

(様式4)

## 学位論文の内容の要旨

Duong Duc Binh

印

(学位論文のタイトル)

Iodine concentration calculated by dual-energy computed tomography (DECT)  
as a functional parameter to evaluate thyroid metabolism in patients with hyperthyroidism

デュアルエネルギーCTを用いたヨード濃度測定:  
甲状腺機能亢進症における甲状腺機能の新しい指標

(学位論文の要旨)

**【背景・目的】** バセドウ病を主とする甲状腺機能亢進症は、甲状腺ホルモンの過剰分泌による一連の臨床症状を特徴とする。バセドウ病では薬物治療・外科的治療・放射性ヨードによる内用療法(RAI:Radioactive iodine ablation)の三者が主な治療方法である。RAI治療前にはI-123を用いた甲状腺シンチグラフィが行われる。近年、2つの異なるエネルギーのX線を用いたデュアルエネルギーCT (dual-energy computed tomography; DECT)が臨床に用いられるようになり、得られたCT画像からヨード原子などの単一原子の定量的同定が可能となりつつある。本研究では、DECTを用いて甲状腺組織内に存在するヨードの定量的検出を試み、甲状腺機能との関連について検討した。

**【対象・方法】** 本研究は後向き研究として院内のIRBにて承認されている(UMIN受付番号:R000026879・UMIN試験ID:000023327)。対象患者は2015年5-9月にRAI療法が予定されたバセドウ病患者13名(女性13名;年齢:53.7±13.2歳, 24-79)で、治療前に甲状腺シンチグラフィと、甲状腺容積測定のためのCTがDECT装置を用いて撮影された患者である。患者は通常のRAI療法前の指示と同様に、2週間前からヨード制限食とした。

甲状腺シンチグラフィは東芝製E.CAM装置を用い、I-123 (20 $\mu$ Ci)を経口投与し、3時間後・24時間後に画像を取得した。得られた画像から、甲状腺摂取率を計算した。CTの撮影にはシーメンス社製SOMATOM Definition flashを用い、100kVpと140kVpの2つのエネルギーのX線を用いて撮像した。骨などによるアーチファクトのなるべく少ないスライスを選択し、甲状腺の右葉および左葉に1か所ずつ関心領域(region of interest; ROI)を置き、甲状腺実質のCT値(Hounsfield unit; HU)を測定した。また同一の位置で、デュアルエネルギーCT装置から計算されたヨード濃度(mg/mL)を求めた。得られたデータから、CT値とヨード濃度の関係、甲状腺摂取率とヨード濃度の関係について検討した。統計手法にはSpearman rank correlation coefficientおよびWilcoxon signed-rank testを用い、 $p<0.05$ を有意とした。

**【結果】** 甲状腺組織のCT値は、34.5-98.7 HU (平均±SD: 67.8±18.6)であり、ヨード濃度は0.0-1.3 mg/mL (0.5±0.4)であった。両者の間には中等度の相関が認められた( $R=0.429$ ,  $p<0.05$ ,  $n=26$ )。I-123甲状腺摂取率は、1例を除いて3時間値(46.3 ± 22.2 %; range, 11.1-80.1)と24時間値(66.5 ± 15.2 %; range, 40.0-86.1 %)では上昇傾向にあり( $p<0.01$ ,  $n=13$ )、平均上昇率は143.6%であった。CT値と摂取率3時間値との間には相関が認められなかったが( $p=0.087$ ,  $n=13$ )、ヨード濃度と摂取率3時間値との間には負の比較的強い相関が認められた( $R=-0.680$ ,  $p<0.05$ ,  $n=13$ )。摂取率24時間値は、CT値( $p=0.153$ )およびヨード濃度( $p=0.073$ )いずれとも有意な相関がなかった。

**【考察】** 甲状腺組織内にはヨードが相当量含まれているため、通常のCTでは甲状腺は周辺軟部組織よりも高吸収に描出される。CTの撮影条件が理想的であれば、理論的にはヨード含有量とCT値は正の相関を示す。しかし今回の検討では甲状腺のCT値とヨード濃度との間には中等度の相関が認められるにすぎなかった。この理由として、同一撮影断面内に存在する胸骨・鎖骨・肩甲骨・脊椎などによるビームハードニングアーチファクトの関与が最も疑わしい。これ

は高吸収の物質をX線が通過する際にエネルギーの低いX線のほうがより多く吸収される現象で、CT値の測定誤差となって画像上に現れる。これに対しDECTは、2つの異なるエネルギーのX線を用いて物質分別を可能とするものであり、理論的にはより正確なヨード測定を得ることができ、このことはファントム実験で確かめられている。甲状腺摂取率3時間値は甲状腺の代謝速度を反映していると考えられ、これと甲状腺実質のヨード濃度との間に負の相関が認められたことは理にかなっている。対象患者は2週間のヨード制限をしており、甲状腺の代謝が速ければ甲状腺からのヨード排泄も亢進していると考えられ、結果として組織内ヨード値は低値であるはずである。

**【結論】** I-123摂取率3時間値とDECTを用いた組織内ヨード濃度が負の相関を示すことは、DECTを用いた甲状腺組織内ヨード濃度測定が、甲状腺機能を評価する新たな指標となる可能性を示唆する。