

## 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

磯田 晋<sup>1\*</sup> 軽部 義久<sup>2</sup> 相馬民太郎<sup>1</sup> 坂本 哲<sup>1</sup> 沖田 将人<sup>1</sup>  
井元 清隆<sup>3</sup> 鈴木 伸一<sup>3</sup> 内田 敬二<sup>3</sup> 山口 修<sup>4</sup> 高梨 吉則<sup>5</sup>

**要 旨**：腹部大動脈瘤(AAA)の人工血管置換術に際し、皮膚切開縮小が試みられているが、効果の客観的情報は不足している。通常切開から小切開への変更による影響を、術後の重症度評価に有用な腹腔内圧を用いて評価した。通常切開の非破裂性AAA手術23例(通常群)と8~14cmの小切開のAAA16例(小切開群)の術後4時間毎に腹腔内圧を計測し、周術期諸因子を比較した。小切開群で年齢は高く(小切開 $72.3 \pm 11.1$ yr, 通常 $67.5 \pm 7.3$ yr,  $p = 0.012$ )、手術時間は短く(小切開 $175 \pm 39$ min, 通常 $291 \pm 70$ min,  $p < 0.0001$ )、出血量は少ない傾向で(小切開 $960 \pm 493$ ml, 通常 $1585 \pm 1453$ ml,  $p = 0.11$ )、同種血輸血は少なかった(小切開0/16, 通常5/23,  $p = 0.046$ )。術後は小切開群で腹腔内圧の最高値は低く(小切開 $7.0 \pm 2.7$ mmHg, 通常 $12.4 \pm 3.1$ mmHg,  $p < 0.0001$ )、平均腹腔内圧は低く(小切開 $5.6 \pm 2.3$ mmHg, 通常 $10.3 \pm 2.2$ mmHg,  $p < 0.0001$ )、飲水開始(小切開 $2.8 \pm 0.8$ d, 通常 $4.6 \pm 1.7$ d,  $p = 0.0003$ )と摂食開始(小切開 $4.3 \pm 1.2$ d, 通常 $6.0 \pm 2.1$ d,  $p = 0.005$ )は早く、術後入院日数は短縮した(小切開 $15.0 \pm 2.7$ d, 通常 $20.2 \pm 7.1$ d,  $p = 0.012$ )。両群で在院死亡を認めず、合併症発症で差はない(小切開群6.3%：胃潰瘍1, 通常群13.0%：動脈急性閉塞1, 胃潰瘍1, 急性腎不全1,  $p = 0.50$ )。【結論】通常切開の腹部大動脈瘤手術と比較して、小切開手術は術後の早期回復をもたらす事が示され、より低い腹腔内圧はその有益性を示す客観的情報と考えられた。(日血外会誌 13 : 415-419, 2004)

索引用語：腹部大動脈瘤，小切開手術，低侵襲手術，腹腔内圧

## はじめに

腹部大動脈瘤の人工血管置換術に際して、皮膚切開を縮小するアプローチがなされ、早期摂食、早期退院、容易な疼痛管理、費用の軽減などが示されているが<sup>1,2)</sup>、その効果に関する客観的情報は不十分である。

我々は腹部大動脈瘤術後の重症度評価に腹腔内圧が有用であることを提唱してきたが<sup>3)</sup>、通常切開から小切開への変更による効果を臨床的因子に加え腹腔内圧で客観的に評価することを試みた。

## 対象と方法

2000年11月から2003年9月に横浜市立大学医学部附属市民総合医療センター(施設A)と済生会横浜市南部病院(施設B)で経験した非破裂性の腎動脈下腹部大動脈瘤手術症例のうち、術後に腹腔内圧を計測することが出来た通常経腹的全腹部正中切開アプローチを用いた23例(通常群)と経腹的小切開アプローチ(皮膚切開8~14cm, 平均10.8cm)を用いた16例(小切開群)を対象とした。通常切開群は施設Aで、小切開群は施設Bで施行した症例で、それぞれの施設で破裂例、後腹膜アプロー

1 済生会横浜市南部病院心臓血管外科

\*現 防衛医科大学第2外科(Tel: 042-995-1211)

〒359-8513 埼玉県所沢市並木3-2

2 横浜南共済病院心臓血管外科

3 横浜市立大学医学部附属市民総合医療センター心臓血管外科

4 同 附属市民総合医療センター集中治療部

5 同 附属病院第一外科

受付：2003年11月10日

受理：2004年1月30日

チ、腎動脈再建を除外し、腹腔内圧を計測する事が出来た連続の症例群である。対象39例で年齢は平均68.7 ± 8.5才、男性33例女性6例であった。使用人工血管(UBE graft, Interguard)は26例がY字で13例が直型であった。皮膚切開は通常群では剣状突起下から恥骨上縁付近に及び全腹部正中切開で、小切開群では術前CTに基づいて、臍と瘤の位置関係を皮膚にマーキングし、瘤中枢の約2cm上方から約10cmあるいは瘤全長分の皮膚切開をおく事を基本とし、肥満の強い患者と腸骨動脈領域の再建を含む症例ではやや長めの切開とした。

技術的な相違点としては先ず通常群では腸管を腹壁外に脱出させるのに対して、小切開群では腸管を腹腔外に脱出させずに視野を展開する事と、次に通常群では中枢と末梢を同時遮断するが、小切開群では同時遮断が出来ないときには、中枢吻合中は末梢を瘤上で遮断し、中枢吻合終了後に再遮断あるいは末梢を8Frの尿道バルーンで2期的に遮断する事などが挙げられる。

術後腹腔内圧の計測では、尿道バルーンに輸液回路と専用圧トランスデューサーを3方活栓で接続し、術後4から8時間毎に、膀胱内に生理食塩水又は蒸留水100ml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<sup>4)</sup>。検討に用いた腹腔内圧計測値はICU又はHCU(High Care Unit)入室中の術後20時間までとした。検討した術前術中因子は年齢、手術時間、出血量、輸血量、術中水分バランスで、術後因子は腹腔内圧、上大静脈圧、ICU滞在日数、入院日数、飲水と摂食の開始時間、合併症であった。数値は平均値 ± 標準偏差で示した。通常群と小切開群の各群間で諸因子を比較した。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(Table 1)では、通常切開群と比べ、小切開群で年齢がより高く、大動脈遮断時間が短く、手術時間は短縮し、同種血輸血率がより低かった。性別、大動脈瘤横径、出血量、同種血輸血量に差はなかった。最低直腸温は小切開群でより高い傾向にあった。術後の因子(Table 2)では腹腔内圧の経過中の最高値は小切開群で有意に低く、最高値を呈した時間は小切開群で5.0 ± 4.7hrs、通常群で9.8 ± 8.1hrsと通常群で遅かった(p = 0.041)。術直後から術後20時間の腹腔内圧の平均は小切開群で有意に低く、術直後から術後20

時間までの全ての計測点で小切開群が有意に低値を示した。上大静脈圧は小切開群で低い傾向にあった。腹腔内圧と上大静脈圧の圧格差は小切開群で1~2mmHg、通常群では4~5mmHg程度の圧差が認められた。飲水開始と摂食開始はいずれも小切開群で短縮していた。両群で死亡を認めず、合併症は両群で差を認めなかった(小切開群6.3%:胃潰瘍1,通常群13.0%:動脈急性閉塞1,胃潰瘍1,急性腎不全1, p = 0.50)。両群でICU滞在に差はなく、術後入院日数は小切開群で短縮していた。

## 考 察

近年、腹部大動脈瘤の低侵襲治療法としてステントグラフト治療が発展してきたが、その長期予後はいまだ不確実である<sup>5)</sup>。その一方で、長期的な確実性のある通常の腹部大動脈瘤切除人工血管置換を低侵襲化する試みがなされつつある<sup>6)</sup>。切開創を短縮することによって、食事再開を早期化し、ICUと病院滞在を短縮し、疼痛コントロールを容易にし、経済効率を改善することが示され、また傾向として手術時間の短縮、輸血量の減少、合併症低減などが示されてきた<sup>1,2,6,7)</sup>。我々はこの小切開腹部大動脈瘤手術を2001年5月より導入し、その低侵襲性を実感してきたが、現在までに示されてきた低侵襲性に関する情報である病院滞在日数、食事再開時期や治療コストなどは<sup>1,2,6-8)</sup>、施設の方針や担当医の主観などの条件により左右される因子であり、客観的なデータの必要性を考えてきた。我々は従来より破裂性を含む腹部大動脈瘤手術症例の検討で術後の腹腔内圧計測が腹部大動脈瘤の手術侵襲性を評価するのに鋭敏であることを提唱してきており<sup>3)</sup>、腹腔内圧を小切開手術の低侵襲性評価の客観的指標として用いる事が出来るという仮説を立ててこの検討を遂行したが、この検討でそれを実証する結果を得たと考えている。

腹腔内圧は腸管浮腫や血腫などにより上昇し、腹部大動脈瘤術後の多臓器不全の原因となり、呼吸、循環、腎機能、消化管機能に悪影響を与えることが知られている<sup>9)</sup>。腹腔内圧値による状態は報告にもよるが、生理的には0-5mmHg<sup>10)</sup>で、10mmHg未満は正常範囲とされる<sup>11)</sup>。15-20mmHg以上では臓器障害が出現し、死亡率が増加し<sup>12)</sup>、25mmHgを越えると外科的減圧術が必要と報告される<sup>13)</sup>。従来我々の腹部大動脈瘤術後の検討では腹腔内圧の最高値が20mmHg以上の群で挿管時

**Table 1** Preoperative and intraoperative parameter

	Minimal incision (n=16)	Standard incision (n=23)	P value
Age	72.3±11.1 yrs	67.5±7.3 yrs	P=0.012
Gender (male / female)	12 / 4	21 / 2	P=0.17
Diameter of aortic aneurysm	55.6±13.4	60.6±12.1	P=0.23
Aortic clamp time	47.5±7.4	60.0±15.0	P=0.004
Duration of operation	175±39 min	291±70 min	P<0.0001
Bleeding	960±493 ml	1585±1453 ml	P=0.11
Blood transfusion amount*	0±0 ml	341±933 ml	P=0.15
Blood transfusion employment*	0 / 16 (0%)	5 / 23 (22%)	P=0.046
Lowest rectal temperature	35.9±0.6°C	35.6±0.6°C	P=0.084

\*Auto-transfusion was not included. Values are means±SD

**Table 2** Postoperative parameters

	Minimal incision (n=16)	Standard incision (n=23)	P value
Maximal IAP*	7.0±2.7 mmHg	12.4±3.1 mmHg	P<0.0001
Mean IAP**	5.6±2.3 mmHg	10.3±2.2mmHg	P<0.0001
Mean SVCP***	3.9±1.7 mmHg	5.1±2.2 mmHg	P=0.063
Clear diet start	2.8±0.8 days	4.6±1.7 days	P=0.0003
Regular diet start	4.3±1.2 days	6.0±2.1 days	P=0.0050
Mortality	0 / 16	0 / 23	Ns
Morbidity	1 / 16 (6.3%)	3 / 23 (13.0%)	P=0.50
ICU stay	1.0±0.0 days	1.1±1.3 days	P=0.79
Hospital stay	15.0±2.7 days	20.2±7.1 days	p=0.012

\*IAP: intra-abdominal pressure, \*\*from 0 to 20 hours after operation,

\*\*\*SVCP: superior vena cave pressure, Values are means±SD

間は延長し、摂食開始は遅延し、合併症が高率に発症し、ICU滞在と在院日数が延長していた<sup>3)</sup>。本検討での小切開手術の腹腔内圧は最高値の平均が7.0mmHg(1-12mmHg)、経過中の平均値では5.6mmHgとほぼ正常範囲で、これと比べると通常切開の腹腔内圧は最高値の平均が12.4mmHg(7~20mmHg)、経過中の平均値で10.3mmHgと正常範囲から軽度逸脱を示した。腹腔内圧の上昇によって、横隔膜挙上による呼吸状態悪化、下大静脈圧迫による循環障害、静脈還流障害による腎機能低下や消化管機能障害をきたして全身回復が遅延することが推定される<sup>11)</sup>。

腹腔内圧は生理的には下大静脈圧と一致することが知られるが<sup>14)</sup>、腹腔内圧が上昇すると、下大静脈は圧迫されて上大静脈圧の間に差が生じる。小切開群の腹腔内圧と上大静脈圧の圧格差( Table 2 )は1-2mmHgとほ

とどなく、通常群では約5mmHgの圧格差を認め、下半身血流や腹部臓器の静脈還流に悪影響を与えていたと考えられる。本検討での回復に関する臨床的因子では飲水開始、摂食開始、術後入院期間で小切開群が好ましい経過をとっており、腹腔内圧上昇がより重症な術後経過をもたらすという従来の検討結果<sup>3)</sup>と傾向として一致すると考えられた。

通常群と小切開群での腹腔内圧の違いを生ずる機序を考えるにあたり、本検討では直腸温を比較し、開腹に伴う不感蒸泄による体温低下を比較しようと試みた。直腸温は小切開群でより高く保たれる傾向があり( Table 1 )、小切開で露出範囲が小さい事が不感蒸泄の減少と体温低下防止につながると考えられた。おそらく通常切開群では腸管を腹腔外に脱出させる為に腸管や腸間膜の牽引に伴う血行障害などの侵襲に加え、外

気との接触による腸管の乾燥冷却をもたらすと考えられ、一方小切開では腸管や腸間膜の牽引が少なく、腸管が腹腔内に保たれて外気への接触が少なくより生理的と考えられ、腸管への侵襲低下が腹腔内圧低下に貢献している可能性があると考えられた。疼痛に関しては本検討では検討項目としなかったが、小切開は分節数が少ないために硬膜外麻酔が効きやすいと考えられ、硬膜外麻酔終了後も小切開は疼痛が軽いために歩行再開が早い<sup>15)</sup>。

小切開にする技術的問題については<sup>8)</sup>、この検討における大動脈遮断時間、手術時間、出血量と同種血輸血量と量の結果から小切開群に不利な情報はなく、技術的には問題ないと思えるのが妥当であろう。小切開手術を施行した施設Bでは腹腔内圧を測定した本検討の16例を含む小切開下の経腹的腹部大動脈瘤手術を試みた全38例の中で8例(21%)が小切開から脱落している。脱落例の内訳は4例が腹腔内癒着、2例が中枢視野確保、2例が末梢視野確保の為に、これらの症例では切開線が延長し15cm以上となったが、従来の通常切開(20~25cm)に比べるとその切開は十分小さい。79%の症例での小切開手術完遂率から考えると小切開下手術は基本術式と言っても差し支えないであろう。

症例による切開長の選択の目安は直型置換で8~10cm、総腸骨動脈迄のY字置換で10~12cm、外腸骨動脈を含むY字置換で12~14cmが無理のないところで、肥満症例では大きめの皮切が安全であろう。技術的な工夫としては、末梢の段階的な遮断と皮膚切開ウィンドウの移動、flexibleなshaftを持つ遮断鉗子の使用、末梢遮断に尿道バルーンを用いる事<sup>8)</sup>、腰部枕の挿入や逆ジャックナイフ位などの体位変換<sup>15)</sup>などが挙げられる。我々は一部の症例でディスプレイ開創器(Applied社 Alexis Wound Retractor)を用いたが視野展開は良好であった。

手術時間は小切開にした為に必ずしも長時間化する事はないようであるが、有意に短縮するという報告もない<sup>2,15)</sup>。本検討では小切開群で短縮し、小切開では創閉鎖に要する時間が短縮すると考えられた。今後腹腔鏡技術などの進歩により低侵襲な腹部大動脈外科的治療の更なる改良が期待されるが<sup>16)</sup>、小切開下の待機的腹部大動脈瘤手術は少なくとも現時点では特殊な技術を必要とせず安全で、手術時間延長、輸血量増加、ICU滞在延長や合併症増加といった不利益はなく、早期の

飲食を可能とし、より早期の退院を可能にすると考えられた。腹腔内圧は腹部大動脈瘤術後に、患者診察や他の因子では把握の難しい腹腔内の病態を一つの数字で表現する病態把握と治療方針決定に有用な因子であるが<sup>3)</sup>、今回の我々の検討では腹腔内圧を用いる事で、通常切開の腹部大動脈瘤手術に対する小切開手術の低侵襲性を客観的に示すことが出来たと考えられた。

本研究の限界としては2施設間の比較検討であるために、患者群、手術技術、施設方針、主治医の主観などが結果に影響を及ぼしている可能性がある。より適正な比較のためには今後、同一施設、同程度の術者による比較が必要と考えられた。

## 結 語

小切開下の腹部大動脈瘤手術は特に技術的問題はなく、術後の腹腔内圧を低く保ち、飲水や摂食を早期化させ、早期退院に貢献すると考えられ、一般的に推奨される術式と考えられた。

(補遺)著者らは本検討の遂行に際する済生会横浜市南病院ICU及び横浜市立大学医学部附属市民総合医療センターICUとHCUのスタッフの献身的な協力に感謝の意を表する。

## 文 献

- 1) Cerveira, J. J., Halpern, V. J., Faust, G., et al.: Minimal incision abdominal aortic aneurysm repair. *J. Vasc. Surg.*, **30**: 977-984, 1999.
- 2) Turnipseed, W. D., Carr, S. C., Hoch, J. R., et al.: Minimal incision aortic surgery (MIAS). *Ann. Vasc. Surg.*, **17**: 180-184, 2003.
- 3) 磯田 晋, 井元清隆, 内田敬二, 他: 腹部大動脈瘤術後の腹腔内圧計測. *日血外会誌*, **11**: 629-633, 2002.
- 4) Iberti, T. J., Kelly, K. M., Gentili, D. R., et al.: A simple technique to accurately determine intra-abdominal pressure. *Crit. Care Med.*, **15**: 1140, 1987.
- 5) Prinssen, M., Wever, J. J., Mali, W. P. T. M., et al.: Concerns for the durability of the proximal abdominal aortic aneurysm endograft fixation from a 2-year and 3-year longitudinal computed tomography angiography study. *J. Vasc. Surg.*, **33**: S64-69, 2001.
- 6) Turnipseed, W., Tefera, G. and Carr, S.: Comparison of minimal incision aortic surgery with endovascular aortic repair. *Am. J. Surg.*, **186**: 287-291, 2003.

- 7) Turnipseed, W. D., Carr, S. C., Tefera, G., et al.: Minimal incision aortic surgery. *J. Vasc. Surg.*, **34**: 47-53, 2001.
- 8) Morishita, K., Kawaharada, N., Fukada, J., et al.: Can minilaparotomy abdominal aortic aneurysm repair be performed safely and effectively without special skills? *Surgery*, **133**: 390-395, 2003.
- 9) Loftus, I. M. and Thompson, M. M.: The abdominal compartment syndrome following aortic surgery. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.*, **25**: 97-109, 2003.
- 10) Sugrue, M.: Intra-abdominal pressure. *Clin. Int. Care*, **6**: 76-79, 1995.
- 11) Wittmann, D. H.: Compartment syndrome of the abdominal cavity. *Intensive Care Medicine*, 4th ed., Irwin, R. S., Cerra, F. B. and Rippe, J. M., Philadelphia, New York, 1999, Lippincott-Raven Publishers, pp.1888-1904.
- 12) Sugrue, M., Buist, M. D., Hourihan, F., et al.: Prospective study of intra-abdominal hypertension and renal function after laparotomy. *Br. J. Surg.*, **82**: 235-238, 1995.
- 13) 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.
- 14) Richardson, J. D. and Trinkle, J. K.: Hemodynamic and respiratory alterations with increased intra-abdominal pressure. *J. Surg. Res.*, **20**: 401-404, 1976.
- 15) Matsumoto, M., Hata, T., Tsushima, Y., et al.: Minimally invasive vascular surgery for repair of infrarenal abdominal aortic aneurysm with iliac involvement. *J. Vasc. Surg.*, **35**: 654-660, 2002.
- 16) Matsumoto, Y., Nishimori, H., Yamada, H., et al.: Laparoscopy-assisted abdominal aortic aneurysm repair. First case reports from Japan. *Circ. J.*, **67**: 99-101, 2003.

## Evaluation of the Lower Invasiveness of Minimal Incision Abdominal Aortic Aneurysm Surgery based on Intra-Abdominal Pressure

Susumu Isoda<sup>1\*</sup>, Norihisa Karube<sup>2</sup>, Tamitaro Soma<sup>1</sup>, Akira Sakamoto<sup>1</sup>, Masato Okita<sup>1</sup>, Kiyotaka Imoto<sup>3</sup>, Shin-ichi Suzuki<sup>3</sup>, Keiji Uchida<sup>3</sup>, Osamu Yamaguchi<sup>4</sup> and Yoshinori Takanashi<sup>5</sup>

1 Department of Cardiovascular Surgery, Saiseikai Yokohama City Nanbu Hospital  
\*Second Department of Surgery, National Defence Medical College

2 Department of Cardiovascular Surgery, Yokohama Minami Kyosai Hospital

3 Division of Cardiovascular, Yokohama City University School of Medicine Medical Center

4 Division of Intensive Care Unit, Yokohama City University School of Medicine Medical Center

5 First Department of Surgery, Yokohama City University School of Medicine

**Key word:** Abdominal aortic aneurysm, Minimal incision, Lower invasiveness, Intra-abdominal pressure

Information regarding the reduced invasiveness of down-sized skin incision for abdominal aortic aneurysm (AAA) repair is not enough. In this study, we aimed to evaluate the reduced invasiveness of AAA repair with minimal incision based on intra-abdominal pressure measurement (IAP) that we reported to be effective to estimate the severity of AAA repair. Twenty-three patients with an AAA underwent standard incision repair (Standard) and 16 other patients with AAA underwent minimal incision repair (Mini) for tube or Y graft implantation. There were no deaths in either group. In the Mini group, the age was higher (Mini  $72.3 \pm 11.1$  yrs, Standard  $67.5 \pm 7.3$  yrs,  $p = 0.012$ ), but there were fewer transfusions (Mini 0 / 16, Standard 3 / 25,  $p = 0.046$ ) than in the Standard group. After surgery, in the Mini group, maximal intra-abdominal pressure was lower (Mini  $6.9 \pm 2.7$  mmHg, Standard  $12.4 \pm 3.1$  mmHg,  $p < 0.0001$ ), mean intra-abdominal pressure was lower (Mini  $5.6 \pm 2.3$  mmHg, Standard  $10.3 \pm 2.3$  mmHg,  $p < 0.0001$ ), clear diet intake start (Mini  $2.8 \pm 0.8$  day, Standard  $4.6 \pm 1.7$  day,  $p = 0.0003$ ) and general diet intake start (Mini  $4.3 \pm 1.2$  day, Standard  $6.0 \pm 2.1$  day,  $p = 0.005$ ) was earlier, and postoperative hospital stay was shorter (Mini  $15.0 \pm 2.7$  d, Standard  $20.2 \pm 7.1$  d,  $p = 0.012$ ). There was no significant difference in morbidity between the two groups (Mini 6.3%: gastric ulcer 1, Standard 13.0%: acute occlusion of artery 1, gastric ulcer 1, acute renal failure 1,  $p = 0.50$ ). While clinical parameters of minimal incision AAA repair showed earlier recovery than that of standard AAA repair, lower intra-abdominal pressure seemed objectively to demonstrate less invasiveness of minimal incision AAA repair.

( *Jpn. J. Vasc. Surg.*, **13**: 415-419, 2004 )