

Exposure Index の基礎から臨床応用へ

大阪市立大学医学部附属病院
岸本 健治 先生

1.はじめに

デジタル撮影システムが増感紙—フィルムシステムを逆転した2001年から10年後の2011年アンケートによる浅田らの班報告¹⁾では、デジタルが96%となり、2015年の現在ではほぼ100%デジタル撮影システムとなっていると思われる。増感紙—フィルムシステムでは、撮影線量が不足であれば低濃度となり、過剰線量であれば高濃度となりどちらも再撮影が必要となった。しかし、デジタル撮影システムでは線量不足の画像はノイズが目立ち再撮影となるが、過剰な線量のときは、黒つぶれなどが出ない限り再撮影の必要はない。したがって、ICRP pub.93²⁾でも言われているように、放射線技師は再撮影しないために、過剰な線量で撮影を行う傾向にある。またこの現象は、2007年の鈴木らの班報告^{3), 4)}で施設間の被ばく線量比が数倍から数十倍以上であるとの報告で明らかとなり、現在に至っても被ばく線量の過剰照射が懸念されている。

加えて各デジタル撮影システムの感度指標は、検出器への照射線量に比例、あるいは反比例であったり、また数値は真数または対数で表わされたりと、各メーカーによりまったく違っており、デジタル撮影システム間での感度比較は困難であった。したがって、デジタル撮影システムが開発されて30年が経過したにも関わらず、一般撮影において各部位での撮影線量の標準化が実現できずに現在に至っている。

そこで、国際電気標準会議 International Electro technical Commission :IECが、IEC 62494-1⁵⁾において2008年に線量指標Exposure Indexを用いて、デジタル撮影システムの撮影線量の標準化を図ることを提唱した。(Table 1)

2.線量指標Exposure Index の基礎

以下に、Exposure Indexについて基礎的な内容を解説する。

2-1. Exposure Indexとは

Exposure Indexは次式で表わされる。

$$EI=c_0 \cdot g(V) \quad \text{---(1)} \quad c_0=100 \mu \text{Gy}^{-1}$$

$g(V)$ はキャリブレーション逆関数でそれぞれの装置毎に規定され、 V :Value of interest は、デジタル装置の今までの感度指標(例えばCRではS値)であり、 c_0 は $100 \mu \text{Gy}^{-1}$ の定数である。したがって、EI値は検出器に入射した線量(空気カーマ)を100倍した数値で表わされ、単位はない。

2-2.キャリブレーション

Exposure Indexのキャリブレーションは、IEC規格RQA5(半価層7.1mmAl)の線質で行う必要がある。しかし、実際の臨床画像では撮影部位により様々な管電圧(線質)を使用していること、また検出器の管電圧特性によっても値が変わるため、キャリブレーション時のExposure Indexと実際の臨床時のExposure Indexは多少異なる値となる。

2-3.目標線量指標:target Exposure Index(EIt)の設定

目標線量指標:target Exposure Index(EIt)は各撮影部位において、どれくらいの線量(画質)で撮影するかを指標で、検査部位、検査目的、撮影システムの検出器の種類や各施設で求めている画像(画質)により、大きく変わる可能性がある。

EItの決定方法の一例として、当院においての間接型FPD_{CsI}のフィリップス社製DigitalDAIAGNOST(DiDi)とCR装置(FCR5000)を用いてのEIt算出結果を示す(Table 2)。部位は腰椎正面と計測目的での全脊柱撮影、骨盤計測撮影である。FCR5000の腰椎正面(EI:800)とFPD_{CsI}(EI:350)と比較すると、FPD_{CsI}はFCR5000に比べ、1/2以下の線量での撮影となっている。

このように、検査部位、検査目的の他に検出器の種類、施設で求めている画質などの違いにより、目標線量指標(EIt)は異なる。今回のTable 2の臨床画像より求めたEI値を、当院においては目標線量指標(EIt)として考えて行く予定である現在検討中である。

2-4.偏差指標:Deviation Index(DI)の使用法

偏差指標:Deviation Index(DI)は、目標線量指標(EIt)に対する実際の撮影時のEI値の差異を表す指標である。

$$DI=10 \cdot \log_{10}(EI/EIt)$$

DIは実際のEIを目標線量指標(EIt)で割った値の対数を取り、それに10倍した値である。例えば、EItに対して同じEIの時は0となり、2倍線量、または1/2線量ではそれぞれ3.0、-3.0となる。DIは個々の施設で毎回の撮影が適正線量で行われているかを監視する指標である。そして、毎回の撮影が過線量、または線量不足になっていないかをチェックする指標として用いることが望ましい。また、DIはEItに依存するため、適切なEItの設定が必須となる。

また、AAPM(American Association of Physics in Medicine)⁶⁾が示している偏差指標(DI)の臨床での使

Table 1 線量指標の現状とExposure Indexの関係

	真数	対数
検出器の照射線量 に比例	<u>Exposure Index(IEC)</u> REX(キヤノン)	EI(ケアストリーム) IgM(アグファ)
検出器の照射線量 に反比例	S値(富士フィルム) S値(コニカミノルタ)	

Table 2 臨床画像からのEItの決定 (FCR5000とフィリップスFPD)

	EIt (FCR5000)	EIt (FPDCsl)
腰椎正面	798 (800)	338 (350)
骨盤計測(コーカサスマン)		105 (100)
骨盤計測(グースマン)		105 (100)
全脊柱(若年)	143~203 (170)	

()内は概算値のEIt

DI	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
EI/EIt	0.5	0.63	0.8	1	1.25	1.59	2

>+3	: ただちに原因の究明	: 2倍線量以上
+1~+3	: 過線量	: 再撮影はしない
-0.5~+0.5	: 適正線量	
-1~-3	: 再撮影を考える	
<-3	: 再撮影	: 1/2線量

Fig.1 偏差指標(DI)の使用法 (AAPM 推奨)

用方法をFig.1に示す。

当院において、EIt決定を臨床画像100例より行い、DIにおいて、図1での簡単な検証を行ったが、フォトタイマー(自動露出機構)を使用している部位においては、偏差指標(DI)が3.0以上、-3.0以下になることはほんの数%であった。

2-5. Exposure Index使用での注意点

Exposure Indexは検出器への入射線量を表す指標である。したがって ①Exposure Indexはデジタル装置の感度指標を表すものではない。また、②Exposure Indexと入射表面線量の値には相関関係は少ないこと(太っている方、痩せている方の入射表面線量は変化するが、Exposure Indexは太っている方、痩せている方の値に変わりはない)、③Exposure Index算出時、V:Value of interestを求める時の関心領域やヒストグラムの取り方がメーカー毎、各部位ごとに異なるために、同じ撮影部位においてもExposure Indexが変化すること。また、④検出器の線質依存性があるため、同一線質でキャリブレーションを行っても、実際の臨床画像ではExposure Indexが変化すること。⑤IEC 62494-1ではExposure Indexは一般撮影のCR、FPD、CCDシステムのみに適応され、イメージインテシファイア(I.I)、マンモグラフィ、デンタルシステム、複数曝射のトンシンセシス等については対象としていないこと等々①~⑤において注意しておくなければならない。

これら問題点を解決し、Exposure Indexがデジタル装置の線量指標として使用できるかを検討する研究班が、2013年に日本放射線技術学会で立ちあがり、現在も活動を続けている。これら問題点の解決に向けて、研究班の報告を待ちたい。

3.まとめ

Exposure Indexは検出器の入射線量を表す線量指標で

あり、すなわちX線画像の画質を表した指標である。しかし、X線画像の画質を表す指標には、検出器感度を含んだ量子検出効率(DQE)がある。したがってExposure Indexのみでは、デジタル撮影システムの線量指標であるとは言えないため、各デジタル撮影システムのDQE⁷⁾を考慮に入れた線量、線量指標の決定が不可欠となる。

Exposure Indexの導入は、間近であると考えられる。CRよりFPDへの移行が進んでいる今、線量指標Exposure Indexは、撮影線量の最適化を図り、大幅な被ばく線量低減を実現できる指標となり得ると確信している。

参考文献

- 1) 浅田恭生、他。X線診断時に患者が受ける線量の調査研究(2011)によるアンケート結果概要—撮影条件に関する因子を中心に—日放技学誌 2011;68(9):1261-1268。
- 2) ICRP Publication 93 Managing Patient Dose in Digital Radiology。2004
- 3) 鈴木昇一、他。X線診断時に患者が受ける線量の調査研究班中間報告。日放技学誌 2009;65(5):681-685。
- 4) 鈴木昇一、他。X線診断時に患者が受ける線量の調査研究班中間報告2。日放技学誌 2009;65(11):1582-1590。
- 5) IEC62494-1 Ed. 1: Medical Electrical Equipment-Exposure Index of Digital X-ray Imaging Systems Part 1: Definition and requirements for general radiography、2008
- 6) AAPM report No. 116 Exposure Indicator for Digital Radiography July 2009
- 7) 岸本健治、有賀英司、石垣陸太 他:デジタル画像の画質と被ばくを考慮した適正線量の研究。日放技学 2011;67(11):1381-1397。