破裂性腹部大動脈瘤術後の腹腔内圧モニタリング による病態把握

磯 田 晋 沖 田 将 人 坂 本 哲
相 馬 民 太 郎 井 元 清 隆^{*1} 鈴 木 伸 一^{*1}
内 田 敬 二^{*1} 小 菅 宇 之^{*2} 高 梨 吉 則^{*3}

破裂性腹部大動脈瘤術後の腹腔内圧と病態の関連は明らかでない。平成12年4月～平成15年1月に腹部大動脈瘤手術を109例（非破裂性71例，破裂性38例）経験し，破裂例のうち30例で腹腔内圧を計測し検討対象とした。最高腹腔内圧20 mmHg以上の12例をH群，20 mmHg未満の18例をL群とし，両群間の術後諸因子を比較した。破裂例の在院死亡は38例中5例（13%）で，検討対象30例中ではH群で1例（MOF），L群で1例（循環不全）を失った。年齢はH群79.3±7.6 yr，L群70.7±10.1 yr（ $p=0.019$ ），術前急性循環不全はH群83.3%，L群61.1%（ $p=0.26$ ）で，意識障害はH群50.0%，L群23.5%（ $p=0.15$ ）であった。腹腔内圧の最高値はH群22.3±2.0 mmHg，L群15.4±2.4 mmHg，術後挿管時間はH群87.7±110.0 h，L群25.1±29.2 h（ $p=0.04$ ），摂食開始はH群14.4±11.2 d，L群8.5±4.8 d（ $p=0.094$ ），ICU滞在はH群6.7±6.5 d，L群2.9±2.1 d（ $p=0.033$ ），術後入院日数はH群54.1±25.8 d，L群25.2±6.8 d（ $p=0.001$ ）であった。合併症はH群73%（急性腎不全2例，腸閉塞2例，呼吸不全2例，腹壁裂開1例，胃潰瘍1例，急性動脈閉塞1例），L群18%（上肢不全麻痺1例，下肢不全麻痺1例，急性腎不全1例）（ $p=0.0024$ ）で認められた。腹腔内圧計測は破裂性腹部大動脈瘤術後の病態把握と方針決定に有効であった。日心外会誌33巻5号：314-318（2004）

Keywords：破裂性腹部大動脈瘤，腹腔内圧，合併症

Intra-Abdominal Pressure Monitoring after Ruptured Abdominal Aortic Aneurysm Surgery
Susumu Isoda, Masato Okita, Akira Sakamoto, Tamitaro Soma, Kiyotaka Imoto^{*1}, Shin-ichi Suzuki^{*1}, Keiji Uchida^{*1}, Nobuyuki Kosuge^{*2} and Yoshinori Takanashi^{*3} (Department of Cardiovascular Surgery, Saisei-kai Yokohamashi Nanbu Hospital, Yokohama, Japan, Cardiovascular Division^{*1}, Emergency Center^{*2}, Yokohama City University School of Medicine, Medical Center, Yokohama, Japan and First Department of Surgery, Yokohama City University School of Medicine^{*3}, Yokohama, Japan)

In the postoperative treatment of ruptured abdominal aortic aneurysm surgery, the relationship between intra-abdominal pressure (IAP) and the clinical course is not been clearly understood. From April 2000 to January 2003, we treated 109 cases of abdominal aortic aneurysm surgery (non-rupture 71 cases, rupture 38 cases) and measured intra-abdominal pressure in 30 of the ruptured cases which we analyzed in this study. The patients were divided into 2 groups. The H-group included 12 patients with maximum IAP equal to or higher than 20 mmHg, and the L-group included 18 patients with a maximum IAP less than 20 mmHg. Clinical characteristics were compared between the 2 groups. The mean age was 79.3±7.6 yr in the H-group and 70.7±10.1 yr in the L-group ($p=0.019$). Preoperative shock was diagnosed in 83.3% of the H-group patients, and 61.1% of the L-group patients the ($p=0.26$). Postoperative maximum values of intra-abdominal pressure were 22.3±2.0 mmHg in the H-group, and 15.4±2.4 mmHg in the L-group. Duration of intubation was 87.7±110.0 h in the H-group, and 25.1±29.2 h in the L-group ($p=0.04$). Food intake was started 14.4±11.2 d after surgery in the H-group, and 8.5±4.8 d after surgery in the L-group ($p=0.094$). The length of ICU stay was 6.7±6.5 d in the H-group, and 2.9±2.1 d in the L-group ($p=0.033$). Length of hospital stay after surgery was 54.1±25.8 d in the H-group, and 25.2±6.8 d in the L-group ($p=0.001$). Complications occurred in 8 cases out of 11 surviving cases (73%) in the H-group, and in 3 cases out of 17 surviving cases (18%) in the L-group ($p=0.0024$). Complication in the H-group included acute renal failure, paralytic ileus, respiratory failure, abdominal wall dehiscence, and acute arterial occlusion, and that in the L-group included acute renal failure, upper limb paresis, and lower limb paresis.

2003年10月15日受付，2004年1月30日採用

済生会横浜市南部病院心臓血管外科

〒234-8503 横浜市港南区港南台3-2-10

横浜市立大学医学部附属市民総合医療センター ^{*1} 心臓血管外科，

^{*2} 救命救急センター，^{*3} 横浜市立大学第一外科

Monitoring of intra-abdominal pressure was considered beneficial to recognize complication and decide therapeutic strategy after ruptured aortic aneurysm surgery. Jpn. J. Cardiovasc. Surg. 33: 314-318 (2004)

破裂性腹部大動脈瘤の手術成績は平均死亡率 48%¹⁾と不良で、多臓器不全がその死因の多くを占め²⁾、血腫や腸管浮腫による腹腔内圧上昇が腹部臓器を圧迫して臓器障害をきたすことが明らかになりつつある³⁾。腹腔内圧上昇により起きる病態は abdominal compartment syndrome⁴⁻⁹⁾と称され、腹腔内圧上昇により腹腔臓器あるいは隣接臓器に障害をきたす症候群と定義される。腹部大動脈瘤術後の abdominal compartment syndrome が報告されているが¹⁰⁻¹²⁾、腹腔内圧計測の意義は広く認められてはいない。今回の検討では破裂性腹部大動脈瘤症例の腹腔内圧と臨床経過の関係を明らかにし、術後腹腔内圧計測の臨床的意義を明らかにすることである。

対象と方法

平成 12 年 4 月～平成 15 年 1 月に腹部大動脈瘤手術を 109 例（非破裂性 71 例、破裂性 38 例）を経験し、破裂例のうち 30 例で、術後腹腔内圧を計測することができ、これを検討対象とした。男性 29 例、女性 1 例で、平均年齢は 74.1±10.0 歳（平均±標準偏差、以下同）で、28 例で Y 字型人工血管（UBE graft）、2 例で直型人工血管（UBE graft）を使用した。腹腔内圧計測は尿道バルーンに 3 方活栓を介して輸液回路と専用性トランスデューサーを接続し、術後 4～8 時間ごとに、膀胱内に 100 ml の生理食塩水または蒸留水を注入し 3 分後に膀胱内圧を計測し、これを腹腔内圧とした。計測は ICU または HCU（high care unit）入室中の最長 6 日間とした。検討した術前術中因子は年齢、術前ショック、術前収縮期血圧、意識障害、手術時間、輸血量、術中水分バランスで、術後因子は気管内挿管時間、上大静脈圧、ICU 滞在日数、入院日数、飲水と摂食の開始時間、合併症、入院死亡であった。合併症としては脳梗塞、心筋梗塞、呼吸不全、再挿管、気管切開、感染症、腸閉塞、腸炎、急性腎不全、透析、腹壁裂開、胃潰瘍、急性動脈閉塞、下肢虚血などをあげた。数値

は平均値±標準偏差で示した。経過中の腹腔内圧の最高値により群分けし、諸因子を比較した。腹腔内圧の最高値が 20 mmHg 以上の 12 例を高圧群（H 群）とし、20 mmHg 未満の 18 例を低圧群（L 群）とした。統計は chi-square と unpaired Student's *t*-test を用い、*p* value<0.05 を有意とした。

結 果

術前術中の因子（表 1）で年齢は H 群でより高齢であったが、術前ショック、術前血圧、意識障害、手術時間、輸血量、術中水分バランスについて有意な差はなかった。Fitzgerald 分類¹³⁾は H 群で平均 2.4±0.8、L 群で平均 2.1±0.4 で大きな違いはなかった。いずれの群もすべて腹部正中切開であった。人工血管は直型と Y 字型の比は、H 群で 1:11、L 群で 1:17 と差がなかった。

術後因子の結果を表 2 に示す。腹腔内圧の経過中の最高値は H 群では 22.3±2.0 mmHg、L 群で 15.4±2.4 mmHg を示した。腹腔内圧が最高値を示した時間は H 群で術後 27.4±23.5 時間、L 群で術後 24.9±25.3 時間で、散らばりはあるものの術後約 1 日で最高値をとった。一般病棟帰室時の腹腔内圧は 11.6±2.5（7～15）mmHg であった。経過中の平均腹腔内圧と平均静脈圧の関係では、腹腔内圧と上大静脈圧には H 群で約 10 mmHg、L 群では 5 mmHg 前後の圧差が認められた（図 1）。術後の気管内挿管時間は H 群で長かった。抜管時の腹腔内圧は H 群で 16.0±4.4（8～22）mmHg であったが、22 mmHg で抜管した 1 例では喘息発作を認め、18 mmHg で抜管した 1 例は喀痰排泄不良のため輪状甲状間膜穿刺（ミニトラック[®]）を要し、17 mmHg で抜管した 1 例では再挿管を必要とし、15 mmHg で再抜管した。L 群では 12.0±2.6（8～17）mmHg で抜管し、全例で問題なかった。飲水開始は H 群で有意に遅く、摂食開始は H 群で遅い傾向にあった。ICU 在室と術後在院日数は H 群で延長してい

表 1 Preoperative and intra-operative parameters

	H-group (n=12)	L-group (n=18)	
Age	79.3±7.6 yr	70.7±10.1 yr	<i>p</i> =0.019
Preop shock	10/12 (83%)	11/18 (61%)	<i>p</i> =0.24
Preop sys BP	86±36 mmHg	103±47 mmHg	<i>p</i> =0.29
Consciousness disturbance*	7/12 (58%)	9/18 (50%)	<i>p</i> =0.67
Duration of operation	268±85 min	264±74 min	<i>p</i> =0.90
Blood transfusion	4,553±2,538 ml	3,692±2,291 ml	<i>p</i> =0.34
Intra-operative fluid balance	+3,811±1,487 ml	+3,566±413 ml	<i>p</i> =0.69

* Japan Coma Scale 10 or 10<. Values are means±SD.

表 2 Postoperative parameters

	H-group (n=12)	L-group (n=18)	
Maximal IAP	22.3±2.0 mmHg	15.4±2.4 mmHg	p<0.0001
Intubation time	87.7±109.9 h	25.1±7.5 h	p=0.040
Fluid intake start	12.0±10.2 d	6.1±3.2 d	p=0.049
Food intake start	14.4±11.2 d	8.5±4.8 d	p=0.094
Mortality	1/12 (8%)	1/18 (6%)	p=0.62
Morbidity	8/11 (73%)	3/17 (18%)	p=0.0024
ICU stay	3.8±3.8 d	1.2±1.5 d	p=0.0023
Hospital stay	54.1±25.5 d	25.2±6.8 d	p=0.0010

IAP: intra-abdominal pressure. Values are means±SD.

図 1 Relationship between intra-abdominal pressure (IAP) and superior vena cava pressure (CVP)

Open squares are mean values of IAP in high intra-abdominal pressure group (H-group). Closed squares are mean values of CVP in H-group. Open circles are mean values of IAP in low IAP group (L-group). Closed circles are mean values of CVP in L-group. Duration of data in L-group was short since patients in low IAP group tended to discharge from ICU or HCU and stop monitoring IAP earlier than H-group.

た。入院死亡は H 群で 1 例、L 群で 1 例であった。H 群の死亡例は 87 歳と高齢で、術前収縮期血圧 70 mmHg、輸血量 7,300 ml、術中水分出納は +5,245 ml と多かった。腹腔内圧の上昇はやや緩慢で、術直後に 17 mmHg、術後 1 日に 19 mmHg、術後 2 日に 22 mmHg に上昇し、急性腎不全、対麻痺、感染を合併し多臓器不全で術後 6 日に失った。一方、L 群の死亡例は JCS 300 の深昏睡、収縮期血圧が 40 mmHg で術中腸管の著明な浮腫をきたし一期的閉腹が不可能で人工腹壁再建となり、術後早期の急性循環不全から離脱できずに術後 1 日で失った。初回術中に腹部を減圧しているので、術後の最高腹腔内圧は 15 mmHg であり本検討では L 群に分類されたが、仮に一期的に閉腹した場合は H 群に含まれると考えられる重症例であった。両群で遠隔死亡（観察 16~41 カ月）はなかった。合併症の発症率は H 群で生存 11 例中 8 例と高率で、内訳は急性腎不全 2 例、麻痺性腸閉塞 2 例、呼吸不全 2 例、腹壁

裂開 1 例、急性胃潰瘍 1 例、急性動脈閉塞 1 例（1 例重複）であった。腹壁裂開は腹腔内圧 17 mmHg で抜糸したときに発生した。L 群では生存 17 例中 3 例に合併症を認め、その内訳は術前慢性腎不全患者の術後腎不全悪化と、脳梗塞既往をもつ患者の術後右下肢不全麻痺と術後右上肢麻痺であった。

考 察

破裂性腹部大動脈瘤の手術成績は症例の重症度や施設差もあるが、平均死亡率は 48% といまだに満足すべきものではなく、術後の多臓器不全がその死因の多くを占める^{1,2)}。昨今の研究を通じて、破裂性腹部大動脈瘤で生じる腹腔内と後腹膜の血腫、大量輸液に伴う腸管浮腫、輸液過剰、腸管内ガス貯留、腹水などが腹腔内圧の上昇をきたし、下大静脈、肝、腸管、腎臓などが圧迫されて臓器障害をきたすことが多臓器不全発症に関与することが明らかになってきた³⁾。この腹腔内圧上昇により引き起こされる病態は abdominal compartment syndrome⁴⁻⁹⁾ と称され、腹腔内圧上昇により腹腔臓器あるいは隣接臓器に障害をきたす症候群と定義される⁷⁾。腹腔内圧上昇の原因は腹膜炎、腸管閉塞、腹部大動脈瘤破裂、外傷、後腹膜出血、肝出血、大量輸液、腹腔鏡手術の気腹などさまざまである⁹⁻¹²⁾。腹腔内圧値の分類は報告者によるが、正常値は 10 mmHg 未満で、10~20 mmHg が軽症、21~35 mmHg が中等症、35 mmHg 以上が重症である⁴⁾。本検討では 18 例が軽症で、残る 12 例が中等症であった。腹腔内圧の計測法⁴⁾には腹腔鏡下手術で用いられる直接法と、腹腔内圧とほぼ一致する下大静脈圧、胃内圧、膀胱内圧を用いる間接法があり、膀胱内圧が簡便で広く用いられている。腹腔内圧上昇の全身への影響は¹⁴⁻¹⁸⁾、横隔膜上昇による呼吸障害^{14,15)}、下半身静脈血還流障害¹⁶⁾、腎臓^{14,15)}、消化管¹⁹⁾、肝臓に及ぶ。本検討では H 群で挿管時間延長を認め（表 2）、本検討で認めた上大静脈圧と腹腔内圧の圧格差（図 1）は、下半身や腹部臓器の静脈還流不全の存在を示している。本検討の H 群で認めた摂食開始遅延、ICU 滞在延長、入院期間延長をはじめ、呼吸不全、麻痺性イレウス、

腹壁裂開，急性腎不全などの合併症発症は，腹腔内圧上昇と腹部臓器障害との関連を示している。

腹部大動脈瘤破裂の臨床経過にはいくつかの問題点があげられるが（図2），最初の問題点は破裂急性期の循環血液減少による循環不全と低血圧である．速やかな循環血液量補正と速やかな手術施行が必要である．このときに中枢神経の障害をきたしたものは手術不能あるいは術後の中枢神経障害を後遺症として残すことになる．中枢神経障害は高度の循環虚脱であれば短時間でも起こり，また脳血管障害をもつ患者では起こりやすく，必ずしも多臓器不全をきたす患者には限らないと考えられる．われわれの検討で1群における合併症3例のうち2例では術前から脳血管障害が存在しており，術後新たな障害をきたしたものの多臓器不全はきたさなかった．第2の問題点は手術手技である．速やかな大動脈遮断と短時間に血行再建を終了して術後出血を残さないことが当然のことながら重要である．後腹膜血腫の除去と必要に応じた短期間のドレーン留置は腹部の空間を作るのに役立つと考えられる．ドレーンから新鮮な出血を見たことはなく，血腫を除去した症例で腹腔内圧が低い印象があるが，今後の検討が必要であろう．腹壁閉鎖に際しては，腸管浮腫と後腹膜血腫³⁾により一期的閉腹が困難となることがある．無理な閉腹は腹腔内圧の上昇をきたし，多臓器不全の原因となる．Rasmussen ら³⁾は明らかな腹部スペースの不足，術前からの貧血，長時間の循環虚脱，心肺蘇生の施行，術中低体温，アシドーシス，輸液量などの情報から判断し，135例中45例で人工腹壁再建を施行しているが，われわれは著明な腸管浮腫のため30例中1例で人工腹壁再建を施行した．人工腹壁の素材としてはシリコン，ゴアテックス，吸収性合成素材，エスマルヒなど^{3,20)}が用いられているが，われわれは入手の容易性から，高カロリー輸液用の塩化ビニルパックを用いている．第3の問題点は術後管理である．循環，呼吸，中枢神経，腎機能，肝機能，腸管虚血を含む消化管，創の治癒，感染の制御，凝固障害などについて注意を要する．腹腔内

圧が上昇し腹部コンパートメント症候群を呈している場合は腹腔内減圧を目的に再開腹を要する．Rasmussen ら³⁾は一期的閉腹90例のうち10例で，Fietsam ら¹⁰⁾は104例のうち4例で再開腹除圧を施行し，われわれは腹腔内圧25 mmHg以上で再開腹減圧術を基本方針としているが，29例の一期的閉腹のうち1例で腹腔内圧が26 mmHgとなり再開腹を検討したが内科的治療で改善させることができ，再開腹症例は今回の検討ではなかった．保存的治療としては，腹腔内圧が15 mmHgを上回る場合は積極的な治療が必要である．循環不全と尿量維持にはカテコラミン，利尿剤を使用し，除水が不十分な場合は持続透析を用いる．呼吸不全は横隔膜の挙上，肺透過性亢進と高サイトカイン血症に伴う成人呼吸速迫症候群（ARDS）²⁾が問題で，上体を挙上し挿管下人工呼吸管理としている．血管透過性亢進には血中膠質浸透圧維持，必要に応じてステロイドを使用している．また重症のショックに対してノルアドレナリンに加えバソプレッシンを用いることもあるがアシドーシスを誘発することもあり慎重な使用が必要である．挿管中の覚醒に伴う腹部緊張には十分な鎮静で腹腔内圧の低下を得ている．下肢静脈還流改善と肺塞栓防止のために下肢圧迫を試みている．経過中に腹腔内圧上昇が遷延するときは注意深い経過観察が必要である．腹腔内圧が20 mmHg以上では腹腔内圧上昇に伴う合併症発症を念頭におく必要があり，腹腔内圧が15 mmHgを下回ると抜管やICU退室に問題がないと考えられ，腹腔内圧が10 mmHg以下になれば飲水や摂食開始の目安と考えている．腹腔内圧は破裂性腹部大動脈瘤術後に，患者診察やほかの因子では把握の難しい腹腔内の病態を1つの数字で表現する，病態把握と治療方針決定に有用な第1の因子と考えられる．1～2日間，腹腔内圧が低下傾向になるまでの観察が一般的な治療として推奨される．

結 語

破裂性腹部大動脈瘤術後に腹腔内圧が高い症例では，術後合併症発症が多く経過はより不良であった．腹腔内圧の計測は病態把握と治療方針決定に有用と考えられた．

文 献

- 1) Bown, M. J., Sutton, A. J., Bell, P. R. et al.: A meta-analysis of 50 years of ruptured abdominal aortic repair. *Br. J. Surg.* 89: 714-730, 2002.
- 2) Bown, M. J., Nicholson, M. L., Bell, P. R. F. et al.: Cytokines and inflammatory pathways in the pathogenesis of multiple organ failure following aortic aneurysm repair. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 22: 485-495, 2001.
- 3) 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.*

図2 Clinical sequence of ruptured abdominal aortic aneurysm
CPA: cardio-pulmonary arrest.

- Vasc. Surg. **35** : 246-253, 2002.
- 4) Wittmann, D. H. : Compartment syndrome of the abdominal cavity. Intensive Care Medicine, 4th ed., Irwin, R. S., Cerra, F. B. and Rippe, J. M., eds., Lippincott-Raven publishers, Philadelphia, New York, 1999, pp. 1888-1904.
 - 5) Schein, M., Wittmann, D. H., Aprahamian, C. et al. : The abdominal compartment syndrome. The physiological and clinical consequences of elevated intra-abdominal pressure. J. Am. Coll. Surg. **180** : 745-753, 1995.
 - 6) Burch, J. M., Moore, E. E., Moore, F. A. et al. : The abdominal compartment syndrome (review). Surg. Clin. North Am. **76** : 833-842, 1996.
 - 7) Wendt, E. C. : Über den Einfluss des intra-abdominellen Druckes auf die Absonderungsgeschwindigkeit des Harnes. Arch. Heilkunde. **17** : 527-546, 1876.
 - 8) Emerson, H. : Intra-abdominal pressures. Arch. Intern. Med. **7** : 754-784, 1911.
 - 9) Sugrue, M., Buist, M. D., Hourihan, F. et al. : Prospective study of intra-abdominal hypertension and function after laparotomy. Br. J. Surg. **82** : 235-238, 1995.
 - 10) Fietsam, R., Jr., Villalba, M., Glover, J. L. et al. : Intra-abdominal compartment syndrome as a complication of ruptured abdominal aortic aneurysm repair. Am. Surg. **56** : 396-402, 1989.
 - 11) Akers, D. L., Fowl, R. J., Kempczinski, R. F. et al. : Temporary closure of the abdominal wall by use of silicone rubber sheet after operative repair of ruptured abdominal aortic aneurysm. J. Vasc. Surg. **14** : 48-52, 1991.
 - 12) Oelschlager, B. K., Boyle, E. M., Johansen, K. et al. : Delayed abdominal closure in the management of ruptured abdominal aortic aneurysms. Am. J. Surg. **172** : 411-415, 1997.
 - 13) Fitzgerald, J. F., Stillman, R. M. and Powers, J. C. : A suggested classification and reappraisal of mortality statistics for ruptured atherosclerotic infrarenal aortic aneurysms. Surg. Gynecol. Obstet. **146** : 344-346, 1978.
 - 14) Sugrue, M. : Intra-abdominal pressure. Clin. Intensive Care **6** : 76-79, 1995.
 - 15) Harman, P. K., Kron, I. L., McLachlan, H. D. et al. : Elevated intra-abdominal pressure and function. Ann. Surg. **196** : 594-597, 1982.
 - 16) Cullen, D. J., Coyle, J. P., Teplich, R. et al. : Cardiovascular, pulmonary, and renal effects of massively increased intra-abdominal pressure in critically ill patients. Crit. Care Med. **17** : 118-121, 1989.
 - 17) Richardson, J. D. and Trinkle, J. K. : Hemodynamic and respiratory alterations with increased intra-abdominal pressure. J. Surg. Res. **20** : 401-404, 1976.
 - 18) Ridings, P. C., Bloomfield, G. L., Blocher, C. R. et al. : Cardiopulmonary effects of raised intra-abdominal pressure before and after intravascular volume expansion. J. Trauma **39** : 1071-1075, 1995.
 - 19) Diebel, L. N., Dulchavsky, S. A. and Wilson, R. F. : Effect of increased intra-abdominal pressure on mesenteric arterial and intestinal mucosal blood flow. J. Trauma **33** : 45-49, 1992.
 - 20) Wittmann, D. H., Aprahamian, C. and Bergstein, J. M. : Etappenlavage : advanced diffuse peritonitis managed by planned multiple laparotomies utilizing zippers, slide fastener, and Velcro analogue for temporary abdominal closure. World J. Surg. **14** : 218-226, 1990.