

岩手医科大学
審査学位論文
(博士)

原著

適切な脳組織酸素飽和度を維持するために必要な各種バイタルサインに関する研究

short title: 脳組織酸素飽和度と各種バイタルサイン

相澤 純、永田博文、山田直人、鈴木道大、鈴木健二
岩手医科大学医学部麻酔学講座

〒020-8505 岩手県盛岡市内丸 19-1

**A study on several vital signs required for
maintaining appropriate cerebral oxygen saturation**

Jun Aizawa, Hirofumi Nagata, Naoto Yamada, Michihiro
Suzuki, Kenji S Suzuki

Department of Anesthesiology, School of Medicine, Iwate
Medical University

19-1 Uchimaru, Morioka, Iwate 020-8505, Japan

**Key words: cerebral oxygen saturation, vital signs,
near-infrared spectroscopy**

連絡先：鈴木健二

020-8505 岩手県盛岡市内丸 19-1

岩手医科大学医学部麻酔学講座

FAX: 019-623-4112

Mail: kenjis@iwate-med.ac.jp

要約：要約：【目的】近赤外線分光法による脳組織酸素飽和度 (rSO_2) に影響する指標を調査した。**【方法】**麻酔中 rSO_2 を測定した症例：肺腫瘍に対する肺葉切除術群 (LT 群、 $n=50$)、腹部大動脈瘤に対する Y 型人工血管置換術群 (AAA 群、 $n=42$)、胸腹部大動脈瘤に対する胸腹部人工血管置換術群 (TAAA 群、 $n=43$) を対象とし、 rSO_2 に影響する呼吸・循環・代謝指標を重回帰分析により検討した。**【結果】** rSO_2 に影響する指標は LT 群でヘモグロビン濃度 (Hb)・ PaO_2 ・ $PaCO_2$ 、AAA 群で Hb・上大静脈血酸素飽和度、TAAA 群で体温・混合静脈血酸素飽和度であった ($p<0.01$)。また、 rSO_2 に最も影響する指標は LT 群で PaO_2 、AAA 群で Hb、TAAA 群で体温であった ($p<0.01$)。**【結語】**脳の酸素化を維持するためには Hb・ PaO_2 ・ $PaCO_2$ ・体温の制御が重要である可能性が示唆された。

< 392 文字 >

Abstract

A study on several vital signs required for maintaining appropriate cerebral oxygen saturation

Jun Aizawa, Hirofumi Nagata, Naoto Yamada, Michihiro Suzuki, Kenji S Suzuki

Department of Anesthesiology, School of Medicine, Iwate Medical University

19-1 Uchimarui, Morioka, Iwate 020-8505, Japan

Objective: To investigate which vital signs are relevant to cerebral oxygenation using near infrared spectroscopy (rSO₂) as an index. **Methods:** Subjects were surgery patients who were managed using rSO₂ monitoring under anesthesia. Subjects included patients who had suffered lung tumors with resected lung lobes (LT group: n=50), those who suffered abdominal aortic aneurysms and who underwent Y-type blood vessel grafts (AAA group: n=42), and those suffering from thoracic abdominal aortic aneurysms and who underwent thoracic and abdominal blood vessel prosthesis implantation (TAAA group: n=43). We investigated the perioperative values of respiratory and/or circulatory indices retrospectively, and investigated their correlations with rSO₂ values by multiple regression analysis. **Results:** The indices found to affect rSO₂ values were blood hemoglobin concentration (Hb), PaO₂ and PaCO₂ in the LT group; Hb and ScvO₂ in the AAA group; body temperature (BT) and SvO₂ in the TAAA group. **Conclusions:** We believe that Hb, PaO₂, PaCO₂ and BT

are important indices for maintaining appropriate brain oxygenation.

<159 words>

目 的

集中治療を要する患者では循環機能や肺酸素化能の変動が起こりやすく、脳梗塞や虚血性心疾患等、基礎疾患として血流障害がある臓器・組織をもつ患者では更なる虚血を起こしやすい。特に中枢神経系の虚血による障害は集中治療患者の合併症として重要視されており、最近でもその予防法や早期発見のためのモニタリングに関する報告が散見される¹⁾²⁾。近赤外線分光法(near infrared spectroscopy, NIRS)による脳酸素化モニターは非侵襲的かつ簡便に脳の酸素化状態をモニターできるため広く臨床応用されつつある。今回、分離肺換気により肺酸素化能が著しく低下する肺腫瘍の手術、大動脈の遮断・解除により循環動態が大きく変動する腹部大動脈瘤手術および術中低体温にする胸腹部大動脈置換術患者を対象として近赤外線分光法による脳組織酸素化指標と呼吸・循環動態および体温の術中変動について解析し、これらの関連性について検討した。

対象と方法

本研究は後ろ向き研究であり、岩手医科大学倫理委員会の承認の下施行した(承認番号:H24-217)。

1) 対象

2002年10月～2011年9月の約9年間に岩手医科大学附属病院および附属循環器医療センターで施行された以下の予定手術患者のうち、麻酔中脳組織酸素飽和度モニターを装着して管理した症例を対象とした。脳梗塞や意識障害の既往がある患者は除外した。

LT群: 肺腫瘍に対する開胸による肺葉切除患者

AAA群: 腎動脈より尾側の腹部大動脈瘤に対する開腹によるY型人工血管置換術患者

TAAA 群：胸腹部大動脈瘤に対する人工心肺を用いた開胸・開腹による胸腹部人工血管置換術患者

2) 麻酔方法

硬膜外麻酔併用の全身麻酔または全身麻酔単独で行われた。麻酔中各群とも INVOS 5100[®] (Somanetics, Troy, USA) による脳組織酸素飽和度 (以下 rSO_2) を連続モニターした。 rSO_2 センサーは患者の前額部に貼付し、左右に貼付した場合は両側の平均値を採用した。LT 群・AAA 群では、動脈ラインに Edwards Lifescience (USA) 社製 FloTrac[®] センサーを接続し、動脈圧波形心係数 (arterial pressure -based cardiac index: APCI) および 1 回拍出量変化率 (stroke volume variation: SVV) をモニターした。また AAA 群ではこれに加え右内頸静脈より PreSep カテーテル[®] (Edwards Lifesciences, CA, USA) を挿入し、上大静脈血酸素飽和度 ($ScvO_2$) および中心静脈圧 (CVP) をモニターした。TAAA 群では、右内頸静脈より肺動脈カテーテル (pulmonary arterial catheter: PAC) を挿入し、肺動脈圧 (pulmonary arterial pressure: PAP)・心係数 (cardiac index: CI) および混合静脈血酸素飽和度 (SvO_2) をモニターした。また、人工心肺下大動脈遮断中に脊髄保護目的で約 28°C の低体温麻酔を併用した他、脊髄腔ドレナージも施行した。麻酔中は適宜採血を施行し、動脈血ガス分析を測定した。

3) 調査項目

麻酔記録表より麻酔中の同時刻に記録された rSO_2 、心拍数 (heart rate: HR)、平均動脈圧 (mean arterial pressure: MAP)、CVP、APCI、CI、SVV、ヘモグロビン濃度 (blood hemoglobin concentration: Hb)、 PaO_2 、 $PaCO_2$ 、乳酸濃度 (serum lactate concentration: LAC)、 $ScvO_2$ 、 SvO_2 、体温 (body temperature: BT) の値を調査し、 rSO_2 と各指標との関係について解析した。また、診療録より術後の痙攣・意識障害等の神経学的異常について調査し、

術中の rSO_2 値との関連性について検討した。

4) 統計学的推計

数値は全て平均値±標準偏差で示した。群間比較には対応のない t 検定および χ^2 検定を用いた。また、各群において rSO_2 を従属変数、他の指標を独立変数とした重回帰分析をステップワイズ法により行った。統計解析には SPSS for Windows (ver. 15.0) を使用し、 $p < 0.01$ を有意水準とした。

結 果

LT 群 50 例、AAA 群 42 例、TAAA 群 43 例が対象となった。患者背景では TAAA 群において手術時間・麻酔時間が他群と比較して有意に長かった ($p < 0.01$ 、Table 1)。

Table 2 に各群における麻酔中の rSO_2 値を示す。TAAA 群で AAA 群と比較して平均値が高かった ($p < 0.01$ 、Table 1)。

Table 3-5 に rSO_2 と各指標との相関関係を示す。LT 群では Hb、 PaO_2 、 $PaCO_2$ との間に有意な正の相関関係があった (Table 3、 $p < 0.01$)。AAA 群では $ScvO_2$ 、Hb との間に有意な正の相関関係を認めた (Table 4、 $p < 0.01$)。TAAA 群では SvO_2 との間に正の相関関係、BT との間に負の相関関係を認めた (Table 5、 $p < 0.01$)。

Table 6 に各群の重回帰分析結果を示す。LT 群では独立変数として HR、MAP、APCI、Hb、 PaO_2 、 $PaCO_2$ を投入し、HR、MAP、APCI は除外された (Table 6 上段、決定係数： $R^2=0.377$ 、分散分析： $p < 0.0001$ 、Durbin-Watson 比：1.614)。AAA 群では独立変数に HR、MAP、CVP、APCI、 $ScvO_2$ 、SVV、LAC、Hb を投入し、 $ScvO_2$ 、Hb 以外は除外された (Table 6 中段、 $R^2=0.237$ 、分散分析： $p < 0.0001$ 、Durbin-Watson 比：1.858)。TAAA 群では独立変数に BT、HR、MAP、CI、 SvO_2 を投入し、BT、 SvO_2 以外は除外された (Table 6 下

段、 $R^2=0.332$ 、分散分析： $p<0.0001$ 、Durbin-Watson比： 2.065 ）。なお、共線性の診断ではいずれの群においても除外されなかった独立変数間での明らかな相関は認めなかった。

術後状態については、LT群・AAA群では明らかな神経学的異常を認めた症例はなかった。TAAA群では43例中6例(14%)に術後神経学的異常を認めた。神経学的異常所見としては、痙攣が3例、脳梗塞2例、意識障害1例であった。TAAA群の中で術後神経学的異常を認めなかった群と認めた群との比較をTable 7に示す。術後神経学的異常を呈した群は正常であった群と比較して高齢であり、麻酔中の rSO_2 の最高値が低く、手術時間・麻酔時間は短かった(Table 7、 $p<0.01$)。

考 察

急性肺障害や心機能障害、大量出血による貧血患者では酸素運搬能が低下しているため低酸素脳症に陥りやすい。また、人工心肺(cardiopulmonary bypass, CPB)や経皮的心肺補助装置(percutaneous cardiopulmonary support, PCPS)では生理的な心臓・大動脈の収縮による拍動流ではなく、ローラー・ポンプや遠心ポンプによる非拍動流により血流が維持されるため血流障害がある臓器・組織では虚血に陥りやすい。CPBやPCPSに伴う中枢神経系の虚血による障害は心臓大血管手術および集中治療中の合併症として重要視されており、最近でもその予防法や早期発見のためのモニタリングに関する報告がみられる^{3)~6)}。これらからも集中治療において脳の酸素化を維持するための適切な全身管理法を明らかにすることは意義がある事といえる。

脳虚血の予防措置としては、低体温にすることと脳血流量を多く保つことが挙げられる⁷⁾⁸⁾。低体温にすること

により組織の酸素消費量は抑制されるため虚血による細胞障害は起きにくいとされる。一方、低体温では血小板機能や凝固因子活性が阻害され出血傾向となりやすくなるため手術患者や出血がある外傷患者では不利である。さらに薬物代謝が遅くなるため鎮静からの覚醒は遅くなり、覚醒時に shivering を生じ酸素消費量が亢進してしまう等の弊害も起こり得る。現在、脳保護のために必要な体温低下に関する明白な指針はない。そのため体温を過剰に低下させることによる time loss や凝固障害等の副作用、或いは低体温療法を施行する手技の繁雑性および cost up が生じている。また、脳血流量を多くするためには血圧をある程度高く維持することが推奨されているが、血圧を高めることは脆弱化した血管の破綻や後負荷増大による心筋酸素消費量上昇等の懸念がある。

今回の検討では、麻酔中の rSO_2 値は TAAA 群で AAA 群と比較して平均値が高かった (Table 2、 $p < 0.01$)。これは TAAA 群において麻酔中低体温にしたため、その間の rSO_2 値が高めで推移したためと考えられる。 rSO_2 と相関関係を示したバイタルサインとして LT 群では Hb、 PaO_2 、 $PaCO_2$ が、AAA 群では Hb、 $ScvO_2$ 、TAAA 群では BT と SvO_2 が挙げられた (Table 3-5、 $p < 0.01$)。重回帰分析では LT 群で $rSO_2 = 37.441 + 1.032 \times Hb + 0.037 \times PaO_2 + 0.299 \times PaCO_2$ 、AAA 群で $rSO_2 = 16.369 + 2.396 \times Hb + 0.25 \times ScvO_2$ 、TAAA 群で $rSO_2 = 131.875 - 2.319 \times BT + 0.225 \times SvO_2$ という関係が認められた (Table 6)。さらに、標準化係数 (β) に注目してみると LT 群では PaO_2 、AAA 群では Hb、TAAA 群では BT が高かったことより、 rSO_2 を高く維持するためには LT 群では PaO_2 を高く保ち、AAA 群では Hb を高く保ち、TAAA 群では BT を低く保つことがより有効であったといえる。また、 $ScvO_2$ と SvO_2 ではどちらも rSO_2 と相関した。 rSO_2 は 3:7 の割合で動脈血より静脈血の酸素飽和度を強く反映していることから混合静脈血とは相関することが報告されている¹⁾⁷⁾。さらに、脳からの静脈血を多く含

む $ScvO_2$ の方が SvO_2 と比較してより強く相関するといわれている⁹⁾。

頸動脈内膜剥離術の際の脳血流の評価、肺酸素化能が低下した状態における呼吸管理、CPBやPCPS時の灌流圧や体温調節、あるいは大量出血時の循環管理を行ううえで脳組織酸素飽和度をモニタリングすることは有用であると考えられる¹⁰⁾⁻¹²⁾。現在本邦ではNIRO[®]による tissue oxygen index(TOI)とINVOS[®]による局所脳酸素飽和度(rSO_2)が使用可能となっている。当施設で主に使用している機種はINVOS 5100[®]であるが、前額部に貼付したプローブより2波長(735nmと810nm)の近赤外線を発光、吸収することにより大脳皮質の酸素飽和度(rSO_2)を測定するものである。いずれの機種においても標準値が規定されていないため数値の解釈は個々の患者毎の検討が必要となる。Base lineの80%以上または rSO_2 値で50%以上を維持することを推奨し、これ以下になった場合のアルゴリズムとして、心拍出量の上昇(輸液負荷、inotropic agent・血管拡張薬の使用)・吸入酸素濃度の上昇・輸血($Ht < 25\%$ の場合)・ $PaCO_2$ の上昇(45mmHg以上に保つ)・ポンプ灌流圧の上昇により脳へ酸素供給を増加させ、次に体温を下げる・麻酔深度を深くする・神経保護薬を投与することにより脳の酸素消費量を減少させることを提示した報告がある¹⁾。今回の検討では、 PaO_2 とHbおよびBTに関しては rSO_2 との相関を認め、上記のアルゴリズムに一致した見解が得られたが、心拍出量に関してはFloTrac[®]によるAPCIおよびPACによるCI共に rSO_2 との明らかな相関関係は認めなかった。

Table 7に示したTAAA群での神経学的異常の有無による比較において神経学的異常を認めた群で高齢であったことより高齢者では低酸素脳症のriskが高まる事が示唆された。また、神経学的異常を認めた群での麻酔中の rSO_2 の最高値が低かったことに関しては、低体温麻酔中の適

切な体温管理や人工心肺中の灌流圧を含む循環管理について、今後更なる検討を要する。さらに輸液バランスが多かった ($p=0.036$) ことより、過剰輸液には注意すべきと考えられた^{13,14)}。手術時間・麻酔時間が神経学的異常を認めなかった群でむしろ長かったことは、手術が長時間であることより術前患者状態や術中管理法がより重要であることを示したものと思われる。

本研究の限界として、後ろ向き研究であることが挙げられる。具体的には以下のとおりである：①各症例の麻酔管理方法は麻酔担当医により異なるため、使用麻酔薬や輸液内容・量が厳密に統一されていない。②麻酔表記録に不備がある症例があり、調査期間中の対象から除外されている。③麻酔記録方法が異なるため、群毎に収集可能な指標に違いが生じた。今後は、麻酔管理方法を厳密に統一した前向き研究が必要と考えられる。また、今回臨床上最も問題となった TAAA 群での術後の神経学的異常については、さらに細かい術前の脳血管障害 risk 評価および体温管理を含めた麻酔中の管理法についての再考が必要である。

脳組織酸素化指標と関連性の深い生体指標として肺酸素化能・ヘモグロビン濃度・体温があげられ、適切な脳酸素化状態を維持するためにはこれらの制御が重要であると考えられた。

本稿の全ての著者に利益相反はない。

参考文献

- 1) Moerman A, Wouters P. Near-infrared spectroscopy (NIRS) monitoring in contemporary anesthesia and critical care. *Acta Anaesth. Belg* 2010;61:185-94.
- 2) Stuart RM, Schmidt M, Kurtz P, Waziri A, et al. Intracranial multimodal monitoring for acute brain

- injury: A single institution review of current practices. *Neurocrit Care* 2010;12:188-98.
- 3) Heringlake M, Garbers C, Käbler JH, et al. Preoperative cerebral oxygen saturation and clinical outcomes in cardiac surgery. *Anesthesiology* 2011;114:58-69.
 - 4) Kakihana Y, Matsunaga A, Yasuda T, et al. Brain oxymetry in the operating room: current status and future directions with particular regard to cytochrome oxidase. *J Biomedical Optics* 2008;13:033001-1-14.
 - 5) Urlesberger B, Grossauer K, Pocivalnik M, et al. Regional oxygen saturation of the brain and peripheral tissue during birth transition of term infants. *J Pediatr* 2010;157:740-4.
 - 6) Hirsch JC, Charpie JR, Ohye RG, et al. Near infrared spectroscopy (NIRS) should not be standard of care for postoperative management. *Pediatr Card Surg Ann* 2012;13:51-4.
 - 7) Tyree K, Tyree M, DiGeromino R. Correlation of brain tissue oxygen tension with cerebral near-infrared spectroscopy and mixed venous oxygen saturation during extracorporeal membrane oxygenation. *Perfusion* 2009;24:325-31.
 - 8) Rubio Á, Hakami L, Münch F, et al. Noninvasive control of adequate cerebral oxygenation during low-flow antegrade selective cerebral perfusion on adults and infants in the aortic arch surgery. *J Card Surg* 2008;23:474-9.
 - 9) Redlin M, Koster A, Huebler M, et al. Regional differences in tissue oxygenation during cardiopulmonary bypass for correction of congenital heart disease in neonates and small infants: Relevance

of near-infrared spectroscopy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008;136:962-7.

- 10) 山田直人, 永田博文, 佐藤美浩, 他. 分離肺換気中の脳組織酸素飽和度－プロポフォールとセボフルランの比較－. *麻酔* 2008;57:1388-97.
- 11) McQuillen PS, Nishimoto MS, Bottrell CL, et al. Regional and central venous oxygen saturation monitoring following pediatric cardiac surgery: Concordance and association with clinical variables. *Pediatr Crit Care Med* 2007;8:154-60.
- 12) Schön J, Heringlake M, Berger KU, et al. Relationship between mixed venous oxygen saturation and regional cerebral oxygenation in awake, spontaneously breathing cardiac surgery patients. *Minerva Anesthesiologica* 2011;77:952-8.
- 13) Boyd JH, Forbes J, Nakada TA, et al: Fluid resuscitation in septic shock: A positive fluid balance and elevated central venous pressure are associated with increased with increased mortality. *Crit Care Med* 2011;39:259-65.
- 14) Bundgaard-Nielsen M, Secher NH, Kehlet H: “Liberal” vs. “restrictive” perioperative fluid therapy –A critical assessment of the evidence. *Acta Anesthesiol Scand* 2009;53:843-51.

Table 1 : Patient characteristics

	LT group (n=50)	AAA group (n=42)	TAAA group (n=43)
Age(years)	69.4±9.6	70.4±7.5	63.3±10.8
Gender(M/F)	24/26	36/6	32/11
Height(cm)	156.7±8.9	162.3±7.3	163.2±8.8
Weight(kg)	57.2±9.0	64.6±10.2	61.5±10.4
Duration of surgery(min)	286±120*	274±71*	652±225
Duration of anesthesia(min)	373±124*	333±73*	773±228

Values are mean ± SD. LT, lung tumor; AAA, abdominal aortic aneurysm; TAAA, thoracic abdominal aortic aneurysm; *: p<0.01 vs TAAA group

Table 2 : Values of rSO₂ in each group

	LT group (n=50)	AAA group (n=42)	TAAA group (n=43)
minimum	50.0	34.0	50.5
maximum	91.0	81.0	92.5
mean	69.5	62.3	70.6*
SD	7.74	9.13	8.68

LT, lung tumor; AAA, abdominal aortic aneurysm; TAAA, thoracic abdominal aortic aneurysm; *: p<0.01 vs AAA group

Table 3 : Pearson coefficient of correlation among clinical parameters and rSO₂ in LT group

Variables	Correlation coefficient	<i>P</i> values
HR (bpm)	0.139	0.011
MAP (mmHg)	0.015	0.391
APCI (l/min/m ³)	0.114	0.018
Hb (g/dl)	0.201	<0.0001
PaO ₂ (mmHg)	0.402	<0.0001
PaCO ₂ (mmHg)	0.390	<0.0001

LT, lung tumor; HR, heart rate; MAP, mean arterial pressure; APCI, arterial pressure-based cardiac index; Hb, blood hemoglobin concentration

Table 4 : Pearson coefficient of correlation among clinical parameters and rSO₂ in AAA group

Variables	Correlation coefficient	<i>P</i> values
HR (bpm)	0.047	0.339
MAP (mmHg)	0.140	0.110
APCI (l/min/m ³)	0.135	0.118
CVP(mmHg)	-0.094	0.205
SVV(%)	-0.187	0.049
Hb (g/dl)	0.413	<0.0001
LAC(mg/dl)	-0.080	0.241
ScvO ₂ (%)	0.194	0.0044

AAA, abdominal aortic aneurysm; HR, heart rate; MAP, mean arterial pressure; APCI, arterial pressure -based cardiac index; CVP, central venous pressure; SVV, stroke volume variation; Hb, blood hemoglobin concentration; LAC, serum lactate concentration

Table 5 : Pearson coefficient of correlation among clinical parameters and rSO₂ in TAAA group

Variables	Correlation coefficient	<i>P</i> values
HR (bpm)	-0.183	0.037
MAP (mmHg)	0.039	0.352
CI (l/min/m ³)	0.049	0.318
BT(°C)	-0.550	<0.0001
SvO ₂ (%)	0.365	<0.0001

TAAA, thoracic abdominal aortic aneurysm; HR, heart rate; MAP, mean arterial pressure; CI, cardiac index; BT, body temperature

Table 6 : Multivariate analysis to determine clinical parameters effect on rSO₂ value in each group
upper, LT group; middle, AAA group; lower, TAAA group

Variables	<i>B</i> values	SE	β	<i>t</i> values	<i>P</i> values
Intercept	37.441	3.101		12.073	<0.0001
Hb (g/dl)	1.032	0.226	0.211	4.563	<0.0001
PaO ₂ (mmHg)	0.037	0.004	0.420	9.250	<0.0001
PaCO ₂ (mmHg)	0.299	0.042	0.324	7.111	<0.0001
Intercept	16.369	10.642		1.538	0.128
Hb (g/dl)	2.396	0.538	0.449	4.458	<0.0001
ScvO ₂ (%)	0.250	0.104	0.242	2.401	0.019
Intercept	131.875	20.337		6.484	<0.0001
BT(°C)	-2.319	0.441	-0.481	-5.265	<0.0001
SvO ₂ (%)	0.225	0.111	0.185	2.031	0.045

Table 7 : Classification with neurological prognosis in TAAA group

	normal cases (n=37)	abnormal cases (n=6)	<i>P</i> value
Age(years)	61.4±10.8	73.3±3.5	<0.0001
Gender(M/F)	27/10	5/ 1	0.589
Height(cm)	163.1±8.3	163.1±12.7	0.064
Weight(kg)	62.3±10.0	57.1±13.3	0.395
Duration of surgery(min)	683.1±231.7	491.7±91.9	0.002
Duration of anesthesia(min)	805.4±233.7	603.3±82.5	0.001
Fluid balance(ml/kg/hr)	7.39±4.37	11.2±3.28	0.036
rSO ₂ (baseline value)	67.0±7.61	67.2±6.03	0.952
rSO ₂ (lowest value)	60.1±10.5	57.3±4.06	0.269
rSO ₂ (highest value)	80.8±9.45	72.1±3.07	<0.0001

Values are mean±SD; TAAA, thoracic abdominal aortic aneurysm;

*: p<0.01 vs normal cases