

原 著

## 破裂性腹部大動脈瘤に対するステントグラフトによる血管内治療の臨床成績

<sup>1</sup>綾瀬循環器病院心臓血管外科<sup>2</sup>東京女子医科大学心臓血管外科ユ サ ヒロアキ アズマ タカシ ヤマザキ ケンジ  
遊佐 裕明<sup>1,2</sup>・東 隆<sup>2</sup>・山崎 健二<sup>2</sup>

(受理 平成29年7月12日)

## Clinical Results of Endovascular Aortic Repair of Ruptured Abdominal Aortic Aneurysms

Hiroaki YUSA<sup>1,2</sup>, Takashi AZUMA<sup>2</sup> and Kenji YAMAZAKI<sup>2</sup><sup>1</sup>Division of Cardiovascular Surgery, Ayase Heart Hospital<sup>2</sup>Department of Cardiovascular Surgery, Tokyo Women's Medical University

**Objective:** Patients with ruptured abdominal aortic aneurysms (AAA) are often treated via open repair despite the existence of endovascular aortic repair (EVAR), a less invasive and widely accepted approach beneficial for elective AAA patients. We aimed to evaluate the early clinical results of EVAR of ruptured AAA in emergency setting.

**Methods:** Patients with ruptured AAA who underwent emergency EVAR between January 2012 and March 2017 were included in this study. There were 16 men and 9 women (mean age, 76.4 ± 9.6 years). Six patients were hemodynamically unstable with a systolic blood pressure of ≤70 mmHg before procedure. Two patients required the insertion of aortic occlusion balloons, preoperatively. In all cases, preoperative computed tomography (CT) was performed, which revealed a mean AAA maximum diameter, proximal neck length, and proximal neck diameter of 71.4 ± 11.4 mm, 22.5 ± 17.8 mm, and 23.0 ± 3.8 mm respectively.

**Results:** There were no intraoperative deaths, the early mortality rate was 8 %, and the technical success rate was 96 %. No patient underwent open surgery, all participants underwent EVAR with bifurcated graft, and 3 underwent concomitant coil embolization of the internal iliac artery. One case showed type I endoleak on intraoperative digital subtraction angiogram and postoperative enhanced CT. Postoperatively, 2 patients had abdominal compartment syndrome, 1 needed dialysis, 7 required prolonged ventilator use. Aneurysm sac shrinkage was seen in 13 patients on postoperative CT examination.

**Conclusion:** EVAR for ruptured AAA is feasible and relatively safe. Our early clinical findings suggest that it could be considered the first-line therapy in ruptured AAA with favorable anatomy.

**Key Words:** ruptured abdominal aortic aneurysm, endovascular aortic repair, early results

## はじめに

破裂性腹部大動脈瘤は外科的に緊急治療を要する重篤な疾患である。報告では破裂性腹部大動脈瘤に

対する開腹による人工血管置換術の治療成績はその死亡率が32~70%と非常に高く、現在でも治療成績の改善が得られていないのが現状である<sup>1)~3)</sup>。腹部大

✉: 遊佐裕明 〒120-0006 東京都足立区谷中 2-16-7 綾瀬循環器病院心臓血管外科

E-mail: yusa1975@yahoo.co.jp

doi: 10.24488/jtwmu.87.4\_122

Copyright © 2017 Society of Tokyo Women's Medical University

**Table 1** Characteristics of patients

Number of patients (EVAR)	
All	289
Elective	264 (91)
Emergency	25 (9)
Male/female	16/9
Age (years)	76.4 ± 9.6
Associated pathologies	
Hypertension	25 (100)
Dyslipidemia	17 (68)
Chronic obstructive pulmonary disease	6 (24)
Ischemic heart disease	4 (16)
Diabetes mellitus	2 (8)
Chronic kidney disease	7 (28)
Cerebrovascular disease	5 (20)
Clinical condition before the Procedures	
Unstable hemodynamics (BP <70)	6 (24)
Anemia (hemoglobin <8)	6 (24)
Blood transfusion	7 (28)
Inotropic support	5 (20)
Preoperative intubation	4 (16)

Date are shown as the number (%) or as mean ± standard deviation.

動脈瘤に対する治療は現在、ステントグラフトを用いた血管内治療 (endovascular aortic repair : EVAR) が広く行われるようになっており、待機的な手術においては、開腹による人工血管置換術との治療成績と比較して、良好な結果が得られている。破裂性腹部大動脈瘤に対しては Yusuf らがはじめて EVAR による治療成績を報告し<sup>4)</sup>、以後、海外からは開腹による人工血管置換術との比較検討を含めて多くの治療成績の報告がなされているが、現在も EVAR の有効性については議論され続けており、明確な結論は得られていない<sup>5,6)</sup>。また、本邦においても破裂性腹部大動脈瘤に対する開腹手術とステントグラフトによる血管内治療の治療成績の比較はもとより、血管内治療の報告自体も海外と比較して極めて少なく、その臨床的有効性については明らかにされてはいないのが現状である。今回、当院における、破裂性腹部大動脈瘤に対するステントグラフト内挿による血管内治療の臨床成績について検討を行った。

### 対象と方法

#### 1. 対象

2012年1月から2017年3月の間に綾瀬循環器病院において腹部大動脈瘤の診断に対して EVAR を施行した 289 例のうち、破裂性腹部大動脈瘤の診断に対して緊急 EVAR を施行した 25 例 (9%) を対象とした。

**Table 2** Fitzgerald classification

type I	4 (16)
type II	14 (56)
type III	6 (24)
type IV	1 (4)

Date are shown as the number (%).

#### 2. 症例背景

対象症例の背景を Table 1 に示す。手術時年齢は  $76.4 \pm 9.6$  (52~88) 歳であった。対象症例の男女比は男性 16 例、女性 9 例であった。全例で術前に高血圧の診断を受け、他院において内服薬による降圧治療を受けていた。そのほか虚血性心疾患の既往を 4 例、糖尿病の既往を 2 例、腎機能障害を 7 例に認めた。

対象患者における術前状態として、収縮期血圧が 70 mmHg 以下のショック状態の症例は 6 例 (24%) に認め、循環動態の維持のためにカテコラミン等の昇圧剤を使用したのは 5 例 (20%) であった。循環動態の不安定に伴い、気管内挿管を術前に施行した症例は 4 例 (16%) であった。出血に伴う Hb 値 8 g/dl 以下の貧血状態を呈した症例が 6 例 (24%) に認められた。術前に輸血を施行した症例は 7 例 (28%) であった。

#### 3. 術前画像診断

術前には全例、単純・造影を問わずに computed tomography (CT) を施行し、画像診断を行った。CT 上、動脈瘤破裂に伴う後腹膜腔血腫の広がりに関しては Fitzgerald 分類にて評価を行った (Table 2)。CT による解剖学的所見に関しては Table 3 に示す。中枢ランディングゾーンの血管径は平均  $23.0 \pm 3.8$  (18~32) mm であった。中枢ネック長は平均  $22.5 \pm 17.8$  mm で、最短で 6 mm であった。15 mm 以下のショートネック症例は 12 例であった。動脈瘤の最大径は  $71.4 \pm 11.4$  (45~100) mm であった。腹部大動脈瘤のほかに腸骨動脈瘤を合併していた症例は 2 例であった (Table 3)。

### 結 果

手術結果を Table 4 に示す。手術は全例、ハイブリッド手術室にて施行した。循環動態が不安定で、手術室入室時に大動脈閉塞バルーンを挿入した症例は 2 例であった。全身麻酔管理による手術を基本としたが、呼吸機能低下症例に対して局所麻酔下にて手術を施行したものが 1 例認められた。

手術に使用したデバイスは全例 Bifurcated graft で、うち 24 例が Medtronic 社製 ENDURANT

**Table 3** Baseline aneurysm characteristics by neck anatomy

Proximal neck	
Diameter (mm)	23.0 ± 3.8
Length (mm)	22.5 ± 17.8
< 15 mm	12 (48)
Maximum aneurysmal diameter (mm)	71.4 ± 11.4
Distal neck	
Right iliac	
Diameter (mm)	15.0 ± 3.1
Length (mm)	27.8 ± 7.8
Left iliac	
Diameter (mm)	13.6 ± 4.6
Length (mm)	26.6 ± 11.2
Iliac artery aneurysm	2 (8)

Date are shown as mean ± standard deviation or as the number (%).

**Table 4** Operative results

Duration of procedure (min)	112 ± 54 (46-250)
Anesthesia	
General	24 (96)
Local	1 (4)
Configuration of endograft	
Bifurcated	25 (100)
AUI	0 (0)
Device	
ENDURANT	24 (96)
EXCLUDER	1 (4)
Blood transfusion	22 (88)
Balloon occlusion	2 (8)
Technical outcome	
Technical success	24 (96)
Endoleak (angiography)	
Type I	1 (4)
Type II	0 (0)
Type III	0 (0)
Type IV	6 (24)
Concomitant procedure	
Coil embolism	3 (12)
Conversion to open surgery	0 (0)
Secondary surgical procedure	
Endovascular repair	0 (0)
Laparotomy for ACS	2 (8)

Date are shown as the number (%) or mean ± standard deviation and interquartile range.

(Medtronic AVE, Santa Rosa, Calif, USA), 1例がGore社製 EXCLUDER (W.L.Gore & Associates, Flagstaff, Ariz, USA)であった。

技術的にステントグラフトの留置に成功した症例は24例で96%の成功率であった。残る1例は中樞からのtype I エンドリークが残存した症例であったが、動脈瘤は2段階に分かれている症例で、破裂

**Table 5** Postoperative results

Hospital mortality	2 (8)
Cause of death	
Pneumonia	1 (4)
ACS <sup>a</sup>	1 (4)
Morbidity	
Prolonged ventilation (>48 hr)	7 (28)
Required dialysis	1 (4)
ACS	2 (8)
Hospital stay (day)	19.0 ± 12.7
Postoperative CT findings	
Enhanced CT	23 (92)
No evidence of endoleak	22 (95)
Type I	1 (5)
Type II	0 (0)
Type III	0 (0)
Diameter of aneurysmal sac (mm)	66.9 ± 13.1
No. of cases of aneurysmal shrinkage	13 (57)

Date are shown as the number (%) or mean ± standard deviation.

<sup>a</sup>Abdominal compartment syndrome.

部位が下側の動脈瘤であり、エンドリークは上側の動脈瘤に残存したものの、破裂に対する治療としては救命が可能な症例であった。

術中の同時手技としては腸骨動脈に対するコイル塞栓を施行したものが3例(12%)に認められた。ステントグラフト留置が困難で、開腹手術に移行した症例は1例も認めなかった。

術後に腹部コンパートメント症候群(abdominal compartment syndrome: ACS)を合併したため、減圧目的で開腹を行った症例を2例認めた。

手術時間は112 ± 54(46~250)分であった。22例で他家輸血を行い、残る3例は代用血漿製剤のみの使用で他家輸血を行わずに手術を行うことが可能であった。

術後の経過についてはTable 5に示す。術中死亡は0例であった。病院死亡は2例(8%)であった。死亡の原因は1例が肺炎、1例がACSによる多臓器不全であった。術後合併症としては、48時間以上の人工呼吸管理を要したものが7例であった。そのほか、心大血管イベントは0例であった。術後腎不全の進行に伴い透析治療が必要であった症例を1例認めた。

術後に造影CTによる評価を施行した症例は23例で、うちエンドリークの所見を認めたのは術中よりtype Iのエンドリークを認めた1例のみであった。術後の動脈瘤径は66.9 ± 13.1 mmで、術前と比較し動脈瘤径の縮小が得られた症例は13例であった。

Table 6 Past evidence papers

Author, date, journal Study type	Patient group	Outcome
Veith FJ et al. (2009) <sup>11)</sup> Ann Surg Retrospective	<ul style="list-style-type: none"> <li>680 patients had EVAR<sup>b</sup></li> <li>763 patients had open repair</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>30-day mortality</li> <li>EVAR 19.7 %</li> <li>Open repair 36.3 %</li> </ul>
Noorani A et al. (2012) <sup>3)</sup> Eur J Vasc Endovasc Surg Retrospective	<ul style="list-style-type: none"> <li>52 patients had EVAR</li> <li>50 patients had open repair</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>In-hospital mortality:</li> <li>EVAR 12 %</li> <li>Open repair 32 %</li> </ul>
Reimerink JJ et al. (2013) <sup>13)</sup> Ann Surg RCT <sup>a</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>57 patients randomized to EVAR</li> <li>59 patients randomized to open repair</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>30-day mortality:</li> <li>EVAR 21 %</li> <li>Open repair 25 %</li> </ul>
Mohan PP et al. (2014) <sup>10)</sup> Cardiovasc Intervent Radiol Retrospective cohort study	<ul style="list-style-type: none"> <li>33986 patients had EVAR</li> <li>8140 patients had open repair</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>In-hospital mortality:</li> <li>EVAR 25.9 %</li> <li>Open repair 39.1 %</li> </ul>
Powell JT et al. (2014) <sup>14)</sup> Br Med J RCT	<ul style="list-style-type: none"> <li>316 patients randomized to EVAR</li> <li>297 patients randomized to open repair</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>30-day mortality:</li> <li>EVAR 35.4 %</li> <li>Open repair 37.4 %</li> </ul>

<sup>a</sup>randomized controlled trial, <sup>b</sup>endovascular aortic repair.

## 考 察

5 cm を超える非破裂性腹部大動脈瘤は破裂のリスクが高く、破裂を生じる前に開腹手術による人工血管置換術または EVAR を待機的に行うのが一般的である。近年、待機的な腹部大動脈瘤に対する開腹人工血管置換術と EVAR との治療成績の前向き無作為比較検討試験により、早期における死亡率では EVAR が開腹人工血管置換術よりも優れていることが証明され<sup>7)~9)</sup>、世界的に腹部大動脈瘤に対する治療は EVAR が選択されるようになり、治療における EVAR の比率が大幅に増えているのが現状である。破裂性腹部大動脈瘤に関しても EVAR の治療比率は 2001 年に 6.6 % であったものが、2010 年には 42 % まで増加しているとの報告もあり<sup>10)</sup>、破裂性腹部大動脈瘤に対しても世界的に EVAR が選択されるような状況となりつつある。しかしながら、破裂性腹部大動脈瘤に関しては、前向き無作為比較検討試験を含め、様々な比較検討報告がなされているが、その半数は早期死亡に関しては EVAR が優れているとしているものの、残りの半数は早期死亡に有意差を認めなかったとしており、依然として EVAR の有益性がはっきりと示されていない。

本稿における破裂性腹部大動脈瘤に対する EVAR の早期死亡は 2 例で死亡率は 8 % という結果であった。同時期に当院で施行した破裂性腹部大動脈瘤に対する開腹による人工血管置換術は 27 例あり、うち死亡数は 9 例で、死亡率が 33 % であったことを考慮すると、単純に比較することはできないものの、EVAR のほうが早期治療成績は良好であったといえる。

破裂性腹部大動脈瘤に対する早期死亡率が EVAR のほうが開腹手術よりも優れていたとする過去の報告においては Mohan らが EVAR 群で 25.9 %<sup>10)</sup>、Veith らが 21.2 %<sup>11)</sup>、Noorani らが 15.7 %<sup>3)</sup> と報告している。さらに EVAR 群と開腹手術とで早期死亡率に差を認めなかったとする報告においては、Reimerink らが 21 %<sup>12)</sup>、Powell らが 35.4 %<sup>13)</sup> とそれぞれ報告しており、これらの報告と比較しても、我々の治療成績は非常に良好であるといえる (Table 6)。しかし、諸外国の報告と比較し、本稿における対象患者数は少ないため、純粹に比較することは難しく、今後、症例の蓄積を重ね、継続的に詳細な検討を行っていくことが必要と考えられる。

治療成績の改善のための要因としては、術前における循環動態の安定化が必須といえる。破裂性腹部大動脈瘤においては持続する出血により貧血が進行し、血圧の低下をきたし、その結果、臓器不全を生じやすい状況下にある。術前の循環動態をいかに保ち、手術へとつなげられるかが、術後の経過に大きな影響を及ぼすことは間違いのないところであろう。我々は、破裂性腹部大動脈瘤の患者の受け入れの際に、循環動態が不安定な場合には直ちに血管透視室またはハイブリッド手術室に患者を搬入させ、大動脈閉塞バルーンを挿入し、循環動態を保つための処置を第一に行っている。その後、カテコラミンや代用血漿などの投与や、必要に応じて気管内挿管による人工呼吸管理を行いながら、各種検査を行い、最終的に手術を行っている。破裂性腹部大動脈瘤の治療においては外科医をはじめ、麻酔科医、各医療スタッフが連携し、循環動態の安定化に努め、迅速

に手術室に入室させ、治療を行えるような体制づくりを構築することが、手術成績の向上に非常に重要であるといえ<sup>14)</sup>、このような取り組みが、本稿の治療成績に反映されたと考えている。

EVARを行うにあたっては症例毎の解剖学的要件も重要な要素といえる。一般にEVARに使用するデバイスには、必要とされる解剖学的要件が設定されている。大動脈径が明らかに大きいものや、ステントグラフトによってカバーされるランディングゾーンが明らかに短いものに関しては適応外となるため、術前のCTによる評価は必須である。我々は中枢大動脈径が32 mm以上、中枢ランディングゾーンが5 mm以下のものはEVARの適応基準外としており、EVARに該当しない症例に関しては、迷わず開腹人工血管置換術を選択し、治療を行うようにしている。症例毎にCTによる画像診断をもとに、適切な判断を行うことが、EVAR術後のエンドリークを残さずに治療を遂行するために非常に重要であるといえる。Mehtaら<sup>15)</sup>、Peppelenbosch<sup>16)</sup>らは破裂性腹部大動脈瘤に対する治療法の選択について、解剖学的な要件を満たすものはEVAR、解剖学的要件を満たさない症例は開腹手術を行うように推奨しており、治療法の選択における重要な判断基準であるといえる。

破裂性腹部大動脈瘤術後に生じる重篤な合併症の一つとされるのがACSである。ACSは、腹部大動脈瘤破裂に伴う出血による腹腔内圧の上昇、低血圧に伴う腹部臓器血流の低下に伴い多臓器不全をきたし、死亡に至る重篤な合併症で、近年EVARによる破裂性腹部大動脈瘤治療が増加傾向にある中で、ACSの発症も増加傾向にある<sup>17)18)</sup>。文献的には破裂性腹部大動脈瘤に対するEVAR後のACS発症頻度は約8%程度とされているが、発症した患者の約50%は死亡するともされる<sup>19)</sup>。今回、本稿において、術後にACSを合併した症例は2例であった。ACSに対する治療は人工呼吸による呼吸管理、カテコラミンの使用による循環管理、透析などの集学的治療のほかに、腹腔内の減圧を目的として試験開腹術を行うことが必要とされる<sup>20)21)</sup>。本稿における2例のACSに対しては、いずれも試験開腹術を行い、腹腔内圧の減圧処置を施したが、1例はACSに伴う多臓器不全により失っている。この1例は術前のCTにてFitzgerald分類でIV型の所見を呈しており、広範囲に腹腔内に出血をきたした場合には、必然的に腹腔内圧も非常に高くなり、臓器障害を容易に合併

しやすく、極めて予後が不良であると考えられる。ACSを疑う所見が認められた場合には、上記のような処置を迅速に行うことが必要であるが、予後悪化の因子としては術前の腹腔内出血の範囲も関与していることから、術前の出血コントロールにも十分配慮する必要があると考えられる。

## 結 論

破裂性腹部大動脈瘤に対するEVARの早期治療成績は満足すべきものであった。破裂性腹部大動脈瘤に対してEVARは治療の第一選択となりうるものと考えられた。今後の症例の蓄積に加え、中期・遠隔期における治療成績の検討を引き続き行うことが必要である。

開示すべき利益相反状態はない。

## 文 献

- 1) **Visser JJ, Williams M, Kievit J et al:** Prediction of 30-day mortality after endovascular repair or open surgery in patients with ruptured abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg* **49:** 1093-1099, 2009
- 2) **Chagpar RB, Harris JR, Lawlor DK et al:** Early mortality following endovascular versus open repair of ruptured abdominal aortic aneurysms. *Vasc Endovascular Surg* **44:** 645-649, 2010
- 3) **Noorani A, Page A, Walsh SR et al:** Mid-term outcomes following emergency endovascular aortic aneurysms repair for ruptured abdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg* **43:** 382-385, 2012
- 4) **Yusuf SW, Whitaker SC, Chuter TA et al:** Emergency endovascular repair of leaking aortic aneurysm. *Lancet* **344:** 1645, 1994
- 5) **Mayer D, Rancic Z, Veith FJ et al:** Part two: Against the motion. EVAR offers no survival benefit over open repair for the treatment of ruptured abdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg* **49:** 119-127, 2015
- 6) **Dubois L:** Part one: for the motion. EVAR offers no survival benefit over open repair for the treatment of ruptured abdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg* **49:** 116-119, 2015
- 7) **Prinssen M, Verhoeven ELG, Buth J et al:** A randomized trial comparing conventional and endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. *N Engl J Med* **351:** 1607-1618, 2004
- 8) **EVAR Trial Participants:** Endovascular aneurysm repair versus open repair in patients with abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 1): randomized controlled trial. *Lancet* **365:** 2179-2186, 2005
- 9) **Lederle FA, Freischlag JA, Kyriakides TC et al:** Long-term comparison of endovascular and open repair of abdominal aortic aneurysm. *N Engl J Med* **367:** 1988-1997, 2012
- 10) **Mohan PP, Hamblin MH:** Comparison of endovascular and open repair of ruptured abdominal aortic aneurysm in the United States in the past decade.

- Cardiovasc Intervent Radiol **37**: 337–342, 2014
- 11) **Veith FJ, Lachat M, Mayer D et al**: Collected world and single center experience with endovascular treatment of ruptured abdominal aortic aneurysms. *Ann Surg* **250**: 818–824, 2009
  - 12) **Reimerink JJ, Hoornweg LL, Vahl AC et al**: Endovascular repair versus open repair of ruptured abdominal aortic aneurysms: a multicenter randomized trial. *Ann Surg* **258**: 248–256, 2013
  - 13) **Powell JT, Sweeting MJ, Thompson MM et al**: Endovascular or open repair strategy for ruptured abdominal aortic aneurysm: 30 day outcomes from IMPROVE randomized trial. *BMJ* **348**: f7661, 2014
  - 14) **Ogino H, Watanabe K, Ikegaya Y et al**: Protocol-based strategy for endovascular repair of ruptured abdominal aortic aneurysms. *Ann Vasc Dis* **6**: 169–174, 2013
  - 15) **Mehta M, Taggert J, Darling RC 3rd et al**: Establishing a protocol for endovascular treatment of ruptured abdominal aortic aneurysms: outcomes of a prospective analysis. *J Vasc Surg* **44**: 1–8, 2006
  - 16) **Peppelenbosch N, Yilmaz N, van Marrewijk C et al**: Emergency treatment of acute symptomatic or ruptured abdominal aortic aneurysm. Outcome of a prospective intent-to-treat by EVAR protocol. *Eur J Vasc Endovasc Surg* **26**: 303–310, 2003
  - 17) **Mayer D, Rancic Z, Veith FJ et al**: How to diagnose and treat abdominal compartment syndrome after endovascular and open repair of ruptured abdominal aortic aneurysms. *J Cardiovasc Surg* **55**: 179–192, 2014
  - 18) **Rubenstein C, Bietz G, Davenport DL et al**: Abdominal compartment syndrome associated with endovascular and open repair of ruptured abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg* **61**: 648–654, 2015
  - 19) **Karkos CD, Menexes GC, Patelis N et al**: A systematic review and meta-analysis of abdominal compartment syndrome after endovascular repair of ruptured abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg* **59**: 829–842, 2014
  - 20) **Mayer D, Pfammatter T, Rancic Z et al**: 10 years of emergency endovascular aneurysm repair for ruptured abdominal aortoiliac aneurysms: lessons learned. *Ann Surg* **249**: 510–515, 2009
  - 21) **Djavani GK, Wanhainen A, Björck M**: Intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome after endovascular repair of ruptured abdominal aortic aneurysm. *Eur J Vasc Endovasc Surg* **41**: 742–747, 2011