

Julian Becker

Dr. med.

Optimierung von Bestrahlungsplänen bei der stereotaktisch-ablativen Radiotherapie (SBRT) von Lungen- und Lebertumoren:

Vergleich konventioneller „step and shoot“ SBRT mit VMAT (volumetric modulated arc therapy)-Techniken

Fach/Einrichtung: Radiologie

Doktormutter: Frau Prof. Dr. med. Stephanie E. Combs

Für ausgewählte Patienten mit Leber- und Lungenmalignomen steht neben der Chirurgie und der Chemotherapie auch die stereotaktische Hochpräzisions-Strahlentherapie (stereotactic body radiotherapy, SBRT) als Therapieoption zur Verfügung.

Für jedes anonymisiertes Fallbeispiel dieser Arbeit wurden bestehende PB (Pencil Beam)-Pläne mit 6-9 fixed beams unverändert durch den genaueren Collapsed Cone Algorithmus (CCA) nachberechnet und hinsichtlich Dosisverteilung im PTV verglichen. Hierbei zeigte sich eine deutliche Unterdosierung des PTV durch den Pencil Beam Algorithmus.

Des Weiteren wurde für jeden Fall ein neuer, optimierter Bestrahlungsplan durch den CCA berechnet, sowie zwei Varianten für die dynamische rotatorische IMRT-Technik, der VMAT (volumetrisch modulierte arc therapy). Eine einfache VMAT-Variante ohne weiteren Beam und eine VMAT-Variante nach Hinzufügen eines non-koplanaren Beams. Der statische „step and shoot“ Plan des CCA wurde mit den rotatorischen VMAT-Varianten hinsichtlich Dosisverteilung in geplantem Zielvolumen und Risikoorganen verglichen.

Für die Fallbeispiele mit Läsionen der Lunge, die in diese Arbeit eingeschlossen wurden, zeigte der Planvergleich hinsichtlich Dosisabdeckung im PTV und Konformalität nur geringe Unterschiede zwischen den Plänen. Die Analyse der dosisvolumetrischen Parameter zur Lungenbelastung (V5 Gy, V10 Gy, V15 Gy, V20 Gy, V30 Gy, „mean lung dose“) sowohl

ipsilateral, als auch der gesamten Lunge, zeigte teilweise deutliche dosimetrische Vorteile der rotatorischen VMAT-Varianten gegenüber den konformalen nicht-intensitätsmodulierten statischen Planvarianten im CC-Algorithmus. Die „mean lung dose“ konnte durch die VMAT um bis zu 42 Prozent gegenüber dem CCA gesenkt werden. Der vom PTV ausgehende Dosisabfall nach peripher wird durch die Technik der VMAT schneller gewährleistet, als durch den CCA, wodurch eine Schonung des umgebenden Normalgewebes erzielt wird. Durch die Bestrahlung mittels VMAT wird gesundes Lungenparenchym geschont und das Risiko für unerwünschte Nebenwirkungen und Spätfolgen der Bestrahlung reduziert. Für Rückenmark und Herz mit Perikard konnten die VMAT-Pläne keine eindeutigen Vorteile gegenüber dem statischen Plan zeigen. Durch Hinzufügen eines non-koplanaren Beams zur einfachen VMAT konnte weder für die Lungenbelastung, noch für die Belastung der Risikoorgane eine Optimierung gegenüber der einfachen VMAT erzielt werden.

Der Planvergleich der Fallbeispiele mit Läsionen der Leber zeigt, wie auch der Vergleich der Lungenbeispiele, für die Dosisabdeckung des PTV und die Konformalität der Bestrahlung für alle Techniken gute Werte und die Unterschiede waren nur gering ausgeprägt. Die Betrachtung der Parameter zur Dosisbelastung der Leber („mean liver dose“, Lebervolumen<15Gy, Lebervolumen<10Gy, Lebervolumen<5Gy) zeigte in vier von fünf Fällen klare dosisvolumetrische Vorteile der VMAT gegenüber der statischen Variante. Die „mean liver dose“ konnte durch die Bestrahlung mittels VMAT reduziert werden und die Lebervolumina mit weniger 15, 10 und 5 Gy Dosisbelastung vergrößert werden. Dadurch wird gesundes Leberparenchym geschont, die Organfunktion weniger beeinträchtigt und das Risiko für unerwünschte Nebenwirkungen potentiell reduziert. Im Vergleich mit den Planbeispielen der Lungenbeispiele und der Reduktion der „mean lung dose“ fallen die Dosisreduktionen mit maximal 13 Prozent für die „mean liver dose“ gegenüber dem CCA allerdings deutlich geringer aus. Die Belastung der Risikoorgane Rückenmark, Herz/Perikard, rechte Lunge und Pfortader konnte durch keine der Methoden eindeutig verringert werden. Das Hinzufügen eines non-koplanaren Beams zur einfachen VMAT-

Variante erbrachte keine eindeutigen dosimetrischen Vorteile hinsichtlich der Belastung der Normalgewebe.

Zusammenfassend lässt sich für die in dieser Arbeit analysierten Datensätze festhalten, dass durch die Anwendung der rotatorischen VMAT-Technik bei der stereotaktischen Bestrahlung von Leber- und Lungentumoren eindeutige dosisvolumetrische Vorteile hinsichtlich der Belastung gesunden Organparenchyms gegenüber einer statischen 3D-konformalen Variante erzielt werden konnten. Zusammen mit einer deutlich schnelleren Dosisapplikation lassen sich zudem zeitabhängige intrafraktionelle Setupungenauigkeiten und Patientenliegezeit reduzieren. Was die Belastung der Risikoorgane angeht, sind die Zahlen der Fallbeispiele dieser Arbeit für endgültige Rückschlüsse zu niedrig und es bedarf weiterer klinischer Forschung.