

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 12 日現在

機関番号：37104

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23591072

研究課題名(和文)FDG-PET/CTを用いた冠動脈ステント留置部位の分子病態の解明

研究課題名(英文)Molecular imaging of vascular inflammation in patients with coronary artery disease

研究代表者

田原 宣広 (NOBUHIRO, TAHARA)

久留米大学・医学部・講師

研究者番号：10320186

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：我々は、ステント留置後の局所炎症をFDG-PETと多列化CTを用いて描出し、ステント留置後に生じる種々の問題点との関連について検討した。心筋のFDG集積を抑制する目的で12時間以上の絶食とヘパリン前投与を行ったが、心筋のFDG集積を完全に抑制することはできなかった。冠動脈におけるFDG集積の評価が可能な例でステント留置部のFDG集積が強い例では、慢性期の冠動脈造影において狭窄が進行し、黄色調病変が多く、血管内皮機能が低下していた。また、遅発性ステント圧着不良やステント部位の付着血栓を認め、ステント部位にFDG集積が確認された。ステント留置局所の炎症がこれらの事象に関与していることが推察された。

研究成果の概要(英文)：We investigated whether FDG activity in coronary arteries implanted bare-metal stent or drug-eluting stent evaluated by FDG-PET/CT angiography is associated with the post-stenting complications. Intense myocardial FDG uptake hampers to evaluate FDG activity in coronary artery lesions. We could not completely suppress the intense myocardial FDG uptake even with at least 12 hour-fasting and heparin loading prior to PET scan. FDG uptake in the stented coronary artery after stenting was associated with the post-stenting complications such as re-stenosis, endothelial dysfunction, mal-apposition, and stent thrombosis.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学・循環器内科学

キーワード：FDG-PET 多列化CT 炎症 冠動脈ステント

1. 研究開始当初の背景

経皮的冠動脈インターベンションにおいてバルーン治療だけでは拡張不良・急性冠閉塞・冠動脈解離・elastic recoil による negative remodeling・血管内膜平滑筋細胞増殖による再狭窄などの問題が残された。1990年代 bare-metal stent (BMS)の登場により、問題点は大幅に改善されたが、バルーン治療と比べると BMS の再狭窄率はわずか10%の減少に留まった。2004年には平滑筋細胞の増殖・遊走抑制作用を有する薬剤溶出性ステント (drug-eluting stent: DES)の臨床使用が可能となり、再狭窄率を激減させた。しかしながら、DES においても以下のような問題点が残されている。

- (1) 再狭窄が特にステント近位端で多く見受けられる急性～亜急性冠閉塞は BMS と同程度に認められる。
- (2) 慢性期におけるステント内の内皮被覆化遅延が生じ、遅発性血栓閉塞が認められる。
- (3) 遅発性ステント圧着不良が認められる。
- (4) 内皮細胞の機能的回復能の低下・遅延による内皮機能障害が生じる。
- (5) BMS と比べ、慢性期の死亡・心筋梗塞発症に関して差は認めていない。

ステント挿入部位では、マクロファージやリンパ球、および炎症性サイトカインが惹起する炎症反応が生じていると推察されるが、ステント留置部位における炎症免疫反応を生体内で評価することは困難であり、不明な点が多い。我々はステント留置後にストラット金属やポリマーに対する過敏性反応や炎症反応が、これらの問題点に関わっているのではないかと考え、ステント留置後の局所炎症を¹⁸F 標識 fluorodeoxyglucose (FDG) をトレーサーとしたポジトロン断層撮影 (positron emission tomography; PET)を用いて描出し、ステント留置後に起こる種々の問題点との関連について検討することを目的に本研究の着想に至った。

2. 研究の目的

冠動脈ステント留置後の局所炎症を FDG-PET と多列化 CT を用いて描出・定量化し、ステント留置後に起こる種々の問題点との関連について検討する。

3. 研究の方法

安定狭心症例で冠動脈近位部に BMS、または DES を留置した症例を対象にステント留置3ヵ月後に FDG-PET/多列化 CT 検査を施行する。多列化 CT 画像を用いてステント部位に関心領域を設定し、FDG 集積の程度を定量評価する。ステント留置9ヵ月後に冠動脈造影、血管内視鏡、血管内皮機能の評価をおこない、狭窄率、ステント表面の被覆化・色調、血管内皮機能がどのように変化し、ステント留置局所の炎症と関連があるかについて検討する。また、遅発性ステント圧着不良やステント部位の付着血栓の有無、さらには心血管イベントについてステント留置局所の炎症と関連がある

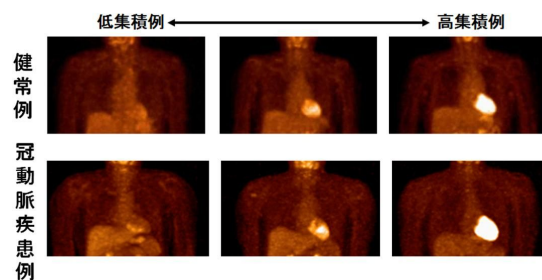
かどうか検討する。

- (1) 冠動脈に有意狭窄を有し、経皮的冠動脈インターベンションの適応がある安定狭心症例で初回のステント留置をおこなうものを対象とする。
- (2) ステント留置3ヵ月後に FDG-PET/多列化 CT をおこなう。
- (3) ステント留置9ヵ月後に冠動脈造影をおこない、ステント挿入部位の狭窄率を計測する。また、血管内視鏡によりステント内の被覆化や血栓の有無、残存プラークの色調評価をおこなう。さらに、冠動脈における血管内皮機能の評価する。

4. 研究成果

(1) 冠動脈近位部にステントを留置した症例を対象に FDG-PET/多列化 CT 検査を施行し、ステント留置部の FDG 集積の評価が可能であるかどうかについて検討した。これまでの経験では、12時間以上の絶食を行っても虚血心筋のみならず、健常心筋においても心筋の FDG 集積が認められる例が存在し (図1上段)、冠動脈における関心領域における FDG 集積の評価が困難な例が存在した。血中遊離脂肪酸の上昇により心筋の利用エネルギー基質がブドウ糖から脂肪酸へシフトする可能性が考えられ、血中遊離脂肪酸が上昇することが報告されているヘパリン静注を行い、心筋のブドウ糖代謝を低下させる試みを施した。12時間以上の絶食とヘパリン 50U/kg の前投与により有意に遊離脂肪酸が上昇することを確認できたが、心筋の FDG 集積を完全に抑制することはできなかった (図1下段)。ステント留置近傍の心筋が虚血状態にあり、心筋の利用エネルギー基質がブドウ糖代謝にシフトしている可能性が推察された。

【図1】



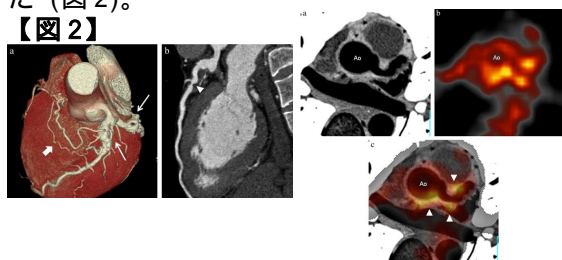
(2) 心筋の FDG 集積は、冠動脈における関心領域の FDG 集積を計測する上で大きな影響を与えることから、左冠動脈前下降枝、または回旋枝にステントを挿入した例で心筋の FDG 集積があり、評価が困難な場合は心筋の FDG 集積に影響を受けることが少ない左冠動脈主幹部の FDG 集積を評価ターゲットにすることにした。しかしながら、左冠動脈主幹部ステントを留置する例は限られており、血管内視鏡での評価は困難な例が多かった。また、右室は FDG 集積を認めることは少なく、右冠動脈は評価対象とした。

(3) 多列化 CT 画像を用いて、ステント部位をステント長に基づき、近位部・中間部・遠位部に3等分にして FDG 集積の程度を定量評

備した所、近位部で FDG 集積が最も高かった。
 (4) DES または BMS 留置例に関わらず、ステント留置部の FDG の集積度が強い例では、慢性期の冠動脈造影においてステント部位における狭窄度が進行し、血管内視鏡による評価では黄色調の病変が多かった。また、FDG 集積例では、血管内皮機能が低下しており、DES 挿入例が多かった。DES 留置例において遅発性ステント圧着不良やステント部位の付着血栓を認め、ステント部位への FDG 集積が確認された。ステント留置局所の炎症が、これらの事象に関連していることが推察された。

(5) 川崎病の既往があり、冠動脈瘤が残存する例においても FDG が集積することが確認され、スタチン治療後やステント留置後の評価が FDG-PET と多列化 CT を用いて可能であった (図 2)。

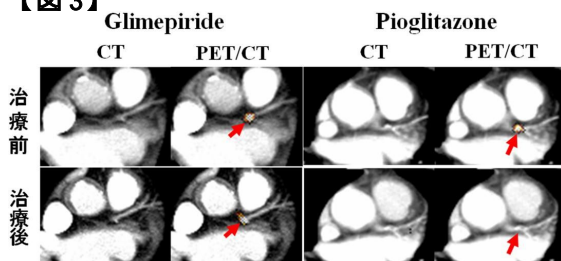
【図 2】



(6) ステントを留置していない冠動脈主幹部にも FDG が高集積する例を認め、慢性期の冠動脈造影にて狭窄度が進行していることが確認された。上行大動脈の炎症が冠動脈主幹部に spillover している可能性やステントを留置する際に冠動脈の血管内皮に障害を引き起こした可能性が示唆された。

(7) 耐糖能障害や 2 型糖尿病症例に対して FDG-PET/造影 CT をおこない、抗炎症効果を有するインスリン抵抗性改善薬により冠動脈病変の FDG 集積が軽減されることを確認した (図 3)。

【図 3】



【まとめ】

FDG-PET と多列化 CT を用いることにより冠動脈ステント留置後の局所炎症を描出し、定量評価することが可能であった。ステント留置局所の FDG 集積は、ステント留置後に起こる再狭窄、血管内皮機能障害、遅発性ステント圧着不良やステント部位の付着血栓など種々の問題点と関連することが明らかになり、ステント留置後の炎症がこれらの事象に関連していることが示唆された。ステント留置局所の FDG 集積と心血管イベントの関連については、今後の検討課題である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 21 件)

- (1) Tahara A, Tahara N, Honda A, Imaizumi T. Mobile left atrial round mass free floating in mitral regurgitation flow mimicking a whale spray. *BMJ Case Rep.* 査読有 2014 Mar 11; in press. DOI: 10.1136/bcr-2013-202725.
- (2) Matsui T, Nishino Y, Ojima A, Maeda S, Tahara N, Yamagishi S. Pigment epithelium-derived factor improves metabolic derangements and ameliorates dysregulation of adipocytokines in obese type 2 diabetic rats. *Am J Pathol.* 査読有 184(4):2014;1094-1103. DOI:10.1016/j.ajpath.2013.12.032.
- (3) Tahara N, Matsui T, Yamagishi S. Change in serum PEDF level after pioglitazone treatment is independently correlated with that in HOMA-IR. *Int J Cardiol.* 査読有 172(1):2014;244-246. doi:10.1016/j.ijcard.2013.12.289.
- (4) Tahara N, Mukherjee J, de Haas HJ, Virmani R, Fuster V, Narula J, et al. 2-deoxy-2-[18F]fluoro-D-mannose positron emission tomography imaging in atherosclerosis. *Nat Med.* 査読有 20(2):2014;215-219. DOI:10.1038/nm.3437.
- (5) Tahara N, Tahara A, Honda A, Nitta Y, Kodama N, Yamagishi S, Imaizumi T. Molecular imaging of vascular inflammation. *Curr Pharm Des.* 査読有 20(14):2014;2439-2447. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Tahara+N>
- (6) Nitta Y, Tahara N, Tahara A, Honda A, Kodama N, Mizoguchi M, Ishibashi M, Yamagishi S, Imaizumi T, et al. Pioglitazone decreases coronary artery inflammation in impaired glucose tolerance and diabetes mellitus: evaluation by FDG-PET/CT imaging. *JACC Cardiovasc Imaging.* 査読有 6(11):2013;1172-1182. DOI:10.1016/j.jcmg.2013.09.004.
- (7) Tahara N, Tahara A, Narula J, Imaizumi T. Statin therapy resolves coronary artery inflammation. *JACC Cardiovasc Imaging.* 査読有 6(10):2013;1119-1120. DOI:10.1016/j.jcmg.2013.02.013.
- (8) Kodama N, Tahara N, Tahara A, Honda A, Nitta Y, Mizoguchi M, Kaida H, Ishibashi M, Abe T, Ikeda H, Narula J, Fukumoto Y, Yamagishi S, Imaizumi T. Effects of pioglitazone on visceral fat metabolic activity in impaired glucose tolerance or type 2 diabetes mellitus. *J Clin Endocrinol Metab.* 査読有

- 98(11):2013;4438-45.
DOI:10.1210/jc.2013-2920.
- (9) Tahara N, Yamagishi S, Mizoguchi M, Tahara A, Imaizumi T. Pioglitazone decreases asymmetric dimethylarginine levels in patients with impaired glucose tolerance or type 2 diabetes. *Rejuvenation Res.* 査読有 16(5):2013;344-351.
DOI:10.1089/rej.2013.1434.
- (10) Tahara N, Yamagishi S, Takeuchi M, Tahara A, Kaifu K, Ueda S, Okuda S, Imaizumi T. Serum levels of advanced glycation end products (AGEs) are independently correlated with circulating levels of dipeptidyl peptidase-4 (DPP-4) in humans. *Clin Biochem.* 査読有 46(4-5):2013;300-303.
DOI:10.1016/j.clinbiochem.2012.11.023.
- (11) Tahara N, Yamagishi S, Tahara A, Takeuchi M, Imaizumi T. Asymmetrical dimethylarginine level is independently associated with circulating levels of RAGE and PEDF. *Int J Cardiol.* 査読有 167(6):2013;3072-3074.
DOI:10.1016/j.ijcard.2012.11.070.
- (12) Tahara N. Impact of ischemia-guided initial diagnosis in patients with stable angina. *Circ J.* 査読有 76(12):2012;2742-2743.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Tahara+N>
- (13) Tahara N, Yamagishi S, Takeuchi M, Honda A, Tahara A, Kodama N, Mizoguchi M, Ishibashi M, Imaizumi T, et al. Positive association between serum level of glyceraldehyde-derived advanced glycation end products and vascular inflammation evaluated by [(18)F]fluorodeoxyglucose positron emission tomography. *Diabetes Care.* 査読有 35(12):2012;2618-2625.
DOI:10.2337/dc12-0087.
- (14) Tahara N, Yamagishi S, Tahara A, Takeuchi M, Imaizumi T. Serum levels of pigment epithelium-derived factor, a novel marker of insulin resistance, are independently associated with fasting apolipoprotein B48 levels in humans. *Clin Biochem.* 査読有 45(16-17):2012;1404-1408. DOI: 10.1016/j.clinbiochem.2012.07.095.
- (15) Tahara N, Yamagishi S, Tahara A, Ishibashi M, Hayabuchi N, Takeuchi M, Imaizumi T. Adiponectin is inversely associated with ratio of serum levels of AGEs to sRAGE and vascular inflammation. *Int J Cardiol.* 査読有 158(3):2012;461-462.
DOI:10.1016/j.ijcard.2012.05.015.
- (16) Dilsizian V, Zynda TK, Petrov A, Ohshima S, Tahara N, Haider N, Donohue A, Aras O, Femia FJ, Hillier SM, Joyal JL, Wong ND, Coleman T, Babich JW, Narula J. Molecular imaging of human ACE-1 expression in transgenic rats. *JACC Cardiovasc Imaging.* 査読有 5(4):2012;409-418.
DOI:10.1016/j.jcmg.2011.10.008.
- (17) Tahara N, Mizoguchi M, Honda A, Tahara A, Nitta Y, Kodama N, Koiwaya H, Aoyagi S, Imaizumi T. Successful shunt closure and improvement of hemodynamics in an ASD patient with severe pulmonary arterial hypertension and small shunt following a long-term use of bosentan. *Int J Cardiol.* 査読有 158(2):2012;e38-40. doi: 10.1016/j.ijcard.2011.10.027.
- (18) Suda K, Tahara N, Kudo Y, Yoshimoto H, Iemura M, Ueno T, Kaida H, Ishibashi M, Imaizumi T. Persistent coronary arterial inflammation in a patient long after the onset of Kawasaki disease. *Int J Cardiol.* 査読有 154(2):2012;193-194.
DOI:10.1016/j.ijcard.2011.10.078.
- (19) Tahara N, Yamagishi S, Matsui T, Takeuchi M, Nitta Y, Kodama N, Mizoguchi M, Imaizumi T. Serum levels of advanced glycation end products (AGEs) are independent correlates of insulin resistance in nondiabetic subjects. *Cardiovasc Ther.* 査読有 30(1):2012;42-48. DOI:10.1111/j.1755-5922.2010.00177.x.
- (20) Mizoguchi M, Tahara N, Tahara A, Nitta Y, Kodama N, Oba T, Mawatari K, Yasukawa H, Kaida H, Ishibashi M, Hayabuchi N, Harada H, Ikeda H, Yamagishi S, Imaizumi T. Pioglitazone attenuates atherosclerotic plaque inflammation in patients with impaired glucose tolerance or diabetes a prospective, randomized, comparator-controlled study using serial FDG PET/CT imaging study of carotid artery and ascending aorta. *JACC Cardiovasc Imaging.* 査読有 4(10):2011;1110-1118.
DOI:10.1016/j.jcmg.2011.08.007.
- (21) Tahara N, Yamagishi S, Tahara A, Nitta Y, Kodama N, Mizoguchi M, Mohar D, Ishibashi M, Hayabuchi N, Imaizumi T. Serum level of pigment epithelium-derived factor is a marker of atherosclerosis in humans. *Atherosclerosis.* 査読有

219(1):2011;311-315.

DOI:10.1016/j.atherosclerosis.2011.06.022.

〔学会発表〕(計22件)

- (1) Honda A, Tahara N, Tahara A, Nitta Y, Kodama N, Ishibashi M, Fukumoto Y. Pulmonary arterial FDG uptake and the disease activity in pulmonary arterial hypertension. 第78回日本循環器学会学術集会(2014年3月21日~23日:東京)
- (2) Honda A, Tahara N, Tahara A, Nitta Y, Kodama N, Mizoguchi M, Ishibashi M, Yamagishi S, Fukumoto Y. Visceral fat metabolic activity is independently associated with coronary artery inflammation in patients with impaired glucose intolerance or type 2 diabetes. 第78回日本循環器学会学術集会(2014年3月21日~23日:東京)
- (3) Kodama N, Tahara N, Tahara A, Honda A, Nitta Y, Mizoguchi M, Ishibashi M, Ikeda H, Narula J, Yamagishi S, Imaizumi T. Effects of pioglitazone on visceral fat metabolic activity in impaired glucose tolerance or type 2 diabetes mellitus. 第78回日本循環器学会学術集会(2014年3月21日~23日:東京)
- (4) Tahara N. Molecular Imaging of Vascular Inflammation in Patients with Coronary Artery Disease. The 10th Korean Society of Interventional Cardiology Symposium (January 10-11, 2014, Gyeongju, Korea)
- (5) 石橋正敏, 田原 宣広. 動脈硬化の核医学画像診断と臨床応用第53回日本核医学会学術総会(2013年11月8日~10日:福岡)
- (6) 田原 宣広. FDG-PET/CT angiography を用いた動脈硬化病変における炎症活動性の評価 - 冠動脈への応用の可能性 - 第27回日本心臓血管内視鏡学会(2013年10月5日:福岡)
- (7) 田原 宣広. FDG-PET/CT を用いた動脈硬化における分子病態の評価 - 冠動脈への応用の可能性 - 第21回日本血管生物医学会学術集会(2013年9月26日~28日:大阪)
- (8) 田原 宣広, 福本義弘. 症例徹底討論2 座長 第2回日本肺循環学会(2013年6月22日~23日:東京)
- (9) Tahara N. FDG-PET imaging may provide a novel biomarker in pulmonary hypertension. Actelion 8th Scientific Symposium (July 6-7, 2013, Tokyo)
- (10) Honda A, Tahara N, Tahara A, Nitta Y, Kodama N, Ishibashi M, Imaizumi T. Vascular Inflammation Evaluated by FDG-PET is Associated with Endothelial Function. 第77回日本循環器学会学術集会(2013年3月15日(金)~17日:神奈川)
- (11) Kodama N, Tahara N, Honda A, Tahara A, Nitta Y, Mizoguchi M, Ishibashi M, Imaizumi T. Effects of Pioglitazone Versus Glimepiride on Abdominal Fat Glucose Metabolism in Patients with Impaired Glucose Tolerance or Type 2 Diabetes Mellitus. The American Heart Association, The 85th Scientific Sessions (November 3-7, 2012, Los Angeles, USA)
- (12) Nitta Y, Tahara N, Honda A, Tahara A, Kodama N, Mizoguchi M, Ishibashi M, Imaizumi T. Effects of Pioglitazone on Coronary Arterial Inflammation Evaluated by Serial FDG-PET/CT in Patients with Impaired Glucose Tolerance or Type 2 Diabetes. The American Heart Association, The 85th Scientific Sessions (November 3-7, 2012, Los Angeles, USA)
- (13) 田原 宣広, 本多亮博, 田原敦子, 新田良和, 児玉紀洋, 溝口ミノリ, 今泉 勉. FDG-PET を用いた動脈硬化活動性の可視化 第35回日本高血圧学会総会(2012年9月20日~22日:名古屋)
- (14) Tahara N, Imaizumi T. Successful shunt closure and improvement of hemodynamics following a long-term use of bosentan in congenital heart defect patients with severe pulmonary arterial hypertension and small shunt. Actelion 9th Scientific Symposium (July 7-8, 2012, Tokyo)
- (15) Nitta Y, Tahara N, Tahara A, Kodama N, Mizoguchi M, Ishibashi M, Imaizumi T. Effects of Pioglitazone on Coronary Arterial Inflammation in Type 2 Diabetic Patients Evaluated by Serial FDG-PET/CT. 第76回日本循環器学会学術集会(2012年3月16日~18日:福岡)
- (16) Tahara N, Honda A, Tahara A, Nitta Y, Kodama N, Mizoguchi M, Imaizumi T. 循環器疾患における FDG-PET. 第76回日本循環器学会学術集会 モーニングレクチャー(2012年3月16日~18日:福岡)
- (17) Tahara A, Tahara N, Honda A, Kodama N, Nitta Y, Mizoguchi M, Ishibashi M, Matsui T, Yamagishi S, Imaizumi T. Serum Levels of Advanced Glycation End Products are Independent Correlates of Vascular Inflammation Evaluated by FDG-PET in Humans. The American Heart Association, The 84th Scientific Sessions (November 16-20, 2011, Orlando, USA)

- (18) 田原宣広、本多亮博、田原敦子、新田良和、児玉紀洋、溝口ミノリ、甲斐田勇人、石橋正敏、今泉勉. 炎症と動脈硬化 -FDG-PET を用いた動脈硬化活動性の可視化- 日本心臓病学会・日本心臓核医学会 ジョイントシンポジウム(2011年9月24日:神戸)
- (19) Kodama N, Tahara N, Tahara A, Nitta Y, Mizoguchi M, Ishibashi M, Yamagishi S, Imaizumi T: Serum Levels of Advanced Glycation End Products are Independent Correlates of Vascular Inflammation Evaluated by FDG-PET in Humans. 第75回日本循環器学会総会(2011年8月3日~4日:神奈川)
- (20) 田原宣広、田原敦子、新田良和、児玉紀洋、溝口ミノリ、甲斐田勇人、石橋正敏、今泉勉. 炎症と動脈硬化 -FDG-PET を用いた動脈硬化活動性の可視化-第21回日本心臓核医学会総会・学術大会:心臓核医学会賞受賞講演(2011年6月24日~25日:福岡)
- (21) 田原宣広、田原敦子、新田良和、児玉紀洋、溝口ミノリ、今泉勉. ピオグリタゾンがプラーク炎症や内臓脂肪に及ぼす影響第10回日本循環器学会九州地方会 ランチョンセミナー(2011年6月25日:福岡)
- (22) 田原宣広、田原敦子、新田良和、児玉紀洋、溝口ミノリ、甲斐田勇人、石橋正敏、今泉勉. 炎症と動脈硬化 -FDG-PET を用いた動脈硬化活動性の可視化- 第10回日本頸部脳血管治療学会(2011年6月10日~11日:大阪)
- [図書](計15件)
- (1) 田原宣広. 肺動脈性肺高血圧症の治療と看護HEART nursing 27:2014;105-115.
- (2) 田原宣広、田原敦子、本多亮博、新田良和、児玉紀洋、溝口ミノリ、今泉勉. 動脈硬化プラークイメージング(エコー, CT, MRI, FDG-PET) 日本臨床 71増刊号 3:2013;473-485.
- (3) 田原宣広、田原敦子、本多亮博、新田良和、児玉紀洋、溝口ミノリ、今泉勉. 心筋症:画像による鑑別診断(総論)循環器内科 73:2013;380-386.
- (4) 田原宣広. 炎症と動脈硬化: FDG-PETによる病態評価 映像情報メディカル 45:2013;405-414.
- (5) 田原宣広、田原敦子、本多亮博、新田良和、児玉紀洋、福本義弘. 頸動脈プラークの分子イメージングと炎症 月刊『カレントセラピー』 31:2013;26-33.
- (6) 田原宣広、本多亮博、田原敦子、新田良和、児玉紀洋、溝口ミノリ、福本義弘. 動脈硬化のFDG-PETイメージング - 冠動脈病変への臨床応用PETジャーナル 24:2013;24-27.
- (7) 田原宣広、田原敦子、本多亮博、新田良和、児玉紀洋、溝口ミノリ、福本義弘.

- FDG-PET: 分子イメージングを用いて動脈硬化の質を評価する月刊「Heart View」11月増刊号 17:2013;303-314.
- (8) 田原宣広、田原敦子、本多亮博、新田良和、児玉紀洋、福本義弘. 心臓のFDG-PET検査 - 心筋viabilityと心サルコイドーシスの評価- 心臓 45:2013;1220-1228.
- (9) 田原宣広、田原敦子、本多亮博、新田良和、福本義弘. CTEPHの内科的治療の適応および新規CTEPH治療薬の有効性と安全性 「医薬ジャーナル」49:2013;129-133.
- (10) 田原宣広. 特発性・遺伝性肺動脈性肺高血圧症 Medical View Point 34:2013;1-3.
- (11) 田原宣広、田原敦子World Report 海外留学体験記 CIRCULATION Up-to-Date 2013;4:116-119.
- (12) 田原宣広、本多亮博、田原敦子、新田良和、児玉紀洋、溝口ミノリ、今泉勉. 動脈硬化イメージング - 臨床応用PET journal 18:2012;19-21.
- (13) 田原宣広、本多亮博、田原敦子、新田良和、児玉紀洋、溝口ミノリ、今泉勉. 臨床分子イメージングによる心・血管病の診断BIO Clinica 慢性炎症と疾患 1(1); 2012:90-96.
- (14) 田原宣広、田原敦子、新田良和、児玉紀洋、溝口ミノリ、今泉勉. 動脈硬化プラークの分子イメージング 日本冠疾患学会雑誌 17 (2):2011;114-120.
- (15) 田原宣広、本多亮博、田原敦子、新田良和、児玉紀洋、溝口ミノリ、甲斐久史、今泉勉. 心サルコイドーシスをどのように診断するか Heart View 16(2):2012;23-33.

6. 研究組織

- (1)研究代表者
田原 宣広 (NOBUHIRO TAHARA)
久留米大学・医学部・講師
研究者番号: 10320186
- (2)研究分担者
石橋 正敏 (MASATOSHI ISHIBASHI)
久留米大学・医学部・教授
研究者番号: 20168256
- (3)連携研究者
児玉 紀洋 (NORISHIRO KODAMA)
久留米大学・医学部・助教
研究者番号: 50569382
上野 高史 (TAKAFUMI UENO)
久留米大学・医学部・教授
研究者番号: 90184952
光武 良亮 (YOSHIAKI MITSUTAKE)
久留米大学・医学部・助教
研究者番号: 90511874
甲斐田 勇人 (HAYATO KAIDA)
久留米大学・医学部・助教
研究者番号: 40299425