

臓器保護からみた胸腹部大動脈瘤手術症例の検討

古謝 景春 國吉 幸男 宮城 和史 下地 光好 上江洲 徹
 新垣 勝也 山城 聡 摩文仁克人 瀬名波栄信 佐久田 斉

要 旨：1978年5月から2001年12月までに当科で手術治療を行った胸部大動脈瘤症例は341例であり、うち1987年7月以後積極的に人工血管置換術を施行した胸腹部大動脈瘤手術47例(13.8%)を今回の検討の対象とした。

47例の瘤形態は28例が真性瘤、19例が解離性瘤であり、Crawford分類ではI型18例、II型7例、III型12例、IV型10例であった。なお解離性瘤19例中7例はMarfan症候群症例であった。47例中9例は破裂または切迫破裂に対する緊急手術であり、また9例では以前に他部位の大動脈瘤に対する人工血管置換術の既往を有していた。全例に大動脈遮断の補助手段として遠位側灌流法(PA-FAまたはF-Fバイパス)を用い、脊髄保護は分節的遮断法を、また腹部臓器保護法として1994年2月以降臓器灌流法を採用した。47例中39例(83%)に肋間動脈または腰動脈の再移植を行い、30例(64%)に腹部主要分枝の再建を行った。47例中5例の入院死亡(入院死亡率10.6%)をみたが、5例中2例は緊急手術、他の2例は再手術症例であった。死亡症例を含めて全例に対麻痺・不全麻痺の発症は認めていない。

胸腹部大動脈瘤手術の最も危惧すべき合併症は対麻痺の発症であるが、遠位側灌流法を用いた分節的遮断法と腹部臓器灌流による確実な肋間動脈・腰動脈再移植法は本症発生防止に有用であると考えられた。(日血外会誌 11 : 69-78, 2002)

索引用語：胸腹部大動脈瘤，臓器保護，対麻痺

はじめに

1954年Etheredgeら¹⁾によるCrawford IV型に対するホモグラフト置換による最初の手術成功例を得て以来、Crawfordら²⁾の手術手技の改良を経て、約半世紀が経過した今日でも、胸腹部大動脈瘤手術はなお多くの問題点を残している。各種補助手段の進歩、手術手技の向上にもかかわらず、欧米の100例以上の手術症例を有する主な施設の最近の成績³⁻¹¹⁾でも、その手術死亡率は7.3~23%、対麻痺発生率は4~15%であったと報告している。本症の手術侵襲を高める要因として、広範囲瘤

に対する広い到達経路、術中大動脈遮断の補助手段の選択、対麻痺対策、腹部主要分枝再建等が挙げられる。われわれは本症手術における要点を術中の脊髄を含めた臓器保護にあると考え、部分体外循環により遮断部以下遠位側大動脈の十分な灌流を維持して、分節的大動脈遮断のもとに肋間動脈・腰動脈再移植を原則とし、一貫して本法¹²⁾を採用してきた。自験例から、本症手術における対麻痺予防策として若干の知見を得たので報告する。

対象と方法

1987年7月から2001年12月までの14年間に当科で人工血管置換術を施行した47例を今回の対象とした(Table 1)。47例の瘤形態別内訳は動脈硬化を主因とする真性瘤が28例であり、他の19例が解離性瘤であっ

琉球大学医学部第2外科(Tel: 098-895-1168)
 〒903-0215 沖縄県中頭郡西原町字上原207番地
 受付：2002年1月25日
 受理：2002年3月26日

Table 1 Crawford classification of patients with thoracoabdominal aortic aneurysm

Type	Non dissection (N=28)	Dissection (N=19)
I	11	7 (3)
II	3	4 (4)
III	9	3
IV	5	5

() ; Patients with Marfan syndrome

Table 2 Reconstruction of abdominal branches (30 patients, 30/47 = 64%)

Arteries	Non-dissection (N=15)	Dissection (N=15)
1 CA, SMA, bil. RA	4	10
2 CA, SMA	10	3
3 CA	0	1
4 RA	1	1

CA; celiac artery, SMA; superior mesenteric artery, RA; renal artery

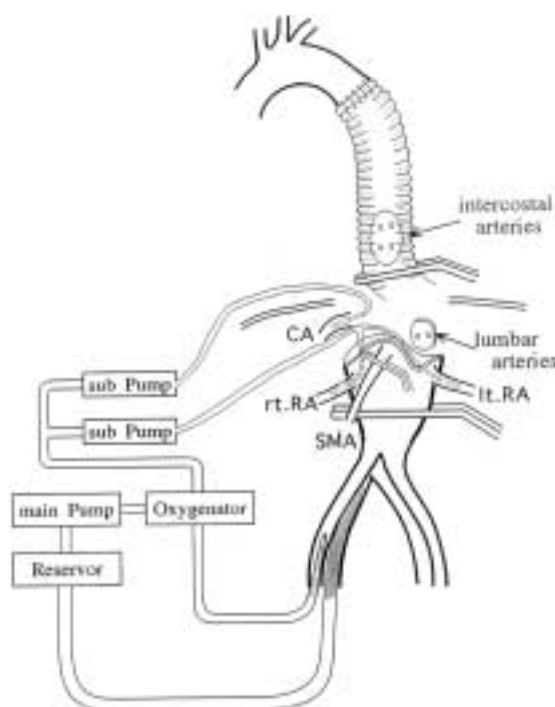


Fig. 1 Selective perfusion system of visceral arteries during thoracoabdominal aortic aneurysm repair

た。なお解離性大動脈瘤19例中7例は定型的Marfan症候群を呈し、うち4例は2期または3期に分けて拡大再建手術を施行した症例であった。真性瘤28例の年齢は39~82才(平均61才)、男女比は22対6であったのに対し、解離性瘤19例の年齢は22~72才(平均50才)、男女比は9対10であった。47例中9例に緊急手術を施行したが、うち3例が破裂、6例が疼痛を伴う切迫破裂症例であった。また真性瘤3例と解離性瘤6例(うちMarfan症候群4例)の計9例では以前に他部位の大動脈瘤に対するグラフト置換術が施行されていた再手術症例であった。

47例全例にグラフト置換を行ったが、瘤に対するアプローチはStoneyら¹³が報告したspiral opening法にて行い、また大動脈遮断の補助手段として初期の6例にPA-FAバイパス法¹⁴を、以後の41例ではF-Fバイパスを用いた。その際の灌流条件は大動脈遮断中枢側の橈骨動脈と遮断部以下の大腿動脈の平均圧が同等となる流量とした。腹部分枝再建は1994年2月までは単純遮断下に行ったが、同年4月以後の症例では2基のポンプを用いた臓器灌流法¹⁵を採用した(Fig. 1)。腹部臓器灌流量の条件は、いずれも選択的灌流カニューレの先端圧を測定し、平均灌流圧を60~90mmHg程度に規定した。腹部4分枝(腹腔動脈、上腸間膜動脈、左右腎動脈)再建法は解離性瘤では瘤壁が脆弱であり、原則として中口径の人工血管を介在させ、真性瘤では腹腔動脈と上腸間膜動脈を一塊に島状に残して再建した¹⁶。

47例中30例に腹部分枝再建を行ったが、真性瘤では28例中15例、解離性瘤では19例中15例におおの再建された(Table 2)。

次に大動脈の分節的遮断法として、われわれは原則として1回の遮断範囲を3椎体までとしているが、その分節数は真性瘤では1~5分節、解離性瘤では2~5分節あった(Table 3)。真性瘤(Crawford I型)に対するわれわれの分節的遮断の1例を示す(Fig. 2)。この分節的遮断のもとに肋間動脈・腰動脈の再移植を行ったが、移植された動脈の対数は真性瘤では1~5対、解離性瘤では1~7対であった(Table 4)。肋間動脈・腰動脈の再移植法¹⁷は真性瘤では主にボタン法を、解離性では人工血管によるバイパス法を用いた。なお再移植を行いたい肋間動脈や腰動脈の入口部を含めて瘤壁が石灰化を伴う症例では、石灰部分を含めて内膜摘除を行い大伏在静脈を用いて再移植を行った。この方法を解離

Table 3 Number of aortic segment in sequential aortic clamping technique

Segment	Non-dissection (N=28)	Dissection (N=19)
1 seg.	6	0
2 seg.	11	3
3 seg.	6	8
4 seg.	2	6
5 seg.	3	2
average	2.4 seg./pat.	3.4 seg./pat.

Table 4 Number of reimplanted intercostal and lumbar arteries

No. of pair	Non-dissection (21/28=75%)	Dissection (18/19=95%)
1 pair	8	2
2 pairs	6	1
3 pairs	4	2
4 pairs	2	7
5 pairs	3	2
6 pairs	0	2
7 pairs	0	2
average	2.0/pat.	4.1/pat.

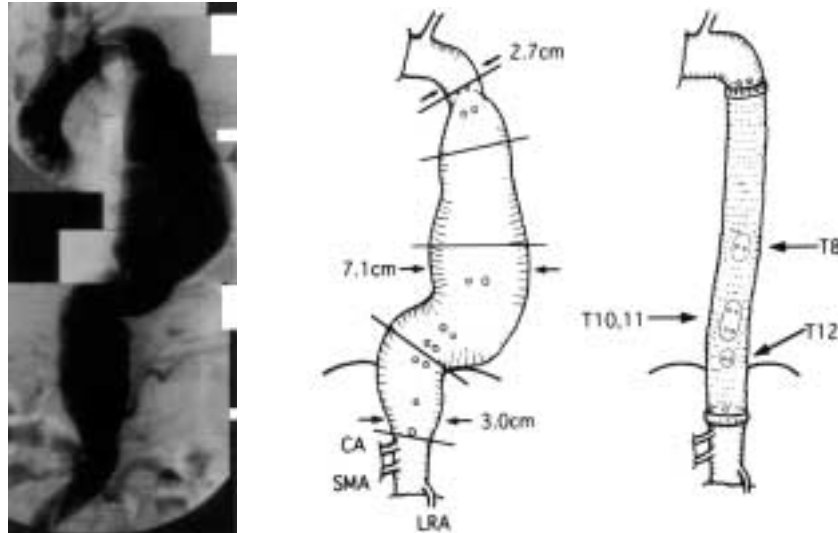


Fig. 2 Performance of multi-segmental technique in the repair of a Crawford type II aneurysm.
 Left: Preoperative aortogram.
 Middle: Diagram show the aortic clamp sites. Note the close proximity of clamps.
 Right: Diagram show graft in place and reattachment of four pair of intercostal arteries.
 CA; Celiac artery, SMA; Superior mesenteric artery, LRA; Left renal artery

性瘤において脆弱な外膜から起始する肋間動脈・腰動脈の再移植にも応用し、合計 6 例に行った。真性瘤に大伏在静脈を用いて肋間動脈の再移植を行った 1 例の術中所見を示す (Fig. 3)。生存例全例に、術後大動脈造影と肋間動脈・腰動脈造影を施行した症例ではこれの選択的造影を行った。

結 果

47例全例に術当日良好な意識の回復を得たが、5例の入院死亡 (入院死亡率: 10.6%) を認めた。その死亡原因と例数は呼吸不全 2 例、腹膜炎、多臓器不全、肝不全

各 1 例であり、死亡までの経過日数は 22 ~ 45 日 (平均 29 日) であった。5 例中 2 例は破裂または切迫破裂に対する緊急手術例であり、緊急手術の入院死亡率 (2/9: 22.2%) は予定手術 (3/38: 7.9%) に比較して高率であった。また 5 例中 2 例は解離性瘤拡大に対する 2 期または 3 期の再手術症例であり、再手術症例の入院死亡率 (2/9: 22.2%) は初回手術 (3/38: 7.9%) に比し高率であった。さらに瘤形態別で観ると入院死亡率は解離性瘤で 19 例中 3 例 (15.8%) であり、真性瘤の 28 例中 2 例 (7.1%) に比し高率であった。入院死亡例 5 例を含めて、対麻痺または不全麻痺の発症は認めていない。入院死亡を除

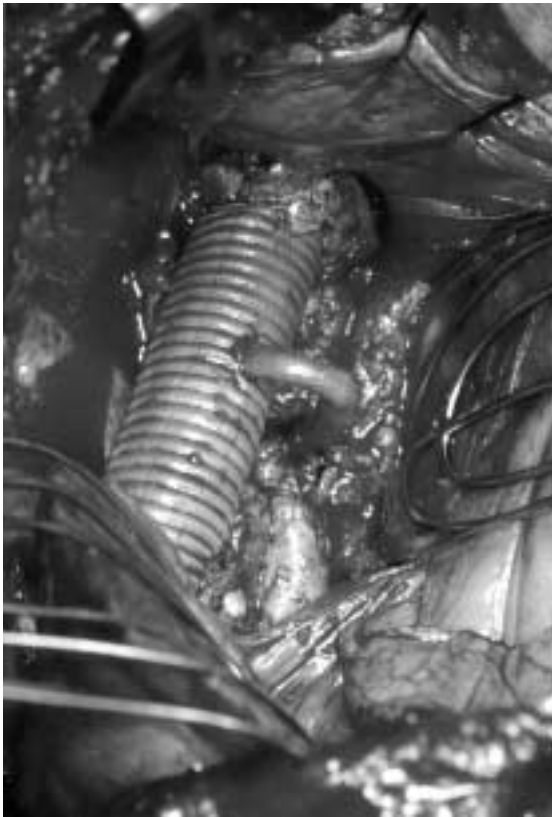


Fig. 3 Use of saphenous vein graft for reimplantation of intercostal artery in patient with fragile aortic wall

く42例全例に術後大動脈造影を行い，グラフトによる良好な再建を確認して軽快退院した．

腹部主要分枝再建は47例中30例(64%)で行われたが，解離性瘤でより多く再建され，特に腹部主要4分枝再建は解離性瘤で10例(53%)と真性瘤の4例(14%)に比べ多数例で施行された(Table 2)．なお腹部4分枝再建を行った14例中2例の2年および3年遠隔期に，他部位の瘤発生をきたし4分枝再建部位の造影を行う機会を得た．その結果2例とも初回手術退院時に開存していた腎動脈が閉塞していることを確認した．うち1例の大動脈造影所見を示す(Fig. 4)．

分節的遮断は真性瘤が1例平均2.4分節であったのに対し，広範置換を要する症例が多かった解離性瘤では1例平均3.4分節とより多くの分節遮断が行われていた(Table 3)．

次に肋間動脈および腰動脈の再移植は47例中39例(83%)に施行されたが，真性瘤では28例中21例(75%)，1例

平均2.0対)，解離性では19例中18例(95%)，1例平均4.1対)で行われ，解離性瘤でより多くの肋間動脈・腰動脈が再移植された(Table 4)．再移植された肋間動脈と腰動脈の部位は，T4から左L5までの広範囲に及び，特にT9からL1までの範囲でより多数例にこれが施行された(Fig. 5)．

入院死亡5例を除く42例に術後大動脈造影と同時に，前脊髄動脈の造影を試みたが5例(21%)にこれを確認した(Table 5)．その結果，前脊髄動脈が起始する動脈は2例(症例1, 2)では再移植されたT11の肋間動脈であり，症例3では再移植されたT8から側副血行路を介しT7からこれが起始し，同様に症例5ではグラフト置換部位より中枢側のT6の肋間動脈から側副血行路を介しT5から前脊髄動脈が起始していた．症例4ではグラフト置換部位より中枢側のT7と，温存されたL2の2本の動脈から上下別々の前脊髄動脈が造影された．症例2の造影所見を示す(Fig. 6)．

なおボタン法にて肋間動脈を再建した21例中10年以上経過した初期の2例に問題点を残した．この2例は3対の肋間動脈を含む広い範囲の瘤壁を，1個のボタンとして肋間動脈が再移植された症例であり，1例をボタン部位の瘤形成破裂により術後10年目に失った．他の1例は初回手術後11年目に，瘤形成部の再手術によりこれを救命した(Fig. 7, 8)．

手術症例47例中入院死亡5例を除く42症例の遠隔追跡期間は術後6カ月から14年6カ月(1例平均6年5カ月)であるが，うち5例の遠隔期死亡を認めた(遠隔期死亡率: 11.9%)であった．遠隔期死亡の時期は術後1~10年(平均6年3カ月)であり，その死因はIIIB型解離に対するグラフト置換術後遠隔期の急性1型解離の発症による心タンポナーデ2例，残存瘤破裂，肺炎，肋間動脈再建部瘤破裂各1例であった．これら術後入院死亡5例，遠隔期死亡5例を除く37例では，瘤再発の徴候もなく健在である．

考 察

日本胸部外科学会の集計¹⁸⁾によると，本邦で1999年度に5,167例の胸部大動脈瘤手術が行われたが，うち胸腹部大動脈瘤手術は365例(全胸部大動脈瘤手術中7.1%)であり，その比率は少ない．さらにその入院死亡率は解離性瘤で25.5%，真性瘤で21.7%であり，各種補助手段が向上した今日でもなお本症外科治療はその手術成

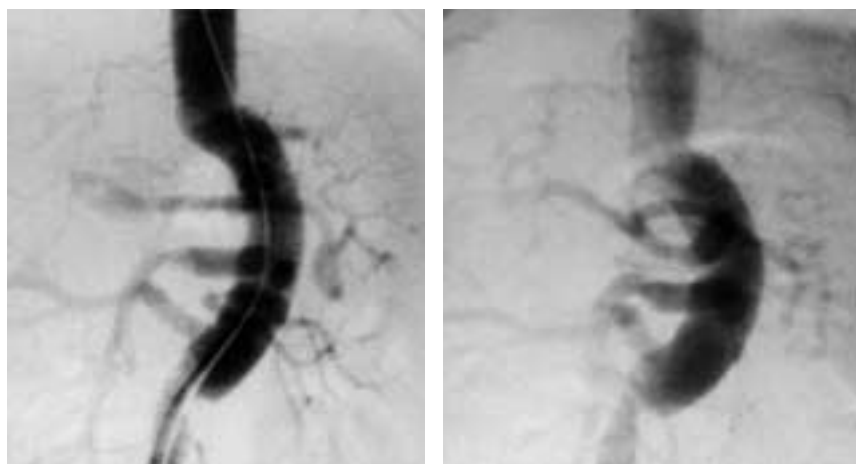


Fig. 4 Late occlusion of left renal artery. Is graft is presented
 Left: Angiogram show good functioning of aortic and four middle size grafts for abdominal branches (celiac, superior mesenteric and bilateral renal arteries) one month after the graft replacement for mycotic Type IV thoracoabdominal aortic aneurysm.
 Right: Occlusion of left renal artery. Is graft is observed on angiogram two years after the operation.

績に問題点を残している。自験例47例の入院死亡率は10.6%であったが、緊急手術・再手術の死亡率は各々22.2%と高く、これを除く29例では入院死亡は1例(入院死亡率:3.4%)であり、ほぼ満足すべきものと考えている。一方本症手術における最も不快な合併症として対麻痺の発症が挙げられるが、われわれは1982~1986年の5年間に5例のIIIIB解離性瘤に対して当時報告されたCarpentierら¹⁹⁾によるThromboexclusion法を施行し、うち1例に術中低血圧に基因する定型的な対麻痺の発症をみた。この症例の治療対応に苦慮し、以後胸部下行・胸腹部大動脈瘤グラフト置換の最大の要点对麻痺予防策とした。今回の自験例47症例において入院死亡を含めて対麻痺の発症はなく、本症予防の観点から、術前に前脊髄動脈が確認されない場合には、可及的多くの肋間・腰動脈を再建するわれわれの方法は妥当なものであったと考えている。以下胸腹部大動脈瘤手術における臓器保護と問題点について考察を加える。

術中臓器保護：Crawfordら²⁾の方法に準じて今日でも本症手術に遠位側灌流を行わず、単純遮断下に行うとするものもあるが⁸⁾、最近では欧米でも脊髄や腎を含めた臓器保護の観点から左心バイパス等^{6, 10, 11)}の補助手段を使用する報告が多くみられるようになってきた。われわれは一貫して人工肺を内蔵する部分体外循環を使用した¹⁾が、1症例に術中遠位側灌流圧が20mmHg以下に

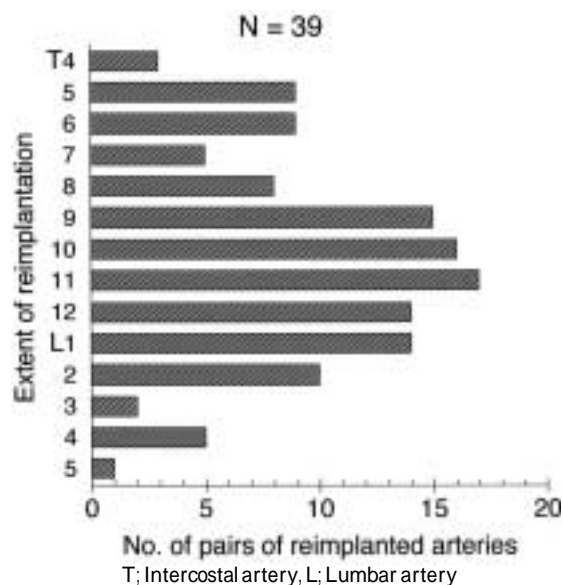


Fig. 5 Extent and No. of reimplanted arteries

低下し、SEP (somatosensory evoked potential) の電位が低下したが、灌流圧を60mmHg以上へ上げることによりSEP電位が正常に復した症例も経験しており、特に遮断部以下の適正な灌流圧の維持は脊髄機能の保護に必須のものと考えている。一方遠位側灌流法以外に脳脊髄液ドレナージ法²⁰⁾、硬膜外冷却法²¹⁾やnaloxan⁹⁾等薬物の

Table 5 Identification of anterior spinal arteries on postoperative angiogram

No.	Type of aneurysm	Extent of graft	Reimplanted art. or preserved art.	Origin of ASA
1.	Non-dissection	T6 L3	T11, L1	T11
2.	Dissection(III B)	T6 L2	T8, 11, 12, L2	T11
3.	Non-dissection	T4 L2	T8, 11	T8 T7
4.	Dissection(III B)	T9 L2	T11, L2	T7, L2
5.	Non-dissection	T8 L1	T11, L1	T6 T5

ASA; anterior spinal artery



Fig. 6 The characteristic appearance of anterior spinal artery on selective postoperative angiogram through reimplanted T11 intercostal artery(in patient No.2 in Table 5)Note the typical hairpin turn of anterior spinal artery and presence of numerous collateral vessels.

使用も対麻痺予防に有用な手段と考えられる。

脊髄保護の観点から分節的遮断法は広く普及してきたが、その具体的な分節遮断法に関する報告は少ない。われわれは大動脈断端とグラフト中枢側の吻合の際にはできるだけ大動脈の遮断範囲を小さくしてこれを行い、以後の遮断範囲は脊椎の3椎体までの分節を原則としている(Fig. 2)。3椎体としている根拠の一つは再移植した肋間動脈また腰動脈の術後の選択的造影を行うと、再移植した動脈から側副血行路を介してその上下の肋間動脈や腰動脈が造影される症例が多い。したがって3椎体までの遮断であれば、遮断部位の脊髄虚血は少ないものとするからである。また瘤形態

から大動脈遮断が困難な広範囲瘤に対して、低体温体外循環・循環停止を臓器保護とする方法も報告²²⁾されているが、循環器系管理が煩雑となり、幅の広い遮断鉗子を使用すれば大部分の症例で分節的遮断は可能であり、自験例では本法を採用していない。

肋間動脈・腰動脈再移植: Szilagyi²³⁾によると前脊髄動脈の血流は、頸部(鎖骨下動脈・椎骨動脈)から1~2本、胸部(肋間動脈)から2~3本、腹部(腰動脈)から1~2本の根動脈から供給され、うち成人では最も発達した大根動脈(Adamkiewicz動脈)は大多数75%がT9~T12の左側から起始するとし、腎動脈下腹部大動脈瘤手術においても0.25%に対麻痺が発症し破裂瘤での頻度は10倍であったと報告している。一方胸腹部大動脈手術において、Svenssonら²⁴⁾は、術中水素注入試験からT7~L1から90%の症例でこの動脈が起始するとし、同部位の可及的多くの肋間動脈・腰動脈の再建を推奨している。しかしBiglioliら²⁵⁾は、ヒトの死体を用いた研究からT11~L3から大根動脈が起始しており、腰動脈からの起始が2/3以上を占めたと報告している。またKoshinoら²⁶⁾は、同様な研究からAdamkiewicz動脈の多くはT5~L2から起始し、さらに26%の例では2本以上の同動脈が確認されたと報告している。われわれもブタを用いた実験で前脊髄動脈の多枝支配を確認しており、また臨床例の術後造影において5例中1例にT7肋間動脈とL2腰動脈から別々に起始する連続性のない上下別々の前脊髄動脈を確認した(Table 5)。手術症例、特に真性瘤では壁に血栓や種々の動脈硬化性病変を伴うことが多く、肋間動脈や腰動脈の入口部が広範囲にわたって閉塞している症例も少なくない。このような症例では前脊髄動脈の起始はT7~L2以外から起始することが推測され、自験例の術後造影でも5例中1例はT6の肋間動脈を介するT5から起始していた。またHeinemannら²⁷⁾は

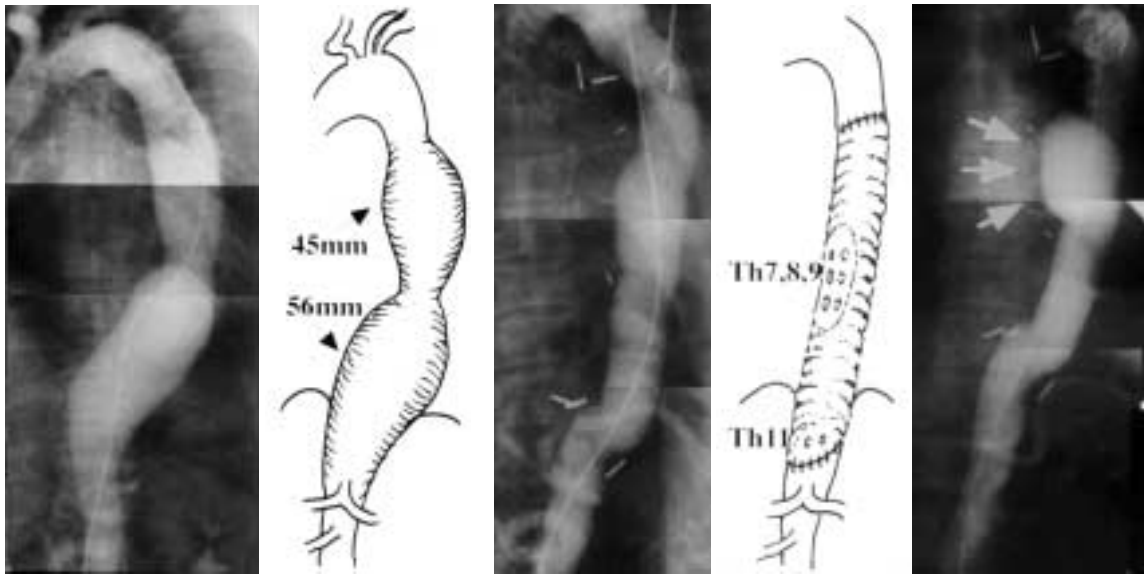


Fig. 7 Late aneurysm involvement of reattached aortic wall is presented
 a and b: Aortogram and diagram made before first operation showing location of aneurysm.
 c and d: Aortogram and diagram made after the operation showing graft in place and functioning.
 e: Development of aneurysm of reattached aortic wall is shown 11 years after the surgery.

a | b | c | d | e

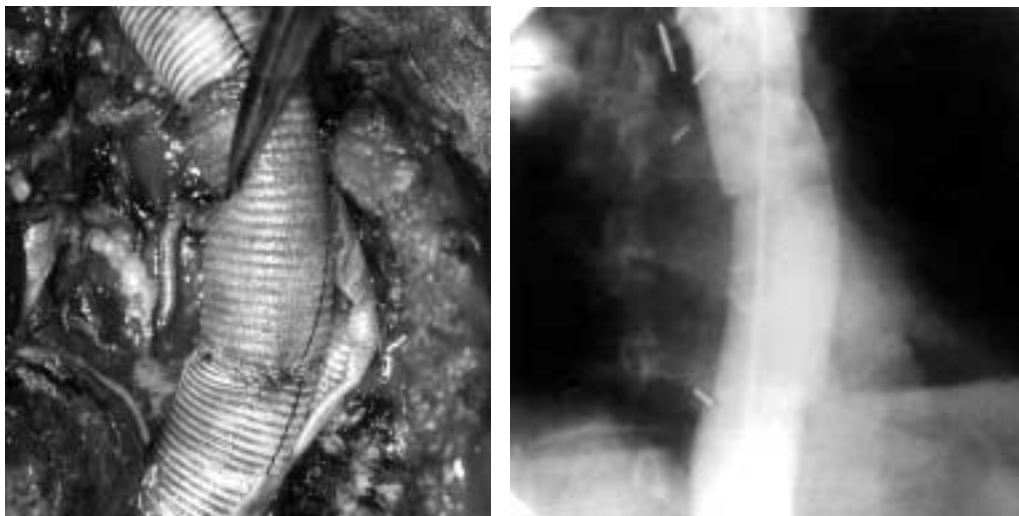


Fig. 8 Left: intraoperative view of second operation (graft replacement) for aneurysm formation of reattached aortic wall in the patient Fig 7. Note the use of saphenous vein for T8 intercostal artery's reimplantation.
 Right: Aortogram shows graft in place after the second operation.

急性B型解離症例でT10から起始していた前脊髄動脈が閉塞して対麻痺を発症したが、3日後に対麻痺の完全寛解がみられ選択的造影にてT11からT10を介して前脊髄動脈が描出された症例を報告し、側副血行の意義と前

脊髄動脈の多枝支配を強調している。術中再建すべき動脈を術前の造影にてこれを確認しておくとの報告²⁷⁻²⁹⁾もみられるが、カテーテル操作による合併症も多く、いまだ一般的な手法とは言い難い。

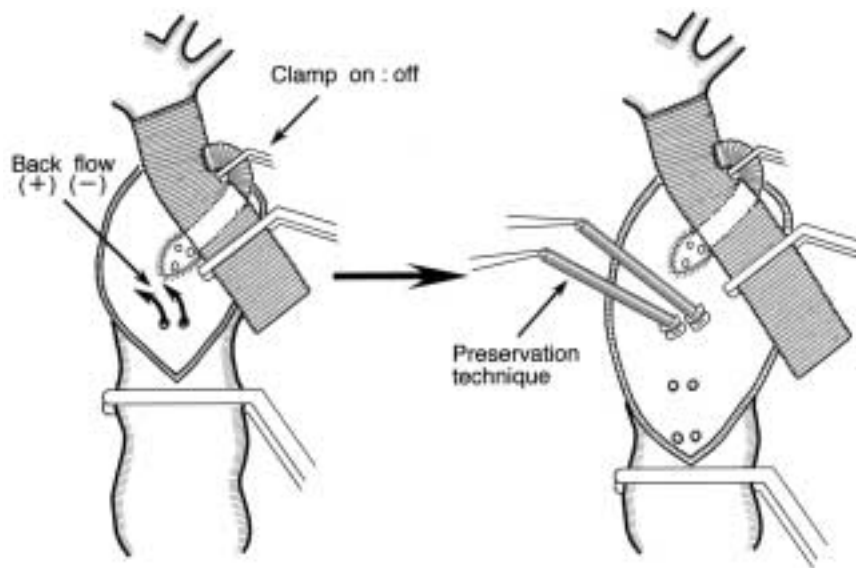


Fig. 9 Diagram of current idea for reimplantation of intercostal or lumbar arteries.
 Left: If, restoration of circulation to reattached arteries give good back flow to adjacent distal artery, this artery need not reimplantation. On, contrary, the artery should be reimplanted when the back flow is poor.
 Right: However, the artery should be preserved till to the end of operation(preservation technique) whenever reimplantation of this artery can be done observing the late change of SEP or MEP monitoring.

次にボタン法を用いた肋間動脈再建を行った自験例21例のうち、大きめのボタンを用いた2例の遠隔期に瘤形成を認めた。この経験から、広範囲の瘤壁を残すボタン法は、術後早期の対麻痺予防の観点からは有利ではあるものの、長期遠隔期に瘤形成・破裂をきたす症例もあることを考慮した術式を選択すべきことが示唆された。

胸腹部大動脈瘤手術における対麻痺予防策として、確実な遠位側灌流のもとで可及的多くの肋間動脈・腰動脈の再移植は有用であるが、それに要する大動脈遮断時間は長時間となり手術成績を大きく左右する。そこで最近のわれわれの肋間動脈・腰動脈再建に関する手法を示す(Fig. 9)。すなわち、可及的太い肋間動脈・腰動脈を再移植した後、その血流を再開させ直下の動脈からのback flowが豊富であれば、術後造影から想定して再建した動脈からの豊富な側副血行が予想され、直下の動脈は再建せず、次の分節に移行する。その際にこの再建しない方針である動脈は、結紮せずにFig. 9右のごとく2-0または3-0モノフィラメント糸フェルト付きマットレス縫合にて手術終了までこれを温存しておく。全グラフト置換終了後にSEPまたはMEP電位の低下

があれば、温存しておいた動脈をバイパス法にて再建する。また、時に上下に再移植すべき動脈がなく、術中モニターから再移植が必須と思われる動脈の開口部が高度石灰化をきたしている症例や、脆弱な解離性瘤の外膜から起始している症例に遭遇する。このような症例ではわれわれは石灰化部内膜を充分に除去し、また解離性瘤では外膜に直接大伏在静脈を吻合しこれを再建する方針としてこれまでに6例に施行し、いずれも術後問題はなく有用な再建法と考えている(Fig. 3, 8)。

腹部主要分枝再建：胸腹部大動脈瘤手術における腹部4分枝再建は拡大再建を要する解離性瘤でより多く施行されるが、その分枝再建には中口径の人工血管を使用することが多い。左後腹膜アプローチによる本症手術においては左腎の右方への脱転を要し、左腎動脈が通常過伸展しており、その再建に長めの人工血管を使用しがちであるが、手術終了時に左腎の脱転を解除すると、介在させた人工血管が時に過長になる。腹部4分枝再建を行った自験例14例中2例の遠隔期に、左腎動脈再建に用いたグラフトの閉塞を認めた。この経験から、左腎動脈に介在させる人工血管は短めにするか、大伏在静脈の使用または左腎動脈のグラフトへの

直接吻合を考慮すべきであると考えている。

結 語

胸腹部大動脈瘤の手術成績は対麻痺の発症を含めていまだ満足すべきものではない。術中の補助手段・対麻痺予防策として種々の試みがあるが、われわれは一貫して遠位側大動脈灌流法を採用し分節的遮断のもとに、広範囲の可及的多くの肋間動脈・腰動脈再移植を行ってきた。本法は現時点では満足すべきものと考えているが、手術成績向上のためにさらなる工夫を要する。

文 献

- 1) Etheredge, S. N., Yee, J., Smith, J. V., et al.: Successful resection of a large aneurysm of the upper abdominal aorta and replacement with homograft. *Surgery*, 38: 1071-1081, 1955.
- 2) Crawford, E. S., Crawford, J. L., Safi, H. J., et al.: Thoracoabdominal aortic aneurysm: Preoperative and intraoperative factors determining immediate and long-term results of operation in 605 patients. *J. Vasc. Surg.*, 3: 389-404, 1986.
- 3) Hollier, L. H., Money, S. R., Naslund, T. C., et al.: Risk of spinal cord dysfunction in patients undergoing thoracoabdominal aortic replacement. *Am. J. Surg.*, 164: 210-214, 1992.
- 4) Svensson, L. G., Crawford, E. S., Hess, K. R., et al.: Experience with 1509 patients undergoing thoracoabdominal aortic operations. *J. Vasc. Surg.*, 17: 357-370, 1993.
- 5) Gilling-Smith, G. L., Worswick, L., Knight, P. F., et al.: Surgical repair of thoracoabdominal aortic aneurysm: 10 years experience. *Br. J. Surg.*, 82: 624-629, 1995.
- 6) Griep, R. B., Ergin, M. A., Galla, J. D., et al.: Looking for artery of Adamkiewicz: A quest to minimize paraplegia after operations for aneurysms of descending thoracic and thoracoabdominal aorta. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 112: 1203-1215, 1996.
- 7) Grabitz, K., Sandmann, W., Stuhmeier, K., et al.: The risk of ischemic spinal cord injury in patients undergoing graft replacement for thoracoabdominal aortic aneurysms. *J. Vasc. Surg.*, 23: 230-240, 1996.
- 8) Cambria, R. P., Davison, J. K., Zannetti, S., et al.: Clinical experience with epidural cooling for spinal cord protection during thoracic and thoracoabdominal aneurysm repair. *J. Vasc. Surg.*, 25: 234-243, 1997.
- 9) Acher, C. W., Wynn, M. M., Hoch, J. R., et al.: Cardiac function is a risk factor for paralysis in thoracoabdominal aortic replacement. *J. Vasc. Surg.*, 27: 821-830, 1998.
- 10) Safi, H. J., Miller, C. C., Carr, C., et al.: Importance of intercostal artery reattachment during thoracoabdominal aortic repair. *J. Vasc. Surg.*, 27: 58-68, 1998.
- 11) Webb, T. H., Williams, G. M.: Thoracoabdominal aneurysm repair. *Cardiovasc. Surg.*, 7: 573-585, 1999.
- 12) 古謝景春, 国吉幸男, 伊波 潔, 他: 広範囲胸腹部大動脈瘤に対する一期的グラフト置換手術症例の検討. *日心外会誌*, 19: 282-284, 1989.
- 13) Stoney, R. J., Wylie, E. J.: Surgical management of arterial lesions of the thoracoabdominal aorta. *Am. J. Surg.*, 126: 157-164, 1973.
- 14) 古謝景春, 国吉幸男, 伊波 潔, 他: 左心バイパスにおける肺動脈脱血の有用性(実験的および臨床的研究). *人工臓器*, 18: 431-434, 1989.
- 15) 国吉幸男, 古謝景春, 赤崎 満, 他: 胸腹部およびJUXRA-RENAL腹部大動脈瘤手術における腹部臓器灌流法の検討. *人工臓器*, 26: 3-6, 1997.
- 16) 古謝景春, 草場 昭: 胸腹部大動脈瘤と術式の選択: とくに腹部分枝再建例の手術方法. *外科治療*, 75: 1-8, 1996.
- 17) 古謝景春: 胸腹部大動脈瘤に対するアプローチと手術方法. *最新胸部外科手術*, 日本胸部外科学会卒後教育委員会, 東京, 杏林社, 1995, PP. 254-265.
- 18) Yasuda, K., Ayabe, H., Ide, H., et al.: Thoracic and cardiovascular surgery in Japan during 1999, Annual report by The Japanese Association for Thoracic Surgery. *Jap. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 49: 528-541, 2001.
- 19) Carpentier, A., Deloche, A., Fabiani, J. N., et al.: New surgical approach to aortic dissection: Flow reversal and thromboexclusion. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 81: 659-668, 1981.
- 20) Miyamoto, K., Ueno, A., Wada, T., et al.: A new and simple method of preventing spinal cord damage following temporary occlusion of the thoracic aorta by draining the cerebrospinal fluid. *J. Cardiovasc. Surg.*, 16: 188-197, 1960.
- 21) Gambria, R. P., Davison, J. K., Zannetti, S., et al.: Clinical experience with epidural cooling for spinal cord protection during thoracic and thoracoabdominal aneurysm repair. *J. Vasc. Surg.*, 25: 234-243, 1996.
- 22) Kouchoukos, N. T., Daily, B. B., Rokkas, C. K., et al.: Hypothermic bypass and circulatory arrest for operations on the descending thoracic and thoracoabdominal aorta. *Ann. Thorac. Surg.*, 60: 67-77, 1995.
- 23) Szilagyi, D. E., Hagemann, J. H., Smith, R. F., et al.: Spinal cord damage in surgery of the abdominal aorta. *Sur-*

- gery, 8 3: 38-56, 1978.
- 24) Svensson, L. G., Kenneth, R. H., Coselli, J. S., et al.: Influence of segmental arteries, extend, and atriiofemoral bypass on postoperative paraplegia after thoracoabdominal aortic operation. *J. Vasc. Surg.*, 2 0: 255-262, 1994.
- 25) Biglioli, P., Spirito, R., Roberto, R., et al.: The anterior spinal artery: The main arterial supply of human spinal cord - A preliminary anatomic study. *J. Thorac, Cardiovasc. Surg.*, 1 1 9: 376-379, 2000.
- 26) Koshino, T., Murakami, G., Morishita, K., et al.: Does the Adamkiewicz artery originate from the larger segmental arteries? *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 1 1 7: 898-905, 1999.
- 27) Heinemann, M. K., Brassel, F., Herzog, T., et al.: The role of spinal angiography in operations on the thoracic aorta. *Ann. Thorac. Surg.*, 6 5: 346-351, 1998.
- 28) Kieffer, E., Richard, T., Chiras, J., et al.: Preoperative spinal cord arteriography in aneurysmal disease of the descending thoracic and thoraco-abdominal aorta: preliminary results in 45 patients. *Ann. Vasc. Surg.*, 3: 34-46, 1987.
- 29) Williams, G. M., Perler, B. A., Burdick, J. F., et al.: Angiographic localization of spinal cord blood supply and its relationship to postoperative paraplegia. *J. Vasc. Surg.*, 1 3: 23-35, 1991.

Organ protection during thoracoabdominal aortic aneurysm repair

Kageharu Koja, Yukio Kuniyoshi, Kazufumi Miyagi, Mitsuyoshi Shimoji, Touru Uezu, Katsuya Arakaki, Satoshi Yamashiro, Katsuhito Mabuni, Eishin Senaha, and Hitoshi Sakuda

Second Department of Surgery, University of Ryukyus Faculty of Medicine

Key words: Thoracoabdominal aortic aneurysm, Organ protection, Paraplegia

During the last 14 years, 47 consecutive patients received operations for thoracoabdominal aortic aneurysms at our hospital. The mean age was 56 years and ranged from 22 to 82 years. Of these, 19 patients had dissecting aortic aneurysms (type IIIB in 15 patients and type I in 4 patients) Nine patients (19%) had had prior surgical aortic operations and emergency repairs of the aortic aneurysms were performed on 9 patients (19%) According to Crawford's classification, 18 patients were type I, 6 were type II, 12 were type III and 10 were type IV . Partial extracorporeal circulation (PA-FA or FV-FA bypass) was used to maintain distal aortic perfusion in all patients and SEP and MEP were used for intraoperative monitoring of spinal cord function. Selective visceral perfusion has been used since 1994 for abdominal organ preservation. Under the multisegmental aortic clamp technique, reimplantation of the intercostal and lumbar artery were performed in 39 patients (83%)

The extent of reimplantation varied between T4 and L5. The average number of reimplanted arteries consisted of 2.0 pairs in the non-dissection group and 4.1 pairs in the dissection group. Reconstruction of abdominal branches was performed in 30 patients (64%)

The hospital mortality was 7.4% (3/38) in elective operations and 22.2% (2/9) in emergency aneurysm repairs. No neurologic deficits were observed in any patient including the hospital mortality cases. In view of our results, reimplantation of many intercostal and lumbar arteries under segmental aortic clamping and distal aortic perfusion is useful for prevention of spinal cord ischemia. (*Jpn. J. Vasc. Surg.*, 1 1: 69-78, 2002)