

Photon dynamic trajectories combined with electron beamsの 臨床に向けた治療計画の検討

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

【背景】

当院はDynamic Trajectory Radiotherapy (以下、DTRT)の一種であるHyperArcを開始して2年が経過した。DTRTはノンコプラナー照射を自動で短時間に照射することが可能な治療である。このDTRTにさらに電子線を加えることで、粒子線のような線量分布の実現が考えられる。このため、HyperArcに電子線を加えた照射技術であるPhoton dynamic trajectories combined with electron beams (Dynamic mixed beam radiotherapy : 以下、DYMBER)について検討した。

【目的】

頭頸部症例においてDYMBERと他照射法の線量分布を比較する。また、電子線の線量処方やエネルギーを変えることでより良好な線量分布が得られる方法を見出す。

【方法】

治療計画装置(Eclipse15.6とRayStation10A)を用いて頭部症例1名、頸部症例1名におけるDYMBER、VMAT、SWVMAT、RapidArc、HyperArcの治療計画を立て線量分布を比較する。DYMBERはDTRTと電子線を別々に計画後、電子線の計画を基にDTRTを再最適化し、合算させた。

線量分布の評価項目はDmin、Dmax、MeanDose、D2、D50、D95、D98、Homogeneity Index (HI) : 線量均一性、Conformity Index (CI) : 線量集中性、Gradient Index (GI) : 線量勾配性、Gradient Measure (GM) : Eclipseより算出される勾配性

【結果】

DYMBERの線量分布はPTV内の均一性は低下したが、Dmin、Dmax、D50、D2、D98などは他の照射法と同等であった。OAR (Brain、Eye)はDYMBERが最も線量低減でき、BrainのMean Doseは30%弱ほど低減した。DYMBERは中低線量域を大幅に低減できたためGI、GMは大変良好であった。RayStationは線量分布の切れ味が弱いため、GI、GMが悪かった。頸部症例ではPTVの均一性は同等だが、両者ともホットが生じた。PTVはDyMBERでHIが低下したがGI、GMは同等で、OARもほぼ同等であった (Fig.1、Table 1~4)。

電子線の割合は、D95%=40%処方がHIも良好かつGI、GMも良好であった。D95%=45%とNeckはGI、GMが良いが、PTVの線量分布がそれ以上に劣化した。ただし、D95%=45%でもDmaxを抑えることができればD95%=40%以上の良好な分布となりえる。D95%=35%以下になるとGI、GMがHyperArcと同等になるため優位性が低下した (Table 5)。

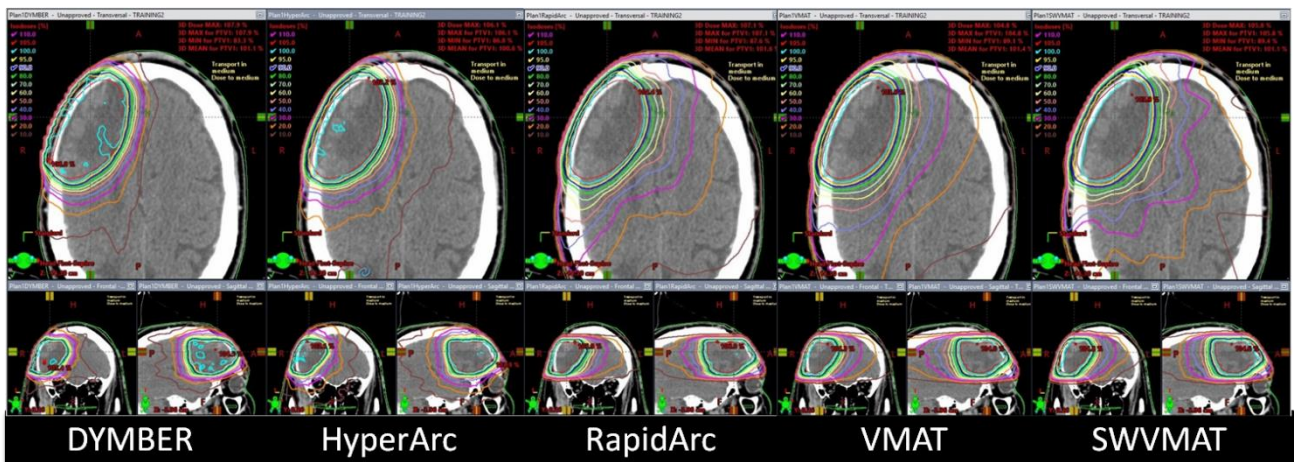


Fig.1 頭部症例における各照射法の線量

Table 1 頭部症例におけるPTVの線量評価

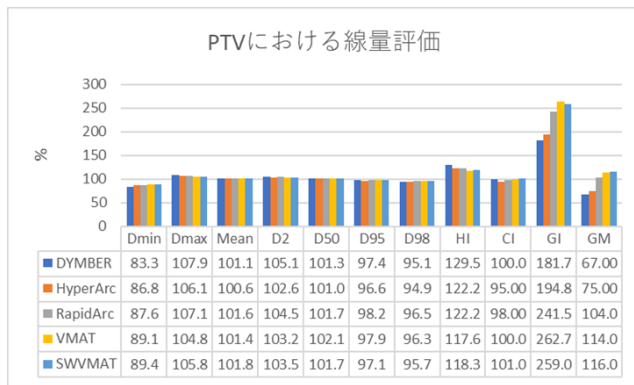


Table 2 頭部症例におけるPTVの線量評価

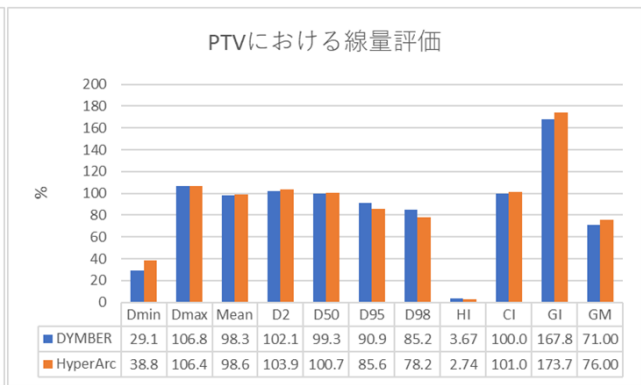


Table 3 頭部症例におけるBrainの線量評価

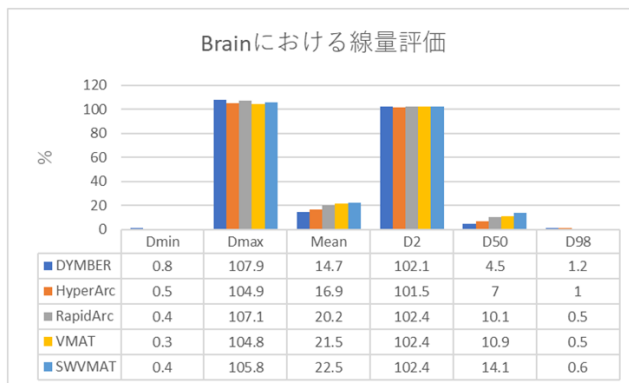


Table 4 頭部症例におけるEyeの線量評価

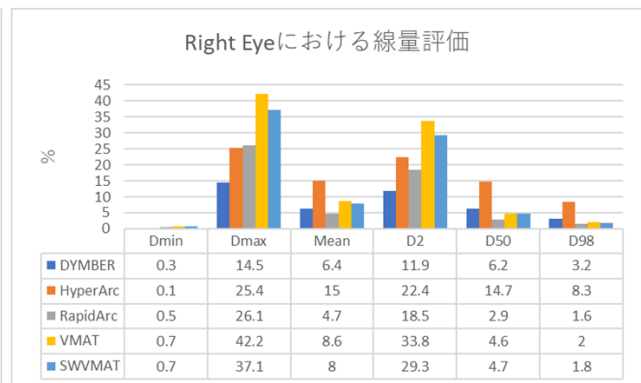
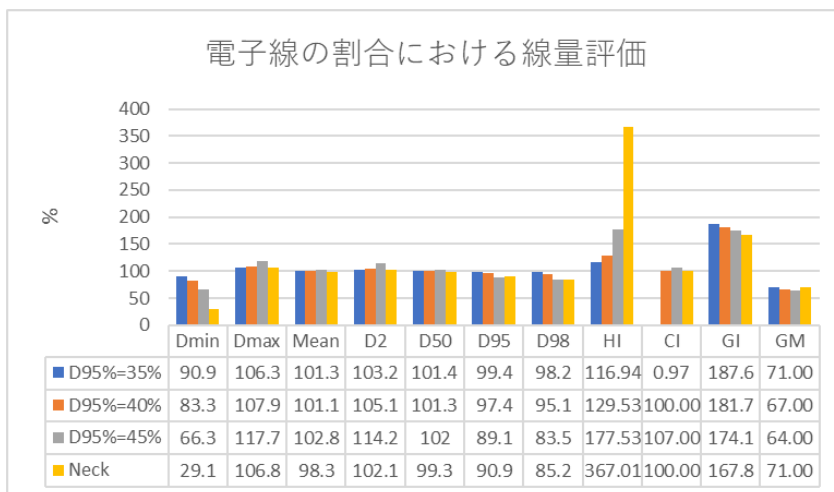


Table 5 電子線の処方割合



【考察】

DYMBERは、PTV内の均一性は低下したが、線量勾配性が良好で中低線量域を大幅に低減できるため、OARの線量を低減可能な照射法であると示唆された。電子線の線量処方、DmaxがDTRTの再最適化により5%ほど上乗せされるため100%を超えず、PTVのD95%が40%以上を目指すことで良好な線量分布になると思われる。HyperArcでは50%DoselineがPTV外側の1 cm以内に収束されるため、電子線のエネルギーはPTVに50%Doselineが一致する程度が良好である。電子線は頸部ではPTVの形状が歪なためホットの発生や50%DoselineがPTVを部分的に超えるため、電子線の処方割合が減ってしまう。このため、強度変調を行うことで適応部位が広がると考えられる。

【結論】

DYMBERは、電子線の割合とエネルギーを最適化することで他照射法と比べ良好な線量分布を得られる照射法であった。電子線のIMRTを行うことで、さらに線量勾配性の高い線量分布のプランの実現も考えられる。