



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

**Optimierung der Strahlentherapie bei Patienten mit Lungentumoren
im fortgeschrittenen Stadium durch Anwendung eines
Oberflächenbewegungsscanners**

Autor: Betül Saygi
Institut / Klinik: Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie
Doktormutter: Priv.-Doz. Dr. S. Mai

In der vorliegenden Arbeit wurde anhand der Daten von 20 Patienten, die wegen eines Lungenkarzinoms behandelt wurden, ausgewertet, inwieweit die durch einen Oberflächenbewegungsscanner kontrollierte, atemabhängige Bestrahlung Tumorbewegungen entgegenwirkt und eine präzisere Dosisapplikation ermöglicht. Der Oberflächenbewegungsscanner Catalyst® (C-RAD, Uppsala, Sweden) kann die Patientenposition präzisieren und die entsprechenden Atemvolumina sowie den Atemanhalt in Form von Volumenflusskurven auf einem Bildschirm anzeigen. Es standen zwischen 13 und 35 Cone-Beam-CTs (CBCTs) pro Patient sowie die entsprechenden Planungs-CTs (PCT, Somatom Plus 4 Volume Zoom, Siemens®) zur Verfügung. Mit Hilfe einer Software (Velocity AI®), die eine deformierbare Bildregistrierung ermöglicht, wurden die entsprechenden PCTs der 20 Patienten auf ihre CBCTs fusioniert und eine Kombination der zu unterschiedlichen Zeiten applizierten Radiotherapiedosen nach deren Dosismodellierung gewährleistet. Durch die Planungssoftware wurden mit den Originalplanungsparametern neue Bestrahlungspläne erstellt und die entsprechende Dosis je Plan berechnet, bevor sie auf die PCTs übermittelt wurden. Anschließend wurden pro Patient alle Dosen jeder einzelnen Fraktion aufsummiert und diese auf das PCT überlagert. Zum Schluss wurden Dosis-Volumen-Histogramme erstellt, wobei die dazugehörigen Dosiswerte der entsprechenden anatomischen Strukturen aus den jeweiligen Protokollen evaluiert wurden. Zudem wurden Warp Units und Jacobian-Determinanten des GTV, des PTV, der ipsilateralen und kontralateralen Lunge, der Gesamtlunge und des Rückenmarks bestimmt.

Es konnte gezeigt werden, dass durch Catalyst® (C-RAD, Uppsala, Sweden) eine gezielte und hohe Dosisescalation im Tumorbett ermöglicht werden kann. Der prozentuale Anteil der Delta-Werte für die mittlere Dosis zeigt für das PTV eine Spanne zwischen 0,05 bis 15,35 % bei einem Mittelwert von 2,08 %. Für 17 der 20 Patienten liegt dieser Anteil der Abweichung unter 2,5 %, für weitere zwei der Patienten zwischen 3,03 und 4,23 %. Das heißt, dass das Catalyst®-System (C-RAD, Uppsala, Sweden) im Durchschnitt kaum Abweichungen zwischen der geplanten zu der tatsächlich im PTV applizierten Dosis aufweist. Auch die Werte für das GTV zeigen sehr gute Ergebnisse. Bei einer Spanne zwischen 0,02 bis 11,22 % für die mittlere Dosis ergibt sich ein Mittelwert von 1,70 %. Es weisen 16 Patienten prozentuale Anteile der Delta- Werte unter 2% auf. Für weitere drei Patienten ergeben sich Werte, die mit 2,32 bis 2,88 % in einem tolerablen Zahlenbereich liegen. Insgesamt kann man entnehmen, dass die Dosen, die für PTV und GTV geplant wurden, in der Tat in den Zielvolumina ankamen. Die prozentuale Abweichung von V20 (%) zwischen geplantem und tatsächlich bestrahltem Lungenvolumen ergibt im Mittel 6,29 % für die Gesamtlunge und 6,51 % für die Gesamtlunge ohne GTV. Betrachtet man die Dosismittelwerte der ipsilateralen Lunge ohne das GTV, zeigt sich eine Abweichung in der Dosisverteilung im gesunden Lungengewebe von 5,10 % als Mittelwert. Das heißt, dass dem Auftreten von Lungentoxizität durch Catalyst® (C-RAD, Uppsala, Sweden) entgegengewirkt wird.

Auch Risikoorgane wie das Rückenmark sollten während der Bestrahlung bestmöglich geschont werden. Die maximale Toleranzdosis von 50 Gy für das Rückenmark wurde bei allen Patienten dieser Arbeit eingehalten. Abweichungen der geplanten von der tatsächlich im Rückenmark applizierten maximalen Dosis von 4,93 % als Durchschnitt sind durchaus zufriedenstellend. Um die Normalgewebstoleranz nicht zu überschreiten, bietet Catalyst® (C-RAD, Uppsala, Sweden) eine schonende und effektive Bestrahlung.

Sowohl die Jacobian-Determinanten als auch die Warp Units zeigen exzellente Werte bezüglich der Güte der Registrierungen auf. Die Jacobian-Determinanten zeigen Mittelwerte von 1,02 für PTV und GTV, die auf eine geringe Volumenänderung hindeuten. Durch Warp Units wird eine

Zellenverschiebung von 3,96 bis 3,98 mm angegeben. Für die Gesamtlunge, ipsilaterale Lunge und kontralaterale Lunge ergeben sich Mittelwerte des Jacobians von 1,03, 1,04 und 1,03 bzw. Warp Units von 5,03 mm, 4,87 mm und 5,20 mm. Durch Vermeidung von Körperbewegungen erfahren GTV und PTV weniger Verschiebungen und das umliegende, gesunde Lungengewebe erfährt eine geringe Toxizität.

Dies gilt auch für Risikoorgane wie das Rückenmark, das wegen der anatomischen Nähe zwar im Bestrahlungsfeld liegt, aber mit Jacobian-Mittelwerten von 1,04 bzw. Warp Units von 3,44 mm geringe Verschiebungen aufweist und damit insgesamt eine bessere Schonung dessen ermöglicht wird.

Mit der vorliegenden Arbeit kann gezeigt werden, dass der Oberflächenbewegungsscanner Catalyst® (C-RAD, Uppsala, Sweden) atemabhängigen Tumorbewegungen entgegenwirkt und eine präzise Dosisapplikation ermöglicht wird. Abweichungen der geplanten von der applizierten Dosisverteilung werden weitgehend vermieden und intrafraktionellen Tumorbewegungen entgegengewirkt.