

マーシャル諸島における健康診断フォローアップ: 60年間の臨床経験の概要 (仮訳)

発表者: Ashok N. Vaswani, MD
米国エネルギー省、ワシントン
及び国際援助サービス、ホノルル、ハワイ

国際放射能及び甲状腺がんワークショップ、日本国東京
2014年2月21～23日

おことわり

このプレゼンテーションで表明されている意見は私個人の意見であり、米国エネルギー省(DOE),国際援助サービス(IOS)又はRMI政府のいずれの公式な意見又は立場を表すものもありません。



Republic of the Marshall Islands



キャッスル作戦

1946年から1958年まで米国は太平洋の諸島で核実験を行った。試験のリスクを被るおそれのある住民は、より安全な島々や試験現場から遠い場所に移された。

キャッスル作戦中の1954年3月1日に、予想よりも高いレベルの降灰が住民の居住する環礁に到達した。作戦の計画モデルは、放射性の塵のより速やかな分粒と、より急速な降下を正確に想定していなかった。

キャッスル作戦(続き)

降灰と爆発からの灰の範囲はビキニ島から約150マイル(240 km)の距離まで広がり、ロンゲラップ島とウチリック島から移住した住民の居住する島々を覆った。その灰は西から東の方向に出現し、合計で約12時間降り続いた。*

*事故により放射性的降灰にさらされたマーシャル諸島の住民における20年間の医学的所見の見直し。Robert A. Conard, et al. BNL 50424,1975.



Republic of the Marshall Islands



局地的放射性降灰からの被曝の影響

好奇心からその灰を食べ、又は食物連鎖に組み込まれた灰を摂取した小児は最も高い被曝を経験し、成人よりも大きなリスクを持った。

全体的に、ロンゲラップ島の住民はより多い量の放射線を受け、ウチリック島の住民はその約10分の1しか被曝しなかった。これは、ウチリック島の爆発現場からの距離と同島への降灰到達時間が長かったことによる。

半減期の短いヨウ素の放射性同位元素(I-133とI-135)は甲状腺に蓄積する。ロンゲラップ島の住民は3種の放射性同位元素(I-131、I-133及びI-135)のすべてから被曝し、そのうちI-133の貢献度が高かった。

ロンゲラップ島とウチリック島の成人の累積的な内部及び外部線量 (最高推定値*)

器官 (mGy)	モード	ロンゲラップ	ウチリック
甲状腺	内部	7600	760
RBM, 胃, 結腸	内部	3382	294
全身	外部	1600	130

RBM - 赤色骨髄

1 Gy = 100 Rad

*Simon et al., 健康物理学, Vol 99(2), p 186, 2010の表19から再計算された。

線量と時間の関数である臨床的影響

降灰を浴びた直後の医学的影響としては、皮膚と頭皮の火傷を含むかゆみ、はがれ及び損傷が見られた。

より長い露出時間、又はより大きい線量により、患者は吐き気と腹部の不快感を経験し、それは食欲減退とある程度の体重減少を伴っていた。

降灰直後の数カ月間に白血球の数が減少したが、それから数カ月後に安定し、正常値に戻った。

ひとりの小児は長期間白血球の数が少なく、結局急性骨髄性白血病を発症して死亡した。

降灰後の活動

直後:

クアジャリンに被曝住民のための医療施設が設立された。

長期:

ニューヨークのブルックヘブン国立研究所に

医療チームが結成された。

医療チームは最低年2回マーシャル諸島に派遣された。

ローレンス・リバモア国立研究所:

放射能の影響に関する環境モニタリング/線量測定。

土壌、植物及び水生生物のサンプリング。

表土の改善とカリウムの補充。

降灰後の活動は米国とRMIとの間の自由連合盟約の中で建議されてきた。

甲状腺の病気及びその他の状態のための フォローアップに含まれるグループ

被曝した患者は被曝時の環礁(ロンゲラップ及びウチリック)により、また治療前の内部及び外部線量の合計によりグループ分けされた。

被曝していない個人の比較グループの構成はロンゲラップの被曝グループと年齢・性別の面でできるだけ一致させた。これらの患者は放射性降灰のすぐ近くには住んでいなかった。

人口統計

グループ	元の患者数	現在の生存者数	生存患者の平均年齢	死亡した患者の平均年齢
ロンゲラップ	86	25	65	71
ウチリック	167	42	64	69
比較	147	53	66	69
合計	400	120		

甲状腺小結節と甲状腺機能低下

甲状腺小結節は降灰の8年後に早くも検出され、最初の2人の小児は被曝から約10年後の13歳のときに小結節の手術を受け、それらの両方とも良性の腺腫小結節であった。

年齢から予想される身長に達していなかった2人の小児に軽い甲状腺機能低下が検出され、これらの小児は甲状腺ホルモンの補充によりその代謝異常が矯正された。

甲状腺小結節と結果の概要 -1

グループ	患者数	性別	1954年 当時の 年齢	手術時の 年齢	被曝後の 年数
ロンゲラップ	20	女	12.5	28.8	16.3
	8	男	3.1	18.5	15.4
ウチリック	19	女	18.7	43.8	24.6
	6	男	9.2	39.2	30.0
比較	12	女	22.3	45.7	23.4
	7	男	20.8	45.6	25.0

甲状腺小結節と結果の概要-2

グループ	患者数	性別	腺腫性の	アデノーマ	潜在的な	顕在的な
ロングラップ	20	女	12	2	1	5
	8	男	8	0	0	0
ウチリック	19	女	9	2	4	4
	6	男	0	3	2	1
比較	12	女	8	1	2	1
	7	男	3	0	0	4

1954年当時18歳未満であった小児の乳頭状甲状腺がん

性別	ロンゲラップ	ウチリック	比較
女性	23	34	38
乳頭状がん	3	3	0
男性	18	38	34
乳頭状がん	0	1	3
胎児	4	9	4
乳頭状がん	0	0	0

甲状腺小結節に関する観察結果

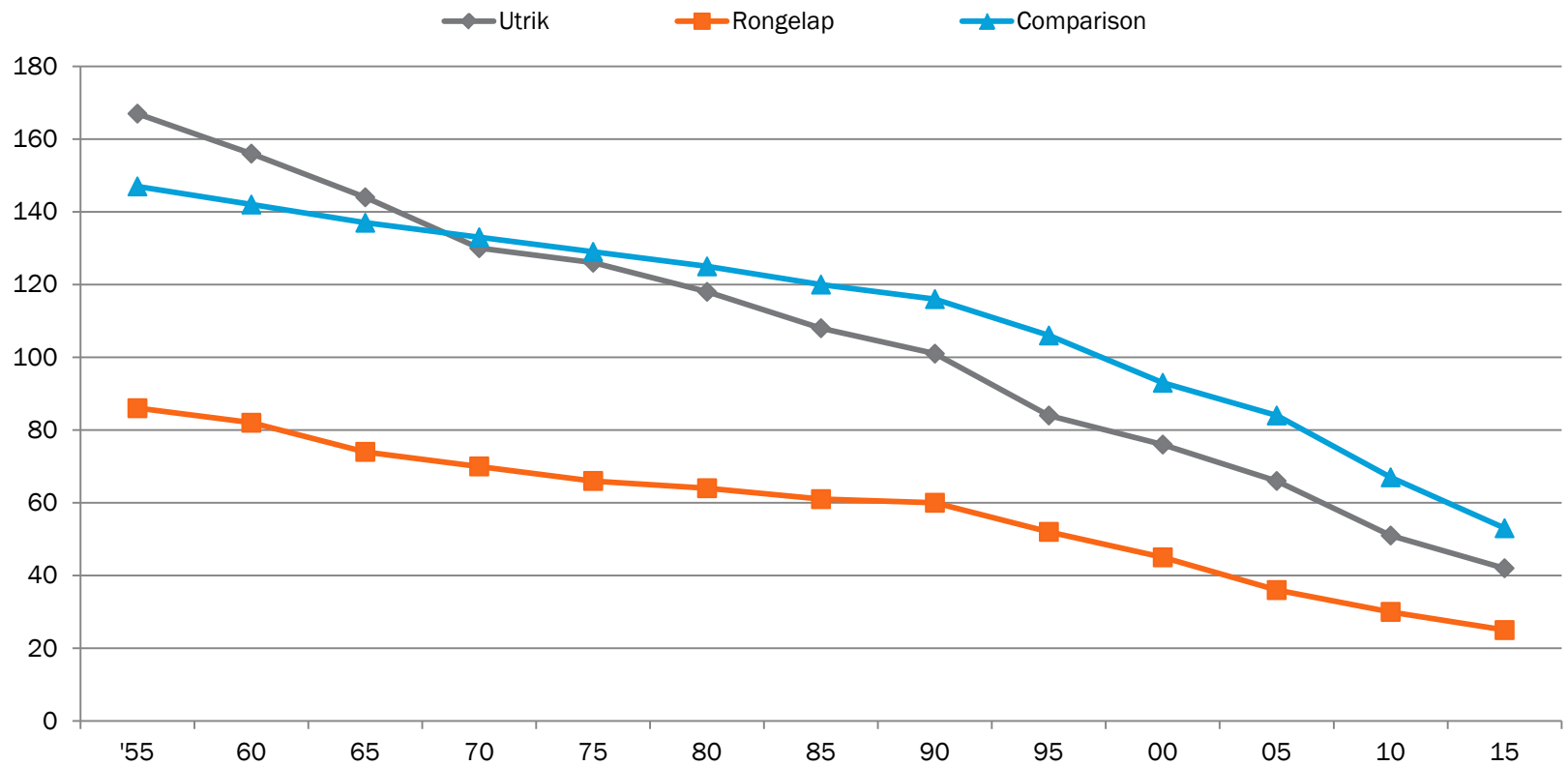
それぞれの患者グループにおいて、女性の方がより多く手術を受けた。

男性は1954年の降灰時の年齢がより若かった。

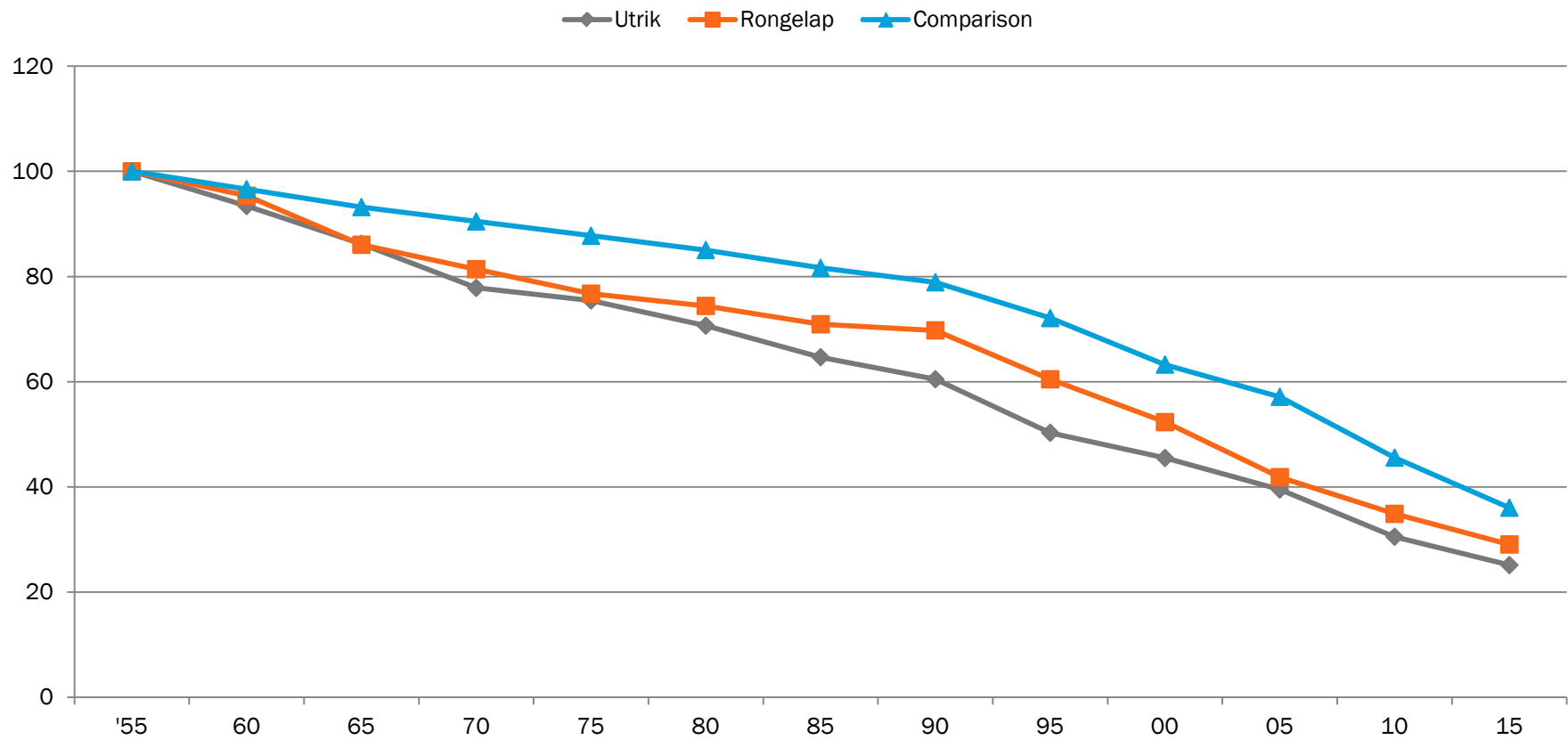
若い男性の方が放射線に対する感受性が高い可能性があるにもかかわらず、被爆グループの中で顕在的な乳頭状甲状腺がんの症例は1つのみであった。

手術時の平均年齢と手術時の被曝からの年数は、低い被曝グループと比較グループの間で類似していた。

1954~2014年の5年間隔で示された死者の数



1954~2014年の元の人口のパーセントで示された 死者の数



死因

心血管

真性糖尿病又は高血圧による慢性腎

主としてHep Bによる肝細胞の病気

乳がん

前立腺がん

肺がん

ロンゲラップ及びウチリックの住民の間で甲状腺がんにより死亡した例は報告されていない。

既知の、及び疑われるその他の一般的な病気

2型糖尿病

高トリグリセド血

甲状腺小結節

良性の大腸ポリープ

肝硬変

敗血症

大脳基底部血管疾患

現行の甲状腺検査プロトコル

患者には少なくとも年1回の健康診断が提供され、その年1回の通院中に異常な所見が検出された場合、追加的通院のスケジュールが組まれる。

血液検査はルーチンの化学プロファイル、遊離T4、合計T3、CBC、超高感度TSH、サイログロブリン及び抗サイログロブリン抗体を含む。

甲状腺の超音波検査(GE -LOGIQ e) は年に1,2回すべての患者に対して行われる。FNAは1cmを超える小結節又は臨床的に疑わしい小結節に対してスケジュールが組まれる。

甲状腺ホルモンの補充は、すべての甲状腺機能低下及び手術後の患者に対して提供される。

一般的な健康診断プロトコル

生存している120人の対象者のうち71人に対する糖尿病治療は継続して行われている。患者には個人用のブドウ糖モニタが提供され、フォローアップ中の3カ月に1回試験片が与えられる。少なくとも年に2回、(グリコ)ヘモグロビンA1cの値が確定される。

その他のがんの存在又は発生をモニタするために、その他の臨床的に適切な医学テストが提供される。

すべてのがんに対する治療は、その発生後直ちに提供される。

環境モニタリング

カリウムによる積極的な環境の回復措置により食物連鎖へのセシウムの取り込みを削減することができる。

住民が移住する野菜農業地域の画定が進行中である。

セシウム137からの被曝を測定するための全身カウント・プログラムがマジュロ(RMIの首都)、エニウエトク(環境モニタリング施設)及びロンゲラップ(WBC 施設)で開発された。

環境モニタリング(続き)

身体測定はマーシャル諸島の特定地点で行なわれている。自然由来のK-40の測定のための計器と技術は当初ブルックヘブン国立研究所で開発された。一般公衆はこのテストを受け、長年にわたるセシウム137の体内蓄積物が存在しないことを確認すべきである。この非侵襲的なテストは糖尿病のため血中のブドウ糖の測定又はグリコヘモグロビンの値の確定と同様、日常的に使用することができる。

LLNLデータベース内の5,500を超えるボランティアWBC測定値は、北部の環礁の居住者の間で低いレベルの検出可能セシウム137が見られる一方、比較対象であるマジュロ及びその他の南部の環礁に居住するボランティアの間での検出可能なレベルは非常に低いことを示している。

Radiation in the Marshall Islands - Dose Ranges -

Absorbed Dose : expressed in Gray (Gy)
Dose Equivalent : expressed in Sievert (Sv)

1 Sv ~ 1 Gy for x-rays and gamma-rays
1 Sv = 1000 mSv
1 Gy = 100 Rad (conventional units)
1 mSv = 100 mrem (conventional units)

Regulations and Guidelines

acute exposure = all at once
chronic exposure = over a long time
[more than a year (for humans)]

Marshall Islands Nuclear Claims Tribunal (NCT)/GRMI cleanup standard (0.15 mSv per year adopted from U.S. EPA guidance for cleanup of Superfund sites)

DOE/NRC Dose Limit for Public (1.0 mSv per year, sanctioned by the IAEA, ICRP & the NCRP)

EPA radiological guideline for public relocation (~ 20 mSv per year)

DOE/NRC Dose Limit for Workers (50 mSv per year)

Full range of doses delivered by internally deposited cesium-137 in the Marshall Islands (2001-2011)

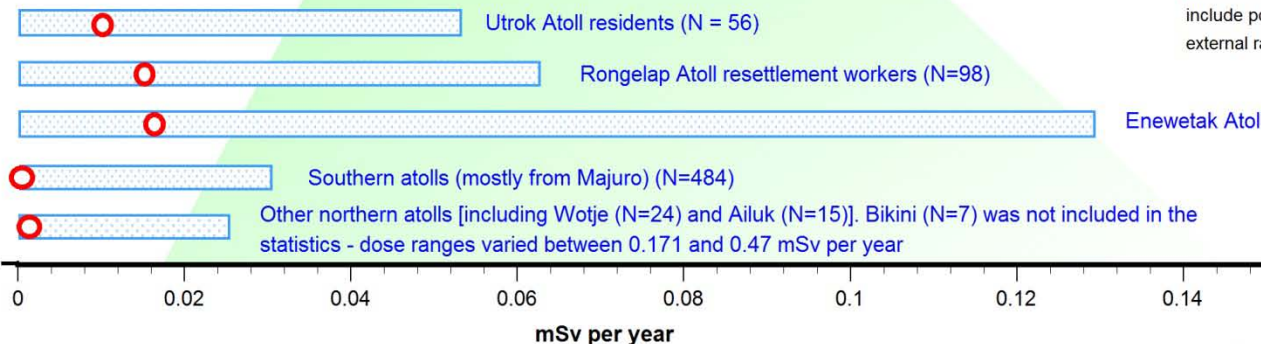


- DOE, Department of Energy
- NRC, Nuclear Regulatory Commission
- EPA, Environmental Protection Agency
- IAEA, International Atomic Energy Agency
- ICRP, International Commission on Radiological Protection
- NCRP, National Council on Radiation Protection and Measurements
- GRMI, Government of the Republic of the Marshall Islands

RMI Whole Body Counting (WBC) Program

[2011 calendar year dose from internally deposited cesium-137][#]

○ = average; □ = range



[#] Dose estimates from cesium-137 based on the whole body counting program do not include potential contributions from other internally deposited fallout radionuclides or from external radiation exposure.

病気のリスクを減らす: 環境と、人間の行動の管理

より高い腫瘍の発生率又は発生又はその他の種類の腫瘍が存在するようには見えない。すなわち被曝した人々は、肺がんに対する喫煙、肝硬変と肝細胞性損傷の発生に対するB型肝炎への露出、糖尿病と高血圧の合併症からの慢性的腎不全等、放射線以外の危険要因に基づくその他の病気に罹っているように見える。

ライフスタイルの変化の一部としての肥満、糖尿病及びメタボリック・シンドロームの遍在する災いがおそらく甲状腺がんの可能性より大きい臨床的及び医学的意味を持つと思われる。

まとめ

初期の段階での高度な設備なしで行なわれた手術及びフォローアップは、それでも患者にとって満足の行く結果を達成した。

いずれの患者も付加物としてのRAIを受けておらず、被爆後50年間なんらの甲状腺がんの再発の証拠もなく、うまくやってきている。

これは(少なくとも我々の仲間の間では)放射能が引き起こした腫瘍は乳頭状がんの攻撃的バリエーションではないことを示唆している。

比較グループと被爆者の寿命は同程度に見える。

すべてのグループでの甲状腺がんの合計数は、被爆した人々の間でパーセンテージがわずかに高かったが、数値的に同一であった。

まとめ

初期の段階で高度な設備なしで行なわれた手術及びフォローアップは患者にとって満足の行く結果を達成した。

いずれの患者も付加物としてのRAIを受けておらず、被爆後50年間なんらの甲状腺がんの再発の証拠もなく、うまくやってきている。

これは(少なくとも我々の仲間の間では)放射能が引き起こした腫瘍は乳頭状がんの攻撃的バリエーションではないことを示唆している。

比較グループと被爆者の寿命は同程度に見える。

すべてのグループでの甲状腺がんの合計数は、被爆した人々の間でパーセンテージがわずかに高かったが、数値的に同一であった。

まとめ

初期の段階で高度な設備なしで行なわれた手術及びフォローアップは患者にとって満足の行く結果を達成した。

いずれの患者も付加物としてのRAIを受けておらず、被爆後50年間なんらの甲状腺がんの再発の証拠もなく、うまくやってきている。

これは(少なくとも我々の仲間の間では)放射能が引き起こした腫瘍は乳頭状がんの攻撃的バリエーションではないことを示唆している。

比較グループと被爆者の寿命は同程度に見える。

すべてのグループでの甲状腺がんの合計数は、被爆した人々の間でパーセンテージがわずかに高かったが、数値的に同一であった。

まとめ

初期の段階で高度な設備なしで行なわれた手術及びフォローアップは患者にとって満足の行く結果を達成した。

いずれの患者も付加物としてのRAIを受けておらず、被爆後50年間なんらの甲状腺がんの再発の証拠もなく、うまくやってきている。

これは(少なくとも我々の仲間の間では)放射能が引き起こした腫瘍は乳頭状がんの攻撃的バリエーションではないことを示唆している。

比較グループと被爆者の寿命は同程度に見える。

すべてのグループでの甲状腺がんの合計数は、被爆した人々の間でパーセンテージがわずかに高かったが、数値的に同一であった。

まとめ

初期の段階で高度な設備なしで行なわれた手術及びフォローアップは患者にとって満足の行く結果を達成した。

いずれの患者も付加物としてのRAIを受けておらず、被爆後50年間なんらの甲状腺がんの再発の証拠もなく、うまくやってきている。

これは(少なくとも我々の仲間の間では)放射能が引き起こした腫瘍は典型的に乳頭状がんの攻撃的な変形ではないことを示唆している。

比較グループと被爆者の寿命は同程度に見える。

すべてのグループでの甲状腺がんの合計数は、被爆した人々の間でパーセンテージがわずかに高かったが、数値的に同一であった。

まとめ

初期の段階で高度な設備なしで行なわれた手術及びフォローアップは患者にとって満足の行く結果を達成した。

いずれの患者も付加物としてのRAIを受けておらず、被爆後50年間なんらの甲状腺がんの再発の証拠もなく、うまくやってきている。

これは(少なくとも我々の仲間の間では)放射能が引き起こした腫瘍は典型的に乳頭状がんの攻撃的な変形ではないことを示唆している。

比較グループと被爆者の寿命は同程度に見える。

すべてのグループでの甲状腺がんの合計数は、被爆した人々の間でパーセンテージがわずかに高かったが、数値的に同一であった。

謝辞

すべての患者治療及び環境調査はいくつかの協力合意及び契約の下で米国エネルギー省健康安全保安局の支援を受けて行われた。

有難うございました。