

前方循環小型未破裂脳動脈瘤直達術において低侵襲化は必要か

竹田理々子, 栗田 浩樹

Evaluation of the Distal Trans-sylvian Keyhole Approach for Unruptured Cerebral Aneurysmal Clipping

Ririko TAKEDA, M.D., Ph.D., and Hiroki KURITA, M.D., Ph.D.

Department of Cerebrovascular Surgery, Saitama Medical University, International Medical Center, Hidaka, Saitama, Japan

Summary: The need of minimally invasive surgeries for unruptured cerebral aneurysms remains unclear. Between 2010 and 2016, 75 patients with unruptured cerebral small aneurysms underwent direct neck clipping via the distal trans-sylvian keyhole approach by the first author. After the surgery, all patients recovered well without any neurological deterioration. Compared to patients who underwent conventional craniotomy, those who underwent keyhole surgery tended to be more satisfied in terms of postoperative pain and cosmetic results. Furthermore, keyhole surgery was found to be associated with less postoperative temporal muscle atrophy. Our keyhole technique provides an important contribution to the list of less invasive surgical procedures for unruptured cerebral aneurysms.

Key words:

- ・ cerebral aneurysm
- ・ neck clipping
- ・ keyhole approach
- ・ pterional approach
- ・ less invasive

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 47: 85-89, 2019

はじめに

血管内治療が発展した現在、未破裂脳動脈瘤の外科的治療において、直達術の低侵襲化がしばしば話題とされる。未破裂脳動脈瘤に対する小開頭クリッピング術はこれまでも報告されており¹⁾²⁾⁵⁾⁷⁾、当科でも前方循環系の小型未破裂脳動脈瘤に対しては distal trans-sylvian approach を積極的に用いている⁹⁾。今回われわれは、本アプローチを用いて当科で手術を施行した前方循環系の小型未破裂脳動脈瘤の症例を retrospective に検討し、未破裂脳動脈瘤直達術での低侵襲化の必要性を検討した。

方 法

2010年6月から2016年12月までの6年6カ月間に筆頭著者が施行した前方循環系未破裂脳動脈瘤168例のうち、当施設で施行している distal trans-sylvian keyhole approach⁹⁾ (Fig. 1)にて手術を施行した前方循環系の小型未破裂脳動脈瘤75患者(81脳動脈瘤)を対象とし、その患者背景(年齢、動脈瘤局在、瘤径)と手術時間、使用クリップ数、入院期間、神経学的 outcome を retrospective に検討した。

また、本アプローチによる小開頭と通常の前頭側頭開頭の間で、患者に主観的な術後疼痛、整容に対する満足度に差があるかどうかを、75症例のうち外来および電話での

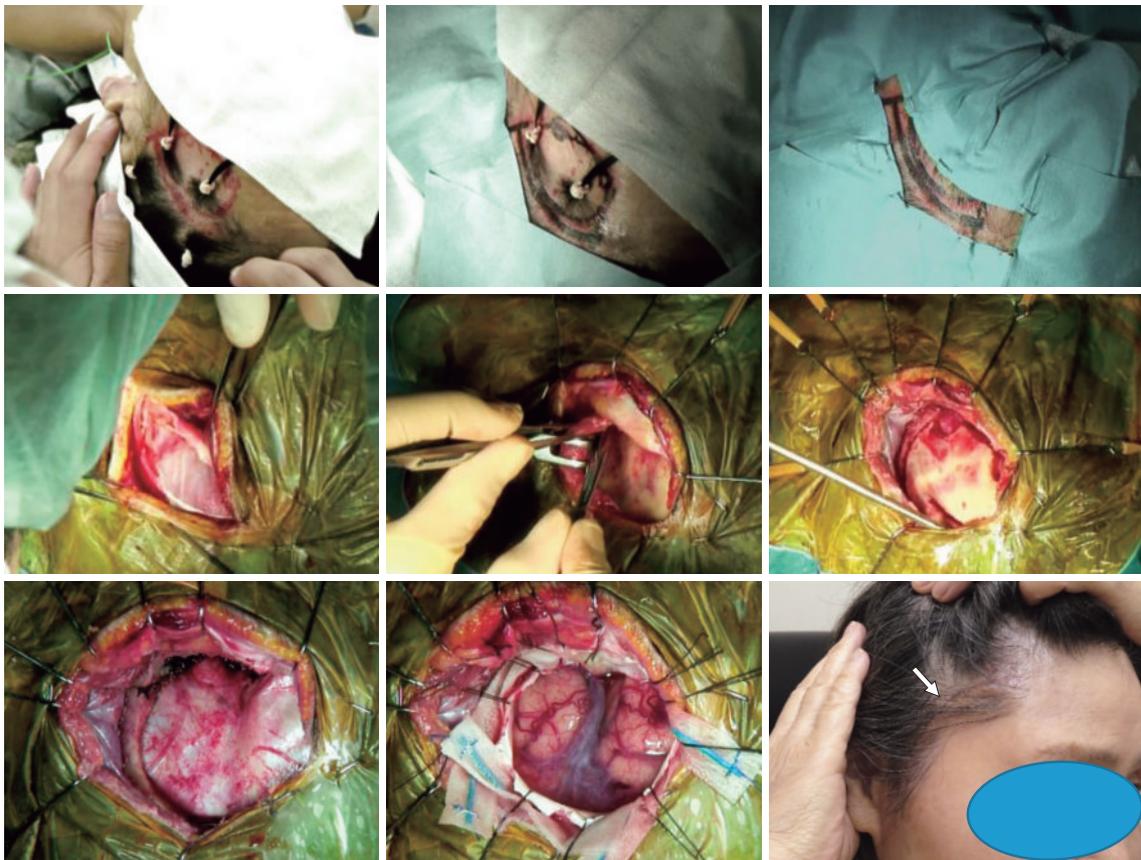


Fig. 1 Craniotomy techniques of distal trans-sylvian keyhole approach.

A, B: Skin incision design.

C-H: Subfascial dissection without cutting the temporal muscle.

I: Postoperative appearance (arrow: the skin incisional scar).

A	B	C
D	E	F
G	H	I

聞き取りが可能であった23例(小開頭群)と、同期間に筆頭著者が小型未破裂脳動脈瘤手術を通常の前頭側頭開頭で治療し、同じく術後に外来または電話で聞き取りが可能であった23例(通常開頭群)を対象として比較検討した。具体的には、①頭痛、②創部違和感、③開口制限、④整容への不満の4項目について質問し、numerical rating scale (NRS)を用いて0-10の11段階で評価した。また、通常開頭群にはあわせて「安全性が同じならもう少し小さい傷がよかったか」という質問を行った。

さらに、開頭方法の差による側頭筋萎縮の程度を検討するために、術後1年以上経過したfollow up画像〔頭部 computed tomography (CT) または magnetic resonance imaging (MRI)〕が評価可能であった通常開頭群13例と小開頭群15例で、患側および健側の側頭筋体積を計測した。体積は、頭部単純CTまたは頭部MRI fluid attenuated inversion recovery (FLAIR)の水平断画像上でfree hand ROIでスライスごと(5mm幅)に計測し、各スライスの合計の1/2で算出した。計測は筆頭著者が行った。測定値か

ら、(健側体積-患側体積)/健側体積×100を萎縮率(%)とし、これを2群で比較した。

統計学的解析にはunpaired t-testを使用し、 $p < 0.05$ を有意差ありとした。

今回用いたdistal trans-sylvian keyhole approach⁹⁾は前方循環系の小型未破裂脳動脈瘤のうち、すべての中大脳動脈分岐部瘤、外側または後方向きの内頸動脈後交通動脈分岐部/前脈絡叢動脈分岐部瘤、前下方向きの前交通動脈瘤をよい対象としている。耳珠から上方に長径約7cmの半弧状の皮膚切開をおき、皮弁はsubfascialに翻転したのち、側頭筋は切開せず最小限の剝離を行い外側に翻転している。硬膜を翻転するとシルビウス裂遠位を含む、シルビウス裂を中心とし前頭葉と側頭葉が1:1となる約4×3cmの脳表が展開されるアプローチである(Fig. 1)。

結 果

本アプローチで治療した75患者(81脳動脈瘤)は、平均年齢 61.7 ± 11.0 歳、男性28例、女性47例であった。動脈

Table 1 Comparison of patient demographics between conventional and keyhole group

	Conventional (n=23)	Keyhole (n=23)	p value
Median age (\pm SD)	61.4 \pm 11.4	54.6 \pm 12.2	0.02
Female	12	13	
Location of aneurysm (n)(%)			
Acom	14 (60.9)	7 (30.4)	
IC	7 (30.4)	5 (21.7)	
MCA	2 (8.7)	11 (47.8)	
Follow up period (month \pm SD)	35.3 \pm 15.5	34.5 \pm 15.4	0.43

Acom: anterior communicating artery, IC: internal carotid artery, MCA: middle cerebral artery

瘤の局在は中大脳動脈瘤 54 例, 前交通動脈瘤 14 例, 内頸動脈後交通動脈分岐部 7 例, 内頸動脈前脈絡叢動脈分岐部 3 例, 内頸動脈先端部 2 例であり, 平均動脈瘤径は 5.4 ± 1.5 mm であった. 平均手術時間は 266 ± 55 分, 平均使用クリップ数は 1.7 ± 0.6 本, 平均入院期間は 13.3 ± 8.0 日であった. follow up 期間は 3 カ月から 5 年 (平均 30.9 カ月) であった. 全例で術後動脈瘤の完全消失を認めた. 恒久的な術後合併症を生じた症例はなく, modified Rankin Scale (mRS) の低下した症例もなかったが, 一過性の神経症状を 4 例 (5.3%: 一過性失語 2 例, early seizure 1 例, 一過性記憶障害 1 例) に認めた.

対象を 50 歳以下の若年者に絞った場合は 13 患者 (14 脳動脈瘤) で, 平均年齢 43.2 ± 4.4 歳, 動脈瘤局在は中大脳動脈瘤 6 例, 前交通動脈瘤 3 例, 内頸動脈後交通動脈分岐部 2 例, 内頸動脈前脈絡叢動脈分岐部 2 例, 内頸動脈先端部 1 例であった. また, 平均手術時間は 285 ± 41 分, 平均入院期間は 10.1 ± 0.9 日であった.

1. 術後疼痛, 整容

対象となった通常開頭群 (n=23) と小開頭群 (n=23) の患者背景を **Table 1** に示す. 小開頭群は通常開頭群に比べて, 有意に平均年齢が若く (54.6 ± 12.2 歳 vs 61.4 ± 11.4 歳, $p=0.02$), かつ中大脳動脈瘤が多く前交通動脈瘤が少ない傾向にあった. 整容に関する 4 項目 (①頭痛, ②創部違和感, ③開口制限, ④整容への不満) の NRS 点数は, すべての項目で小開頭群で点数が低い傾向があった (**Fig. 2**). 対象数が少ないものの, 統計学的解析では ①頭痛: $p=0.04$, ②創部違和感: $p=0.09$, ③開口制限: $p=0.18$, ④整容不満: $p=0.02$ と, 頭痛と整容不満の 2 項目で有意差がみられた. 特に頭痛については通常開頭群において, 気圧の変化時や便秘時に頭痛が起きたり, 引っ張られる感じが強いという訴えが目立った.

また, 通常開頭群に行った「安全性が同じならもう少し小さい傷がよかったか」という質問に対しては 17 人

(74%) が「思わない」, 4 人 (17.4%) が「あまり思わない」と答えたのに対し, 「やや思わない」「思う」と答えた人がそれぞれ 1 人ずつ (4.3%) みられた.

2. 側頭筋体積の変化

対象となった通常開頭群 (n=13) と小開頭群 (n=15) の患者背景を **Table 2** に示す. 平均萎縮率は, 通常開頭群 ($33.8 \pm 21.4\%$) に対して小開頭群 ($14.6 \pm 11.7\%$) で有意に小さかった.

考 察

未破裂脳動脈瘤直達術における「低侵襲化」を定義することは難しい. 本手術は予防的治療であり, その目標は脳動脈瘤の安全・確実な処置であるため, アプローチや開頭の方法が安全性に優先して議論されることは許されない⁴⁾. しかし, 血管内塞栓術の飛躍的な発展と相まって, 直達手術においても安全性を担保したうえで, 侵襲性を軽減する試みは継続されるべきと思われる.

今回, 筆頭著者が当施設で施行している pterional key-hole approach を用いて手術を施行した未破裂脳動脈瘤 75 例のうち, mRS の悪化をみた症例はなく, これまで報告されている未破裂脳動脈瘤の治療による合併症の発生率 ($1.9-12\%$)⁴⁾⁶⁾⁸⁾¹⁰⁾¹¹⁾ に比べても遜色なく, 日本での前向き研究である UCAS II 558 例の中間解析の合併症率 (mRS の 2 ポイント以上の悪化, 4.5% ⁴⁾) と比べても良好であった. 今回の検討は症例数も少なく, また大型瘤や後方循環系動脈瘤を含んではいないため単純な比較はできないが, 手術成績としては acceptable な結果であり, 慎重に症例を選べば通常開頭と同等以上の成績が達成され得ることを示唆している.

未破裂脳動脈瘤手術の侵襲性の定量化は困難であるが, その指標として手術時間や入院期間の短縮, 術後 QOL の改善などが挙げられている. これまでも小開頭による未破裂脳動脈瘤手術により, 手術時間や入院期間短

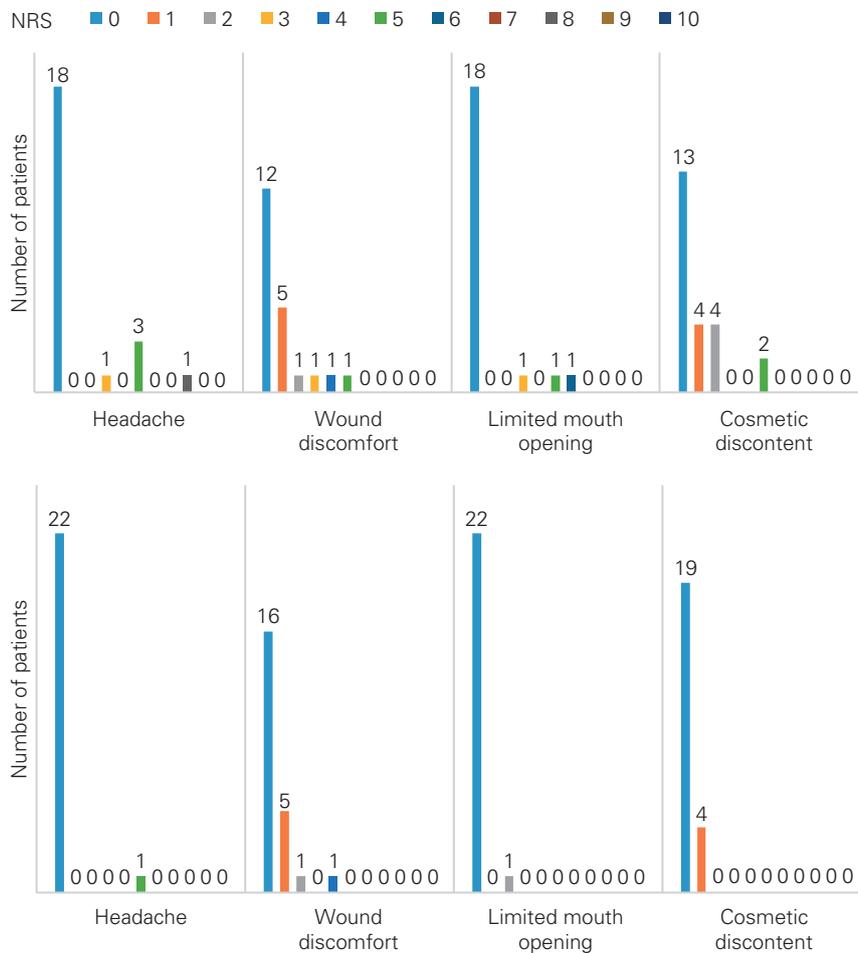


Fig. 2 Differences in postoperative symptoms.

A: Conventional group.

B: Keyhole group.

NRS: numerical rating scale

Table 2 Comparison of patient demographics between conventional and keyhole group with respect to the change of the temporal muscle

	Conventional (n=13)	Keyhole (n=15)	p value
Median age (\pm SD)	58.8 \pm 10.9	56.5 \pm 12.4	0.30
Female	8	10	
Location of aneurysm (n)(%)			
Acom	7 (53.8)	3 (20.0)	
IC	5 (38.5)	3 (20.0)	
MCA	1 (7.7)	9 (60.0)	
Subfascial 2 layer craniotomy (n)	8	15	
Follow up period (month \pm SD)	34.3 \pm 18.0	24.1 \pm 14.3	0.06
Atrophy rate (% \pm SD)	33.8 \pm 21.4	14.6 \pm 11.7	0.009
Imaging modality (n)			0.03
CT	6	2	
MRI	7	13	

Acom: anterior communicating artery, IC: internal carotid artery, MCA: middle cerebral artery, CT: computed tomography, MRI: magnetic resonance imaging

縮の効果が得られたという報告がなされている²⁾⁵⁾。しかし、今回の自験例では平均手術時間は約4時間半であり、一般的に想定される通常開頭での手術時間と相違はなかった。本アプローチでは顕微鏡操作は原則通常開頭の場合と同一であり⁹⁾、手術時間に関しては開閉頭を含めた術者・助手のラーニングカーブの問題を含んでいる可能性もあるため、今後手技を洗練させることで短縮可能と思われる。また、入院期間は対象を若年者に絞ると少し短縮するものの、絞らない場合は通常開頭での入院期間と相違はなかった。これは当科では遠方からの紹介患者も多く、抜鉤後2-3日は創部の慎重な観察のために入院させる方針であることも影響しているかもしれない。

しかし、今回の検討において患者の主観的評価では、術後疼痛、整容の観点からは本開頭が通常開頭よりも優れている可能性が示唆された。本開頭では皮膚切開が小さいこと、皮弁をsubfascialに2層に剝離するものの通常開頭に比べて側頭筋の剝離範囲が狭く、また側頭筋に切開を加えないことなどが、術後の疼痛や違和感、開口制限の軽減に寄与しているのかもしれない。

また、側頭筋の剝離範囲が最小限でかつ切開しないという、本開頭での側頭筋への処理が術後疼痛や開口制限の差につながる可能性を考え、側頭筋自身への手術侵襲を評価することを目的とし、本研究では術後画像上の側頭筋体積の測定を行った。小開頭手術の整容面における利点についてはすでいくつかの研究において述べられているが¹⁾³⁾⁵⁾⁷⁾、これまで小開頭術後の側頭筋体積を評価した報告はない。本研究では測定方法や症例数の制限に加え、測定者が術者であること、画像modalityに差があることなど、多くのlimitationを含んでいるが、小開頭群で萎縮率が少ない傾向にあることが示唆された。今後症例を重ね、術後疼痛や開口制限、整容面での低侵襲性を評価する客観的な指標の1つとして注目していきたい。

昨今、患者がさまざまな医療情報を得る機会が増え、術前に開頭の大きさを質問されることも多く経験するようになった。十分な安全を確保しながら、患者のニーズ(美容的に傷が小さいほうがよいなど)に答えていく継続的努力は必要であると思われた。

結 語

脳卒中の外科技術認定医制度が発足し、小型未破裂脳動脈瘤の直達術においても手術成績だけでなく、疼痛や整容面でも結果を求められる時代が到来している。本アプローチを用いた小開頭でのネッククリッピング術は安全性、汎用性を保ちながら術後の疼痛や整容面での低侵襲化に寄与し得る可能性がある。

著者全員は日本脳神経外科学会へのCOI自己申告を完了しています。本論文の発表に関して開示すべきCOIはありません。

文 献

- 1) Cheng WY, Lee HT, Sun MH, *et al*: A pterion keyhole approach for the treatment of anterior circulation aneurysms. *Minim Invasive Neurosurg* 49: 257-262, 2006
- 2) Mori K, Yamamoto T, Oyama K, *et al*: Lateral supraorbital keyhole approach to clip unruptured anterior communicating artery aneurysm. *Minim Invasive Neurosurg* 51: 292-297, 2008
- 3) Mori K, Osada H, Yamamoto T, *et al*: Pterional keyhole approach to middle cerebral artery aneurysms through an outer canthal skin incision. *Minim Invasive Neurosurg* 50: 195-201, 2007
- 4) 森田明夫, UCAS II研究者グループ: UCAS IIにおける未破裂脳動脈瘤治療成績: 中間報告—日本における未破裂脳動脈瘤治療の現況とスタンダードの追及. *脳外誌* 20: 484-490, 2011
- 5) Nathal E, Gomez-Amador JL: Anatomic and surgical basis of the sphenoid ridge keyhole approach for cerebral aneurysms. *Neurosurgery* 56(1 Suppl): 178-185, 2005
- 6) Raaymakers TW, Rinkel GJ, Limburg M, *et al*: Mortality and morbidity of surgery for unruptured intracranial aneurysms: a meta analysis. *Stroke* 29: 1531-1538, 1998
- 7) Reisch R, Perneczky A, Filippi R: Surgical technique of the supraorbital key-hole craniotomy. *Surg Neurol* 59: 223-227, 2003
- 8) Shigematsu T, Fujinaka T, Yoshimine T, *et al*: Endovascular therapy for asymptomatic unruptured cerebral aneurysms: JR-NET and JR-NET2 findings. *Stroke* 44: 2735-2742, 2014
- 9) Takeda R, Kurita H: Distal transsylvian keyhole approach for unruptured anterior circulation small aneurysms. *Acta Neurochir (Wien)* 160: 753-757, 2018
- 10) Wiebers DO, Whisnant JP, Huston J 3rd, *et al*: Unruptured intracranial aneurysms: natural history, clinical outcome, and risks of surgical and endovascular treatment. *Lancet* 362: 103-110, 2003
- 11) Wirth FP, Laws ER Jr, Piepgras D, *et al*: Surgical treatment of incidental intracranial aneurysms. *Neurosurgery* 12: 507-511, 1983