

感染性腹部大動脈瘤の診断における PET-CT 検査の有用性について

山下 修¹ 森景 則保¹ 岡崎 嘉一¹ 末廣晃太郎¹
吉村 耕一¹ 菅 一能² 濱野 公一¹

要 旨：感染性大動脈瘤は臨床症状，炎症所見，造影 CT 所見に加え血液培養で細菌の存在が証明されれば確定診断される。しかし血液培養陰性例も多く，無症候性の感染性大動脈瘤も存在し，その場合には術前診断に難渋する。感染性大動脈瘤と診断することによって治療方針は大きく異なり，術前診断は極めて重要である。当科で 2007 年 6 月から 2010 年 5 月までに腹部大動脈瘤(腸骨動脈瘤を含む)で手術を施行した 97 例中 6 例が術前に感染性大動脈瘤が疑われ，PET-CT 検査を施行した。全例が CT 検査で嚢状，分葉状の不整形瘤形態あるいは急速増大を呈したが，血液培養は陰性であった。PET-CT 検査においては 6 例中 4 例(無症候性 2 例を含む)に SUVmax 5.0 以上の FDP 高度集積がみられ感染瘤と診断し，感染瘤に対しての手術を行った。SUVmax 3.0 未満の 2 例は感染瘤を否定し，通常の手術を行った。術前の PET-CT 検査で FDG の高度集積がみられた 4 例では，2 例が瘤壁の培養が陽性であり，4 例全例で病理組織診断において，感染瘤と診断された。感染性大動脈瘤の診断において PET-CT 検査は有用と思われた。

(J Jpn Coll Angiol, 2011, 51: 473-479)

Key words: infected aneurysm, PET-CT, abdominal aortic aneurysm

はじめに

感染性動脈瘤は発熱や腹痛の臨床症状と血液検査での炎症所見，CT 等の画像所見に加えて血液培養で細菌の存在が証明されれば確定診断される。しかし，血液培養の陰性例も多く¹⁾，その場合の診断には CT 所見に頼るところが大きい。一方，CT 上では感染瘤を疑うものの臨床所見に乏しい無症候性の症例も見受けられる²⁾。感染性動脈瘤と診断するか否かによって，完全に瘤を切除するなど治療方針は大きく異なり，術前診断は極めて重要である。今回われわれは，感染性動脈瘤の鑑別が必要と思われる症例に対して PET-CT 検査を施行し，術前診断，手術方針決定に有用であったので報告する。

対象と方法

当科で PET-CT 検査が可能となった 2007 年 6 月から 2010 年 5 月までに腹部大動脈瘤(腸骨動脈瘤含む)97 例を経験し，そのうち 6 例に感染性大動脈瘤が疑われた。その 6 例を対象とし，PET-CT 検査を施行した。

感染瘤を疑う根拠としては，発熱，腹痛や腰痛の身体所見，白血球増多や CRP 高値の炎症所見，嚢状や分葉状の不整形瘤形態，周囲の dirty fat sign や急速増大の CT 所見を有する場合と身体所見や炎症所見が欠如するものの上記の CT 所見を認めた場合であった。感染瘤を疑った全例に血液培養検査を施行した。血液培養検査で陽性であれば感染瘤と術前診断し，陰性の場合には PET-CT 検査で SUVmax 5.0 以上の FDP 高度集積がみられれば感染瘤と術前診断し，SUVmax 3.0 未満であれば感染瘤を否定した。

感染瘤に対する当科の手術方針は，瘤を含めた周囲感

¹ 山口大学医学部大学院器官病態外科学

² 聖比留会セントヒル病院放射線科

2011 年 8 月 9 日受理

染組織全切除を行い、生理食塩水で十分なパルス洗浄の後に 0.5% リファンピシン浸漬ゼラチンコーティング人工血管を用いて in situ 血行再建を行い、大網で人工血管を被覆充填することとしている。

症例提示

個々の症例を提示する。

症例 1: 52 歳，男性。不明熱にて近医で 3 週間の抗生剤加療を受けていたが改善せず，本人希望で PET-CT 検査を施行し，感染性動脈瘤を疑われ当科紹介となった。来院時体温は 39.2°C，臍左下方に拍動性腫瘍を認め，疼痛と圧痛を認めた。CRP は 12.5 mg/dl と高値であった。CT 検査では左総腸骨動脈に最大径 46 mm の一部分葉状を呈する嚢状動脈瘤を認め，周囲は dirty fat sign を呈していた (Fig. 1 A, B)。また PET-CT 検査では終末大動脈から左総大腿動脈にかけて FDG の集積を認め，SUVmax は 5.49 であった (Fig. 1 C, D)。

症例 2: 80 歳，男性。B 型大動脈解離(血栓閉塞型)の経過観察中に不整型，嚢状の腹部大動脈瘤および左総腸骨動脈瘤が出現し，急速増大を認め当科紹介となった。来院時体温は 36.4°C であり，臍下部に拍動性腫瘍を認めたが，疼痛や圧痛は認めなかった。CRP は 7.1 mg/dl と高値を示した。CT 検査では腎動脈下腹部大動脈に最大径 55 mm の嚢状，分葉状の動脈瘤を認めた。左総腸骨動脈から外腸骨動脈にかけての嚢状動脈瘤は閉塞していた。身体所見は欠如していたが，炎症所見，CT 所見から感染瘤を疑った (Fig. 2 A)。PET-CT 検査では，動脈瘤の凹凸の部位に一致し，FDG の集積を認めた。また閉塞した部位にも高度集積を認め，SUVmax は 7.18 であった (Fig. 2 B, C)。

症例 3: 60 歳，男性。発熱，腹痛，下痢にて近医で抗生剤加療されていた。精査の CT 検査で腹部大動脈瘤を認め，その後に急速増大したため当科紹介となった。来院時体温は 36.5°C，臍左下方の拍動性腫瘍に圧痛を認めた。CRP 2.6 mg/dl と高値を示した。CT では腎動脈下大動脈に紡錘状動脈瘤を認め，瘤左側に軽度 dirty fat sign を呈していた (Fig. 3 A)。PET-CT 検査では，dirty fat sign を呈している部位に一致し FDG の集積を認め，SUVmax は 9.23 であった (Fig. 3 B)。

症例 4: 65 歳，男性。他疾患精査の CT 検査で偶然に右総腸骨動脈瘤を指摘された。発熱，腹痛や圧痛はなく，CRP 0.0 mg/dl と炎症所見も認めなかった。CT で

は右総腸骨動脈に最大径 34 mm の嚢状瘤を認め，一部分葉状を呈していた。身体所見，炎症所見は欠如していたが CT 所見より感染瘤を疑った (Fig. 4 A)。PET-CT 検査では動脈瘤に FDG の有意な集積を認めなかった (Fig. 4 B)。

症例 5: 65 歳，男性。発熱および腹痛の増悪と寛解を 3 週繰り返し，精査の CT 検査で腹部大動脈瘤を指摘され当科紹介となった。既往として胆嚢摘出後に胆管炎を繰り返していた。来院時体温 38.5°C，上腹部痛を認め，CRP 12.2 mg/dl と高値を示した。CT では腎動脈下腹部大動脈から右総大腿動脈にかけて紡錘状の動脈瘤を認め，2 カ月間で約 3 mm の増大を認めた (Fig. 4 C)。急速増大している動脈瘤であり，感染瘤を疑い PET-CT 検査を施行したが，FDG の有意な集積は認めなかった (Fig. 4 D)。

症例 6: 66 歳，男性。胃癌術後の経過観察中の CT 検査で 1 年前には存在しなかった腹部大動脈瘤を認め当科紹介となった。来院時体温 36.4°C，腹痛，圧痛なく，CRP 0.04 mg/dl であった。CT では左腎動脈直下に嚢状瘤を認め，周囲は dirty fat sign を呈していたため，身体所見，炎症所見は欠如していたが CT 所見より感染瘤を疑った (Fig. 4 E)。PET-CT 検査では，嚢状の動脈瘤に一致し，FDG の集積を認め，SUVmax は 6.23 であった (Fig. 4 F)。

結 果

6 例いずれも血液培養は陰性であった。6 例中 4 例 (症例 1, 2, 3, 6) が FDG の高度集積を認め，感染性動脈瘤と診断し，感染瘤に対しての当科の治療，手術方針にそって手術を行った。SUVmax 3.0 未満の 2 例 (症例 4, 5) は感染瘤を否定し，通常の動脈硬化性動脈瘤と同様の手術を行った。

症例 1, 2 の瘤壁培養からそれぞれ *Salmonella* Spp., *Listeria Monocytogenes* が検出された。症例 3, 6 は瘤壁培養で細菌は検出されなかったが，病理組織検査にて炎症細胞浸潤が認められ，感染性動脈瘤と診断された。症例 4, 5 は瘤壁培養陰性であり，病理組織検査でも感染瘤は否定された。術前に感染瘤と診断して手術した 4 例はいずれも術後に感染の再燃は認めていない。

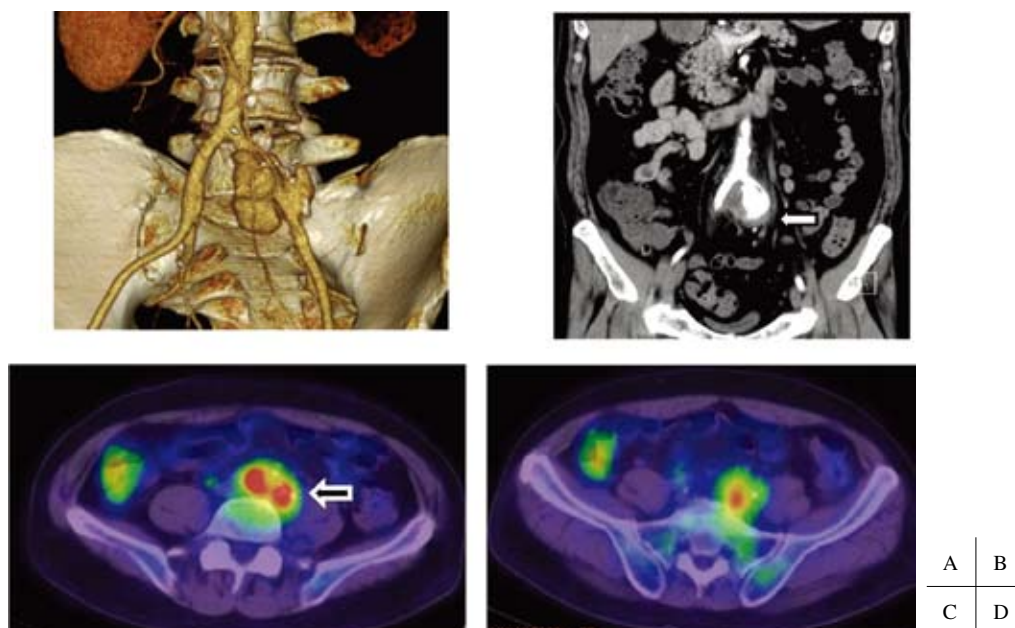


Figure 1 Case 1.

A, B: The saccular and lobular aneurysm of the left common iliac artery with periaortic infiltration.

C, D: The abnormal FDG uptake in the terminal aorta and aneurysm.

Black arrow: FDG uptake, SUVmax=5.49. White arrow: Dirty fat sign.

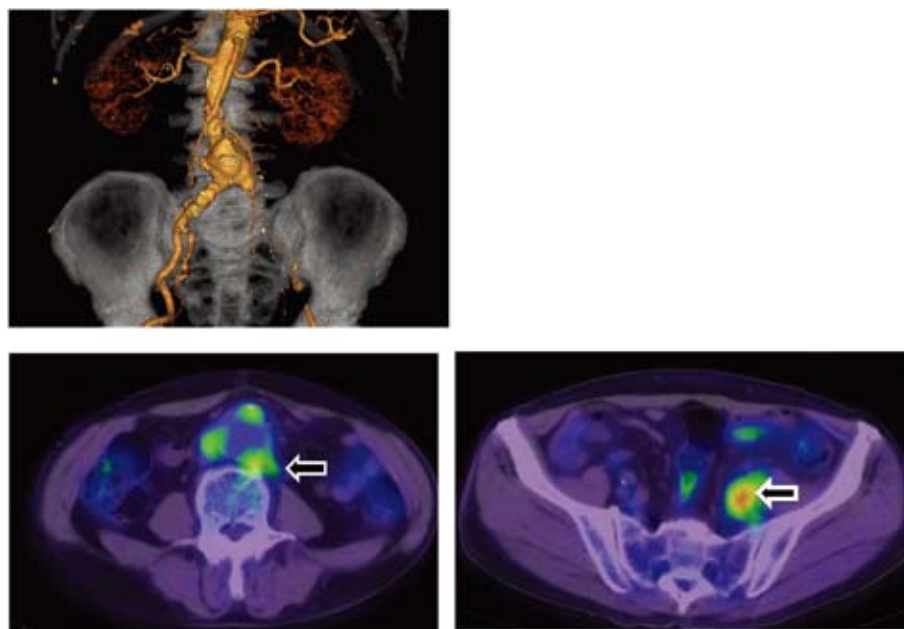


Figure 2 Case 2.

A: The saccular and lobular aneurysm of the infrarenal aorta. The occlusion of left common and external iliac artery.

B, C: The abnormal FDG uptake in the saccular aneurysm and left iliac artery.

Arrows: FDG uptake, SUVmax=7.18.

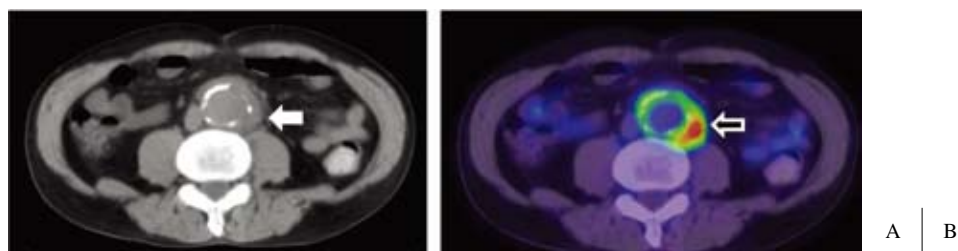


Figure 3 Case 3.

A: The spindle aneurysm with periaortic infiltration. B: The abnormal FDG uptake in periaortic infiltration. Arrow: FDG uptake, SUVmax=9.23.

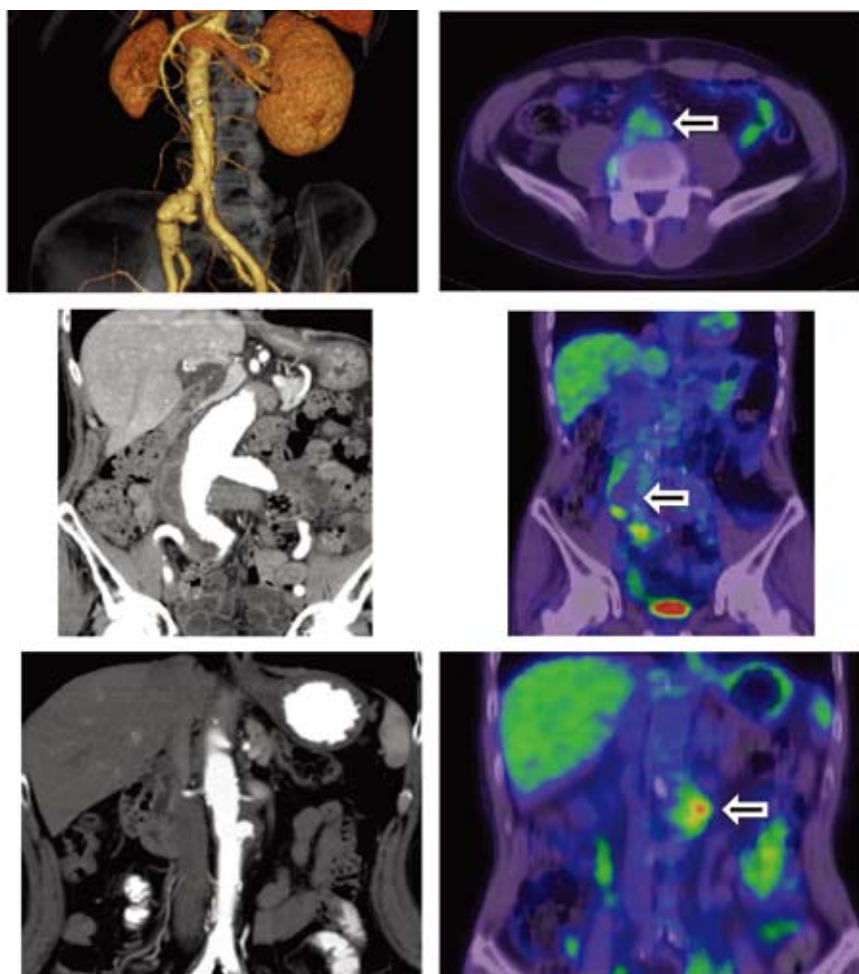


Figure 4 A: The saccular and lobular aneurysm (Case 4). B: The normal FDG uptake in the right common iliac artery (Case 4). (arrow) FDG uptake. SUVmax=2.45 C: The spindle aneurysm, and it expands rapidly (Case 5). D: The normal FDG uptake in the abdominal aorta and right common iliac artery (Case 5). (arrow) FDG uptake. SUVmax=2.45 E: Contrast-enhanced coronal CT images at the level of the infrarenal aorta demonstrated a saccular aneurysm of the aorta, particularly of its left lateral lumen, with associated periaortic infiltration (Case 6). F: The FDG uptake in the left wall of the abdominal aorta and periaortic space (Case 6). (arrow) FDG uptake. SUVmax=6.2

Table 1

Case	Physical findings	CRP	CT findings	SUVmax	Infected AAA
1	+	12.5	Saccular, lobular	5.49	○
2	—	7.1	Saccular, lobular	7.18	○
3	+	2.6	rapid expansion	9.23	○
4	—	0.0	Saccular, lobular	2.45	×
5	+	12.2	rapid expansion	2.45	×
6	—	0.0	Saccular	6.23	○

考 察

感染性腹部大動脈瘤は稀な疾患であり、その発生率は0.6~3.0%³⁻⁶⁾といわれているが、その頻度は近年増加傾向にあることが報告されている^{4,7)}。抗生剤や手術材料の進歩にもかかわらず、在院死亡率は11~36%と報告され⁵⁾、依然として予後不良な疾患である。

感染性動脈瘤は重篤な疾患であるため、迅速な診断と治療開始が重要となる。①発熱、腹痛や背部痛の身体所見、②血液検査での白血球増多、CRP上昇の炎症所見、③CT等の画像診断において、嚢状・分葉状の瘤形態、瘤の急速増大、周囲のdirty fat signを認め、血液培養が陽性であれば感染性動脈瘤と診断できる³⁻⁵⁾。しかし、すでに抗生剤投与されて血液培養陰性例も多く、一般的には上記の身体所見、炎症所見、画像所見が充たされれば感染性動脈瘤と診断している⁸⁾。われわれも血液培養陰性でもそれらの臨床所見から診断し、治療を開始している。しかしながら身体所見に乏しい症例や他部位の感染を合併しているような症例では診断に難渋する場合もある。

現在、画像診断で最も有用とされているのは造影CT検査である⁹⁻¹¹⁾。Macedoら⁹⁾は感染性動脈瘤のCT所見は、嚢状瘤・分葉状瘤を呈していたものが93%と最多であり、次に48%にdirty fat signなどの周囲組織の濃度上昇を認めたと報告している。また坂本ら¹⁰⁾は感染性動脈瘤の特徴的所見として、造影CT後期相で動脈瘤壁およびその周囲が不均一に造影されると述べている。

最近では、CT検査に加えて大動脈の感染・炎症疾患の診断におけるPET-CT検査の有用性が報告されている¹²⁻¹⁴⁾。Vaartら¹²⁾は人工血管感染に対するPET-CTの感度は91%、特異度が95%と有用な検査であると報告している。

今回われわれの経験した6症例のうち、PET-CTで動

脈瘤へSUVmax 5.0以上のFDG高度集積を認め、術前に感染瘤と診断した4例はいずれも血液培養陰性であったが、病理組織検査では感染瘤と診断された(Table 1)。そのうちの症例2は、CRP 7.1 mg/dlと高値であったが、発熱や疼痛・圧通の身体所見が欠如していた。しかし、PET-CT検査で動脈瘤にFDG高度集積を認めるとともに、他部位の感染も否定し得たため、感染瘤と術前診断し、迷うことなく感染瘤に対しての手術を行い良好な結果が得られた。また、症例6は、身体所見も炎症所見も欠如し、CT所見のみが感染瘤を否定し得ない症例であったが、PET-CT検査で動脈瘤へのFDG高度集積によって術前診断し、感染瘤に対しての手術を行った。

一方、PET-CT検査で高度集積がなく術前に感染瘤を否定した2症例は、いずれも病理組織検査にて感染性動脈瘤は否定された。症例5は発熱、腹痛の身体所見、CRP 12.2 mg/dlの炎症所見、CT上の瘤急速増大の所見が揃っており、胆管炎の合併があっても従来の診断法では感染瘤の否定は困難であったと考える。

現状ではまだ感染性大動脈瘤と診断するための確なカットオフ値を示した報告はない。福地ら¹⁵⁾は動脈硬化性動脈瘤壁のSUV値に関して10例中9例は2.0未満であり、3.0を超えた症例は1例のみであったと報告している。当科でも経過観察中の臨床的に感染徴候を認めない4 cm未満の紡錘型動脈瘤6例の動脈瘤壁SUVmaxは1.0~1.8(1.4±0.2)であった。今回検討症例にその6例を加えたreceiver operating characteristic曲線では、カットオフ値3.97で感度100%、特異度100%であった。症例数が少ないため参考値ではあるが、症例を重ね最適なカットオフ値を設定することで有用な指標になり得ると思われる。

結 語

感染性腹部大動脈瘤(腸骨動脈瘤)の鑑別すべき6例

に PET-CT 検査を行った。FDG 集積が SUVmax 5.0 以上の 4 例に対して感染瘤と術前診断し、感染瘤に対しての手術を行い、SUVmax 3.0 未満の 2 例には通常の手術を行った。PET-CT 診断の正誤性は術後の病理組織診断によって証明された。全例血液培養陰性例であり、無症候症例も含まれており、従来の診断法では手術方針の決定に混迷する症例に対しても、術前 PET-CT 診断によつて的確な手術を提供することが可能であった。

文 献

- 1) 相澤 啓, 大木伸一, 坂野康人, 他: 異なる血行再建を行った感染性腹部大動脈瘤の 2 治験例. 日血外会誌 2006; **15**: 441-444
- 2) Oderich GS, Panneton JM, Bower TC, et al: Infected aortic aneurysms: aggressive presentation, complicated early outcome, but durable results. J Vasc Surg 2001; **34**: 900-908
- 3) Müller BT, Wegener OR, Grabitz K, et al: Mycotic aneurysms of the thoracic and abdominal aorta and iliac arteries: experience with anatomic and extra-anatomic repair in 33 cases. J Vasc Surg 2001; **33**: 106-113
- 4) Gomes MN, Choyke PL, Wallace RB: Infected aortic aneurysms. A changing entity. Ann Surg 1992; **215**: 435-442
- 5) Hsu RB, Chen RJ, Wang SS, et al: Infected aortic aneurysms: clinical outcome and risk factor analysis. J Vasc Surg 2004; **40**: 30-35
- 6) Sessa C, Farah I, Voirin L, et al: Infected aneurysms of the infrarenal abdominal aorta: diagnostic criteria and therapeutic strategy. Ann Vasc Surg 1997; **11**: 453-463
- 7) 田淵 篤, 正木久男, 柚木靖弘, 他: 感染性腹部大動脈瘤に対する非解剖学的血行再建術の遠隔成績. 日血外会誌 2007; **16**: 653-659
- 8) 戸谷直樹, 鳥海久乃, 墨 誠, 他: 感染性腹部大動脈瘤の外科治療. 日血外会誌 2004; **13**: 585-589
- 9) Macedo TA, Stanson AW, Oderich GS, et al: Infected aortic aneurysms: imaging findings. Radiology 2004; **231**: 250-257
- 10) 坂本一郎, 林 秀行, 林田 毅, 他: 大血管系炎症性疾患の画像診断. 臨床画像 2009; **25**: 746-756
- 11) 坂本一郎: 動脈炎の画像診断. 画像診断 2009; **29**: 90-95
- 12) van der Vaart MG, Meerwaldt R, Slart RH, et al: Application of PET/SPECT imaging in vascular disease. Eur J Vasc Endovasc Surg 2008; **35**: 507-513
- 13) Choi SJ, Lee JS, Cheong MH, et al: F-18 FDG PET/CT in the management of infected abdominal aortic aneurysm due to Salmonella. Clin Nucl Med 2008; **33**: 492-495
- 14) Davison JM, Montilla-Soler JL, Broussard E, et al: F-18 FDG PET-CT imaging of a mycotic aneurysm. Clin Nucl Med 2005; **30**: 483-487
- 15) 福地一樹: ポジトロン CT による大動脈硬化および不安定プラークの画像診断に関する研究. 厚生労働省循環病研究委託費による研究報告集 2005; **2003**: 472

Positron Emission Tomography and Computed Tomography in the Diagnosis of an Infected Aneurysm

Osamu Yamashita,¹ Noriyasu Morikage,¹ Yoshikazu Okazaki,¹ Kotaro Suehiro,¹
Koichi Yoshimura,¹ Kazuyoshi Suga,² and Kimikazu Hamano¹

¹Department of Surgery and Clinical Science, Yamaguchi University Graduate School of Medicine, Ube, Japan

²Department of Radiology, St. Hill Hospital, Ube, Japan

Key words: infected aneurysm, PET-CT, abdominal aortic aneurysm

Infected aneurysms are rare, but life-threatening. Computed tomography (CT) is considered to be the best diagnostic imaging modality for detecting an abdominal aortic aneurysm (AAA) and changes in the surrounding structures. Recent studies have shown, that F-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography CT (PET-CT) could be useful for diagnosing focal infection of an AAA. We report how a combination of CT and PET-CT provided accurate information, allowing us to diagnose an infected AAA. Among 97 patients who underwent surgery for an AAA at our hospital between June, 2007 and August, 2010, 6 (6.1%) had undergone F-18 FDG PET-CT for a suspected infected AAA. Their contrast-enhanced CT images demonstrated a saccular aneurysm or a rapidly expanded aneurysm of the infrarenal aorta. Additionally, their blood cultures were negative. Four patients, whose PET-CT scans, showed a maximum standard uptake value (SUVmax) >5.0, underwent our infected aneurysm surgical procedure. Post-operative pathological examination of these aneurysm walls confirmed an infected AAA. The other two patients, whose PET-CT scans showed an SUVmax <4.9, underwent normal aneurysm repair, and the pathological examination of their aneurysm walls confirmed an arteriosclerotic aneurysm. Thus, PET-CT, when used with contrast-enhanced CT, seems to be a valuable assessment modality to diagnose an infected AAA.

(J Jpn Coll Angiol, 2011, **51**: 473–479)