

Der Einfluss intrafraktioneller Bewegungen auf die Zielvolumendefinition in der Strahlentherapie

Borm K.J.1, Berndt J.1, Oechsner M.1, Kampfer S.1, Putora M.P.2, Devecka M.1, Wilkens J.J.1, Geinitz H.3, Molls M.1, Combs S.E.1 Duma M.N.1

1Klinik und Poliklinik für Radio-Onkologie und Strahlentherapie, Technische Universität München (TUM), Ismaninger Str. 22, Munich, Germany
2Kantonsspital St. Gallen, Klinik für Radio-Onkologie, St. Gallen, Switzerland
3Krankenhaus der Barmherzigen Schwestern Linz, Abteilung für Radio-Onkologie, Linz, Austria

Dieses Poster fasst die wichtigsten Ergebnisse der Dissertation mit dem oben genannten Titel zusammen. Ziel der Arbeit war es den Einfluss intrafraktioneller Tumorbewegungen auf die Zielvolumendefinition in der Strahlentherapie unter Berücksichtigung verschiedener Bildgebungsmodalitäten, CT-Fensterungen, Gewebeeigenschaften und Bewegungsmuster zu untersuchen. Die Versuche wurden mit Hilfe eines Phantoms (Abbildung 1) während Simulationsaufnahmen (4D-CT, langsames 3D-CT, CB-CT bzw. MV-CT) in Ruhe und bei unterschiedlichen Bewegungsmustern durchgeführt.

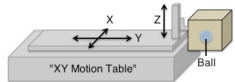


Abbildung 1: Aufbau des Phantoms: Kork, kontrastmittelgetränkte Schwämme und Fett wurden verwendet, um Lungengewebe, Lebergewebe oder Weichteilgewebe zu simulieren.

Bewegungsausmaß und Atemfrequenz

Bereits bei Bewegungen mit kleiner Amplitude (5mm) wird das Zielvolumen in relevantem Ausmaß unterschätzt (ca. 11%). Die Abweichungen nehmen mit zunehmender Amplitude drastisch zu (bis zu 37%).
Abbildung 2 zeigt die Zielvolumendarstellung und die resultierenden Artefakte in Abhängigkeit des Bewegungsausmaßes.

„Langsame“ Tumorbewegungen (Periodendauer 5s) werden signifikant schlechter erfasst und führen zu stärkeren Bildartefakten verglichen mit „schnelleren“ Tumorbewegungen (Periodendauer 3s). Dies ist grafisch in Abbildung 3 dargestellt.

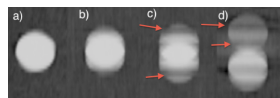


Abbildung 2: Darstellung des Zielvolumens im Lungenphantom in Abhängigkeit von der Amplitude. Sinusförmige Bewegungen mit der Amplitude a) 0 mm b) 5mm c) 10mm d) 20mm Periodendauer 3s. Die roten Pfeile zeigen auf die dargestellten Spaltartefakte.

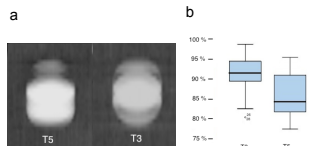


Abbildung 3: Vergleich der Darstellung (a) und der Größe (b) der Zielvolumina in Abhängigkeit der Atemfrequenz (T3: Periodendauer 3s; T5: Periodendauer 5s)

Gewebeeigenschaften

Im Lebergewebe lassen sich Zielvolumina bei identischen Bewegungsmustern und Aufnahmeparametern schlechter abschätzen, als in Lungen- und Weichteilgewebe. Die Abweichungen von den errechneten Werten waren signifikant größer als im Lungen- und Weichteilphantom.

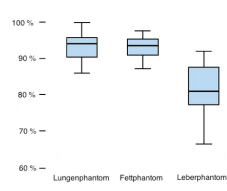


Abbildung 4: Größe der konturierten Volumina bei gleichen Bewegungen in Abhängigkeit des umgebenden Gewebes. Vergleich von Lungen-, Weichteil- und Lebergewebe

CT-Fenstereinstellungen

Falsche Fenstereinstellungen können zu Abweichungen von bis zu 76,5% vom tatsächlichen Zielvolumen führen (Weichteilfenster vs. Lungenfenster im Lungenphantom). Entscheidend für eine optimale Fensterung ist die Anpassung der unteren Fenstergrenze. Unsere Untersuchungen zeigen, dass die Verwendung des Leberfensters dem Weichteilfenster bei Tumoren in der Leber während Bewegung deutlich überlegen ist (87% vs. 70%).

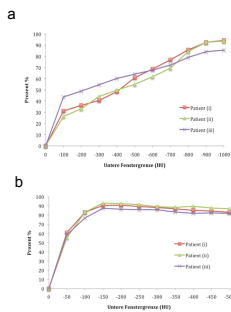


Abbildung 5: Einfluss der unteren Fenstergrenze auf die Größe der konturierten Zielvolumina

a) Lungenphantom b) Weichteilphantom

Bildgebungsmodalität

In 4D-CT-Aufnahmen werden größere Zielvolumina konturiert als in langsamen 3D-CT-Aufnahmen. Dies gilt auch dann, wenn nur wenige Atemphasen (2 bzw. 4) bei der Konturierung berücksichtigt werden.

Bei der CB-CT und der MV-CT kommt es bei Bewegung zu stärkeren Artefakten als in langsamen 3D-CT-Aufnahmen. In der CB-CT betrug der erfasste Anteil des errechneten Zielvolumens im Lungenphantom 92,7% und im Fettphantom 83,5%. In der MV-CT wurden im Mittel ein Anteil von 85,5% (Lungenphantom) bzw. 81,8% (Fettphantom) des errechneten Zielvolumens konturiert. Sowohl in der CBCT als auch in der MV-CT wurde das Zielvolumen schlechter erfasst als in der langsamen 3D-CT

Schlussfolgerung

Die Genauigkeit der Zielvolumenbestimmung ist stark abhängig vom Bewegungsmuster des Tumors, den Dichteigenschaften des umliegenden Gewebes und der Bildgebungsmodalität. Dies sollte bei der Wahl der Sicherheitsäume berücksichtigt werden. Bei intrafraktionellen Tumorbewegungen müssen die Fenstereinstellungen besonders sorgfältig gewählt werden, da sie einen entscheidenden Einfluss auf die Konturierung haben.