

Lennart Thilmann
Dr. med.

Einfluss von Atemexkursionen auf die Dosisverteilung bei konventioneller und intensitätsmodulierter Strahlentherapie

Geboren am 17.07.1975 in Mannheim
Staatsexamen am 28.11.2003 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach : DKFZ
Doktorvater: Prof. Dr. med. Jürgen Debus

In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss von Atembewegungen auf die tatsächlich applizierte Dosisverteilung bei konventioneller und intensitätsmodulierter Strahlentherapie untersucht.

Am DKFZ in Heidelberg wurde eine Antriebsvorrichtung entwickelt, welche es ermöglicht, ein Phantom mit einem sinusförmigen Geschwindigkeitsprofil zu bewegen und so Atemexkursionen zu simulieren. Die vorliegende Arbeit verwendet drei unterschiedliche Versuchsanordnungen. In der ersten Versuchsanordnung erfolgte die Bestimmung der Dosismodifikation bei simulierter Atembewegung auf zwei benachbarte Teilfelder. Die Filme wurden mit einer für IMRT typischen Dosis für Einstrahlsegmente in „step-and-shoot“-Technik bestrahlt. Zusätzlich wurde anhand von Mehrfachbestrahlungen der Effekt der Fraktionierung auf die zu beobachtenden Dosismodifikationen zu ermitteln. In der zweiten Versuchsanordnung erfolgte ebenso unter Verwendung des wasseräquivalentem Plattenphantoms die Bestimmung der Dosismodifikation bei simulierter Atembewegung einer speziell konstruierten Intensitätsmatrix, welche mittels IMRT aus elf einzelnen Subsegmenten zusammengesetzt wurde. Es wurde der Einfluß unterschiedlicher Amplituden und Frequenzen analysiert. Weiter wurden, um 3 Filme 5 mal bestrahlt, um zu ermitteln, inwieweit sich die Bewegungseffekte bei mehrfacher Bestrahlung herausmitteln. In der dritten Versuchsanordnung wurde unter Verwendung eines anthropomorphen Phantom zur Abschätzung des Einflusses der Organbewegung in der Dosisverteilung bei IMRT der Fall einer linksseitigen Brustbestrahlung gewählt.

In der ersten Versuchsanordnung zeigte sich, dass die minimale und maximale Abweichung der gewünschten Dosis bei einer großen Amplitude und kleiner Frequenz am größten sind. Der Einfluss der Fraktionierung auf die Dosisverteilung nimmt mit zunehmenden Fraktionen ab und ist bei 20 Fraktionierungen praktisch nicht mehr erkennbar. Bei der zweiten Versuchsanordnung konnte beobachtet werden, dass die Filme, die mit kleiner Amplitude bewegt wurden, relativ gut mit den Werten des Ruhefilmes korrelieren. Die Filme, die mit großer Amplitude bewegt wurden, zeigten größere Abweichungen, wobei bei dem Film mit großer Amplitude und langsamer Frequenz die größten Abweichungen zu erkennen waren. Aber auch hier konnte nachgewiesen werden, dass bereits eine Fraktionierung mit 5 Wiederholungen sich die Differenzen zum Ruhefilm fast vollständig eliminieren. Bei der dritten Versuchsanordnung konnte gezeigt werden, dass bereits bei der Applikation einer IMRT-Fraktion in step-and-shoot-Technik keine unbeabsichtigten Dosisüberhöhungen auftreten. Es konnte vielmehr gezeigt werden, dass der Einfluss von Atemexkursionen auf die IMRT in „step-and-shoot“-Technik im wesentlichen vergleichbar mit der konventionellen statischen Strahlentherapie mit homogener Strahlenintensität ist. Damit sind bei der Durchführung der IMRT bei intra- und extrathorakalen Prozessen keine Maßnahmen erforderlich, die über das Vorgehen bei konventionellen Bestrahlungen hinausgehen. Dies gilt insbesondere für die IMRT der Brust, sofern die atemabhängige Verlagerung des Zielvolumens bei der Definition des Planungszielvolumens berücksichtigt ist. Dort wo die

Steilheit von Dosisgradienten spezielle Maßnahmen wie z.B. Atemtriggerung zur ständigen Erfassung des Zielvolumens erforderlich machen, sind diese unabhängig von der Wahl der Bestrahlungstechnik zu erwägen.