

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 13 日現在

機関番号：32620

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K09099

研究課題名(和文) 臨床応用にむけた非侵襲的脆弱プラーク評価指標の作成

研究課題名(英文) Establishment of noninvasive vulnerable plaque evaluation for clinical application

研究代表者

藤本 進一郎 (FUJIMOTO, SHINICHIRO)

順天堂大学・医学部・准教授

研究者番号：70385871

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：冠動脈CTにおける新しいプラーク解析法(Labeling法)の客観的解析精度に対し剖検例を用いて撮像条件が変化してもプラーク評価の定量性、客観性を保つことができることを実際の心臓組織でも証明した。臨床的プラーク性状解析精度の評価に関しては、侵襲的プラーク性状解析法であるOCT、NIRS-IVUSを基準として比較検討し、従来用いられているカラーマップ法よりLabeling法の方がよい相関を認めた。Labeling法における心血管イベントの予測指標確立に関しては、予定登録数を下回っているため登録期間を延長した。2年後の冠動脈CT撮像も開始され、イベントの予測指標の有用性について解析を開始している。

研究成果の概要(英文)：As for the objective analysis accuracy of the new plaque analysis method (Labeling method) in coronary CT angiography, it was proved in actual cardiac tissues of the autopsy cases that the quantitative and objective plaque evaluation could be maintained even if the imaging conditions were changed. As for the analysis accuracy of clinical plaque morphology in actual clinical situation, it was compared as reference of OCT and NIRS-IVUS which are standard invasive analyses methods of plaque morphology and the better correlation was found with Labeling method rather than the Color map method used conventionally.

As for establishment of predictor of future cardiovascular events in Labeling method, because the number of registered cases was less than the scheduled number, the registration period has been prolonged. Coronary CT imaging scheduled two years later in this study was also started and the analyses of the usefulness of the events prediction in Labeling method has been started.

研究分野：循環器内科学

キーワード：冠動脈CT 脆弱プラーク プラーク解析 クラスタリング解析 Labeling法 心血管イベント予測

1. 研究開始当初の背景

現在突然死の約6割は急性冠症候群を主原因とする心疾患によるものであり、その数は年間およそ65,000人にも及び、特に働き盛りの世代においてはその社会的影響は大きい。その急性冠症候群を評価するための現リスク層別は、精度が高いとは言い難く、改めてリスク層別化を図る必要がある。この課題に対し、前駆病変である1. 血管の陽性リモデリングを認める。2. プラークが血管断面積の50%以上を占める。3. Necrotic coreがプラークの25%以上を占める。4. プラーク内に脆弱な新生血管を認める。5. 一般に線維性被膜の厚さは65 μ m以下。6. 線維性被膜にマクロファージが浸潤しMMPの発現が亢進している。といったような特徴をもつ脆弱プラークを(1)画像診断することができれば、高い精度での予防が可能である。

この着眼点のもと、これまでに冠動脈CT上の「陽性リモデリング」と「プラーク内の低CT値」を指標とした脆弱プラーク診断で、2年以内に22%の確率で急性冠症候群を発生することが報告された(2)。これを基盤として、申請者はCTと脆弱プラーク診断の関係について1. 無症候性患者におけるCT上の脆弱プラークの頻度とその予測因子(頻度6.3%、予測因子: 男性、糖尿病、喫煙)2. CT上の脆弱プラークとカルシウムスコアとの関係3. 脆弱プラークの要因の一つであるプラーク内 vasa vasorum の冠動脈CT評価といった3つの関係の発見に至った。他の非侵襲的画像診断において脆弱プラーク診断に関する報告はほとんど認められず、冠動脈CTは非侵襲的な脆弱プラーク診断に対する最も臨床応用に近いモダリティである。

しかし、現在脆弱プラーク診断に用いているCT値は冠動脈内腔の造影剤濃度や冠動脈病変の狭窄度、管電圧から影響を受けるとともに現在の空間分解能では部分容積効果の影響などで内腔領域と血管領域のトレースも解釈が困難であるため、客観的な診断指標の決定に至らない。従って、無症候性を含めたより多くの患者をスクリーニングし、リスクの再層別化を実現するための十分な情報を得るには、これらの問題点を解決する新規のプラーク評価方法の開発が必要となった。

そこで申請者らはCT値に加えて、クラスタリング解析を用いてその3次元分布や連続性、ノイズを加味してプラークの組織形態や負荷を解析する方法『Labeling法』を開発した。この手法により、コンピューターシミュレーションによる物理ファントム実験では、冠動脈内腔の造影剤濃度、石灰化、プラーク内低密度領域のCT値・サイズという因子からの影響が解消され、高精度な解析結果を得ることができた。またイメージノイズによる影響も認められなかった。このことから今ま

で絶対的CT値のみによるプラーク解析に比べ客観的プラーク評価指標を確立することが可能となった。

2. 研究の目的

本研究では新しいプラーク解析法『Labeling法』をあらゆる撮像条件下で既存の侵襲的プラーク評価モダリティの結果と比較検証することによって、その臨床的精度値や客観性を明確にする。また、実際の普遍的、定量的評価指標が将来の急性冠症候群の予測因子となりうるか、またその結果広くリスク再層別化のスクリーニングに有用かを明確にすることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 新しいプラーク解析法(Labeling法)における客観的解析精度の評価

コンピューターシミュレーションによる物理ファントム実験では、冠動脈内腔の造影剤濃度、石灰化、プラーク内低密度領域のCT値・サイズという因子からの影響が解消され、高精度な客観的解析結果を得ることができた。近年被ばくを考慮し低管電圧での撮像をおこなう施設が増えていきつつあるが、管電圧の客観的解析精度への影響に対する検討を今まで行っていなかった。そのため剖検心の左右冠動脈に造影剤を手動注入し、今まで標準で使用されていた120kVに加え100kV、80kVと3種類の管電圧で撮像し、Labeling法の客観的解析精度を検討した。剖検例10例(21血管、非石灰化プラーク17血管、混合型プラーク4血管)を対象とし、冠動脈CTを80kV、100kV、120kVの3種類の管電圧で撮影を施行した。プラークの最小内腔面積におけるプラーク性状を従来用いられていたcolor mapping法及びlabeling法を用いて解析し、Necrotic core area, fibrous plaque area, calcified plaque areaに分類した後、それぞれの面積を比較検討した。

(2) 新しいプラーク解析法(Labeling法)における臨床的プラーク解析精度の評価

Labeling法における臨床的プラーク解析精度を評価するために、冠動脈CT撮像後、冠動脈血行再建の適応がありPCI予定となった患者を対象に、既存の侵襲的プラーク解析手法であるIVUSにおける指標との相関やさらに高分解能であるOCT、近赤外線分光法の原理を用いてプラークの脂質成分を検出するNIRS-IVUSにおける脆弱プラーク診断に対する精度といったものが、従来の絶対的CT値のみでの評価に対し統計学的に有意であるかを明らかにする。またコンピューターシミュレーションによる物理ファントム実験で、あらゆる撮像条件に左右されず客観的評価

が可能であった点を実際の臨床において明らかにする。我々はすでに標準で使用されている 120kV の管電圧を用いた撮像においては脆弱プラーク診断に対する精度が VH-IVUS の指標を基準として従来の絶対的 CT 値のみでの評価よりも有意に診断精度が高いことを報告している(3)。そのため今回は 100kV の管電圧を使用した撮像で IVUS や OCT を基準として評価を行った。

100kV を用いた冠動脈 CT 施行後 3 カ月以内に IVUS を施行した連続 25 例(28 血管:RCA9、LAD16、LCX3)を対象とした。冠動脈 CT における対象血管の最小内腔面積部位を Labeling 法で測定し、血管断面積、内腔面積、プラーク面積を計測した。また最小内腔面積部位から $\pm 5\text{mm}$ のプラーク量を測定した。IVUS で CT と同部の、血管断面積、内腔面積、プラーク面積を計測し、Labeling 法との相関係数及び Bland-Altman による解析をおこなった。また intra-observer (観察者 A と観察者 B)、inter-observer (観察者 A) を算出した。

冠動脈 CT を撮影し、有意狭窄病変に対して OCT と NIRS-IVUS の両者を用いて冠形成術を施行した 14 症例、16 病変を後ろ向きに解析した。冠動脈 CT は治療対象血管の責任病変におけるプラーク量、color mapping における necrotic core volume (HU-NCV)、Labeling 法を用いた necrotic core volume (LM-NCV) から percent necrotic core volume (%NCV: necrotic core volume/plaque volume $\times 100$) を算出した。OCT は後方減衰を伴うプラークを脂質プラークと定義し、解析対象部位を 1mm ごとに脂質プラークの角度 (lipid arc) を測定し、長軸像における脂質プラークが存在する長さ (lipid length) lipid arc の平均値から求められる lipid volume index (LVI) を算出した。NIRS-IVUS は解析対象部位の脂質プラーク比率 (lipid-core burden index: LCBI) を算出した。LCBI はケモグラム長軸 0.1mm 幅で円周 1° につき 1 ピクセルとし、関心領域全体のピクセル数の中で脂質プラークである可能性が 60% を超えるピクセル (yellow pixel) の割合で示される定量的な指標である。(LCBI=(Yellow ピクセル数/総ピクセル数) $\times 1000$)。冠動脈 CTA 解析と OCT、NIRS-IVUS 解析は患者背景を盲検下した、別々の医師が解析を行った。

(3) 新しいプラーク解析法 (Labeling 法) における心血管イベントの予測指標の確立

Labeling 法による指標が将来の心血管イベントの独立した予測因子となることで、冠動脈 CT におけるプラーク評価を加えることにより、従来確立されていた将来の心血管イベントに対するリスク層別化からより精度の高い再層別化が可能となることを明らか

にすることを目標とする。特に冠動脈 CT は非侵襲的な検査であり、本手法を活用して、無症状な患者に対しても非侵襲的なリスク再層別化を図り、広く効果的な予防と治療に応用したい。

そのため無症候性糖尿病患者における冠動脈プラーク進展、心血管イベント予測に対する冠動脈 CT における Labeling 法を用いた包括的プラーク評価の有用性を検討する。冠動脈 CT を施行した無症候性糖尿病患者例 (目標症例 200 例) に対し、現行のガイドラインに基づいた適切な薬物療法を施行し 2 年後に再度冠動脈 CT を施行し、冠動脈プラーク進展と心血管イベント (心臓死、非致死的心筋梗塞、不安定狭心症による入院) の予測因子について検討する。特に Labeling 法による指標が従来の心血管イベント予測因子と比較し独立した予測因子となるか、また付加価値があるかについて明らかにする。

冠動脈 CT におけるプラーク評価を確立する研究をすることが無症候性患者のリスク層別化に有用であることを証明するために無症候性糖尿病患者をリクルートする段階で冠動脈 CT における冠動脈硬化の頻度や他の冠動脈疾患を予測するリスク因子との関連についても評価を行った。35 歳から 70 歳までの既知の冠動脈疾患の既往のない無症候性糖尿病患者連続 88 例 (年齢、男 53 例、女性 35 例) を対象とした。全ての患者に頸動脈エコーによる IMT 測定及び冠動脈 CT を施行した。従来の冠危険因子である脂質異常症 (TC, TG, HDL-C, LDL-C, Non-HDL), 喫煙, 高血圧, 慢性腎臓病, 糖尿病の指標 (HbA1c, 1.5-AG, GA), 脳梗塞歴、家族歴、糖尿病罹患期間、糖尿病合併症の有無 (神経症、腎症、眼症)、炎症性マーカー (Hs-CRP)、皮下脂肪 (SFA)、内臓脂肪面積 (VFA)、SFA/VFA を測定し、冠動脈疾患の有無とそれぞれの危険因子との関連について検討をおこなった。さらに IMT 肥厚 (1.1mm 以上) の有無と冠動脈疾患との関連についても各因子で検討した。冠動脈 CT からみた冠動脈疾患の定義は有意狭窄の有無は問わず、視覚的に plaque があるものと定義し、有意狭窄は 50% 以上、CT 上の脆弱プラークは positive remodeling (>1.1), low attenuation (HU <30) を伴うものと定義した。

4. 研究成果

(1) 80kv, 100kv, 120kv それぞれの撮影における最小内腔面積部位の color mapping 及び labeling 法を用いたプラーク性状解析において Necrotic core area (mm²) は 80kv では color mapping vs. labeling 法: 0.3 ± 0.6 vs. 0.0, 100kv では 0.3 ± 0.5 vs. 0.0, 120kv では 0.6 ± 1.0 vs. 0.0 であった。Fibrous plaque area (mm²) は 80kv では color mapping vs. labeling 法: 7.7 ± 3.2 vs. 10.3 ± 6.2 ,

100kvでは 8.3 ± 4.2 vs. 9.3 ± 4.8 , 120kvでは 8.0 ± 3.9 vs. 9.0 ± 4.4 であった。calcified plaque area(mm^2)は80kvでcolor mapping vs. labeling法: 2.8 ± 5.3 vs. 0.5 ± 1.2 , 100kvでは 1.5 ± 3.6 vs. 1.0 ± 2.5 , 120kvでは 1.2 ± 3.0 vs. 0.9 ± 2.3 であった。またLabeling methodではそれぞれの管電圧でnecrotic core areaは認められなかったためfibrous plaque areaとcalcified plaque areaにおいてcolor mapping及びlabeling法おける異なる管電圧間の測定値の相関を評価した結果、fibrous areaにおいては80kv vs. 100kvでの相関係数はColor mapping: 0.8745 ($p < 0.0001$), Labeling法: 0.9149 ($p < 0.0001$)であり、Labeling法で強い相関を認めた。100kv vs. 120kvでの相関係数はColor mapping: 0.9477 ($p < 0.0001$), Labeling法: 0.9791 ($p < 0.0001$)であり、Labeling法で強い相関を認めた。80kv vs. 120kvでの相関係数はColor mapping: 0.7828 ($p < 0.0001$), Labeling法: 0.9164 ($p < 0.0001$)であり、これも同様にLabeling法で強い相関を認めた。Fibrous plaque areaの測定において、labeling法はcolor mappingよりもそれぞれの管電圧で優れた相関を示す結果であった。またcalcified plaque areaにおいては80kv vs. 100kvでの相関係数はColor mapping: 0.8732 ($p < 0.0001$), Labeling法: 0.8323 ($p = 0.0021$)であった。100kv vs. 120kvでの相関係数はColor mapping: 0.9781 ($p < 0.0001$), Labeling法: 0.9873 ($p < 0.0001$)であった。80kv vs. 120kvでの相関係数はColor mapping: 0.7890 ($p < 0.0001$), Labeling法: 0.7089 ($p < 0.0001$)であった。Calcified plaqueの測定に関してはcolor mappingとlabeling法による測定はそれぞれの管電圧でもいずれの方法も良好な相関が維持される結果であった。

(2) 100kv撮像における血管面積におけるLabeling法とIVUSとの関連はLabeling法とIVUSは相関係数 0.9655 : (95% CI: 0.9468 - 0.9837) ($p < 0.0001$)であり、極めて強い相関を認めた。またBland-Altmanによる解析ではThe mean \pm SD differences: -0.01 ± 0.41 . Limits of agreement: 0.63 - 0.65 であった。内腔面積におけるLabeling法とIVUSとの関連は、相関係数 0.9365 : 95% CI: 0.9021 - 0.9708 ($p < 0.0001$)であり、同様に極めて強い相関を認めた。またBland-Altmanによる解析ではThe mean \pm SD differences: 0.4 ± 1.7 Limits of agreement: 3.1 - 2.3 であった。Plaque量におけるLabeling法とIVUSとの関連は、相関係数 0.8636 : 95% CI: 0.7984 - 0.9287 ($p < 0.0001$)であり、極めて強い相関を認めた。またBland-Altmanによる解析ではThe mean \pm SD differences: 1.2 ± 6.1 Limits of agreement: 10.6 - 8.2 であった。また血管面積及び内腔面積におけるintra-observer

(観察者Aと観察者B)、inter-observer (観察者A)の検討については血管面積においてはIntra-class correlation: 0.96 : 95% CI: 0.92 - 0.97 、Inter-rater correlation: 0.81 : 95% CI: 0.73 - 0.89 であり強い一致性を認めた。内腔面積においてはIntra-class correlation: 0.94 : 95% CI: 0.91 - 0.96 、Inter-rater correlation: 0.83 : 95% CI: 0.78 - 0.89 であり血管面積同様に強い一致性を認めた。この結果よりLabeling法を用いたplaque解析は、100kvによる低電圧撮像でも正確にplaqueの定量評価が可能であることが示された。

冠動脈CTにおける%NCVはHU: 5.3% (IQR: 3.8% to 8.4%)、LM: 5.6% (IQR: 1.7% to 7.1%)であった。OCTにおけるLVIは1100 (IQR: 344 to 2471)であり、NIRS-IVUSにおけるLCBIは181 (IQR: 79 to 247)であった。LVIはLM-NCVと良好な正の相関関係を有していた(LVI vs. HU-NCV: $r = 0.33$, $p = 0.21$, LVI vs. LM-NCV: $r = 0.46$, $p = 0.07$)

(3) 無症候性糖尿病患者を対象に冠動脈CTを登録時と2年後に撮像し、新しいプラーク解析法の指標が2年間の心血管イベントやプラーク進展の予測因子となるかを評価する前向き観察研究の登録が開始され2018年4月30日現在105例が登録された。予定登録数を下回っているため登録期間を2018年9月30日まで延長して研究を継続している。2018年1月より観察から2年後の冠動脈CT撮像も開始され、現在イベントの予測指標として冠動脈CTにおけるLabeling法を用いたプラーク評価の有用性について解析を開始している。

88例中、冠動脈CT上冠動脈疾患のある患者は 73.9% ($65/88$ 例)であった。有意狭窄は 27.7% ($24/88$ 例)に認め、CT上の脆弱プラークは 16.0% ($14/88$ 例)に認めた。無症候性糖尿病患者が冠動脈疾患を有する関連因子について検討したところ冠動脈疾患のある患者は 78.4% ($51/65$ 例)が男性で冠動脈疾患のない患者は 52.2% ($12/23$ 例)と男女比に2群間で有意差を認めた ($p = 0.0163$)。年齢は冠動脈疾患のある患者で有意に大であった (53.1 ± 11.3 vs. 60.4 ± 8.2 , $p = 0.0014$)。糖尿病罹患期間は冠動脈疾患のある患者で有意に大であった (96.5 ± 115.9 vs. 148.6 ± 115.9 , $p = 0.042$)。皮下脂肪は冠動脈疾患のある患者で有意に低値であった (177.2 ± 93.6 vs. 135.1 ± 74.5 , $p = 0.0323$)。血中リン値は冠動脈疾患のある患者で有意に低値であった (3.7 ± 0.6 vs. 3.4 ± 0.5 , $p = 0.0381$)。HDL-C値も冠動脈疾患のある患者で有意に低値であった (57.0 ± 26.2 vs. 47.9 ± 11.5 , $p = 0.0255$)。冠動脈疾患のある患者は 30.8% ($20/65$ 例)に糖尿病性神経障害を認め、冠動脈疾患のない患者は 4.3% ($1/23$ 例)に糖尿病性神経障害

を認め、2群間で有意差を認めた。(p=0.0106)。冠動脈疾患のある患者は 61.4 % (40/65 例) にスタチンを服用しており、冠動脈疾患のない患者は 21.7 % (5/23 例) (p=0.001) とスタチン服用が冠動脈疾患のある患者が有意に多かった。ロジスティック回帰分析では年齢 OR 1.0859 (95 % C.I. 1.0285-1.1465 p=0.0029)、性別 OR 3.3393 (95 % C.I. 1.2168-9.2638 p=0.0192)、糖尿病罹患歴 OR 1.0055 (95 % C.I. 1.0001-1.0110, p=0.0464)、皮下脂肪 OR 0.9940 (95 % C.I. 0.9883-0.9997, p= 0.039)、血中リン値 OR 0.3816 (95 % C.I. 0.1504-0.9681 p=0.0425)、スタチンの服用 OR 5.7600 (95 % C.I. 1.8998-17.4728, p=0.0002)、糖尿病性神経障害 OR 9.7778 (95 % C.I. 1.2312-77.6513, p= 0.031) が有意な関連因子であった。一方、有意狭窄病変の存在においてはいずれの因子も有意な関連を認めなかった。CT上の脆弱プラークを有する関連因子について喫煙は CT上の脆弱プラークを持つ患者は 71.4 (10/14 例)%に、CT上の脆弱プラークのない患者は 27.0 (20/74 例)% に認め、2群間で有意差を認めた。また血中トリグリセライド値も CT-verified high risk plaque のある患者で有意に大であった (198.5 ± 38.4 vs. 207.9 ± 37.6, p=0.0018)。ロジスティック回帰分析による単変量解析を行ったところ、喫煙は OR 6.75 (95 % C.I. 1.8994-23.9873, p=0.0032)、TG の OR 1.0097 (95 % C.I. 1.00027-1.0168, p=0.0067) といずれも有意な関連因子であった。

現在無症候性糖尿病患者における動脈硬化の非侵襲的スクリーニング検査として有用とされている頸動脈エコー検査において、冠動脈疾患のある患者は 44.6 % (29/65 例) に IMT の肥厚を認め、冠動脈疾患のない患者は 26.1 % (6/23 例) と 2群間で有意差は認められなかった。また IMT の肥厚のある患者は 39.8 % (35/88 例) に認め、その内、冠動脈疾患患者は 82.9 % (29/35 例)、有意狭窄は 34.3 % (12/35 例) で、その内 CT-verified high risk plaque は 14.3 % (5/35 例) に認めた。また IMT の肥厚のない患者は 60.2 % (53/88 例) に認め、その内、冠動脈疾患は 67.9 % (36/53 例)、有意狭窄は 22.6 % (12/53 例)、CT-verified high risk plaque は 16.9 % (9/53 例) であった。

従来動脈硬化ハイリスク患者のスクリーニングに有用として用いられていた頸動脈エコーであるが、冠動脈疾患に対するスクリーニングとしては必ずしも十分でない可能性が示された。今後冠動脈 CT による Labeling 法を含む詳細な評価が将来の心血管イベントの予測で有用であることを明らかにすることでさらに冠動脈 CT 評価を用いたスクリーニングによるリスク再層別化の有用性を確立していく予定である。

引用文献

1. Narula J, et al. Picking plaques that

pop. J Am Coll Cardiol 2005; 45: 1970-1973

2. Motoyama S, et al. Computed tomographic angiography characteristics of atherosclerotic plaques subsequently resulting in acute coronary syndrome. J Am Coll Cardiol 2009;54:49-57.

3. Fujimoto S, et al. A novel method for non-invasive plaque morphology analysis by coronary computed tomography angiography. Int J Cardiovasc Imaging 2014; 30: 1373-1382

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2件)

1. Fujimoto S, Kondo T, Kumamaru KK, Shinozaki T, Takamura K, Kawaguchi Y, Matsumori R, Hiki M, Miyauchi K, Daida H, Rybicki FJ. Prognostic Value of Coronary Computed Tomography (CT) Angiography and Coronary Artery Calcium Score Performed Before Revascularization. J Am Heart Assoc. 2015; 4:e00226437 査読あり

2. Fujimoto S, Kondo T, Takamura K, Baber U, Shinozaki T, Nishizaki Y, Kawaguchi Y, Matsumori R, Hiki M, Miyauchi K, Daida H, Hecht H, Stone GW, Narula J. Incremental prognostic value of coronary computed tomographic angiography high-risk plaque characteristics in newly symptomatic patients. J Cardiol. 2016; 67:538-44 査読あり

[学会発表](計5件)

1. Takamura K, Fujimoto S, Kondo T, Kumamaru K, Kawaguchi Y, Suda S, Matsumori R., Kato E, Hiki M, Takase S, Rybicki FJ, Daida H. Prognostic Value of Coronary CT Angiography and Coronary Artery Calcium Score Performed Before Revascularization. American Heart Association, 88th Scientific Session, Orland, USA 2015.11

2. Takamura K, Fujimoto S, Kondo T, Hiki M, Matsumori R, Kawaguchi Y, Suda S, Kato E, Kumamaru K, Takase S, Daida H. Incremental prognostic value of coronary computed tomographic angiography high risk plaque characteristics in asymptomatic patients. The American College of Cardiology 65nd Annual Scientific Session, Chicago, USA 2016.4

3. Takamura K, Fujimoto S, Katou E,

Kawaguchi Y, Hiki M, Kumamaru K, Daida H: Usefulness of Novel Plaque Characteristics Analysis Software Employing the Labeling Method in Autopsy Cases. The 81th Annual Scientific Meeting of the Japanese Circulation Society, Kanazawa, Japan 2017. 3

4. Takamura K, Fujimoto S, Kawaguchi Y, Hiki M, Kato E, Aoshima C, Kumamaru K, Daida H. Usefulness of New Plaque Characteristics Analysis Software Employing the Labeling Method for Autopsy Cases. SCCT 2017 12th Annual Scientific meeting, Washinton DC, USA 2017.7

5. Takamura K, Fujimoto S, Katou E, Kawaguchi Y, Aoshima C, Hiki M, Dohi T, Kumamaru K, Daida H: Usefulness of a novel plaque analysis software using a labeling method in low-tube voltage protocol. The 82th Annual Scientific Meeting of the Japanese Circulation Society, Osaka, Japan 2018. 3

6 . 研究組織

(1)研究代表者

藤本 進一郎 (FUJIMOTO, Shinichiro)
順天堂大学・医学部・准教授
研究者番号 : 70385871

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし

(4)研究協力者

Frank J. Rybicki (Frank J. Rybicki)
隈丸 加奈子 (KUMAMARU, Kanako)
高村 和久 (TAKAMURA, Kazuhisa)
比企 誠 (HIKI, Makoto)
川口 裕子 (KAWAGUCHI, Yuko)
加藤 悦郎 (KATO, Etsuro)
青島 千紘 (AOSHIMA, Chihiro)