



Vergleich zweier direktoptimierender IMRT-Systeme bei ausgleichsfilterloser Strahlerzeugung

Heyden S., Sabatino M., Blechschmidt A., Kretschmer M., Dahle J., Feine D., Giro C., Würschmidt F.

Radiologische Allianz, Hamburg



Einleitung und Motivation

Diese Planungsstudie befasst sich mit dem Vergleich von zwei direktoptimierenden IMRT-Systemen mit einem ARTISTE Linearbeschleuniger (Siemens, Deutschland). Hierbei kann durch Wegfall des Ausgleichsfilters (FFF - flattening filter free) eine Erhöhung der klinisch üblichen Dosisleistung im Ausgleichsfiltermodus (FF - flattening filter) von 3Gy/min auf 20Gy/min bei 6MV Photonen erreicht werden. In dieser Studie wurden die Planqualität in Bezug auf Planungszielvolumen (PTV) und Risikoorgane (OAR) sowie die Effizienz, bezogen auf Monitoreinheiten (MU) und Segmente, untersucht.

Material und Methode

Retrospektiv wurden 10 Patienten mit Karzinomen des HNO-Bereichs untersucht. Hierbei umfasste das PTV den Primärtumor der oberen Atemwege oder Schluckstraße sowie den beidseitigen zervikalen und supraklavikulären Lymphabfluss. Als Risikoorgane waren das Myelon, der Hirnstamm sowie die großen Ohrspeicheldrüsen in unmittelbarer Nähe des PTV konturiert. Aufgrund der unterschiedlichen Behandlungsregime (Gesamtdosis, Boostfolge) wurde zur einfachen Vergleichbarkeit eine Standardisierung der Dosisverschreibung auf 50Gy in 25 Fraktionen durchgeführt. Die zu erreichenden Grenzdosen für die Risikoorgane wurden von Hochdosiskonzepten auf diese Verschreibung herunterprojiziert. Verglichen wurden die Planungssysteme Panther DAO (Prowess, USA) sowie Oncentra DSS (Theranostic, ELEKTA) mit 6MV FFF. Statistisch untersucht wurden DVH-Parameter von PTV und Risikoorganen sowie die benötigten Monitoreinheiten und Segmente. Verwendet wurde ein 7-Felder SetUp mit äquidistanten Gantrywinkeln.

Ergebnisse

Die Planungsergebnisse für die Zielvolumina waren bei beiden Systemen klinisch akzeptabel. Sie zeigten keinerlei signifikanten Unterschied ($p < 0,05$) bei dem Parameter $V_{95\%}$ ($V_{x\%}$ = Wie viel Volumenanteile $x\%$ der Dosis erhalten) sowie der medianen Dosis im PTV. Signifikante Unterschiede sind in dem Homogenitäts-Index (HI), $V_{90\%}$ sowie der maximalen Dosis zu erkennen (Tabelle 1). Die klinische Relevanz der errechneten Dosen für diese Parameter ist zweifelhaft.

Planungsziele PTV			
	DAO	DSS	p
$V_{90\%}$ in %	98,7±0,3	99,7±0,2	0,000
$V_{95\%}$ in %	94,2±0,9	94,1±1,9	0,892
$V_{107\%}$ in %	1,9±0,6	1,9±0,8	0,847
Median in Gy	50,7±0,3	50,6±0,3	0,584
max. Dosis in Gy	55,4±0,3	56,3±0,5	0,001
HI	0,15±0,01	0,14±0,01	0,001

Tabelle 1: Ergebnisse der erreichten Zieldosen für das PTV. DAO- und DSS-Pläne zeigten keine klinisch relevanten Unterschiede in allen ermittelten Parametern.

Bei der Betrachtung der Risikoorgane sind keine wesentlichen Unterschiede in den erreichten Dosen erkennbar (Tabelle 2).

Planungsziele OAR			
Myelon	DAO	DSS	p
$D_{2\%}$ in Gy	29,8±0,9	30,5±0,9	0,225
Hirnstamm			
$D_{2\%}$ in Gy	30,4±2,0	27,7±1,8	0,005
Parotis			
Median in Gy	22,7±4,8	21,6±2,3	0,523

Tabelle 2: Untersuchung der erreichten Planungsziele für die Risikoorgane Myelon, Hirnstamm und beidseitige Parotiden. Alle erreichten Ergebnisse waren klinisch akzeptabel und zeigten keine wesentlichen Unterschiede in den Isodosen.

DSS-Pläne zeigten eine ausgeprägte Erhöhung der benötigten Monitoreinheiten (Tabelle 3). Diese sind gegenüber DAO-Plänen um den Faktor 3,8 erhöht. Die Segmentanzahl lag bei 46±7 für DAO und 66±7 für DSS ($p < 0,001$).

	DAO	DSS	p
MU	489±40	1876±352	0,000
Segmente	46±7	66±7	0,000

Tabelle 3: Analyse der benötigten MU sowie der vom System verwendeten Segmente. Ein signifikanter Unterschied in den benötigten MU von DAO zu DSS ist erkennbar.

Diskussion

Im Rahmen dieses Planvergleichs konnte an 10 HNO-Patienten gezeigt werden, dass mit beiden Systemen eine in Bezug auf die Planqualität gleichwertige Dosisverteilung für FFF erreicht werden konnte. Ein deutlicher Unterschied ist allerdings in den benötigten Monitoreinheiten zu erkennen. Hier ist im Mittel mit einer Erhöhung der Monitoreinheiten, von DAO zu DSS, um den Faktor 3,8 zu rechnen. Ein Grund für diese deutlich höheren Monitoreinheiten liegt in den berechneten Feldgrößen mittels DSS. Bei dem DAO-System werden aufgrund des Algorithmus Feldgrößen errechnet, die über die gesamte Ausdehnung des PTV reichen [1]. Hingegen errechnet der DSS-Algorithmus Feldgrößen, die nicht über die gesamte PTV-Ausdehnung reichen sondern diese in kleinere Feldgrößen einteilt. Somit wird, bezogen auf den jeweiligen Output Faktor, eine erhöhte Anzahl von Monitoreinheiten benötigt. Zu gleichen Ergebnissen in Bezug auf Planqualität und Effizienz ist Sabatino et al. gekommen. Hierbei wurde mittels FF-Technik DAO mit DSS sowie KonRad verglichen [2].

Sebastian Heyden

Radiologische Allianz Hamburg, 22767 Hamburg
Sebastian.Heyden@radiologische-allianz.de
www.radiologische-allianz.de

[1] Shepard, D.M., M.A. Earl, X.A. Li, S. Naqvi, and C. Yu, *Direct aperture optimization: a turnkey solution for step-and-shoot IMRT*. Med Phys, 2002. 29(6): p. 1007-18.

[2] Sabatino, Kretschmer, Zink, Würschmidt, *The impact of direct aperture optimization on plan quality and efficiency in complex head and neck IMRT*. Radiation Oncology 2012, 7:7