

Ein Vergleich Monte-Carlo berechneter und gemessener Dosisverteilungen bei Schrägeinfall von Elektronenstrahlung

Frederic Schweizer, Gunter Christ*

Medizinische Physik, Klinik für Radioonkologie, Universitätsklinikum Tübingen

Eingegangen am 14. Mai 2009; akzeptiert am 5. August 2009

Zusammenfassung

Schrägeinfall von Elektronenstrahlung ist eine seltene klinische Anwendung, die beispielsweise bei der Bestrahlung der parasternalen Mamma-interna-Lymphknotenregion beim Mammakarzinom Anwendung finden kann. Während bei Photonenstrahlung der Einsatz von 3-D-Bestrahlungsplanungssystemen (BPS) anerkannter Standard ist, ist dies bei Elektronenstrahlung noch eher die Ausnahme. Der Aufwand für Messung, Implementierung und Testung von Basisdaten wird von vielen Anwendern auch aufgrund bekannter Unzulänglichkeiten konventioneller Algorithmen nicht für lohnenswert erachtet. Monte-Carlo-basierte BPSs lassen dagegen eine höhere Genauigkeit erwarten. Ziel dieser Arbeit war es, den MC-Algorithmus des BPSs Oncentra Treatment Planning (OTP, Theranostic) in der Anwendung von Schrägeinfall bei Elektronenstrahlung zu testen. Hierzu wurden Messungen mit Simulationsrechnungen für Elektronenenergien von 4 MeV bis 18 MeV verglichen. Während Standardtubusgrößen, auch bei vergrößertem Fokus-Oberflächen-Abstand, noch eine befriedigende Übereinstimmung ergaben, geht diese mit größer werdendem Einfallswinkel, insbesondere bei stark asymmetrisch gelegenen, individuellen Elektronenschablonen mit kleiner Feldöffnung zusehends verloren. Wir verwenden daher weiterhin gemessene Werte anstelle der mit diesem Algorithmus berechneten Dosisverteilungen und Dosiswerte.

Schlüsselwörter: Elektronenstrahlung, Schrägeinfall, Bestrahlungsplanung, Monte-Carlo-Algorithmen

A comparison of Monte-Carlo simulated and measured dose distributions in oblique electron beams

Abstract

Oblique incidence of electron beams is a rare clinical application which can be used e.g. at the irradiation of the internal mammary lymph nodes in the case of mamma carcinoma. 3-D treatment planning systems are accepted standard for photon beams but not for electron beams. The investment for measuring, implementing and testing basic data seems many customers not to be worthwhile when considering the well known inaccuracies of conventional algorithms. From Monte-Carlo (MC) based algorithms however higher accuracies can be expected. It was the aim of this paper to test the MC algorithm of the treatment planning system Oncentra Treatment Planning (OTP, Theranostic) in the application for oblique incidence of electron beams. Measured and simulated values are compared for electron energies from 4 MeV up to 18 MeV. For standard electron applicators, even at extended source-surface distances, satisfying results are achieved. However, the agreement gets lost with increasing oblique incidence, especially for small individual and asymmetrical cut outs. We therefore still use measured values instead of simulated dose distributions.

Keywords: Electron beams, oblique incidence, treatment planning, Monte-Carlo algorithms

* Korrespondenzanschrift: Medizinische Physik, Klinik für Radioonkologie, Universitätsklinikum Tübingen, Hoppe-Seyler-Straße 3, D-72076 Tübingen. Tel.: +4970712986732; fax: +497071295920.

E-mail: gunter.christ@med.uni-tuebingen.de (G. Christ).

Einleitung

Schrägeinfall von Elektronenstrahlung ist eine vergleichsweise seltene klinische Indikationsstellung. Wir verwenden diese Technik in einigen Fällen beim Mammakarzinom, in denen die parasternale Mamma-interna-Lymphknotenregion mit einer Kombination aus Photonen- und Elektronenfeldern therapiert wird [7]. Dabei wird diese Region zunächst in Kombination mit der Mammatangente mit Photonenstrahlung bis 19,8 Gy bestrahlt und anschließend mit Elektronenstrahlung bis 50,4 Gy aufgesättigt. In der Strahlentherapie sollte die 3-D-Dosisberechnung auf der Basis eines Bestrahlungsplanungssystem (BPS) nicht nur für Photonenstrahlung, sondern auch für Elektronenstrahlung Standard sein und natürlich auch im speziellen Fall einer Kombination beider Strahlenarten. In der Praxis treten hier aber verschiedene Probleme auf: Konventionelle Algorithmen zur Berechnung der Dosisverteilung bei Elektronenstrahlung weisen vielfältige Schwächen auf, so dass von vielen Anwendern der Aufwand zur Erhebung der Basisdaten und zur Implementierung und Überprüfung dieser Daten für nicht lohnenswert erachtet wird. Eine deutliche Verbesserung wird hier von den Monte-Carlo [11,12]-basierten Elektronenalgorithmen [15,16] erwartet. Allerdings finden sich in mehreren Publikationen [10,13] Hinweise darauf, dass sich zumindest eine generelle und vor allem ungeprüfte Verwendung dieser Algorithmen als problematisch erweisen kann. Ziel dieser Arbeit war es, den Monte-Carlo-Algorithmus des BPSs Oncentra Treatment Planning (OTP) der Firma Theranostic (Version 1.5.1.11) in der Anwendung bei Schrägeinfall von Elektronenstrahlung zu testen.

Material und Methoden

Datenmaterial

In einer früheren Arbeit [10] wurden bereits die messtechnischen Grundlagen für diese Arbeit gelegt. Dabei wurden Tiefendosisverläufe, Querprofile sowie die Wasser-Energiedosis in der Tiefe des Dosismaximums gemessen und damals mit den Berechnungen eines konventionellen Pencil-Beam-Algorithmus des Bestrahlungsplanungssystem Helax TMS verglichen. Dabei traten, insbesondere bei starkem Schrägeinfall und kleinen, asymmetrischen Feldern erhebliche Abweichungen auf, so dass weitere Vergleiche nicht sinnvoll erschienen. Jedoch stellt dieses experimentelle Datenmaterial die Grundlage für diese Arbeit dar. Stichprobenartig wurden einige dieser Messungen wiederholt und ergaben in allen Fällen eine so gute Übereinstimmung, dass auch allen anderen, früheren Messungen volles Vertrauen entgegengebracht werden kann.

Messaufbau

Die Messungen wurden an einem Elekta-Linearbeschleuniger *Sl* mit Elektronenenergien von 4 MeV bis 18 MeV in einem Wasserphantom (Firma PTW Freiburg) durchgeführt. Bei Schrägeinfall sind Flachkammern aufgrund ihrer Richtungsabhängigkeit nicht geeignet, weshalb wir uns für eine kleine zylinderförmige Kompaktkammer vom Typ PTW 31002 mit einem Messvolumen von $0,125\text{ cm}^3$ entschieden haben. Dabei war uns bewusst, dass nach DIN 6800-2 (1997) [9] Kompaktkammern bei Elektronenenergien unterhalb ca. 10 MeV nicht angeraten sind. Allerdings sind nach einer Arbeit von Dohm [1] die dadurch bedingten Fehler als vernachlässigbar anzusehen, so dass die Vorteile dieser Wahl deren Nachteile deutlich überwiegen. Die Auswertung der Dosismessungen erfolgte zu diesem Zeitpunkt nach der Norm DIN 6800-2 aus dem Jahr 1997. Eine Auswertung nach der mittlerweile erschienenen Neufassung dieser Norm (2008) ergibt keinen Effekt auf die Relativmessungen und einen zu vernachlässigenden auf die Bestimmung der Wasser-Energiedosis [2].

In der klinischen Routine werden bei der Elektronenbestrahlung der Parasternalregion in aller Regel individuelle Elektronenblenden verwendet, die in den Elektronentubus der Größe $20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ bzw. $25\text{ cm} \times 25\text{ cm}$ eingesetzt werden. Um bei Schrägeinfall den Abstand von der Tubusunterkante zur Patientenoberfläche so gering wie möglich zu halten, wird die Blendenöffnung möglichst weit asymmetrisch gesetzt. Mit zunehmender Auswinkelung vergrößert sich dennoch der Tubus-Oberflächen-Abstand (TOA) und zusätzlich die Variation des TOAs entlang der Felddbreite. Bei den Messungen wurden der Elektronentubus $20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ und ein darin eingesetzter asymmetrischer Endrahmen der Größe $20\text{ cm} \times 6\text{ cm}$ verwendet. Die oberflächennahe Tubuskante berührte dabei zur Minimierung des TOAs jeweils die Wasseroberfläche. **Abbildung 1** zeigt den Messaufbau am Linearbeschleuniger, in **Abbildung 2** sind die geometrischen Verhältnisse schematisch dargestellt.

Methoden

Um im Fall von Abweichungen zwischen berechneten und gemessenen Dosisverteilungen abschätzen zu können, ob diese größtenteils nur bei Schrägeinfall auftreten, wurden auch Vergleiche bei senkrechtem Strahleinfall und gleichem TOA wie beim Schrägeinfall angestellt.

Tiefendosisverlauf

Ein Vergleich relativer Tiefendosisverläufe kann unter verschiedenen Gesichtspunkten durchgeführt werden: Oberflächendosis, Tiefe des Dosismaximums, Tiefe der

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/1888209>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/1888209>

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