

Whole-body dose and energy measurements in radiotherapy by a combination of LiF:Mg,Cu,P and LiF:Mg,Ti

Pascal Hauri^{1,2,*}, Uwe Schneider^{1,2}

¹ Department of Physics, University of Zurich, Zurich, Switzerland

² Radiotherapy Hirslanden, Hirslanden Medical Center, Aarau, Switzerland

Received 6 February 2017; accepted 9 July 2017

Abstract

Purpose: Long-term survivors of cancer who were treated with radiotherapy are at risk of a radiation-induced tumor. Hence, it is important to model the out-of-field dose resulting from a cancer treatment. These models have to be verified with measurements, due to the small size, the high sensitivity to ionizing radiation and the tissue-equivalent composition, LiF thermoluminescence dosimeters (TLD) are well-suited for out-of-field dose measurements. However, the photon energy variation of the stray dose leads to systematic dose errors caused by the variation in response with radiation energy of the TLDs. We present a dosimeter which automatically corrects for the energy variation of the measured photons by combining LiF:Mg,Ti (TLD100) and LiF:Mg,Cu,P (TLD100H) chips.

Methods: The response with radiation energy of TLD100 and TLD100H compared to ⁶⁰Co was taken from the literature. For the measurement, a TLD100H was placed on top of a TLD100 chip. The dose ratio between the TLD100 and TLD100H, combined with the ratio of the response curves was used to determine the mean energy. With the energy, the individual correction factors for TLD100 and TLD100H could be found. The accuracy in determining the in- and out-of-field dose for a nominal beam energy of 6 MV using the double-TLD unit was evaluated by an end-to-end measurement. Furthermore, published Monte Carlo (M.C.) simulations of the mean photon energy for brachytherapy sources, stray radiation of a treatment machine and cone beam CT (CBCT) were compared to the measured mean energies. Finally, the photon energy distribution in an Alderson phantom was measured for

Ganzkörperdosis- und -energieverteilungsmessung in der Strahlentherapie mithilfe einer Kombination von LiF:Mg,Cu,P und LiF:Mg,Ti

Zusammenfassung

Ziele: Langzeitüberlebende von Krebs bergen das Risiko eines sekundären Primärtumors aufgrund der Strahlentherapie. Die Abschätzung der Ganzkörperdosen mithilfe von Modellen ist deshalb ein wichtiger Bestandteil des Patientenschutzes. Diese Modelle müssen durch Messungen geprüft werden. LiF Thermolumineszenzdosimeter (TLD) eignen sich aufgrund ihrer kleinen Grösse, hohen Strahlungssensitivität und körperequivalenten Zusammensetzung gut für periphere Dosismessungen. Jedoch verursacht die Variation des Energiespektrums, welche ausserhalb des Zentralstrahls auftritt, einen systematischen Fehler aufgrund der Energieabhängigkeit der TLD-Strahlungssensitivität. In diesem Manuskript stellen wir einen Dosimeter vor, der aus LiF:Mg,Ti (TLD100) und LiF:Mg,Cu,P (TLD100H) Chips besteht und die Energieabhängigkeit der TLD-Strahlungssensitivität automatisch korrigiert.

Methoden: Die Werte der Energieabhängigkeit der TLD100- und TLD100H-Strahlungssensitivität, normiert auf ⁶⁰Co, wurden aus der Literatur entnommen. Für eine Messung wurde ein TLD100H auf einem TLD100 platziert. Die mittlere Energie wurde durch das Verhältnis der gemessenen TLD100- und TLD100H-Dosen sowie durch die Verhältnisse aus der Literatur

* Corresponding author: Pascal Hauri, Radiotherapy Hirslanden, Hirslanden Medical Center, Zurich, Switzerland.
E-mail: pascal.hauri2@uzh.ch (P. Hauri).

different treatment techniques applied with a linear accelerator. Additionally, a treatment plan was measured with a cobalt machine combined with an MRI.

Results: *For external radiotherapy, the presented double-TLD unit showed a relative type A uncertainty in doses of $-1\% \pm 2\%$ at the two standard deviation level compared to an ionization chamber. The type A uncertainty in dose was in agreement with the theoretically calculated type B uncertainty. The measured energies for brachytherapy sources, stray radiation of a treatment machine and CBCT imaging were in agreement with M.C. simulations. A shift in energy with increasing distance to the isocenter was noticed for the various treatment plans measured with the Alderson phantom. The calculated type B uncertainties in energy were in line with the experimentally evaluated type A uncertainties.*

Conclusion: *The double-TLD unit is able to predict the photon energy of scatter radiation in external radiotherapy, X-ray image and brachytherapy sources. For external radiotherapy, the individual energy correction factors enabled a more accurate dose determination compared to conventional TLD measurements.*

Keywords: TLD, Out-of-field, Photon energy, Linear accelerator, Brachytherapy, CBCT

ermittelt. Die individuellen Energiekorrekturfaktoren von TLD100 und TLD100H konnten danach mithilfe der mittleren Energie ermittelt werden. Die Genauigkeit in der in-Feld- und peripheren Dosisbestimmung der Doppel-TLD-Einheit, wurde für die perkutane Strahlentherapie mit nominaler Beamenergie von 6 MV experimentell ermittelt. Weiter wurden die experimentell gemessenen mittleren Energien von Brachytherapiequellen, der Streustrahlung eines Linearbeschleunigers und der CBCT-Bildgebung mit den mittleren Strahlungsenergien von publizierten Monte Carlo (M.C.) Simulationen verglichen. Die Streustrahlungsenergieverteilung in einem Alderson-Phantom wurde für verschiedene Therapiepläne eines Linearbeschleunigers gemessen. Zusätzlich wurde die Streustrahlungsenergieverteilung für eine Cobaltmaschine, kombiniert mit einem MRI, evaluiert.

Ergebnisse: *Für die perkutane Strahlentherapie zeigte der vorgestellte Dosimeter verglichen mit einer Ionisationskammer eine relative Typ A-Unsicherheit von $-1\% \pm 2\%$ für zwei Standardabweichungen. Die Typ A-Unsicherheit in der Dosisbestimmung stimmte mit der theoretisch berechneten Typ B-Unsicherheit überein. Die experimentell gemessenen mittleren Energien von Brachytherapiequellen, der Streustrahlung eines Linearbeschleunigers und der CBCT-Bildgebung waren in Übereinstimmung mit publizierten Simulationen. Die mittlere Streustrahlungsenergie der mit dem Alderson-Phantom gemessenen Therapiepläne veränderte sich mit zunehmendem Abstand vom Isozentrum. Die theoretisch berechneten Typ B-Unsicherheiten der mittleren Energie stimmten mit den experimentell evaluierten Typ A-Unsicherheiten überein.*

Schlussfolgerung: *Mithilfe der Doppel-TLD-Einheit lässt sich die Photonenenergie für die Streustrahlung eines Linearbeschleunigers, Brachytherapiequellen und Röntgenstrahlung bestimmen. Durch die individuelle Energiekorrektur war eine genauere Dosisbestimmung in der perkutanen Strahlentherapie verglichen mit herkömmlichen TLD Messmethoden möglich.*

Schlüsselwörter: TLD, periphere Dosismessung, Photonenenergie, Linearbeschleuniger, Brachytherapy, CBCT

1 Introduction

Radiation treatment modalities have steadily improved [intensity-modulated radiation therapy (IMRT), volumetric-modulated arc therapy (VMAT), proton and heavy ion therapy, etc.]. As a consequence, cancer cure rates have increased and it is expected that they will increase further in the future [1]. As a result, there are now many long-term survivors of cancer

who are at risk of late effects from radiotherapy, including second primary cancers. These malignancies have been linked to chemotherapy as well as radiation exposure. It is estimated that more than 0.1% of the population between the ages of 16 and 44 are survivors of childhood cancer [2]. The induction of second cancers can be an important side-effect of radiation. The basic input of the majority of cancer risk models is the dose distribution in the patient. The patient dose is usually

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/8253149>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/8253149>

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