

# Characterization of a new transmission detector for patient individualized online plan verification and its influence on 6MV x-ray beam characteristics

Johannes Thoelking\*, Yuvaraj Sekar, Jens Fleckenstein, Frank Lohr, Frederik Wenz, Hansjoerg Wertz

Department of Radiation Oncology, University Medical Center Mannheim, University of Heidelberg, Theodor-Kutzer-Ufer 1-3, 68167 Mannheim, Germany

Received 26 February 2015; accepted 3 August 2015

## Abstract

**Purpose:** *Online verification and 3D dose reconstruction on daily patient anatomy have the potential to improve treatment delivery, accuracy and safety. One possible implementation is to recalculate dose based on online fluence measurements with a transmission detector (TD) attached to the linac. This study provides a detailed analysis of the influence of a new TD on treatment beam characteristics.*

**Methods:** *The influence of the new TD on surface dose was evaluated by measurements with an Advanced Markus Chamber (Adv-MC) in the build-up region. Based on Monte Carlo simulations, correction factors were determined to scale down the over-response of the Adv-MC close to the surface. To analyze the effects beyond  $d_{max}$  percentage depth dose (PDD), lateral profiles and transmission measurements were performed. All measurements were carried out for various field sizes and different SSDs. Additionally, 5 IMRT-plans (head & neck, prostate, thorax) and 2 manually created test cases ( $3 \times 3 \text{ cm}^2$  fields with different dose levels, sweeping gap) were measured to investigate the influence of the TD on clinical treatment plans. To investigate the performance of the TD, dose linearity as well as dose rate dependency measurements were performed.*

**Results:** *With the TD inside the beam an increase in surface dose was observed depending on SSD and field size (maximum of +11%, SSD = 80 cm, field size =  $30 \times 30 \text{ cm}^2$ ). Beyond  $d_{max}$  the influence of the TD on PDDs was below 1%. The measurements showed that*

## Charakterisierung eines neuen Transmissionsdetektors für die patientenindividualisierte Online-Planverifikation und der Einfluss des Detektors auf die Strahlcharakteristik eines 6MV-Röntgentherapiestrahls

### Zusammenfassung

**Fragestellung:** *Eine Online-Verifikation und 3D-Dosisrekonstruktion auf Basis der täglichen Patientenanatomie haben das Potential, die Bestrahlung des Patienten im Hinblick auf Genauigkeit und Sicherheit zu verbessern. Eine mögliche Umsetzung besteht darin, die Dosis basierend auf Online-Fluenzmessungen eines Transmissionsdetektors (TD), der direkt am Linac angebracht wird, zu rekonstruieren. Diese Arbeit stellt eine detaillierte Untersuchung über den Einfluss eines neuen TDs auf die Strahlcharakteristik eines 6MV-Röntgentherapiestrahls vor.*

**Methodik:** *Der Einfluss des neuen TDs auf die Oberflächendosis wurde durch Messungen mit einer Advanced Markus Kammer (Adv-Mk) in der Aufbau-Region des Therapiestrahls untersucht. Basierend auf Monte-Carlo-Simulationen wurden Korrekturfaktoren zur Berücksichtigung der Überempfindlichkeit der Adv-MK an der Oberfläche bestimmt. Um mögliche Effekte in Regionen tiefer als  $d_{max}$  zu analysieren, wurden Tiefendosiskurven, Profile und Transmissions-Faktoren gemessen.*

\*Corresponding author: Johannes Thoelking, Department of Radiation Oncology, University Medical Center Mannheim, University of Heidelberg, Theodor-Kutzer-Ufer 1-3, 68167 Mannheim, Germany. Tel.: +49(0)6213836171.

E-mail: [johannes.thoelking@medma.uni-heidelberg.de](mailto:johannes.thoelking@medma.uni-heidelberg.de) (J. Thoelking).

the transmission factor depends slightly on the field size (0.893-0.921 for  $5 \times 5 \text{ cm}^2$  to  $30 \times 30 \text{ cm}^2$ ). However, the evaluation of clinical IMRT-plans measured with and without the TD showed good agreement after using a single transmission factor ( $\gamma_{(2\%/2\text{mm})} > 97\%$ ,  $\delta_{\pm 3\%} > 95\%$ ). Furthermore, the response of TD was found to be linear and dose rate independent (maximum difference  $< 0.5\%$  compared to reference measurements).

**Conclusions:** When placed in the path of the beam, the TD introduced a slight, clinically acceptable increase of the skin dose even for larger field sizes and smaller SSDs and the influence of the detector on the dose beyond  $d_{\text{max}}$  as well as on clinical IMRT-plans was negligible. Since there was no dose rate dependency and the response was linear, the device is therefore suitable for clinical use. Only its absorption has to be compensated during treatment planning, either by the use of a single transmission factor or by including the TD in the incident beam model.

**Keywords:** Quality assurance, transmission detector, online dose verification

Alle Messungen wurden für verschiedene Feldgrößen und verschiedene Fokus-Oberflächen-Abstände durchgeführt. Um den Einfluss des TDs auf klinische Bestrahlungspläne zu untersuchen, wurden 5 klinische IMRT-Pläne (Hals-Kopf-Region, Prostata, Thorax) und zwei manuell erzeugte Testfälle ( $3 \times 3 \text{ cm}^2$ -Felder mit unterschiedlichen Intensitäten, dynamischer  $2 \times 20 \text{ cm}^2$ -Spalt) gemessen. Des Weiteren wurden sowohl die Dosislinearität als auch die Dosisratenabhängigkeit des Detektors bestimmt, um die Performance des TDs zu untersuchen.

**Ergebnisse:** Durch den Einsatz des TDs konnte ein Anstieg der Oberflächendosis in Abhängigkeit des Fokus-Oberflächen-Abstands gemessen werden. Bei einer Feldgröße von  $30 \times 30 \text{ cm}^2$  und einem Abstand von 80 cm wurde ein maximaler Anstieg um 11% gemessen. In tieferen Regionen als  $d_{\text{max}}$  konnte dagegen kein Einfluss des TDs mehr festgestellt werden ( $< 1\%$ ). Weitere Messungen zeigten, dass der Transmissionsfaktor des TDs leicht von der Feldgröße abhängt (0.893-0.921 für  $5 \times 5 \text{ cm}^2$  bis  $30 \times 30 \text{ cm}^2$ ). Die Evaluierung der klinischen IMRT-Pläne ergab eine sehr gute Übereinstimmung ( $\gamma_{(2\%/2\text{mm})} > 97\%$ ,  $\delta_{\pm 3\%} > 95\%$  für alle Pläne). Die klinischen Pläne wurden sowohl mit als auch ohne TD gemessen und anschließend mit einem konstanten Transmissionsfaktor normiert. Des Weiteren zeigte der TD ein lineares Ansprechverhalten und keine Dosisratenabhängigkeit (maximale Differenz  $< 0.5\%$  im Vergleich zur Referenzmessung).

**Schlussfolgerung:** Mit dem TD im Therapiestrahler konnte ein leichter, klinisch akzeptabler Anstieg der Hautdosis auch für große Feldgrößen und kleine Fokus-Oberflächen-Abstände nachgewiesen werden. Sowohl der Einfluss des TDs auf die Dosis in Regionen tiefer als  $d_{\text{max}}$  als auch auf klinische IMRT-Pläne war vernachlässigbar. Da keine Dosisratenabhängigkeit des TDs festgestellt wurde und das Antwortverhalten des Detektors linear war, ist das Gerät für den klinischen Einsatz geeignet. Allerdings muss die Absorption durch den Detektor während der Bestrahlungsplanung durch Anwendung eines konstanten Transmissionsfaktors oder der Einbindung des TDs in das Kopfmodell des Bestrahlungsplanungsprogramms berücksichtigt und kompensiert werden.

**Schlüsselwörter:** Qualitätssicherung, Transmissionsdetektor, Online-Dosisverifikation

## 1 Introduction

Advanced radiotherapy techniques such as intensity modulated radiation therapy (IMRT), volumetric modulated arc therapy and flattening filter free treatment techniques with high dose rates and steep dose gradients allow an accurate and fast irradiation of complex targets. Particularly, together with

reduced safety margins these complex techniques require an increased accuracy and thus rigorous quality assurance with verification of patient positioning and dose delivery [1]. To verify and control the patient positioning, several devices such as cone-beam CT, electronic portable imaging devices (EPID) as well as ultrasound based or optical based scanning systems have been developed [2–4]. To verify the beam delivery,

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/5499429>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/5499429>

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