

医療被ばくの現状

Present State of Medical Exposure

小山修司¹⁾, 青山隆彦¹⁾, 川浦稚代¹⁾, 藤井啓輔²⁾

Shuji KOYMA, Takahiko AOYAMA, Chiyo KAWAURA, Keisuke FUJII

名古屋大学医学部保健学科¹⁾, 放射線医学総合研究所²⁾

Nagoya Univ.¹⁾, National Inst. Radiol. Sci.²⁾

1. はじめに

温室効果ガス25%削減で、一躍世界的な注目を浴びた我が国であるが、かつては、ランセット論文をもとにした新聞報道で、世界で有数の医療被ばく国として騒動になったことも皆様の記憶に残っていることと思われる。2004年当時の状況で、日本に存在するX線CT装置保有台数は、約15,000台以上、世界に存在するうちの約3分の1が我が国で稼働していたことになり、この割合は現在でも大きく変わっていないと思われる。医療水準の高さによって、長寿で世界のトップを争っていることを忘れてはいけないが、余分な放射線被ばくは避けるべきであり、関係機関や学会などで日々研究が進められているのは皆様もご存知のところである。ここでは、医療被ばくの測定法、評価法、測定値などを示し、医療被ばくの現状をご紹介します。

2. 一般撮影・IVR・マンモグラフィによる被ばく

医療被ばくを論じる場合、大まかに一般撮影・透視検査(Interventional Radiology [IVR]を含む)、マンモグラフィ、X線CTに分けて考えると都合が良い。これは、測定値を比較する基準(ガイドライン)が、これらに分けて設定されているということによる。ICRPなどによる「診断参考レベル」や日本放射線技師会による医療被ばく低減目標値などがこれに当たる。医療被ばくには、他にも核医学診断や放射線治療に伴う被ばく、介助者の被ばくも含まれるが、施行数の割合が小さいことから、これらについて今回は言及しない。

さて、一般撮影・透視検査について、その吸収線量評価点は、入射皮膚表面となる。これらの検査で、X線の入射方向が1方向からになることで、吸収線量最大値が、入射皮膚表面となるからである。全身における、骨の撮影、胸部・腹部の撮影、バリウムを用いた胃や大腸の透視検査、ヨード系造影剤を用いた血管造影検査及びIVR(特に心臓の冠動脈血管内治療)などがこれに対応する。通常の撮影や検査においては、これらの被ばく線量はさほど大きくなく問題にはならないが、長時間にわたるIVRでは、紅斑、脱毛、場合によっては潰瘍などの発生が報告され、臨床現場において注意喚起が行われている。

次に、マンモグラフィであるが、我が国では、これを用いた乳癌検診の受診率向上が推進されている。ピンクリボン運動というのを聞きになっている方も多いと思われる。10月はピンクリボン月間ということで、各地で様々な催しが行われている。40歳以上の女性について2年に1度、マンモグラフィによる検診を受けることが勧められているということで、国民線量を増やす要因となる。

マンモグラフィも、一般撮影などと同様、X線入射方向は1方向からであり、皮膚入射表面の吸収線量が最大となるが、組織を構成する中で、乳腺組織の放射線感受性が高いことから、乳腺組織全体の吸

収線量の平均値である「平均乳腺線量」というのを評価の基準にしている。評価のためには、測定が必要となるが、この直接の測定が不可能であるため、X線入射面に相当する位置での照射線量測定値に、モンテカルロシミュレーションであらかじめ求められている係数を乗ずることによって、平均乳腺線量を算出している。評価の基準は、この値で与えられている。

3. X線 CT による被ばく

X線 CT では、線量評価に、CT Dose Index(CTDI)と Dose Length Product(DLP)という評価値が用いられている。いずれも、規格化された測定に基づく評価値であり、CTDI_w (weighted CTDI) は、1 スキャンあたりにおける、直径 32cm (対幹部を想定) もしくは直径 16cm (頭部を想定) の円筒形アクリル樹脂ファントムの中の中心軸上の 1 点及び、表面から 1cm の深さの数点の吸収線量の荷重平均を表している。近年の Multi Slice CT(MSCT)では、ヘリカルスキャンの際、患者寝台移動のピッチ (X線管の 1 回転あたりの移動距離を X線ビーム幅で除した値) が 1.0 より小さくなるスキャンを行うため、この補正を行う必要がある。すなわち荷重平均された CTDI_w をピッチで除算して、CTDI_{vol} (volumetric CTDI) として評価に用いる。この CTDI_{vol} で、ファントム中の 1 点の平均的な吸収線量を評価する。DLP は、CTDI_{vol} に、X線が照射される体軸方向の幅 (scan length) を乗じたもので、1 検査あたりの総線量に比例する評価値である。X線 CT の評価の基準はこれらの値で設定されている。

4. 臓器線量・実効線量による評価

前述したところまでが、各種診断モダリティにおける測定と評価法において、ある程度コンセンサスが得られているところであるが、実際の人体内の各臓器・組織がどれくらいの被ばくをしているかということは、撮影の方法や装置の開発を考える上で、非常に興味のあるところである。また、近年ではインフォームドコンセントの立場に立ち、患者さんからの質問に、ある程度明確な情報を与える必要も出てきている。

こうした要求に応えるべく、人体等価ファントム中に、線量計を埋め込んだ系での測定が行われている。我が国では、かつてより放射線医学研究所が中心になり、数々のデータを世に出しており、国際的にも、研究的にこのような実測、あるいはシミュレーションを用いた評価・検討が行われている。我々の研究グループでは、市販の人体等価ファントムに、自作の半導体線量計を埋め込み同様の測定を行ってきている。このシステムにおいて、成人ファントムは日本人成人男性の標準体型 (身長 170cm, 体重 60kg), 小児ファントムは日本人 6 歳児の標準体型 (身長 115cm, 体重 20kg) であり、それぞれ軟部組織等価物質, 骨等価物質, 肺等価物質で構成されている。このファントムの臓器・組織位置に、フォトダイオードを 2 個背中合わせに接着し、X線感度の方向依存性を少なくした検出器を配置し、出力を増幅した後、アナログ-デジタル変換することで、ほぼリアルタイムで組織・臓器線量, 実効線量を取得できるようにしてある。これを用いて、様々なモダリティでの測定を行ってきているが、この一例を表に示す。医療被ばくの内訳では、冒頭にも述べたように、X線 CT の寄与分が大きく、したがって、例では X線 CT と、比較のために胸部単純撮影 (PA 方向) の測定値を示した。これらの値については、装置や施設の条件設定の違いによって、±50%程度の幅が生じるが、いずれにしても確定的影響が生じるような値でないことがわかる。セミナー当日は、さらにいくつかの例を示し、これらの意味合いについて皆様のご意見を伺いたいと思う。