

医療被曝

Q：X線検査やCT検査はがんのリスクが高くなると聞いたのですが？

A：最近では福島原発事故等の影響で放射線検査や治療を嫌がる患者さんが増えているようです。

放射線は現在、医療に欠かせないツールとしてX線写真、CTやPETなどの診断、X線や粒子線を用いた治療など幅広い分野で利用されています。確かに、少量であっても被ばくはしますので、無害とはいいきれません。しかし放射線検査や治療による、病気の早期発見、治療効果などの有益性もあります。

今のところX線撮影やCT検査などの少量の放射線量が、がんのリスクを増加させるかどうかについては、まだ科学的に明らかにされていません。

X線検査

X線は放射線の一種で、光を遮る物体でも通り抜けることができるため、さまざまな検査に利用されています。X線を目的の物体に当てて、通り抜けたX線でフィルムを感光させると、物体の内部が透けて見える写真になり、これをX線写真といいます。このような単純なX線写真以外にも、透視、造影、CT（コンピュータ断層撮影）などのX線を応用した検査があり、これらをまとめてX線検査と呼んでいます。

X線検査の利点は、物を壊さずに内部の様子を調べられることです。そのため空港などの手荷物検査や美術品の分析などに幅広く利用されています。

以前はからだの表面を視たり、触ったり、聴いたり、叩いたりして体内の様子を推定していたのですが、X線検査によってからだを傷つけることなく体内の異常を診断できるようになりました。

X線が物を通り抜けるその通り抜けやすさ（透過性）は物質によって違います。空気のように通り抜けやすい（透過性が高い）物質だと、より多くのX線が通り抜けてフィルムにたどり着くので、より強く感光して黒く写ります。逆に金属など通り抜けにくい（透過性が低い）物質だと白く写ります。したがって写真の白黒の度合いから写った物体の透過性がわかるので、その透過性から成分が推定できます。

X線写真の白黒の度合いは大雑把に4段階、つまり黒（空気）、黒っぽい灰色（脂肪）、白っぽい灰色（水）、白（金属）に分けられます。胸部の写真でいうと、肺は空気を多く含むのでほとんど黒く写ります。皮下脂肪は黒っぽい灰色です。空気を含まない心臓、血管、筋肉などはすべて水と同じ濃度で白っぽい灰色です。骨はカルシウムを多く含むので、金属の濃度、白です。この白黒の度合いによって、1枚の胸部写真に影絵のように重なって写る肺、心臓、骨

などを区別できます。

X線写真は手軽で被ばく量が少ない反面、胸部X線写真は平面の画像で見えるものには限界があります。そのような欠点をカバーしてより鮮明なからだの断面像を見ることができるのがCT検査です。

CT検査（コンピュータ断層撮影）

CT検査はからだの周囲を回転しながらX線を照射することで、骨などの影になっていて見えなかった部分も鮮明にみることができます。

X線管球からX線が放出され、人体を透過したX線情報を、反対側にある検出器がキャッチします。そのデータをコンピュータで画像にします。数秒で画像にできるため、ほぼリアルタイムで体の横断面を見ることができます。

放射線の単位

人体の受ける被ばくの影響を評価するためにはSv（シーベルト）という単位を使います。放射線から受けるエネルギーはふつうGy（グレイ）という単位を使いますが、人体への影響はエネルギーだけではなく、放射線の種類や被ばくした部分の組織（臓器）によって大きく影響されます。そのためグレイの値に状況に応じた係数（放射線荷重係数と組織荷重係数）をかけて、シーベルトの値を計算します。一般的には医学的検査による被ばくは微量なので、mSv（ミリシーベルト）を使います。

この単位を使ってX線検査による被ばくの影響を比較すると、放射線量が少ない胸部X線撮影の0.06～0.15mSvに比べると、CT検査の方が被ばく量は多くなります。CT検査の被ばく線量は、撮影部位（頭部・胸部・腹部・全身など）や撮影方法により異なりますが、1回あたり5～30mSv程度です。からだへの影響はX線写真を100枚以上取ってもCT 1回分以下です。

また宇宙や地面、空気からも放射線が出ているので、人間は地上で生活しているだけで年間2mSv程度自然放射線として被ばくしています。さらに航空機では、宇宙からの放射線のために被曝が増えます。例えば東京とニューヨークを往復するだけで0.2mSv程度、つまりほぼ胸部X線写真1枚分の被ばくを受けます。

各放射線量診療の診断参考レベルと実際の被ばく線量

検査の種類	診断参考レベル			実際の被ばく線量	
	IAEAガイド ダンスレ ベル	日本放射線 技師会 ガイドライン	線量の種 類	線量	線量の種類
胸部撮影	0.4mGy	0.3mGy	入射表面 線量	0.06mSv	実効線量
上部消化管 検査		直接100mGy 間接50mGy	入射表面 線量	3mSv程度	実効線量
乳房撮影	3mGy	2mGy	乳腺線量	2mGy程度	乳腺線量
透視	通常 25mGy/分 (高レベル 100mGy/ 分)	透視線量率 25mGy/分	入射表面 線量率	手技によ り異なる	
歯科撮影	なし	なし		2-10 μ Sv 程度	実効線量
CT撮影	頭部 50mGy 腹部 25mGy	頭部65mGy 腹部25mGy	CT線量指 標	5-30mSv 程度	実効線量
核医学検査	放射性医 薬品ごと の値	放射性医薬 品ごとの値	投与放射 能	0.5- 15mSv程 度	実効線量
PET検査	放射性医 薬品ごと の値	放射性医薬 品ごとの値	投与放射 能	2-20mSv 程度	実効線量

文献6) より引用

表2 吸収線量と実効線量の特徴とその用途

吸収線量 (Gy)	- ある部位 (臓器) または全身の受ける線量を表す基本的な線量 - 身体の影響とは無関係であるので、物理的な線量としてあらゆる用途に用いることができる - 全身、部分被ばくでも同じ全身、部分の同じ条件での被ばくの場合に加算が可能であるが、条件が異なる場合は加算できない。
実効線量 (Sv)	- 線量限度の遵守、最適化など放射線防護の目的で用いる。 - いろいろな被ばくについて防護の観点から、影響の大きさを比較するのに適している。 - 全身被ばくや部分被ばく、内部被ばくや外部被ばくが混在しても加算することができる。 - 原則としてはがんと遺伝性影響に関する防護のためだけに用いる。治療の線量評価や疫学でのリスク評価のために用いるのは適切ではない。

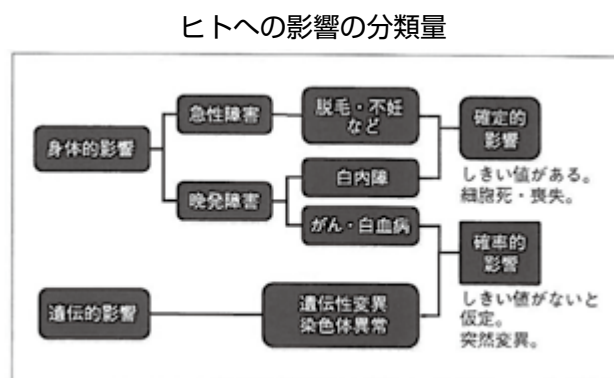
文献2) より引用

生体への影響

放射線の生体への影響は、確定的影響 (deterministic effect) と確率的影響 (stochastic effect) があります。確定的影響は、比較的高線量 (100～数千mGy以上) の放射線を被ばくした後、数時間から数週間で出てくる影響です。被ばく量がある値 “しきい値” を超えると影響を起しますが、しきい値以下だと起こらないタイプの障害です。例えば、「髪が抜ける」「皮膚が赤くなる」「血液細胞が減少して感染症が起こりやすくなる」「子供が産めなくなる」などの症状が起きます。

一方、確率的影響は被ばく量に応じて発症率が高まるタイプの障害です。わずかな被ばくであっても障害をきたす可能性は否定できません。発がんや被ばくしたヒトの子孫に現れる遺伝

性（継世代）影響が含まれ、被ばくによるDNAの損傷が原因とされます。たとえば広島、長崎の被ばく者のデータでは、200mSv以上の被ばくとがん発症率は比例します。しかしDNAの損傷がわずかであれば発がんにはいたらず、自己修復されてしまうため、X線写真程度の被ばくが発がんを高めるかは実はまだわかっていません。また遺伝性影響についても100mSv程度の低線量では実験動物やハエなどでは観察されていますが、ヒトでは観察されていません。



文献3）より引用

組織への影響

放射線の影響は臓器によって異なります。原爆被爆において、その部位の発がんにどれくらい放射線が寄与したかを示す寄与率は、骨髄（49%）、乳腺（27%）、甲状腺（25%）、皮膚（23%）、膀胱（16%）、肺（15%）と続き、反対に子宮（2%）や前立腺（2%）、腎臓（3%）と小さくなっています。

代表的集団（アジア人と欧米人の仮想混成集団）において各部位のがん発生頻度、致死率、寿命損失年数を考慮して、相対損害を算出する組織加重係数が大きいのは、骨髄、肺、乳腺、胃、結腸です。胸部被ばくした場合は加重係数が大きいのは肺、乳腺、胃で、胸部以外の結腸や卵巣などはほとんど被ばくしないのでリスクを考える必要はありません。

胎児・子供の被ばく

一般に胎児・子供は放射線感受性が高いと考えられています。組織の細胞が活発に分裂しているからです。また、被ばく後も長い年月を生きるので、放射線の影響が出る機会が増えることも考えられます。

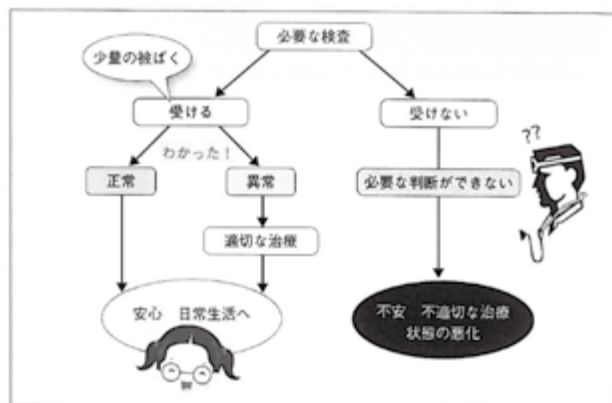
胎児期は、着床前期（受精から10日）、器官形成期（3～7週）、胎児期（8週以降）に分かれます。着床前の胚は放射線感受性が高く、致死に至ります。器官形成期の被ばくでは、奇形が誘発されます。8週以降は脳の増殖・分化が活発なときで、被ばくによって重度精神遅滞やIQの低下がおこります。このような影響は確定的影響で、しきい値は100～200mGyです。

現状と課題

検査に限ってみると、国際的に日本人の医療被曝は多いと言われています。その一因は日本のCT撮影機器の多さにあると言われています。経済協力開発機構（OECD）が加盟国の保健医療についてまとめたOECDヘルスデータ2010によると、人口100万人あたりのCT台数は、加盟国平均27.3台に対して日本は97.3台と4倍近い差が認められました。日本でのCTの普及によりPET/CT装置など最新の技術の放射線検査で、かなり小さながんが発見できるようになりました。

医療被曝の線量については国際的な規制値はありません。これは、線量が単に少なければいいというわけではなく、必要な検査結果や治療効果が得られなければならないからです。放射線検査による被ばくのリスクとともに、検査を受けないことで、病気の発見が遅れたり、治療のタイミングを逸したりするリスクもあります。被ばくという不利益と早期発見・治療という利益をてんびんにかけ、医学的に検討することが必要です。

放射線検査のインフォームドコンセント（フロー）



文献1) より引用

日本は医療大国でありながら、医療被曝の取り組みに関しては欧米より遅れています。

WHOは医療放射線の防護に向けた活動を推進しています。(Global Initiative)

IAEAの「放射線防護の安全基準（BSS）」の中でも医療被曝に関する内容が大きく取り上げられています。米国では「Image Gently（画像は優しく）」というキャンペーンを展開し、子供の体の大きさや厚みに併せて条件を工夫し、なるべく低い線量で（ただし必要な画質を損なわない範囲で）撮影をするように働きかけています。

日本でも医療被ばくの課題に関する情報を共有し、オールジャパンで取り組むことを目指して、2010年3月に「医療被ばく研究情報ネットワーク（略称：J-RIME、事務局：放医研）」が設立されました。

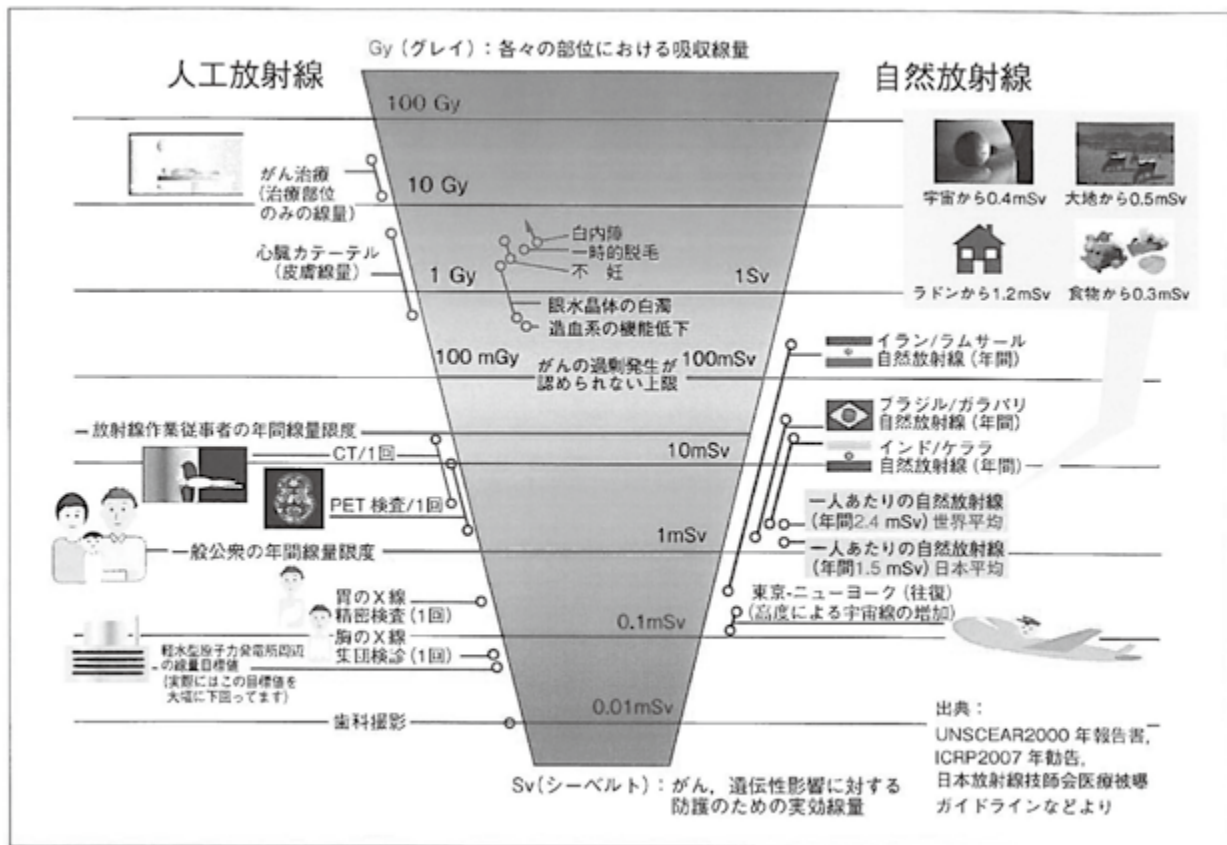


図3 生活環境におけるさまざまな放射線の線源による線量レベル

文献2)より引用

【 参考文献 】

- 1) 神田玲子, INNERVISION (25.6) , 2010
- 2) 酒井一夫, INNERVISION (25.6) , 2010
- 3) 島田義也, INNERVISION (25.6) , 2010
- 4) 永田泰自, からだの科学, 268, 2011
- 5) 日本画像医療システム工業会、都薬誌, Vol.32, No.12 (2010)
- 6) 放射線医療総合研究所ホームページ:
http://www.nirs.go.jp/news/etc/etc_11_qa.shtml
- 7) 朝日新聞、2011年9月24日