

機関番号：31201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20591459

研究課題名（和文）CTによる閉塞性血管病変の診断法の開発：非侵襲的診断法の確立を目指して

研究課題名（英文）The development of diagnostic procedure for arterial occlusive disease by computed tomography: to establish the non-invasive method

研究代表者

田中 良一 (TANAKA RYOICHI)

岩手医科大学・医学部・講師

研究者番号：30393218

研究成果の概要（和文）：CTによる閉塞性血管病変の診断法に関し、造影CTによる横断像からの再構成画像によりボリュームレンダリング法にて造影剤が存在する特定のCT値の領域を選択的に表示する方法、およびグラディエントを利用して、最大値投影法で造影剤が存在する血管内腔を選択的に描出する方法を開発した。石灰化や金属ステントなど高吸収を示す構造物のパーシャルボリュームは造影剤のCT値と一部重なりがあるため、造影CT画像単独の処理ではこれらを完全に分離することは困難であった。

本研究ではさらに単純CTを用い、造影CTとの差分を取ることで、上記の高吸収を示す構造物の影響を極力排除し、造影される血管内腔を選択的に描出することに成功した。本法は単純CTと造影CTの位置がずれることでアーチファクトを生じうるが、観察対象となる部位を絞り、そこに位置ずれの補正を加えることで、良好な結果を得ることができた。また、この位置補正を応用することで、心臓など動きを伴う臓器への応用の可能性も示唆された。

研究成果の概要（英文）：We developed new volume rendering method for the evaluation of the occlusive vascular disease, which shows the contrast enhanced lumen selectively. Also, we developed new maximum intensity projection using the difference of gradient in each voxel for the same purpose. With these methods, there was overlap of the CT value between contrast enhanced lumen and high density structures such as calcification and metallic stent, therefore, there was a difficulty in evaluating small luminal disease.

We also developed the CT subtraction method for the strict evaluation of the vascular lumen. With this method, miss registration artifact possibly occur because of the patient movement. However, we could overcome this artifact using volume position matching technique with the determination of the target for the evaluation. This method was also thought to be the promising method for the evaluation of the vessels such as coronary arteries.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：放射線診断・血管内治療

科研費の分科・細目：基盤研究(C)

キーワード：放射線, 臨床, 循環器・高血圧, 画像診断, CT

1. 研究開始当初の背景

CTやMRIを用いた血管疾患の診断はマルチスライスCTや高性能MRIの普及により広く行われつつあり、関連する研究も多い。しかし、病変描出率に関する血管造影との比較や造影方法の検討に主眼が置かれており、高度な石灰化病変を有する症例や金属性インプラントを有する症例などは検討対象から除かれていることが多い。また、MRIは金属性インプラントを有する症例では検査そのものを行うことができないこともある。さらに、実際の血管疾患では動脈硬化が高度になると血管壁の石灰化も強くなる傾向にあり、治療の際に金属ステントなど金属製インプラントが多く用いられるようになっており、現状の低侵襲的診断法には限界がある。これらの症例における低侵襲的な診断方法の研究は少なく、新たな診断方法の確立は急務である。

2. 研究の目的

わが国では人口の高齢化および食生活の変化により動脈硬化性病変を有する症例が増加している。冠状動脈疾患や脳血管疾患をはじめとする血管疾患はもとより、下肢動脈における閉塞性動脈疾患はQOLを著しく障害する疾患として認知され、CTやMRIなど非侵襲的画像診断法の普及に伴い、新たに発見される症例も増加している。一方で、CTやMRIを用いた血管疾患の診断においては検査手法の標準化が未だ行われておらず、また、MRIでは腎機能障害例でのGd造影剤の使用が禁忌になったため、特に高度な血管の石灰化や金属ステントによる治療を受けた症例などにおいては現在の画像診断法では内腔の正確な評価を行うことが困難で、侵襲的な検査に頼らざるを得ない。本研究ではCTにおける新たな検査方法および画像再構成法を用いて、動脈硬化性病変で最も問題となる虚血を引き起こす血管内腔の狭小化を非侵襲的に描出することで明らかにし、検査手法を標準化することにより、疾患の早期発見、早期治療に寄与する。

3. 研究の方法

現在の非侵襲的画像診断法では血管の性状によっては病変の描出が困難となり、依然、侵襲的な血管造影法に頼らざるを得ない。非侵襲的画像診断法により病変の描出が困難となる理由として、

- (1) 金属ステント、金属ワイヤー、人工関節など検査を困難とするようなインプラントの存在、
- (2) 高度石灰化による血管内腔の隠蔽、

(3) 従来の血管造影で得られる画像とは異なる断層画像や投影画像に依存する評価がある。

よって、これらを克服するために、

- (1) 金属によるアーチファクトを軽減するための検査方法の確立、
- (2) 石灰化を除去もしくは透見する画像処理方法の確立、
- (3) 血管造影と同様の血管内腔を表現し連続した血管構造を同時に描出する方法の確立が必要になる。

本研究では、

- (1) 金属によるアーチファクト軽減のために至適な撮影条件を検討し、アーチファクト除去のためのボリュームデータにおける差分画像作成技術を確立し、
- (2) 造影された血管内腔情報を抽出・画像化し、
- (3) 血管造影と同様の投影平面に血管構造全体を描出する方法を開発する。

これにより、症例の血管の性状に関わらず低侵襲に血管内腔の状態を描出し被検者のQOLを向上させることができるばかりではなく、手術や血管内治療に必要な血管壁の性状を同時に把握することが可能となり、治療計画の効果的な立案、治療時間の短縮に寄与すると考えられる。

4. 研究成果

(1) 初年度は下肢動脈における閉塞動脈疾患でCTを施行した症例は年間170例に及んだ。これらの症例は64列CTにおいて検査を行った。撮影条件と造影剤注入条件を最適化し、画像処理によるサブトラクション・非サブトラクション両者の手法により血管内腔描出を試みた。これらの症例のうち34例にて狭窄病変に対する血管内治療の適応が確認され、血管造影が施行された。血管造影を標準手技として比較検討した結果、90%程度の正診率を得られることが確認できた。一致が得られなかった症例においては血管造影時に多方向からの観察、病変前後の血圧測定、血管内超音波検査などで確認をしたが、通常の血管造影では見逃される恐れがある病変がCTでは正しく描出されていることが確認できた。

(2) 2年度は前年度に引き続きCTデータの蓄積を行い、軌道同期を必要とする下肢動脈と心電図同期を必要とする冠動脈の両者においてデータの蓄積を行い、臓器の特性に応じた処理方法の適正化にも考慮した。下肢動脈においてはワークステーションを用いた半自動サブトラクション法に加え、

手動の位置合わせによるサブトラクション用アプリケーションを用い、両者の描出能の違いについて、特に下腿末梢病変の描出の違いについて検証を開始した。腸骨動脈領域、大腿動脈領域においては血管内治療時に撮影された血管造影画像と比較することとし、血管内治療症例(31例)のさらなる蓄積も行った。サブトラクション法の傾向としては腸骨動脈領域の比較的口径が太い血管においては造影前後のデータの位置ずれによる狭窄の描出能への影響は少なかったが、下腿領域の細径動脈では半自動のサブトラクション法では狭窄を過大評価する傾向がみられ、手動の位置合わせによるサブトラクション法の有用性が示唆された。

冠動脈では心電図同期下に撮影を行い、呼吸停止の違いによる位置ずれの影響も考慮されるため、サブトラクションに関してはpreliminaryな検討とした。撮影条件は被ばくの低減を考慮し、異なる管電圧および管電流で撮影された画像間でのサブトラクションを行い、画質に与える影響について検討した。

また、前年度に施行した動態ファントムの結果の解析を進め、320列CTと64列ヘリカルCTにおける血管病変描出能の違いについて検討し、その結果をまとめ、欧州放射線学会にて研究成果を発表した。

(3) 最終年度は蓄積されたデータをもとに更なる解析を進めた。下肢閉塞性動脈硬化症においては2010年に施行した下肢サブトラクションCTAの111症例を解析し、その中で特にMonkeberg型石灰化を下腿動脈に認められた12症例69動脈(一例は片足の切断後)についてサブトラクションCTAの有用性について評価した。サブトラクションでは片足のみのボリュームサブトラクションで剛性位置合わせの他、新たに開発した非剛性位置合わせの手法も応用した。非サブトラクションの従来手法では全例、全動脈で内腔の評価が困難であったのに対し、サブトラクションCTAでは35/69(50.7%)の動脈で狭窄を伴わない開存が確認され、16/69(23.2%)の動脈で狭窄を、14/69(20.3%)の動脈で閉塞を確認し得た。

これらの動脈の中で血流が遅く、造影効果が不良でありサブトラクションCTAで評価できなかったものは僅かに4動脈のみであった。

また、心臓の動脈硬化性病変の評価にも応用し、特に石灰化を伴う病変では非剛性位置合わせによるサブトラクションが有用であることが確認された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計10件)

- ① 菅原俊祐, 田中良一. 画像診断から見た血管炎. *Vascular Lab*, 査読無, 2008; 5(4): 326-331.
- ② 田中良一, 吉岡邦浩. 血管内治療—血管形成術を中心に—. *Cardiac Practice* 査読無, 2008; 19(3): 281-287.
- ③ 田中良一, 他8名. 心臓CTの実際—64列ヘリカルを用いた検査法からADCTの応用まで—. *映像情報 Medical*, 査読無, 2008; 40(8): 672-677.
- ④ 田中良一, 吉岡邦浩. MDCTを用いた大血管, 末梢血管の診断と臨床的有用性. *映像情報 Medical*, 査読無, 2008; 40(1): 48-53.
- ⑤ 田中良一. 完全閉塞型腸骨動脈ASOに対する血管内治療手技の実際とピットフォール. *Heart View*, 査読無, 2008; 12(1): 46-52.
- ⑥ 田中良一. 血管系のバルーン拡張術とステント留置術. *臨床画像*, 査読無, 2008; 24(5): 648-655.
- ⑦ 田中良一. Cardiac disturbance syndrome および治療方法と効果. *IVR*, 査読無, 2008; 23(3): 305-308.
- ⑧ 田中良一. 下肢閉塞性動脈硬化症の診断と治療戦略. *画像診断*, 査読無, 2010; 30(6), 604-611
- ⑨ 吉岡邦浩, 田中良一. 冠動脈CTによる石灰化病変の検出と臨床的意義. *呼吸と循環*, 査読無, 58(5), 2010; 463-469
- ⑩ 田中良一 (6人, 5番目) 320列マルチスライスCTによる冠動脈ステント内狭窄の評価. *岩手医学会雑誌*, 査読有, 62, 2010; 237-245

[学会発表] (計15件)

- ① 田中良一, Percutaneous Peripheral Intervention 放射線科の立場から. 第1回 Japan Endovascular Treatment Conference; 2008. 4. 12; 東京.
- ② 田中良一, CTによる大動脈弁狭窄の診断. 第14回 Tokyo Heart Imaging Club; 2008. 10. 11; 東京
- ③ 田中良一, ADCTを用いた冠動脈撮影法による被曝線量の違いについて. 第67回心臓血管放射線研究会; 2008. 7. 5; 札幌
- ④ 田中良一, 320列CTによる冠動脈撮影の至適造影方法に関する検討. 第68回心臓血管放射線研究会; 2009. 1. 17; 和歌山

- ⑤ 田中良一. 下肢末梢閉塞性動脈疾患の画像診断と治療—TASC II をふまえて—. 第 22 回ミッドウインターセミナー. 2009. 1. 17, 福岡
- ⑥ 田中良一. 腎動脈の PTA : 診断と治療. 第 22 回日本インターベンショナルラジオロジー学会 ; 2009. 8. 29 ; 山形.
- ⑦ 田中良一. Things You Need to know about Catheter-based Therapy for Lower Extremity Disease. 第 15 回日本血管内治療学会総会 ; 2009. 7. 3 ; 東京.
- ⑧ 田中良一. 320 列 CT による冠動脈撮影の造影法に関する検討—至適造影効果と造影剤負荷の低減を目指して—. 岩手臨床画像セミナー ; 2009. 3. 28 ; 盛岡.
- ⑨ 田中良一. Coronary artery angiography by 320 - row CT. ASCI2009 ランチョンセミナー ; 2009. 6. 5 ; 東京.
- ⑩ 田中良一. 血管内治療の現状. 第 50 回日本血管学会併設 2009 年度第 3 回血管侵襲診断セミナー ; 2009. 10. 31 ; 東京.
- ⑪ 田中良一, 吉岡邦浩, 村中健太. 冠動脈サブトラクション CTA の試み. 第 71 回心臓血管放射線研究会 ; 2010. 7. 3 ; 熊本
- ⑫ 吉岡邦浩, 田中良一. 冠動脈病変のスクリーニング : MDCT (石灰化スコアを含めて). 第 20 回日本心臓血管画像動態学会 ; 2010. 1. 15 - 2010. 1. 16 ; 東京.
- ⑬ 田中良一. 下肢閉塞性動脈疾患に対する血管内治療の実際と位置付け. 第 15 回大分最少侵襲治療法研究会 ; 2010. 10. 1 ; 大分
- ⑭ 田中良一, 吉岡邦浩. 教育講演 : 心臓 CT —ここに気をつけよう— 画像処理と解析. 第 69 回日本医学放射線学会総会 ; 2010. 4. 8 - 2010. 4. 11 ; 横浜
- ⑮ R. Tanaka, K. Yoshioka, et al. Image quality assessment of 320 - rows CT in coronary CT angiography : The analysis with cardiac phantom. European Congress Radiology ; 2010. 3. 4-8 ; Vienna, Austria.

[図書] (計 6 件)

- ① 田中良一. メディカ出版, 血管疾患の診断とモダリティー. Vascular Lab. 5 巻増刊 : 2008, 188-191.
- ② 田中良一, 吉岡邦浩. 心臓領域における area detector CT (320 列 CT) の臨床的有用性. 臨床画像 Vol. 24:4 月増刊号 : 2008,
- ③ 田中良一, 吉岡邦浩. メディカ出版, 救急診療と血管検査. Vascular Lab. 6 巻増刊 : 2009, 203-206.
- ④ 田中良一. 医歯薬出版株式会社, 末梢動

脈疾患と超音波検査の進め方・評価—腹部大動脈・腎動脈・下肢動脈を中心に— : 2009 : 137-143.

- ⑤ 吉岡邦浩, 田中良一. 産業開発機構株式会社, 心臓血管画像 MOOK3 : 2010, 19-21.
- ⑥ 田中良一. メディカ出版, 脈管専門医・血管診療技師・脳神経超音波検査士のための血管診療テキスト. Vascular Lab. 7 巻増刊 : 2010,

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田中 良一 (TANAKA RYOICHI)
岩手医科大学・医学部・講師
研究者番号 : 30393218

(2) 研究分担者

()

研究者番号 :

(3) 連携研究者

()

研究者番号 :