

「電離放射線障害の業務上外に関する検討会」報告書

咽頭がんと放射線被ばくに関する医学的知見について

令和3年9月

「電離放射線障害の業務上外に関する検討会」参集者名簿

○：座長

| 氏名 | 所属・役職・専門 |
|--------------------|---|
| ○ あかし まこと 明石 真言 | 東京医療保健大学 教授 放射線被ばく医療と生化学、血液学 |
| いくた ゆうこ 生田 優子 | 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 原子力人材育成センター 技術主席 放射線防護学 |
| いのくち こういち 猪口 孝一 | 日本医科大学 名誉教授 血液内科学 |
| うちやま まゆき 内山 真幸 | 東京慈恵会医科大学放射線医学講座 教授 放射線科学 |
| くさま ともこ 草間 朋子 | 東京医療保健大学 名誉教授 放射線防護学 |
| そぶえ ともたか 祖父江 友孝 | 大阪大学大学院医学系研究科 社会環境医学講座環境医学 教授 がん疫学 |

(五十音順)

咽頭がんと放射線被ばくに関する医学的知見について

第1 「原子放射線の影響に関する国連科学委員会報告書」及び最近の文献のレビュー結果

放射線被ばくによるがんについては、これまで種々の医学文献が存在し、「原子放射線の影響に関する国連科学委員会 (UNSCEAR)」が、これらの医学文献について部位別に広範なレビューを行い、その結果を2006年報告書に記載している。

しかし、2006年報告書では咽頭がんについては部位別のレビューは行われておらず、「電離放射線障害の業務上外に関する検討会」では、2006年以降の最近の医学文献のレビューを行った。

1 咽頭がんに関する最近の文献のレビュー

米国国立医学図書館 (National Library of Medicine) が運営する文献検索システム PubMed を用い、放射線誘発腫瘍 (neoplasms, radiation-induced [MeSH])、ヒト (humans [MeSH Terms])、放射線 (radiation [MeSH Terms])、咽頭がん (Pharyngeal cancer [MeSH])、放射線電離 (Radiation, Ionizing [Mesh])、疫学 (Epidemiologic Factors [MeSH Terms], epidemiologic studies [Met Terms])、非電離放射線 (radiation, nonionizing [meshi Terms]) の用語を使用し、以下の条件

(((((humans [MeSH Terms]) AND Pharyngeal cancer [MeSH Terms]) AND radiation [MeSH Terms]) AND epidemiologic studies [MeSH Terms]) AND Epidemiologic Factors [MeSH Terms]) NOT radiation, nonionizing [MeSH Terms])

及び

((((neoplasms, radiation induced/epidemiology [MeSH]) OR (neoplasms, radiation induced/secondary [MeSH])) AND (pharyngeal cancer [MeSH])) AND (adult [MeSH Terms]))

により、2006年以降の文献を令和2年(2020年)6月に検索した。

上記検索によって抽出された文献のうち、小児(18歳未満)を対象とした文献、放射線治療後の咽頭以外の肉腫の発生を対象とした文献を除外し、9編の文献を対象としてレビューした(以下、対象とした文献を「個別文献」という。)

放射線被ばくと咽頭がんに関する疫学調査は、

- ① 原爆被爆者を対象とした疫学調査
- ② 放射線作業者を対象とした疫学調査
- ③ 原子力関連施設の周辺住民を対象とした疫学調査
- ④ 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

⑤ その他

に大別される。

上記文献の概要を以下に示す。

なお、今回レビューした咽頭がんに関する文献一覧を別添 1 に、各文献の概要を別添 2 に示す。

(1) 原爆被爆者を対象とした疫学調査

文献 No.1 原爆被爆者のがん罹患率の再分析 (Grant ら, 2017)

広島・長崎の原爆生存者の寿命調査 (LSS) コホート約 10 万人を対象として固形がん罹患率を再分析した。1958～2009 年の期間に発生した咽頭がんの症例数は、鼻咽頭がんで男性 11 例、女性 9 例の合計 20 例、中咽頭がんで男性 14 例、女性 5 例の合計 19 例、下咽頭がんで男性 53 例、女性 3 例の合計 56 例であった、すべての固形がんを対象としたリスク解析を行っており、咽頭がんを含む、がん部位別のリスク解析は行われていない。

文献 No.2 原爆被爆者の固形がん (部位別含む) 罹患率の調査報告書 (Preston ら, 2007)

LSS コホートの 1958-1998 年に診断された固形がん (部位別含む) 罹患率の調査報告書において、口腔・咽頭がん (Oral cavity and pharynx cancers) は 277 症例 (Tongue:87, salivary gland 42, Lip 4, Mouth 72, Pharynx 72) が確認されている。口腔・咽頭がんをまとめてポアソン回帰分析を行った結果、統計学的に有意な線形線量反応関係 ($P=0.01$) が認められ、1Gy あたりの過剰相対リスク (ERR/Gy) は 0.39 (95%CI: 0.11- 0.76) と推定された。線形の線量反応関係は認められなかった ($P=0.4$)。過剰絶対リスクは 10,000 人年 Gy あたり 0.6 (90% CI:0.19, 1.2) であった。なお、全固形がんに対する 1Gy あたりの過剰相対リスク (ERR/Gy) は 0.47 (95%CI: 0.40- 0.54) と推定された。

口腔・咽頭がんをまとめた場合でも症例数が少ないため、リスクに係る年齢や性別の影響は解析しなかった。交絡因子としての喫煙・飲酒による調整は行われていない。

唾液腺腫 (悪性) の解析 (42 症例) 結果では、ERR/Gy=1.8 (90%CI: 0.6-4, $P<0.001$) と強い関係を示し、被ばく時年齢の上昇とともにリスクは下がる傾向を示唆している ($P=0.05$)。唾液腺以外の口腔がんの解析を行った結果では、ERR/Gy=0.16 ($P=0.28$) とリスクは下がり、有意性も低下した。

(2) 放射線作業者を対象とした疫学調査

文献 No. 3 日本の原子力作業者の疫学調査（放射線影響協会，平成 27 年（2015 年）3 月）

日本の原子力関連作業者のコホート 20 万人を対象として，1990 年から 2014 年 3 月末までの生死調査に基づき，固形がん死亡率の調査が行われた。対象集団の平均年齢は 55.6 歳，平均累積被ばく線量は 13.8mSv，平均観察期間は 14.2 年であった。口腔・咽頭がんは 201 例で，標準化死亡率（SMR）は 1.03（95%CI：0.89-1.18）であった。累積被ばく線量群ごとの O/E 比は，5mSv 未満で 130 例，O/E 比=0.95（95%CI：0.8-1.1），5mSv-10mSv 未満で 27 例，O/E 比 1.61（95%CI：1.06- 2.34），10mSv-20mSv 未満で 13 例，O/E 比=0.75（95%CI：0.4, 1.28），20mSv-50mSv 未満で 19 例，O/E 比=1.09（95%CI：0.66, 1.7），50mSv-100mSv 未満で 8 例，O/E 比=0.98（95%CI：0.42, 1.93），100mSv 以上で 4 例，O/E 比=0.87（95%CI：0.24, 2.22），ERR%/10mSv=-0.44（95%CI：-4.68, 3.79）であった。交絡因子として喫煙の調整がされている。最小潜伏期間は 10 年として解析している。

文献 No. 4 仏英米の原子力関連作業員（INWORKS）コホートの部位別固形がん死亡率解析（Richardson ら，2018）

仏英米で雇用されていた原子力作業員で構成される INWORKS コホート 308,297 人について，最尤ポアソン回帰モデルとマルコフ連鎖モンテカルロ法（ベイズ推定）を用いたプール解析により，外部放射線と死亡率との関連を評価している。追跡調査は 820 万人年である。内部被ばく線量は被ばく線量に加算せず，層別化因子として扱っている。

咽頭がんは口腔がんを含めてリスクが評価されている。皮膚・口腔の平均線量は，男性 23.0mGy，女性 4.8mGy である。359 例の口腔がん症例が確認されており，最尤法での過剰相対リスク（ERR）は 0.73/Gy（90% CI：<-0.83- 4.63），ベイズ推定では 0.70/Gy（90% CI：-0.39- 1.83）であった。最小潜伏期間は 10 年として解析している。喫煙・飲酒による調整は行われていない。なお，同コホートにおける全固形がんの過剰相対リスク（ERR）は 0.47/Gy（90% CI：0.18- 0.79）である。

(3) 原子力関連施設の周辺住民を対象とした疫学調査

文献 No. 5 フランスのパルニー・シュル・ソの住民のがん死亡率（de Vathaire ら，1998）

フランスの北東部のパルニー・シュル・ソにある「オルフラムプラスト」旧工業地帯で発見された放射性トリウム廃棄物から放射線被ばくを受けたと考えられる周辺住民のコホート研究である。パルニー・シュル・ソか

ら半径 16 km以内に住居のある男性住民約 38 万人年（追跡期間は 1968～1994 年）のがんの標準化死亡比（SMR）を調査した。咽頭がんは、パルニー・シュル・ソから 0～5 kmで 9 例，SMR=1.62(95%CI: 0.74, 3.07)，5～10 kmで 16 例，SMR=1.26 (95%CI: 0.72, 2.05) ，10-13 kmで 16 例，SMR=1.23 (95%CI : 0.70, 2.00) ，13～16 kmで 9 例，SMR=0.81 (95%CI: 0.37, 1.53) 50 例であった。パルニー・シュル・ソでは 7 例の咽頭がんによる死亡が報告され，SMR=2.0 (95%CI: 0.8, 4.1) とされた。パルニー・シュル・ソからの距離と男性の咽頭がんの死亡率は，距離が近いほど SMR の増加が見られるが，傾向検定では有意ではない($X^2=1.53$, 1 df, $p=0.22$)。喫煙・飲酒による調整は行われていない。

被ばく線量，潜伏期の検討はされていない。SMR を算出する際の基準として，フランスの男女別，暦年別，5 年の年齢層別の死亡率を用いている。

(4) 放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

文献 No. 6 二次がん発症の危険因子としての口腔がんに対する放射線治療 (Hashibe ら, 2005)

米国悪性新生物実態調査 SEER (Surveillance, Epidemiology, and End Results) program による 1973～1999 年の追跡調査より口腔がんに対する放射線治療後の二次がん発症のリスクを解析した。30,221 例中 6,163 例に二次がんが発症し，5,042 例は多重がんであった。治療別の二次がんの相対危険度 (RR) は放射線治療射のみ 1.64 (95%CI: 1.18-2.29) ，放射線治療及び手術 1.49 (95%CI: 1.07-2.06) ，手術のみ 1.28 (95%CI: 0.93-1.76) であった。放射線照射から二次がん発症までの期間別の RR は 6 ヶ月～1 年 0.6 (95%CI:0.5-0.8) ，1～5 年 0.9 (95%CI:0.8-1.1) ，5～9 年 1.1 (95%CI:0.9-1.3) ，10 年以上 1.5 (95%CI:1.2-1.9) と 10 年以上で増加した。発症部位別の RR は口腔内 2.8 (95%CI:1.5-5.2) ，咽頭 5.9 (95%CI:1.7-20.7) ，食道 3.9 (95%CI:1.1-13.4) ，肺 1.5 (95%CI:1.0-2.4) であった。1～5 年経過観察での白血病で 2.5 (95%CI:1.0-6.7) であり，照射は二次がん発症の危険因子となり得る。照射線量には関しては記載が無い。

文献 No. 7 鼻咽頭がんの放射線治療後における二次がんおよび EB ウィルスとの関連 (Wang ら, 2000)

台湾における鼻咽頭がんの放射線治療を受けた患者 1,549 人に関する後ろ向き研究である。1979 年 1 月から 1993 年 12 月までの調査で，追跡期間は 2 年から 16 年，中央値は 7 年である。放射線治療は原発巣および頸部リンパ節領域に 46.8Gy，その後原発がんブースト（追加）照射で 64.8～72Gy，頸部リンパ節転移巣に 24～30Gy の電子線追加照射が行われ

た。386例は抗がん剤投与も施行された。39例に二次がんが発症し、標準化罹患比（SIR）2.8（95%CI: 2.0-3.9）であり、このうち頭頸部がんおよび肉腫は18例 SIR16.5（95%CI: 10.0-26.8），胃がん7例 SIR5.5（95%CI: 2.2- 11.4），白血病3例 SIR9.0（95%CI: 1.9- 26.3）であった。照射より二次がん発生までの期間は、2年以内で16例、3-5年で10例、5-10年で9例、10年以上で4例確認され、SIRは照射時間後の経過期間とともに増加した。その他、頭頸部がんの発症には喫煙、飲酒、EBウイルス罹患の関与が認められた。

文献 No. 8 人口動態統計データに基づく子宮内膜がん患者の続発原発がんの発症に関する調査：遺伝的要因、環境要因、治療法との関連（Brownら、2010）

米国悪性新生物実態調査 SEER program より、1973年～2005年に子宮内膜がんと診断された女性69,739人の二次がんの発症について検討した。追跡期間の中央値は11.2年、合計757,567人・年である。放射線照射を施行した症例は36%で照射施行例のO/E比は1.09（99%CI:1.05-1.13），非施行例のO/E比0.92（99%CI:0.89-0.95）であった。二次がんのO/E比は小腸1.48（99%CI:1.03-2.05），大腸1.16（99%CI:1.09-1.24），膣2.71（99%CI:1.86-3.8），膀胱1.41（99%CI:1.25-1.59），口腔および咽頭0.75（99%CI:0.6-0.93），肺および気管0.78（99%CI:0.72-0.84）であった。外照射施行例では非施行例に比べて二次がんの発症は大腸、膀胱、膣、軟部組織で有意に高かった。二次がん発症までの期間は中央値で9.8年、最大30.1年であった。線量への言及はない。

文献 No. 9 鼻咽頭がんに対する強度変調放射線治療後患者の二次がん発症のリスク、パターン、生存への影響（Chowら、2019）

鼻咽頭がんに対し2003年3月から2011年9月に強度変調放射線治療を施行した751例の予後調査を行った。照射線量は原発巣に66-74Gy，リンパ節に66-70Gy，必要に応じて原発巣もしくはリンパ節に70Gy以上のブースト照射が施行された。高危険病変には66-70Gy，低危険度病変には60-62Gy照射された。64.7%の患者はシスプラチンが併用された。経過観察期間の中央値は5.7年である。51例（6.7%）に二次がんが発症し、照射野内が22例43.1%であった。香港衛生統計より年齢、性別で標準化した二次がん発症の標準化罹患比SIRは、二次がん全体で1.84（95%CI1.37-2.42），頭頸部肉腫38.10（95%CI16.41-75.06），舌がん33.33（95%CI13.36-68.67），中咽頭がん25.00（95%CI2.81-90.25），唾液腺がん12.50（95%CI0.16-69.53），白血病7.41（95%CI0.83-26.74），前立腺がん3.19（95%CI1.17-6.95）であった。照射後5年を越えると有意

に高値を示した。対象者の喫煙率は43%と香港の一般喫煙率22%より高かった。

第2 咽頭がんに関する文献レビュー結果のまとめ

1 被ばく線量に関するまとめ

今回検討の対象とした9編の個別文献の中では、咽頭がんの罹患・死亡が統計学的に有意に増加する最小被ばく線量について記載された文献はない。

2 潜伏期間に関するまとめ

今回検討の対象とした9編の個別文献の中では、咽頭がんの最小潜伏期間について記載されたものはない。

第3 全固形がんに関する UNSCEAR 等の知見

咽頭がんに限定した文献レビュー結果では、咽頭がんの罹患・死亡が統計学的に有意に増加する最小被ばく線量及び咽頭がんの最小潜伏期間に関する報告は得られなかったことから、統計学的検出力の高い全固形がんに関する解析に着目してリスクが有意に増加する被ばく線量及び潜伏期間を確認する必要がある。

放射線被ばくと全固形がんの関連については、UNSCEAR や、UNSCEAR 等の種々の知見に基づいて放射線防護に関する勧告を行っている国際放射線防護委員会 (ICRP) が系統的なレビューを行っている。UNSCEAR 及び ICRP は、これらのレビューを踏まえ、数年ごとに報告書を取りまとめており、その報告内容が全固形がんの情報として最も重要である。

一方、国内では、日本の食品安全委員会が行った食品中に含まれる放射性物質に係る食品健康影響評価 (2011年10月。以下「食品安全委員会の評価結果」という。) において、疫学調査の系統的なレビューが行われていることから、その結果も参考となると考えられる。

これらを整理すると以下のとおりとなる。

1 全固形がんの最小被ばく線量

UNSCEAR は、2006年に放射線発がんの疫学に関する報告書をまとめるとともに、2010年には低線量放射線の健康影響に関して、それまでの報告書の内容を要約したものを発表している。これによれば、固形がんについて「100から200mGy以上において、統計学的に有意なリスクの上昇が観察される。」と述べている。

ICRP は、2007年勧告で「がんリスクの推定に用いる疫学的研究方法は、およそ100mSvまでの線量範囲でのがんのリスクを直接明らかにする力を持たな

いという一般的な合意がある。」としている。

一方、2011年の日本の食品安全委員会の評価結果では、多数の疫学調査を検討した上で、「食品安全委員会が検討した範囲においては、放射線による影響が見いだされているのは、通常の一般生活において受ける放射線量を除いた生涯における累積の実効線量として、おおよそ 100mSv 以上と判断した。」

「100mSv 未満の線量における放射線の健康影響については、疫学研究で健康影響がみられたとの報告はあるが、信頼のおけるデータと判断することは困難であった。種々の要因により、低線量の放射線による健康影響を疫学調査で検証し得ていない可能性を否定することもできず、追加の累積線量として 100mSv 未満の健康影響について言及することは現在得られている知見からは困難であった。」とされている。

2 全固形がんの最小潜伏期間

UNSCEAR2006年報告書では、「固形がんについては、治療で照射された多くの集団において被ばく後5年から10年の間に過剰リスクがはっきり現れる。」とされている。

また、ICRPの1990年勧告(Publication 60)では、「ヒトでは放射線被ばくとがんの認知とのあいだの期間は多くの年月にわたって続く。この期間は潜伏期と呼ばれる。潜伏期の中央値は誘発白血病の場合約8年、乳がんと肺がんのような多くの誘発固形がんの場合はその2倍から3倍のようである。最小潜伏期は、被ばく後に特定の放射線誘発がんの発生がわかっているかまたは起こったと信じられる最短の期間である。この最小潜伏期は、急性骨髄性白血病については約2年であり、他のがんについては5から10年のオーダーである。」とされている。

第4 咽頭がんのリスク要因

がんは年齢とともにリスクが高まり、主な原因として生活習慣や慢性感染があるが、咽頭がんのリスク要因は、喫煙、飲酒、EBウイルス(上咽頭がん、一部の中咽頭がん)などがあるとされている。^(注1~2)

(注) 参考文献

1. International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol.1-121, 1987-2019. Lyon, France.
2. World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Pancreatic Cancer: Pancreatic Cancer 2012 Report. Washington, DC: AICR 2012.

第5 結論

今回検討した文献によれば、咽頭がんと放射線被ばくに関する現時点の医

学的知見について、以下のとおり取りまとめることができる。

1 被ばく線量について

UNSCEAR2006年報告書では、咽頭がんについては部位別のレビューは行われていない。

個別文献では、医療被ばくと咽頭がん発生の関連性を示唆するものがみられたものの、最小被ばく線量を示す知見は得られなかった。

咽頭がんを含む全固形がんを対象とした UNSCEAR 等の知見では、被ばく線量が 100 から 200mSv 以上において統計学的に有意なリスクの上昇は認められるものの、がんリスクの推定に用いる疫学的研究方法はおよそ、100mSv までの線量範囲でのがんのリスクを直接明らかにする力を持たないとされている。

2 潜伏期間について

UNSCEAR 等の知見では、全固形がんの最小潜伏期間について、5年から10年としている。

咽頭がんに関する個別文献では、最小潜伏期間について記載されたものはない。

3 放射線被ばく以外のリスク要因

咽頭がんには、放射線被ばく以外に、喫煙、飲酒、EB ウィルス（上咽頭がん、一部の中咽頭がん）などへのばく露がリスク要因として知られている。

咽頭がんに関する文献一覧

1. Eric J. Grant, Alina Brenner, Hiromi Sugiyama, Ritsu Sakata, Atsuko Sadakane, Mai Utada, Elizabeth K. Cahoon, Caitlin M. Milder, Midori Soda, Harry M. Cullings, Dale L. Preston, Kiyohiko Mabuchi and Kotaro Ozasa(2017). Solid Cancer Incidence among the Life Span Study of Atomic Bomb Survivors: 1958–2009. RADIATION RESEARCH. 2017, 187.
2. D. L. Preston, E. Ron, S. Tokuoka, S. Funamoto, N. Nishi, M. Soda, K. Mabuchi and K. Kodama(2007). Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors: 1958–1998. RADIATION RESEARCH. 2007, 168, 1–64.
3. 公益財団法人 放射線影響協会（平成 27 年 3 月）, 低線量放射線による人体への閉胸に関する疫学的調査, 原子力規制委員会原子力規制庁委託調査報告書.
4. David B. Richardson, Elisabeth Cardis, Robert D. Daniels, Michael Gillies, Richard Haylock, Klervi Leuraud, Dominique Laurier, Monika Moissonnier, Mary K. Schubauer-Berigan, Isabelle Thierry-Chef, and Ausrele Kesminiene(2018). Site-specific Solid Cancer Mortality After Exposure to Ionizing Radiation: A Cohort Study of Workers (INWORKS). Epidemiology. 2018 January ; 29(1): 31–40.
5. Florent de Vathaireyk, Cecile Challeton de Vathairez, Jacques, Ropersx and Annie Molliey(1998). Cancer mortality in the commune of Pargny sur Saulx in France. Journal of radiological protection (1998)Vol. 18, No.1, 23–27.
6. Mia Hashibe, Beate Ritz, Anh D. Le, Gang Li, Rengaswamy Sankaranarayanan, Zuo-Feng Zhang(2005). Radiotherapy for oral cancer as a risk factor for second primary cancers. Cancer Letters 220 (2005) 185–195.
7. Chun-Chieh Wang Mong-Liang Chen Kuang-Hung Hsu Steve P. Lee Tse-Ching Chen Yu-Sun Chang Ngan-Ming Tsang Ji-Hong Hong(2000). Second malignant tumors in patients with nasopharyngeal carcinoma and their association with Epstein-Barr virus. International Journal of Cancer. (2000), 87, 228–231.
8. Brown AP, Neeley ES, Werner T, Soisson AP, Burt RW, Gaffney DK (2009). A population-based study of subsequent primary malignancies after endometrial cancer: genetic, environmental, and treatment-related associations. International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics, 10 Nov 2009, 78(1):127-135.
9. James C.H. Chow, Kwok Hung Au, Oscar W.K. Mang, Ka Man Cheung, Roger K.C. Ngan. (2019) Risk, pattern and survival impact of second primary tumors in patients with nasopharyngeal carcinoma following definitive intensity-modulated radiotherapy. Asia-Pacific Journal of Clinical Oncology. 2019;15:48–55.

咽頭がんに関する疫学調査の概要

原爆被爆者を対象とした疫学調査

| 番号 | 報告者 | 報告年 | 対象 | 調査方法 | 対象者等 | 結果の概要 | 線量に関する情報 | 潜伏期間に関する情報 | 備考 |
|----|----------|------|-------|------|-----------------|---|----------|------------|--------------------|
| 1 | Grantら | 2017 | 原爆被爆者 | コホート | LSSコホート105,444人 | 56例の症例数のみ報告（リスク値なし） | なし | なし | 部位としては、その他のがんに含まれる |
| 2 | Prestonら | 2007 | 原爆被爆者 | コホート | LSSコホート105,427人 | 口腔・咽頭がんとしてERR= 0.39/Gy (95% CI: 0.11- 0.76) 唾液腺以外の口腔がんではリスクは下がり、有意性も低下 | なし | なし | 口腔・咽頭がん277症例に基づく |

放射線作業者を対象とした疫学調査

| 番号 | 報告者 | 報告年 | 対象 | 調査方法 | 対象者等 | 結果の概要 | 線量に関する情報 | 潜伏期間に関する情報 | 備考 |
|----|----------------|------|-------------|---------------|-------------------------|--|-------------------------------------|------------|--------------------|
| 3 | 放射線影響協会 | 2015 | 日本の原子力作業従事者 | コホート | 放射線従事者中央登録センターの204,103人 | 口腔・咽頭がんのSMR=1.03 (95% CI: 0.89, -1.18) | 平均累積線量 13.8mSv | 10年と仮定 | |
| 4 | D. Richardsonら | 2018 | 仏英米原子力従事者 | コホート (プール) | INWORKSコホート 308,297人 | 口腔がん(最尤推定)のERR= 0.73/Gy (90% CI: <-0.83, 4.63) 口腔がん(ベイズ推定)のERR=0.70/Gy (90%CI:-0.39-1.83) | 皮膚・口腔の平均線量 男性23.0mGy 女性4.8mGy | 10年と仮定 | 咽頭がんは口腔がんを含めてリスク評価 |

原子力関連施設の周辺住民を対象とした疫学調査

| 番号 | 報告者 | 報告年 | 対象 | 調査方法 | 対象者等 | 結果の概要 | 線量に関する情報 | 潜伏期間に関する情報 | 備考 |
|----|--------------|------|-----|------|--------------------------|--|----------|------------|---------------------|
| 5 | de Vathaireら | 1998 | 仏住民 | コホート | フランス北東部のモナザイト廃棄物処分場周辺の住民 | 処分場から0~5kmで9例, SMR=1.62 (95%CI: 0.74, 3.07), 5~10kmで16例, SMR=1.26 (95%CI: 0.72, 2.05), 10-13kmで16例, SMR=1.23 (95%CI: 0.70, 2.00), 13~16kmで9例, SMR=0.81 (95%CI: 0.37, 1.53) | なし | なし | χ二乗検定では距離とSMRの有意性なし |

放射線診療を受けた患者を対象とした疫学調査

| 番号 | 報告者 | 報告年 | 対象 | 調査方法 | 対象者等 | 結果の概要 | 線量に関する情報 | 潜伏期間に関する情報 | 備考 |
|----|----------|------|------------|----------|-----------|---|---|------------------------------------|------------------------------|
| 6 | Hashibeら | 2005 | 口腔がん患者 | 後ろ向きコホート | 30,221人 | 発症部位(咽頭がん)での二次がん発症の相対危険度(RR) = 5.9 (95% CI: 1.7-20.7) | なし | なし | RRは照射から二次がん発症までの期間とともに増加 |
| 7 | Wangら | 2000 | 台湾の鼻咽頭がん患者 | 後ろ向きコホート | 1,549人 | 頭頸部がん及び肉腫で16例, 標準化罹患率(SIR) = 16.5 (95%CI: 10.0-26.8) | 放射線治療は全身に46.8Gy, その後原発がんは64.8~72Gy, 頸部総リンパ節に24~30Gyの電子線照射 | なし | 頭頸部がん発症には喫煙, 飲酒, EBウイルス罹患も関与 |
| 8 | Brownら | 2010 | 子宮内膜がん患者 | コホート | 女性69,739人 | 口腔及び咽頭がんのO/E比 = 0.75 (99%CI: 0.60-0.93) | なし | 被ばくから二次がん発症までの期間は中央値で9.8年, 最大30.1年 | |
| 9 | Chowら | 2019 | 鼻咽頭がん患者 | 後ろ向きコホート | 751人 | 中咽頭がんのSIR=25.00 (95%CI: 12.81-90.25) | 患部の照射量は60~70Gy | 経過観察期間の中央値は5.7年 | |