



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

Bildgeführte Strahlentherapie des Prostatakarzinoms

Autor: Frederick Marc Köhler
Institut / Klinik: Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie
Doktorvater: Prof. Dr. F. Wenz

Diese Arbeit soll dazu beitragen die Bestrahlungspräzision bei der konformalen intensitätsmodulierten Strahlentherapie des Prostatakarzinoms zu optimieren. Hierzu wurden mehrere Fragen bezüglich der mit neuen bildgebenden Ansätzen erreichbaren Bestrahlungsgenauigkeit erstmals analysiert. Zunächst wurde die Frage geklärt welche Genauigkeit ein ultraschallbasiertes Positionierungsverfahren aufweist. 52 CBCT Aufnahmen von 8 Patienten mit internen Prostatamarkern (^{125}I Seeds bzw. Prostataverkalkungen) wurden durch das Ultraschallsystem BAT[®] mit dem entsprechenden CBCT Datensatz abgeglichen. Diese Marker dienen für ein untersucherunabhängiges Grau-Wert-Matching, welches die Referenzposition darstellte um die Präzision des Ultraschalls beurteilen zu können. Die Genauigkeit des Ultraschallsystems BAT[®] lag bei $< 1,7$ mm in allen Raumrichtungen. Hautmarkerpositionierungen, mit einer Ungenauigkeit von $< 5,2$ mm bzw. Positionierungen auf knöcherne Strukturen mit Verschiebungen von $< 3,2$ mm, unterliegen der Präzision des Ultraschallsystems. Eine weitere Fragestellung befasste sich mit der intrafraktionären Organbewegung der Prostata während einer bis zu 15 Minuten dauernden IMRT Behandlungseinheit. Dazu wurden bei 5 Patienten mit insgesamt 39 IMRT Behandlungseinheiten jeweils eine CBCT Aufnahme vor und nach der Bestrahlung akquiriert. Dadurch war es möglich die intrafraktionäre Bewegung des ZV zu quantifizieren. Der mediane Vektor der absoluten Prostatabewegung lag für diesen Zeitraum bei < 3 mm, die der relativen Bewegung der Prostata zu den knöchernen Strukturen bei < 2 mm. Durch die Anwendung von Hilfsmitteln, welche die knöcherne Bewegung reduzieren (Polster, etc) kann man die absolute Bewegung der Prostata sicherlich weiter reduzieren. Auch einheitliche Vorbereitungsprotokolle wie die Darmentleerung vor der Bestrahlungsplanung und vor der Behandlungseinheit helfen die relative Bewegung noch weiter einzuschränken. Modernere Bestrahlungsverfahren wie VMAT werden durch ihre kürzere Bestrahlungszeit die Relevanz dieser Bewegungen weiter reduzieren. In dieser Arbeit wurde zudem eine interfraktionäre rotatorische Komponente untersucht, die bei variierender Hohlorganfüllung auftritt und durch die besondere Fixierung der Prostata am Beckenboden zu erklären ist. Diese Rotation kann im Rahmen der Prostatabestrahlung vor allem im Bezug auf geplante Sicherheitssäume Auswirkungen haben. Dafür wurden 110 täglich angefertigte CBCT Aufnahmen von 11 Patienten ausgewertet. Implantierte ^{125}I -Seeds galten als Positionsmarker wodurch Differenzen der Translation und Rotation zwischen der knöchernen Anatomie und diesen Positionsmarkern quantifiziert werden konnten. Die Verschiebung der Prostata in AP Richtung korrelierte mit einer Kippbewegung, sodass bei einer Verschiebung nach posterior eine Rückwärtskipfung von ca. $1^\circ/\text{mm}$ gemessen werden konnte. Eine mäßige (< 5 mm) Verschiebung nach anterior der Prostata induzierte eine Vorwärtskipfung. Erst stärkere Bewegungen der Prostata nach anterior wurden von einer komplexen Verschiebung begleitet die in einer Rückwärtskipfung enden konnte. Die Präzision des zuvor verwendeten Grauwert-Matching Algorithmus bei Vorhandensein von Organdeformierungen wurde in dieser letzten Fragestellung untersucht. Anhand eines deformierbaren Prostataphantoms mit eingebrachten multiplen Trainingseeds konnte die Zuverlässigkeit dieses nicht-deformierbaren Algorithmus bei möglicher Organdeformierung quantifiziert werden. Die Messungen zeigten, dass nach einem Seed-basiertem Grauwert-Matching der Residualfehler bezüglich der Position des Isozentrums in allen Fällen unter $1,1$ mm lag. Für klinisch häufiger verwendete PCT Aufnahmen mit 3 mm Schichtdicke lag der Residualfehler immer unter $0,4$ mm. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass mit dem Ultraschall (BAT[®]) eine täglich anwendbare, präzise Methode der Patientenpositionierung zur Verfügung steht, welche zudem frei von ionisierender Strahlung ist. Bei Patienten mit schlechten Schallbedingungen kann ein CBCT angewendet werden. Dieses gewährleistet inklusive des mitgelieferten Grauwert-Matching Algorithmus auch bei eventuell vorhandenen Organdeformierungen oder Rotationskomponenten eine

ausreichend hohe Präzision. Durch die tägliche IGRT kann also die Präzision einer Bestrahlungsserie deutlich verbessert werden, und somit auch die Sicherheitssäume verkleinert werden.