特集

「血管内手術の現状と今後の展望」

腹部内臓動脈瘤，腎動脈狭窄に対する血管内手術

五島 雅和 塩野 元美

日本大学医学部外科学系心臓血管・呼吸器・総合外科学分野

Endovascular Treatment for Visceral Artery Aneurysms
and Renal Artery Stenosis

Masakazu GOSHIMA and Motomi SHIONO

Division of Cardiovascular, Respiratory and General Surgery, Department of Surgery,
Nihon University School of Medicine

Endovascular treatments for visceral artery aneurysms (VAAs) and renal artery stenosis (RAS) have increased rapidly in recent years and endovascular approaches have supplanted surgical approaches for revascularization. A number of endovascular treatment studies have reported prevention of VAA rupture and clinical benefit for patients with RAS. This review summarizes the current status of endovascular treatment of VAAs and RAS.

Key words: visceral artery aneurysm, splanchnic artery aneurysm, renal artery stenosis, endovascular surgery, endovascular treatment

腹部内臓動脈瘤，腎動脈狭窄，血管内治療，血管内手術

(J. Nihon Univ. Med. Ass., 2011; 70 (1): 18–22)

はじめに

腹部内臓動脈瘤，腎動脈狭窄に対する血管内治療は近年急速に増加し，外科治療に変わるものとなった．血管内治療によって内臓動脈瘤破裂の阻止や腎動脈狭窄の臨床的改善の報告は多くあり，本稿では腹部内臓動脈瘤と腎動脈狭窄に対する血管内治療の現状について概説する．

I. 腹部内臓動脈瘤

腹部内臓動脈瘤はまれな疾患であり，その発生頻度は0.01–2%と言われている¹⁾．近年，画像診断の進歩により健診や他疾患精査中に偶発的に無症候性の内臓動脈瘤が発見される頻度が増加傾向にある．過去の報告において内臓動脈瘤は30–40%の破裂頻度があり，破裂した際は致死率が高い(25–70%)とされているため²⁾，本疾患に対しては早期発見早期治療が重要である．

腹部内臓動脈瘤で最も頻度が高いのは脾動脈であり約60–80%を占めるとされており，以下，肝動脈20%，上腸間膜動脈(SMA)5.5%，腹腔動脈4%，胃十二指腸動脈とその分枝6%，下腸間膜動脈(IMA)1%未満となっている³⁾．

瘤の形態としては紡錘状，嚢状があり，また動脈壁の3層構造の保たれている真性瘤と，血管壁に亀裂を生じ周囲に血腫を伴う仮性瘤に分類される．真性瘤の成因はほとんどが変性によるもので，動脈硬化性，線維筋性異形成，膠原病などがあり⁴⁾，仮性瘤の成因は，外傷，炎症，感染，医原性などである．

腹部内臓動脈瘤はその発生部位により異なった特徴を

示す．以下，代表的な内臓動脈瘤について述べる．

最も頻度の高い脾動脈瘤は，その成因として，妊娠，門脈圧亢進症，脾炎，脾臓手術後などとの関連性が指摘されている．特に妊娠はエストロゲン分泌の変動による血管壁弾性繊維の消失や，腹腔内圧の上昇から脾動脈血流の増加などが影響していると考えられている⁵⁾．妊娠中に脾動脈瘤が破裂した際は，妊婦死亡率70%，胎児死亡率90%との報告がある⁶⁾．

肝動脈瘤は，近年の経皮的肝穿刺や経皮的胆道ドレナージの増加による医原性の仮性動脈瘤の報告が多い傾向にある．そして最近の肝動脈瘤の50%は肝実質内の仮性動脈瘤と言われている⁷⁾．これらの瘤は塞栓術で比較的容易に対処可能である．一方，肝外動脈瘤は部位により対処が異なる．総肝動脈瘤に塞栓術を施行した場合は，胃十二指腸動脈からの側副血行で肝血流が保たれていれば血行再建は不要であるが，固有肝動脈瘤の場合は側副血行が限られているため，血行再建が必要となることが多い．covered stent は瘤を閉鎖血栓化すると同時に末梢の肝血流も保つことが可能である．

上腸間膜動脈瘤は他の動脈瘤に比べ，感染性動脈瘤の頻度が高い(33–66%)^{8,9)}．また近年，分節性中膜融解症(segmental arterial mediolysis: SAM)に起因する報告例が増加してきている¹⁰⁾．瘤は中枢側に生じることが多く，コイル塞栓術や瘤切除，結紮術を行った場合，腸管虚血を来さぬよう血行再建を同時に行うことを常に考慮する必要がある．

腹腔動脈瘤は胃十二指腸動脈を介した側副血行に問題がなければ，血行再建なしにコイル塞栓術や瘤切除，結紮術が可能である．

A

B

C

Fig. 1 A: Aortography reveals a saccular aneurysm of the distal splenic artery. B: Selective angiography shows a saccular aneurysm with a narrow neck. C: Completion angiography after coil embolization.

胃十二指腸動脈瘤と脾十二指腸動脈瘤は脾炎に伴い動脈壁が破綻し仮性動脈瘤を形成することが多い¹¹⁾。一般的にこの領域の動脈瘤は脾炎や術後の影響が強いため、外科的アプローチが困難である場合がほとんどであり血管内治療が有用である。

治療適応

内臓動脈瘤の治療適応について、確立された指針はないのが現状であるが、破裂や症候性動脈瘤、仮性瘤、急速に瘤径が拡大するもの、瘤径が2 cm以上のものは治療適応とされている¹²⁾。ACC/AHAのガイドライン¹³⁾では、瘤径が2 cm以上で、現在妊娠していない出産可能年齢の女性および肝移植を予定している男女に対して治療適応であるとしている(クラスIの勧告)。

治療法

内臓動脈瘤の治療は瘤の存在部位や形状、全身状態などにより外科的治療か血管内治療が決定される。過去においては手術が治療の主流であったが、手術死亡率と合併症の頻度が高いため¹²⁾、今や血管内治療がその低侵襲性、良好な治療成績などから第一選択となっている。治療の目標は瘤への中核側、末梢側からの血流を遮断し圧を取り除いて瘤の破裂を予防することである。しかし瘤の存在部位によっては末梢血流の温存が必要な場合もあり、種々の工夫を要す。

血管内治療の方法には金属コイル塞栓術を中心に以下のような手技がある。1) 瘤内 packing: 動脈瘤内に金属コイルなどの塞栓物質を挿入し内腔を閉鎖する。narrow neckの真性嚢状瘤に有効で、末梢の血流は温存される(Fig. 1A, B, C)。2) PDE (proximal and distal embolization): 瘤の遠位側と近位側を金属コイルで塞栓する。仮性動脈瘤に有効。3) 瘤内 packing + PDE: 紡錘状動脈瘤のTAEでよく用いられる。2), 3)の手技はいずれも末梢の血流は得られないため臓器虚血に注意が必要である。4) PE (proximal embolization): 通常中核側だけの塞栓術は末梢側からの血流により瘤の再疎通の危険があるが、実質臓器内の終末動脈の瘤では有効。その他に末梢側の血流を温存する手技としては、5) bare metal stent 留置 + packing: wide neckの嚢状瘤に対して stent 留置後、ステントの間隙からマイクロカテーテルで瘤内 packingを行う。6) covered stent 留置¹⁴⁾: 人工血管を被覆したステントを使用。瘤の形態に左右されない。特に covered stent は瘤の血栓化と末梢の血流の温存が同時に得られる有用な方法であるが、残念ながら本邦では未だ保険適応のある入手可能な covered stent はない。

治療成績

血管内治療の成績は諸家らにより良好な成功率(89.7–100%)が報告されており、満足すべき結果が得られている^{15, 16)}。

治療後はいずれの血管内治療手技においても、慎重な経過観察は必要である。合併症として、発熱、疼痛、一過

性の肝酵素上昇といった post embolization syndrome¹⁷⁾, コイルや covered stent の逸脱^{18,19)}, 塞栓による末梢側の血栓閉塞や臓器虚血症状²⁰⁾, 膿瘍形成, 瘤自体やアクセスルートの血管損傷, また晩期に再灌流による瘤の拡大や, covered stent の閉塞などを認めるケースも少なからず存在する.

今後の展望

内臓動脈瘤に対する血管内治療は, 今後デバイスの更なる進歩により今以上に普及して行くことが予想されるが, 解剖学的に血管内治療が適さないような症例や, 血管内治療不成功例には手術が唯一の治療法となることもある. よって種々の治療法を熟知し, 高度な技術を習得することが重要である.

II. 腎動脈狭窄症

近年, 食生活の欧米化による生活習慣病や高齢化社会の到来により動脈硬化性疾患の増加が問題となり, 腎動脈狭窄に対する関心も以前に増して集まるようになっていく.

腎動脈狭窄は二次性高血圧の主たる原因として知られており, その頻度は 5% とされている. 腎動脈狭窄の原因としては, 粥状動脈硬化性が 90% を占め, 以下若年女性に多く見られる線維筋性異形成 (fibromuscular dysplasia: FMD) が続き, その他大動脈解離, 高安病などがある²¹⁾.

粥状動脈硬化性腎動脈狭窄 (atherosclerotic renal artery stenosis: ARAS) は腎血流量の低下や粥腫塞栓などにより, 腎血管性高血圧の原因となるばかりでなく虚血性腎症による腎機能障害をもたらす. さらに最近では心不全や, 狭心症との関連が指摘され, 心血管イベントや生命予後とも関わるとされているため^{22,23)}, その治療意義は高いと考えられている.

治療適応

腎動脈狭窄における血管内治療の適応は, 2005 年の ACC/AHA ガイドライン¹³⁾ によると, 再発性で原因不明なうっ血性心不全または突然の肺水腫 (クラス I の勧告), 難治性高血圧, 悪性高血圧, 萎縮腎を伴った高血圧, 薬剤不耐性高血圧, 両側性の腎動脈狭窄, 機能している単腎の腎動脈狭窄で進行性の腎機能障害を認めるもの (以上クラス IIa の勧告), などがあげられている.

治療法・治療成績

腎動脈狭窄に対する血管内治療はバルーン血管拡張術に始まったが, 現在 ARAS の治療の主体はステント留置が基本である (Fig. 2A, B, C). バルーン拡張とステントを比較した報告では, 再狭窄率は前者で 48%, 後者で 14% とステント留置の優位性を示しその妥当性を認めている²⁴⁾. ステント留置により多くは高血圧の改善傾向が認められるが, 根治することは極めてまれで, その根治率は 10% 未満である^{25,26)}. その理由は本態性高血圧や腎

A **B** **C**

Fig. 2 A: Aortography reveals a severe stenosis in the ostium of the left renal artery. B: Predeployment selective angiography to confirm proper stent positioning. C: Completion angiography after angioplasty and stenting.

実質性高血圧，糖尿病などを合併しているためと推測される．一方 FMD に対する治療ではバルーン血管拡張術により高率に降圧効果が得られることから²⁷⁾，ステント留置は解離などを生じた際の bail out use に限るべきとされている．

腎機能についてはステント留置により改善されたという報告もあるが，多くは不変または悪化すると報告されている²⁸⁾．

血管内治療における合併症発生頻度は 2–18%，死亡率は 0–2% と報告されている²⁸⁾．その内訳は，穿刺部の出血や血腫，カテーテルによる血管損傷（穿孔，解離，閉塞），下肢末梢塞栓などである．20–30% に腎機能の悪化が見られるが，これは造影剤やカテーテル操作における粥腫の末梢塞栓が主たる原因と考えられている．塞栓に対してはフィルターなどのプロテクションデバイスの使用が有効であるとの指摘がある²⁹⁾．

今後の展望

血管内治療と薬物療法の比較では，降圧効果において，両者に差を認めなかったもの³⁰⁾と，血管内治療が有効であったもの³¹⁾と異なる報告が存在する．また最近の報告では³²⁾，腎動脈狭窄に対するステント留置は薬物療法との比較で腎機能改善や降圧効果などに有意差は認められず，合併症の存在を考慮すると，臨床上的有益性はないとする見解がある．これは今後の血管内治療の適応を考慮する際に，症例や病変の選択に十分注意が必要であることを示唆している．

以上のように，腎動脈狭窄に対する血管内治療については，いまだ明確な治療指針がないのが現状であり，さらなる大規模な study の蓄積が待たれるところである．

文 献

- 1) Carrmeci C, Mc Clenathan J. Visceral artery aneurysm as seen in a community hospital. *Am J Surg* 2000; **179**: 489–498.
- 2) Wagner WH, Allins AD, Treiman RL, et al. Ruptured visceral artery aneurysm. *Ann Vasc surg* 1997; **11**: 342–347.
- 3) Messina LM, Shanley CJ. Visceral artery aneurysm. *Surg Clin North Am* 1997; **77** (2): 425–442.
- 4) Hossain A, Reis ED, Dave SP, et al. Visceral artery aneurysm: experience in a tertiary-care center. *Am Surg* 2001; **67**: 432–437.
- 5) Stanley JC, Fry WJ. Pathogenesis and clinical significance of splenic artery aneurysm. *Surgery* 1974; **76**: 898–909.
- 6) Holdsworth RJ, Gunn A. Ruptured splenic artery aneurysm in pregnancy: a review. *Br J Obstet Gynaecol* 1992; **99**: 595–597.
- 7) Shanley CJ, Shah NL, Messina LM. Common splanchnic artery aneurysms: Splenic, hepatic and celiac. *Ann Vasc Surg* 1996; **10**: 315–322.
- 8) Stone WM, Abbas M, Cherry KJ, et al. Superior mesenteric artery aneurysms: is presence an indication for intervention? *J Vasc Surg* 2002; **36**: 234–237.
- 9) Komori K, Mori E, Yamaoka T, et al. Successful resection of superior mesenteric artery aneurysm: a case report and review of the literature. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2000; **41**: 475–478.
- 10) Obara H, Matsumoto K, Narimatsu Y, et al. Reconstructive surgery for segmental arterial mediolysis involving both the inter-nal carotid artery and visceral arteries. *J Vasc Surg* 2006; **43**: 623–626.
- 11) Eckhauser FE, Stanley JC, Zelenock GB, et al. Gastroduodenal and pancreaticoduodenal artery aneurysms: a complication of pancreatitis causing spontaneous gastrointestinal hemorrhage. *Surgery* 1980; **88**: 335–344.
- 12) Carr SC, Pearce WH, Vogelzang RL, et al. Current management of visceral artery aneurysm. *Surgery* 1996; **120**: 627–634.
- 13) Hirsch AT, Haskal ZJ, Hertzer NR, et al. ACC/AHA 2005 guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): executive summary a collaborative report from the American Association for Vascular Surgery/Society for Vascular Surgery, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, Society of Interventional Radiology, and the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients With Peripheral Arterial Disease) endorsed by the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation; National Heart, Lung, and Blood Institute; Society for Vascular Nursing; TransAtlantic Inter-Society Consensus; and Vascular Disease Foundation. *J Am Coll Cardiol* 2006; **47**: 1239–1312.
- 14) Rossi M, Rebonate A, Greco L, et al. Endovascular Exclusion of Visceral Artery aneurysms with Stent-Grafts: Technique and Long-Term Follow-up. *Cardiovasc Interv Radiol* 2008; **31**: 36–42.
- 15) Lagana D, Carrafiello G, Mangini M, et al. Multimodal approach to endovascular treatment of visceral artery aneurysms and pseudoaneurysms. *Eur J Radiol* 2006; **59**: 104–111.
- 16) Tulsyan N, Kashyap VS, Greenberg RK, et al. The endovascular management of visceral artery aneurysms and pseudoaneurysms. *J Vasc Surg* 2007; **45**: 276–283.
- 17) Guillon R, Garcier JM, Abergel A, et al. Management of splenic artery aneurysms and false aneurysms with endovascular treatment in 12 patients. *Cardiovasc Interv Radiol* 2003; **26**: 256–260.
- 18) Lupattelli T, Garaci FC, Sandhu C, et al. Endovascular treatment of a giant splenic aneurysm that developed after liver transplantation. *Transpl Int* 2003; **16**: 756–760.
- 19) Brountzos EN, Vagenas K, Apostolopoulou SC, et al. Pancreatitis-associated splenic artery pseudoaneurysm: endovascular treatment with self-expandable stent-graft. *Cardiovasc Interv Radiol* 2003; **26**: 88–91.
- 20) Sato N, Yamaguchi K, Shimizu S, et al. Coil embolization of bleeding visceral pseudoaneurysms following pancreatectomy: the importance of early angiography. *Arch Surg* 1998; **133**: 1099–1102.
- 21) Safian RD, Textor SC. Renal-artery stenosis. *N Engl J Med* 2001; **344**: 431–442.
- 22) Khosla S, White CJ, Collins TJ, et al. Effects of renal artery stent implantation in patients with renovascular hypertension presenting with unstable angina or congestive heart failure. *Am J Cardiol* 1997; **80**: 363–366.
- 23) Conlon PJ, Athirakul K, Schwab SJ, et al. Survival in renal vascular disease. *J Am Soc Nephrol* 1998; **9**: 252–256.
- 24) Van de Ven PJG, Kaatee R, Beutler JJ, et al. Arterial stenting and balloon angioplasty in ostial atherosclerotic renovascular disease: randomized trial. *Lancet* 1999; **353**: 282–286.
- 25) Cooper CJ, Murphy TP. The case for renal artery stenting for treatment of renal artery stenosis. *Circulation* 2007; **115**: 263–269.
- 26) Dworkin LD, Jamerson KA. Case against angioplasty and

- stenting of atherosclerotic renal artery stenosis. *Circulation* 2007; **115**: 271–276.
- 27) Slovut DP, Olin JW. Fibromuscular dysplasia. *N Engl J Med* 2004; **350**: 1862–1871.
- 28) Edwards MS, Corriere MA. Contemporary management of atherosclerotic renovascular disease. *J Vasc Surg* 2009; **50**: 1197–1210.
- 29) Henry M, Benjelloun A, Henry I, et al. Renal angioplasty and stenting: is it still indicated after Astral and Star studies? *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2009; **51**: 701–720.
- 30) van Jaarsveld BC, Krijnen P, Pieterman H, et al. The effect of balloon angioplasty on hypertension in atherosclerotic renal-artery stenosis. The Dutch Renal Artery Stenosis Intervention Cooperative Study Group. *N Engl J Med* 2000; **342**: 1007–1014.
- 31) Nordmann AJ, Woo K, Parkes R, et al. Balloon angioplasty or medical therapy for hypertensive patients with atherosclerotic renal artery stenosis? A meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Med* 2003; **114**: 44–55.
- 32) ASTRAL investigators, Wheatley K, Ives N, Gray R, et al. Revascularization versus medical therapy for renal artery stenosis. *N Engl J Med* 2009; **36**: 1953–1962.
-