

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 2 日現在

機関番号：16301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K10443

研究課題名(和文)心房細動のバイオマーカーとしてのPETおよび半導体SPECTの有用性の検討

研究課題名(英文)Usefulness of PET and semiconductor SPECT as a biomarker of atrial fibrillation

研究代表者

宮川 正男 (Miyagawa, Masao)

愛媛大学・医学部附属病院・教授

研究者番号：90346685

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：悪性腫瘍診断目的にPET/CTを撮影した8,181例中、検査施行時に心房細動(Af)を有した137例をAf群とした。両心房へのFDG集積度(SUVmax)は、対照群(62例)に比し有意に大きかった。視覚法による特異度は95%、陽性的中率は97%と拾い上げ診断に適していた。多変量解析にて、右心房のSUVmaxと左心房容積がAfの予測因子に選定された。慢性心房細動群での心房集積度は発作性群に比し有意に高値だった。アブレーション治療成功後に心房へのFDG集積が消失する症例を認めた。剖検が得られた4名についての病理学的検討では、両心房のFDG集積部位の周囲に種々の程度の炎症細胞浸潤が認められた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

FDG PET検査は、国内で年間約70万件が施行されているが、97%以上が悪性腫瘍診断を目的としている。心臓大血管系の診断については、心筋への生理的FDG集積が存在するため、心サルコイドーシスや高安動脈炎など少数患者への保険適用にとどまる。心房細動(Af)を有する患者は2030年には100万人を突破し、合併症の心原性脳塞栓症も大幅増が予想される。本研究により、Afに対する腫瘍FDG PETの陽性的中率は97%と拾い上げ診断が可能で、発作性、慢性の診断、アブレーション治療効果判定にも有用であることが示された。心房への炎症細胞浸潤という病理学的検所見は今後の治療法に結び付く可能性がある。

研究成果の概要(英文)：Among 8233 patients who underwent FDG-PET/CT as work-up for malignancies, we identified 180 patients with atrial fibrillation (Af; 2.2%). Of those, we selected 137 patients who had fasted >12 hr before FDG injection. For quantitative analysis, we used the maximum standard uptake value(SUVmax) in the left(LA) and right atria(RA) and target-to-background ratio(TBR). The sensitivity, specificity, and positive-predictive value for detecting Af visually were 54%, 95%, and 96%, respectively; for quantitative analysis, the respective values were 66%, 76%, and 86%. Multivariate analysis showed significant associations with RA SUVmax and LA volume. The RA TBR was greater in cases with persistent Af than in those with paroxysmal Af. Pathological investigation of 4 autopsy hearts confirmed infiltration of macrophages and lymphocytes in the regions with FDG uptake. Higher atrial FDG uptake was associated with Af. PET/CT could be a useful tool for detecting local inflammation in the atria with Af

研究分野：放射線診断学、核医学

キーワード：PET/CT 心房細動 炎症細胞 剖検心

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 心房細動(Af)はストレス・飲酒・喫煙・過労・睡眠不足・脱水・加齢などが誘因となり発症する。国内の40歳以上、約63万人の検診時心電図調査によると、受診者の0.9%でAfが発見された。年齢とともに増加し、80歳以上では女性2.2%、男性4.4%に及ぶ。高齢化に伴い、患者数は2030年には100万人を突破すると予想される。Afに起因する脳塞栓症は重篤であり、失語症や四肢の麻痺などの後遺症を残すことが多い。

(2) われわれは、心臓・大血管領域において、フッ素標識(<sup>18</sup>F)のfluorodeoxyglucose(FDG)を投与した陽電子断層撮影(PET)を用いて、心サルコイドーシスなどの心臓の活動性炎症性疾患に関する研究を続けてきた。3万例を超える悪性腫瘍に対するPET/CT融合画像を経験する中で、撮影時にAfを有する患者では、心房の壁に沿ったFDGの集積亢進をしばしば認めることを発見した。Af患者に特異的な所見であることが示唆されるが、その頻度や意義についての包括的な報告はこれまでなかった。

### 2. 研究の目的

(1) 発作性Afは自然治癒することがあるが、再発を繰り返しつつ慢性化して心不全や突然死に至るものが存在する。脳梗塞予防のための抗凝固療法開始を決定する指標としてCHADS<sub>2</sub>(チャツズスコア)が用いられている。危険因子である心不全、高血圧、年齢75歳以上、糖尿病があれば各1点、脳梗塞や一過性脳虚血発作の既往を2点として6点満点で評価する。FDG PETの心房集積の程度がこれら危険因子と比較して脳梗塞等のhard eventの予後予測に有用かどうかを、単変量ならびに多変量解析する。

(2) 心エコー、心臓CT、MRIなど他のモダリティを用いて、PETにおけるFDG集積と心房周囲脂肪の位置関係、心房の炎症と線維化の有無などAfの病態をより詳細に解明し、発症・維持に影響している因子とFDG集積の関連を検討する。

(3) Afに対して、除細動療法、各種薬物療法やアブレーション治療を施行した症例にPETを実施して、FDGの集積部位と程度を治療前後で比較検討する。治療後の経過観察、予後について追跡を行い、FDG集積所見のAf治療における意義を探る。

### 3. 研究の方法

(1) 2011年4月から2016年6月の間に、8,233人の患者が愛媛大学病院で悪性腫瘍の治療前または再発診断目的で全身FDG PET/CT検査を受けた。検査時にAfを認めた患者は180人存在した(2.2%)。心筋へのFDGの生理的集積は解析の妨げとなるため、FDG注射前に少なくとも12時間以上絶食した患者137人(76.1%)を対象群とした(男性88人、女性49人; 72.7±8.9歳)。活動性炎症性疾患、心臓腫瘍、心膜疾患、または心嚢液を有する者は除外した。アブレーションや除細動などのAf治療を含む病歴、血液検査結果、血圧、心エコー検査、その他の臨床検査結果を調査した。

PET検査後1年以上(2.5±1.1年)患者の状態と転帰を追跡し、2014年のAHA/ACC/HRSガイドラインに従って、発作性(自然にまたは7日以内に介入で軽快)、あるいは持続性Af(7日以上持続)に分類した。12か月以上の長期持続患者も持続性に含めた。Afの病歴のない62人の年齢および性別をマッチさせた患者を対照群とした。糖尿病患者は除外した。研究プロトコルは、附属病院倫理委員会により承認され、患者からは書面によるインフォームドコンセントを得た。

#### (2) FDG-PET撮影方法および解析方法

FDG-PET画像は、3.7 MBq/kgのFDGを静脈内投与して90分後に撮影した。PET/CT融合画像および最大強度投影(maximum intensity projection: MIP)画像を再構成して、ワークステーション上で解析した。視覚分析では、PET/CT融合画像を4段階に分類した。心房へのFDG集積が隣接する血液プール(背景)よりも低いものをグレード0、同等のものをグレード1、心房のFDG集積が背景よりもわずかに高いものをグレード2、心臓のFDG uptakeが背景より明らかに高いものをグレード3として、グレード2~3を陽性と定義した。同時に心房の集積部位を詳細に評価した。定量分析には、心房を含む関心領域(ROI)を手動で設定した。ROIの位置を注意深く調整して、心外膜脂肪組織(EAT)に隣接する領域を含めた、しかし、paracardial adipose tissue(傍心臓脂肪組織)は除外した。連続スライスROI全体の標準取り込み値(SUV)を取得し、左心房(LA)と右心房(RA)での最大SUV(SUV<sub>max</sub>)を決定した。また、背景として、バルサルバ洞レベルの上行大動脈の血液プールの球状体積ROIの平均SUV(SUV<sub>mean</sub>)を取得した。次いで、ターゲット背景比(TBR) = SUV<sub>max</sub>/SUV<sub>mean</sub>を計算した。

#### (3) 心エコー分析

心エコー検査は、全例に実施された。心エコー検査パラメーターは、米国心エコー協会の推奨に従い測定された。LAおよびRA容積は、心尖部4室ビューで収縮期の最大領域を追跡することにより測定した。LV拡張末期容積、LV収縮末期容積、およびLV駆出率は、パイプライン修正シン普森法を使用して測定した。

#### (4) 組織学的検査

Af 患者 4 名の剖検心臓サンプルに免疫組織化学分析を実施した。組織サンプルを採取し、剖検時に 4%ホルムアルデヒドで固定した。パラフィン包埋標本を連続切片化し、ヘマトキシリンエオジン染色後、CD68、CD3、および CD20 に対する抗体で免疫組織染色した。顕微鏡所見を PET/CT イメージングでの FDG 集積と比較した。

### 4. 研究成果

#### (1) 心房への FDG 集積の視覚的評価の意義

Af 患者 137 人のうち、64 人 (46.7%) が RA に、57 人 (41.6%) が LA に集積を認め、RA 集積の頻度が高かった ( $P=0.394$ )。63 人 (46.0%) では有意の集積を認めなかった。Af 患者検出における、視覚的に評価された心房 FDG 集積の感度、特異度、正確度、陽性的中率、および陰性的中率は、それぞれ 54.0%、95.2%、66.8%、96.1%、および 48.4%であった。**高い陽性的中率と特異度 (ともに 95%以上) は、PET/CT 検査において、心房への FDG 集積を評価することにより Af 患者の拾い上げが可能であることを示している。**また、心房 FDG 集積陽性であった 74 人の詳細な集積部位とその頻度は、それぞれ、右心耳 52 (70.3%)、右心房自由壁 54 (73.0%)、心房中隔 45 (60.8%)、左心耳 43 (58.1%)、左心房前壁 39 (52.7%)、左心房後壁 25 (33.8%)であった。患者の 81% (60/74) が前述の複数の領域への陽性集積を示した。右心耳付近では、三日月形の筋バンドであるクリスタ・ターミナルへの FDG 集積を認めたが、これは電気生理学的に重要な洞房結節の近傍に位置しており、興味深い所見と考えられた。

#### (2) 心房への FDG 集積の定量解析とその意義

定量解析では、両側心房の SUVmax 値は、Af 患者で対照群と比べて有意に高かった (RA SUVmax : 2.50 [2.10-3.00] 対 2.00 [1.80-2.20],  $P<0.0001$ ; LA SUVmax : 2.50 [2.20-3.05] 対 2.10 [1.88-2.30],  $P<0.0001$ )。バックグラウンドである心プールへの FDG 集積に差はなかった。両心房の TBR も、Af グループの方が対照群と比べて有意に高かった ( $P<0.0001$ )。左右の心房間で SUVmax あるいは TBR に有意差はなかった。カットオフ値を決定するために 4 つのインデックスについて ROC 解析を施行した。Af 検出の曲線下面積 (AUC) は、RA SUVmax で 0.795、LA SUVmax で 0.749、RA TBR で 0.738、LA TBR で 0.689 と、RA SUVmax で最大であった。

PET での FDG 集積の強度は、SUVmax すなわち最高値を取るボクセルにより規定できる。しかし、SUVmax は関心領域中の最大 1 点のみの値なので、外れ値をとらえる場合があり、かつ撮影装置間や施設間での再現性に問題が生じる懸念がある。このため、より汎用性の高い TBR についても検討した。TBR を視覚評価グレードと対比すると、グレード 1 と 2 の間、グレード 2 と 3 の間で有意差があり ( $P<0.0001$ )、両者が良好に相関することを確認した。

次いで、単変量解析で Af 群と対照群との間に有意差を認めた臨床および画像に関する変数 (BMI、収縮期血圧、僧帽弁疾患の頻度、総コレステロール、CRP、ヘモグロビン、RA および LA 容積、CTR、および RA および LA SUVmax) を用いた多変量ロジスティック回帰分析を施行したところ、RA SUVmax (オッズ比 [OR]: 14.353,  $P=0.026$ )、および心エコーで求めた LA 容積 (OR: 1.371,  $P=0.0001$ ) が選択された。**チャッツスコアに採用されている危険因子も含めた多変量解析において RA の FDG 集積が Af 予測における有用な因子として選択されたことは本研究の意義の一つである。**

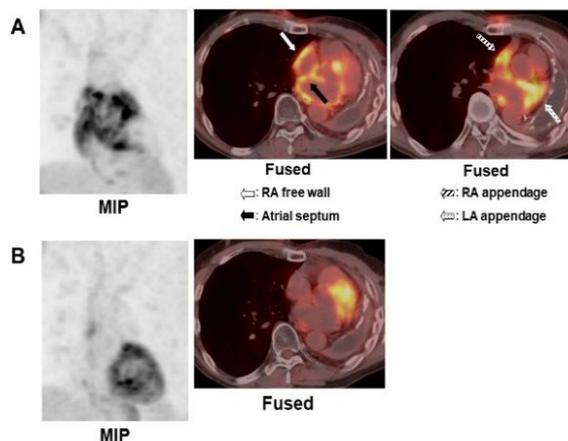
#### (3) 発作性と持続性 Af の心房 FDG 集積の差異について

**RA への FDG 集積は、発作性 Af 患者よりも持続性 Af 患者においていずれも高値であることが判明した ( $P<0.0001$ )。定量分析において心房 TBR に基づく検出感度は、発作性 Af の 54.3% から持続性の 79.1% に増加した。**二群間において、年齢、SBP、CTR、RA と LA 容積、および RA SUVmax と RA TBR に有意差を認めた。持続性 Af の CRP は、対照群に比し高値だった。持続性 Af の予測において、臨床および画像変数 (年齢、BMI、SBP、HbA1c、CRP、Hb、RA および LA 容積、CTR、および RA および LA SUVmax) について多変量ロジスティック回帰分析を施行した。RA SUVmax (OR : 2.095,  $P=0.039$ )、CTR (OR : 1.087,  $P=0.020$ )、および RA 容積 OR : 1.047,  $P=0.012$ ) が有意なインデックスとして選択された。Af における右心房への FDG 集積の重要性が示唆された。

#### (4) Af 治療後の転帰と心房 FDG 集積の関連性

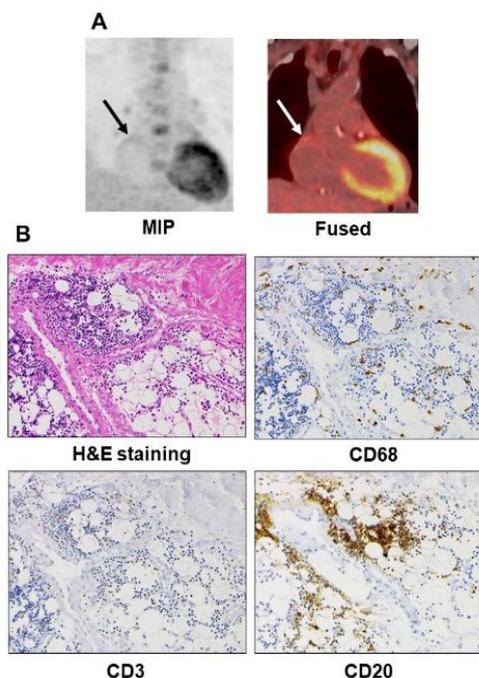
Af 患者 137 名のうち、FDG-PET/CT 検査以前に Af の治療を受けていた 21 症例の転帰を調査した。年齢、性別、Af の種類、治療と PET 画像の間隔、治療後の再発の有無、および FDG-PET/CT 所見の結果をまとめた。心房集積については、前述の定量解析の結果を踏まえて、TBR が RA のカットオフ値 1.56 あるいは LA のカットオフ値 1.71 を超える場合に陽性とした。治療後に Af の再

発をきたした 15 人中、10 人 (66.7%) で FDG 集積が陽性だったのに対し、再発のない 6 人では FDG 集積を認めなかった。持続性 Af のカテーテルアブレーション治療後に再発のない患者では、血中 CRP 値が徐々に低下することが報告されている。一方、再発性 Af 患者においては低下しない。後述するように、FDG 集積部位に炎症細胞浸潤があるとすれば、心房の局所炎症の遷延が CRP 高値とともに治療後 Af 再発の要因である可能性が示唆される。すなわち、**FDG-PET は、Af 患者に対する抗不整脈療法後の経過観察中に、心房の局所炎症を検出するための有用なツールとなる可能性がある。Af の治療法の選択や予後予測に、応用可能な知見と考える(右図)。**



**上図の説明：**50 代男性、肺癌手術歴あり。重症の頻脈性 Af に対してアブレーション治療を施行した。治療前の PET/CT(A)では、FDG の高度集積を右心耳と自由壁、心房中隔、左心耳と前後壁に認める (RA TBR : 5.00, LA TBR : 5.85)。1 年後の PET/CT (B)では、症状軽快とともに両側心房の FDG 集積は消失していた (RA TBR : 1.29; LA TBR : 1.71)。MIP: PET の最大強度投影画像; Fused: PET/CT 融合画像。

(5) Af を有した剖検心の組織学的所見  
観察期間中、34 人の患者が死亡した。病理学的検討は、PET 検査を死亡前の 3 ヶ月以内に施行していた 4 つの剖検心で施行した。2 つの心臓は両側心房に FDG 集積を示したが、他の 2 つには有意の集積はなかった。前者の心房組織標本において、多数の血管外 CD68 陽性マクロファージと CD3 陽性リンパ球が FDG の集積領域に浸潤していた (右図 B)。一方、後者の心房においては、線維性変化の増加にもかかわらず、これら免疫細胞は見られなかった。通常剖検においては、心房周囲の組織についての詳細な組織学的検討は実施されない。Af 患者の心房における炎症所見と FDG 集積を関連づけた貴重な知見と考える(文献 1)。



**右図の説明：**7 年以上の持続性 Af を有した 80 代男性。(A) 十二指腸癌の治療前 FDG PET/CT で、RA にグレード 2 の集積を認めた(矢印)。3 か月後に行われた剖検で心臓の病理学的検索が行われた。(B) 右心耳の心膜のヘマトキシリン-エオジン染色 (×200) では、血管周囲の脂肪組織へのリンパ球浸潤が見られる。多数の CD68 陽性マクロファージが心膜組織全体に浸潤していた。リンパ球は、CD3 および CD20 に部分的に陽性であった。

(6) 心臓の種々の炎症性疾患に対する FDG PET 検査への応用  
心外膜脂肪組織 (EAT) は、炎症誘発性アディポカインを生成する代謝活性を持つ組織であると考えられている。Af や冠攣縮性狭心症患者において、LA 周囲、房室間溝、および冠動脈周囲の EAT に、FDG 集積の報告がある(文献 2,3)。EAT は心臓周囲脂肪とは異なり、心筋や冠動脈を直接取り囲んでおり、心房心筋との間には筋膜がないため、一部心房内に浸潤することがある。心房壁の厚さは、CT の測定では 1~4 mm であり、剖検では LA 前壁の壁厚は、発作性 Af のある患者 (2.4±0.2mm) の方がない患者 (1.9±0.2mm) に比べわずかに厚いとされる。CT では、ハウンスフィールドユニット (HU) の強度を利用して脂肪と心筋を区別するが、一部では、心房壁の HU 強度が隣接する脂肪と大差なく、正確な区別が困難になることがある。一方、PET 装置の空間分解能は限られており、かつ心臓および呼吸による動きによる影響を受ける。このため、EAT および心房への FDG 集積は区別することは困難である。本研究では、隣接する EAT も含めた心房心筋 ROI を設定するという簡略化した方法をとった。心電図同期法や呼吸同期法を併用したより高感度、高分解能を有する PET/CT 装置を用いればより詳細な評価が可能かもしれない。現在、本邦では悪性腫瘍診断目的での FDG PET/CT 検査が年間 70 万件以上実施されている。しかるに、心臓の PET 検査については、左室心筋への FDG の生理的集積が高頻度に見られるため、病巣検出の感度が低く、あまり評価されてこなかった。最近、われわれは多施設共同研究により、前処置として PET 検査前日に、低炭水化物食、12 時間以上の長時間絶食、FDG 投与前の

ヘパリン注射などを組み合わせることによって FDG の心筋への生理的集積をほぼ完全に抑制できることを米国心臓核医学会誌にガイドラインとして発表した(文献4)。今回の研究では、検査前に12時間以上(平均16.5時間)絶食したAf患者のみを対象としたが、視覚分析の際の高い診断能に寄与した可能性がある。この心臓FDG PETの前処置法により、Afのみならず、心臓サルコイドーシス、感染性心内膜炎や心外膜炎、デヴァイス感染症、心臓腫瘍などへの幅広い応用が今後可能となるであろう。

<引用文献>

- Watanabe E, Miyagawa M, Uetani T, et al. Positron emission tomography/computed tomography detection of increased <sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose uptake in the cardiac atria of patients with atrial fibrillation. *Int J Cardiol.* 2019;283:171-177.
- T. Mazurek, M. Kiliszek, M. Kobylecka, et al. Relation of proinflammatory activity of epicardial adipose tissue to the occurrence of atrial fibrillation. *Am J Cardiol.* 2014;113:1505-1508.
- K. Ohyama, Y. Matsumoto, K. Takanami, et al. Coronary adventitial and perivascular adipose tissue inflammation in patients with vasospastic angina. *J Am Coll Cardiol.* 2018;71:414-425.
- Kumita S, Yoshinaga K, Miyagawa M, et al. Recommendations for <sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography imaging for diagnosis of cardiac sarcoidosis-2018 update: Japanese Society of Nuclear Cardiology Recommendations. *J Nucl Cardiol.* 2019;26:1414-1433.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Kawaguchi N, Okayama H, Kawamura G, Shigematsu T, Takahashi T, Kawada Y, Hiasa G, Yamada T, Matsuoka H, Kazatani Y, Miyagawa M, Mochizuki T.	4. 巻 82
2. 論文標題 Clinical usefulness of coronary flow reserve ratio for the detection of significant coronary artery disease on 13N-ammonia positron emission tomography.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Circ J	6. 最初と最後の頁 486-493
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1253/circj.CJ-17-0745.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Tanabe Y, Kido T, Kurata A, Kouchi T, Fukuyama N, Yokoi T, Uetani T, Yamashita N, Miyagawa M, Mochizuki T.	4. 巻 28
2. 論文標題 Late iodine enhancement computed tomography with image subtraction for assessment of myocardial infarction.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Eur Radiol	6. 最初と最後の頁 1285-1292
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00330-017-5048-9.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Asai S, Fukumoto T, Watanabe R, Koyama K, Sawada Y, Noda T, Miura N, Yanagihara Y, Miyauchi Y, Miyagawa M, Kikugawa T, Saika T.	4. 巻 48
2. 論文標題 New classification of hydronephrosis on 18F-FDG-PET/CT predicts post-operative renal function and muscle-invasive disease in patients with upper urinary tract urothelial carcinoma.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Jpn J Clin Oncol	6. 最初と最後の頁 1022-1027
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/jjco/hyy135.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Fukuyama N, Kurata A, Kawaguchi N, Tashiro R, Higaki T, Yokoi T, Tanabe Y, Nishiyama H, Itoh T, Kido T, Miyagawa M, Mochizuki T.	4. 巻 39
2. 論文標題 Two-phase contrast injection protocol for pediatric cardiac computed tomography in children with congenital heart disease.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Pediatr Cardiol	6. 最初と最後の頁 518-525
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00246-017-1782-7.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Miyagawa M, Nishiyama Y, Uetani T, Ogimoto A, Ikeda S, Ishimura H, Watanabe E, Tashiro R, Tanabe Y, Kido T, Kurata A, Mochizuki T.	4. 巻 244
2. 論文標題 Estimation of myocardial flow reserve utilizing an ultrafast cardiac SPECT: Comparison with coronary angiography, fractional flow reserve, and the SYNTAX score.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Cardiology	6. 最初と最後の頁 347-353
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijcard.2017.06.012.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kawaguchi N, Okayama H, Kawamura G, Shigematsu T, Takahashi T, Kawada Y, Hiasa G, Yamada T, Matsuoka H, Kazatani Y, Miyagawa M, Mochizuki T.	4. 巻 82
2. 論文標題 Clinical usefulness of coronary flow reserve ratio for the detection of significant coronary artery disease on 13N-ammonia positron emission tomography.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Circulation Journal	6. 最初と最後の頁 486-493
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1253/circj.CJ-17-0745.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Miyagawa M, Tashiro R, Watanabe E, Kawaguchi N, Ishimura H, Kido T, Kido T, Kurata A, Mochizuki T.	4. 巻 3
2. 論文標題 Optimal patient preparation for detection and assessment of cardiac sarcoidosis by FDG-PET.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Annals of Nuclear Cardiology	6. 最初と最後の頁 113-116
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Watanabe E, Miyagawa M, Uetani T, Kinoshita M, Kitazawa R, Kurata M, Ishimura H, Matsuda T, Tanabe Y, Kido T, Kido T, Kurata A, Mochizuki T.	4. 巻 283
2. 論文標題 Positron emission tomography/computed tomography detection of increased 18 F-fluorodeoxyglucose uptake in the cardiac atria of patients with atrial fibrillation.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Cardiology	6. 最初と最後の頁 171-177
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijcard.2018.10.106.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kumita S, Yoshinaga K, Miyagawa M, Momose M, Kiso K, Kasai T, Naya M.	4. 巻 26
2. 論文標題 Recommendations for 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography imaging for diagnosis of cardiac sarcoidosis-2018 update: Japanese Society of Nuclear Cardiology recommendations.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Nuclear Cardiology	6. 最初と最後の頁 1414-1433
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12350-019-01755-3.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計12件(うち招待講演 4件/うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Miyagawa M.
2. 発表標題 Role of FDG-PET in the diagnosis of cardiac sarcoidosis.
3. 学会等名 Annual Congress of East Asia Nuclear Medicine Association (EANMA 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡部 笑麗, 宮川 正男, 平井 邦明, 横井 敬弘, 小川 遼, 川口 直人, 城戸 倫之, 城戸 輝仁, 倉田 聖, 望月 輝一.
2. 発表標題 心房細動患者におけるF-18 FDG心集積についての検討.
3. 学会等名 第58回日本核医学会学術総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Watanabe E, Miyagawa M, Hirai K, Yokoi T, Nakamura M, Kido T, Kido T, Kurata A, Mochizuki T.
2. 発表標題 Characteristics of FDG uptake in the atria of patients with atrial fibrillation.
3. 学会等名 第77回日本医学放射線学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮川 正男.
2. 発表標題 FDG-PET検査の心臓サルコイドーシス診療における位置づけ.
3. 学会等名 第38回日本サルコイドーシス/肉芽腫性疾患学会総会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川口 直人, 宮川 正男, 望月 輝一.
2. 発表標題 アンモニアPETを用いたCFR ratioによる再灌流療法後の治療効果判定.
3. 学会等名 第58回日本核医学会学術総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Watanabe E, Miyagawa M, Yokoi T, Ogawa R, Kido T, Kido T, Kurata A, Mochizuki T.
2. 発表標題 Detection of increased FDG uptake in the atria by PET/CT in patients with atrial fibrillation.
3. 学会等名 RSNA 103th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Watanabe E, Miyagawa M, Ishimura H, Nishiyama Y, Uetani T, Tanabe Y, Kido T, Ogimoto A, Kido T, Kurata A, Mochizuki T.
2. 発表標題 Incremental value of myocardial perfusion reserve for detection of multi-vessel coronary artery disease with use of a cadmium-zinc-telluride SPECT.
3. 学会等名 2017 American Roentgen Ray Society Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Miyagawa M, Tashiro R, Watanabe E, Ogawa R, Kawaguchi N, Nakamura M, Kido T, Kurata A, Mochizuki T.
2. 発表標題 Quantitative Assessment of Cardiac FDG Uptake During a Long-term follow-up of steroid therapy in patients with cardiac sarcoidosis.
3. 学会等名 RSNA 103th Annual Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡部 笑麗, 宮川 正男, 平井 邦明, 横井 敬弘, 小川 遼, 川口 直人, 城戸 倫之, 城戸 輝仁, 倉田 聖, 望月 輝一.
2. 発表標題 心房細動患者におけるF-18 FDG心集積についての検討.
3. 学会等名 第57回日本核医学会学術総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Miyagawa M, Tashiro R, Mochizuki T.
2. 発表標題 Quantitative analysis of myocardial FDG uptake by PET/CT for detection and follow-up of cardiac sarcoidosis.
3. 学会等名 3rd Asian Nuclear Medicine Academic Forum 2017 (ANMAF) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Miyagawa M, Tashiro R, Watanabe E, Kawaguchi N, Ishimura H, Mochizuki T.
2. 発表標題 Complete suppression of physiological FDG uptake achieved by means of more than 18 hr fasting with low carbohydrate diet in patients with cardiac sarcoidosis.
3. 学会等名 Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging; 63th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮川正男.
2. 発表標題 教育講演 核医学2: 心臓 (非虚血性心疾患の核医学) Nuclear Cardiology for Non-Ischemic Heart Disease.
3. 学会等名 第78回日本医学放射線学会総会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Miyagawa M. et al. (2020) FDG PET/CT for Sarcoidosis. In: Toyama H., Li Y., Hatazawa J., Huang G., Kubota K. (eds)	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer, Singapore	5. 総ページ数 25
3. 書名 PET/CT for Inflammatory Diseases.	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	望月 輝一  (Mochizuki Teruhito)  (80145094)	愛媛大学・医学系研究科・名誉教授   (16301)	