

3 O'LCHAMLI KONFORMAL RADIATION TERAPIYADA 6MV VA 10 MV ENERGIYALI FOTONLARNING DOZIMETRIK TAQSIMOTI

Arslonova Shirin

RIO va RIATM Toshkent shahar filiali Tibbiyot Fizigi.

Mamayusupova Muqaddas

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy
Universiteti Yadro fizikasi kafedrası dotsenti,

Ibroximjonov Iftixorjon

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy Universiteti
"Yadro Fizikasi" kafedrası magistranti.

Temirov Laziz

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy Universiteti
"Yadro Fizikasi" kafedrası magistranti.

Erkinova Hilola

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy Universiteti
"Yadro Fizikasi" kafedrası magistranti.

Kirish.

Ushbu maqolada 3DCRT (3 O'lchamli konformal radiatsion terapiya) rejalashtirish usulidan foydalangan holda bosh miya, ko'krak bezi va kichik chanoq sohalaridagi o'smalarni nurlantirishda 6 MV va 10 MV energiyali fotonlar yordamida nurlantirishdagi dozalar taqsimoti solishtirildi. Quyidagi taqsimot rejalashtirilgan nishon hajmining (PTV) belgilangan dozga nisbatan qamrab olinishi ko'rsatkichi, muvofiqlik indeksi (CI), bir xillik indeksi (HI) shuningdek, nurlanish ostidagi organlarning (OAR's) dozimetrik taqsimoti QUANTEC asosida baholandi. Olingan barcha natijalar Monaco 5.11 (Elekta, Crawley) davolash rejalashtirish tizimi (TPS) da Collapsed Cone algoritmi asosida hisoblandi.

Tayanch iboralar: 3 DCRT, dozalar taqsimoti, foton energiyasi.

Materiallar va metodlar.

Ushbu maqola uchun avval RIO va RIATM Toshkent shahar filialida avval davolanib bo'lgan be'morlar orasidan bosh miya saratoni bilan kasallangan 5 ta bemor,

belgilangan doza 30 Gy 15 ta fraksiyada, kichik chanoq sohasi saratoni bilan kasallangan 5 ta bemor belgilangan doza 46 Gy 23 ta fraksiyada va ko'krak be'zi saratoni bilan kasallangan 5ta (3ta chap va 2 ta o'ng sohada) be'mor belgilangan doza 50 Gy 25 ta fraksiyada tanlab olindi.

Har bir be'morga 6MV va 10MV foton energiyalari bilan 2 tadan nurlantirish rejasi hisoblab chiqildi. Nurlantirish terapiyasi rejalashtirish davomida bosh miya saratoni bor bemorlarga 2 ta yon tomondan nurlantirish maydonlarini, kichik chanoq sohasi saratoni bor bemorlar 4 ta ya'ni "BOX" usulida nurlantirish maydonlaridan, ko'krak be'zi saratoni bor be'morlarga 2 ta tangensial yo'nalishda nurlantirish maydonlaridan foydalangan holda doza taqsimoti hisoblandi. Hisoblash oxirida belgilangan doza qiymati barcha PTVlar uchun o'rtacha doza (mean dose) qiymatiga moslashtirildi.

Dozalar taqsimoti quyida keltirilgan kattaliklar asosida baholandi:

1) Belgilangan nurlanish dozasining 95%i PTV ning 95% hajmini egallaganligi.

2) Muvofiqlik indeksi (CI) – bu ideal holatda birga teng bo'lib, u belgilangan dozaning rejalashtirilgan nishon hajmiga nisbatan yuqori qamrovi va atrofdagi sog'lom to'qimalarga minimal darajada dozaning tushishini ifodalovchi kattalik:

$$CI = \frac{(TV_{RI})^2}{TV \times V_{RI}}$$

Bu yerda TV_{RI} - bu o'smadagi tavsiya qilingan izodoza hajmi, TV -nishonning hajmi, V_{RI} -tavsiya qilingan izodoza hajmi

3) Bir xillik indeksi ideal holatda birga teng kattalik hisoblanib. (Homogeneity index-HI). Bu maksimum doza bilan tavsiya qilingan dozaning nisbatiga teng kattalik :

$$HI = \frac{D_{max}}{D_{PTV}}$$

4) Bosh miya, kichik chanoq sohasi va ko'krak bezi sohasidagi saraton kasalliklari uchun PTV ga yaqin joylashgan zararlanish ehtimolligi yuqori bo'lgan sog'lom to'qimalar (OARs) QUANTEC ma'lumotlariga asoslangan holda baholandi.

5) PTV dan tashqariga tushayotgan dozani baholash maqsadida Patient-PTV hajmi yaratilib, ushbu hajmdagi D40Gy, D30Gy, D20Gy, D10Gy va D5Gy dozalarining tushish foizi baholandi.

Olingan natijalar.

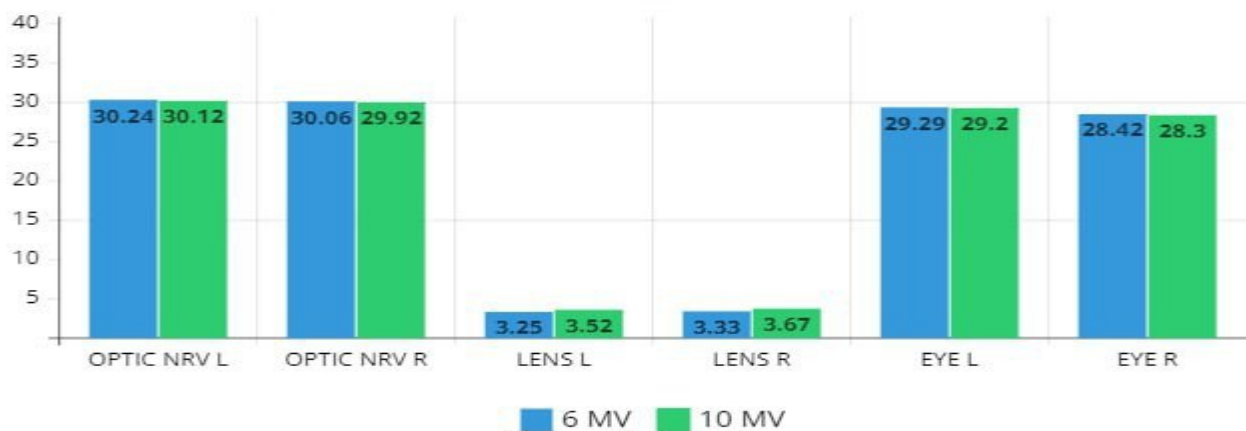
Quyida olingan natijalar jadval va diagrammalarda keltirilgan:

1-jadval Butun bosh miya radioterapiyasi natijasida olingan 6 MV va 10 MV energiyali fotonlarning dozimetrik taqsimoti javali. [3]

Butun bosh miya sohasi saratoni							
		6MV			10MV		
		median	Min	max	median	min	Max
PTV	V95%	96,97	95,52	98,53	96,34	95,61	97,62
	Dmax	106,95	105,33	107,60	106,27	104,59	10613,33
	CI	0,49	0,45	0,57	0,55	0,51	0,60
	HI	1,07	1,05	1,08	1,06	1,05	106,13
OARs							
OPTIC NRV L	Dmean	27,71	24,25	30,21	27,60	25,09	30,03
	Dmax	30,24	29,70	30,85	30,12	29,70	30,62
OPTIC NRV R	Dmean	28,18	25,59	29,98	28,02	27,52	30,03
	Dmax	30,06	29,66	30,35	29,92	29,54	30,60
LENS L	Dmean	2,74	2,14	3,13	2,99	2,13	4,88
	Dmax	3,25	2,24	4,91	3,52	2,51	9,16
LENS R	Dmean	2,68	2,21	4,12	2,95	2,23	7,52
	Dmax	3,33	2,36	7,19	3,67	2,47	13,24
EYE L	Dmean	8,24	4,23	11,46	8,41	5,07	13,69
	Dmax	29,29	19,11	30,27	29,20	22,57	30,20
EYE R	Dmean	7,87	5,00	14,75	8,79	5,08	18,76
	Dmax	28,42	24,85	30,29	28,30	24,82	30,44
COHLEA L	Dmean	28,38	28,25	28,95	28,98	28,66	29,16
COCHLEA R	Dmean	28,52	27,85	29,13	28,91	28,34	29,31
Patient- PTV	D2cc	31,10	30,68	31,26	30,65	29,47	30,77
	Dmean	9,51	8,43	10,80	9,52	8,41	10,82
	V30Gy	2,10	1,57	3,97	0,86	0,57	1,30
	V20Gy	26,78	24,01	30,05	26,99	24,11	29,74
	V10Gy	34,16	29,88	39,05	34,34	30,22	39,36
	V5Gy	37,86	32,28	44,70	38,31	33,64	45,14
		MUs					
		330,96	330,55	337,75	312,64	312,23	317,88

1-diagramma. Bosh miya OARs ga tushayotgan dozaning foizlardagi qiymati.

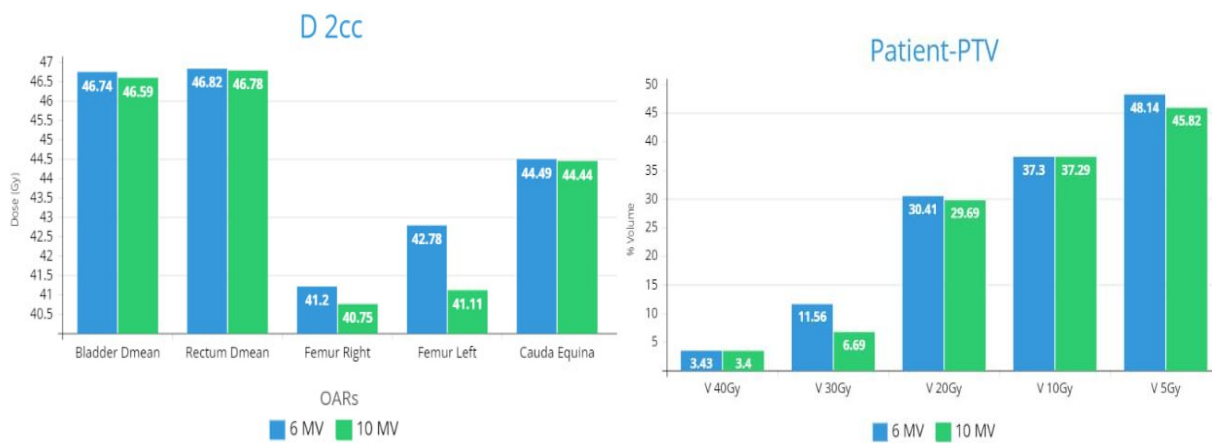
Brain OARs Dmax



Kichik chanoq sohasi

2-jadval Kichik chanoq sohasi radioterapiyasi natijasida olingan 6 MV va 10 MV energiyali fotonlarning dozimetrik taqsimoti javali[3]

Kichik chanoq sohasi saratoni							
		6MV			10MV		
		median	min	max	media n	min	max
PTV	V95%	98,72	95,08	99,14	98,92	97,20	99,19
	Dmax	105,54	104,13	108,13	104,35	104,35	95,00
	CI	0,40	0,34	0,53	0,40	0,35	0,52
	HI	1,06	1,04	1,08	1,04	0,95	1,06
OARs							
Bladder	Dmean	44,23	41,68	45,56	44,08	42,03	44,83
	D2cc	46,74	46,23	47,12	46,59	46,33	46,90
	D40Gy	85,86	75,10	96,83	85,58	75,88	95,40
Rectum	Dmean	42,83	40,37	45,50	42,40	41,75	45,58
	D2cc	46,82	46,45	47,68	46,78	46,36	47,48
	D40Gy	86,61	58,19	95,70	82,72	72,19	95,51
Femur Right	D2cc	41,20	30,34	45,23	40,75	30,02	45,34
Femur Left	D2cc	42,78	34,83	46,64	41,11	34,35	46,14
Cauda Equina	D2cc	44,49	36,49	45,96	44,44	37,07	45,73
Patient-PTV	D2cc	48,01	47,12	49,33	47,51	44,54	48,50
	Dmean	11,97	9,70	15,17	11,59	9,35	14,93
	V40Gy	3,43	2,54	6,02	3,40	2,50	6,70
	V30Gy	11,56	9,45	14,56	6,69	6,32	10,82
	V20Gy	30,41	23,40	39,65	29,69	22,94	38,67
	V10Gy	37,30	28,71	48,71	37,29	29,10	48,68
	V5Gy	48,14	38,40	61,80	45,82	38,59	62,70
	MUs	342,55	332,11	373,83	314,62	291,42	339,53



2-diagramma. O'ngda PTV dan tashariga tushayotgan dozaning qiymati 6 va 10 MV larda ko'rsatilgan. Chapda PTV ning 2 sm³ hajmidagi dozaning OAR's dagi qiymati keltirilgan.

Ko'krak bezi saratoni

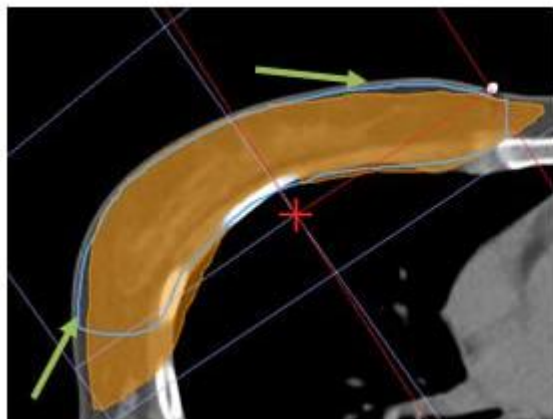
3-jadval O'ng ko'krak bezi radioterapiyasi natijasida olingan 6 MeV va 10 MeV energiyali fotonlarning dozimetrik taqsimoti javali[3].

O'ng ko'krak be'zi saratoni							
		6MV			10MV		
		median	min	max	median	min	max
PTV	V95%	92,42	89,00	94,68	91,31	87,32	91,85
	Dmax	108,60	107,24	109,64	108,04	107,2	109,52
	CI	0,46	0,44	0,52	0,55	0,55	0,86
	HI	1,09	1,07	1,10	1,08	1,07	1,10
PTV eval 3mm	V95%	94,01	90,60	96,47	93,69	89,83	93,73
PTV eval 5mm	V95%	96,34	92,87	98,57	96,75	94,11	97,38
OARs							
Lung Right	V20Gy	19,88	7,80	37,85	20,41	8,96	39,43
	V30Gy	15,22	3,48	16,30	16,52	3,85	16,84
	Dmean	10,36	7,37	13,58	10,74	7,64	14,20
Lung Left	Dmean	0,44	0,34	0,64	0,39	0,31	0,63
Heart	Dmean	1,02	0,93	1,21	0,92	0,86	1,20
	V25Gy	1,33	1,17	1,46	1,20	1,05	1,39
Breast Left	Dmean	0,80	0,70	1,36	1,08	0,95	1,66
	V5Gy	2,46	1,94	3,30	4,33	3,60	52,06
Patient-PTV	D2cc	52,78	52,70	56,64	52,73	52,48	52,93
	Dmean	3,09	2,88	5,71	3,14	2,94	5,85
	V40Gy	3,32	2,94	7,27	3,23	2,78	7,26
	V30Gy	4,39	4,00	8,97	4,41	4,02	9,00
	V20Gy	5,26	4,87	10,60	5,36	4,94	10,74
	V10Gy	6,60	6,20	12,85	6,74	6,34	13,00
	V5Gy	8,11	7,58	15,36	8,81	8,10	16,00
MUs							
		377,00	223,51	475,60	337,53	216,14	430,00

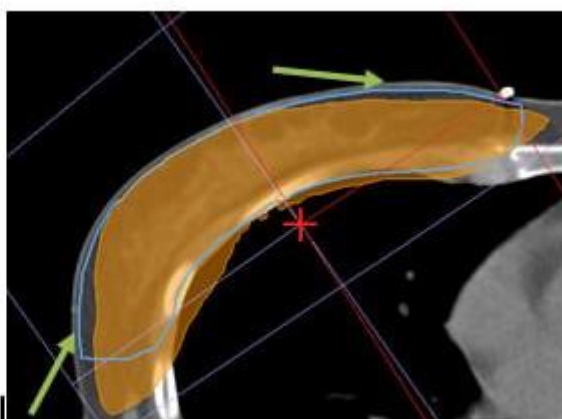
4-jadval Chap ko 'krak bezi radioterapiyasi natijasida olingan 6 MeV va 10 MeV energiyali fotonlarning dozimetrik taqsimoti javali. [3]

Chap ko'krak be'zi saratoni							
		6MV			10MV		
		media n	min	max	median	min	max
PTV	V95%	94,38	93,50	95,25	91,94	90,25	93,63
	Dmax	110,43	4	110,72	108,27	106,96	109,58
	CI	0,50	0,41	0,59	0,49	0,44	0,54
	HI	1,10	1,10	1,11	1,08	1,07	1,10
PTV eval 3mm	V95%	95,61	94,95	96,26	93,80	92,21	95,39
PTV eval 5mm	V95%	97,28	97,00	97,56	96,70	95,31	98,08
OARs							
Lung Left	V20Gy	11,44	4,79	18,08	10,92	5,15	16,68
	V30Gy	3,79	2,78	4,80	3,80	2,64	4,95
	Dmean	7,94	6,04	9,84	7,93	6,06	9,80
Lung Right	Dmean	0,39	0,37	0,40	0,33	0,32	0,34
Heart	Dmean	5,89	5,38	6,40	5,80	5,36	6,23
	V25Gy	3,51	3,47	3,54	3,31	3,23	3,38
Breast Right	Dmean	0,80	0,62	0,97	0,96	0,73	1,19
	V5Gy	2,27	1,79	2,74	2,18	1,97	2,39
Patient-PTV	D2cc	53,37	52,76	53,97	52,29	52,22	52,36
	Dmean	3,81	3,13	4,48	3,81	3,09	4,52
	V40Gy	4,66	3,40	5,92	4,48	3,13	5,82
	V30Gy	5,72	4,43	7,01	5,69	4,36	7,02
	V20Gy	6,67	5,27	8,07	6,76	5,30	8,22
	V10Gy	8,06	6,54	9,58	8,18	6,63	9,72
	V5Gy	9,75	8,03	11,47	10,36	8,58	12,13
MUs							
		358,00	348,00	368,00	325,94	316,28	335,60

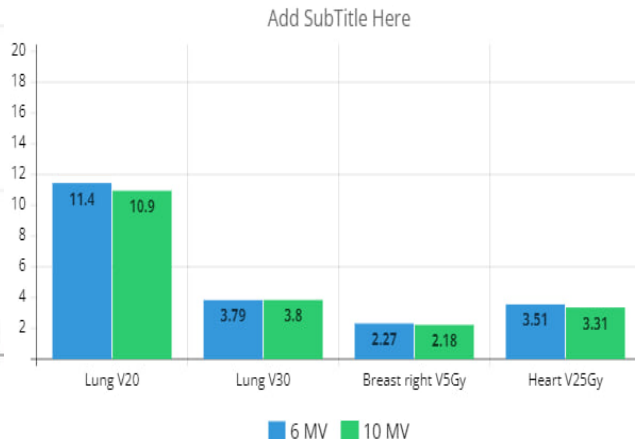
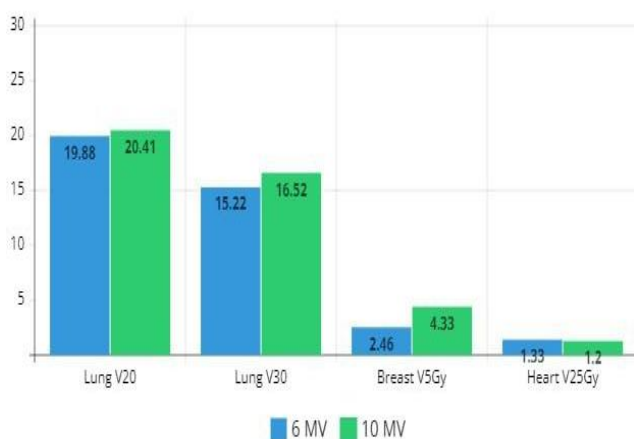
1-rasm. Ko'krak bezi saratonida belgilangan doza 95%ining teriga nisbatan 6MV(chap taraf) va 10MV (o'ng taraf) energiyali fotonlar yordamida hisoblangandagi doza taqsimoti.



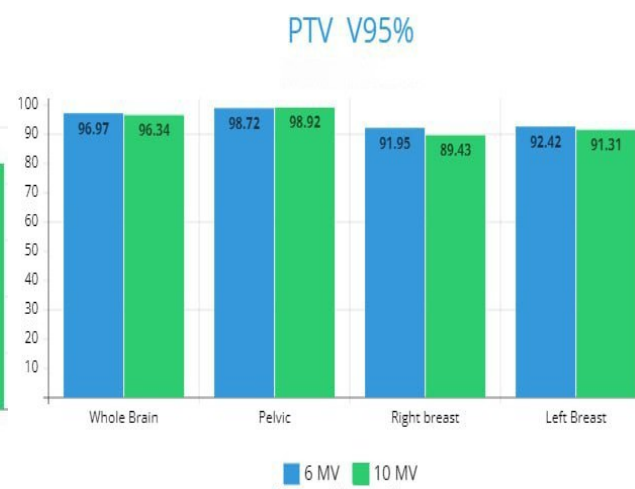
Rihgt Breast Cancer



Left Breast Cancer



3 diagramma. O'ng va chap ko'krak be'zi saratonidagi OAR's lardagi doza taqsimoti. [3]



4 diagramma. Chapdagi diagrammada saraton kasalliklarini nurlantirishda ishlatilgan monitorlik birliklarni 6 MV va 10 MV dagi qiymati berilgan. O'ngda PTV

ga belgilangan dozani 95 % hajmga (V95%) tushish ko'rsatkichini 6 MV va 10 MV dagi qiymati berilgan.

Muhokama va mulohazalar.

Butun bosh miya. Butun bosh miya saratonida 6 MV va 10 MV da doza taqsimoti solishtirilganda PTV dagi doza taqsimotini aniqlab beruvchi ko'rsatkichlar ya'ni: V95%, CI, HI larda sezilarli darajada o'zgarish qayd etilmadi. Lekin xavf ostidagi organlarni doza taqsimoti ko'rilganda Optik nerv va ko'z qorachiqclariga tushayotgan doza 10 MV da 6 MV ga nisbatan 0.3Gy ga yuqori ko'rsatkich qayd etdi. Bu kichik doza farqi ham ko'z kataraktasi va boshqa ko'rish bilan bog'liq kasalliklarni kelib chiqish ehtimolini oshiradi. [1]

Kichik chanoq sohasi saratoni. Kichik chanoq sohasi saratonida 6 MV va 10 MV da doza taqsimoti solishtirilganda PTV dagi doza taqsimotini aniqlab beruvchi ko'rsatkichlar ya'ni: V95%, CI, HI larda ham sezilarli darajada o'zgarish qayd etilmadi. Lekin xavf ostidagi organlarni doza taqsimoti ko'rilganda to'g'ri ichakka tushayotgan 40 Gy doza (D40Gy) ning qiymati 6 MV da 10MV ga qaraganda 4 % ga ko'proqni tashkil etdi. Shuningdek femor boshiga tushayotgan doza 6MV da 10MV ga qaraganda 1 Gy ga ko'proqni tashkil etdi. Eng asosiy farq PTV dan tashqariga tushayotgan doza Patient-PTV da ko'rindi, unga ko'ra 30 Gy tushayotgan dozaning hajmi 6 MV da 10MV ga qaraganda 2 karra ko'proq ni tashkil qildi. Bunga asosiy sabab fotonlarning muhitda doza xosil qilish chuqurligni foton energiyasiga bo'g'liqligi bo'lib, energiya miqdor oshgani sari kirish dozasi kamayishi kuzatiladi. [2]

Ko'krak be'zi saratoni. Belgilangan dozaning 95%i ni PTV hajmining teriga yaqin yuzasida deyarli yo'q ekanligi ikkala 6 MV va 10 MV energiyali fotonlar yordamida hisoblangan doza taqsimotlarida kuzatildi (1-rasm). Bu holat 10 MVda yaqqolroq ko'zga ko'rindi. Bunga sabab, fotonlarning bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tganida, ya'ni bizning holda havodan yumshoq to'qimaga o'tganida xosil bo'luvchi dozaning o'sish chuqurligi ("Build up depth")ni foton energiyasiga uzviy bog'liqligidir. Energiya miqdori oshgani sayin, dozaning maksimal darajaga erishish chuqurligi ham ortib boradi. Bu ta'sirni to'g'ri baholash maqsadida PTVeval3mm va PTVeval5mm, ya'ni PTV hajmidan teridan so'ng bo'lgan 3mm va 5mm qalinlikdagi hajm olib tashlanib, belgilangan dozaning 95%i qanchalik PTV ni qamrab olingani baholanganda, 6MV va 10MV uchun V95% mos ravishda PTVeval3mm da 93.5% va 91.31% dan 94.5% va 93.69% gacha, PTVeval5mm da esa 97% va 96.75% gacha oshgani ko'rindi.

Monitor birliklar(MU) farqi. Barcha hollarda monitor birliklar soni 10MV energiya uchun 6MV ga nisbatan sezilarli darajada kamroq bo'lgani qayd etildi. Bu be'morning nurlantirish vaqtini kamayishiga xizmat qiladi, ammo bu ko'rsatkich PTV

ning belgilangan doza bilan qamrab olinishi va sog'lom to'qimalarga tushayotgan ortiqcha dozaga ta'sir qilmasligi lozim. [4]

Xulosa.

Butun bosh miya rejalashtirilgan nishon hajmi sanalganda, 6MV va 10MV fotonlar energiyasi doza taqsimotida sezilarli farq kuzatilmadi.

Kichik chanoq soxasi saratoni uchun 10MV fotonli energiyadan foydalanib hisoblangan doza taqsimoti 6MV fotonli energiyadan foydalanib hisoblangan doza taqsimotiga nisbatan ustunroq natijalarni ko'rsatdi.

Ko'krak bezi saratoni uchun 6MV fotonli energiyadan foydalanish 10MV ga nisbatan, ayniqsa rejalashtirilgan nishon hajmining teriga yaqin qismlarida yaxshiroq natija bergani aniqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Radiation Oncology Physics. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY VIENNA, 2005.
2. Treatment Planning in Radiation Oncology, EDITORS: Faiz M. Khan, PhD, Professor Emeritus et. al. Department of Radiation Oncology, University of Minnesota Medical School, Minneapolis, Minnesota 2012.
3. QUANTEC Summary: Approximate Dose/Volume/Outcome Data for Several Organs Following Conventional Fractionation **2010**.
4. A Dosimetric Evaluation of 6 MV Versus 10 MV Photon Whole-Brain Radiation Therapy. S.S. Mahase, D.A. Julie, K. Salah, P. Christos, J.P.S. Knisely 2019.
5. A comparison of dosimetry and clinical outcomes in patients receiving photon external beam therapy to the pelvis: A two-year experience with 6MV and 10MV photon energies in cervical cancer patients at Parirenyatwa Radiotherapy Centre in Harare, Zimbabwe 2022.