

検証精度の向上を考慮したHigh Definition Radiotherapyプランニングの検討

太田西ノ内病院 放射線部 ○庭山 洋(Niwayama Hiroshi) 小坂橋 健一

【背景】

High Definition Radiotherapy (以下、HyperArc)のコミッションングを行った結果、Targetが小さい場合やMU値が大きいプランほど絶対線量測定の実差が大きくなる傾向があった。このため、MU値が小さく、複雑ではない、検証のしやすいプランを検討することにした。

【目的】

当院では、多発性脳転移に対する定位放射線治療の新しい照射技術であるHyperArcを臨床稼働させた。HyperArcは、極小Segmentを多用した照射のため、絶対線量測定が合いにくいことが考えられる。また、良好なプランが容易に立案できるが、より治療効率の高いプランの検討の余地はあると思われる。このため、質を落とさず、照射の合理化と検証のし易さを向上させたプランを検討した。

【方法】

定位照射の検証では、誤差が大きくても、常にその誤差傾向があれば、大きく逸脱していない場合も多い。これは、測定する治具の限界により誤差が生じるだけで、プランに問題ないと考えられるためである。しかし、可能なら実測で許容値内に収まるプランが理想である。そこで、5Targetを1IsocenterのSRSで治療するプランを複数立案し、プランの比較を行った。また、患者QAを行い、検証結果を検討した。

①5Targetを1つのROI(Sum)、②5Targetを別ROI(Solo)、③5Targetを別ROIとし、ALDOをON、④5Targetを別ROIとし、ALDO+ASC(VeryHigh)、⑤5Targetを別ROIとし、ALDO+Extended、⑥5Targetを別ROIとし、ALDO+ASC(VeryHigh)+Extended

*すべてJawTrackingを使用、30Gy/1Fr、6FFF(DR1400)

ALDO(Automatic Lower Dose Objective)・・・各Targetの投与線量のDminに98%以上の線量を投与

ASC(Aperture shape controller)・・・MLCの煩雑さを加減するモード

Extended(Convergence mode)・・・最適化でターゲットに線量が集中するように追い込むモード

【結果】

Targetを1つのROIにして最適化するとBridge線量が増加し、分布が低下した。(Fig.1)

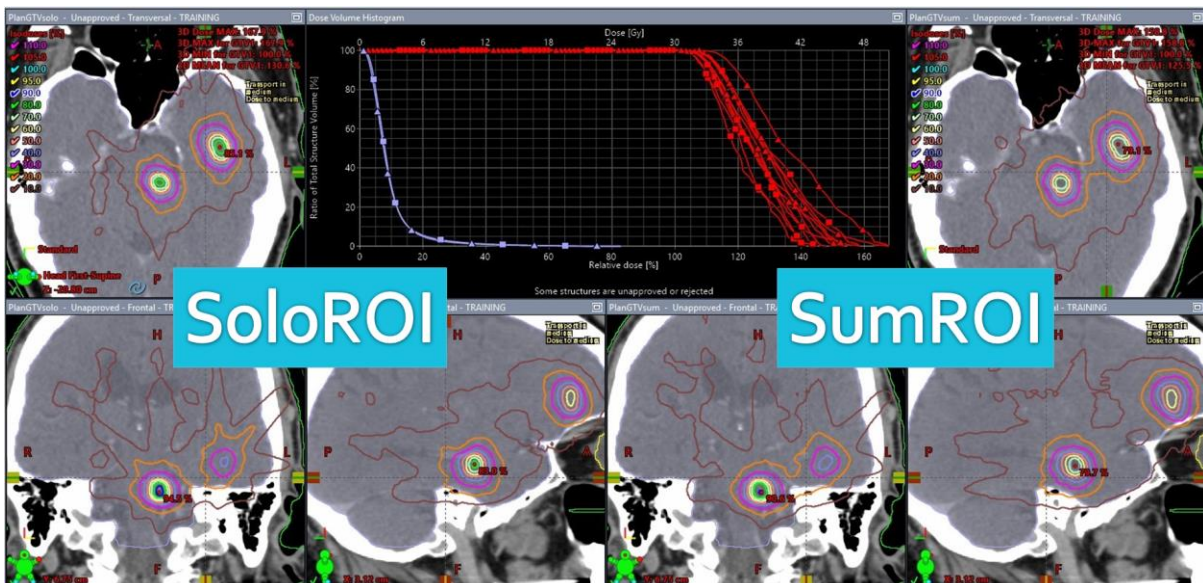


Fig.1 TargetのSumとSoloの線量分布の違い

Table 1 Dose Statistics

	Min	Max	Mean	RTOG CI	Paddick CI	GI	HI	D1	D99	Brain Mean	MU
Sum	100	158.8	125.5	1.340	0.740	4.60	0.380	154.2	105.8	9.5%	14119.3
Solo	100	167.9	130.6	1.420	0.700	3.60	0.336	162.8	107.7	9.0%	13698.9
ALDO	100	164.7	128.6	1.378	0.722	3.73	0.332	159.4	107.0	9.1%	15075.4
ALDO&ASC	100	165.8	129.0	1.374	0.726	3.73	0.338	160.4	106.8	9.0%	14232.8
ALDO&Extended	100	168.1	129.5	1.408	0.708	3.61	0.332	162.1	107.5	8.8%	14119.8
Full	100	167.3	129.8	1.368	0.728	3.60	0.352	161.6	107.0	8.7%	10385.9

Table 2 絶対線量測定

	Energy	Target	JT	ALDO	ASC	Convergence	MU	Error(%)
Sum	6FFF	5	ON	OFF	OFF	OFF	14119.3	0.82
Solo	6FFF	5	ON	OFF	OFF	OFF	13698.9	0.37
ALDO	6FFF	5	ON	ON	OFF	OFF	15075.4	0.75
ALDO&ASC	6FFF	5	ON	ON	Very High	OFF	14232.8	0.65
ALDO&Extended	6FFF	5	ON	ON	OFF	Extended	14119.8	0.78
Full	6FFF	5	ON	ON	Very High	Extended	10385.9	0.05

Table 3 2D検証(γ-Index)

Energy	2mm/2%	1mm/1%
6	100.0	97.5
10	100.0	98.8
15	100.0	99.0
6FFF	100.0	98.2
10FFF	100.0	99.0

Table 4 3D Analysis(γ-Index)

Pass Rate(%)		
99.539	±	1.5055

各プランのDose StatisticsをTable1に、患者QAの結果をTable2～4に記す。BrainのV12がどれも1%程度と小さかったためMeanで評価した。

- ターゲットは、個別(Solo)で制約をした方が線量分布が向上した。
- ALDOは、最適な線量を投与するためプランが複雑になり、検証誤差に繋がった。
- ASCは、ALDOで複雑化したプランを簡素化させた。
- Extendedは、プランの質を向上させ、さらにMUを低減させた。

【考察・まとめ】

HyperArcのプランニングでは、ALDOにASCやExtendedを使用することで線量分布の向上とMUの低減、正常臓器の被ばく低減を行うことが可能であった。さらに、極小Segmentが少なくなることでPatientQAの結果も向上した。このため、ASCとConvergence(Extended)を常時ONにすることで照射の合理化と検証のし易さを向上させたプランが立案できると示唆された。