

上顎洞癌における陽子線治療とロボット式リニアックの線量分布比較

南東北がん陽子線治療センター ○成田 優輝(Narita Yuki)

加藤 貴弘 阿部 良知 大内 久夫 太田 裕樹

中野渡 優志 武政 公大 小山 翔

弘前大学大学院保健学研究科 細川 洋一郎

【目的】

上顎洞癌は、リスク臓器(Organs at risk; OAR)が近接する解剖学的に複雑な位置に存在することから、外部照射を行う上で課題の多い疾患の一つとされている。高精度外部照射技術としてはリニアックを用いた強度変調放射線治療(Intensity Modulated Radiotherapy; IMRT)以外にも陽子線治療(Proton therapy; PT)やロボット式リニアック(CyberKnife; CK)が選択肢として挙げられるが、これらについては限定的な報告しかなく¹⁻³⁾、不明な点が多いというのが実情である。そこで本研究では、上顎洞癌におけるPTとCKの線量分布を比較することで両者の特徴を明らかにすることを目的とした。

【方法】

当院でPTを施行した上顎洞癌患者5例を解析対象とした。ターゲット設定としてGTVに3 mmのマー ジンを付加したものをCTV、CTVにさらに3 mmのマー ジンを付加したものをPTVとしたが、患側眼球および視神経は除外するように調整を行った。評価OARとしては視神経、視交叉、眼球、脳幹、側頭葉等を入力した。次に、症例毎にPT、CKの治療計画を当院の標準プロトコールに準じて立案した。処方線量は、CKの典型的なプロトコールである総線量40 GyE、5分割照射のhypofractionationを想定し、線量処方もCKに準じD95(70~80% isodose line)処方 で線量を統一して評価を行った。なお、ターゲット内の線量分布均等性については統一した指標は設けていない。PT、CK用治療計画装置にはそれぞれXio-M(Elekta)、MultiPlan(Accuray)を用いた。

【結果】

PT及びCKの線量分布比較を行った結果をFig.1に示す。PTV内の線量均等性はPTが優れる傾向にあったが、高線量域の線量集中性についてはCKの方が優れる傾向にあった。また、ターゲットから比較的距離が離れた健側視神経、眼球、脳幹などについてはPTの方が線量をより低減できることが可能であったが、患側視神経、眼球に関しては側方からのビームにより被曝が避けられず、また腫瘍の進展範囲によってはPTでも高線量が投与されてしまうケースも散見された(Fig.1赤矢印部)。今回評価を行った5例の上顎洞癌患者の平均DVHの結果をFig.2に示す。統一指標としてD95処方を用いてプラン作成を行ったが、CKではPTと比較して線量均等性が劣っており、CTV内の最大線量が高くなる傾向にあった。また、Fig.1の結果と同様に健側視神経、眼球、視交叉、脳幹ではPTの方が線量を大幅に低減できているのに対し、患側視神経、眼球ではCKの方が線量を低減できる傾向にあった。

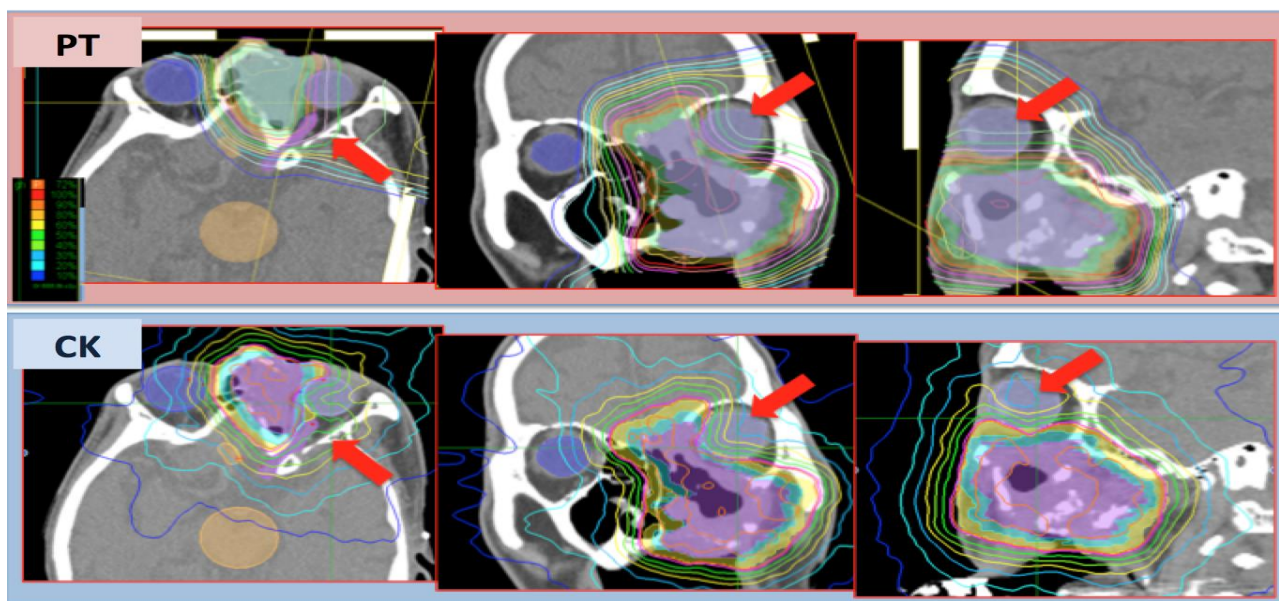


Fig.1 上顎洞癌(腫瘍上方進展例)のPT(上段)とCK(下段)の線量分布比較

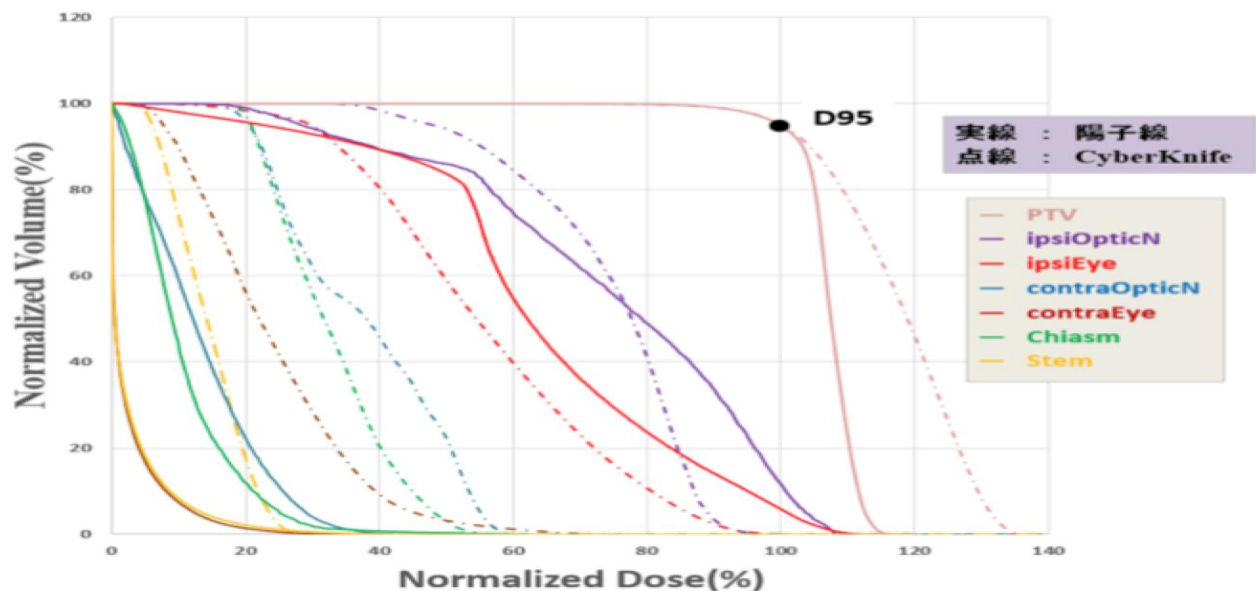


Fig.2 上顎洞癌患者5例の平均DVH(実線:PT、点線:CK)

【考察】

ほぼ全ての症例でPTの方が低～中線量域のOAR線量を減らすことが可能であったが、ターゲットがOARに近接している例ではPTでも線量が高くなってしまいうケースも散見された。今回、PTでは皮膚線量の低減とプランのロバスト性を高めるために前方ビームに加え側方からのビームを採用したが、この影響により患側視神経、眼球へ高線量が照射されてしまうケースも散見された。そのため、CTVが眼窩内まで進展しているような進行例においては患側眼球、視神経保護の観点からCKを治療の選択肢として検討する価値は十分あるものと考えられた。

今回の検討ではプラン作成の共通指標としてD95を用いて評価を行ったが、実際にはターゲット内の線量均等性が大きく異なっており、両計画で抗腫瘍効果が同等とは言えない可能性も考えられる。今後は等価均一線量(equivalent uniform dose)など、用いる共通指標の妥当性も含め引き続き検討していきたいと考えている。

【結論】

上顎洞癌に対するPTとCKの治療計画を比較することで両者の特徴について検討した。PTでは健側OAR線量をCKと比較して大幅に低減できることが確認できた。一方、CTVが上顎洞内に局限しているような早期例においてはPTがより優れているが、眼窩内まで進展しているような進行例においては患側眼球、視神経線量低減の観点からCKの方が優位になり得る可能性もあることが示唆された。

【参考文献】

- 1) Thierry Gevaert, et al. : Dosimetric comparison of different treatment modalities for stereotactic radiosurgery of arteriovenous malformations and acoustic neuromas. *Radiother Oncol*, 106, 192–197, 2013
- 2) Cemile Ceylan, et al. : Dosimetric and physical comparison of IMRT and CyberKnife plans in the treatment of localized prostate cancer. *Radiother Oncol*, 5, 181–189, 2010
- 3) A Zytkevicz, et al. : Peripheral dose in ocular treatment with CyberKnife and GammaKnife radiosurgery compared to proton radiotherapy. *Phys. Med. Biol.* 52, 5957–5971, 2007