

# 研究報告書

一般課題：B

(平成28年度)

平成30年 4月 5日

公益財団法人 がん研究振興財団

理事長 堀田知光 殿

研究施設 熊本大学大学院生命科学研究部

住 所 熊本市中央区九品寺4丁目24-1

研究者氏名 荒木 不次男



(研究課題)

インターベンショナルラジオロジー（IVR）における被ばく線量モニタリングシステムの開発

---

平成29年 1月25日付助成金交付のあった標記一般課題：Bについて研究が終了致しましたのでご報告いたします。

研究課題： 一般課題 B

研究課題名：インターベンショナルラジオロジー（IVR）における被ばく線量モニタリングシステムの開発

研究施設： 熊本大学大学院生命科学研究部医用画像学分野

研究者： 荒木 不次男

## 1. 研究目的

インターベンショナル・ラジオロジー（Interventional Radiology, IVR）は、「画像下治療」とも呼ばれ、X線透視や超音波、CT等の画像を見ながら、体内に細い管（カテーテルや針）を入れて、がんの診断・治療を行う。近年、IVRの進歩と普及によって患者に放射線皮膚障害を生じる事例が発生するようになってきた。これを踏まえ、我が国では2015年に被ばく線量に対する診断参考レベルが策定された。臨床現場で、IVRにおける診断参考レベル（20 mGy/min: IVR 基準点線量率）を検証するには、リアルタイムに皮膚線量を把握し、記録可能なモニタリングシステムの構築が不可欠である。しかし、現状では精度よく線量評価できるモニタリングシステムは十分に整備されていない。

本研究では、これまでの我々の研究成果に基づいた新たな水吸収線量計測法を、IVRの様々な照射条件での線量計測に応用し、X線管の可動絞り器に装着した面積線量計によるモニタリングと、照射条件（半価層あるいは実効エネルギー）、照射野、距離）を加味した補正からIVRにおける皮膚線量を算出し、患者に検出器を直接装着することなく、リアルタイムに皮膚線量をモニタリングするシステムを開発する。

## 2. 研究方法

### 1. コバルト水吸収線量校正に基づく診断X線エネルギーでの吸収線量計測法の確立

#### (1) X線スペクトルとビームデータ(PDD, OPF)のモンテカルロ計算と検証

アルミ(Al)半価層 1.4-8.5 mm の線質で算出したX線スペクトルを用いて、水の深部量百分率(PDD)と出力係数(OPF)をモンテカルロ法で算出し、その検証を測定によって行う。

#### (2) X線スペクトルにおけるファーマ形電離箱線量計の線質変換係数の算出

コバルト水吸収線量校正定数を持ったファーマ形電離箱の各 Al 半価層のX線スペクトルにおける線質変換係数（感度補正）をモンテカルロ法によって算出する。

#### (3) コバルト水吸収線量校正と kV-X 線による照射線量校正に基づく表面線量の比較

両線量校正に基づいて評価したファントム表面線量での比較を行い、それぞれの線量不確定度を分析する。

#### (4) 平行平板形電離箱線量計の相互比較校正

コバルト水吸収線量校正定数を持ったファーマ形電離箱を用いて、水等価固体ファントム内（基準条件：線源表面間距離 SSD=100 cm, 照射野 20×20 cm<sup>2</sup>, 深さ 1 cm）の電離量測定から吸収線量を求め、各 Al 半価層の線質における平行平板形電離箱の相互校正を行う。

## 2. 面積線量計（モニタ線量計）による皮膚線量モニタリングシステムの開発

IVR 装置の X 線管絞りに装着された面積線量計の校正を、平行平板形電離箱を用いて各線質でのファントム表面線量の測定から行う。校正した面積線量計による表面線量(皮膚線量)と従来の照射線量校正に基づく表面線量を臨床照射条件において比較する。

## 3. 研究結果

- (1) 算出した X 線スペクトルを用いたビームデータ(PDD, OPF)のモンテカルロ計算値は、電離箱線量計による測定値と表面近傍で 3%以内、深さ 20 cm の範囲において 5%以内で一致し、算出した X 線スペクトルの妥当性が検証できた。
- (2) ファーマ形電離箱の線質変換係数は、基準照射条件の SSD=100 cm, 照射野 20×20 cm<sup>2</sup>, 深さ 1 cm において、Al 半価層 1.4-8.5 mm に対して 0.884-0.956 の範囲にあった。
- (3) コバルト水吸収線量校正定数に基づく表面線量は、kV-X 線による照射線量校正定数に基づく表面線量に比べて約 1%と高くなったが、両校正定数の不確定度以内であった。
- (4) ファーマ形電離箱との相互比較測定による平行平板形電離箱の校正定数は、線質に依存せずほぼ一定であった。これにより、平行平板形電離箱によるファントム表面線量の直接測定が可能になった。
- (5) 平行平板形電離箱との相互比較測定による IVR 面積線量計の校正定数は、線質に依存して大きくなり、フラットパネルの照射野サイズに依存して減少した。また、本手法で測定した表面線量は、従来の kV-X 線による照射線量校正に基づく表面線量に比べて、大きな照射野サイズ (16 inch) で約 10%まで大きくなった。

## 4. 研究成果

### 学会発表

1. Suzuna Umeno, Fujio Araki, Takeshi Ohno et al. New dosimetry based on <sup>60</sup>Co absorbed dose-to-water calibration in diagnostic x-ray beams. Jap. J. Med. Phys. 37(1), 165, 2017
2. Suzuna Umeno, Fujio Araki, Takeshi Ohno, Evaluation of entrance surface dose using a dose area product meter in diagnostic x-ray beams, Jap. J. Med. Phys. 37(3), 52, 2017
3. Fujio Araki, Suzuna Umeno, Takeshi Ohno, Comparison of absorbed dose based on air-kerma calibration and <sup>60</sup>Co absorbed-dose calibration in diagnostic x-ray beams, abstract Med. Phys. 2017 AAPM Annual Meeting, Denver, Colorado, USA

### 論文

Fujio Araki, Takeshi Ohno, and Suzuna Umeno, New ionization chamber dosimetry based on <sup>60</sup>Co absorbed dose to water calibration for diagnostic kilovoltage x-ray beams, Physics in Medicine and Biology (投稿中)

### 謝辞

本研究を遂行するにあたり、研究助成のご支援を賜りました公益財団法人 がん研究振興財団に深く感謝いたします。