

研究報告書
研究課題：B（一般）
(平成25年度)

平成27年 4月30日

公益財団法人 がん研究振興財団

理事長 高山昭三 殿

研究施設 北里大学 医療衛生学部

住 所 神奈川県相模原市南区北里1-15-1

研究者氏名 原秀剛



(研究課題)

Dual-Energy CTによる脳腫瘍検出のための画像診断支援システムの構築

平成26年 1月17日付助成金交付のあった標記指定課題について研究が終了致しましたのでご報告いたします。

【研究背景】

わが国における死亡率を死亡別にみると悪性新生物が第1位である。近年、がんに罹患する患者が増加していることや食の欧米化、成人病が増加し、社会的問題とされている。がんの中で脳腫瘍の罹患数は少數であることや世界的に死亡率は減少傾向にあるが、有病率は高く、後遺症の問題もあり、予防管理の上で今尚重要な疾患である。

社会的にがん医療に課せられる重要性は高まり整備されつつあるが、X線CT検査においての画像診断は、専門技術が要求され診断に困難を伴い、専門医不在（脳神経外科医、神経内科医、放射線科医）が多数を占める。よって、特に夜間・救急時に研修医、若年医師及び他科医師が診断をする現状にあり、脳腫瘍等、脳血管疾患の見落としによる生命の危険性が考えられる。

本研究では、脳腫瘍を早期に検出するための方法として、Dual-Energy CTで取得可能な臨床画像を対象に、コンピュータ画像処理による脳腫瘍等の頭蓋内疾患診断支援システムを開発し、がん医療・救急医療においての診断能向上をさせることを目的としている。

【研究目的】

現在、悪性新生物はわが国における死亡率原因の第1位であり、そのうち脳腫瘍は約10%を占め、転移性によるものが約18%と高い割合を示す。その原発巣は肺がんと乳がん由来のものが多く、これら疾患の罹患率増加に起因する転移性脳腫瘍が近年、増加傾向にある。転移性脳腫瘍の特徴として、X線CT画像上では低コントラストを呈し、非造影CT検査においての検出は困難とされ、造影CT検査やMRI検査の拡散強調画像等が適用されている。しかし、頭蓋内圧亢進症状等による造影剤使用が好ましくない状態や救急時における検査時間、体内金属の問題等により、非造影CT検査による疾患検出が望まれている。

そこで我々は、低コントラスト領域病変の検出能が高いと報告されるDual-energy CTにおけるComposition Imageおよび仮想的に任意のX線実効エネルギー画像を作成することが可能であるVirtual monochromatic Imageに着目し、転移性脳腫瘍検出の有効性について検討したので報告する。

【研究方法】

我々は今までに脳血管疾患（早期脳出血・くも膜下出血・急性期脳梗塞）を対象に、その早期検出について取り組んできた経緯がある。画像上の特徴が近似する脳腫瘍に関しても同様のプロセスにて研究を進める。

本年、主に研究を行う項目としては、脳腫瘍の中で、比較的頻度の高い転移性脳腫瘍を対象とし、低吸収域である早期の脳腫瘍のコントラスト上昇を目的に、Dual-Energy CTの特徴である低管電圧と高管電圧の合成画像（Composition Image）の生成及びもう1つの特徴である仮想単色X線CT画像を取得し、その使用管電圧や合成割合の最適化及びコントラスト上昇に効果的なkeVについて検討する。

本研究では、我々が開発した脳腫瘍を模擬した脳腫瘍模擬ファントムを使用した。図1に示すように、頭部短軸147mm及び長軸187mmの頭部形状を反映した脳実質部、頭蓋骨部及び疾患部の3部位で構成され、脳実質部36HU、頭蓋骨部は厚さ5~10mm程度で900HU、疾患部は脳実質部内の側脳室レベルに32HU、34HUの20mmの球形状に配置し、ウレタン樹脂とエポキシ樹脂にて作製した。

このファントムを対象に、Dual-Energy CTにて管電圧80kV:Sn140kV, 100kV:Sn140kV及び140kV:80kV、管電流時間積400, 600及び800mA・s、スライス厚10mmの条件にて撮影データを取得了。全ての組み合わせ撮影データをワーカステーション（syngo, Siemens）により、Composition Image及び仮想単色X線CT画像を作成した。Composition Imageにおいては、低エネルギーと高エネルギーの合成割合が1.0になるように、各々0.1~0.9の重みづけを行った画像を取得した。また、仮想単色画像の生成においては、全体像の把握のために50keVから90keVまで5keV間隔で9画像を作成した。一般に、頭部領域の仮想単色画像は65keVから70keV程度でS/N比が高くなる傾向と報告されている。

各々の手法にての画像評価法として、転移性脳腫瘍模擬疾患部及び脳実質部の CT 値と SD 値の計測から CNR 値の算出を行い、転移性脳腫瘍の描出能を評価した。

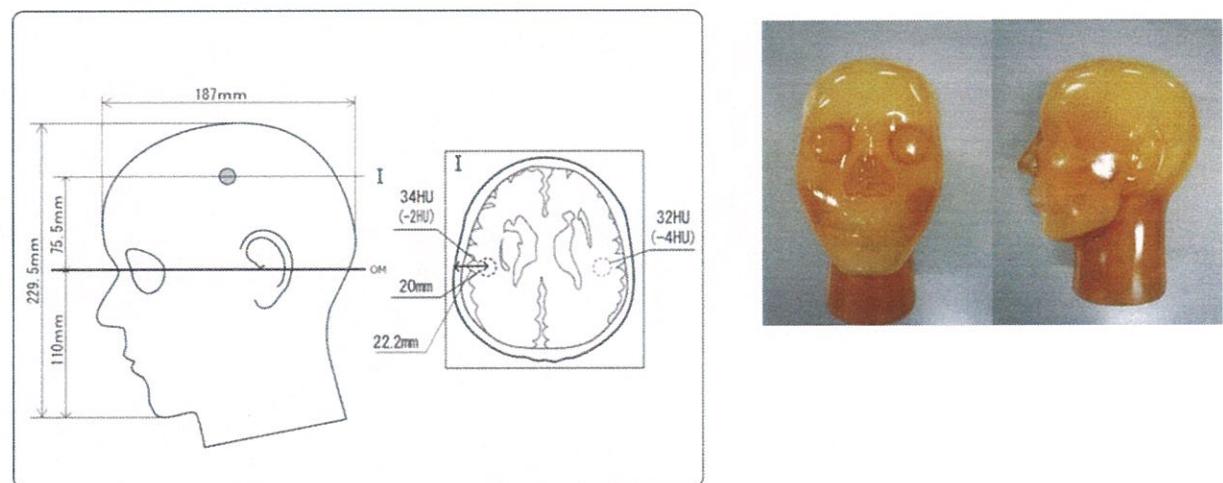


図 1 脳腫瘍模擬ファントム概要

【研究結果・考察】

図 2 に Composition Image における 140kV : 80kV の画像及び CNR 値結果例を示す。低エネルギーが 0.2~0.3 及び高エネルギーが 0.7~0.8 の組み合わせにおいて、高い CNR 値を示す傾向にある。また、0.2, 0.8 の合成割合にて、800mA 時に CNR 値が 1.752 と一番高い値を示した。

図 3 に仮想単色画像における 100kV : Sn140kV の画像及び CNR 値結果例を示す。仮想単色エネルギーが、75~80KeV において、高い CNR 値を示す傾向にある。また、75keV にて、800mA 時に CNR 値が 0.955 と一番高い値を示した。

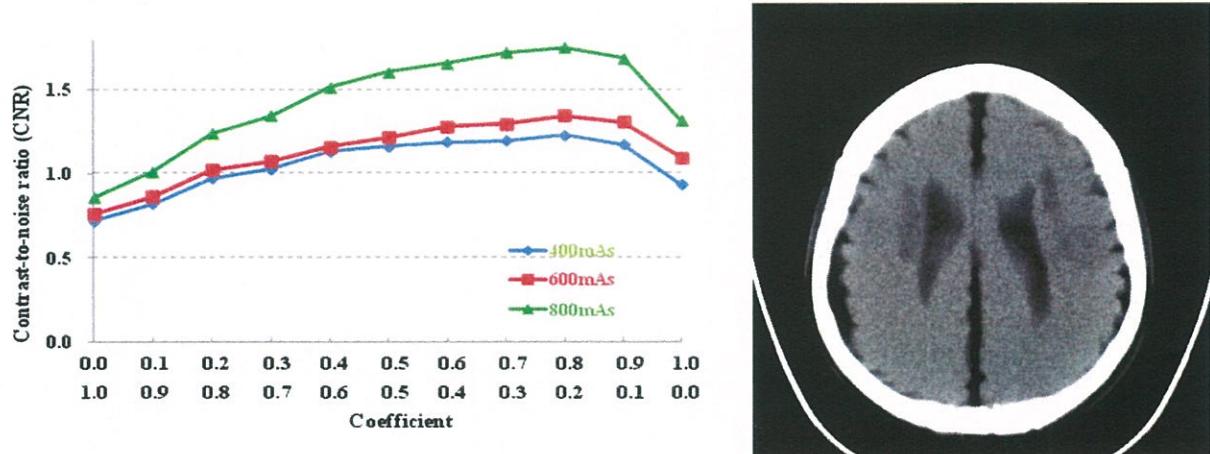


図 2 Composition Image の結果 140kV : 80kV

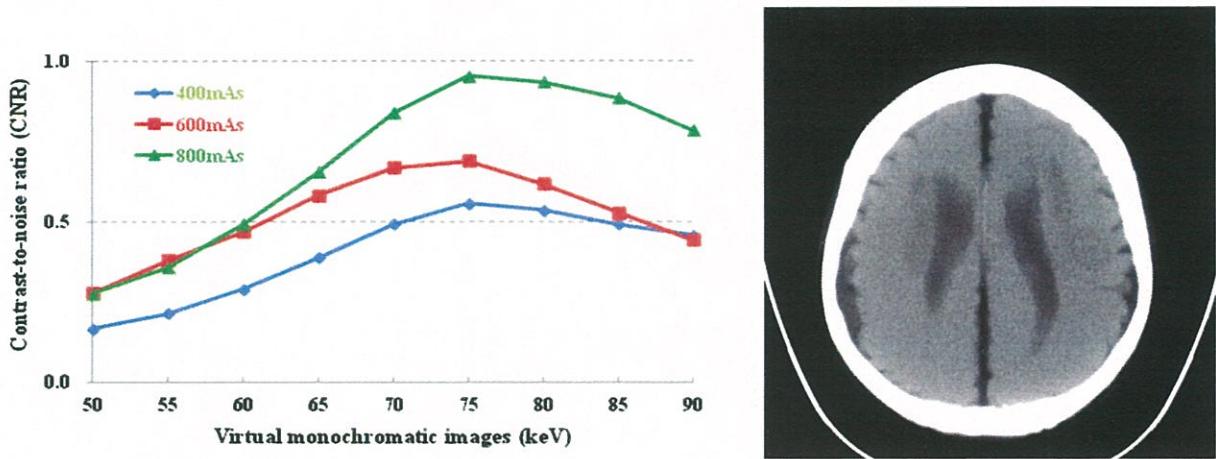


図3 仮想単色画像の結果 100kV : Sn140kV

転移性脳腫瘍を Dual-energy CT にて描出するための条件について考察すると、まず Compositi on Image においては、①管電圧の組み合わせ 140kV : 80kV の使用で高い CNR 値を得ることができる。②600 mAs 以上の X 線量が必要（ただし、被ばく線量の問題から線量測定が今後必要）。③Composition Image の合成割合は、低エネルギー 0.2~0.3、高エネルギー 0.7~0.8 を使用する。

次に仮想単色画像においては、①管電圧の組み合わせ 100kV : Sn140kV 及び 140kV : 80kV の使用で高い CNR 値を得ることができる。②600 mAs 以上の X 線量が必要（ただし、被ばく線量の問題から線量測定が今後必要）。③仮想単色エネルギーは、約 70keV を使用する。（頭部においては、このエネルギーが最適）。図4及び図5に、120kV（ルーチン画像）と比較した Composition Image と仮想単色画像を示す。

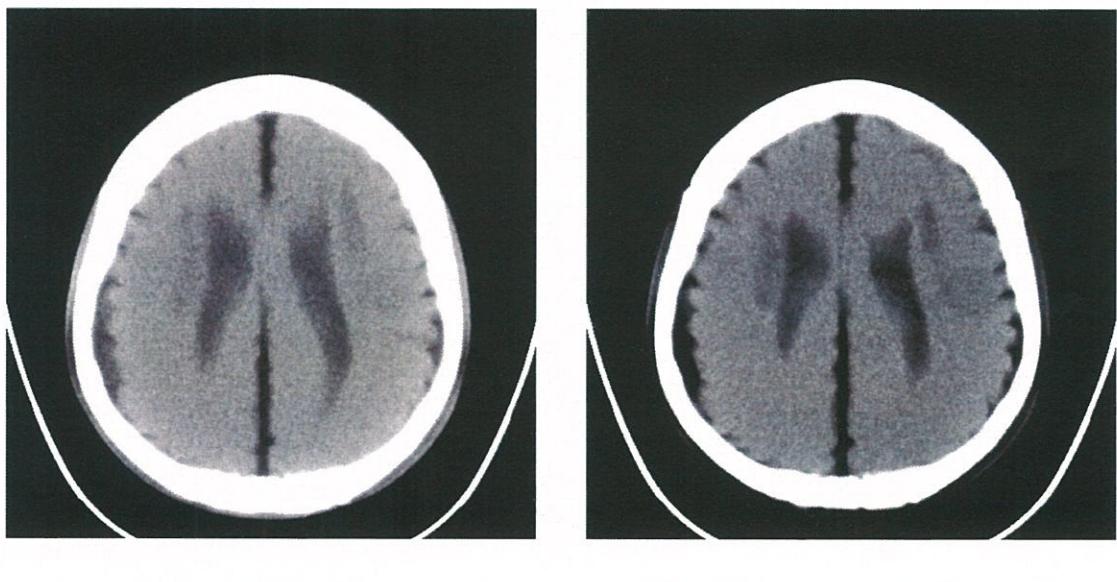


図4 Composition Image と 120kV 画像の比較

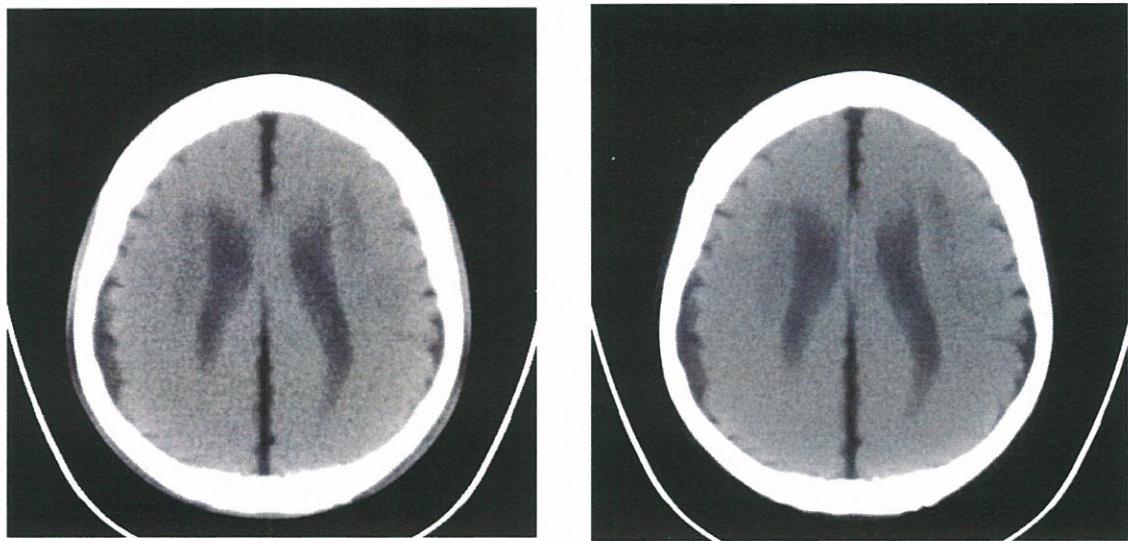


図5 仮想単色画像と120kV画像の比較

本研究期間においては、Dual-energy CTにおいて撮影手法（Composition Image, 仮想単色画像）の検討を主に行い、これらにおいて、転移性脳腫瘍を検出するための最適化を行った。コンピュータ画像処理においては、期間内に実験をすることができなかつたが、本研究結果より、明らかに画像上、描出能が向上することから、コンピュータ画像処理においても通常画像よりも検出率が上昇することが期待される。今後、上記を含めた研究を継続する予定である。

【研究結論】

転移性脳腫瘍において、その描出を向上させる試みとして Dual-energy CT における Composition Image と仮想単色画像の適応を検討した。その結果、Composition Image においては、低エネルギー0.8、高エネルギー0.2 の合成割合において高いCNR値を示し、仮想単色画像においては、65～75keVの画像において高いCNR値を示した。以上から、Dual-energy CT において転移性脳腫瘍を検出するための最適化（最適条件化）を行った。

【研究成果】

1. H Hara, et.al: Evaluation of dual-source dual-energy CT for visualization of metastatic brain tumor, The 14th Asia-Oceania Conference of Medical physics, Ho Chi Minh, Vietnam, AOCMP2014, Vol. 14, P074, 193, 2014.
2. H. Hara, et.al: Study of non enhancement dual-source dual-energy CT for visualization of metastatic brain tumor : A phantom study, European congress of Radiology, Vienna, Austria, ECR 2015, electronic scientific exhibition C-0149, 2015.
3. H Hara, et.al: Possibility to detection of the metastatic brain tumor using dual-source dual-energy CT, The 109th Scientific meeting of JSMP, Yokohama, Japan, Journal of Medical Physics, Vol. 35, 110, 2015.