

○平成30年度奨励研究

「デジタル・ブレスト・トモシンセシスの臨床的有効性と

国際的品質管理法の検討」

-第1報: 撮影線量・ファントムを用いた画質の検討-

放射線技術科学科 助教 田子谷 佳加

1. 研究目的

現在、マンモグラフィに断層撮影技術を融合させることで、乳がんの精密診断の妨げとなっていた乳腺像と患部病変像の重なりを画像上で除去し、がん患部の検出能力を向上させることができる新しいマンモグラフィ技術 Digital Breast Tomosynthesis (DBT)が注目されている。DBTは、撮影角度、撮影回数、画像再構成法などがメーカーにより異なり、得られる画像も大きくことなるため、それぞれの機種ごとに有用性の検証が必要である。本研究では、GE社製乳房用X線診断装置Senographe Pristinaにおける、従来のマンモグラフィ(2D)とDBTの線量・画質を比較検討することを目的とした。

2. 研究方法

使用機器: GE社製乳房用X線診断装置Senographe Pristina

本システムのDBT撮影は、一度の圧迫において25°(±12.5°)の振り角で9回のX線曝射を行い、各照射のタイミングでX線管を静止させ、照射タイミングとシンクロさせて撮影するStep & Shoot法を用いている。画像再構成法は、逐次近似法(ASiR^{DBT})で行い、任意の複数断層画像を一度に得る。

(1)撮影条件, 平均乳腺線量(Average glandular Dose: AGD)の検証

本研究に用いたシステムに搭載されるAutomatic Optimization of Parameters Mode(AOPモード)を用いて、PMMAファントムのDBT撮影と2D撮影を行い、撮影条件・AGDを評価した。AOPモードとは、乳腺濃度の測定とコントラスト雑音比(Contrast to Noise Ration: CNR)により最適な撮影条件(陽極/フィルタ, 管電圧, 管電流)を自動的に設定するモードである。AGDは装置に表示された値を使用しており、以下Dance¹⁾の式で算出される。

$$\text{平均乳腺線量 } D \text{ (mGy)} = K \cdot g \cdot c \cdot s$$

K: 入射空気カーマ(mGy)

g: 乳腺含有量50%に相当する係数

c: 乳腺含有量50%から異なる乳腺量を補正する係数

s: ターゲットとフィルタの組み合わせに関する係数

(2)ACRファントム画像評価

繊維(Fibers)・石灰化(Specs)・腫瘤(Masses)の模擬試料が内蔵されているACRファントム(Fig.1)を、AOPモードを用いてDBT撮影と2D撮影を行い、マンモグラフィ用画像診断ワークステーションで視覚評価を行った。評価はマンモグラフィ認定資格を所持する診療放射線技師4名で行い、評価基準は乳房撮影精度管理マニュアル²⁾に準じる。評価の際、観察条件は一定とした。また、DBT画像は最も試料を観察できるFocus Planeをあらかじめ決定し評価を行った。

評価画像

①2D

②DBT Slab画像: 10mm厚の重ね合わせた画像

③DBT Plane画像: 0.5mm間隔のスライス画像

④DBTの撮影データをもとに作成した再構成2Dマンモグラフィ(Synthetic Mammography: SMG)

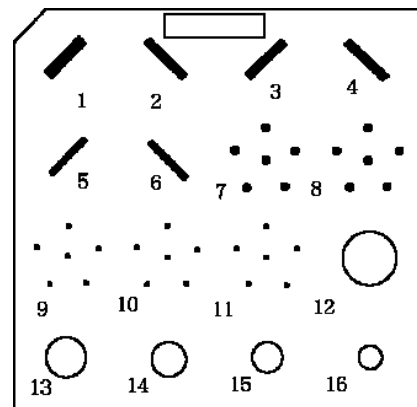


Fig.1 ACR Phantom

1~6: Fibers, 7~11: Specs, 12~16: Masses

3. 研究結果

(1)撮影条件, AGDの検証

AOPモード撮影で得られた条件をTable1に、AGDをFig.2に示す。2Dには3種類のAOPモードがあり、2D Dose-(低ばく射モー

Thickness (mm)	20	30	40	50	60
Target/Filter	Mo/Mo		Rh/Ag		
kV	26				
2D Dose-	13.1	29.9	20.3	29.1	46.0
2D STD	18.6	43.2	26.7	37.9	58.6
2D STD+	18.7	45.9	36.1	61.1	90.2
DBT	19.1	45.2	27.7	39.3	59.7

Table1 mAs value of PMMA Phantom using AOP mode

ド), 2D STD(標準モード), 2D(画質優先モード)の順にAGDが増加を示すが, 全てにおいてEUREF 2D acceptable levelを下回っている。

DBTと2D STDのAGDは, PMMA厚を変化させても等しい値となり, EUREF 3D limiting value・医療被ばくガイドライン⁵⁾の診断参考レベル(Diagnostic Reference Level: DRL) (2.4mGy)を満たしている。

(2)ACRファントム画像評価

Fig.3に線量を変化させて撮影したACRファントムの評価結果を示す。石灰化は2Dと同等, 繊維・腫瘍はDBT Plane画像において1.3mGyではやや劣るが1.8mGyでは2Dと同等の評価となった。

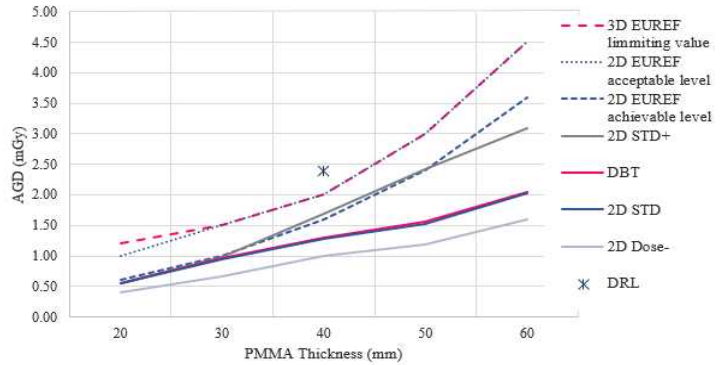


Fig.2 AGD of PMMA Phantom using AOP mode

2D STD+ provides a higher image CNR at the cost of a higher dose, 2D STD provides balanced CNR and dose choices, and 2D DOSE- delivers a lower dose at the cost of a reduced CNR. 2D or 3D EUREF value refer to EUREF protocol³⁾⁴⁾. DRL is 2.4mGy on PMMA 40mm.

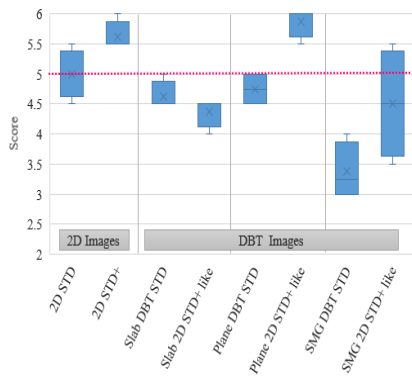


Fig.3a Fibers

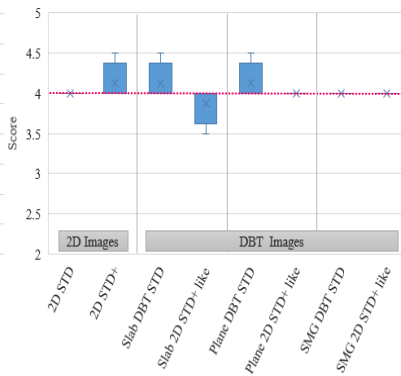


Fig.3b Specs

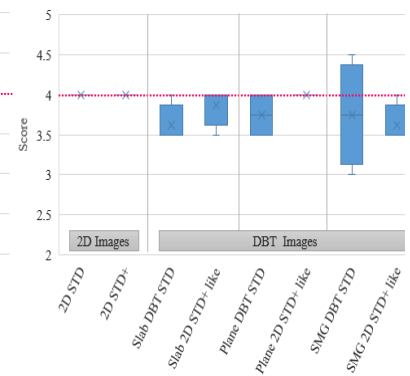


Fig.3c Masses

ACR Phantom evaluation. Phantom scan performed using AOP Mode (Target Rh, Filter Ag, 34kV). Red dot line of Fibers 5, Specs 4, Masses 4 refer limiting value in Japanese guideline¹⁾

2D Images: 2D STD 29mAs 1.33mGy, 2D STD+ 40mAs 1.81mGy

DBT Images: DBT STD 28.6mAs 1.31mGy, 2D STD+ like 40mAs 1.72mGy

4. 考察(結論)

本研究で使用したDBTシステムは, 2Dと変わらない線量(DRL AGD 2.4mGy以下)で, 2Dと同等の画像を得ることが可能であることが示された。低コントラスト構造をもつ腫瘍・繊維においては, 2D画像では厚さ全ての情報を含むのに対し, DBT画像は一スライス面の情報で評価するため, 線量をかけ信号を増やすことで評価スコアを上げることができたと考えられる。本研究では, ACRファントムに内蔵されている繊維・石灰化・腫瘍の模擬試料において, 画質評価を行ったが, 現在問題となっている高濃度乳房を構成する乳腺内に存在する病変に関してはカバーされていない。今後, 実際の乳房に近い条件・臨床データでの検証することで, 乳腺像と患部病変像の重なりを画像上で除去することができるDBT有用性を証明していく必要がある。

5. 成果の発表(学会・論文等, 予定を含む)

第37回茨城県診療放射線技師学会にて発表予定

6. 参考文献

- 1) Dance,D.R. et al. Additional factors for the estimation of mean glandular breast dose using the UK mammography dosimetry protocol Phys. Med Biol. 2000; 45: 3225-3240.
- 2)小山智美ら. 放射線医療技術学会叢書14-4 乳房撮影精度管理マニュアル. 公益社団法人日本放射線技術学会. 2015.
- 3) N.Perry.et al. European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis Fourth Edition. EUREF. 2006.
- 4) R.E. van Engen. et al. Protocol for the Quality Control of the Physical and Technical Aspects of Digital Breast Tomosynthesis Systems. EUREF. 2018.
- 5)最新の国内実態調査結果に基づく診断参考レベルの設定. 2015.