

甲状腺がんで放射性ヨウ素 131 内用療法を受けた患者の同居家族の外部被ばく

External radiation exposure in the family of a patient receiving radioactive iodine-131 therapy for thyroid cancer

佐藤 裕美子^{1, †} 野戸 結花²

Yumiko SATO^{1, †} Yuka NOTO²

キーワード：放射性ヨウ素 131 内用療法、外部被ばく、不安

Key words : radioactive ¹³¹I therapy, external exposure, anxiety

要旨：本研究の目的は甲状腺がんで放射性ヨウ素 131 内用療法を行った患者の同居家族の外部被ばくの実態と患者が抱える被ばくに関する不安の内容を明らかにすることである。甲状腺がんで放射性ヨウ素 131 内用療法を行った患者の同居家族 6 名を対象に家族の外部被ばく線量の測定および行動調査用紙への記入を依頼した。また、患者 5 名に半構成的面接調査を行った。結果、同居家族の 8 日間の総外部被ばく線量は平均 16.0 ± 2.5 (11.9~18.4) μSv であった。退院 2 日目から 8 日目の 1 日ごとの外部被ばく線量は有意な差があり ($p=.003$)、退院 2 日目が退院後 5 日目 ($p=.044$)、7 日目 ($p=.006$)、8 日目 ($p=.0014$) より有意に高値であった。患者が抱える被ばくに関する不安では、3 人の対象者が周囲の人に与える被ばくについては特にないと話していたが、治療による自分の他の臓器への影響を心配する者や同居家族ではない他者が周囲の人 (子ども) への被ばくを心配し、行動制限を助言された者がいた。患者の理解度を確認しながら、繰り返し説明していく必要があることが示唆された。

This study examined external radiation exposure in the family of a patient receiving radioactive ¹³¹I therapy for thyroid cancer and records of contact with the patient, to clarify the actual situation of external exposure in family members. In addition, semi-structured interviews were conducted to clarify the patients' anxiety about radiation exposure in their family members.

The mean overall radiation dose at 8 days was $16.0 \mu\text{Sv}$ (range, 11.9–18.4 μSv). Significant differences were observed between patients in the radiation dose every 24 hours after discharge from the first to the eighth day ($p=.003$). The dose on the first day after discharge was significantly higher than that on the fifth day ($p=.044$), the seventh day ($p=.006$), and the eighth day ($p=.0014$).

Many patients and family members did not express any particular concerns about the possibility of patients' radiation exposure affecting those around them. However, one patient was concerned about the influence of radiation exposure on his/her other organs, and another patient was advised to restrict his/her activities because of a non-family member's concern about radiation exposure affecting others, especially children, around the patient.

1 弘前大学医学部附属病院 Hirosaki University Hospital

2 弘前大学大学院保健学研究科 Hirosaki University Graduate School of Health Sciences

† 連絡先：佐藤裕美子 (satoyumi@hirosaki-u.ac.jp)

I. はじめに

放射性ヨウ素 131 内用療法（以下、内用療法）は、甲状腺がん（乳頭がん、濾胞がん）に対し、唯一確立された全身療法である。甲状腺がんは分化がん、未分化がん、悪性リンパ腫などに分類され、その中でも分化がんに分類される乳頭がん、濾胞がんはヨード取り込み能を有するものがある¹⁾。高リスク甲状腺がんに対しては、術後補助療法として甲状腺床の微小残存組織のアブレーション治療を行うことで、局所制御や遠隔転移発生の抑制に寄与する²⁾ことがわかっている。内用療法では¹³¹Iカプセルを服用することでがん組織に¹³¹Iが取り込まれる。内用療法の特徴として、¹³¹Iカプセルを服用するだけの簡単な方法であること、 β 線の組織内における飛程距離は約 2mm であるため周囲組織への影響がほとんどない³⁾ことが挙げられる。また、¹³¹Iは β 線のほかに γ 線も放出する。この γ 線を利用してシンチグラフィが撮影できるが、患者の周囲の医療従事者、介護者、公衆などに対する被ばく線源ともなる³⁾ため、治療後周囲の人が被ばくする可能性があり、配慮が必要な治療法である。甲状腺がんの「放射性ヨウ素内用療法に関するガイドライン」⁴⁾では、小児や妊婦と親密に接触（距離 1メートル以内）すること、近くで長時間過ごす（添い寝など）ことを避けるのは 1~3 週間としているが、その期間は各施設で基準を決めることが望ましいと記載されており、各施設の判断に任せられている。

Marriott ら⁵⁾は外来で甲状腺がんの内用療法を受ける患者の介護者の外部被ばくの線量を測定し、帰宅する際の車内が総線量の多くを占めること、内服後 2~3 日以内でバックグラウンドレベルに近づくと報告している。また細野ら⁶⁾は、外来で甲状腺がんに対する内用療法を受ける患者の介護者の 7 日間の積算実効線量を測定した結果、介護者等の家族の被ばく線量は微量であり、人間環境への放射線の影響が危惧される線量ではないと報告している。しかし、これらの研究の対象者は放射線防護の生活規範に関する指示書の内容を受け入れる意思および意欲のある患者および介護者であり、投与後 3 日間は一人で就寝するなどの注意事項を遵守した結果と言える。また、上記研究では、患者と介護者の距離や接触時間と外部被ばく線量との関連については調査されていない。接触の程度による外部被ばく線量の相違の有無が明らかになることで、患者の個々の状況

に応じた生活指導が可能になると考える。一方、医師から治療に関する説明を受けた際に、家族や介護者の被ばくを心配し、治療を受けるかどうか悩む患者も少なくない。Calais ら⁷⁾は、悪性リンパ腫で¹³¹Iを用いた放射線免疫療法を受けた患者の介護者の放射線被ばくに対する不安について調査した結果、放射線影響に関する質問が多くあり、権威のある者（核医学物理学者）が合理的に気持ちに寄り添って説明をすることで不安を受け入れられると報告している。しかし、甲状腺がん放射線ヨウ素 131 内用療法を受ける患者とその同居家族が治療や被ばくに対してどのような不安を抱いているかを調査した研究は見当たらない。不安の内容が明らかになることで、具体的に気持ちに寄り添った説明を行うことができ、治療方法選択の意思決定支援に寄与することができると思われる。

II. 目的

本研究の目的は甲状腺がん放射線ヨウ素 131 内用療法を行った患者の同居家族の外部被ばくの実態と患者が抱える被ばくに関する不安の内容を明らかにすることである。

III. 研究方法

1. 対象

対象は A 病院放射線科で内用療法を受ける甲状腺がん患者とその同居家族である。内用療法約 1 カ月前の放射線科外来受診時に、研究の趣旨、目的、方法等を口頭で説明し、研究協力の依頼を行った。研究協力の同意が得られた患者と家族に文書で詳細な説明を行い、参加同意書への署名を依頼した。受診時に家族が同席していない場合は、患者を通して説明文書を渡し、熟読後に研究参加に同意が得られた場合に参加同意書に署名を頂いた。

2. 調査期間

平成 28 年 3 月から 10 月

3. データ収集方法

1) 同居家族の外部被ばく線量の測定

研究協力が得られた内用療法を受ける甲状腺がん患者の同居家族に D-シャトル[®]（株式会社千代田テクノル製）および広範囲用ガラスバッジ[®]（株式会社千代田テクノル製）の装着を依頼し、外部被ばく線

量の測定値を得た。

(1) D-シャトル[®]と広範囲用ガラスバッジ[®]の装着方法

同居家族にD-シャトル[®]と広範囲用ガラスバッジ[®]を渡し、下記の装着方法と注意事項を口頭と文書で説明した。

① D-シャトル[®]は専用の透明ケースに入れ、広範囲用ガラスバッジ[®]とともに附属の紐で首にかけ、本体が胸部にくるように装着する。

② 患者と十分な距離をとっている場合（外出時など）は装着しなくてもよいが、置き場所は患者がいる部屋とは別な場所とする。可能な限り鞆の中に入れる等、同居家族の身体の近くに置くようにする。

(2) 装着時期

同居家族が患者の退院時に同行している場合はその時点から、不在の場合は帰宅後に装着を開始した。終了は退院後の初回外来受診日までとし、外来受診まで2週間以上ある場合は10日間程度の装着を依頼した。

(3) コントロール用の広範囲用ガラスバッジ[®]

コントロール用の広範囲用ガラスバッジ[®]は、人工放射線の影響の少ない常温・常湿の場所に置く必要があることから、自宅の玄関に置くよう依頼した。

(4) 測定機器について

D-シャトル[®]は半導体方式により γ 線を検出する。総積算線量の測定範囲は $0.1\mu\text{Sv}\sim 99.9999\text{mSv}$ 、エネルギー特性は $60\text{keV}\sim 1.25\text{MeV}$ であり、 $\pm 30\%$ 以内で評価ができるように設計されている。線量率直線性は $\leq \pm 10\%$ ($\text{Cs137}\gamma$ 線において $2\mu\text{Sv/h}\sim 3\text{mSv/h}$ の範囲)、1時間ごとの線量を記録することができるトレンド機能を持った小型・軽量の小型線量計である⁸⁾。

広範囲用ガラスバッジ[®]の測定線種およびエネルギー範囲は $X\cdot\gamma$ 線が $10\text{keV}\sim 10\text{MeV}$ 、 β 線は $130\text{keV}\sim 3\text{MeV}$ 、測定線量範囲は $0.1\text{mSv}\sim 10\text{Sv}$ である。広範囲用ガラスバッジ[®]はコントロール用モニターがあり、コントロール用モニターでバックグラウンド値を測定し、それを差し引いて同居家族の外部被ばく線量値を算出した。

2) 同居家族の行動調査の記録

同居家族に、D-シャトル[®]および広範囲用ガラスバッジ[®]装着期間中の患者との距離と時間等の行動について、行動調査用紙への記入を依頼した。患者との距離は1m以内、1~2m、2m以上に分類して記載してほしいこと、記載例を示した用紙を配布し

説明した。また、説明時に1mほどのくらいの距離か具体的に示し確認しながら説明した。

3) 患者の不安調査

患者の不安を明らかにする目的で、退院1~3週間後の外来受診時に半構成的面接調査を行った。面接内容は、被ばくや治療に対する不安の有無と内容、退院後に被ばくの点で気をつけていたこと等とした。面接はプライバシーの保たれる個室で行い、対象者の許可が得られた場合にICレコーダーで録音した。

4) 分析方法

D-シャトル[®]による外部被ばく線量の測定値は1時間ごとのデータとなることから、測定区切りである1時間ごとの患者と同居家族の距離（2m未満と2m以上）を行動調査用紙の記載内容から確認した。その距離に留まっていた時間が1時間未満の場合は、30分間以上となった方の距離を優先した。測定開始（退院1日目）から退院後8日目までの1日ごとの外部被ばく線量、8日間の総外部被ばく線量、対象者の距離が2m未満と2m以上の場合の1時間当たりの外部被ばく線量を1日ごとに平均値と標準偏差を算出した。統計ソフトはIBM SPSS Statistics 22を使用し、Friedman検定、Wilcoxonの符号付き順位検定、Bonferroni法による修正を行った。有意水準は5%未満とした。また、面接での回答は録音内容から逐語録を作成し、質的データとした。データを熟読し、類似性と相違性を勘案して、内容を代表するラベルをつけ、さらに類似した内容をまとめた。

4. 倫理的配慮

説明文書を用いて、研究の趣旨、目的、方法、収集したデータは連結可能匿名化しパスワードを設定したうえで保存すること、研究結果を公表する際は個人が特定されないように配慮すること、データは研究目的以外では使用しないこと、本研究の参加は自由意思で参加を拒否した場合でも、そのことにより何ら不利益を受けるものではないことを説明したうえで、文書によって同意を得た。なお、本研究は弘前大学大学院保健学研究科倫理委員会の承認（承認番号：2015-037）を得たうえで研究を実施した。

IV. 結果

1. 対象者の背景

研究参加の同意が得られた患者と同居家族は8組であった。

1) 同居家族の外部被ばく線量測定の対象者

同居家族の外部被ばく線量の測定については、8名中1名は患者と同じ部屋にいる際も別の部屋に線量計を置いたまま接触していたこと、もう1名はD-シャトル[®]を装着せず広範囲用ガラスバッジ[®]のみを装着し患者と接触していたため、以上の2名を除外し、6名を分析対象とした(表1中の家族A~F)。6名の内訳は、男性4名(夫2名、長男2名)、女性2名(妻2名)であった。年齢は10歳代1名、40歳代2名、50歳代3名であった。患者の放射性ヨウ素カプセル投与量は100mCi(3.70GBq)4名、150mCi(5.55GBq)2名であった。内服2日後の患者の体表面から1mの点における線量率は平均 $4.8 \pm 3.0(1.2 \sim 8.3) \mu\text{Sv/h}$ で、6名ともに退出基準である $30 \mu\text{Sv/h}$ 以下を満たしていた。

2) 患者の不安調査の対象者

患者の不安調査の対象となった者は患者5名(患

者A、B、C、E、G)であった。患者の治療回数は初回が1名、2回目が2名、外来1回・入院初回が2名であった(表1)。

2. 同居家族の外部被ばく線量

同居家族の外部被ばく線量の測定は退院1日目(内服4日目)から退院後の初回外来受診日まで継続したが、退院6日目以降はすべての対象者でデータの変動がほぼなかったこと、退院後の初回受診日までの期間が最も短かった患者が退院8日目であったことから、退院1~8日目の8日間のデータを分析対象とした。また、1日の外部被ばく線量は0~24時の24時間とした。外部被ばく線量は、自然放射線量を含む値で記載した。行動調査用紙への記載は1m以内、1~2m、2m以上での記録をするよう依頼していたが、0.5~1.5mと記載されるなど、1m以内と1~2mの距離の記録が不明瞭で分類が明確にできなかったものがあったことから、本研究では患者との距離を2m未満と2m以上の2分類とした。

表1. 対象者の背景

患者	年代(歳代)	性別	¹³¹ I投与量(mCi)	内服3日目の線量率($\mu\text{Sv/h}$)* ¹	治療回数	家族	年代(歳代)	続柄
患者A	50	女	100	3.9	2回目	家族A	50	夫
患者B	40	男	100	7.4	外来1回入院初回	家族B	40	妻
患者C	40	女	100	1.2	2回目	家族C	50	夫
患者D	60	女	150	6.2	6回目	家族D	40	長男
患者E	30	女	100	1.5	外来1回入院初回	家族E	10	長男
患者F	50	男	150	8.3	3回目	家族F	50	妻
患者G	60	女	100	4.3	初回	家族G	40	長男

*¹: 内服2日後の患者の体表面から1mの点における線量率

表2. 退院1日目から退院8日目までの外部被ばく線量($\mu\text{Sv/h}$)

	退院1日目(装着時間)	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	8日目	8日間の総被ばく線量	1カ月間のガラスバッジの線量(mSv)
A	0.9(4)	2.1	1.7	1.5	1.1	1.5	1.5	1.6	11.9	0.05 未満
B	1.8(6)	3.5	2.2	1.7	1.7	1.7	1.2	1.6	15.4	0.05 未満
C	1.4(8)	2.8	2.4	2.1	2.1	2.5	2.3	2.2	17.8	0.05 未満
D	1.5(9)	2.9	2.1	2.6	2.5	2.0	2.1	2.1	17.8	0.05 未満
E	0.8(7)	3.9	3.3	2.4	2.0	2.2	1.8	2.0	18.4	0.05 未満
F	1.6(9)	3.0	1.6	2.2	1.7*	1.6	1.6	1.2	14.5	未検
平均値		3.0	2.2	2.1	1.9	2.0	1.8	1.8	16.0	
標準偏差		0.6	0.6	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	2.5	
中央値		3.0	2.2	2.2	1.9	1.9	1.7	1.8	16.6	
四分位範囲		1.0	1.0	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	4.1	

n=6.

*: 17~18時の $41.4 \mu\text{Sv/h}$ を除く23時間の外部被ばく線量

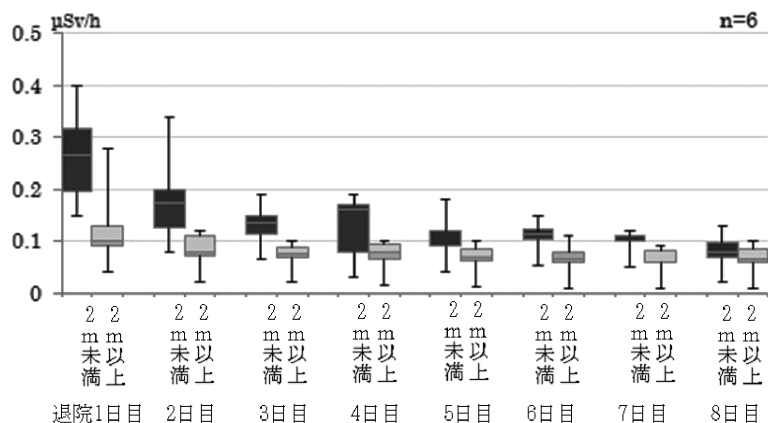


図1. 同居家族の退院1日目から退院8日目までの外部被ばく線量：患者との距離による比較

1) 退院1日目から退院8日目までの1日(24時間)ごとの外部被ばく線量

退院1日目から退院8日目までの1日ごとの外部被ばく線量を表2に示した。8日間の総外部被ばく線量は平均 16.0 ± 2.5 (11.9~18.4) μSv であった。退院2日目から8日目の1日(24時間)ごとの外部被ばく線量は有意な差があり ($p=.003$)、退院2日目が退院後5日目 ($p=.044$)、7日目 ($p=.006$)、8日目 ($p=.0014$) より有意に高値であった。広範囲用ガラスバッジ®の値はA~Eが0.05mSv未満であり、D-シャトル®の測定結果と矛盾しない結果となった。家族Fは広範囲用ガラスバッジ®を同居家族ではなく患者が装着していたため、未検とした。また、家族Fの退院後4日目17~18時の外部被ばく線量が41.4 μSv と高値であった。行動調査記録および対象者本人に確認したところ、当該時間帯で患者との接触はなかったことがわかった。株式会社千代田テクノに測定に使用したD-シャトル®を提出し、読み取りエラーの有無について確認を依頼したところ、読み取りエラーはなくノイズの可能性が高く、過去にも電子レンジやトラックの無線、IH調理器具等の機器の影響によるノイズが確認されているとの情報が得られた。この対象者に確認したところ、IH調理器具を使用していたことがわかり、今回はノイズの可能性が高いと考えられた。したがってこれ以降の分析からは外れ値として削除し、退院5日目の1日の外部被ばく線量は外れ値とした41.4 μSv を除く1.7 μSv を採用した。

2) 患者との距離(2m未満、2m以上)による外部被ばく線量の推移

退院1日目から退院8日目までの8日間の同居家

族の外部被ばく線量を患者との距離の2群(2m未満、2m以上)で比較した。2群間で有意差は認められなかったが、退院1日目から数日間は2m以上の距離に比して2m未満の距離での接触時に外部被ばく線量が高い傾向にあり、退院8日目ではほとんど差はなかった(図1)。

3. 患者が語った不安の内容

患者5名(患者A、B、C、E、G)が語った被ばくや治療に対する不安等の内容は9つのラベルおよび3つの項目(被ばくや治療に対する不安・思い)〈家族等から話された被ばくに対する不安〉〈退院後気を付けていたこと〉に分類された。

1) 〈被ばくや治療に対する不安・思い〉

5名中3名は周囲に与える被ばくの不安について特になかったと話していた(患者A、B、E)。そのうち1名は、不安について尋ねた時は特にないと話していたが、その後「ここで終わってるからこの先はどうなってるのかな。10日後、1ヵ月後どうなってるのかな。」(患者B)と、放射線量が今後どのように変化していくのか、自分自身の被ばくに対して不安に感じている発言が聞かれた。また、「他の臓器はどうなのかなとは思ったけど。回数重ねて、大丈夫なのかなと思っただけど。色着いてるものならいいけど、全く目に見えないものだったから。」「あの部屋はもう入りたくない。」(患者E)と自分自身の被ばくとして他の臓器に影響を及ぼすことにならないかを心配しており、さらに、隔離され、部屋から出られないことに対して入院中の苦痛を訴えていた。ほかに1名が、「治療だと思ったから飲んだほうがいいんだよって。不安っていうか意味がわかん

なかった。」(患者C)と語った。

2) 〈家族等から話された被ばくに対する不安〉

患者が把握していた同居家族等の周囲の人の被ばくに対する不安を尋ねた。「初めのうちは距離が近いと心配」(患者A)と話している同居家族もいたが、「別に何もなかった。」(患者C)、「全然。何も。私が元気だから治療しているっていう感じじゃないから。」(患者E)、「何も誰も気にもしてない。私が離れなさいって言ってるだけ。」(患者G)と、特に不安の訴えのない同居家族が多かった。また、「家族よりも、周りの人の方が心配してくれて。空手の道場をやってる。いっぱい小さい子がいるからなるべく道場に立ち入らない方がいいんじゃないかと言われた。他の父兄に治療していることが知れて、後から何か言われてもだめだから。」(患者E)と、同居家族ではない他者が周囲の人(子ども)への被ばくを心配し、また、患者の立場が悪くなることを懸念し、行動制限を助言された旨の内容が語られた。

3) 〈退院後に気を付けていたこと〉

「やっぱり妊娠されている方とか近くにいかないようにしていた。1週間とかですかね。」(患者A)、「退院してから10日くらい、自分は居間で寝て、子どもは部屋の3階で寝てた。近くにいたのは犬くらい。」「放射線出てるから寄らないでねって職場で、自分のほうが気を付けて寄らない。」「他にも自分で調べて、距離とるっていうのがあったので。」(患者B)、「距離を置くこと、それくらいかな。計画表に書いてある通り1~2週間くらい。」(患者C)、「小さい子に近寄らない。近づかなければいいや。」(患者E)、ほとんどの対象者は他者の被ばく低減のために距離をとるという行動を実施していた。気を付けていた期間は1週間、10日、1~2週間と指導されていた通りの期間を回答していた。また、距離をとるほかに「お風呂先に入っていたけど、お風呂最後に入ってた。洗濯も別にしてたんだけど、一緒に洗っても大丈夫？ 残り湯も使って大丈夫？ も

表 3. 患者が語った不安の内容

項目	回 答	ラベル
被ばくや治療に対する不安・思い	・(周囲に与える被ばくの不安は) 特になかった。(A) ・ない。(B) ・特になかった。(E) ・治療だと思ったから飲んだほうがいいんだよって。不安っていうか意味がわかんなかった。(C)	周囲に与える被ばくの不安はない
	・この先はどうなってるのかな。10日後、1カ月後どうなってるのかな。(B) ・他の臓器はどうなのかなとは思った。回数重ねて、大丈夫なのかなと思った。色着いてるものならいいけど、目に見えないものだったから。(E)	自分自身への被ばくの不安がある
	・あの部屋はもう入りたくない。(E)	治療中の隔離に対するストレス
家族等から話された被ばくに対する不安	・初めのうちは距離が近いと心配。(A) ・別に何もなかった。(C) ・全然。何も。私が元気だから治療しているっていう感じじゃないから。(E) ・何も誰も気にもしてない。私が離れなさいって言ってるだけ。(G)	距離が近いと不安がある 同居家族の被ばくの不安はない
	・家族よりも周りの人の方が心配してくれて。空手の道場をやってる。いっぱい小さい子がいるからなるべく道場に立ち入らない方がいいんじゃないかと言われた。他の父兄に治療していることが知れて後から何か言われてもだめだから。(E)	周囲の人への被ばくの心配・患者の立場が悪くなることを懸念した周囲の人の意見
退院後気を付けていたこと	・妊娠されている方とか近くにいかないようにしていた。1週間とかですかね。(A) ・退院してから10日くらい、自分は居間で寝て、子どもは部屋の3階で寝てた。近くには犬くらい。(B) ・放射線出てるから寄らないでねって職場で、自分のほうが気を付けて寄らない。(B) ・自分で調べて、距離とるっていうのがあったので。(B) ・距離を置くこと、それくらいかな。1~2週間くらい。(C) ・小さい子に近寄らない。近づかなければいいや。(E)	距離をとる
	・お風呂最後に入ってた。洗濯も別にしてたんだけど、一緒に洗っても大丈夫？ 残り湯も使って大丈夫？ もう2週間たつたからいいかな？(G) ・食べ残したのもも食べさせちゃいけないかな、そういうことふっと考える。(G)	体液を他者に触れさせない
	・水分をとってトイレに行って早めに体から出すこと。(C)	放射性物質の排泄を促す

う2週間たったからいいかな。」「食べ残したのも食べさせちゃいけないかな、そういうことふっと考える。」(患者G)と、身体から排泄されるものに放射性物質が含まれていることを理解し、他者への被ばくを避けるためにそれに触れさせないようにするという行動をとっていたが、いつまで続けたらよいかという疑問を持っていた。また、「水分をとってトイレに行って早めに体から出すこと。」(患者C)と、自分自身や他者への被ばくを低減するために、身体から放射性物質の排出を促す行動を行っていると話していた。

V. 考察

1. 同居家族の外部被ばく線量

退院1日目から退院8日目までの8日間の平均総外部被ばく線量は 16.0 ± 2.5 (11.9~18.4) μSv であり、退院1日目を除く退院2日目から8日目までの推移は、退院2日目が最も高く、その後減少し、5日以降は変動がみられなくなった。また、退院2日目に比して5日目、7日目、8日目は有意に減少した。患者との距離の2群(2m未満、2m以上)による比較では、退院1日目から8日間は2m以上の距離に比して2m未満の距離での接触時に外部被ばく線量が高い傾向にあったが、有意な差はなかった。小山田ら⁹⁾は尿中排泄放射線量は投与直後~24時間で62.7%、24~48時間で12.2%と報告しており、投与量の約3/4が48時間で体外に排出されていることになる。また、土持ら¹⁰⁾は、3.7GBqを投与された患者の体外計測値(立位で患者から1mの距離、地上から1mの高さで測定)の平均は、投与後6時間で $168 \mu\text{Sv/h}$ 、24時間後で $52 \mu\text{Sv/h}$ 、48時間後で $20 \mu\text{Sv/h}$ 、72時間後で $10 \mu\text{Sv/h}$ 、96時間後で $8 \mu\text{Sv/h}$ であったと報告している。Marriottら⁵⁾は、外来で甲状腺がんの内用療法を受ける患者の介護者の外部被ばくの線量を測定した研究で、線量が減少するいくつかの段階があり、まず一つ目は内服後3日目で¹³¹Iが体内から排泄されることによる減少、次は内服後8日目で¹³¹Iの物理的半減期(8.02日)による減少があると報告している。本研究では内服3日目の患者の体表面から1mの点における線量率は平均 $4.8 \pm 3.0 \mu\text{Sv/h}$ (1.2(3.70GBq投与)~ $8.3 \mu\text{Sv/h}$ (5.55GBq投与))と、先行研究に比べて低値であった。本研究での患者の年代は30~60歳代で、先行研究では30~80歳代と高齢者が含まれていること

が原因の一つとして考えられる。内服3日目以降も物理的半減期に応じた患者の体内残存放射線量の減少に伴い、同居家族の外部被ばく線量も日を追うごとに減少していったものと推察される。

また、同居家族の外部被ばく線量を考慮しなければならぬのは退院1日目(投与後4日目)以降となる。Grigsbyらの調査¹¹⁾では2.8~5.6GBqの¹³¹Iを内服した患者の家族の10日間の被ばく線量の平均は 0.24mSv (0.01~1.09mSv)と報告している。また、Marriottらの調査⁵⁾では3.7~7.4GBqの¹³¹Iを内服した患者の介護者の7日間平均は $98 \pm 64 \mu\text{Sv}$ と報告している。本研究では、8日間の同居家族の外部被ばく線量は $16.0 \mu\text{Sv}$ で、先に述べた2論文の報告より低い数値であると言える。Grigsbyら、Marriottらの調査では、患者は内服した当日に帰宅しているため、家族等の外部被ばく線量は内服直後からの測定値となっていることから高い数値になったと考えられる。

以上から、本研究の対象となった同居家族の退院後の8日間の外部被ばく線量は $16.0 \mu\text{Sv}$ と十分に低い値であることが明らかになった。国際原子力機関(IAEA)が、Safety Series No.115「電離放射線に対する防護と放射線源の安全のための国際基本安全基準(BSS)11」において、病人を介護する者の被ばくについて、「1行為あたり5mSv、病人を訪問する子供には1mSv以下に抑制すべきである」としている。一方、ICRP 2007年勧告¹²⁾では、吸収線量が100mGyの線量域まででは組織の反応は認められないとされている。これらから同居家族が受けた $16.0 \mu\text{Sv}$ で健康に害を及ぼす影響はないと考える。

患者と2m未満の距離にいた時間帯と2m以上の距離にいた時間帯との比較では、退院後初期は2m未満の方が被ばく線量はやや高かったものの有意差はなかった。退院当日は2m未満の距離で平均 $0.27 \mu\text{Sv/h}$ であり、仮にこの線量率で2m未満の距離に24時間一緒にいたと仮定すると1日の総外部被ばく線量は約 $7 \mu\text{Sv}$ となる。本研究の対象者6名中、最も高値であった者でも $0.40 \mu\text{Sv}$ であり、同様に算出すると約 $10 \mu\text{Sv}$ となる。この後、実効半減期に応じて線量率は低下していくが、仮に、8日間同様の線量率であったと安全側に立って考えても約 $80 \mu\text{Sv}$ であり、健康に影響を及ぼす数値ではない。しかし、外部被ばく線量は患者との距離の2乗に反比例することから、2m未満でも近づくほどに外部

被ばく線量は高くなる。本研究ではほとんどの家族が2m以上離れている時間が長かったが、10代の同居家族の場合は自宅にいる場合2m以内にいる時間が長かった。同居家族が小児の場合は2m以上離れるというのは困難であると予測される。そのため、妊婦や小児については、隣に座ることや抱っこするなど、患者と近距離で長時間過ごすことは控えたほうがよいと考えられる。

今回、行動調査として同居家族には患者との距離を1m以内、1~2m、2m以上の3つの分類で記載するよう依頼した。しかし、実際の記録では0.5~1.5m、1.5mという記載がいくつかあり、3分類にすることが不可能であった。そのため、曖昧な記載を包含する形で2m未満と2m以上の分類にせざるを得なかった。また、実測した距離ではなかったこと、行動調査用紙への記載方法の説明時に対象となった同居家族が同席した場合には1m、2mの距離感覚をつかんで頂くために研究者が実演して見せたが、同席していなかった場合は同居家族が間隔で捉えて記載した距離であることなどから正確性に問題があることは否めない。この点是对象者に記載してもらう調査の限界であり、研究方法の工夫が必要であったと考える。

2. 患者が語った不安の内容

内用療法は外照射とは異なり、周囲の人々に被ばくさせてしまうリスクがあることで被ばくに対する不安があることが推測された。しかし、今回の対象者では3人が周囲の人への被ばくの不安は特になかったと話していた。一方、2人の対象者は自分自身の被ばくに対して不安を持っていると話していた。中村ら¹³⁾は内用療法を受ける患者の不安や困難は【治療・症状に対する不安】、【隔離環境による身体的苦痛】、【隔離環境による精神的苦痛】、【ヨード制限の厳守】の4つのカテゴリーで構成されていることを明らかにした。【治療・症状に対する不安】は、副作用に対する苦悩や甲状腺機能低下症状による苦悩、治療を重ねることによる不安や落胆が含まれており、周囲の人への被ばくに対する不安の内容はなかった。先行研究の対象者は複数回内用療法を受けた患者であり、本研究の対象者も初回治療の患者は1名のみで、他は複数回内用療法を受けた患者であった。実際に内用療法を受けた時、身体に現れる症状、治療の際に感じる精神的な苦痛を感じ

ることがあり、被ばくの面で苦痛に感じたことがなかったのではないかと考える。こういった経験から【治療・症状に対する不安】、【隔離環境による身体的苦痛】、【隔離環境による精神的苦痛】、【ヨード制限の厳守】などの不安や困難が大きいことが、被ばくに対する不安の訴えが聞かれなかった原因の一つではないかと考えられる。一方、患者自身が自分の被ばくと身体影響を不安に感じていることについては、内用療法の説明の際に、¹³¹Iのβ線の組織内の飛程距離は約2mmであり、周囲の臓器への影響は少ないことを説明されている。しかし、内用療法の説明では、ヨード制限や甲状腺ホルモン剤の休薬、内服後の隔離、他者への被ばく防護のための行動など、情報量が非常に多い。患者の理解度を確認しながら、入院時および退院時に繰り返し説明していく必要があると考える。また、隔離され、部屋から出られないことの苦痛を訴えている対象者もいた。内用療法を受ける患者は、隔離される必要性を説明され、理解している患者が多いので、必要性を再度説明するといった対応ではなく、患者の苦痛の訴えを傾聴し、患者の気持ちに寄り添った看護が重要であると考えられる。この時、医療者の職業被ばくに考慮が必要となる。治療開始前に十分な説明と不安や心配ごとの傾聴、信頼関係の構築を行い、内服後は患者との距離のとり方に配慮しながら、患者の気持ちを理解した声かけを行っていくことが重要である。

患者と同様に同居家族もまた、被ばくに対する不安を患者に対して表出している者は少なかったことがわかった。患者は、距離が離れていれば被ばくの影響はほとんどないと説明されており、患者自身が同居家族との距離を保っていることで、同居家族は被ばくに対して過剰な不安をもつことがなかったのではないかと考える。しかし、面接調査の対象者は患者であり、同居家族が患者に被ばくに対する不安を表出していない可能性もある。また、同居家族は不安に思っていないと話していたが、周りの人が家族以外の人(子ども)への影響や他人に知られることで患者の立場が悪くなることを懸念し、活動制限を助言された対象者がいた。患者や家族に対しては医療者が直接説明を行うことはできるが、患者と関わるすべての人に対して説明を行うことは難しい。退院後に家族以外の妊婦や子どもとの長時間の密接な接触の機会があるかどうかを確認し、患者本人の対処について、必要時、相談を受ける必要があると

考える。また、退院後気をつけていたことについて、全員が距離をとること、と話していた。気をつけていた期間については1週間、1~2週間、10日間くらいと話していた。甲状腺がんの「放射性ヨウ素内用療法に関するガイドライン」⁴⁾では、小児や妊婦と親密に接触（距離1メートル以内）すること、近くで長時間過ごす（添い寝など）ことを避けるのは1~3週間としているが、その期間は各施設で基準を決めることが望ましいと記載されており、各施設の判断に任せられている。A病院では退院後1~2週間と指導されており、対象者は退院時に指導した内容が守っていることが明らかになった。本研究では退院後7日目には2m以上、2m未満の距離の外部被ばく線量はほとんど差がなかった。このことからA病院で指導されている退院後1~2週間という期間は適切であると考えられる。

対象者の1人からは退院後2週間目の面接で、入浴を最後にする、食べ残したもの（唾液の付着したもの）を食べさせない等はいつまで続ければよいのかという質問があった。甲状腺がんの「放射性ヨウ素内用療法に関するガイドライン」⁴⁾では、衣類の洗濯は他の人と別に、お風呂も最後に入る、タオル、歯ブラシ、はし、スプーンなどは他の人と共用しないなど、汗や唾液がつくような行為は退院後3日間控えるようにと記載されている。この患者の場合は配慮した行動を継続する時期は過ぎていた。上記の生活指導については退院時に説明を行っているが、期間については充分ではなかった可能性もある。医療者自身が被ばくに対する知識を持ち、何日目でのくらい線量が減少するなど具体的な数値を示しながら説明することで、患者や家族が理解し、記憶に残るのではないだろうか。さらに、退院後の外来受診日でも継続して患者の話聞き、通常の生活に戻してもよいこと（一定期間避妊は継続する）を指導する必要があると考える。

不安の内容について受診に来た際に患者に聴取をしたが、家族の不安を明らかにするには、実際に家族へのインタビューが必要だと考えられる。

3. 臨床実践への示唆

内用療法に携わる医師や看護師が、同居する家族の外部被ばく線量は健康に影響を及ぼすほどの線量ではないことを説明することは重要である。ただし距離が近づくほど線量は高くなるので、妊婦や小児

については、隣に座ることや抱っこするなど、患者と近距離で長時間過ごすことは控えたほうがよい等、データを示しながら指導することで、患者や家族は具体的にイメージをもつことができ、指示を守ることの動機付けにつながると考える。

患者の被ばくに対する不安では、3人の対象者が周囲の人に与える被ばくについては特にないと話していたが、治療による自分の他の臓器への影響や同居家族以外の他者への影響を懸念する患者や隔離されることに対する苦痛を訴える患者がいた。患者の理解度を確認しながら繰り返し説明すること、患者の苦痛の訴えを傾聴し、患者の気持ちに寄り添った看護が重要であると考えられる。

VI. 研究の限界

今回の測定では患者の家族に線量計を付属の紐で首にかけ、本体が胸部にくるように装着してもらったため、仕事や学校に行く際は患者のいない部屋に置くなど、継続した装着が困難であった。また2mの距離についても説明時に2mほどのくらいか実際に説明はしたが、日常生活において毎回測定するのは困難で、対象者によって距離のばらつきがある可能性があることが考えられた。本研究では2mという距離を基準にしたが、一般的には1mが基準になることが多いため、今後1mを基準にした研究が必要であると考えられる。今後1mを基準にした測定を行っていけば、妊婦や小児と1m以内に接するのを控えるように指示されている1~3週間という期間をもっと明確に患者に提示できると考える。また対象数が少なかったため、一般化には限界がある。今後症例数を増やし検討する必要があると考える。

VII. 結論

- 8日間の総外部被ばく線量は平均 16.0 ± 2.5 (11.9~18.4) μSv であった。退院2日目から8日目の1日（24時間）ごとの外部被ばく線量は有意な差があり ($p=.003$)、退院2日目と退院5日目 ($p=.044$)、7日目 ($p=.006$)、8日目 ($p=.0014$) より有意に高値であった。
- 退院1日目から退院8日目までの8日間の同居家族の外部被ばく線量を患者との距離の2群（2m未満、2m以上）で比較したところ、退院1日目から数日間は2m以上の距離に比して2m未満の距離での接触時に外部被ばく線量が

高い傾向にあったが2群間で有意差は認められなかった。

3. 患者が語った不安の内容では、周囲の人に与える被ばくについては特にないと話す者が多かったが、治療による自分の他の臓器への影響や同居家族以外の他者への影響を懸念する者がいた。
4. 退院後に被ばくの点で気を付けていたことについては、「距離をとる」「排泄されたものに放射性物質が含まれていることを理解し、他者への被ばくを避けるために触れさせないようにする行動をとる」「身体から放射性物質の排出を促す」といった内容が挙げられた。
5. 治療に関する説明時には、周囲への臓器の影響は少ない旨を説明しているが、その他ヨード制限や甲状腺ホルモン剤の休薬、内服後の隔離、他者への被ばく防護のための行動など、情報量が非常に多い。患者の理解度を確認しながら、入院時、退院時に繰り返し説明していく必要があることが示唆された。

謝辞

本研究にご協力いただきました対象者の皆様、研究にご理解いただきフィールドを提供して下さいましたA病院の皆様、ならびにご指導賜りました諸先生方に心より感謝申し上げます。また、本研究の実施に際しては株式会社千代田テクノロより種々の情報提供ならびにご助言を賜りました。深謝申し上げます。

研究助成

本研究はどの機関からも研究助成を受けていない。

利益相反

本研究における利益相反は存在しない。

引用文献

- 1) 内田伸恵, 池田 新. 頭頸部腫瘍 7-23 甲状腺. 大西 洋 (編). がん・放射線療法 2010. 篠原出版新社, 東京, 2010. pp. 747-755.
- 2) Sawka AM, Thephamongkhon K, Brouwers M, et al. Clinical review 170: A systematic review and

metaanalysis of the effectiveness of radioactive iodine remnant ablation for well-differentiated thyroid cancer. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 2004, 89(8). 3668-3676.

- 3) 中駄邦博. III. 放射性ヨウ素内用療法の現状, 問題点. 絹谷清剛 (編). 甲状腺癌放射性ヨウ素内用療法アトラス. 株式会社医薬ジャーナル社, 東京, 2014. pp. 16-34.
- 4) 日本核医学会分科会 腫瘍・免疫核医学研究会 甲状腺 RI 治療委員会. 放射性ヨウ素内用療法に関するガイドライン 第5版 (検索日 2015.09.01). http://oncology.jsnm.org/files/pdf/thyroid-guideline_201408.pdf
- 5) Marriot CJ, Webber CF, Gulenchyn KY. Radiation expose for 'caregivers' during high-dose outpatient radioiodine therapy. *Radiation Protection Dosimetry*. 2007, 123(1). 62-67.
- 6) 細野 眞, 日下部きよ子, 伊藤公一, 他. 甲状腺癌の放射性ヨード (^{131}I) 内用療法: 甲状腺全摘後の残存甲状腺の破壊: ^{131}I 1,100Bq (30mCi) 投与・退出における安全管理に関する研究. 平成 21 年度厚生労働科学研究費補助金 (地域医療基盤開発推進研究事業) 医療放射線の安全確保に関する研究 (H19-医療-一般 003) 分担研究報告書 (検索日 2015.09.01). <https://mhlw-grants.niph.go.jp/niph/search/NIDD02.do?resrchNum=200937003A>
- 7) Calais PJ, Page AC, Turner JH. Management of fear of radiation exposure in careers of outpatients treated with iodine-131. *Annals of Nuclear Medicine*. 2012, 26(6). 508-514.
- 8) 株式会社千代田テクノロ. 住民用個人線量測定サービス D-シャトル (検索日 2016.12.01). http://www.c-technol.co.jp/radiation_monitoring/monitoring03
- 9) 小山田日吉丸, 照井頌二, 海老原 敏, 他. 甲状腺癌の ^{131}I 治療: 72 例の治療成績について. *ホルモンと臨床*. 1981, 29(4). 405-411.
- 10) 土持進作, 中條政敬, 馬ノ段智一, 他. 新退出指針による ^{131}I 内用療法施行甲状腺癌転移患者の入院期間の検討. *核医学*. 2001, 38(6). 747-754.
- 11) Grigsby PW, Siegel BA, Baker S, et al. Radiation exposure from outpatient radioactive iodine (^{131}I) therapy for thyroid carcinoma. *Journal of the American Medical Association*. 2000, 283(17). 2272-2274.
- 12) 社団法人日本アイントープ協会. ICRP Publication103 国際放射線防護委員会の 2007 年勧告 (検索日 2016.12.01). http://www.icrp.org/docs/P103_Japanese.pdf
- 13) 中村麗奈, 尾形千悦. 放射性ヨード内用療法を受ける患者の不安や困難の傾向と対処行動に関する質的分析. *日本看護学会論文集 (看護総合)*. 2012, 42. 204-207.