

二期的閉腹による破裂性腹部大動脈瘤手術後の abdominal compartment syndrome(ACS)予防についての検討

長井 俊志 宮内 正之

要 旨 : 【目的】腹腔内圧が20mmHg(26cmH₂O)以上に上昇するとabdominal compartment syndrome(ACS)が発症するとされている。ACSは破裂性腹部大動脈瘤術後に、腸管の強度浮腫により閉腹時に過大な緊張がかかることで発症する。われわれはACSの予防による破裂性腹部大動脈瘤の救命率の上昇をめざし、二期的閉腹を行っている。今回その有用性を検討した。【対象と方法】当院で破裂性腹部大動脈瘤手術を行った5症例を対象とした。閉腹はACS予防のため皮膚縫合のみ、もしくはエスマルヒ縫着とした。再縫合を実施する時期は全身状態と腹腔内圧が落ち着く術後2~3日目を目安とした。腹腔内圧測定方法は膀胱内圧を測定することで代用した。【結果】術後膀胱内圧を頻回に測定し、全身状態が落ち着き腹腔内圧が減圧されたことを確認した後、再縫合を施行した。1例は再開腹時にS状結腸壊死を認めため、S状結腸切除術、人工肛門造設術、再縫合を施行したが、残り4症例は腸管の状態も良く、予定通り再縫合のみ施行した。全例再縫合後の腹腔内圧は20mmHg(26cmH₂O)以下であった。【考察】二期的閉腹は破裂性腹部大動脈瘤術後のACS発症予防に有用と考えられた。ACS予防の重要性は認識されつつあるが、その方法と適応条件に関しては未だ明確にされていない。現段階では積極的に減圧をすることで、ACS発症を予防することが重要である。(日血外会誌 14 : 545-550, 2005)

索引用語 : Abdominal compartment syndrome, 破裂性腹部大動脈瘤, 二期的閉腹, 膀胱内圧測定, Damage control surgery

はじめに

Abdominal compartment syndrome(ACS)は急激な腹腔内圧の上昇により、腹腔内臓器だけでなく循環、呼吸、中枢系に障害をもたらす疾患の総称である。今日、ACSの概念は広く受け入れられるようになり、その病態、診断方法、治療についていくつかの報告がされるようになってきた¹⁻⁵⁾。ACSが発症する原因は、腸閉塞、重症膵炎、腹部外傷や巨大な腹壁癒痕ヘルニアの修復、気腹、過緊張時の閉腹などが挙げられる。急

激な腹腔内圧の上昇に伴い、臓器虚血、横隔膜圧迫による心肺機能悪化、静脈還流障害、頭蓋内圧亢進といったさまざまな障害が生じ、多臓器不全につながる⁶⁾。

Meldrumら¹⁾は腹腔内圧による重症度分類を行い、それぞれに対する治療方法を提案している。この報告の中で、腹腔内圧が26mmHgを上回ると65~78%に臓器障害が発生するとしており、そのため速やかに減圧する必要があるとしている(Table 1)。破裂性腹部大動脈瘤の死亡率については約40%と報告されており、依然予後不良な疾患である^{7, 8)}。

破裂性腹部大動脈瘤の手術成績について術前術中因子を検討した報告の中では、その予後不良因子として出血性ショックの遷延や腸管壊死、術前の高度貧血などが挙げられている⁹⁻¹¹⁾。このような因子に加えて破裂

市立四日市病院外科(Tel: 0593-54-1111(7116))
〒510-8567 三重県四日市市芝田 2-2-37
受付 : 2004年10月29日
受理 : 2005年3月2日

Table 1 Grading of the abdominal compartment syndrome¹⁾

Grade	Bladder pressure (mmHg)	Recommendation
I	10–15	Maintain normovolemia
II	16–25	Hypervolemic resuscitation
III	26–35	Decompression
IV	36	Decompression and reexploration

Table 2 Patients' backgrounds: In case 5, graft patch was replaced at the aorto-enteric fistula.

	Age	Sex	Operation	Operative-time	In-out balance
Case 1	79	F	Graft replacement	6 h 28 min	+9470 ml
Case 2	80	M	Graft replacement	4 h 22 min	+5887 ml
Case 3	85	M	Graft replacement	4 h 11 min	+7533 ml
Case 4	82	M	Graft replacement	3 h 37 min	+6034 ml
Case 5	75	M	Graft patch, total gastrectomy	7 h 59 min	+7130 ml

性腹部大動脈瘤の予後を悪化させる病態としてACSが挙げられる。破裂性腹部動脈瘤の術後に発症するACSは、閉腹による腹腔内圧上昇により引き起こされる臓器障害である。具体的には、手術に伴う大量輸液などが原因となり腸管や後腹膜が強度の浮腫を呈することで、閉腹に伴い急激な腹腔内圧上昇を引き起こしACSが発症する。適切な処置、予防法を行えば未然に防げるものと考えられる。

われわれの施設では、1997年からの7年間で29例の破裂性腹部大動脈瘤症例を経験しており、死亡例は6例(20.7%)であった。これらは全例一期的閉腹を行った症例であり、このうち2例の死亡原因にACSの関連が疑われた。このようなことから、われわれは破裂性腹部大動脈瘤手術後、ACS発症を予防するための治療方針として二期的閉腹を採用している。二期的閉腹の方法については、一般的にはマーレックスメッシュやビニールバッグの縫着で一時的に閉腹する方法が多く報告されているが¹⁻³⁾、われわれは原則として皮膚縫合のみの一時閉腹で腹腔内圧を減圧する方針とした。今回その有用性について検討したので報告する。

方 法

破裂性腹部大動脈瘤で手術適応となった症例を対象とした。閉腹時、腹腔内圧の上昇を軽減するために、

原則として筋膜を縫合せず皮膚縫合のみとした。ただし、皮膚縫合さえも困難な症例では、皮膚にエスマルヒを縫着し減圧を行った。過去の報告で腹腔内圧が急激に20mmHg(=26cmH₂O)を上回るとACSが発症するとされているため⁸⁾、今回われわれもこの基準値を採用し、術後頻回の膀胱内圧測定により腹腔内圧をモニターすることでACS発症を監視した。腹腔内圧が減少し閉腹可能となる術後1~3日目に、筋膜を含めた再縫合を行った。再縫合時までは人工呼吸器による呼吸管理とした。

腹腔内圧は膀胱内圧にて代用した。膀胱内圧測定方法については過去の報告例から、空虚となった膀胱に生理食塩水を50~100ml注入し、トランスデューサーと接続し測定する方法が一般的であるが^{1, 3, 12, 13)}、われわれは尿カテーテルを持ち上げ、尿水柱が呼吸性に上下運動することを確認し、恥骨上縁からこの点までの高さを測定した。この点が腹腔内圧をほぼ正確に反映すると考え、恥骨上縁から測定した尿水柱の高さを膀胱内圧と判断した。

結 果

5例の破裂性腹部大動脈瘤手術に対し、二期的閉腹を施行した。Table 2は各症例の患者背景、手術方法、手術時間、術中のin-outバランスである。4例(Case 1~4)

は紡錘状腹部大動脈瘤であり人工血管置換術が施行された。1例(Case 5)は嚢状腹部大動脈瘤であり人工血管パッチ術が施行された。この症例は破裂形式が十二指腸穿破(aorto-enteric fistula)であったため、術前診断が胃潰瘍による出血性ショックとされ胃全摘術が先行して行われた。平均手術時間は5時間20分、平均in-outバランスは+7210mlであった。全症例において術後強度の腸管浮腫を認め、一期的閉腹は困難と判断されたため、4例(Case 1~4)に皮膚縫合のみの仮閉腹、1例(Case 5)にエスマルヒによる仮閉腹を施行した(Fig. 1)。

術後の膀胱内圧の推移をFig. 2に示した。術後皮膚縫合のみとした1例(Case 3)で、ACS発症の基準となる20mmHg(=26cmH₂O)を超えていたが、残り4例はこの基準値を超えていなかった。基準値を超えていた1例については、術後の採血データで肝機能異常と腎機能異常を認めた。しかし尿量が保たれていたため再開腹とはせず経過観察とした。基準値範囲内の4例でも血液データにて軽度の肝機能異常、腎機能異常は認められたが、同様に尿量は確保されていたため経過観察とした(Table 3)。5例とも徐々に膀胱内圧は減少していき、術後1日目に1例、3日目に4例再縫合となった(Fig. 2)。

術中所見にて、全例腸管の浮腫は軽減しており閉腹可能と判断された。初回手術後、ACS発症の基準値を上回った1例においてS状結腸壊死を認めた。そのため2回目の手術時にS状結腸切除、人工肛門造設を施行した。腸壊死を認めた部位はS状結腸のみで、他の結腸や小腸には虚血性変化は認めなかった。再縫合後は全例膀胱内圧20mmHg(=26cmH₂O)以下であり、初回手術後認められた血液データ上の臓器障害は、全例徐々に改善した。

考 察

今回われわれが検討した5例において、血液データで軽度の臓器障害は認められたものの、実際尿量は十分に確保されており、肝不全の兆候もなく進行性の病態ではなかったため、これは術前からの循環不全による臓器虚血が原因でありACSによるものではないと判断した。また、1例にS状結腸壊死を認めた。この原因について、術後膀胱内圧が最大31cmH₂OとACS発症基準値を上回っていたため、ACSが原因となり腸管虚血から壊死を引き起こした可能性は否定できないが、小腸や



Fig. 1 Abdominal wall was closed with vinyl sheet in case 5 because it was impossible to close abdominal wall even with skin.

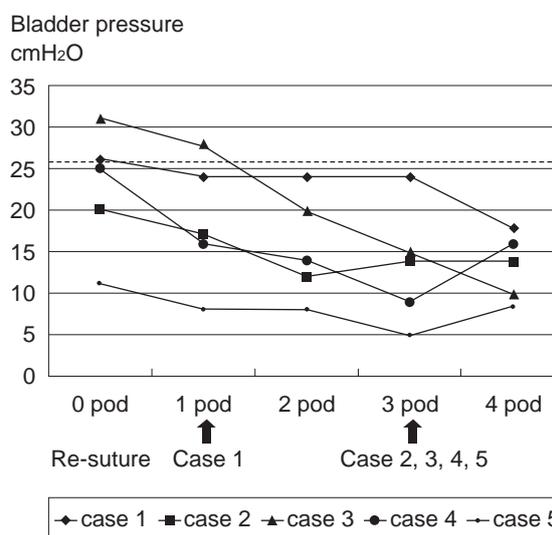


Fig. 2 Bladder-pressure after the first operation.

他の部位の結腸に虚血、壊死は認めず、初回手術で下腸間膜動脈を切り離していることを考慮すると、壊死の原因は下腸間膜動脈切離による虚血の可能性が高いと考えられた。

また、一時閉腹の方法についてわれわれは皮膚縫合のみとするを原則とし、これが不可能な場合はエスマルヒを皮膚に縫着し減圧する方針とした。今回の調査でエスマルヒを縫着した症例は、胃全摘が先行して施行されており、5例のなかでも手術時間が長く多量の輸液を必要としたことで、通常より強度の浮腫を引き起こされたと考えられる。このことが皮膚縫合さえ

Table 3 Postoperative laboratory data: Cr (creatinine), T-Bil (total-bilirubine), AST, and ALT data were presented at maximum level during the perioperative period, and Ur (urine) was measured for first twenty-four hours.

	Re-suture	Cr (mg/dl)	Urine (ml)	T-Bil (mg/dl)	AST (IU/L)	ALT (IU/L)
Case 1	1 pod	1.3 (1 pod)	2538	1.9 (0 pod)	107 (1 pod)	39 (1 pod)
Case 2	3 pod	1.9 (2 pod)	2253	6.8 (8 pod)	296 (2 pod)	35 (2 pod)
Case 3	3 pod	2.4 (2 pod)	2105	5.2 (5 pod)	157 (2 pod)	69 (2 pod)
Case 4	3 pod	1.4 (1 pod)	1795	3.7 (6 pod)	101 (1 pod)	25 (1 pod)
Case 5	3 pod	0.6 (1 pod)	4555	1.6 (1 pod)	40 (1 pod)	14 (1 pod)

不可能であった原因と思われた。

今回の検討から皮膚縫合のみによる一時閉腹により、大半の症例でACS発症予防に十分な減圧を得ることができると考えられた。たしかにマーレックスメッシュやビニールバッグなどの人工物縫着による閉腹は、より減圧効果が高くACS発症予防に有効と考えられるが、腹部大動脈瘤手術時は人工血管を使用するため、腹腔内への逆行性感染によるグラフト感染は重大な合併症につながる。人工物縫着による逆行性感染は認めなかったという報告もあるが^{2,3)}、われわれは皮膚を密閉することで感染のリスクを軽減させることができると考えており、この点が皮膚縫合による一時閉腹の利点となるだろう。ただし症例によっては減圧が不十分となることも予想されるため、適宜人工物縫着による閉腹と使い分けの必要がある。今回のわれわれの検討では、結果として皮膚縫合のみでも重度のACS発症は回避され、その有用性が示唆されたものの、ACSが原因である可能性を否定できないIS状結腸壊死を1例経験したことから、減圧方法の選択においてこのような利点と欠点を認識することが重要と考えられた。

ACSはさまざまな臓器障害を呈するが、最も影響を受けやすい臓器は腸管である。腸管は腹腔内圧10mmHgより血流低下を認める¹⁴⁾。また腎臓も影響を受けやすく、腹腔内圧10~15mmHgから乏尿を認め、このような場合利尿薬投与、カテコラミン投与、容量負荷などの治療には反応しないとされている^{4,7,15)}。ACSは進行性の病態であり、閉腹の段階で基準値以下の腹腔内圧でも経過とともに基準値を上回る可能性があるため、数日間は膀胱内圧をモニターすることが必須である。周術期において腹腔内圧が上昇し、かつ上記のような治療不応性の腎不全などの臓器障害が発生した場合は、速やかに開腹し減圧をはかる必要があるだろう。ただ

し臓器障害が発症してしまっからの減圧は、予防的に減圧されていた症例と比較して予後が悪いとも報告されている²⁾。

破裂性腹部大動脈瘤症例の中でどのような症例に減圧を適応するか未だ明確な基準はないが、Rasmussenら²⁾の報告によれば、術前因子として、1)高度貧血(Hb < 10g/dl)、2)遷延するショック(18分以上 < 90mmHgが持続)、3)心肺停止、また、術中因子として、1)大量輸液(3.5L/h)、2)低体温(< 33.0度)、3)高度アシドーシス(BE < -13)、のいずれかが存在すれば減圧を考慮すべきとしている。佐伯ら³⁾の報告でもこの適応基準を基に二期的閉腹を行い、良好な成績を得たとしている。今回われわれが調査した5例をこの適応基準に照らし合わせてみると、2因子満たすものが1例、1因子満たすものが4例であった。

ACSは発症すると死亡率が高く進行性の病態であることから、発症を確認することも困難な場合が多いと考えられる。このため現在のところは積極的に二期的閉腹を実施し発症を予防するべきであろう。二期的閉腹の適応条件の設定に関して、今後は術前術中因子や術後膀胱内圧などのパラメーターをさらに検討することで、適応条件を明確にしていく必要がある。

今回われわれは破裂性腹部大動脈瘤症例に二期的閉腹を実施し良好な成績を得たものの、症例数が5例と少ないため、その有効性を明らかにするにはさらに症例を集積する必要がある。また一期的閉腹をした症例との比較も行っていないので、術後経過の相違についての検討は今後の課題である。ただし、1施設では症例の集積に時間がかかり十分な検討をするには困難が予想されるため、多施設間での症例集積と比較検討が必要と思われる。

結 語

二期的閉腹は破裂性腹部大動脈瘤手術後のACS発症を予防する有効な手段であると考えられた。今回のわれわれの検討では，原則として皮膚縫合のみの仮閉腹で十分減圧することが可能と考えられたが，1例において皮膚縫合も困難であり，人工物達着し減圧効果を高める必要があった。今後は症例の集積により二期的閉腹の適応を明確にしていく必要がある。

文 献

- 1) Meldrum, D. R., Moore, F. A., Moore, E. E., et al.: Prospective characterization and selective management of the abdominal compartment syndrome. *Am. J. Surg.*, **174**: 667-673, 1997.
- 2) Rasmussen, T. E., Hallett, J. W., Noel, A. A., et al.: Early abdominal closure with mesh reduces multiple organ failure after ruptured abdominal aortic aneurysm repair: Guidelines from a 10-year case-control study. *J. Vasc. Surg.*, **35**: 246-253, 2002.
- 3) 佐伯悟三, 服部正也, 植村則久, 他: 腹部大動脈瘤破裂症例に対する二期的閉腹術. *日血外会誌*, **12**: 633-637, 2003.
- 4) 杉山 貢, 森脇義弘, 鈴木範行: Abdominal compartment syndrome(ACS)と臓器不全(肝, 腎, 心, 肺, 消化管, 中枢神経系). *ICUとCCU*, **27**(1): 21-27, 2003.
- 5) Kron, I. L., Harman, P. K. and Nolan, S. P.: The measurement of intra-abdominal pressure as a criterion for abdominal re-exploration. *Ann. Surg.*, **199**: 28-30, 1984.
- 6) 山本俊郎, 鈴木範行, 杉山 貢: Intra-abdominal pressure測定法とその意義. *救急医学*, **27**: 1565-1568, 2003.
- 7) Dueck, A. D., Kucey, D. S., Johnston, K. W., et al.: Survival after ruptured abdominal aortic aneurysm: Effect of patient, surgeon, and hospital factors. *J. Vasc. Surg.*, **39**: 1253-1260, 2004.
- 8) Dueck, A. D., Kucey, D. S., Johnston, K. W., et al.: Long-term survival and temporal trends in patient and surgeon factors after elective and ruptured abdominal aortic aneurysm surgery. *J. Vasc. Surg.*, **39**: 1261-1267, 2004.
- 9) 鷹羽浄顕, 山里有男, 山田知行: 破裂性腹部大動脈瘤手術経験の検討. *日心外会誌*, **31**: 258-261, 2002.
- 10) 前田光徳, 小長井直樹, 矢野浩己, 他: 破裂性腹部大動脈瘤の手術成績を左右する因子の検討 とくに新しい概念であるショック時間指数を中心に. *日心外会誌*, **31**: 24-28, 2002.
- 11) 森景則保, 秋山紀雄, 古谷 彰, 他: 破裂性腹部大動脈瘤の手術成績と予後因子. *日血外会誌*, **12**: 87-91, 2003.
- 12) Balogh, Z., McKinley, B. A., Cocanour, C. S., et al.: Patients with impending abdominal compartment syndrome do not respond to early volume loading. *Am. J. Surg.*, **186**: 602-608, 2003.
- 13) 磯田 晋, 軽部義久, 相馬民太郎, 他: 腹腔内圧を用いた小切開下腹部大動脈瘤手術の低侵襲性評価. *日血外会誌*, **13**: 415-419, 2004.
- 14) Friedlander, M. H., Simon, R. J., Ivatury, R., et al.: Effect of hemorrhage on superior mesenteric artery flow during increased intra-abdominal pressure. *J. Trauma*, **45**: 433-439, 1998.
- 15) Richards, W. O., Scovill, W., Shin, B., et al.: Acute renal failure associated with increased intra-abdominal pressure. *Ann. Surg.*, **197**: 183-187, 1983.

Delayed Closure after Ruptured Abdominal Aortic Aneurysms Repair to Prevent Abdominal Compartment Syndrome (ACS)

Shunji Nagai and Masayuki Miyauchi

Department of Surgery, Yokkaichi Municipal Hospital

Key words: Abdominal compartment syndrome, Ruptured abdominal aortic aneurysm, Delayed closure, Bladder pressure, Damage-control surgery

Backgrounds: Abdominal compartment syndrome (ACS) is defined as increasing intra-abdominal pressure with multiple organ failure. After ruptured abdominal aortic aneurysm (rAAA) repair, tight surgical closure of the abdominal wall can result in ACS. Strong edema of intestine from fluid resuscitation causes a sudden increase in intra-abdominal pressure. We assume that we can improve the mortality rate of rAAA by preventing ACS after the operation.

Methods: To prevent ACS, we performed temporary abdominal closure techniques after rAAA repair to reduce intra-abdominal pressure. In the first operation, the abdominal wall was closed with only skin without fascia, and it was closed with a vinyl sheet when it was impossible to close abdominal wall even with skin. Then we followed intra-abdominal pressure and checked whether ACS occurred or not. We performed delayed closure of the abdominal wall, including the fascia, when intra-abdominal pressure reduced to clearly within the safety level. We evaluated intra-abdominal pressure by measuring the bladder pressure.

Results: Five patients underwent delayed closure after rAAA repair, 1 on the first postoperative day, and 4 on the third postoperative day. In 1 patient, sigmoid colon necrosis was observed at the second operation, thus this patient underwent sigmoidectomy, colostomy, and delayed closure. The remaining 4 patients underwent only delayed closure. Severe organ failure and ACS were not observed in any patient during the postoperative period.

Discussion: Our results suggest that the delayed closure after rAAA repair reduces intra-abdominal pressure and results in preventing ACS. Timely decompression of intra-abdominal pressure results in improvement of the mortality of rAAA. Although we have not conclusively defined the indications of delayed closure, prophylaxis of ACS is one of the most important treatments in critical rAAA patients. (Jpn. J. Vasc. Surg., 14: 545-550, 2005)