

傍腎動脈，腎動脈上腹部大動脈瘤手術症例の検討

伊東 啓行^{1,2} 松本 拓也¹ 福永 亮大¹ 郡谷 篤史¹ 前原 喜彦¹

要 旨：1993年1月から2003年10月に施行した片側，または両側腎動脈上にて中枢側遮断を要した傍腎動脈・腎動脈上腹部大動脈瘤手術症例35例において術前合併症，術式，術後経過，術後合併症等につき検討した。平均腎虚血時間は43分であり，術後腎機能障害を12例に認め，2例が透析導入となったが術死，在院死はなかった。腎動脈遮断が必要であっても十分な術前評価と，術中術後管理にて安全に手術可能であると考えられた。(J Jpn Coll Angiol, 2004, 44: 793-798)

Key words: abdominal aortic aneurysm, renal artery, renal failure, hemodialysis

序 言

腎動脈下(infrarenal: IR-)腹部大動脈瘤(abdominal aortic aneurysm: AAA)は通常の開腹手術¹や血管内治療²によって安全に治療できるが，AAAが腎動脈に近接した場合や腎動脈上に及び際には，中枢側大動脈遮断部位を一側，あるいは両側の腎動脈上に置く必要がある。このような複雑さを伴う手術手技のために，これまでの傍腎動脈(juxtarenal: JR-)，腎動脈上(supra-renal: SR-)AAAの報告では手術死亡率，合併症発生率がIR-AAAの場合に比較して高いとされてきた³⁻⁷。

一方でIR-AAAに対する血管内治療の機会は今後増加すると考えられており⁸，それに伴いAAA手術においては腎動脈上大動脈遮断を要する症例の割合が増加するとも予想される。しかし，JR-，SR-AAA手術に関してはその遮断部位 - 腎動脈上か，腹腔動脈上か - をいかに選択するか，術中腎保護の問題や術後腎機能障害をいかに予防するかなど，いまだに議論となる点があり，手術手技は確立したものではない^{6,7}。本稿では過去10年あまりにおけるJR-，SR-AAA手術症例について検討し，手術成績の向上を目指していかなる工夫を行ってきたかについて述べる。

対象と方法

1993年1月から2003年10月の間に九州大学第2外科において施行した待機的AAA手術症例は337例であり，うち35例(10.4%)において一側，あるいは両側腎動脈上での大動脈遮断が必要であった。35例中29例がJR-AAA(AAAが腎動脈に接するが，腎動脈はAAAに含まれない)であり，6例がSR-AAA(AAAより腎動脈が分岐しており，最低一側腎動脈の再建を要する)であった。Crawford Type IVの胸腹部大動脈瘤として分類されるものは除外した。これらの症例について術前状態，手術手技，術中・術後合併症についてretrospectiveに検索した。

術前合併症は虚血性心疾患，高血圧，脳血管障害，糖尿病，末梢血管障害，慢性閉塞性肺疾患(COPD)の有無について検討した。術前・術後腎機能に関しては血清クレアチニン(Cr)，およびクレアチニンクリアランス(Ccr)で評価し，術前Cr値が1.4mg/dl以上，あるいはCcr値が40ml/min以下のときに腎機能障害ありと判定した。術後1，3，7，14日のいずれかにおいてCr値が1.8mg/dlを超えた場合，または術前腎機能障害例では術前Cr値の50%以上の上昇がみられた際に術後腎機能障害と判定した³。

手術手技において，まず，到達法は正中切開による開腹法を標準としたが，少数例においては後腹膜経

¹九州大学大学院消化器・総合外科(第2外科)

²独立行政法人国立病院機構九州医療センター血管外科

2004年4月23日受付 2004年8月30日受理

路，開胸後腹膜経路，開胸開腹経路が選択された。必要に応じて，左腎静脈を精巣静脈，腰静脈などの分枝を残して下大静脈よりで切離し，腎動脈上大動脈の視野を確保した⁹⁻¹¹。腹腔動脈上大動脈遮断を行う際には，左結腸および脾臓を後腹膜より脱転し，横隔膜脚を切開して大動脈を露出した¹²。

腎保護法はF-Fバイパスによる部分体外循環回路側枝からの常温下腎動脈灌流¹³，腎動脈からの4℃乳酸リンゲル液灌流による腎冷却，氷片によるtopical coolingのいずれかをを用いた。また，ほぼ全例において，腎動脈上大動脈遮断前にフロセミド，マニトールなどを投与した¹⁴。

腎動脈再建は，腎動脈をボタン状にくり抜き大動脈グラフトに直接吻合するか，人工血管を大動脈グラフトとの間に間置した。

以上の術前リスクファクター，大動脈遮断時間，腎保護，腎動脈再建の有無，出血量などの術中データを集め，解析し，術後30日以内の手術死亡率，術後合併症の有無との関連について検討した。統計解析はStatviewソフトウェアを用いてカイ2乗検定および回帰分析を行い， $p<0.05$ のときに有意差ありとした。

結 果

1. 術前データ(Table 1)

腎動脈上大動脈遮断を必要としたAAA症例は，男性26例，女性9例の35例で平均年齢は68.9歳であった。全例が待機手術例であり，平均最大瘤径は5.8cm(4.0～9.0cm)であった。

17例(48.6%)に虚血性心疾患の既往，合併があり，うち1例は冠動脈バイパス術(人工心肺非使用)と1期の手術を行った。83%に高血圧の合併があり，脳血管障害，糖尿病はおおの約20%に合併していた。

術前腎機能をTable 2 に示す。2例が慢性腎不全のため維持透析中であり，この2例を除いた33例において，平均血清Cr値は1.12mg/dlであり，Ccr値は63.8ml/minであった。術前Cr>1.4mg/dl，またはCcr<40ml/minの腎機能障害例が7例にみられた。

2. 手術データ(Table 3)

AAAへの到達法は腹部正中切開による経腹膜経路が30例に選択された。2例が左斜切開による後腹膜経路であり，開胸を追加した症例が3例であった。

Table 1 Preoperative characteristics in JR-AAA and SR-AAA patients

Characteristics	No. (percentage)
Ischemic heart disease	17 (48.6%)
Hypertension	29 (82.8%)
Cerebrovascular disease	7 (20.0%)
Diabetes	6 (17.1%)
Peripheral vascular disease	2 (5.7%)
Pulmonary disease	11 (31.4%)
History of smoking	28 (80.0%)

Table 2 Preoperative renal function

Maintained by hemodialysis	2 (5.7%)
Serum creatinine*	1.12±0.51 mg/dl* (0.5–3.14)
Creatinine clearance*	63.8±35.6 ml/min* (14.7–209)
Renal dysfunction*,**	7 (20.0%)

*Excluded patients on maintenance hemodialysis.

**Serum creatinine level≥1.4 mg/dl, and/or creatinine clearance≤40 ml/min.

AAA中枢側大動脈の露出に際して14例で左腎静脈を切離した。うち4例では切離した左腎静脈を端々吻合で再建したが，その他10例では再建しなかった。

両側腎動脈上で大動脈を遮断した症例が13例，一側腎動脈上で遮断したものが22例であり，両腎動脈遮断例のうち5例においては腹腔動脈上大動脈遮断を行った。一側遮断例のうち左腎動脈遮断例が17例，右が5例であった。全35例中29例は腎動脈直下にて中枢側大動脈吻合が可能であったが，腹腔動脈上で1例，両腎動脈上・上腸間膜動脈直下で2例，腎動脈間で3例吻合された。

腎動脈上で中枢側吻合された6例では腎動脈を再建した。両側が1例，他の5例は左腎動脈のみが再建された(2例では右腎動脈閉塞)。2例では上腸間膜動脈も再建された。

大動脈遮断中の腎保護は5例で行われた。左腎動脈が再建された4例ではF-Fバイパスによる部分体外循環

Table 3 Operative procedures

Procedures	No. (percentage)
Approach	
Transabdominal	29 (82.9%)
Infracolic	24 (68.6%)
Medial visceral rotation	5 (14.3%)
Retroperitoneal	2 (5.7%)
Thoracoabdominal/thoracoretroperitoneal	3 (8.6%)
Site of proximal crossclamp	
Supraceliac	5 (14.3%)
Suprarenal	8 (22.9%)
Between renal arteries	22 (62.9%)
Site of proximal anastomosis	
Above celiac	1 (2.9%)
Above renals	2 (5.7%)
Between renals	3 (8.6%)
Below renals	29 (82.9%)
Renal artery reconstruction	6 (17.1%)
Left	5 (14.3%)
Bilateral	1 (2.9%)
Method of renal protection	
Normothermic blood perfusion	4 (11.4%)
Hypothermic lactate perfusion	1 (2.9%)
Topical cooling	1 (2.9%)

回路側枝より選択的に腎動脈にカニューレションし常温下非拍動性血液を灌流した。最近の両側腎動脈再建例では腎動脈より4℃乳酸リンゲル液を一側200mlボラスに注入した後、持続的に灌流し、腎を冷却した。

全体の腎虚血時間は平均 43.2 ± 20.0 分であり、片側遮断例では 39.8 ± 8.5 分、両側遮断例では 53.5 ± 33.3 分であり、片側と両側遮断で違いはなかった。術中平均出血量は $2,027 \pm 911$ ml(560～3,600ml)であった。

3. 術後合併症 (Table 4)

術後合併症は16例(45.7%)にみられた。無気肺、肺炎を3例に、末梢血栓塞栓症、腸管壊死、イレウス、一過性心房細動、ミオクロヌス発作を各1例に認めた。腸管壊死の1例は大量腸管切除を要し、透析導入となった。

術後Cr値1.8mg/dl以上、あるいは術前腎機能障害例における術前Cr値の50%以上の上昇がみられた術後腎

機能障害は12例(34.3%)にみられた。12例のうち3例において術後透析が必要であり、うち2例は維持透析導入となった。この2例はいずれも左腎動脈再建例であり、部分体外循環回路側枝から選択的腎動脈灌流が行われた。一時的透析を必要とした1例は術前Crが3.14mg/dlと高度腎機能障害を有し、術中腎保護には氷片によるtopical coolingを用いたが術後10日で透析を離脱した。

平均術後在院日数は20.5日であり、術死、在院死例はみられなかった。

考 察

AAA手術症例において一側、あるいは両側の腎動脈上にて大動脈遮断を要する症例は10～20%前後と考えられている³⁻⁷⁾。今日、約60%のIR-AAAは血管内治療の適応となりうると考えられているが²⁾、AAAが腎動脈に近接、あるいは腎動脈を含む場合にはその適応は

Table 4 Postoperative morbidity

	No. (percentage)
Postoperative morbidity	16 (45.7%)
Respiratory insufficiency	3 (8.6%)
Arrhythmia	1 (2.9%)
Intestinal necrosis	1 (2.9%)
Ileus	1 (2.9%)
Lower limb atheroembolization	1 (2.9%)
Myoclonus	1 (2.9%)
Renal dysfunction*	12 (34.3%)
Permanent hemodialysis	2 (5.7%)
Temporary hemodialysis	1 (2.9%)

*Serum creatinine level was greater than 1.8 mg/dl, or in the case of preoperatively existing renal dysfunction, a 50% increase above the patient's preoperative baseline creatinine level at any postoperative time point.

しばしば困難である。そのため，今後血管内治療の普及とともに，腎動脈上遮断を要するAAA症例の割合は増加する可能性がある。

JR-，SR-AAAの露出にはさまざまな方法があるが，JR-AAAであれば通常の正中切開による開腹経路で，Treitz靱帯より十二指腸を授動するアプローチで対応可能と考えられる^{10, 11)}。左腎静脈を必要に応じて授動，あるいは切離することで腎動脈上大動脈の十分な視野を得ることができる¹⁵⁻¹⁹⁾。開腹歴がある症例では後腹膜経路も有用である。特にWilliamsらによるextended retroperitoneal approachでは腎動脈上大動脈へのアクセスが良好である²⁰⁾。しかしながら，後腹膜経路によるアプローチの欠点は右腎動脈，右腸骨動脈へのアクセスが困難である点である。現在，われわれは腎動脈再建が必要と考えられるとき，あるいは腹腔動脈上大動脈遮断が必要と考えられるようなときには正中切開から左側結腸，脾臓を脱転し，全腹部大動脈を露出するleft medial visceral rotationを採用している¹²⁾。このアプローチでさらに左腎静脈を切離すると右腎動脈も良好な視野におくことができる。

われわれの35例の経験では術死，在院死の症例はなかった。われわれが過去に発表した待機的手術による死亡率は0.6%であり¹⁾，今回のJR-，SR-AAAの成績は十分に良好であった。これまでの報告ではJR-，SR-AAA手術においてはIR-AAAに比べて死亡率が高いと

されてきたが，その理由の一つとして心合併症率が高いことが考えられてきた。われわれの症例における心合併症は一過性の不整脈を生じた1例のみで，重篤なものはみられなかった。十分な術前心機能評価と術中麻酔管理が術後心合併症予防に不可欠であり，そのためにはわれわれがルーチンで行っているジピリダモール負荷心筋シンチによる心筋虚血のスクリーニング，術中経食道心エコー，Swan-Ganzカテーテルによるモニターなどは有用であろうと思われる。

術後合併症発生率，死亡率が高いことのもう一つの理由は術中の臓器虚血と再灌流を必要とすることである。腎虚血に加えて，予後を左右する要素の一つが腸管虚血である。腸管虚血の原因として直接腹腔動脈，上腸間膜動脈を遮断することに加えて，微小血栓塞栓があげられる。多くの報告^{3-5, 7)}では腎動脈上大動脈遮断に比べて，腹腔動脈上大動脈遮断において高い合併症率，死亡率がみられるが，一方でGreenらは腹腔動脈上大動脈の方が腎動脈近傍の大動脈よりも性状がよいことより腹腔動脈上での遮断を勧めている⁶⁾。粥腫塞栓による合併症を避けるためには遮断すべき大動脈の部位を術前に十分に検討し，適切なアプローチで必要な範囲を露出し，適切な遮断部位を選択し，大動脈，主要臓器分枝のスムーズな遮断，解除を行うことがもっとも重要であると考え^{3, 4)}。

術後腎機能障害の発生もまたJR-，SR-AAAの手術成績を向上させるために解決すべき問題である。われわれの結果では術後腎機能障害の発症率は34.3%で，これまでの他の報告とほぼ同様であった。術後腎機能障害のリスクとして手術手技の複雑化，すなわち腹腔動脈上大動脈遮断，腎静脈切離，腎保護の使用，長時間の腎虚血などがあるが，もっとも重要なリスクは術前腎機能障害である^{3-7, 12)}。術前より腎機能低下がみられる症例では腎虚血時間を短縮するために中枢側吻合後迅速に鉗子をグラフト側に移動させる，腎動脈再建を要する症例では一側は中枢側吻合に含まれるよう形成するなどの工夫をすべきと考え³⁾。

腎保護法に関して，以前は部分体外循環回路の側枝より腎動脈に選択的常温血送血を行ってきたが，最近の症例では4℃乳酸リングル液を注入し腎を冷却している。症例が少ないためにわれわれの経験内での比較は困難であるが，最近の報告でもKoksoyらが胸腹部大動脈瘤手術における検討で常温血送血に比較して腎冷

却の優位性を報告している¹⁴⁾。

最後に、JR-、SR-AAA手術はやや複雑な手術手技を要し、腎不全をはじめとする合併症率も高いが、適切な術前評価と手術手技、麻酔管理、そして集中的な術後管理によってその成績をIR-AAAに匹敵するものにと考えると考えられる。

文 献

- 1) Komori K, Takeuchi K, Ohta S et al: Factors influencing late survival after abdominal aortic aneurysm repair in Japanese patients. *Surgery*, 1999, **125**: 545–552.
- 2) Chuter TA, Green RM, Ouriel K et al: Infrarenal aortic aneurysm structure: implications for transfemoral repair. *J Vasc Surg*, 1994, **20**: 44–50.
- 3) Sarac TP, Clair DG, Hertzer NR et al: Contemporary results of juxtarenal aneurysm repair. *J Vasc Surg*, 2002, **36**: 1104–1111.
- 4) Jean-Claude JM, Reilly LM, Stoney RJ et al: Pararenal aortic aneurysms: The future of open aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg*, 1999, **29**: 902–912.
- 5) El-Sabroun RA, Reul GJ: Suprarenal or supraceliac aortic clamping during repair of infrarenal abdominal aortic aneurysms. *Tex Heart Inst J*, 2001, **28**: 254–264.
- 6) Green RM, Ricotta JJ, Ouriel K, DeWeese JA: Results of supraceliac aortic clamping in the difficult elective resection of infrarenal abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg* 1989; **9**: 124–134.
- 7) Shortell CK, Johansson M, Green RM et al: Optimal operative strategies in repair of juxtarenal abdominal aortic aneurysms. *Ann Vasc Surg*, 2003, **17**: 60–65.
- 8) Wolf YG, Fogarty TJ, Olcott C IV et al: Endovascular repair of abdominal aortic aneurysms: eligibility rate and impact on the rate of open repair. *J Vasc Surg*, 2000, **32**: 519–523.
- 9) Gupta SK, Veith FJ: Management of juxtarenal aortic occlusions: technique for suprarenal clamp placement. *Ann Vasc Surg* 1992; **6**: 306–312.
- 10) Huber D, Harris JP, Walker PJ et al: Does division of the left renal vein during aortic surgery adversely affect renal function? *Ann Vasc Surg*, 1991, **5**: 74–79.
- 11) Calligaro KD, Savarese RP, McCombs PR et al: Division of the left renal vein during aortic surgery. *Am J Surg*, 1990, **160**: 192–196.
- 12) Reilly LM, Ramos TK, Murray SP et al: Optimal exposure of the proximal abdominal aorta: a critical appraisal of trans-abdominal medial visceral rotation. *J Vasc Surg*, 1994, **19**: 375–390.
- 13) Svensson LG, Coselli JS, Safi HJ et al: Appraisal of adjuncts to prevent acute renal failure after surgery on the thoracic or thoracoabdominal aorta. *J Vasc Surg*, 1989, **10**: 230–239.
- 14) Koskoy C, LeMaire SA, Curling PE et al: Renal perfusion during thoracoabdominal aortic operations: cold crystalloid is superior to normothermic blood. *Ann Thorac Surg*, 2002, **73**: 730–738.
- 15) Komori K, Furuyama M, Maehara Y: Renal artery clamping and left renal vein division during abdominal aortic aneurysm repair. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2004, **27**: 80–83.
- 16) Sicard GA, Reilly LM, Rubin BG et al: Transabdominal versus retroperitoneal incision of abdominal aortic surgery: report of a prospective randomized trial. *J Vasc Surg*, 1995, **21**: 174–183.
- 17) Shepard AD, Tollefson DF, Reddy DJ et al: Left flank retroperitoneal exposure: a technical aid to complex aortic reconstruction. *J Vasc Surg*, 1991, **14**: 283–291.
- 18) Wheeler JM, Williams IM, Shandall AA: Left retroperitoneal approach for aortic surgery. *Cardiovasc Surg*, 2002, **10**: 311–314.
- 19) Allen BT, Anderson CB, Rubin BG et al: Preservation of renal function in juxtarenal and suprarenal abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg*, 1993, **17**: 948–959.
- 20) Williams GM, Ricotta J, Zinner M et al: The extended retroperitoneal approach for treatment of extensive atherosclerosis of the aorta and renal vessels. *Surgery*, 1980, **88**: 846–855.

Surgical Management and Outcomes of Juxtarenal and Suprarenal Abdominal Aortic Aneurysm

Hiroyuki Itoh,^{1,2} Takuya Matsumoto,¹ Ryota Fukunaga,¹ Atsushi Guntani,¹ Yoshihiko Maehara¹

¹Department of Surgery and Science, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University, Fukuoka, Japan

²Division of Vascular Surgery, National Hospital Organization Kyushu Medical Center, Fukuoka, Japan

Key words: abdominal aortic aneurysm, renal artery, renal failure, hemodialysis

Surgical management and outcomes of 35 cases of juxtarenal (JR-) and suprarenal abdominal aortic aneurysm (SR-AAA) between January 1993 and October 2003 were reviewed retrospectively. Preoperative patients' profiles, operative procedures, postoperative complications were analyzed. Postoperative renal dysfunction was observed in 12 cases, and hemodialysis was required in three. There was no hospital mortality. Repair of JR- and SR-AAA requires complicated surgical procedures and temporary renal ischemia. However, this can be carried out safely with careful preoperative evaluation, appropriate surgical strategies and techniques, anesthetic management and intensive postoperative care.

(J Jpn Coll Angiol, 2004, **44**: 793–798)