

1. 装置間の線量評価のための新しい指標 “exposure index : EI” の概念と活用方法

國友 博史 名古屋市立大学病院中央放射線部

DRシステムとフィルム-スクリーンシステムの違い、DRシステムの功罪

世にデジタルラジオグラフィ (DR) システムが登場して30年以上が経過し、加えて、コンピュータ技術の進歩により、病院情報システム (HIS) や画像保存通信システム (PACS) の発展と相まって、現在では、ほとんどの臨床施設で単純X線撮影機器はデジタル装置に移行したと推察される。アナログシステム時代の撮影条件は、露光量 (スクリーンの蛍光発光量) に対し黒化度が変化するため、フィルム-スクリーンの相対感度によって撮影条件がほぼ決まり、必然的に撮影条件が決定されていた。その撮影条件は、撮影部位に応じて、管電圧、付加フィルタやグリッドの有無などを選択し、被写体コントラストや被ばく線量などを考慮しながら決定されていた。したがって、フィルム-スクリーンシステムであっても、黒化度から画質や被ばく線量を定義できないことは言うまでもない。しかし、アナログシステムの場合、過線量や線量不足の画像は、すぐさま写真濃度である黒化度として現れるため、その施設内である一定の幅を持って管理することが可能であった。

しかし、DRシステムでは、ディテクタに到達したX線量が、出力画像のピクセル値と相関することなく、かなり大きな割合でX線量を変化させても、画像処理の1つである自動感度補正機能

によって、出力画像のピクセル値を適切、かつ一定に保とうとする処理が働くため、安定した出力画像が得られる。この自動感度補正機能は、DRシステムの大きなメリットであるが、使い手 (診療放射線技師) が間違っても、どのようなX線量で撮影しても、適正なピクセル値とコントラストを持った画像として出力されてしまうため、極低線量で撮影された場合は出力画像上のノイズの増加としてとらえることができるが、過線量で撮影された場合、十二分な (過剰な) 信号対雑音比 (SNR) の画像となり、黒つぶれなどを起こさなければ、診断画像としては何ら遜色のない画像が得られてしまう。それに加えて、DRシステムの広いダイナミックレンジが、さらに診療放射線技師の特技を寛容にしてしまい、その結果として線量不足による失敗を恐れ、X線量を多めに撮影条件を設定するようになったと推察される。また、フィルム-スクリーンシステムを経験していない世代の診療放射線技師が増えたことや、放射線情報システム (RIS) とDRシステムとの連携により、部位ごとに詳細に撮影条件がプリセットされるため、撮影線量に対する意識が希薄になったことも一因と考えられる。

ICRP (International Commission on Radiological Protection) のPublication 93である“Managing patient dose in digital radiography”¹⁾において、DRシステムが一因で起こる過剰な放射線利用について、「デジタル技術には、患者線量を減らす可能性があるとともに、か

なりの線量を増やす可能性がある」と警告されている。そして、デジタル機器を臨床で使用する前に、特に患者の線量管理の面において、施設の診断基準レベルを調査し、診療放射線技師などはトレーニングされるべきであると勧告されており、DRシステムのシステム管理と患者線量管理の重要性を提言している。

画像診断でX線を活用する場合、放射線防護の基本概念である“ALARA (As Low As Reasonably Achievable)”として、「すべての被ばくは、社会的、経済的要因を考慮に入れながら、合理的に達成可能な限り低く抑えるべきである」という基本精神に則り、被ばく線量を制限しなくてはならないのは言うまでもない。そして、診療放射線技師は線量限度のない医療被ばくに対して、その臨床的診断価値を伴わない過剰な放射線量について慎まなければならない。

そこで、DRシステムの基本的画質特性を示す指標に雑音等価量子数 (noise equivalent quanta : NEQ) があり、これは、DRシステムの画像形成に寄与した量子数を反映するとされる。そのNEQは、出力画像のSNR²とされ、次式で定義される。

$$NEQ(u) = MTF^2(u) / NNPS(u) \dots (1)$$

ここで u は空間周波数、 $MTF(u)$ はpresampled modulation transfer function、 $NNPS(u)$ はnormalized noise power spectrumを示す。

X線量子は、理論的にはポアソン分布に従うとされ、そのポアソン分布の特性