

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 3 日現在

機関番号：32666

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23591800

研究課題名(和文)デュアルエネルギーサブトラクション法によるマンモグラフィに関する研究

研究課題名(英文)Evaluation of image quality in dual-energy mammography

研究代表者

村上 隆介 (Murakami, Ryusuke)

日本医科大学・医学部・講師

研究者番号：30267215

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円、(間接経費) 810,000円

研究成果の概要(和文)：デュアルエネルギーサブトラクションマンモグラフィの画像解析の開発および臨床応用に向けての基礎研究を行うことを目的とし、有効性・安全性および画質について検討した。デュアルエネルギーサブトラクションマンモグラフィシステムは乳房厚の適正範囲が存在することが示され、乳腺含有率の違いによる画質の変化は認めなかった。Dense Breastに有用であるが、病変濃度と背景乳腺濃度の差が小さい場合においての更なる検証が必要であることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：A dual-energy technique which employs the basis decomposition method involving a combination of high-energy (HE) and low-energy (LE) images, has been investigated for application to digital mammography. While, breast density has been shown to be a strong indicator of breast cancer risk. A quantitative method to measure breast density with dual energy mammography was investigated using physical phantoms. The results of the current study suggest that dual-energy mammography systems may be implemented for dense breast stably and useful using above a certain level of mass concentration. The total dose was kept within the acceptable levels of conventional mammography. The quantitative results are also verified by means of a visual inspection of the synthetic images.

研究分野：放射線医学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学

キーワード：乳癌 マンモグラフィ デュアルエネルギー

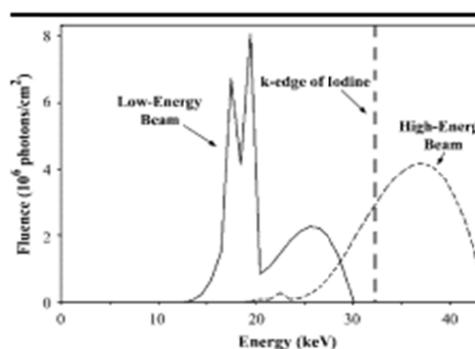
1. 研究開始当初の背景

(1) 乳癌は女性がんの罹患率第一位であり、乳癌による死亡はわが国では増加の一途をたどり、2004年には1万人の大台を超えた。日本人女性の18.4人に1人が乳癌に罹患すると推計されており、45~54歳という若年代でピークを迎え、死亡率についても同様の推移を示しているのが特徴である。乳癌の早期発見・治療においてマンモグラフィが果たす役割は大きい。これはマンモグラフィが低侵襲かつ簡便でありながら情報が多く、スクリーニング検査として最も適しているためである。そのため、正確な診断において優れたマンモグラフィ画質と読影診断医の十分な知識・経験は欠かせない。我が国のマンモグラフィはフィルムスクリーンシステムからデジタル化へと急速に進んできた。さらに近年、フラットパネルディテクタ(FPD)を搭載したデジタルマンモグラフィの導入により、検査時間の短縮化、高画質および多彩な画像処理により診断能が向上した。デジタル化に伴って、コンピュータ支援診断(computer-aided diagnosis: CAD)、経時差分像、トモシンセシス、などを用いた診断技術の開発も進められている。

(2) デュアルエネルギーサブトラクション法とは2つの異なるエネルギースペクトルを有するX線で撮影を行い、得られた画像を加算減算することで、減弱係数の異なる物質(乳腺組織および脂肪組織)をそれぞれ画像化するものである。今まで見落としがちとされてきた日本人に多いDense breast内の病変も容易に検出可能になるであろうと思われる新しい画像診断技術である。デュアルエネルギーサブトラクション法のアルゴリズムを示す。これはX線が乳癌腫瘍と周囲乳腺組織を透過

する線量の微妙な吸収差によるコントラストを利用する高速撮影法である。

まず標準的なマンモグラフィの撮影条件であるLow Energy (LE)領域(26~32keV)の撮影を行い、200msec未満の間隔で引き続きHigh Energy (HE)領域(45~49keV)の撮影を行う。その後得られた2種類の画像につき再構成技術を用い、サブトラクション画像を作成する。このサブトラクション画像は従来の標準マンモグラフィ画像と比して乳癌の病変部位を鮮明に写し出すことが可能となると考えられる。現在、この技術は造影マンモグラフィ(CESM)に応用されており、近年は臨床での有効性について議論されてきている。



2. 研究の目的

(1) 本研究ではデュアルエネルギーサブトラクション・マンモグラフィの撮像画像解析の開発および臨床応用に向けての基礎研究を行うことを目的とし、有効性・安全性および画質について検討することで臨床応用に向けての基礎研究を行うことである。

(2) 現段階におけるデュアルエネルギーサブトラクション・マンモグラフィの画質は、アーチファクトや false positive となるケースもあり、さらなる画質向上による期待は大きい。そこで今回、最新のデュアルエネルギーサブトラクション・マンモグラフィを用いた

CESM システムの基本的動作特性と画質に影響する因子についてファントム実験を行い、適応条件の検証を行った。

3. 研究の方法

使用乳房撮影装置は X 線平面検出器 (FPD) 搭載 GE 社製 Senographe DS LaVerite、画像処理装置には Seno Advantage を使用した。

(1) デュアルエネルギーデジタルマンモグラフィによる CESM システムの安定性評価

CESM 撮影システムは、一連の撮影で LE & HE を瞬時に切り替えて出力するため、その安定性が保障されている必要がある。この件に関して DMQC ファントムを用いて品質管理項目の時系列データを測定・解析し安定性を検証した。

(2) システム の撮影条件動作特性の把握

Low Energy & High Energy の AUTO 撮影条件における X 線管 target/filter ・出力 (AGD) 等の測定を行い、基本的な動作特性の把握を行った。

(3) デュアルエネルギーデジタルマンモグラフィの画質評価・システムの性能評価

DSA phantom (Nuclear Associates - linearity insert : ヨード造影剤濃度 ; 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 10, 20 mg/cm²) と BR-12 (Nuclear Associates 乳腺含有率 30:70, 50:50, 70:30) を用いて、被写体厚・造影剤濃度の異なる撮影条件下における CNR (コントラスト対雑音比) 及び FOM (Figure of merit ; 性能指数) を測定し、検討を行った。

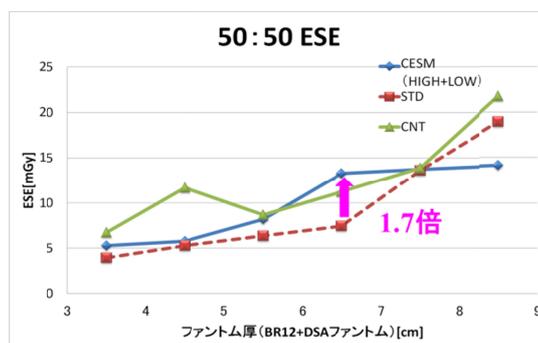
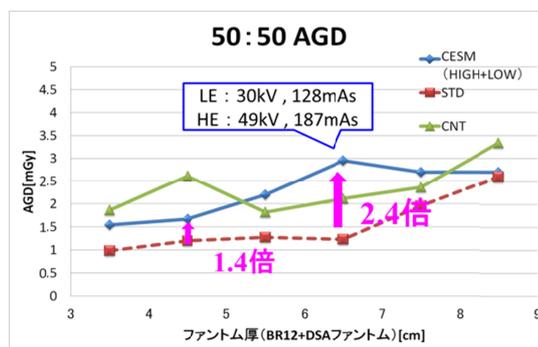
(4) デュアルエネルギーデジタルマンモグラフィの撮影線量の最適化の検討

LE & HE の撮影線量を変化させ、CNR 値及び FOM 値を算出し、画質を維持した状態での線量低減の可能性について検証実験を行った。

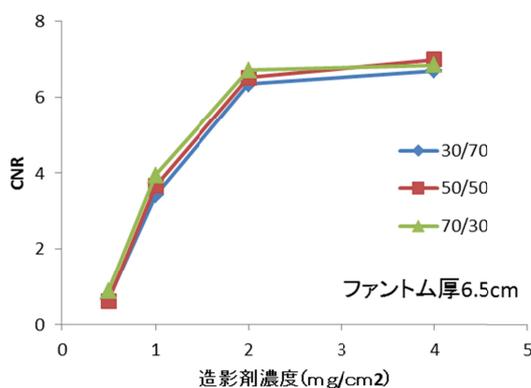
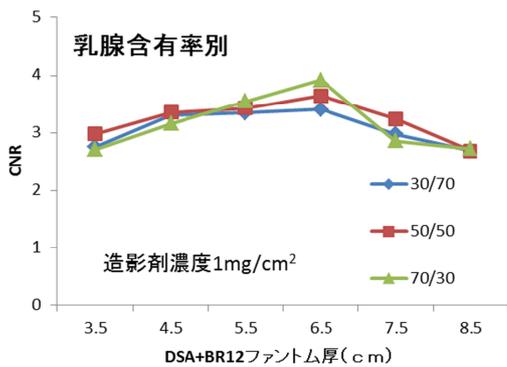
4. 研究成果

(1) LE, HE のデジタル (ピクセル) 値・MTF (2cycles/mm) の時系列の測定値では変動・ばらつきは認めず、システムの X 線出力について安定性が確認された。

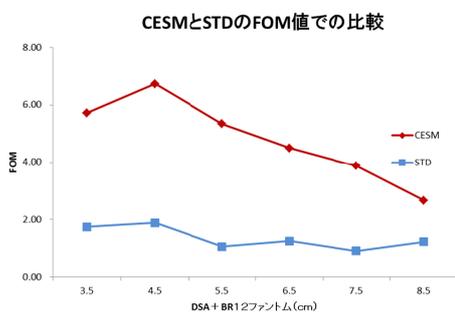
(2) LE における AUTO 撮影は、通常撮影の AOP と同一の管電圧・ターゲット/フィルタの選択し、同一の動作特性を示した。システムの AUTO 撮影条件は、乳腺含有率の変化に対して影響を受けず、撮影線量は LE で被写体厚 6.5cm 以上、HE では 5.5cm 以上で上限一定を示した。また LE・HE に一定の関係性が検証された。AGD の比較では、通常撮影の STD に比べ、標準となる被写体厚 4.5 cm では 1.4 倍であったが、被写体厚 6.5cm で 2.4 倍、ESE は 1.7 倍となった



3) 乳腺含有率の違いによって画質と相関する CNR 値の差異は認められなかった。造影剤濃度が高いほど CNR 値は高い傾向を示したが、4mg/cm² 以上では増加の割合が減少した。



AUTO 撮影条件下、各造影剤濃度において被写体厚 6.5cm で CNR 値はピークを示し、それ以上の被写体厚で低下した。デュアルエネルギーデジタルマンモグラフィ/CESM は STD と比較してほぼ全ての計測点において FOM 値が優位であり、その傾向は被写体厚が薄いほど顕著であった。



(4) HE 一定で、LE の撮影線量が高いほど CNR は一定でその結果として FOM は減少傾向を示した。

(5) デュアルエネルギーデジタルマンモグラフィ/CESM システムの AUTO 撮影条件は、被写体厚が約 6cm 以上で上限一定になっていることから、乳房厚の適正範囲が存在することが示唆された。画質に影響する因子の中で、乳腺含有率の違いによる画質の変化は確認できず、デンスブレストに有用であることが示唆された。デュアルエネルギーデジタルマンモグラフィは、一定以上の濃度を有すれば有用であることが示唆されたが、ごく淡い濃度の変化においてはさらに検証を加えて議論する必要がある。デュアルエネルギーデジタルマンモグラフィは LE の撮影線量を低減させることで、画質を担保しつつトータルでの被曝低減が図れる可能性があり、線量低減の余地があると考えられた。

5. 学会発表

デュアルエネルギーデジタルマンモグラフィにおける撮影条件および画質の評価
第 23 回日本乳癌検診学会学術総会 (2013 年 11 月 東京)

デュアルエネルギーデジタルマンモグラフィにおける撮影条件の評価
第 41 回日本放射線技術学会秋季学術大会 (2013 年 10 月: 福岡)

デュアルエネルギーデジタルマンモグラフィにおける画質の評価
第 41 回日本放射線技術学会秋季学術大会 (2013 年 10 月: 福岡)

6 . 研究組織

研究代表者

村上 隆介 (MURAKAMI, Ryusuke)

日本医科大学 放射線医学 准教授

研究者番号 : 30267215