

○今城 聡¹⁾、本田 貢¹⁾、吉富 敬祐¹⁾、山内 健太郎¹⁾、中村 伸枝¹⁾、沼田 美保¹⁾、森 千尋¹⁾、黒住 彰¹⁾、網本 直也²⁾、稲村 圭司¹⁾

1)岡山大学病院、2)富士フィルムメディカル株式会社

【目的】X線造影糸入り手術用ガーゼ、手術器具等の術後体内遺残は国内において年間数例報告されている。

これに対し当院では、サーバーに送信した画像に、直線階調でワイドラチチュード、さらに空間周波数0.5～0.7cycles/mmが最大強調となるフィルター処理を行い、47インチモニターで術後画像を表示させ確認を行っている。

今回、このフィルター処理による術後 X 線画像の低コントラスト検出能について、CDRAD ファントムを用い評価を行った。

【方法】肺野、縦隔の2種類の試料を作成し評価を行った。肺野はアクリルファントムを合計8cm、縦隔では12cm用い、アクリル中央部にCDRAD ファントムを配置した。これらの条件でそれぞれ3枚撮影を行い、その作成した6枚の画像にフィルター処理を施し、合計12試料を作成した。照射野は35.4cm×35.4cm、撮影条件は当院の術後胸部撮影で基準となる管電圧100kV、5mAsで撮影した。

観察者は当院の診療放射線技師6名、観察方法は手術室47インチモニターでCDRAD ファントムに含まれる各信号サイズについて、50%の確信度で認識できる深さを答えるように依頼した。観察環境は距離、時間は観察者の自由とし、部屋の明るさは手術終了時と同様とした。

使用したCDRAD ファントムは、信号の直径が0.3～8.0mmの15段階、深さは0.3～8.0mmの15段階で構成されている。3列目までは中心に1個の信号があり、4列目以降は中心に1個、四隅のいずれかに信号が1個ある。作成した試料を観察者に評価してもらい、その結果を基にC-D曲線を作成した。さらに、IQFを以下の式で算出した。

$$IQF = \sum_{i=1}^{15} (C_i \cdot D_i)$$

C_i: 信号の深さ、D_i: 信号の直径

【結果】作成したC-D曲線をFig.1、2に示す。肺野では、フィルター処理有りの方が処理無しに比べて浅く小さな径まで確認することができた。縦隔では肺野ほど差はみられないが、フィルター処理有りの方が処理無しに比べて浅く小さな径まで確認することができた。また、IQFは肺野のフィルター処理無しが37.86、処理有りは28.28、縦隔では処理無し44.57、処理有り

40.22で、肺野、縦隔ともにフィルター処理有りの方がIQFは低値となり、検出能が高いことがわかった。

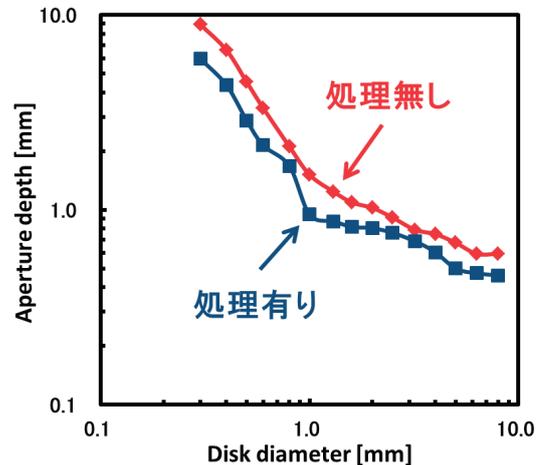


Fig.1 肺野における C-D 曲線

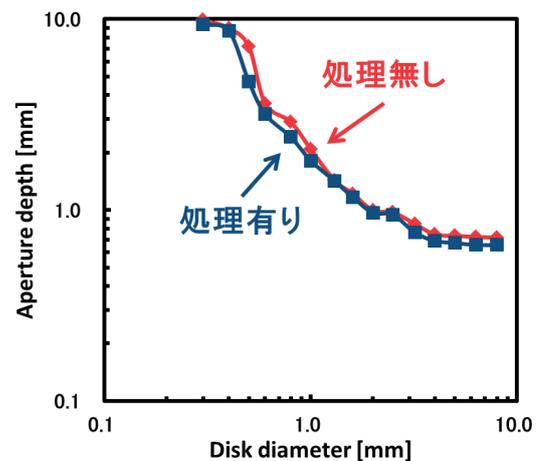


Fig.2 縦隔における C-D 曲線

【考察】フィルター処理を行うことで、浅く小さな信号まで判別可能となり、低コントラスト検出能が向上した要因として、ワイドラチチュードに変更し、ダイナミックレンジ圧縮処理を行うことで可視域が広がったと考えられる。さらに、周波数強調処理を行うことで、信号の辺縁が明瞭化したと考えられる。

【結語】術後 X 線撮影におけるフィルター処理の有無による低コントラスト検出能について、CDRAD ファントムを用い視覚評価を行った。

その結果、術後 X 線画像におけるフィルター処理は、低コントラスト検出能を向上させ、X線造影糸入り手術用ガーゼ等遺残物の描出が明瞭となるため、臨床的に有用であることがわかった。

重金属フィルタを用いた腹部 X 線撮影時の視覚評価と撮影条件の検討

○秦 佑里奈¹⁾、福本 晃¹⁾、西原 貞光²⁾

1) 徳島大学医学部保健学科、2) 徳島大学大学院 HBS 研究部

【背景】

昨年度、重金属フィルタを用いた患者被曝線量低減に関する基礎実験を行った西原らはその中で、患者皮膚表面に対応する空中線量がフィルタを付加しないときに比べて約20から35%低下すると同時に、検出量子効率(detective quantum efficiency : DQE)は約20から40%向上したと報告している¹⁾。しかし、臨床現場で実際に用いるためには、物理的評価と視覚的評価が一致しているかどうか検討する必要がある。そこで、今回は彼らと同じ設定の管電圧と重金属フィルタの組合わせを利用して検出能の解析を行った。

【目的】

腹部結石撮影を想定した場合において、重金属(Yb)フィルタが信号の検出能に与える影響を検討するために、ROC解析を用いて検討した。

【方法】

X線管焦点-検出器間距離を100 cm、水等価ファントムの厚さを18 cmとした。信号には直径が3~4 mmの実物の結石を用いた。試料内の散乱線の状態が均一になるように照射野を30×30 cm一定にして、中心に10×10 cmの枠を作成した。結石を入れる場合は、この中に3つ全てをランダムに配置した。

撮影条件は、管電圧を70 kVと80 kVの二つに限定した。70 kVのフィルタ(-)で信号が見えにくいような画像のデジタル値をImage Jで測定したものを基準とし、全ての条件のデジタル値をこれに合わせることで管電流時間積(1~2.56 mAs)を決定した。試料枚数は、それぞれの条件につき信号を入れたものを25枚、入れないものを25枚作成し、合計200枚の試料とした。観察は暗室で行い、表示モニタの表示部分以外を黒厚紙で覆い、明るさをできるだけ制限した。観察者と画面の距離は規定せず、1つの試料にかかる観察時間は20秒までとした。観察者は、徳島大学医学部保健学科に在籍している生徒10人とし、事前学習を充分に行った。評価は連続確信度法(ROC解析用ソフトウェア:DBM MRMC)で行い、信号がないと思うものを0%、3つとも見えたものを100%として評価してもらった。なお、事前に徳島大学病院臨床倫理審査委員会の承認を得た。

【結果と考察】

有意水準を5%として検定した。各条件の曲線下面積(AUC)を表1に示す。

1. フィルタの有無による変化。

70 kVのフィルタ(-)とフィルタ(+)ではp値は0.14で明らかな有意差は見られなかったが、AUCでは0.832から0.855になり向上が見られ、フィルタを付加することで検出能が向上したと言える。

80 kVのフィルタ(-)とフィルタ(+)ではp値が0.04になり、フィルタによって有意に検出能が向上した。

2. 管電圧による変化。

フィルタを付加せずに70 kVと80 kVを比べると、p値は0.17となり明らかな有意差は見られなかったが、AUCでは検出能が向上した。

また、フィルタを付加して同条件を比べた場合、こちらでもp値は0.10で明らかな有意差は見られなかったが、AUCは向上し、その向上幅はフィルタ(-)のときと比べて大きかった。

今回、どちらの管電圧でもフィルタによって検出能が上がったが、80 kVのほうが検出能の向上が大きく見られ、もっとも検出能が高かったのは80 kVにフィルタを付加した条件であった。西原らの実験では、DQEを測定した結果、70 kVのフィルタ(-)を基準としたとき、70 kV(+)、80 kV(-)で約20%、80 kV(+)で約40%の向上が見られた。今回の実験結果もほぼ同じ傾向となっており、70 kVの管電圧に比べて80 kVのほうが、重金属フィルタにノイズがより多くカットされ、画像が見やすくなり、検出能の向上につながったと考えられる。

表1 各条件の曲線下面積

kV	70	70	80	80
Filter	(-)	(+)	(-)	(+)
AUC	0.832	0.855	0.840	0.895

【謝辞】

ROC解析用ソフトウェア「DBM MRMC」を開発し、無償で提供いただいているDr. Berbaum, Dr. Metz, Dr. Pesce, Dr. Shartzに感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 西原貞光、大塚昭義、真田泰三、他。重金属フィルタを利用した患者被曝線量の低減に関する基礎実験。中四国放射線医療技術2011;7:169.

トモシンセシスにおける断層厚測定の見直し —off center における変化—

○福井 亮平、石井 里枝、山根 武史
鳥取大学医学部附属病院 放射線部

【背景】トモシンセシスはデジタルの断層撮影技術である。従来はX線検出器にIIを使用していたため画像歪みを改善することが困難であったが、平面検出器(FPD)が開発されこれらの問題が解決した。現在、臨床応用における検討が各施設で行われている。トモシンセシスは1度の撮影で対象のボリュームデータを収集し、画像再構成により任意の高さの断層像を得ることができる。この際、出力される画像の再構成間隔は任意であるが、画像の厚み(=断層厚)は撮影条件により規定される。断層厚はScreen/Film系の断層撮影においても描出可能範囲を決定する重要なファクターであったが、トモシンセシスにおいても同様である。

【目的】CTのスライス厚と同様に、トモシンセシス画像の断層厚の測定手法はいくつか検討されている。我々は第68回総会学術大会で微小鉄球(ビーズ)を用いた断層厚測定法を報告した。しかし、焦点直下の検討に留まっていた。CTのスライス厚測定において、FOVの中心部と辺縁部で測定値が異なることは周知されているが、トモシンセシスは報告がない。今回、トモシンセシス画像中心部(center)と辺縁部(off center)の断層厚変化について検討した。

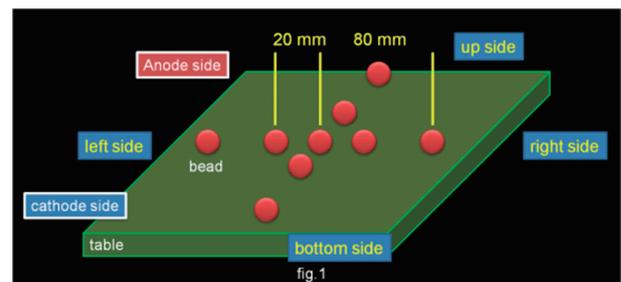
【使用機器】トモシンセシス画像は直接変換型 FPD 搭載 X 線 TV 装置 safire17 (鳥津社製) から得た。ステンレス製のビーズ 0.38 mm 径を使用した。散乱体としてアクリル板 10 mm、焦点直下の確認は RMI-162A を用いた。画像解析は imageJ を使用した。

【方法】天板上にビーズを配置し (Fig.1)、トモシンセシスによりボリュームデータを得た後、ビーズの高さを中心に 101 枚の再構成画像を得た。再構成はシフト加算法を用いた。ビーズ中心座標のデジタル値を z 軸 (天板に垂直) 方向に取得し、プロットすることでデジタル値のプロファイルを得た。このプロファイルの半値幅を断層厚と定義した。各点の断層厚を測定し、断層厚の変化や、そのばらつきについて検討した。測定は 5 回繰り返した。

【結果】測定した断層厚を table1 に示した。center に近い測定点の方が center の断層厚に近い値となった。right side の断層厚は center と比べ小さい値であった ($p < 0.05$, paired-t)。ばらつき (standard deviation) は up および bottom side で大きくなった

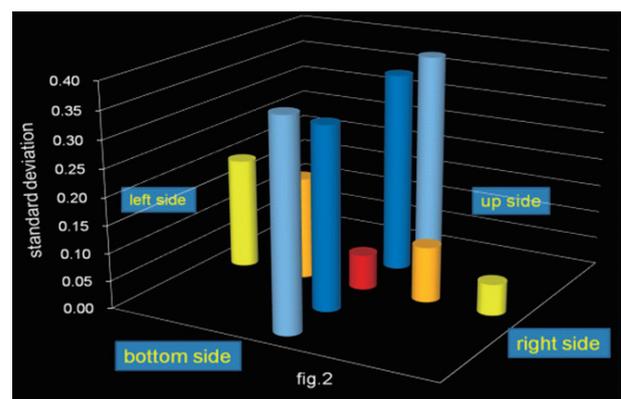
(Fig.2)。分散分析および多重比較により、全ての off center の断層厚は center と有意に差があった。

【考察】トモシンセシスは FPD に対し X 線管を振ってデータを得るため、FPD への到達線量のムラが生じる。管軸 (X 線管を振る) 方向はその違いが顕著である。平均値の検定で差が表れたのは right side のみであった。left side との断層厚の変化は、画像処理の影響によるものだと考えられる。管軸方向の測定値はばらつきが大きかった。分散分析によってもその差は有意であった。以上から、断層厚測定時は他メーカー製トモシンセシスと比較することも考慮して、焦点直下の測定を推奨する。



bead position		section thickness [mm]
	center	$2.53 \pm 0.063^{**}$
	up side	2.39 ± 0.36
off center	left side	2.49 ± 0.19
20mm	right side	2.09 ± 0.10
	bottom side	2.12 ± 0.33
	up side	2.32 ± 0.37
off center	left side	2.06 ± 0.20
80mm	right side	1.77 ± 0.056
	bottom side	2.31 ± 0.38

**standard deviation



○宮川 真治、丸石 博文
 浜脇整形外科病院

【目的】全脊椎正面撮影は照射範囲が広く被曝線量が高い。また、繰り返し撮影を行うことから1回当りの被曝の低減が必用である。そこで、全脊椎正面撮影条件についてX線管電圧とグリッドの組み合わせにより最適な撮影条件を検討した。

【方法】実効線量を一定にしたときと表面線量を一定にしたときのX線管電圧(50-140kV)とグリッド(6:1-12:1)の組み合わせによる骨のコントラストとノイズの比(CNR)をシミュレーションにより求めた。CNRの計算には20 cm厚の水ファントムと信号として1 mm厚のcompact boneを用いた。また、線量評価は実効線量評価と表面線量評価を用いた。

【結果】グリッド比をパラメータとした管電圧とCNRの関係を図1に示す。左側の図が実効線量を一定にしたとき、右側が表面線量を一定にしたときのグラフである。左の実効線量一定のときはグリッド比が高くなるほどCNRは高くなるが、その最大値は10:1で飽和しそのときの管電圧は60 kVであった(実効線量評価)。右の表面線量一定ではグリッド比が高くなるほどCNRも高くなり、12:1では80 kVで最もCNRが高くなった(表面線量評価)。このような結果がでたのは、実効線量の方が表面線量より管電圧による変化が大きいためである。実効線量(eff.)、表面線量(surface)、空中線量(air.)、それぞれ80 kV線量を1に規格化(mAs値は全て同じ)したときの、相対線量と管電圧の関係を図2に示す。例えば、管電圧を下げた場合、表面線量よりも実効線量の減少率が大きいため、同じ被曝線量のときは表面線量評価よりも実効線量評価の方がmAs値を高くできる。この結果、実効線量一定の場合、CNRは80 kVより60 kVが高くなった。

【考察】一般には80 kV前後の管電圧、6:1程度のグリッド比で撮影されている。しかし今回定義した

CNRは、より低い管電圧と高いグリッド比の組み合わせの方が高い。このことは、後者の方が画質を同じにすれば従来の撮影条件より30%以上の実効線量を低減できる。60kVに対する最少な撮影条件は検討中だが、現段階の撮影条件はFID:250 cm、60 kV、グリッド比10:1で12.6 mAsこのときの実効線量は約0.03 mSvであった。また一般撮影の被曝による影響は確率の影響が問題になるので表面線量よりも実効線量で撮影条件を評価すべきであろう。

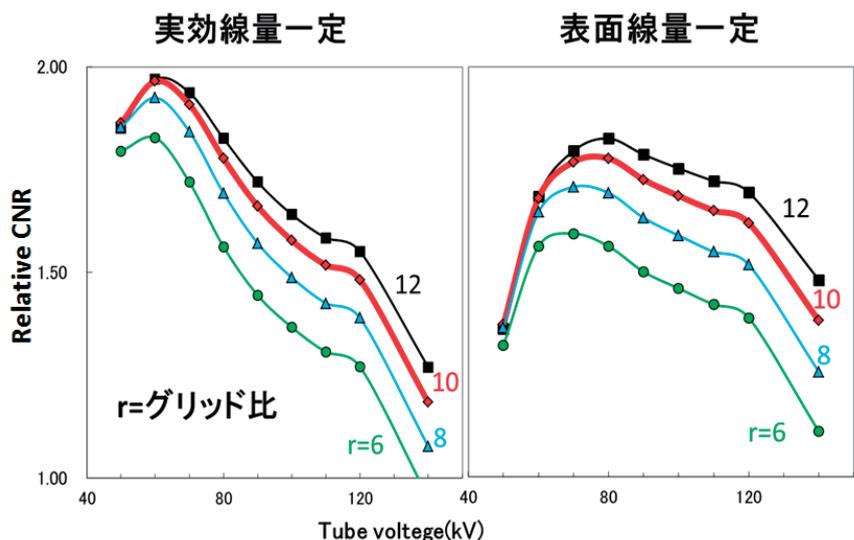


図1

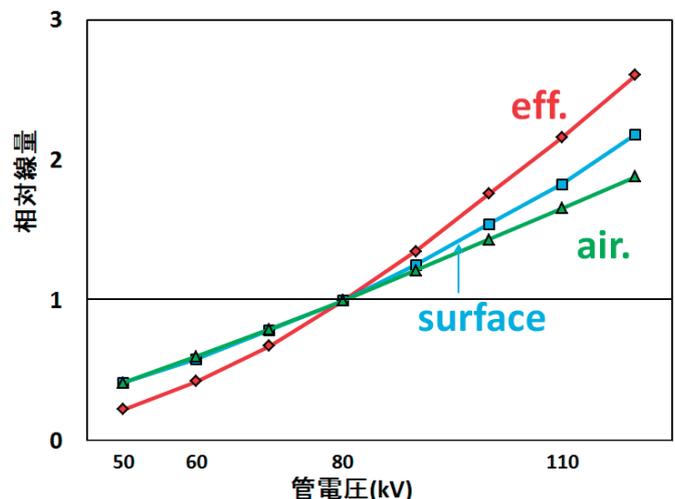


図2