

VERITAS SCIENCE LETTER

Vol. **12**
2015.01

Is it Possible to Publish a Calibration Function for Radiochromic Film?

「ラジオクロミックフィルムのキャリブレーション関数の共有化は可能か？」

Maria F. Chan¹, David Lewis², Xiang Yu²

¹Department of Medical Physics, Memorial Sloan-Kettering Cancer Center, Basking Ridge, USA

²Advanced Materials Group, Ashland, Inc., Bridgewater, USA

International Journal of Medical Physics, Clinical Engineering and Radiation Oncology 3 (1): pp. 25 – 30. 2014

<http://dx.doi.org/10.4236/ijmpcero.2014.31005>

はじめに

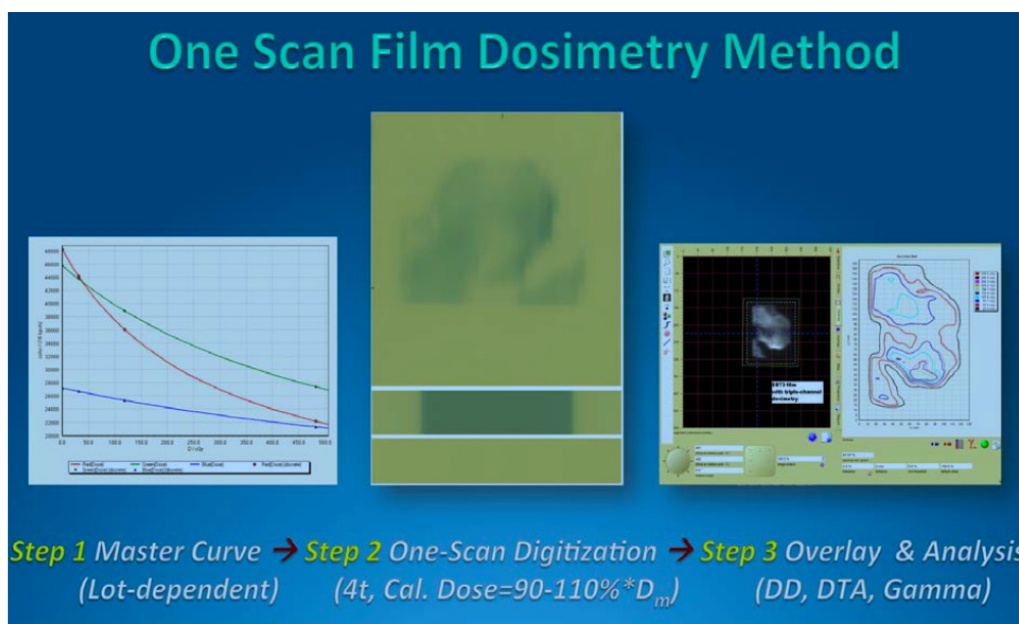
ラジオクロミックフィルムは正確に定量できる2次元線量計であり、強度変調放射線治療 (IMRT: intensity modulated radiotherapy) や回転型強度変調放射線治療 (VMAT: volumetric modulated arc therapy) などにおける線量測定用フィルムとして、高い空間分解能を有しています。なかでも Gafchromic® ラジオクロミックフィルムは、放射線が照射されたときにカラーイメージを作製でき、フィルムをマルチチャンネルのフラットベッド・スキャナーでスキャンすることで、より正確な線量測定を可能にします。

Lewisらは、別施設における異なる環境下でラジオクロミックフィルムの測定誤差をなくすために、フィルム線量応答キャリブレーション曲線を共有化する可能性を示しています [1]。

Lewisらの手法では、Epsonのフラットベッド・スキャナーによるトリプル (赤・青・緑の3色) チャンネルのスキャンと、One scan プロトコルと呼ばれる手法を用います。図1に、One scan プロトコルの概要を示しました。ラジオクロミックフィルムは、照射後の経時変化により変色がおこります。ここでOne scan プロトコルを用いると、照射してからスキャンするまでの間に起きる経時変化を補正できます。この補正には、同じ製造ロットである2枚の再キャリブレーションフィルム (未照射の1枚と、アプリケーションフィルムの最高線量と同等の線量を照射した1枚) を用います。

今回の報告では、既知の線量を照射したフィルムを再キャリブレーションのために用いることで、異なる施設間における測定誤差を最小化させることを目的としています。

図1. トリプルチャンネルを使用するフィルム線量測量法である One Scan プロトコルの概要



Step1. マスター曲線 → Step2. One Scan デジタル化 → Step3. オーバーレイ、分析 (ロットに依存)



方法

施設 A で、Varian Trilogy の 6MV フォトンビームの照射フィールド中心部 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ で、 $3.5 \times 20 \text{ cm}^2$ の EBT3 フィルム・ストリップ（ロット番号 A101212、A011713）に 80、160、320 cGy を照射しました。照射はポリスチレン製ファントム中の深さ 10 cm、線源回転軸間距離（SAD: source-to-axis distance）100 cm にて行いました。このときと同じポリスチレン製ファントムは、VMAT におけるフィルム照射にも用いました。患者 VMAT フィルムも深さ 10 cm に置き、治療計画と同量を照射させました。同ロットの未照射のフィルムと合わせて、Epson 10000XL フラットベッド・スキャナーを用いてスキャンしました（48 bit RGB、72 dpi）。このスキャンは、施設 A と施設 B で行い（スキャナーは同一機器ではない）、画像処理とフィルム分析は Film QA Pro ソフトウェアを用いました。

線量応答データはキャリブレーション関数 $X(D) = a + b/(D-c)$ から生成しました $X(D)$ は線量 D での応答、 a 、 b 、 c はそれぞれ定数です。VMAT フィルムに記録された線量は、マルチチャンネル線量計測法と One scan プロトコルを用いて算出しました。生成した線量マップと、VMAT 治療計画をガンマ解析で比較するときの判定基準は、3 mm で 3% としました。

結果

一方の施設でキャリブレーションフィルムをスキャンし、両施設において VMAT フィルムをスキャンして線量マップを算出しました（スキャンではいずれも One scan プロトコルを使用）。各カラーチャンネル、施設、ロットナンバーに対する線量応答データを、関数 $X(D) = a + b/(D-c)$ を用いて校正しました。One scan プロトコルを用いると、二つの施設における線量マップに対するパス率は 99% 以上で、ほぼ同じという結果が得られました（表 1）。

対照試験として、One scan プロトコルを用いずに、施設 A でキャリブレーションスキャンを行い、施設 B で VMAT

フィルムをスキャンして線量マップを算出しました。その結果、線量マップと計画線量分布のパス率は 60% 未満でした（表 1）。この差異は、二つの施設で異なるスキャナーを用いたことで、キャリブレーションフィルムの絶対応答量に変化してしまうためだと考えられます。

One scan プロトコルと再キャリブレーションフィルムを用いることで、異なるスキャナーにおける応答量が再スケールされ、治療計画と非常に近い線量マップが得られます。One scan プロトコルを使い、二施設で共通化したキャリブレーション関数を利用することで、異なる施設における VMAT 線量の品質保証（QA: Quality assurance）について高い有用性が期待されます。

結論

再キャリブレーションフィルムと One scan プロトコルを用いると、患者ごとの IMRT や VMAT の QA に対するキャリブレーション関数を共通化できます。これにより、QA プロセスを簡略化できると期待できます。また、分析にかかる時間を短縮できるので、これまで便宜性を測るために犠牲にしていた空間分解能を維持できます。患者ごとのルーチンな線量検査において、再キャリブレーションフィルムと One scan プロトコルは実用的な手法となります。

参考

[1] Lewis D, Micke A, Yu X, Chan MF (2012) An efficient protocol for radiochromic film dosimetry combining calibration and measurement in a single scan. Medical Physics 39 (10): pp. 6339 – 6350.

表 1. 異なる施設でスキャンしたときの透過率

One-Scan Protocol with Reference Films	Scanner Location		Gamma Evaluation—3%/3 mm % Pixels Passing	
	Calibration Scan	VMAT Scan	Film Lot A101212	Film Lot A011713
Yes	Facility A	Facility A	99.5	99.5
Yes	Facility A	Facility B	99.2	99.6
No	Facility A	Facility B	59.2	55.1
Yes	Facility B	Facility A	99.3	99.4
Yes	Facility B	Facility B	99.7	99.7

日本総代理店

株式会社

ベリタス

〒105-0001 東京都港区虎ノ門 2-7-14 八洲ビル
TEL.03-3593-3211 (代) FAX.03-3593-3216
E-mail: veritas@veritastk.co.jp

<http://www.veritastk.co.jp/>

ベリタスサイエンスレーターは、株式会社ベリタス技術推進部が最新の情報のエッセンスを著者の了解を得てお届けしています。ご質問・ご意見は㈱ベリタス技術推進部（TEL:03-3593-3385 E-Mail:techservice@veritastk.co.jp）までお願い致します。

LIS-L-14-0367