

タイトル

福島原子力災害後の安定ヨウ素剤内服と甲状腺検査結果

概要

安定ヨウ素剤の内服は、放射線災害後の甲状腺がんに対する重要な予防策です。しかし、福島第一原子力発電所事故後の子どもにおける安定ヨウ素剤内服と甲状腺検診結果の関連性については明らかになっていませんでした。本研究の目的は、福島第一原発事故後における子どもたちの甲状腺検査結果を明らかにし、安定ヨウ素剤内服とその結果との関連を検討することです。本研究は観察研究であり、福島県において震災復興支援放射能対策研究所（RSDRS）が実施した地域甲状腺スクリーニングプログラムのデータを用いました。対象は、事故当時安定ヨウ素剤内服指示が出された三春町で 1998 年 4 月から 2011 年 3 月までに出生した子ども（1,974 名）です。安定ヨウ素剤内服と甲状腺超音波検査結果との関連を、ロジスティック回帰分析および性別・年齢調整のためのマッチングを用いて検討しました。その結果、内服者 1,095 名（55.5%）、非内服者 879 名（44.5%）のうち、甲状腺超音波検査で「精密検査が必要（B/C 判定）」とされた割合は群間で差がなく（オッズ比 0.839、95%信頼区間 0.393—1.8、 $p=0.647$ ）、甲状腺体積や組織均質性も差はありませんでした。結論として、福島原発事故のような低線量被ばく条件下では、安定ヨウ素剤内服と甲状腺超音波検診の結果に関連はみられませんでした。また、単回安定ヨウ素剤投与による甲状腺への有害事象もほとんど認めませんでした。

はじめに

放射線災害が起きた後に最大の関心事となるのは甲状腺がんのリスクです。安定ヨウ素剤の内服は、避難や屋内退避、汚染食・飲料の回避と並び、甲状腺がん予防に不可欠な対策です。安定ヨウ素剤を服用すると甲状腺が飽和状態となり、放射性ヨウ素が取り込まれるのを防いで内部被ばくを抑制できます。そのため、安定ヨウ素剤の投与は小児・思春期・妊婦に推奨されています。チェルノブイリ事故後のポーランドでも新生児から成人まで安定ヨウ素剤投与が実施されましたが、原子力災害の現場で安定ヨウ素剤内服と甲状腺検査結果との関連を問う情報は限られています。

2011 年 3 月 11 日、東日本大震災と津波に続いて福島第一原発事故が発生し、地域住民が意図せず放射性物質に被ばくする事態となりました。正確な情報の収集・分析・発信が困難であったため、国による安定ヨウ素剤の服用一律指示は出されませんでした。福島県内 7 つの自治体が住民に安定ヨウ素剤を配布、うち 4 自治体が服用指示を出しました。医師が不在の際は保健師や薬剤師と協力し、現場対応が行われました。

RSDRS（震災復興支援放射能対策研究所）は 2012 年以降、自治体と協働し、早期から自主的な甲状腺スクリーニングを実施しました。このプログラムでは安定ヨウ素剤内服に関する情報も収集しており、内服率を含む実態を把握することができます。しかし、福島第一原発事故後、安定ヨウ素剤服用と甲状腺検査結果の関連に関する情報限られていました。

本研究では、福島原発事故後の小児における甲状腺スクリーニング実態を記述し、安定ヨウ素剤内服と甲状腺検査結果との関連を検討しました。

方法

本研究は、福島県三春町で実施された RSDRS の甲状腺スクリーニングプログラムデータを用いた観察研究です。RSDRS は、143 床を持つ民間病院・ひらた中央病院を運営する医療法人誠励会の創設者によって設立された公益財団法人です。対象は、福島原発事故時に三春町にて安定ヨウ素剤服用体制が敷かれた中で、1998 年 4 月～2012 年 3 月に生まれた子どもであり、2013 年 4 月から 2023 年 3 月に RSDRS で甲状腺検診を受診した方です。2011 年 3 月 15 日（原発 4 号機爆発）以降出生例や安定ヨウ素剤内服に関する回答が得られなかった場合は除外しました。

RSDRS の甲状腺検診は 2012 年より実施され、福島県全域で行われている公的な福島県民健康調査（FHMS）とは時期や対象集団、実施主体が異なります。RSDRS は県内自治体と連携して、迅速に自主スクリーニングを開始した点が特徴です。

参加児童の保護者に対しては、検診前に自己記入式のアンケートを配布し、震災後の安定ヨウ素剤内服歴を聴取しました。解析では検診時年齢、性別、事故後の安定ヨウ素剤服用歴などのデータを用い、多重代入法により欠損値に対応しました。

甲状腺超音波検査所見を以下の 4 分類で評価しました。

- A1: 結節・嚢胞なし（正常）
- A2: 良性・低リスク結節や嚢胞（結節 $\leq$ 5.0mm、嚢胞 $\leq$ 20.0mm）
- B: 結節 $>$ 5.1mm、嚢胞 $>$ 20.1mm、あるいは悪性が疑われる所見（要精密検査）
- C: 即時精密検査が必要な例（要精密検査）

データは、平均値 $\pm$ 標準偏差で示し、連続量の比較は t 検定、カテゴリは χ^2 二乗検定で行いました。主解析では、内服群・非内服群の年齢・性別・事故時年齢で Coarsened Exact Matching（CEM）を実施し、バランスを調整後に精密検査要（B/C 判定）リスクのオッズ比を Firth 法ロジスティック回帰で性別・事故時年齢調整し推定しました。p 値 0.05 未満を有意としました。

結果

本研究では 2,129 名が参加し、そのうち事故後出生者 136 名と安定ヨウ素剤内服に関する情報未記載の 19 名を除外し、最終的に 1,974 名の子どもを解析対象にしました。安定ヨウ素剤服用歴があるのは 1,095 名（55.5%）、服用歴がないのは 879 名（44.5%）でした。性別は女性が 47.1%、男性 52.9%、検査時平均年齢は 13.19 歳、事故からの経過年数は平均 6.90 年でした。

甲状腺超音波検査では、多く（81.7%）は A2 判定（良性小結節・嚢胞等）、A1 判定（異常なし）が 16.8%、精密検査（B 判定）が 1.4%、即時精密検査（C 判定）が 0.1%でした。内服の有無で、精密検査の必要性は両群ともに 1.5%で差がありませんでした。甲状腺体積平均値は 9,559mm³（SD 3,187）、実質均質性（均質 94%、不均質 5.5%）もほぼ同一です。

FHMS（福島県民健康調査）と比較しても、精密検査が必要となった割合（1.1%）とは差がありませんでした。

年齢・性別・事故時年齢でマッチングした解析（1,952 名：内服群 1,088 名、非内服群 864 名）でも、精密検査対象（B/C 判定）の比率は、内服群 1.3%、非内服群 1.5%と差がありませんでした。

マッチングコホートをを用いた Firth のロジスティック回帰分析では、安定ヨウ素剤服用による精密検査必要リスクにオッズ比 0.839（95%CI：0.393～1.8、p=0.647）と関連は見られませんでした。

表 1. 安定ヨウ素剤服用の有無別 参加者属性および甲状腺超音波結果

	オリジナル				マッチ後			
	全体	服用あり	服用なし	p 値	服用あり	服用なし	p 値	
参加者数	1,974	1,095	879		1,088	864		
性別（女性）	929(47.1%)	522(47.7%)	407(46.3%)	0.575	504(46.3%)	400(46.3%)	>0.999	
検査時年齢（歳）	13.19(1.57)	13.42(1.46)	12.91(1.65)	<0.001	12.98(1.56)	12.98(1.56)	>0.999	
災害から年数（年）	6.90(3.00)	6.45(2.86)	7.47(3.08)	<0.001	7.50(3.09)	7.51(3.09)	0.994	
災害時年齢（歳）	6.29(3.70)	6.97(3.52)	5.44(3.74)	<0.001	5.48(3.75)	5.48(3.75)	0.995	
A1（異常なし）	332(16.8%)	180(16.4%)	152(17.3%)	0.964	888(81.6%)	702(81.3%)	0.957	
A2（良性小結節等）	1,613(81.7%)	899(82.1%)	714(81.2%)		186(17.1%)	149(17.2%)		
B（精密検査）	27(1.4%)	15(1.4%)	12(1.4%)		12(1.1%)	12(1.4%)		
C（即時精密検査）	2(0.1%)	1(0.1%)	1(0.1%)		2(0.2%)	1(0.1%)		

甲状腺体積 (mm ³)	9,559.14(3,187.13)	9,606.04(3,134.37)	9,500.71(3,252.51)	0.467	9,303.56(3,108.64)	9,578.40(3,220.46)	0.081
実質均質性 (-)	1,865(94%)	1,037(95%)	828(94%)	0.697	1,039(96%)	814(94%)	0.212
実質均質性 (+)	109(5.5%)	58(5.3%)	51(5.8%)		49(4.5%)	50(5.8%)	

表 2. Firth 法によるロジスティック回帰分析結果

コホート	変数	参照群	オッズ比	95%信頼区間	p 値
オリジナル	安定ヨウ素剤服用	服用なし	0.793	0.38～1.684	0.539
	性別（男性）	女性	0.345	0.146～0.741	0.006
	災害時年齢		1.158	1.042～1.298	0.006
マッチ後	安定ヨウ素剤服用	服用なし	0.839	0.393～1.8	0.647
	性別（男性）	女性	0.369	0.154～0.809	0.012
	災害時年齢		1.188	1.072～1.329	0.001

考察

本研究では、安定ヨウ素剤の服用の有無で甲状腺検診異常の検出率に有意な差は認められませんでした。また、精密検査が必要となる甲状腺異常の割合も県民健康調査等と比較して同等の範囲内でした。被ばく線量の低さ（多くの地域で 5mGy 未満）、住民の日常的なヨウ素内服量が十分であったことが主な要因と考えられます。さらに、安定ヨウ素剤の単回投与による甲状腺体積や実質均質性への影響、すなわち有害事象も認められませんでした。自治体ごとの判断と安定ヨウ素剤配布の実態は、当時得られた情報にもとづいたものであり妥当でした。今後の原子力災害時には、正確なリスク評価や、公衆へのタイムリーかつ的確な情報提供、安定ヨウ素剤普及の仕組み構築があらためて重要であることが示唆されます。研究の限界としては、服用歴が自己申告である点、事故時の正確な位置情報が取得できなかった点、単一自治体のみのデータで一般化に限界がある点が挙げられますが、それでも災害時実態および甲状腺検診結果に関する貴重な情報と考えられます。

結論

福島原発事故後において、安定ヨウ素剤の服用と甲状腺超音波検診での異常検出には関連がみられませんでした。この結果は、事故時の被ばく線量が低かったことや、住民の通常のヨウ素内服量が十分であったことによると考えられます。

単回の安定ヨウ素剤投与では、甲状腺への有害事象も最小限であることが確認され、今後の原子力災害対策への示唆を提供します。

謝辞

本研究にご協力いただいた震災復興支援放射能対策研究所（福島県ひらた村）、三春町役場、関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

タイトル Stable iodine intake and thyroid screening outcomes after the Fukushima Nuclear Disaster: an observational study

(日本語訳：福島原子力災害後の安定ヨウ素剤内服と甲状腺検査結果)

著者

西川佳孝¹²³、小黒文弥¹、鈴木千晶⁴⁵、小橋友理江¹⁸、伊東尚美⁸、高橋由光⁶、中山健夫²、後藤あや⁷³、坪倉正治¹⁸

所属

¹ ひらた中央病院 内科

² 京都大学大学院医学研究科 健康情報学分野

³ ハーバード大学 T.H. Chan 公衆衛生大学院 武見国際保健プログラム

⁴ ひらた中央病院 甲状腺外科

⁵ 京都大学医学部附属病院 早期医療開発科

⁶ 京都大学大学院医学研究科 パブリックヘルス実装学講座

⁷ 福島県立医科大学 総合科学教育研究センター

⁸ 福島県立医科大学 医学部 放射線健康管理学講座

掲載誌

The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism (2025 年 5 月 29 日オンライン公開) doi: 10.1210/clinem/dgaf312.