

年次大会ポスター発表紹介 優秀ポスター賞

放射性ヨードカプセル内用患者の治療病室における空間線量分布の経時的变化

門前 暁^{※1}, 真里谷 靖^{※2}

1. 緒言

放射性ヨウ素の臨床利用は、1941年の米国 Saul Hertz 医師が甲状腺関連疾患へ投与したのが始まりとされており、現在でも放射線内用療法の1つとして広く利用されている。がん治療分野では分化型甲状腺癌（乳頭癌や濾胞癌）がその利用対象となり、3.7 GBq～7.4 GBq/time の範囲で ¹³¹I カプセルを内用後、汚染管理区域となる治療病室への1週間程度入院する方法が保険適用のもと施行されている。この時医療スタッフ、とりわけ診療放射線技師や看護師の職業被ばくを最小限にしながら内用中の患者ケアを遂行しなければならない。筆者らの研究グループでは、放射性ヨウ素内用療法施行患者の治療効果及び副作用について調査してきたが（*Radiat Prot Dosimetry*. 2015; *Mol Clin Oncol*. 2015）、術者側の放射線被ばく管理も重要である。そこで筆者らは、2018年度の年次大会において放射性ヨウ素内用療法施行患者の治療病室内における線量分布の状況について、患者の生体情報との関連を調査したのでその内容について紹介する。

2. 調査方法

本調査は弘前大学大学院医学研究科倫理委員会の承認を得た後、放射性ヨウ素内用療法を施行した分化型甲状腺癌患者に対し、同意の得られた外科的切除療法後の15症例を調査対象とした。対象患者の¹³¹Iカプセル投与量は3.7 GBq, 5.5 GBqそれぞれ10名、5名であった。

治療フローは、専門学会から示されているガイドラインに基づき図1に示すように、術後に甲状腺ホルモン休薬（THW）及びヨード制限を実施後、¹³¹Iカプセルによる内用療法を開始した。なお、投与に際して放射線有害事象の監視は、各種末梢血の数及び微小核頻度を評価項目の1つとした。また、内用

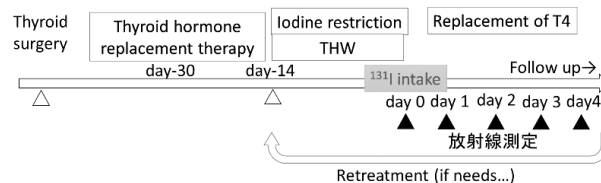


図1 放射性ヨウ素内用療法の治療フロー

▲は治療病室の空間線量測定の時期を示す

前後において血液検査や放射線測定を実施した。血液検査は、各種血球算定、血球細胞の損傷測定及び生化学検査とした。γ線空間線量率の測定は、シンチレータ式γ線サーベイメータ（RadEye PRD-ER, Thermo Scientific Inc.）を用い、治療病室のベッドに患者が仰臥位となった状態で、床面から高さ60 cm（ベッドの高さ）にて測定した。

また、併せて患者の体表面線量も測定した。なお、¹³¹Iのスペクトルの確認及びサーベイメータの再現性確認は3 inch NaI スペクトロメータ（EMF Japan）を用いた。

3. 調査結果及び考察

1) 患者の生体情報について

内用療法による骨髓抑制の程度は、末梢血球数の推移を検査することで確認でき、一般的に放射性ヨードの場合はまれである。実際に対象患者15名を確認したところ、劇的な重篤な血球減少は確認されないものの、内用後30日目において有意に低下した（図2A-E）。更に、生残血球細胞に含まれるCD45陽性細胞における細胞核損傷を示す微小核陽性細胞の頻度は有意に増加した（図2F）。しかし、この現象は90日目までに回復し、一過性であることが確認された。また、これら血液細胞への影響は個人差がみられることも確認されている。

2) 治療病室の空間線量の変化特性について

対象患者の治療病室における空間線量率は、内用

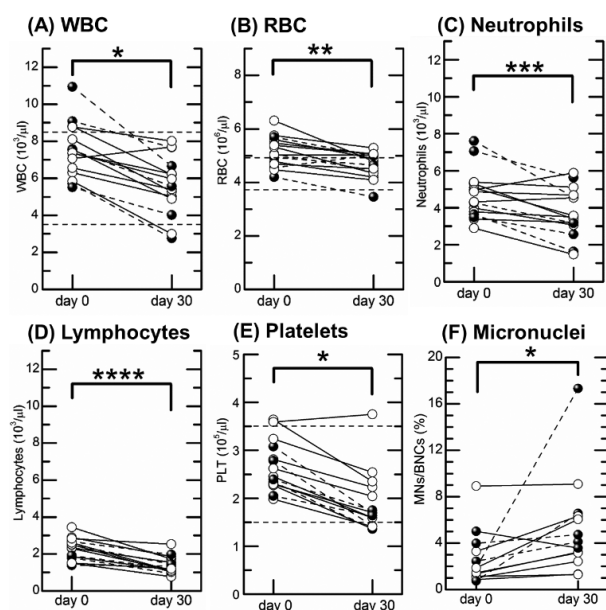


図2 ^{131}I 内用療法施行患者の30日目における末梢血球数及びCD45陽性細胞の微小核頻度の推移

○は3.7 GBq, ●は5.5 GBq 内用患者を示す。* $P < 0.01$, ** $P < 0.001$ by Wilcoxon single-rank test. (Mol Clin Oncol. 2015 3: 692-698. より引用)

翌日において患者上腹部付近を最大線量域とした線量分布を示し、その最大値はおよそ1 mGy/h程度だった(図3左)。また、2日目には下腹部付近を最大線量域とした線量分布へと変化し、その最大値は0.4 mGy/h程度に低下した(図3右)。また、この線量分布には個人差が存在することも確認された。

これら変化の要因は、経口服用された ^{131}I カプセルが食事による腸管の内容物等に沈着してとどまっていることが考えられ、便秘になりやすい患者ほどその線量分布の最大値が高値であった。この場合、下剤等を利用して排泄を促すよう医療スタッフはケアをする。下剤の効果が見られれば、患者にとって重要臓器がある腹部の被ばく(医療被ばく)を大きく抑えることが可能となる。また、医療スタッフが必要に応じて治療病室に入室した際の被ばく(職業被ばく)を大きく低下させることが可能である(図4)。しかしそれでも室内の線量分布が高値な症例がいくつかみられ、より詳細に調査を進めたところ、立ち上がる側のベッドサイドに共通して汚染が確認された。これは、衣類に付着した尿等が関連している可能性があり、この点について今後調査を進める予定である。

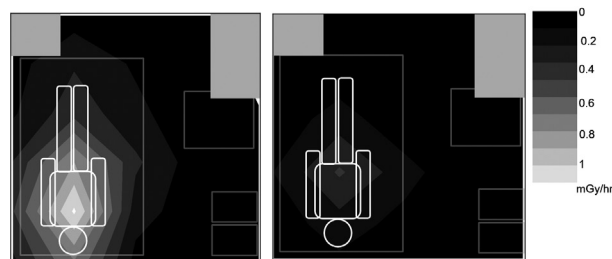


図3 治療病室における線量分布の一例

当治療患者の病室内線量は ^{131}I カプセルを内用後翌日(左)及び2日目(右)に測定され、分布図を作成した

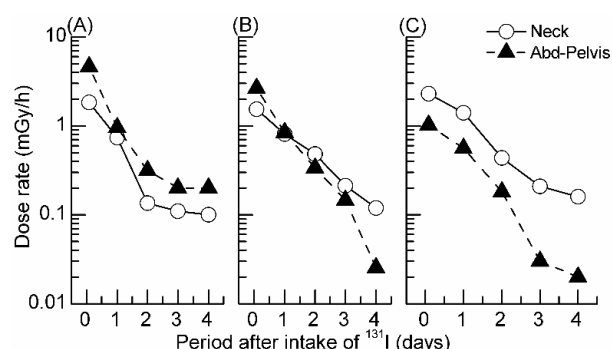


図4 患者体表面線量率の経時的変化

^{131}I カプセルを内用後の首部及び腹骨盤部の表面線量率を便秘が解消されない例(A)、下剤により便秘が解消された例(B)、お通じが良好な例(C)が比較された

4. 結論

血液毒性が許容範囲内である患者を対象とした、 ^{131}I を利用した治療病室の空間線量分布は、患者の体調や行動によって個人差を有することを定量的に確認した。このことから、治療病室に関わる医療スタッフの職業被ばく管理は、入院中における患者それぞれの体調や行動を踏まえ施設ごとに方法を検討すべきであることが示唆された。

5. 最後に

本調査が同意いただいた患者の皆様による多大なるご協力のもと遂行されたことに深謝いたします。また、本調査の一部は科学研究費補助金の助成のもと遂行されました(課題番号:25861054)。

(※1 弘前大学大学院保健学研究科・放射線技術科学領域, ※2 青森県むつ総合病院・放射線科)