

- Zusammenfassung -

Christina Stengl
Dr. sc. hum.

In-phantom dosimetry study for target and organs at risk during breathing-induced motion: improving pancreatic cancer treatment by combining carbon ion and mini-beam irradiation

Einrichtung: Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)
Doktorvater: Prof. Dr. Oliver Jäkel

Bauchspeicheldrüsenkrebs wird in etwa 50 % der Fälle in einem fortgeschrittenen und metastasierten Stadium diagnostiziert und die Fünfjahresüberlebensrate beträgt nur 5 bis 10 %. Konventionelle Bestrahlung stößt auf erhebliche Probleme aufgrund von Strahlenresistenz und Komplikationen durch die atembedingte Organbewegung. Aus diesem Grund wird in dieser Arbeit eine Kombination aus Kohlenstoff-Ionen-Therapie (CIRT) und Minibeam-Bestrahlung (MBRT) vorgeschlagen, um die Wirksamkeit der Behandlung zu erhöhen und gleichzeitig die Schädigung kritischer Risikoorgane zu minimieren. Beide Methoden sind jedoch anfällig für Organbewegungen. Um diesen Effekt zu untersuchen, wurde ein anthropomorphes abdominales Pankreas-Phantom für die Ionenstrahltherapie (PPIeT) entwickelt. PPIeT wurde aus 3D-gedruckten anatomischen Strukturen mit realistischen CT- und MRT-Kontrasten konstruiert und simuliert atembedingte Organbewegungen und gastrointestinale Bewegungen. Die Dosis wurde mit einer Ionisationskammer und radiochromen Filmen innerhalb des Pankreastumors und der Risikoorgane, wie dem Zwölffingerdarm, der Nieren, der Wirbelsäule und dem Rückenmark, gemessen. Zudem wurde ein kostengünstiger und adaptierbarer Minibeam Kollimator entwickelt, um verschiedene Minibeam Kollimator Konfigurationen zu erzeugen. Primäre Tests mit Röntgenstrahlung wurden durchgeführt, um die Leistung des Kollimators zu validieren. Nachfolgende Bestrahlungen von PPIeT umfassten homogene und räumlich fraktionierte CIRT unter Verwendung verschiedener atmungsinduzierter Bewegungsamplituden. Bei der homogenen Bestrahlung von PPIeT mit CIRT wurde eine signifikante Unterdosierung des Tumors beobachtet, während die Dosisschwankungen in den Risikoorganen je nach Organ variierten. Mit der Minibeam Kollimator Konfiguration von 1 mm Peak- und 1 mm Valley-Breite konnte eine Genauigkeit von über 98 % erreicht werden. Diese Konfiguration wurde für die Bestrahlung von PPIeT ausgewählt, was unter statischen Bedingungen zu der Erzeugung eines präzisen Minibeamusters führte. Durch atembedingte Organbewegung kam es jedoch zu unscharfen Minibeammustern in der Niere, was den gewebeschonenden Minibeam-Effekt beeinträchtigen könnte. Somit unterstreicht diese Forschung die Notwendigkeit maßgeschneiderter Strategien, die die durch Bewegung induzierten Risiken in der Strahlentherapie bei Bauchspeicheldrüsenkrebs berücksichtigen.