

小児甲状腺疾患診療のPitfall[1] 放射線による甲状腺への影響

1 放射線の甲状腺への被ばく

診療のPoints

- ① X線、γ線が主体となる甲状腺への外部被ばく。
- ② β線、γ線を放出する¹³¹Iによる甲状腺への内部被ばく。
- ③ 被ばく線量と被ばく時年齢、被ばく期間、フォロー期間により甲状腺がんの発症率は異なることを念頭に考える。
- ④ 甲状腺がんの発症は、男性よりも女性に多い。

2 甲状腺障害への被ばく分類(表1)¹⁾

表1. 甲状腺障害への被ばく分類

場所など	原子爆弾・水素爆弾			原子力発電所事故			放射線治療・検査	
	広島・長崎原爆	核実験場		チェルノブイリ	スリーマイル島	福島第一原発		
年代など	1945.8.6 1945.8.9	旧ソ連セミパラチンスク(カザフスタン)	中国新疆ロプノール湖	マーシャル島(ビキニ環礁)	1986.4.26	1979.3.28	2011.3.11	CCS:Childhood Cancer Survivors ACS:Adulthood CS
甲状腺がん・結節(腫瘍)	被ばく10年後から増加。 ←「甲状腺がん発症の空白の10年」	増加している可能性はあるが、信頼できる疫学調査なし。	悪性腫瘍(甲状腺がん含む)の発症率が増加している報告はあるが、国としての疫学調査なし。	子どもで増加が認められている。	事故4、5年後から増加し、事故後25年経た現在も低下の兆しなし。40歳以上ではほとんど影響が認められていない。	増加の報告なし。	長期間の低線量放射線の影響についてはデータがない。→長期にわたる調査が必要!	増加。

3 広島・長崎原子爆弾、核実験場と甲状腺がん

診療のPoints

- ① 原爆の放射線被ばくは、一瞬の直接被ばくが主でγ線と中性子線が主体。
- ② 被ばく時10歳であった人に、被ばく55～58年後に甲状腺への被ばく線量が多いほど甲状腺がん、結節(腫瘍)、のう胞は増加している(図1)²⁾。
- ③ 甲状腺機能低下症(甲状腺自己抗体の陽性、陰性とは無関係)やバセドウ病は増加していない²⁾。
- ④ 被ばく時年齢が40歳以上では、甲状腺がんの生涯リスクは消失し放射線による影響とは考えられない。→被ばく時の安定ヨウ素剤の服用は40歳未満を対象としている²⁾。
- ⑤ 原爆でも黒い雨(放射性降下物)などによる残留放射能による内部被曝の適正な評価が望まれるが、被ばく者の当時の行動記録を得るのは非常に困難。

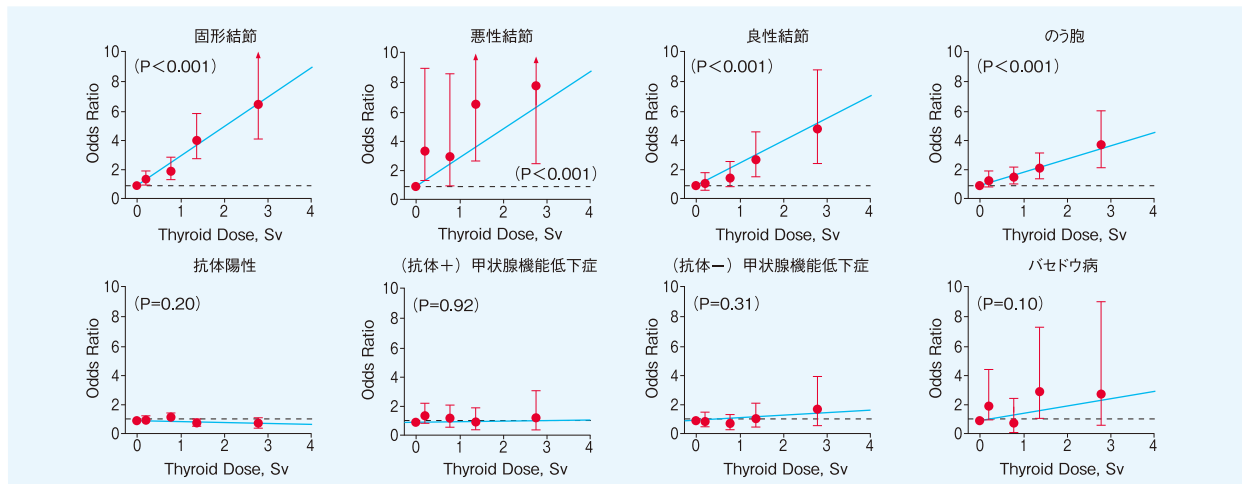


図1. 広島・長崎原爆被ばく時10歳で、55～58年後の甲状腺疾患発症²⁾

4 チェルノブイリ原子力発電所事故(1986年4月26日発生)と甲状腺がん

診療のPoints

- ① 当時はソ連の体制が崩壊中(ソ連崩壊は1991年12月25日)で、かつ情報統制下にあり、適切な甲状腺ブロックや食の安全規制が徹底せず、当時の乳幼児、小児らが¹³¹Iに汚染されたミルクを常飲した可能性が高く、事故後4、5年以降小児甲状腺がんの激増が観察されている。
- ② チェルノブイリは内陸に位置していて、慢性的にヨウ素欠乏状態であった。→多量の¹³¹Iが甲状腺にとり込まれ、後の甲状腺がん発症の増加につながった(図2)³⁾。
- ③ 事故4～5年後に増加した甲状腺がんは、約25年経た2011年も低下の兆しはない⁴⁾。
- ④ 事故当時成人の甲状腺がん発症率が高いと示唆するデータはない。ただ、18歳以上は定期的に検査を受けているのか、検査していたとしても全員にしているのかも不明である。

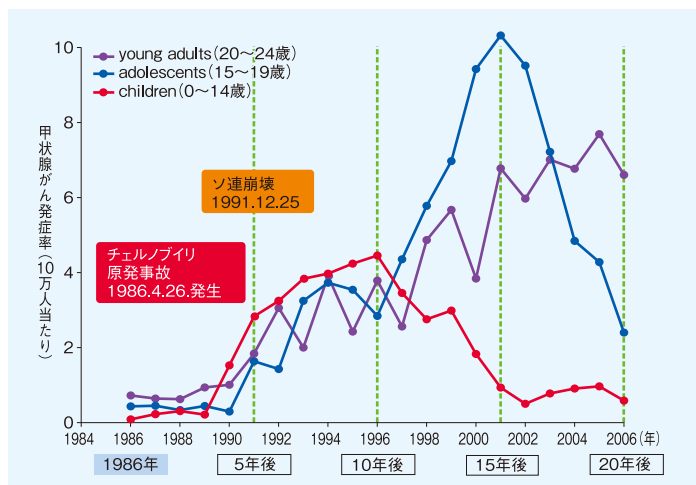


図2. ベラルーシ共和国での甲状腺がん発症率と患者別年次推移(1986～2006年)³⁾

- ⑤ 事故以降に生まれた人からは、甲状腺がん発症の増加報告はない(図3)⁵⁾。
- ⑥ 胎児甲状腺への放射線被ばくの影響はないとされているが、明確な結論は得られていない⁶⁾。
- ⑦ 2011年4月キエフ市での事故後25周年記念国際会議の報告では、甲状腺がんの総数は7,000人に達し、死亡例は20人以下(0.3%)である⁷⁾。その多くは、手術や術後治療に不慣れた施設での治療での合併症に起因している⁸⁾。
- ⑧ 乳頭がんが多く、術後の予後も良い。予後が良すぎるので、早期発見・早期治療の成果とも考えられるが、小さくてすぐに手術しなくてもフォローのみでよいような例まで見つけて手術している可能性も考えられる。

- 9 事故後の小児甲状腺がんは、診断時に頸部リンパ節転移が60～70%に見られ、遠隔転移も10～15%で特に肺転移例が多く認められているため、特異的で予後が悪いような印象を与えているが、X線、γ線が主体となる甲状腺への外部被ばくによる小児甲状腺がんや被ばく歴のない小児甲状腺がんと比して大差は無い⁹⁾。
- 10 甲状腺乳頭がんは、他の甲状腺がんに比して予後は良い。
- 11 被ばく歴のない成人の甲状腺がんと比して再発率は少し高いが、生命予後は成人例に比較して良好とされている⁸⁾。

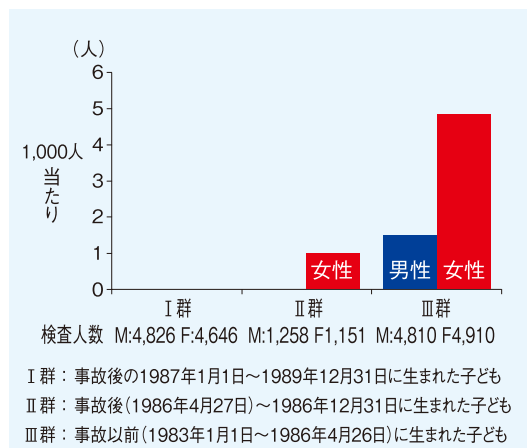


図3. ペラルーシ共和国ゴメリ州の4地区での甲状腺がんの性・出生時期別有病率(1,000人当たり)⁵⁾

5 福島第一原子力発電所事故と甲状腺

診療のPoints

- 1 平成23年10月20日の原子力安全委員会などの発表では、大気中に放出された放射性物質の放出量は、チェルノブイリ原発事故よりも、 ^{131}I は1/10、 ^{137}C は1/6～1/5である。
- 2 政府現地対策本部(オフサイトセンター)医療班が平成23年3月末にハイリスク児の約1,000人を調査している。甲状腺等価線量にして100mSvを超えるものはいなかったと報告している¹⁰⁾。
- 3 日本では、慢性的なヨウ素欠乏状態ではなく、 ^{131}I に汚染された牛乳や野菜類の飲食はあったとしても限定的である。さらにチェルノブイリ原発事故対応と比較して、甲状腺への外部・内部被ばく線量も少ないので、チェルノブイリのように小児甲状腺がんが増える可能性は低いと考えられる。
- 4 平成23年10月～12月に、計画的避難地域などの対象者3,765人に対して甲状腺超音波検査が実施された。二次検査の対象となった人は0.7%の26人、悪性の疑いがある人は0%だった。26人いずれも良性と見られ、事故以前からあった可能性が高いとされている(表2)¹¹⁾。
- 5 長期間の低線量被ばく(外部被ばく100mSv以下)の影響についてはデータがなく、現時点は、甲状腺がんを含めた健康障害のリスクを推定するのは困難である。今後、長期間のフォローが必要である。
- 6 誰しもが生涯にわたって30%程度の発がんの可能性のあることを考えると、長期間後の低線量放射線の影響を確認することは困難な可能性もありうる。
- 7 20年後、30年後あるいはそれ以上の後の甲状腺がんの診断・治療を含めた医学・医療技術は、現時点では想像できないくらいの飛躍的な進歩を遂げていると考えられる。
- 8 直近および将来にわたって対策を考えるためにも、最新の正確な情報が各機関によって完全公開されることが求められる。

表2. 福島県立医科大学で実施した甲状腺検査の結果(n=3,765)¹¹⁾

判定結果	判定内容	割合(%)
A	A1 結節やのう胞を認めなかったもの	69.6
	A2 5.0mm以下の結節や20.0mm以下ののう胞を認めたもの	29.7
B	5.1mm以上の結節や20.1mm以上ののう胞を認めたもの	0.7
C	甲状腺の状態等から判断して、直ちに二次検査を要するもの	0

A1、A2判定：次回(平成26年度以降)の検査まで経過観察

B、C判定：二次検査

*結節、のう胞両方の所見に該当する人も存在

6 甲状腺エコー検査と甲状腺機能検査の問題点・注意点

診療のPoints

- 1 甲状腺がん発症は小児100万人当たり年間1~2人とされているが、基準となる、多数での日本人小児の年齢別・男女別の甲状腺がん、甲状腺結節(腫瘍)、のう胞の発症率が不明なので基準が必要である。表2(年齢別・男女別ではない)が日本人小児の甲状腺結節(腫瘍)、のう胞の発症頻度の参考になる可能性があり、成人と同様に小児でもかなり高頻度に認められると考えられる。
- 2 広島県腫瘍登録(1973~2002年)によると、甲状腺がんの総数は4,554例(男性884例、女性3,670例)で、0~9歳は男性2例、女性0例、10~19歳は男性7例、女性28例である¹²⁾。米国の甲状腺がん発症率は、100万人当たり5~9歳で1人、10~14歳で5人、15~19歳で18人である¹³⁾。
- 3 血液検査での基準値=正常値ではない。小児の年齢別の基準値がない。血清TSH、FT₄、FT₃(特にFT₄)は検査方法によって成人の基準値はかなり違うので、注意が必要。継続的な同一検査方法での検査が望ましい。
- 4 血清サイログロブリン(Tg)も測定。→血清Tg高値は甲状腺結節(腫瘍)(良性も悪性も)の一つの指標であるが、高値のみが指標ではない! 甲状腺がんでも正常例は多数ある。
- 5 甲状腺“がん”の文字に惑わされない! 惑わさない!
- 6 マスメディアも、“がん”=“悪性で死に至る病、不治の病”との感じで報道している? 甲状腺がんについて適切に報道する! 検査結果を慎重に報道する! 安易に不安をあおるような“変化”とか“異常”などと表現しない! 小さな結節(腫瘍)、のう胞=“変化”、“異常”とか“がん疑い”のように表現せずに、平易な言葉で説明する!

7 放射線治療・検査が甲状腺に与える影響

診療のPoints

- 1 Childhood Cancer Survivors(小児がん経験者)に、頸部放射線照射数年以上後に原発性甲状腺機能低下症や甲状腺結節(腫瘍)(良性も悪性も)¹⁴⁾、頭部放射線照射による中枢性甲状腺機能低下症が発症することがある(『Pitfall vol.8』参照)。
- 2 小児白血病に対する幹細胞移植の前処置としての全身照射(TBI)は、10~12Gy(=10~12Sv)だが、死に至らないのは何故か?
Sv=放射線の種類による生物効果の定数×Gy: この定数はX線、γ線やβ線に対しては1で、X線、γ線被ばくではGy=Svである。7~10Svの放射線を全身に一度に浴びると100%の人が死亡する。移植を行う患者では10~12GyのTBIを行い(分割照射でも)、何もしなければ骨髄抑制のためにほとんどの場合死に至る。しかし、移植を行う患者では、TBIや大量化学療法による副作用に十分な支援治療(移植、無菌室管理、感染予防対策など)が行われ、移植により骨髄機能が回復するまで持ち堪えるので、実際にはほとんどの患者が死に至ることはない。

<参考文献>

- 1) 武市 宣雄, 他: 放射線被ばくと甲状腺がん—広島, チェルノブイリ, セミパラチンスク—, 溪水社, 2011.
- 2) Imaizumi M, et al: JAMA 2006; 295: 1011-1022.
- 3) Demidchik YE, et al: Arq Bras Endocrinol Metabol 2007; 51: 748-762.
- 4) Brenner AV, et al: Environ Health Perspect 2011; 119: 933-939.
- 5) Shibata Y, et al: Lancet 2001; 358: 1965-1966.
- 6) Hatch M, et al: JCEM 2009; 94: 899-906.
- 7) 朝長 万左男, 教育講演T-9「放射線の人体影響—原爆、チェルノブイリ、福島—」: 第73回日本血液学会学術集会 2011.10.16
- 8) 鈴木 真一 http://www.fmu.ac.jp/univ/shinsai_ver/pdf/koujyousen_screening.pdf

- 9) Tuttle RM, et al: Clin Oncol 2011; 23: 268-275.
- 10) 小児甲状腺被ばく調査結果に対する評価について. <http://www.nsc.go.jp/ad/pdf/hyouka.pdf>
- 11) 第5回福島県「県民健康管理調査」検討委員会 <http://www.pref.fukushima.jp/imu/kenkoukanri/240125shiryoku.pdf>
- 12) http://www.hiroshima.med.or.jp/cancer_registry/tumor/report/files/report30/10.pdf
- 13) National Cancer Institute, Surveillance Epidemiology and End Results (SEER) Cancer Statistics Review 1975-2008. http://seer.cancer.gov/csr/1975_2008/index.html
- 14) 香川 礼子, 西 美和, 他: 日本小児科学会雑誌 2011; 115: 1321-1324.

<全般的に参考になる文献>

- 原発事故の健康リスクとリスク・コミュニケーション, 医学のあゆみ 2011; 239(10).
- Sources and effects of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly with

- Scientific Annexes. VOLUME I.
- Clinical Oncology Special Issue: the radiological consequences of the Chernobyl Accident 25 years on -April 2011. 2011; 23(4): 229-308.