

Transpetrosal approachにおける手術手技の 変遷と治療成績

瀬尾善宣、原敬二、野呂秀策、前田理名、及川光照、中村博彦

中村記念病院 脳神経外科 脳腫瘍センター

Transition of Surgical Maneuvers and Improvement of Outcome in Transpetrosal Approach for Skull Base Tumors

Yoshinobu SEO,M.D., Keiji HARA,M.D., Shusaku NORO,M.D., Masana MAEDA,M.D.,
Mitsuteru OIKAWA,M.D., Hirohiko NAKAMURA,M.D.

Department of Neurosurgery, Brain Tumor Center, Nakamura Memorial Hospital
Hokkaido Brain Research Foundation

[Introduction]

We analyzed the outcome of transpetrosal approach for skull base tumors and compared it with that of the earlier period. We report our improved point and maneuvers.

[Materials and Methods]

We experienced 166 operations of skull base tumors from 2006 to 2012. Of 166 operations, 25 transpetrosal approaches (Group Late) were analyzed and compared the outcome with the former 25 transpetrosal approaches from 2000 through 2005 (Group Early). Mean age was 52.2 and 52.8 in group Early and Late, respectively, male vs. female was 11:14 and 6:19, respectively. Group Early consisted of 14 meningiomas, 5 schwannomas, 6 others. Group late consisted of 17 meningiomas, 4 schwannomas, and 4 others. Main operative modification was dural incision without obstructing venous flow using vascularized flap, suction irrigation, and non-stick bipolar forceps.

[Results]

In Group Early, gross total removal (GTR) was made in 13, subtotal removal (STR) in 10, partial removal (PR) in 2. In Group Late, GTR was in 4, STR in 12, PR in 9 ($p=0.01$). Pre- and post-operative mean Karnofsky Performance Status (KPS) deteriorated from 82 to 75 in Group Early, and improved from 80 to 85 in Group late ($p=0.03$). Cerebrospinal fluid (CSF) leakage occurred in 5 of 25 only in Group Early ($p=0.03$). Mean duration of postoperative continuous lumbar drainage was 5.6 days in Group Early, and 3.5 days in Group Late ($p=0.02$).

[Conclusions]

Improvement of KPS and CSF leakage has brought by changes of surgical maneuvers. Long continuous lumbar drainage does not seem to relate to prevention of CSF leakage.

1. はじめに

頭蓋底腫瘍の摘出術は脳神経外科の中で最も難しい手術のひとつであり、その中でも特にtranspetrosal approachは髄液漏を含む合併症が起こりやすい。それにも関わらず腫瘍が大きくても症状が軽微な場合が多いため、新たな症状を出さないことが求められる。合併症を少しでも減らすため、さまざまな手術手技の改良を行った。当院におけるtranspetrosal approachでの著者らの工夫を述べ、腫瘍摘出度、合併症がどのように変化したか、統計学的に検討した。

2. 対象および方法

2000年1月から2012年5月に頭蓋底腫瘍に対しtranspetrosal approachを行った48例50手術を、2005年以前の25例25手術（A群）と2006年以降の23例25手術（B群）の2群に分けて比較検討した（Table 1,2）。A、Bの順に、平均年齢52.2歳、52.8歳、男女比は11:14、6:19。病理組織はA群では、髄膜腫14例、神経鞘腫5例、その他6例、B群では髄膜腫17例、神経鞘腫4例、その他4例であ

case	age	gender	pathology	WHO	removal	approach	preop KPS	postop KPS	CSFleak	SPD day
1	48	M	epidermoid	1	PR	PTP	90	60	yes	8
2	64	M	meningioma	1	STR	CTPI	50	90	no	6
3	43	F	meningioma	3	STR	PTP	30	60	no	7
4	51	F	meningioma	1	GTR	PTP	100	100	no	4
5	57	M	meningioma	2	STR	TLA	60	40	no	7
6	50	F	meningioma	1	PR	PTP	90	50	no	6
7	54	F	schwannoma	1	GTR	ATP	100	90	no	4
8	52	F	schwannoma	1	GTR	PTP	50	50	no	6
9	67	M	meningioma	1	STR	CTP	60	60	yes	7
10	48	M	meningioma	2	STR	PTP	60	0	no	5
11	53	F	epidermoid	1	STR	PTP	90	90	no	6
12	65	F	schwannoma	1	GTR	PTP	90	90	no	6
13	61	M	schwannoma	1	GTR	PTP	90	90	yes	4
14	51	F	schwannoma	1	GTR	ATP	100	90	no	4
15	60	F	meningioma	1	GTR	PTP	50	60	no	9
16	38	M	cholesterol granuloma	1	STR	ATP	100	100	no	0
17	55	M	meningioma	2	GTR	ATP	100	90	yes	5
18	65	F	meningioma	1	GTR	PTP	90	90	no	10
19	46	F	meningioma	1	GTR	PTP	90	90	no	7
20	58	F	meningioma	1	GTR	PTP	100	50	no	9
21	51	F	meningioma	1	STR	CTP	90	90	no	4
22	9	M	fibromyxoma	1	GTR	PTP	100	100	no	0
23	32	M	paraganglioma	1	STR	PTP	90	80	no	1
24	76	M	meningioma	1	STR	ATP	100	60	no	2
25	50	F	epidermoid	1	GTR	PTP	90	100	yes	13

Table 1. Group A: Case summary from 2000 to 2005

WHO: World Health Organization classification
KPS: Karnofsky Performance Status
CSF: cerebrospinal fluid, SPD: spinal drainage
GTR: gross-total resection, STR: subtotal resection, PR: partial resection,
ATP: anterior tranpetrosal approach, CTP: combined transpetrosal approach, PTP: posterior transpetrosal approach, TLA: translabyrinthine approach

case	age	gender	pathology	WHO	Removal	approach	preop KPS	postop KPS	CSFleak	SPD Day
26	54	F	meningioma	1	GTR	PTP	100	84	no	4
27	42	M	hemangiopericytoma	3	PR	PTP	40	40	no	6
28	42	M	hemangiopericytoma	3	STR	PTP	40	40	no	7
29	44	F	meningioma	1	PR	ATP	60	60	no	4
30	63	M	epidermoid	1	GTR	PTP	100	100	no	4
31	73	F	meningioma	2	STR	CTP	100	100	no	7
32	50	F	meningioma	1	STR	PTP	90	90	no	3
33	58	F	meningioma	1	STR	CTP	90	100	no	0
34	54	F	meningioma	1	STR	CTP	100	100	no	5
35	30	M	schwannoma	1	PR	TLB	90	90	no	5
36	59	F	meningioma	1	STR	ATP	90	90	no	5
37	57	F	meningioma	1	PR	CTP	90	90	no	5
38	38	F	meningioma	1	STR	ATP	90	90	no	3
39	69	F	meningioma	1	STR	ATP	80	80	no	3
40	53	F	meningioma	2	STR	CTP	90	90	no	4
41	64	F	meningioma	1	STR	PTP	80	100	no	3
42	27	F	schwannoma	1	PR	TLB	90	90	no	3
43	45	F	schwannoma	1	PR	ATP	90	90	no	3
44	57	M	meningioma	1	STR	CTP	60	90	no	4
45	47	M	hemangiopericytoma	3	PR	PTP	40	40	no	2
46	71	F	schwannoma	1	GTR	TLB	90	90	no	2
47	62	F	meningioma	1	GTR	ATP	90	100	no	1
48	58	F	meningioma	2	PR	CTP	60	90	no	0
49	58	F	meningioma	2	STR	CTP	60	90	no	2
50	46	F	meningioma	1	PR	ATP	90	90	no	3

Tabel 2. Group B: Case summary from 2006 to 2012

WHO: World Health Organization classification
KPS: Karnofsky Performance Status
CSF: cerebrospinal fluid, CSF: cerebrospinal fluid, SPD: spinal drainage
GTR: gross-total resection, STR: subtotal resection, PR: partial resection,
ATP: anterior tranpetrosal approach, CTP: combined transpetrosal approach, PTP: posterior transpetrosal approach, TLA: translabyrinthine approach

った。変更した主な手術手技は、有茎弁を硬膜閉鎖に用いたこと、錐体静脈などの静脈還流の温存に努めたこと、suction irrigation、non-stick bipolar forcepsを用い、全摘にこだわらず新たな症状を出さないように努めたことである。次に具体的に著者らの方法を述べる。

(1)皮切および有茎弁採取

Superficial temporal artery (STA)、occipital arteryの走行を確認し、皮弁の血流を温存できる皮切を行った。Combined transpetrosal approachの場合、STAを温存したC型皮切を行った。(Fig.1)。側頭部はgalea aponeuroticaの下で剥離し、後頭部は胸鎖乳突筋と皮下脂肪組織の間を剥離し、皮弁を反転した。側頭筋膜を側頭筋から剥離し、頭頂部骨膜、胸鎖乳突筋を連続した膜として作成した(Fig.2)。この有茎筋骨膜弁を反転した後、側頭筋を骨から剥離し前方に反転した。側頭筋自体は切開しなかった。splenius capitis muscleを含む後頭筋群は後頭骨からはがし、一塊として後下方に反転した。

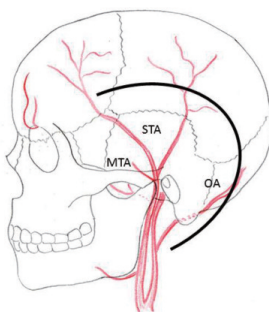


Fig.1 C-shaped skin incision preserving superficial temporal artery for left combined transpetrosal approach
STA: superficial temporal artery, MTA: middle temporal artery, OA: occipital artery

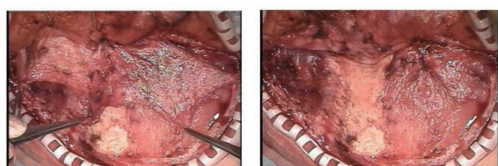


Fig.2 After elevation of skin flap (left combined transpetrosal approach)
Left : holding the vascularized fascio-pericranial flap
Right : After inversion of the vascularized flap, temporal muscle

(2)骨削除

術前にbone sutureとsigmoid-transverse sinusとの関係や、sigmoid sinusの発達度、high jugular bulb、posterior semicircular canal後方のair cellsなど把握のため、bone computed tomography (CT)、3-dimensional CT angiographyを参考にした^{16,20,21)}。Posterior petrosectomyのあと、anterior petrosectomyを行った。Mastoid outer bone plateは可能であれば採取し閉頭時に使用した。Partial labyrinthectomyは行わず温存した。greater petrosal nerveは温存した。

(3)硬膜およびテント切開

Combined transpetrosal approachにおける著者らの硬膜切開を4段階に分けて述べる。第1段階：側頭部前方から硬膜切開を始め、中頭蓋窩内側のforamen rotundum近傍まで達したあと後方に進み、foramen ovaleのすぐ外側まで進み、剥離していたV3部近傍まで硬膜切開を進めた。側

頭葉の静脈がsuperior petrosal sinus (SPS) やテント上に流入しているかどうかは側頭部硬膜を大きく切開し硬膜下に確認した。第2段階：Labbe静脈に注意しSPSの上方を平行に切開し、第1段階の硬膜切開とつなげた。第3段階：sigmoid sinus前方の後頭蓋窩硬膜を上下に切開した後、sinodural angleで前方に進み、SPSの下をSPSと平行に前方に切開を進めた。SPSの前方部分でpetrosal veinを確認した。確認しづらいときには、腫瘍に到達した時点でpetrosal veinの前方に硬膜切開が達したと判断した。滑車神経は、腫瘍が小さいと確認可能だが、テント上まで腫瘍が満たされている場合には、確認不能である。このようなときにはGasserian ganglion近傍でSPSの切断を行い、foramen ovale部でのV3の後縁の内側への延長線でテント切開を行った。(Fig.3)。

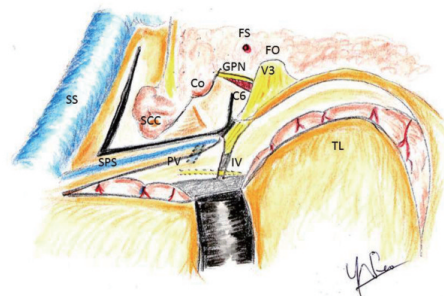


Fig.3 Incision of the dura mater and the tentorium with wide supratentorial working space preserving the petrosal vein (left combined transpetrosal approach).
C6: internal carotid artery, Co: cochlea, FO: foramen ovale, FS: foramen spinosum, GPN: greater petrosal nerve, SPS: superior petrosal sinus, SS: sigmoid sinus, SCC: semicircular canals, TL: temporal lobe, IV: trochlear nerve, V3: mandibular nerve

(4)腫瘍切除

まずテント下よりもテント上の腫瘍摘出を優先した。テント周辺の腫瘍をある程度摘出後に、前方へ向かい、滑車神経、動眼神経を剥離し保護した。その後、腫瘍の上部を大脳底や大脳脚から剥離摘出した後に、テント下腫瘍を摘出した。腫瘍から血管、神経を慎重に剥離したが、外転神経硬膜入口部周囲では凝固が十分にできないため、腫瘍は少しずつの摘出となり、最終的にはfibrin glueとSurgicelで止血した。脳幹表面と腫瘍の癒着が強い場合はわずかな腫瘍を残存させた。海綿静脈洞内腫瘍は摘出しなかった²³⁾。

(5)閉頭

閉頭では人工物を用いずBone waxも可及的除去した。硬膜を寄せられる部分は縫合したが、watertightは不可能であり有茎筋骨膜弁を頭蓋底に敷きこんだ (Fig.4)。開放されたmastoid antrumは完全に閉鎖した。有茎筋骨膜弁と硬膜の間に、腹部から採取した脂肪を短冊状にし、これを硬膜内外に連続するようにdumbbell状に充填し、fibrin glueで固定した。

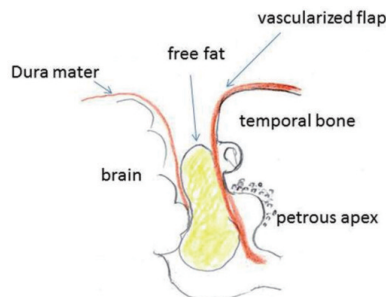


Fig. 4 Closure with the vascularized fascio-pericranial flap and free abdominal fat

The mastoid antrum and air cells of the petrous apex have to be directly covered with the vascularized flap. Interspace between the vascularized flap and the dura mater or brain parenchyma is filled with the strips of free fat in dumbbell shape.

(6)術後管理

術後持続腰椎ドレナージは外耳から5~10cm上で72時間程度にした。通常術後3-5日は食事が摂れないため、末梢静脈より840kcal (2000ml)、経管栄養で600cal (300ml)の1440calの栄養管理を摂食できるまで行った。

3. 結 果

A群では全摘 (GTR) 13例、亜全摘 (STR) 10例、部分摘出 (PR) 2例、B群ではGTR 4例、STR 12例、PR 9例であった ($p=0.01$)。平均Karnofsky performance status (KPS) は、A群で術前82から術後75と低下、B群では術前80から術後85と改善した ($p=0.03$)。髄液漏はA群で5/25 (20%)、B群では0/25 (0%) であった ($p=0.03$)。持続腰椎ドレナージ (LD) 留置平均期間はA群5.6日、B群3.5日であった ($p=0.02$)。

4. 考 察

Transpetrosal approachの適応になる患者は、大きな腫瘍にも関わらず軽微な症状のときが多い。このために合併症をきたさないように、社会および家庭生活に戻れるようにすることが第一の目標である。過去の文献によれば、重度な合併症およびmortalityは6~40%である^{3,5,7,10,11,13,14,19}。著者らは、さまざまな工夫により、2006年以降手術による合併症は、三叉神経、聴神経、滑車神経の障害のみで、重度な合併症はない。髄液漏も皆無となった。著者らの工夫につき考察する。

(1)皮切および有茎弁について

Combined transpetrosal approachの場合、従来の皮切は、耳介を囲むように切るため、STAのparietal branchが切断されていた。C型の皮切にすることで、STAのparietal branchが温存できるため、皮弁の血流に有効である。将来脳梗塞などによりbypassが必要になったときに、donorとして使用できるSTAを残しておくのは患者さんにとって有益だと考える。

従来は有茎弁を使用しなかった。このため髄液漏の合併症が多く、有茎筋骨膜弁を使用することが髄液漏の防止に有用であると考え、手技を変更した。側頭筋膜は、STAの分枝であるmiddle temporal artery (MTA) が主な栄養血管である^{2,4}。側頭筋膜と骨膜は側頭筋遠位2cmの幅で豊富な網状ネットワークをなしているため、この部分を傷つけないような配慮が必要である。そしてSTAからMTAが分枝するところを切断せずうまく温存することが重要である。この手技により側頭筋膜—頭頂骨膜—胸鎖乳突筋の連続する十分大きな有茎弁が利用できるようになった。腫瘍摘出の間に乾燥しないように湿潤したガーゼで保護することは言うまでもない。

(2)硬膜切開

硬膜切開は、中頭蓋窩前方から可及的内側を硬膜切開し、側頭葉を硬膜で保護するようにした。硬膜縫合は不可能になるが、有茎弁と腹部脂肪を充填すれば髄液漏は問題ない。中頭蓋底内側で硬膜切開をするため、sphenopetrosal veinの場合にはSPS上方の切開は不能であり、sphenopetrosal veinの内側で硬膜切開しなければならない。petrosal veinは大きい腫瘍の場合には閉塞している場合があり、従来の教科書によく記載されている方法ではsigmoid sinusの直前でSPSを遮断する方法が記載されていることが多い。大きな腫瘍

の一部や中等度以下の腫瘍の場合にはpetrosal veinは閉塞していないため、術前に3DCTAで確認し、閉塞していなければ温存すべきである。Petrosal veinを凝固切断しても問題ないとする報告は多いが、重大な合併症をきたした報告もある^{6,9,12,18,25,26)}。合併症率が小さいという理由で安易にpetrosal veinを切断することは避けたいと考える。SPSの前方に腫瘍があると、petrosal veinの還流はSPSの後方に流れる。このため、SPSの後方部分の切断はpetrosal veinの還流障害につながる。このため、テント切開はpetrosal veinの前方で行うのが望ましい^{8,15)}。著者らの方法は、Sigmoid sinus直前でSPSを遮断する従来の方法と同様のテント上のworking spaceが得られ、かつpetrosal veinの還流を障害しない利点がある²²⁾。

滑車神経は、腫瘍が小さいと確認可能だが、テント上まで腫瘍が満たされている場合には、テント切痕近傍での確認は困難である。このようなときには foramen ovale 部でのV3の後縁を内側へ延長した線でテント切開を行うと、滑車神経のテント入口部の数mm後方に達するので、有用である^{1,17)}。

(3)腫瘍切除について

テント下よりもテント上の腫瘍摘出を優先する理由は、大きい腫瘍で予期せずに手術時間が長くなり、二期的手術となったときに、天幕上の腫瘍のみ残れば脳ヘルニアになる危険性が生じてしまうからである。

脳幹や血管に強く癒着した腫瘍はわずかに付着したままとした。また海綿静脈洞内の腫瘍は摘出しないこととしている。これら残存腫瘍には、ガンマナイフなど定位的放射線治療が有効である場合が多いからである²⁴⁾。腫瘍摘出率に関して、GTRの率が、B群がA群に比べ少ないことは、無理をせずに腫瘍を少し残していることによる。そのことによって、KPSがA群では術後低下しているが、B群では術後改善を示している。

(4)閉頭について

閉頭で重要なのは、髄液漏予防で、中耳腔と頭蓋内の遮断が最重要である。皮下への髄液貯留だけなら、そのうち髄液漏出はなくなる。有茎筋膜骨膜弁を頭蓋底に敷きこみ、特にmastoid antrumおよび錐体骨先端部から頭蓋外への流出を防ぐようにした。人工物は感染の危険を生じるため、頭蓋底部にはチタンプレートなどの人工物を用いずBone waxも可及的除去した。

硬膜切開部の中頭蓋窩内側には腹部脂肪をきちんと密に充填するが、中頭蓋窩の外側部分は多少隙間をつくっておく。閉頭時に脂肪を隙間なく詰めていると、術後数日で側頭葉が元に戻った際に、側頭葉の圧排のため浮腫をきたし痙攣の原因となる。S状静脈洞の外側には脂肪は詰めない。脂肪によるS状静脈洞への過度の圧排により静脈還流障害をきたすためである。有茎筋膜骨膜弁と硬膜の間に充填した脂肪は、いずれ適度な量になるまで吸収される。

髄液漏予防のため、術後持続腰椎ドレナージを長期留置するという意見があるが、近年著者らは、最長72時間留置後抜去するようにしている。術後3日経てば、組織の癒着が進み、皮下貯留液も増えなくなる。長期ドレナージ留置による感染症の危険性のため、必要最短の持続腰椎ドレナージに心がけている。持続腰椎ドレナージ留置期間は、B群がA群に比べ有意に短いにも関わらず、髄液漏の合併症が有意に少ないことを考えると、ドレナージの留置期間は髄液漏に重要な要素にはならないことを示している。髄液漏防止には、有茎筋膜骨膜弁の方が有効であると考えている。

5. おわりに

手術手技の改良により、KPSの術後改善と、髄液漏の防止を得ることができた。髄液漏は、有茎筋膜骨膜弁を有効利用することで、持続腰椎ドレナージの長期留置なくとも予防しうると考えられた。

頭蓋底手術の合併症はKPS低下、感染症、致命的な後遺症につながるため、常に合併症防止の工夫に取り組むべきと考えている。

文 献

1. 安部洋, 井上亨: 海綿静脈洞の微小外科解剖. Jpn J Neurosurg (Tokyo), 2008; 17: 656-665.
2. Abul-Hassan HS, Ascher GD, Acland RD, et al: Surgical Anatomy and Blood Supply of the Fascial Layers of the Temporal Region. Plast Reconstr Surg, 1986; 77: 17-24.
3. Briclolo A, Turazzi S, Talacchi A, et al: Microsurgical removal of pteroclival meningiomas. A report of 33 patients. Neurosurgery, 1992; 31: 813-828.
4. Casanova R, Cavalcante D, Grotting JC, et al: Anatomic basis for vascularized outer-table calvarial bone grafts.

- Plast Reconstr Surg, 1986; 78: 300-308.
5. Couldwell, WT, Fukushima T, Gianotta SL, et al: Petroclival meningiomas: Surgical experience in 109 cases. *J Neurosurg*, 1996; 84: 20-28.
 6. Distelmaier P: Complications of the operative neurosurgical treatment of trigeminal neuralgia. *Zentralbl Neurochir*, 1976; 37: 119-125.
 7. Goel A: Extended middle fossa approach for petroclival lesions. *Acta Neurochir (Wien)*, 1995; 135: 78-83.
 8. Goto T, Ohata K: Posterior clinoidal meningiomas. in Lee JH, *Meningiomas*. Springer, 2009, pp399-402.
 9. Inamasu J, Shiobara R, Kawase T, et al: Haemorrhagic venous infarction following the posterior petrosal approach for acoustic neurinoma surgery: a report of two cases. *Euro Arch Otorhinolaryngol*, 2002; 259: 162-165.
 10. Jung H, Yoo H, Paek S, et al: Long-term outcome and growth rate of subtotally resected petroclival meningiomas: Experience with 38 cases. *Neurosurgery*, 2000; 46: 567-575.
 11. Kawase T, Shiobara R, Toya S: Middle fossa transpetrosal-transtentorial approaches for petroclival meningiomas: Selective pyramid resection and radicality. *Acta Neurochir (Wien)*, 1994; 129: 113-120.
 12. Koerbel A, Gharabaghi A, Safavi-Abbase S, et al: Venous complications following petrosal vein sectioning in surgery of petrous apex meningiomas. *Eur J Surg Oncol*, 2009; 35: 773-779.
 13. Little KM, Friedman AH, Sampson JH, et al: Surgical management of petroclival meningiomas: Defining resection goals based on risk of neurological morbidity and tumor recurrence rates in 137 patients. *Neurosurgery*, 2005; 56: 546-559.
 14. Mathiesen T, Gerlich A, Kihlstrom L, et al: Effects of using combined transpetrosal surgical approaches to treat petroclival meningiomas. *Neurosurgery*, 2007; 60: 982-992.
 15. 大畑建治, 原充弘: 錐体斜台部髄膜腫. *脳神経外科*, 2001; 30:1159-1171.
 16. 尾崎充宣、瀬尾善宣、原敬二、他: Parietomastoid sutureとtransverse sinusの位置関係の評価. 3D-CTAを用いて. *CI研究*, 2009; 31: 109-111.
 17. Rhoton AL JR: Anatomy and surgical approaches of the temporal bone and adjacent areas. *Neurosurg*; 2007; 61(Suppl 4):
 18. Ryu H, Yamamoto S, Sugiyama K, et al: Neurovascular decompression for trigeminal neuralgia in elderly patients. *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 1999; 39: 226-229.
 19. Samii M, Ammirati M, Maharan A, et al.: Surgery of petroclival meningiomas: Report of 24 cases. *Neurosurgery*, 1989; 24: 12-17.
 20. Seo Y, Ito T, Sasaki T, et al: Assessment of the anatomical relationship between the arcuate eminence and superior semicircular canal by computed tomography. *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 2007; 47: 335-340.
 21. Seo Y, Sasaki T, Nakamura H: Simple landmark for preservation of the cochlea when to maximize bone drilling of the petrous apex through anterior transpetrosal approach. *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 2010; 50: 301-305.
 22. 瀬尾善宣: Combined transpetrosal approach. 合併症を少なくする工夫、その1: 開頭編. *脳神経外科速報*, 2012; 22: 1116-1124.
 23. 瀬尾善宣: 脳神経外科速報: Combined transpetrosal approach. 合併症を少なくする工夫、その2: 腫瘍摘出・閉頭編. *脳神経外科速報*, 2013; 23: 150-155.
 24. Starke RM, Williams BJ, Hiles C, et al: Gamma knife surgery for skull base meningiomas. *J Neurosurg*, 2012; 116: 588-597.
 25. Tanoue S, Kiyosue H, Okahara M, et al: Para-cavernous sinus venous structures: Anatomical variations and pathologic conditions evaluated on fat-suppressed 3D fast gradient-echo MR images. *Am J Neuroradiol*, 2006; 27:1083-1089.
 26. Tsukamoto H, Matsushima T, Fujiwara S, et al.: Peduncular hallucinosis following microvascular decompression for trigeminal neuralgia: case report. *Surg Neurol*, 1993; 40: 31-34.