрт илрүүлгийн тандалт судлагааны алба. Хорт хавдрын өвчлөл нас баралтын хураангуй 2022. <https://www.cancer-center.gov.mn/%d0%bd%d1%8d%d0%b2%d1%82%d1%80%d1%8d%d1%85/statisticnevtr/h/statistic2/>
- [6] International Commission on Radiation Units and Measurements. *J ICRU.* 2014, 14 (1), 1-2. <https://doi.org/10.1093/jicru/ndw040>
- [7] RTOG Radiation Dose Constraints https://en.wikibooks.org/wiki/Radiation_Oncology/Toxicity/RTOG
- [8] Marks LB, Yorke ED, Jackson A, et al. Use of normal tissue complication probability models in the clinic. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2010, 76 (3), 10-19. <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2009.07.1754>
- [9] Andrade C. The P Value and Statistical Significance: Misunderstandings, Explanations, Challenges, and Alternatives. *Indian J Psychol Med.* 2019, 41 (3), 210-215. https://doi.org/10.4103/IJPSYM.IJPSYM_193_19

Comparison of 3D conformal and intensity modulated radiotherapy in head and neck cancer: Dosimetric and radiobiology evaluation

Ts.Bolortuya^{1,2}, Sh.Munkhbat¹, Ts.Todgerel^{1,2}, E.Davaaragchaa^{1,2}, V.Enkhtsetseg^{1,2}, M.Minjmaa¹, G.Damdinsuren²

¹ *Department of Radiation Therapy, National Cancer Center, Mongolia*

² *School of Engineering and Technology, National University of Mongolia, Mongolia*

Abstract: The aim of this study was to compare the dosimetric and radiobiological efficiency of various intensity modulated radiotherapy (IMRT) techniques with 3D conventional radiotherapy (3D-CRT) technique in the treatment of early stage oral tongue cancer. Materials and Methods: This study was performed on 38 CT images of patients who were planned with 3D-CRT and three sets of IMRT treatment plans including five, seven and nine fields with prescribed dose of 70 Gy to planning target volume. The dose volume histograms, homogeneity index (HI), conformity index (CI) were derived using Eclipse treatment planning system.

Results: The results of this study indicated an increase in the homogeneity index (HI) and conformity index (CI) for IMRT plans compared to 3D-CRT. Furthermore, IMRT techniques resulted in a statistically significant reduction in the dose received by the parotid glands (up to 43%) and submandibular glands (up to 17%) compared to the conventional technique, while increasing the dose to the planning target volume (PTV) by up to 4 Gy. In addition, IMRT decreased the dose to organs at risk (OARs) relative to conventional treatment.

Conclusions: It can be concluded that IMRT offers improved conformity and homogeneity in dose distribution, making it a more effective technique for the treatment of head and neck cancers, including early-stage oral tongue cancer.

Keywords: Intensity-modulated radiotherapy (IMRT), three-dimensional conformal radiotherapy (3D-CRT), planning target volume (PTV), clinical target volume (CTV), conformity index (CI), homogeneity index (HI), organs at risk (OARs), head and neck cancer, dosimetric evaluation.