

放射性ヨウ素への被ばくに対し安定ヨウ素剤（ヨウ化カリウム）を予防内服した妊婦から出生した児および同じく小児の管理指針 ー初期管理編ー（第2版）

2019年8月15日

日本小児内分泌学会甲状腺委員会

東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所事故後、2011年3月31日に日本小児内分泌学会「東北地方太平洋沖地震に関わる小児甲状腺疾患診療プロジェクトチーム」は「放射性ヨウ素への被ばくに対し安定ヨウ素剤（ヨウ化カリウム）を予防服用した妊婦から出生した児および同じく小児の管理指針 ー初期管理編ー（第1版）」¹⁾を作成し、公表した。

福島第一原子力発電所事故後に安定ヨウ素剤が自治体の判断により配布され、内服が指示された地域では9歳以下の小児での内服率は63.5%にとどまり、特に2歳以下では48.9%と低かった。内服しなかった理由として、「薬剤の安全性への不安」が46.7%を占めた²⁾。また、福島第一原子力発電所事故後、授乳婦の69.1%が混合栄養又は人工乳栄養を選択し、その理由として授乳婦の20.3%が「母乳の放射性ヨウ素汚染が不安であった」と回答し、授乳婦の75.5%が水道水ではなくペットボトル飲料水を利用したことも明らかになっている³⁾。

2017年、様々な新知見を踏まえ、世界保健機関（World Health Organization, WHO）は安定ヨウ素剤による甲状腺ブロックについてのガイドライン「Iodine thyroid blocking: Guidelines for use in planning and responding to radiological and nuclear emergencies」（1999年に作成⁴⁾）を改訂した⁵⁾。原子力規制庁はWHOのガイドラインの改定の趣旨を反映させる目的で、「安定ヨウ素剤の配布・服用に当たって」（2013年7月9日作成、2016年9月30日最終修正）⁶⁾を改訂することになった。これを受けて、日本小児内分泌学会甲状腺委員会では、様々な診療指針を参考にしつつ⁷⁾⁻¹³⁾、「放射性ヨウ素への被ばくに対し安定ヨウ素剤を予防服用した妊婦から出生した児および同じく小児の管理指針 ー初期管理編ー（第1版）」¹⁾を改訂することになった。

小児、特に乳幼児が大量の放射性ヨウ素にさらされると、後に甲状腺がんの発症率が増加することが知られている^{14), 15)}。胎児の被ばくと甲状腺がん発症については関連が証明されていない^{11), 16), 17)}。一定の被ばくが予想される場合には、安定ヨウ素剤が投与される。これにより、甲状腺への放射性ヨウ素の取り込みをブロックすることが可能となり、甲状腺がんの発症を抑えることができる。安定ヨウ素剤の投与は災害対策本部の指示のもと「原子力災害対策指針」¹⁸⁾に従って行われる。

安定ヨウ素剤の大量内服は甲状腺機能に一過性の障害をきたすだけでなく、妊婦あるいは授乳中の女性に対する投与では胎児～新生児の甲状腺機能に一過性の障害をきたす可能

性があることが知られている¹⁹⁾。

チェルノブイリ原子力発電所事故の際、安定ヨウ素剤の投与（原則1回投与）を受けた小児12,084人では、長期にわたる甲状腺機能障害は認められなかった。また、生後1日目に安定ヨウ素剤の投与を受けた新生児3,214人では、甲状腺機能低下症が12名（0.37%）に認められたが、16～20日後にはすべて正常化していた²⁰⁾。このような一時的な甲状腺機能低下症によって神経発達に影響があるかどうかについて信頼のおける報告はないが、いくつかの重要なガイドラインでは潜在的な危険性への配慮から新生児の甲状腺機能について慎重な対応を要するとしている^{4), 7), 11), 13)}。

授乳中の女性が放射性ヨウ素に曝露されている可能性がある場合、母乳を介して新生児に放射性ヨウ素が移行するため、原則的に母乳哺乳を休止することが望ましい^{9), 11), 21)}。

放射性ヨウ素の曝露が一時的であり、放射性ヨウ素に曝露前24時間から曝露後2時間以内に授乳婦と乳児が安定ヨウ素剤を内服した場合、被ばくリスクが極めて低いと考えられるので授乳婦は母乳哺乳を継続することができる^{9), 11)}。ただし、新生児は甲状腺機能の評価が必要となる⁴⁾。

安定ヨウ素剤の効果は24時間であり、引き続き被ばくが続く場合は24時間毎の追加内服が必要となる^{4), 11)}。新生児・乳幼児・妊婦・授乳婦は1回内服後、被ばく地域から避難することが原則である。2回以上の投与がなされた場合には甲状腺機能異常の頻度が増加すると予想される^{5), 7), 9), 11)}。被ばくが続くために止むを得ず授乳中の女性が安定ヨウ素剤を反復内服せざるを得ないような場合、放射性ヨウ素が母乳を介して移行し新生児・乳児の甲状腺に障害をきたすことが懸念されることから、母乳哺乳は休止が望ましい。母乳哺乳を休止できない場合は、新生児・乳児の甲状腺機能モニタリングを行う¹¹⁾。

管理指針：

I. 妊婦が安定ヨウ素剤を予防内服した場合

① 出生前に行う検査

油性ヨウ素含有造影剤（1 mLあたり480 mgのヨウ素を含み5～8 mLを注入する）を用いて行われた子宮卵管造影検査後の妊娠において、ヨウ素過剰による胎児甲状腺腫および新生児一過性甲状腺機能低下症の報告が散見される²²⁾。また、バセドウ病母体に無機ヨウ素治療を継続することにより妊娠後期に巨大胎児甲状腺腫を来すことがあることも知られている。

健常妊婦に安定ヨウ素剤を投与したことに関する知見は存在しない。健常ボランティア成人に安定ヨウ素剤を50 mgあるいは100 mg単回投与した場合では、血中ヨウ

素濃度はそれぞれ投与前の5倍、7.5倍に上昇するが、甲状腺機能への影響はないとする報告が米国からなされている^{23), 24)}。わが国では1週間のヨウ素制限後にヨウ素レシチン27mgを単回投与した場合、血中ヨウ素濃度は6倍に上昇するが甲状腺機能への影響はないとする報告がある²⁵⁾。安定ヨウ素剤を1週間投与した場合は10 mgでも甲状腺機能は基準範囲内で微妙に変動する^{26), 27)}。

妊婦が安定ヨウ素剤（ヨウ化カリウムとして100 mg）を単回内服した場合、妊婦自身の甲状腺機能検査および胎児甲状腺超音波検査は不要である。

妊婦が安定ヨウ素剤を複数回内服した（24時間間隔）場合^{8), 9)}、胎児に対する影響を考慮して、内服2～4週間後に妊婦の甲状腺機能検査および、超音波検査（羊水過多、胎児甲状腺腫大の評価）^{28), 29)}（図1、図2）を行うことを推奨する。ただし、胎生初期では胎児の甲状腺は形成途上で小さく、十分に機能していないので、超音波検査による胎児甲状腺の評価は不要である。

② 出生後検査

通常通り新生児スクリーニング検査を受検し^{4), 8)}、以降の対応は「先天性甲状腺機能低下症マス・スクリーニングガイドライン」に準じる³⁰⁾。

TSHが血清表示で16以上24 μ U/mL未満は再検、24～48 μ U/mL以上あるいはFT₄が1.5 ng/dL未満の場合には、甲状腺機能低下症と診断し直ちに甲状腺ホルモンの補充療法を開始する。

早産児では安定ヨウ素剤の副作用が現れやすいことに留意する^{8), 31)}。

II. 授乳中の女性が安定ヨウ素剤を予防内服した場合

母乳を介した児への放射性ヨウ素の移行を完全に防ぐ目的では、原理原則的には母乳哺乳は休止することが望ましいが^{9), 11), 21)}、現実的には母乳哺乳への対応は被ばくリスク、避難状況に応じて異なる。

母乳を介した児への安定ヨウ素剤の影響への配慮からは、単回内服の場合では影響が少ないので、母乳哺乳は継続できる^{9), 11)}。

非汚染水を用いて乳児用調製粉乳（粉ミルク）を調整したり、乳児用調製液状乳（液体ミルク）を確保したりすることに努める。

①放射性ヨウ素の曝露が一時的であり、被ばくリスクが極めて低い場合

母児ともに安定ヨウ素剤を1回内服する。

放射性ヨウ素に曝露前24時間から曝露後2時間以内に授乳婦と乳児が安定ヨウ素剤を内服した場合、被ばくリスクが極めて低いと考えられ、また、新生児自身も安定ヨウ素剤を内服するため、授乳婦は母乳哺乳を継続することができる^{9), 11)}。

安定ヨウ素剤内服後に授乳した場合、母乳を介して児への安定ヨウ素剤の移行が想定されるが、単回内服の場合、ヨウ素充足地域の日本においては、新生児の甲状腺

機能への影響の可能性は低いことが予想される。^{5), 9), 20)}。

②被ばくのリスクがあったが、直ちに避難できた場合（被ばくのリスクが多少とも危惧される場合）

母児ともに安定ヨウ素剤を1回内服する。

母体が摂取した放射性ヨウ素が母乳中に移行し、乳児が内部被ばくする可能性がある。

非汚染水を用いて調整した粉ミルクや液体ミルクが確保できる場合、放射性ヨウ素に曝露後、数日間母乳哺乳の休止が望ましい^{9), 21), 32)}。

非汚染水を用いて調整した粉ミルクや液体ミルクの確保が困難な場合、母乳哺乳を継続してよい。この場合、新生児の放射性ヨウ素の摂取を最小限にするために、授乳婦は乳首と乳房を丁寧に石鹸とぬるま湯で洗って、表面の放射性ヨウ素を洗い流し、乳児の口の周りを拭いた後、母乳哺乳を行う¹¹⁾。

③安定ヨウ素剤内服後も避難できなかった場合

このような状況が続くことは考えにくいですが、非汚染水や液体ミルクが確保できる場合、地域での環境中（水道水も含む）の放射性ヨウ素が検出感度以下または安全とされる基準値以下となるまでの数か月間は母乳哺乳の休止を勧める^{11), 21)}。

2011年の福島第一原発事故の際には、事故後60日前後で母乳中の放射線量が感度以下であったことを根拠に、授乳の安全性が宣言されている^{33), 34)}。

非汚染水を用いて調整した粉ミルクや液体ミルクの確保が困難な場合、それらを確保することを最優先とし、母乳哺乳を継続してよい。非汚染水を用いて調整した粉ミルクや液体ミルクの確保ができた時点で、母乳哺乳を休止することを勧める。

III. 新生児が安定ヨウ素剤を内服した場合

一過性甲状腺機能低下症をきたす恐れがあるため、安定ヨウ素剤内服後2～4週間後、甲状腺機能を評価する^{4), 7)-9), 11)}。この場合、新生児の静脈血採取が可能な医療機関は限られると想定されるため、新生児スクリーニングシステムを弾力的に運用し、対象新生児が受検できるような施策が望まれる³⁰⁾。甲状腺機能低下症と診断された場合は、直ちに甲状腺ホルモンの補充療法を開始する。

安定ヨウ素剤を複数回内服せざるを得なかった場合、甲状腺機能異常の頻度が増加すると予想される。安定ヨウ素剤内服後2～4週に前述のごとく甲状腺機能を評価する^{4), 7), 8), 30)}。

IV. 乳児（日齢29以降～1歳の誕生日の前日まで）が安定ヨウ素剤を内服した場合

甲状腺機能検査は不要である。

安定ヨウ素剤を単回内服後に甲状腺機能低下症が起こる可能性は極めて低く^{20), 23)-25), 27)}、ヨウ素充足地域の日本においては更にまれと考えられる^{5), 9)}。

ただし、既に甲状腺疾患に罹患している場合、安定ヨウ素剤内服により甲状腺機能に影響が及ぶ可能性がある。主治医に相談することが望ましい。

可能な限り安定ヨウ素剤の複数回内服を避けるために、行政による避難等の対応が必要である。複数回内服が避けられない場合は安定ヨウ素剤の内服後、2～4週に甲状腺機能検査を行う。

V. 安定ヨウ素剤の内服量

ヨウ化カリウムとして新生児は**16.3 mg**（ヨウ化カリウム内服ゼリー**16.3mg**「日医工」®）、生後1か月以上3歳未満では**32.5mg**（ヨウ化カリウム内服ゼリー**32.5mg**「日医工」®）、3歳以上13歳未満では**50mg**、13歳以上では**100mg**、母親は**100 mg**とする。

VI. 甲状腺機能低下症に対する治療

医療機関を受診し、甲状腺機能低下症と診断された場合、「先天性甲状腺機能低下症マス・スクリーニングガイドライン」に従ってレボチロキシナトリウム（L-サイロキシン、チラーヂンS®）による補充療法を行う³⁰⁾。

L-サイロキシンの初期治療量は、新生児（生後4週間まで） **10 μg/kg/日**、乳幼児（6歳まで） **5 μg/kg/日**、学童以上（小学校1年生以降） **3 μg/kg/日**とする。過量投与に注意しながら、2～4週ごとに甲状腺機能を再検し、TSHを基準値圏内、FT₄を基準値上限付近に維持するように適宜増減する。

安定ヨウ素剤の影響による一過性甲状腺機能低下症では数か月で治療は中止できる。

なお、治療が必要となったケースでは、安定ヨウ素剤の影響による一過性の甲状腺機能低下症ではなく、永続性の先天性甲状腺機能低下症や後天性甲状腺機能低下症である可能性もあるため、その後の管理は専門施設へ依頼することが望ましい。

VII. 長期管理

安定ヨウ素剤内服による一過性甲状腺機能低下症によって神経発達に影響があるかどうかについて信頼のおける報告はないが、いくつかの重要なガイドラインでは潜在的な危険性への配慮から新生児の甲状腺機能について慎重な対応を要している^{7), 11)}。

一定程度以上被ばくした小児（例えば甲状腺等価線量が**100mSv**以上）に関しては将来の甲状腺がんの発症リスクを視野に入れた定期的サーベイランス管理を考慮する。

VIII. 安定ヨウ素剤としてヨウ化カリウムが使用できない場合

ヨウ化カリウムに副反応を示し内服できない人やヨウ化カリウムが入手困難な場合は、パークロレイト（過塩素酸カリウム、国内では試薬としてのみ販売されている）20mg/kg（最大1g）を内服することも検討する^{5), 10), 12)}。

なお、本管理指針は小児内分泌専門医以外の医師が利用することを想定して作成されているが、その後の継続的な管理については可能な限り小児内分泌専門医へ依頼されることが望ましい。管理方針についての相談は、日本小児内分泌学会事務局 (jspe@ac-square.co.jp) 甲状腺委員会宛にて受け付ける。安定ヨウ素剤の配布、内服を指示した自治体では本管理指針を活用していただき、安定ヨウ素剤を投与された管理対象者のフォローアップに役立てて頂きたい。

日本小児内分泌学会 甲状腺委員会

帝京大学ちば総合医療センター小児科	南谷幹史（委員長）
新潟大学医歯学総合病院小児科	長崎啓佑（副委員長）
ゆうすずこどもクリニック	綾部匡之
金沢医科大学 発生発達医学	伊藤順庸
沖縄県立中部病院小児科	金城さおり
慶応義塾大学医学部小児科学教室	長谷川奉延
順天堂大学医学部小児科	春名英典
菊川市立総合病院小児科	松下理恵
東京慈恵会医科大学小児科	宮田市郎
大阪大学大学院医学系研究科小児科学	三善陽子
九州大学医学部小児科	虫本雄一

図1 在胎週数と胎児甲状腺横径²⁸⁾

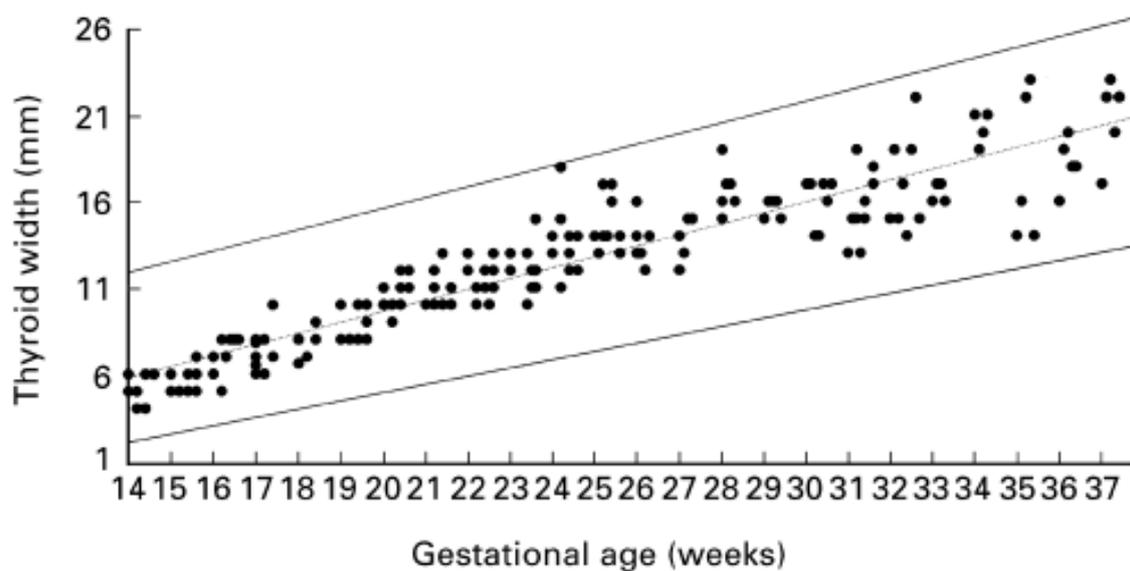
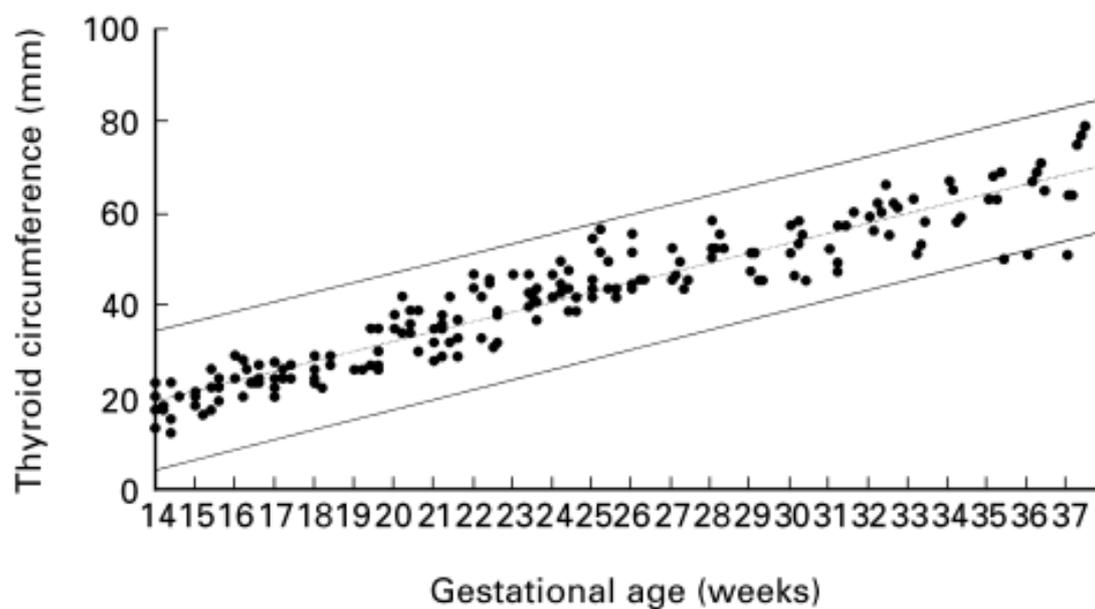


図2 在胎週数と胎児甲状腺周囲径²⁸⁾



参考文献

- 1) 日本小児内分泌学会東北地方太平洋沖地震に関わる小児甲状腺疾患診療プロジェクトチーム；皆川真規、伊藤順庸、鬼形和道、長崎啓祐、鳴海覚志、難波範行、原田正平、堀川玲子、水野晴夫、南谷幹史、藤原幾磨、高橋明雄、鈴木順造。「放射性ヨウ素への被ばくに対し安定ヨウ素剤（ヨウ化カリウム）を予防服用した妊婦から出生した児および同じく小児の管理指針－初期管理編－（第1版）」2011年3月31日
- 2) Nishikawa Y, Kohno A, Takahashi Y, Suzuki C, Kinoshita H, Nakayama T, Tsubokura M. Stable Iodine Distribution among Children after the 2011 Fukushima Nuclear Disaster in Japan: An Observational Study. *J Clin Endocrinol Metab.* 2019; 104: 1658–66.
- 3) Ishii K, Goto A, Ota M, Yasumura S, Abe M, Fujimori K; Pregnancy and Birth Survey Group of the Fukushima Health Management Survey. Factors Associated with Infant Feeding Methods after the Nuclear Power Plant Accident in Fukushima: Data from the Pregnancy and Birth Survey for the Fiscal Year 2011 Fukushima Health Management Survey. *Matern Child Health J.* 2016; 20: 1704-12.
- 4) World Health Organization. Guidelines for iodine prophylaxis following nuclear accidents Update 1999. Geneva 1999
https://www.who.int/ionizing_radiation/pub_meet/Iodine_Prophylaxis_guide.pdf
- 5) World Health Organization. Iodine thyroid blocking Guidelines for use in planning and responding to radiological and nuclear emergencies. 2017.
(<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259510/9789241550185-eng.pdf;jsessionid=32FD147C329F032F7F76C0373D4A4FAE?sequence=1>)
日本語訳「安定ヨウ素 剤投与による甲状腺ブロック 放射線災害および原子力への計画と対応 における利用ガイドラン」
(<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259510/9789241550185-jpn.pdf?sequence=5>)
- 6) 原子力規制庁放射線防護企画課。「安定ヨウ素剤の配布・服用に当たって」2013年7月9日作成、2016年9月30日最終修正 www.nsr.go.jp/data/000255989.pdf（注：その後、令和元年7月3日に全部改正された [https://www.nsr.go.jp/data/000024657.pdf](http://www.nsr.go.jp/data/000024657.pdf)）
- 7) U.S. Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration,

Center for Drug Evaluation and Research (CDER). Guidance: Potassium iodide as a thyroid blocking agent in radiation emergencies. December 2001, Procedural.

8) Verger P, Aurengo A, Geoffroy B, Le Guen B. Iodine kinetics and effectiveness of stable iodine prophylaxis after intake of radioactive iodine: a review. *Thyroid*. 2001; 11: 353-60.

9) Braverman ER, Blum K, Loeffke B, Baker R, Kreuk F, Yang SP, Hurley JR. Managing terrorism or accidental nuclear errors, preparing for iodine-131 emergencies: a comprehensive review. *Int J Environ Res Public Health*. 2014; 11: 4158-200.

10) Agopiantz M, Elhanbali O, Demore B, Cuny T, Demarquet L, Ndiaye C, Barbe F, Brunaud L, Weryha G, Klein M. Thyroid side effects prophylaxis in front of nuclear power plant accidents. *Ann Endocrinol (Paris)*. 2016; 77: 1-6.

11) Linet MS, Kazzi Z, Paulson JA; COUNCIL ON ENVIRONMENTAL HEALTH. Pediatric Considerations Before, During, and After Radiological or Nuclear Emergencies. *Pediatrics*. 2018 Dec;142(6). pii: e20183001. doi: 10.1542/peds.2018-3001.

12) Hänscheid H, Reiners C, Goulko G, Luster M, Schneider-Ludorff M, Buck AK, Lassmann M. Facing the nuclear threat: thyroid blocking revisited. *J Clin Endocrinol Metab*. 2011; 96: 3511-6.

13) Yoshida S, Ojino M, Ozaki T, Hatanaka T, Nomura K, Ishii M, Koriyama K, Akashi M. Guidelines for iodine prophylaxis as a protective measure: information for physicians. *Japan Med Assoc J*. 2014; 57:113-23.

14) Imaizumi M, Ohishi W, Nakashima E, Sera N, Neriishi K, Yamada M, Tatsukawa Y, Takahashi I, Fujiwara S, Sugino K, Ando T, Usa T, Kawakami A, Akahoshi M, Hida A. Association of radiation dose with prevalence of thyroid nodules among atomic bomb survivors exposed in childhood (2007-2011). *JAMA Intern Med*. 2015; 175: 228-36.

15) WHO; Bennett B, Repacholi M, Carr Z. Health effects of the Chernobyl accident and special health care programmes, report of the UN Chernobyl forum expert group "health". WHO Library, Geneva, 2006.

https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43447/9241594179_eng.pdf;jsessionid=

F577ADCD84854BBB518EEB241E7429DF?sequence=1

16) Imaizumi M, Ashizawa K, Neriishi K, Akahoshi M, Nakashima E, Usa T, Tominaga T, Hida A, Sera N, Soda M, Fujiwara S, Yamada M, Maeda R, Nagataki S, Eguchi K. Thyroid diseases in atomic bomb survivors exposed in utero. *J Clin Endocrinol Metab.* 2008; 93:1641-8.

17) Hatch M, Brenner AV, Cahoon EK, Drozdovitch V, Little MP, Bogdanova T, Shpak V, Bolshova E, Zamotayeva G, Terekhova G, Shelkovoy E, Klochkova V, Mabuchi K, Tronko M. Thyroid cancer and benign nodules after exposure in utero to fallout from Chernobyl. *J Clin Endocrinol Metab.* 2019; 104:41-48.

18) 原子力規制委員会. 原子力災害対策指針（平成 24 年 10 月 31 日制定、令和元年 7 月 3 日最終改正）<https://www.nsr.go.jp/data/000024441.pdf>

19) Hamada K, Mizokami T, Maruta T, Higashi K, Konishi K, Momotani N, Tajiri J. Effects of inorganic iodine therapy administered to lactating mothers with Graves disease on infant thyroid function. *J Endocr Soc.* 2017; 1:1293-1300.

20) Nauman J, Wolff J. Iodide prophylaxis in Poland after the Chernobyl reactor accident: Benefits and risks. *Am J Med* 1993; 94:524-532.

21) Miller RW, Zanzonico PB. Radioiodine fallout and breast-feeding. *Radiat Res.* 2005; 164:339-40.

22) Kaneshige T, Arata N, Harada S, Ohashi T, Sato S, Umehara N, Saito T, Saito H, Murashima A, Sago H. Changes in serum iodine concentration, urinary iodine excretion and thyroid function after hysterosalpingography using an oil-soluble iodinated contrast medium (lipiodol). *J Clin Endocrinol Metab.* 2015; 100:E469-72.

23) Sternthal E, Lipworth L, Stanley B, Abreau C, Fang SL, Braverman LE. Suppression of thyroid radioiodine uptake by various doses of stable iodide. *N Engl J Med* 1980; 303:1083-8.

24) Saberi M, Utiger RD. Augmentation of thyrotropin responses to thyrotropin-releasing hormone following small decreases in serum thyroid hormone

concentrations. *J Clin Endocrinol Metab.* 1975; 40:435-41.

25) Namba H, Yamashita S, Kimura H, Yokoyama N, Usa T, Otsuru A, Izumi M, Nagataki S. Evidence of thyroid volume increase in normal subjects receiving excess iodide. *J Clin Endocrinol Metab* 1993; 76:605-8.

26) Ikeda H, Nagataki S. Augmentation of thyrotropin responses to thyrotropin-releasing hormone following inorganic iodide. *Endocrinol Jpn* 1976; 23:431-3.

27) Kunii Y, Uruno T, Mukasa K, Sekiya K, Iwaku K, Suzuki A, Sugino K, Yoshimura Noh J, Ito K. Inhibitory effect of low-dose inorganic iodine on thyroidal radioactive iodine uptake in healthy Japanese adults. *Endocr J* 2016; 63:21-7.

28) Achiron R, Rotstein Z, Lipitz S, Karasik A, Seidman DS. The development of the foetal thyroid: in utero ultrasonographic measurements. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 1998; 48:259-64.

29) Ranzini AC, Ananth CV, Smulian JC, Kung M, Limbachia A, Vintzileos AM. Ultrasonography of the fetal thyroid: nomograms based on biparietal diameter and gestational age. *J Ultrasound Med.* 2001; 20:613-7.

30) 日本小児内分泌学会マス・スクリーニング委員会、日本マス・スクリーニング学会. 先天性甲状腺機能低下症マス・スクリーニングガイドライン(2014年改訂版)

http://jspe.umin.jp/medical/files/CH_gui.pdf

Mass Screening Committee; Japanese Society for Pediatric Endocrinology; Japanese Society for Mass Screening, Nagasaki K, Minamitani K, Anzo M, Adachi M, Ishii T, Onigata K, Kusuda S, Harada S, Horikawa R, Minagawa M, Mizuno H, Yamakami Y, Fukushi M, Tajima T. Guidelines for mass screening of congenital hypothyroidism (2014 revision). *Clin Pediatr Endocrinol.* 2015; 24: 107-33.

http://jspe.umin.jp/medical/files/CH_gui.pdf

31) Chung HR, Shin CH, Yang SW, Choi CW, Kim BI. Subclinical hypothyroidism in Korean preterm infants associated with high levels of iodine in breast milk. *J Clin Endocrinol Metab.* 2009; 94: 4444-7.

32) Robinson PS, Barker P, Campbell A, Henson P, Surveyor I, Young PR. Iodine-131 in breast milk following therapy for thyroid carcinoma. *J Nucl Med.* 1994; 35:1797-801.

33) Unno N, Minakami H, Kubo T, Fujimori K, Ishiwata I, Terada H, Saito S, Yamaguchi I, Kunugita N, Nakai A, Yoshimura Y. Effect of the Fukushima nuclear power plant accident on radioiodine (¹³¹ I) content in human breast milk. *J Obstet Gynaecol Res.* 2012; 38: 772-9.

34) Tani K, Kurihara O, Kim E, Yoshida S, Sakai K, Akashi M. Implementation of iodine biokinetic model for interpreting I-131 contamination in breast milk after the Fukushima nuclear disaster. *Sci Rep.* 2015 Jul 22;5:12426. doi: 10.1038/srep12426.