

Untersuchung von Bildqualität und Genauigkeit der Dosisberechnung bei cone-beam-CT-Aufnahmen mit reduziertem Projektionsdatensatz (half scan, half fan) im Hinblick auf die Verwendbarkeit für die adaptive Bestrahlungsplanung

Matthias Kowatsch^{1,2}, Peter Winkler^{2,*}, Brigitte Zurl², Thomas Konrad², Jörg Schröttner¹

¹ Institut für Health Care Engineering, Technische Universität Graz

² Universitätsklinik für Strahlentherapie-Radioonkologie, Medizinische Universität Graz

Eingegangen am 25. November 2009; akzeptiert am 16. August 2010

Zusammenfassung

Gegenstand dieser Studie ist die Fragestellung, ob cone beam-CT-(CBCT)-Aufnahmen mit reduziertem Projektionsdatensatz für die Bestrahlungsplanung in der adaptiven Radiotherapie (ART) verwendet werden können. Dazu wurde einerseits die Bildqualität untersucht, und andererseits der Einfluss der Bildgebung auf die Dosisberechnung analysiert. Als Verfahren mit reduziertem Projektionsdatensatz werden hier CBCT-Aufnahmen mit 200° Rotationswinkel zur Beschleunigung der Aufnahme (half scan), oder bei Einsatz eines asymmetrischen Strahlenkegels und verschobenen Detektors zur Vergrößerung des field-of-view (half fan) bezeichnet.

Methoden: Für drei verschiedene CBCT-Modi eines On-Board-Imaging-Systems (Varian Medical Systems) und ein konventionelles Multidetektor-CT-Verfahren wurden die wesentlichen Bildqualitätsparameter untersucht. Zwei dieser CBCT-Verfahren arbeiten mit reduziertem Projektionsdatensatz. Zur Analyse der Dosisberechnung wurden Bestrahlungspläne an zwei Phantomen auf alle Datensätze übertragen und nachberechnet. Weiter wurden Dosismessungen für alle Aufnahmeverfahren durchgeführt.

Ergebnisse: Die Analyse der Bildqualitätsparameter ergab weitgehend einheitliche Ergebnisse für die drei CBCT-Verfahren, wobei sich zeigte, dass die Reduktion der Projektionsdaten nicht notwendigerweise mit einer Verschlechterung der Bildqualität in allen Parametern verbunden ist. Bei der Dosisberechnung basierend auf CBCT ist eine gute Übereinstimmung mit dem konventionellen

Analysis of image quality and dose calculation accuracy in cone beam CT acquisitions with limited projection data (half scan, half fan) with regard to usability for adaptive radiation therapy treatment planning

Abstract

Subject of this study is the question of whether cone beam CT (CBCT) images with reduced projection data are suitable for use in adaptive radiation therapy (ART) treatment planning. For this purpose image quality and dose calculation accuracy depending on imaging modality were analysed. In this context, two CBCT-methods will be indicated having reduced projection data sets: Scans acquired with 200° rotation angle in order to accelerate the CBCT process (half scan), or scans with an asymmetric cone beam and detector offset, used to enlarge the field-of-view (half fan).

Methods: For three different CBCT-modes (On-Board-Imaging, Varian Medical Systems), two of them based on reduced projection data, and a conventional multidetector CT system, the main image quality parameters were studied. Treatment plans for two phantoms were transferred to all datasets and re-computed to analyse dose calculation accuracy. Furthermore imaging dose was measured for all modalities.

Results: All three CBCT-modes showed similar results with regard to image quality. It was found, that a reduction

* Korrespondenzanschrift: Univ.Klinik für Strahlentherapie-Radioonkologie, Medizinische Universität Graz, Auenbrugger Platz 32, A-8036 Graz, Tel.: +43(316) 385 83193.

E-mail: peter.winkler@medunigraz.at (P. Winkler).

System gegeben, die Abweichungen der mittleren Dosis in definierten Regionen erreichten maximal 1,1%. Die CT-Dosis liegt in einer Bandbreite von 2,5 cGy bzw. 2,9 cGy im Modus mit vergrößertem field-of-view bzw. beim Teilrotationsverfahren, bis zu 5,4 cGy beim 360°-full fan Modus.

Schlüsselwörter: cone beam CT, Bildqualität, Bestrahlungsplanung, Dosisberechnung

in projection data does not necessarily involve deterioration in image quality parameters. For dose calculation based on CBCT images, a good agreement with the reference plan was found, with a maximum deviation for the mean dose in regions of interest of 1.1%. Imaging dose was found to be 2.5 cGy and 2.9 cGy for the large-FOV mode and the partial rotation mode, respectively, and 5.4 cGy for the 360°-full fan mode.

Keywords: cone beam CT, image quality, treatment planning, dose calculation

1 Einleitung

Integrierte cone-beam-CT-Systeme (CBCT) an Linearbeschleunigern werden in der bildgeführten Radiotherapie zur Repositionierung des Patienten eingesetzt, um das zu bestrahlende Zielvolumen mit größtmöglicher geometrischer Genauigkeit erfassen zu können. Die Methode wurde von Jaffray et al. vorgestellt [1] und ist mittlerweile weit verbreitet [2–4]. Grundsätzlich können CBCT-Aufnahmen aber auch für die Anpassung der Bestrahlungsplanung in der adaptiven Radiotherapie (ART) verwendet werden [5–10]. In diesem Falle sind jedoch auch hohe Anforderungen an die Bildqualität zu stellen [11]. Da die Bildqualität von CBCT-Systemen zum gegenwärtigen Entwicklungsstand diejenige von konventionellen (Multidetector-)CT-Systemen noch nicht erreichen kann, wurden auch schon verschiedene Ansätze zur Verbesserung der Bildqualität untersucht [12].

Besonders dosissparende CBCT-Verfahren werden im Rahmen dieser Studie nicht näher untersucht, da sie aufgrund der eingeschränkten Bildqualität für die weitere Verwendung in der ART nicht geeignet erscheinen.

Im so genannten *360°-Full-Fan-CBCT-Verfahren* wird ein Projektionsdatensatz durch eine volle 360°-Rotation des CT-Systems um den Patienten gewonnen, wobei das divergente Röntgenstrahlenbündel jeweils das gesamte Scanvolumen abdeckt. Es gibt jedoch auch zwei Verfahren, bei denen demgegenüber nur ein reduzierter Projektionsdatensatz zur Rekonstruktion der tomographischen Bilder zur Verfügung steht: Einerseits kann, um den Aufnahmeprozess zu beschleunigen, an bestimmten CBCT-Systemen bei einem Schnellaufnahmeverfahren der Rotationswinkel bei der Akquisition der Bilddaten reduziert werden (Teilrotationsverfahren, half scan). Andererseits können zur Vergrößerung des *field-of-view* (FOV) in radialer Richtung Aufnahmen mit asymmetrischer Blendenöffnung an der Röntgenröhre, verbunden mit einer entsprechenden Verschiebung des Detektors, gemacht werden. Bei diesem Großfeldverfahren wird zwar eine volle 360°-Rotation durchgeführt, es ist jedoch nicht in allen Projektionsdaten das gesamte FOV abgebildet (half fan).

Diese beiden Verfahren wiesen zwar auch per Definition einen vollständigen Datensatz auf, werden jedoch in der weiteren Arbeit zur Betonung des Unterschiedes zum 360°-Full-Fan-Scan als Verfahren mit reduziertem Projektionsdatensatz bezeichnet.

Das Ziel dieser Arbeit war es, die Bildqualität der CBCT-Aufnahmen mit reduziertem Projektionsdatensatz derjenigen des 360°-Full-Fan-Aufnahmemodus (im Weiteren als „Standardmodus“ bezeichnet) vergleichend gegenüberzustellen. Die Eignung der CBCT-Aufnahmen für die Bestrahlungsplanung und der Einfluss des Aufnahmeverfahrens auf die Dosisberechnung wurden anhand von Phantomstudien untersucht. Darüber hinaus wurden für alle Aufnahmetechniken CT-Dosismessungen durchgeführt.

2 Methoden und Materialien

Für die Aufnahme der CBCT-Daten wurde das On-Board Imaging System (OBI Version 1.4) mit CBCT-Option (VMS.CBCT Version 2.5) eines Linearbeschleunigers der Typs Clinac iX (Varian Medical Systems, USA) verwendet. Dieses System bietet verschiedene Aufnahmetechniken, wobei in dieser Studie drei Modi näher untersucht wurden: (1) Standardmodus (Systemname: Full Scan / Full Fan), (2) Teilrotationsaufnahme (Half Scan / Full Fan), (3) Großfeldaufnahme (Full Scan / Half Fan). Die wesentlichsten Parameter der drei verglichenen Aufnahmemodi sind in Tabelle 1 aufgelistet. Die beiden letztgenannten Aufnahmetechniken arbeiten mit reduzierten Datensätzen, wogegen im Standardmodus ein kompletter Projektionsdatensatz des Objektes innerhalb des FOV aufgenommen wird. Der Standardmodus ist vom Hersteller in der verwendeten OBI-Version nicht mehr konfiguriert und wurde von uns eingerichtet und kalibriert.

Das OBI-System wurde für diese Studie den Herstellerangaben entsprechend kalibriert, um einen definierten Zustand des Systems zu gewährleisten. Bei der Kalibrierung und für die Aufnahmen wurden jeweils die von der Herstellerfirma empfohlenen *Bow-tie*-Filter verwendet (Tab. 1). Die Blenden wurden bei allen Aufnahmen in der Standardposition belas-

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/1887208>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/1887208>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)