



Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
Medizinische Fakultät Mannheim
Dissertations-Kurzfassung

Bildgestützte Strahlentherapie beim Prostata-Karzinom

Autor: Dipl.-Ing. (FH) Hansjörg Wertz
Institut / Klinik: Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie
Doktorvater: Prof. Dr. med. Frederik Wenz

Diese Arbeit soll zur Optimierung der Bestrahlungsqualität bei der konformalen Strahlentherapie des Prostata-Karzinoms beitragen. Das Ziel bestand darin, den Einfluss von neuen, innovativen, bildgestützten, adaptiven Therapieansätzen (IGRT/ART) auf die Behandlungsqualität quantitativ zu untersuchen und zu verifizieren. Dabei wurden Faktoren wie Patientenpositionierungsfehler, Organbewegungen und -deformationen berücksichtigt und deren Einfluss auf die Dosisverteilung im Patienten während der Bestrahlung bestimmt. Interfraktionäre Prostatabewegungen während der Strahlentherapie und Änderungen in der Patientendichteverteilung können sich negativ auf die Behandlungsqualität auswirken. Ein erster Entwicklungsschritt hin zu einer geeigneten adaptiven Strahlentherapie ist eine mit Ultraschall oder cone-beam-CT (CBCT) bildgestützte Korrektur des Zielpunktes durch eine lineare Translationsbewegung des Behandlungstisches. Dabei stellt sich die Frage, inwieweit eine Rotation oder Deformation von anatomischen Strukturen durch eine alleinige Translationsbewegung korrigiert werden kann. In dieser Arbeit wurde erstmals der Einfluss einer bildgestützten linearen Translationskorrektur des Zielpunktes auf die Dosisverteilung sowohl bei einer 3D-konformen Bestrahlungstechnik als auch bei einer konformalen intensitätsmodulierten Strahlentherapie anhand von simulierten Dosisvolumenhistogrammen quantitativ untersucht. Durch den Vergleich von bildgestützter Patientenpositionierung mit Ultraschall und CBCT-Bildgebung wurde die Genauigkeit der Positionierung mit Ultraschall in der Praxis überprüft und mit einer möglichen Patientenpositionierung basierend auf CBCT verglichen. Zudem wurden auf der Basis von CBCT intrafraktionäre Organbewegungen quantitativ analysiert. Zur Dosisverifikation im Patienten wurde eine neue mit CBCT bildgestützte Methode zur in-vivo-Dosisverifikation im Rektum bei IMRT-Behandlungen der Prostata entwickelt. Die tatsächlichen Dosisabweichungen im Patienten konnten damit erstmals direkt abhängig von der Güte der Positionierung anatomisch korrekt referenziert gemessen werden. Des Weiteren wurde exemplarisch untersucht, inwieweit eine komplett adaptive Bestrahlungstechnik (ART), bei der die Dosisverteilung grafisch remoduliert und neu berechnet wurde, die Behandlungsqualität weiter verbessern kann.

Anatomische Veränderungen des Patienten können klinisch relevante Dosisänderungen in Zielvolumen und Risikoorganen verursachen. Ein bildgestütztes Positionierungssystem mit linearer Translationskorrektur kann die Behandlungsqualität individuell verbessern, wenn sich geometrische Änderungen innerhalb gewisser Grenzen befinden. Insbesondere wenn hochkonformale IMRT-Techniken oder reduzierte Sicherheitssäume verwendet werden, ist eine bildgestützte Patientenpositionierung vor der Bestrahlung zu fordern. Aufgrund der nur kleinen Änderungen in der Dosisverteilung durch anatomische und geometrische Veränderungen ist eine Neuberechnung der Monitoreinheiten nicht zwingend erforderlich. Der Vergleich zwischen ultraschallbasierter Patientenpositionierung und auf CBCT basierender Positionierung zeigte im Allgemeinen eine gute Übereinstimmung mit einer mittleren Abweichung von nur wenigen Millimetern. Bei schlechten Schallbedingungen oder fehlerhafter Anwendung sind jedoch größere Fehlpositionierungen im Zentimeterbereich nicht vollständig auszuschließen. Erstmals wurde eine mit CBCT bildgestützte in vivo Dosimetrie im Rektum während einer Prostata-IMRT durchgeführt. Die innovative Methode mit nur geringer zusätzlicher Strahlenbelastung ermöglicht eine zuverlässige und direkte Dosisverifikation während der Bestrahlung. Größere Dosisabweichungen in anatomisch korrespondierenden Positionen konnten nur dann beobachtet werden, wenn die Patientenpositionierung nicht optimal war. Die Dosisabweichungen in Positionen relativ zum Isozentrum waren sehr gering und bestätigen somit eine präzise Berechnung und Applikation der Dosis. Die Ergebnisse betonen die Wichtigkeit einer exakten Patientenpositionierung für die präzise Dosisapplikation vor allem, wenn hochkonformale IMRT-Techniken mit steilen Dosisgradienten zum Einsatz kommen. Größere Rotationen oder Deformationen des Gewebes können durch eine alleinige Translationskorrektur des Zielpunktes nicht vollständig ausgeglichen werden. Hier könnten durch eine neue Form der adaptiven Strahlentherapie (Neuanpassung der Dosisverteilung an veränderte anatomische Verhältnisse vor jeder Bestrahlung) nochmals deutliche Verbesserungen erzielt werden.