

シンポジウム 4

DR班

「臨床画像を正しく評価しよう」

- 最適線量の考え方 -

岩手医科大学附属病院 中央放射線部 ○太田 佳孝(Ota Yoshitaka)

【はじめに】

近年一般撮影においてflat panel detector(FPD)の利用は普及し、computed radiography(CR)に比し高画質な画像が得られている。

一方、撮影条件は従来CRで利用していた撮影条件を引き継ぐ場合や、感覚的に線量低下を図っている場合が散見されており、撮影条件の最適化は依然課題として挙げられる。

今回FPDの臨床利用に対し、撮影条件をどのように考えれば良いか物理データを基に検討した。本シンポジウムにおいて共有する。

【撮影条件の考え方】

撮影条件を考えるにあたり、臨床における画像出力プロセスについて確認する。プロセスは大きく3段階に分かれ、X線の入力から画像処理が行われ、PACS等のモニタ出力に大別される。この中でも、画像処理に関しては近年様々な処理が増え、内容を把握しきれないまま使用している場合も散見される事からブラックボックス化が指摘されている¹⁾。今回、これらを踏まえた上で臨床画像を基準とした撮影条件の考え方は以下の順で逆説的に考えることを提案する。

臨床評価に耐えうる画質を知る→臨床評価に耐えうる画質を達成するための画像処理を決定する→画像処理が確実に実行できる撮影条件を設定する

臨床評価に耐えうる画質を知るためには臨床医による評価が必要であり、評価ポイントを知る事で具体的な画質の設定が可能となる。

また、評価ポイントをクリアするために必要な画像処理は行われるべきであり、画像処理特性の把握は重要である。本シンポジウムにおいて詳細は割愛するが、今後のテーマとして取り上げたい。

画像処理はどんな撮影条件でも万能に機能するわけではなく、安定して作用するノイズ量、コントラストが存在する。撮影条件はこの安定して画像処理が作用する範囲で可能な限り低被ばくの撮影条件を設定するのが求められる。

【検出器の特性】

検出器に対し、線量を段階的に下げて撮影した場合、ある線量以下で粒状性が目立つ(Fig.1)。

これは検出器の性能限界を超える低線量で撮影された場合に起こり、画像処理を行っても補正しきれない。

検出器の性能を把握するため、総合的な物理評価指標としてdetective quantum efficiency (DQE)が用いられる。DQEは入力特性を一定線量で規格化しているため、各システムの性能比較に用いる事ができる。DQEの詳細は本シンポジウム服部氏の内容にて解説されているため、詳細はそちらを参照頂きたい。DQEは線質によって結果が異なるが、IEC (International Electrotechnical Commission)にて規定されたRQA5(70 kV)を用いた場合、現在普及している間接変換型の

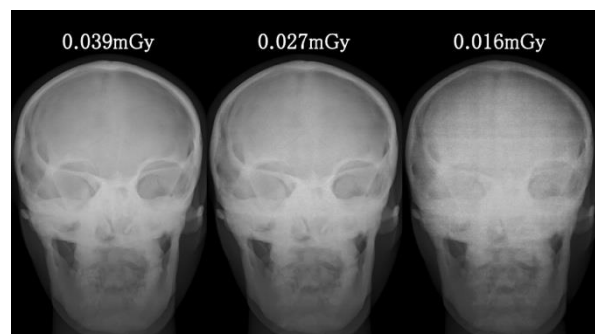


Fig.1 線量と粒状性の関係

FPDは低周波数領域において最も高値を示す²⁾。ただし、臨床上で利用するにあたり、注意すべきはシステム間で近いDQEの値となった場合、装置によって解像特性とノイズ特性が大きく異なるため、高コントラストを評価する場合はmodulation transfer function(MTF)、低コントラストを評価する場合はnormalized noise power spectrum (NNPS)を重視するなど、MTFとNNPSのバランスも考えて物理評価の結果を有効に利用していく必要があること

を補足しておく。

以下、具体的事案として頭部正面撮影に対する撮影条件の設定について述べる。

【背景・目的】

近年ICRP(International Commission on Radiological Protection)は「組織反応に対する声明」を勧告し、水晶体に対する組織反応の閾値見直し、および職業被ばくに対する水晶体の等価線量限度について従来よりも低い値を勧告している。日本においても電離放射線障害防止規則が改定され、2021年4月1日より放射線業務従事者の水晶体等価線量限度の引き下げが施行された³⁾。医療被ばくに対しても水晶体被ばくは慎重になるべきである。一方、当院における脳外科手術後は頭部CT撮影と頭部X-Pが同時に施行されているため、どちらも可能限り線量低減は必要である。今回、頭部X-Pの撮影条件を見直して線量の最適化を図ったので報告する。

【臨床医が求める頭部X-Pの評価ポイント】

複数の脳外科医にリサーチを行ったが、手術後の頭部撮影において脳外科医が評価するポイントは以下の2点であった。

- ・ドレーン先端位置の確認
- ・開頭範囲の確認(特に再手術の際、参考にしている。)

以上の事から術後頭部X-Pの評価は高コントラストの評価が中心であることがわかる。

【使用機器】

CR	FCR PROTECT CS	(FUJIFILM MEDICAL)
間接型FPD	CALNEO smart C77	(FUJIFILM MEDICAL)
X線装置	RAD speed Pro	(SHIMADZU)
ファントム	頭部CTファントムACS	(京都科学社)
解析ソフト	imageJ	(NIH)



Fig.2 関心領域の設定

【当院の撮影条件】

Source Image Distance(SID)100 cm
CR 75 kV 250 mA 0.05 sec (12 mAs)
FPD 75 kV 200 mA 0.032 sec (6 mAs)

【方法】

今回管電圧については一定とし、撮影条件 SID100 cm 75 kV 8, 4, 2, 1, 0.5 mAsの計5段階の線量を対象とした。上記5段階の線量にて頭部ファントムを撮影し、Raw dataを取得した。Fig.2に関心領域を示す。関心領域は直接線を除外し、被写体範囲に限定した上でヒストグラムを取得した。得られたヒストグラムより、8 mAsを基準にヒストグラム形状が担保されている線量域を特定した。また、処理画像に対し、視覚評価として、ドレーンチューブと同程度のコントラストである頭部縫合線を基準に縫合線が視認できる線量域を特定し、ヒストグラムとの整合性を確認した。

【結果】

各線量のヒストグラムを示す(Fig.3)。ヒストグラム概観は形状を保ったまま線量低下に伴い、低画素値へシフトした。また、ヒストグラムの基線は線量低下に伴い、2 mAs以下において振幅の増大による形状の再現性低下を認めた。

処理画像による視覚評価では2 mAsにて縫合線の描出は不安定化し、1 mAs以下で評価不良となった(Fig.4)。以上より75 kV 4 mAsを今回のシステム上、適切な撮影条件とした。

【考察】

ヒストグラムの結果は形状の再現性を示し、画像処理が再現性高く行われる状態を示す。すなわちヒストグラムが安定している撮影条件が臨床評価に耐えうる画質を達成するための画像処理に必要な撮影条件であると考

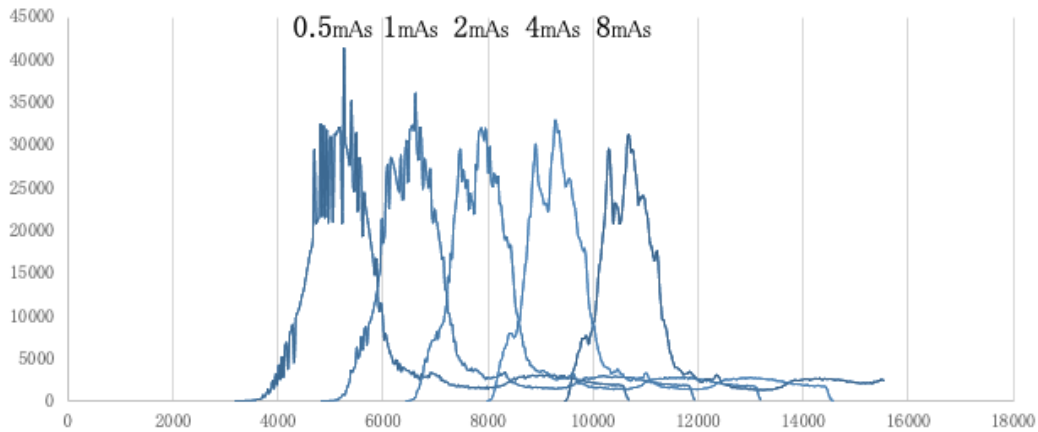


Fig.3 各撮影線量のヒストグラム



Fig.4 処理後画像の比較

える。画像処理は見えにくい信号を見易くすることはできるが、見えない信号を見えるようにはできない。

一方、視覚評価においては2 mAs以上の線量にて縫合線の描出が可能であった。本シンポジウム服部氏のDQEの結果ではRQA5 1 cycle/mmにおいて、間接型FPDはCRに比し3倍の値を示している。これはCRが最適線量の場合3分の1に線量低減できる可能性を示しており、本結果でも同様の傾向を示した。頭部X-Pにおける画像評価において高コントラストの描出が臨床評価に必要であったが、同様の高コントラストの評価例えば整形領域の骨撮影においても同一手法により撮影条件を設定可能と考える。

【まとめ】

臨床画像を基準と考えた場合の撮影条件設定は臨床評価項目を知ることから始まる。

また、DQEを臨床で活用するためには、必要なコントラストに応じたMTF NNPSのバランスを併せて考える必要がある。

ヒストグラムの再現性に着目したアプローチにより一定程度の線量域に条件設定が可能となる。

謝辞

本内容を実施するにあたり、多大なご協力を頂いた小野寺氏はじめDR班諸氏に感謝いたします。

【参考文献・図書】

- 1)船橋 正夫：総論・デジタル画像に求められる画像処理技術—前編— 日本放射線技術学会雑誌 Vol.63 No.10
- 2)横井知洋 他：直接型および間接型 Flat Panel Detectors とComputed Radiography における物理的画質評価を利用した画質同一化の試み 日本放射線技術学会雑誌 Vol.67 No.11
- 3)厚生労働省：目の水晶体被ばくに関する検討会 https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_06824.html