

聴神経鞘腫に対する後頭下アプローチ

—解剖と画像所見に基づいた手術手技—

田中 雄一郎 石坂 繁寿 原 洋助 小林 辰也
児玉 邦彦 宮原 孝寛 草野 義和 後藤 哲哉
柿澤 幸成 酒井 圭一 本郷 一博

Suboccipital Approach for Vestibular Schwannoma

by

Yuichiro Tanaka, M.D., Shigetoshi Ishizaka, M.D., Yosuke Hara, M.D., Tatsuya Kobayashi, M.D.,
Kunihiko Kodama, M.D., Takahiro Miyahara, M.D., Yoshikazu Kusano, M.D., Tetsuya Goto, M.D.,
Yukinari Kakizawa, M.D., Keiichi Sakai, M.D., and Kazuhiro Hongo, M.D.

from

Department of Neurosurgery, Shinshu University School of Medicine

The aim of vestibular schwannoma surgery for neurosurgeons in the gamma knife era is total tumor removal without any neurological deterioration. We describe anatomical landmarks such as the emissary vein, subarcuate artery, endolymphatic sac, vestibular aqueduct, common crus, jugular bulb, and cochlear aqueduct and the related surgical techniques. The suboccipital approach is one of the most fundamental surgical approaches used in neurosurgery and should always be revised based on recent neuroimaging studies and anatomical knowledge.

(Received May 29, 2006 ; accepted June 21, 2006)

Key words : internal auditory canal, suboccipital approach, vestibular schwannoma

Jpn J Neurosurg (Tokyo) 16 : 90-95, 2007

はじめに

聴神経鞘腫の摘出術は、全摘出を追求すれば神経損傷の確率が高まり、逆に神経温存を優先すれば全摘出を断念せざるをえないことがある。摘出率と神経機能温存は常に相反する関係にあるといえる。患者の年齢および術後のガンマナイフ治療も視野に入れ、摘出率決定には経験に基づいた術者の判断が要求される。ガンマナイフ時代に外科的治療を担うわれわれ脳神経外科医には、腫瘍を全摘出し、かつ新たな神経症状を出さないことが外科的治療の目標となる。たとえ小型の腫瘍でも、体位や頭

位を決める段階から細心の注意をもって手術に臨む必要がある。

手術成績向上のポイントは、①神経や血管など正常構造を傷つけない、②術野をクリーンに保つ、③内耳道を十分開放する、④神経の位置関係を早く把握する、⑤電気生理的モニターの性質に習熟する、などが挙げられる。神経の同定や温存の技術に関しては他文献に譲り⁴⁾⁵⁾⁹⁾¹²⁾¹⁶⁾、本稿では術前画像と解剖学の知識に基づいた後頭下アプローチ法の特徴を概説する。

信州大学医学部脳神経外科学講座／〒390-8621 松本市旭 3-1-1〔連絡先：田中雄一郎〕

Address reprint requests to : Yuichiro Tanaka, M.D., Department of Neurosurgery, Shinshu University School of Medicine, 3-1-1 Asahi, Matsumoto-shi, Nagano 390-8621, Japan

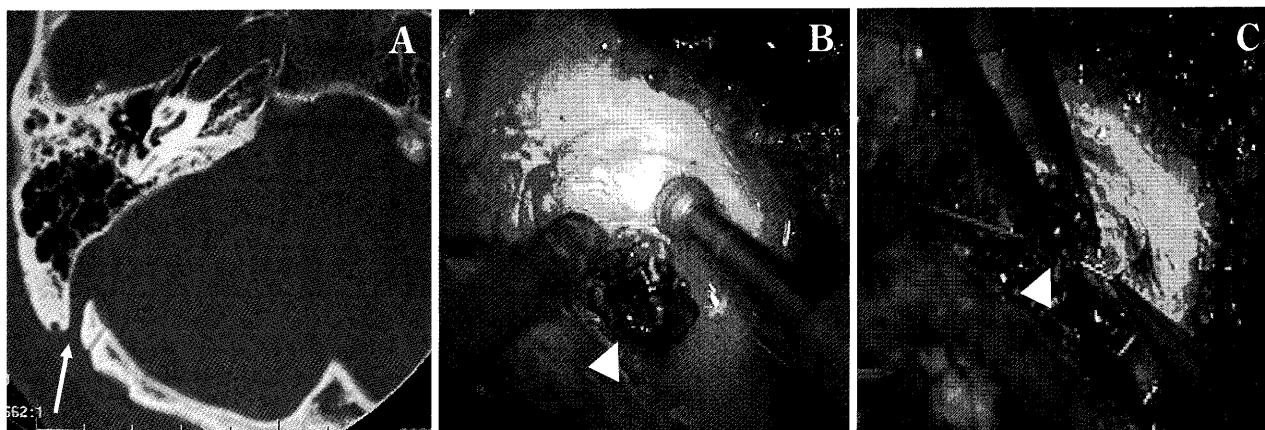


Fig. 1 A bone-window CT scan showing a well-developed emissary canal (arrow) joining with the right sigmoid sinus (A). A large emissary vein (arrowhead) is exposed with drilling (B) and ligated (C).

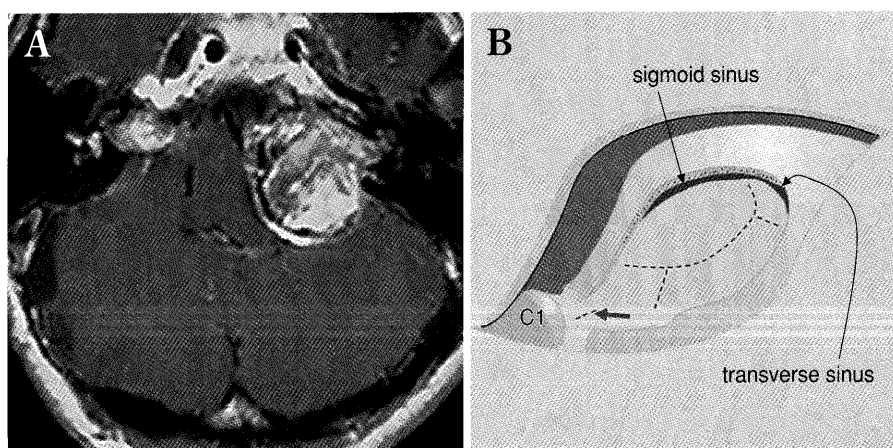


Fig. 2 A Gd-enhanced MRI showing bilateral vestibular schwannomas (A). The right side was removed 10 years ago and the left side become enlarged in spite of gamma knife treatment administered 5 years ago. CSF aspiration through a dural incision at the occipitoatlantal junction is often useful to avoid cerebellar swelling when opening the dura (B) in patients with large tumors and/or recurrent tumor. An arrow indicates a small dural incision in addition to the regular dural incision for tumor removal.

体 位

後頭下アプローチは側臥位ないし腹側臥位で行われることが多いが、半座位ないし背臥位を好む術者もいる。基本は頭部を高くし、術中のベッド角度変換に耐えられるように、しっかりと身体をベッドに固定することである。われわれは、当初側臥位を用いていたが、近年は全身麻酔のリスク低減と褥瘡回避の理由で腹側臥位（prone-lateral position, three-quarter position, park-bench position）を用いている。

頭 位

内耳道部の手術操作を行う場合と、腫瘍と小脳間の剥

離を行う場合では、手術アプローチの進入角度が異なる。状況に応じて顕微鏡視軸を頻回に変えるのが基本である。顕微鏡の角度変更のみでは術者の姿勢に無理が強いられることがある。その時はベッドの左右の傾きを変えたり、杉田フレームを使用している場合はフレーム回旋で対応する¹¹⁾¹⁷⁾。

開 頭

5～6 cm 四方の開頭を行う。後に述べる内耳道後壁を鈍角で削除するには、開頭の幅は5 cm は必要である。横静脈洞とS状静脈洞の辺縁を露出する。時にS状静脈洞の導出静脈が発達していることがある。骨蝕をいたずらに押し込むと静脈洞の狭窄をきたしうる²⁾。ドリルで

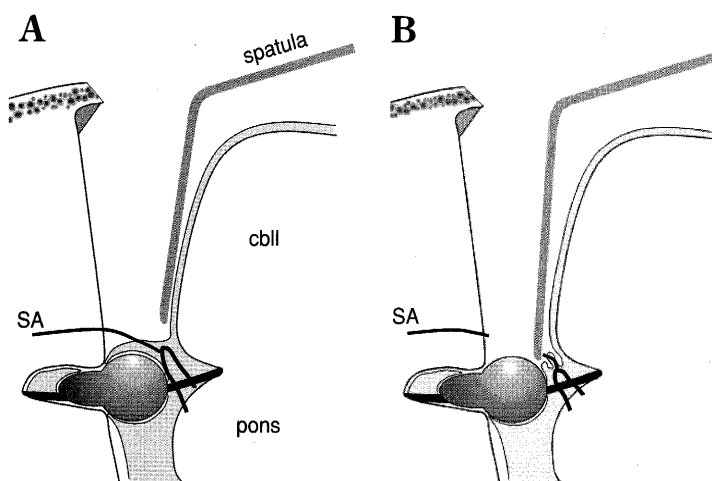


Fig. 3 Diagrams showing a cross-sectional plane of the suboccipital approach for a small vestibular schwannoma. Note the double-layered arachnoid fold over the tumor and the subarcuate artery (SA) (A). The arachnoid fold should be peeled off toward the cerebellum (cbll) after dividing the subarcuate artery (B).

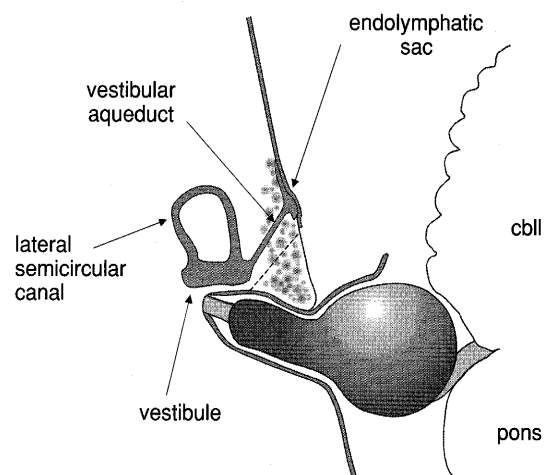


Fig. 4 A diagram showing a cross-sectional plane of the operative field. The dotted line indicates the border of the bone resection to prevent leakage of the endolymphatic fluid.

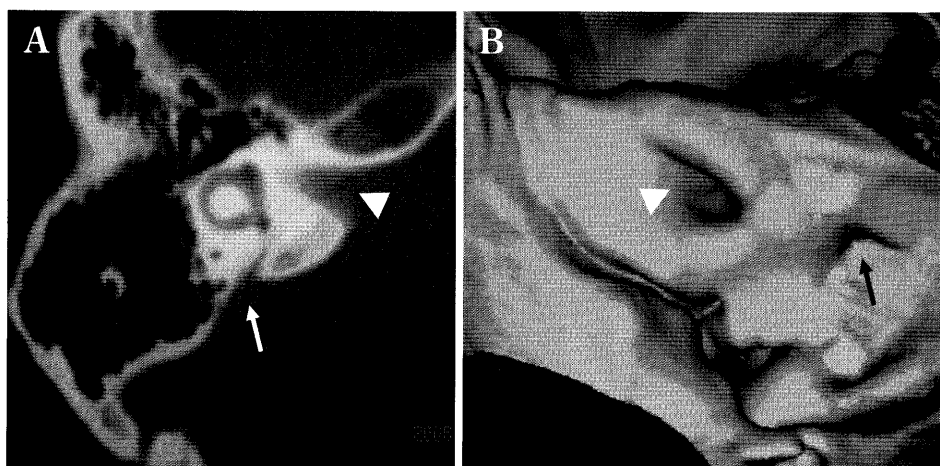


Fig. 5 A bone-window CT scan (A) and 3D-CT (B) of the right petrous bone showing the internal auditory canal (arrow head), and vestibular aqueduct and endolymphatic fossa (arrow, A and B).

十分に露出して結紮したほうがよい (Fig. 1)。4 cm 超の大型の腫瘍では大後頭孔まで開放しておくのが無難である。大型の腫瘍や再開頭術例では、硬膜を切開し外側延髄槽から髄液を排除する前の段階で小脳の腫脹をきたしやすい。頭蓋頸椎移行部の硬膜に小切開を加えて外側延髄槽から直接髄液を排除する方法がある (Fig. 2)。もちろん、術前から脳室拡大があれば開頭に先立ち術野で側脳室の後角からドレナージを設置しておく¹⁵⁾。大後頭孔まで開放する時は、術後頸部痛防止のため、U 字状の筋皮弁で頸筋を一塊に翻転し、極力頸筋の切開を避けるのがよい。顕微鏡下手術中は、止血目的の筋肉に対する牽引を緩めて筋の虚血を防ぐ。

クモ膜と弓下動脈

後頭下アプローチで腫瘍を露出すると、内耳孔部でクモ膜は2層のヒダを形成している⁸⁾¹⁶⁾。このヒダを内耳孔辺縁から小脳側に破らず剥離すれば、小脳表面の血管損傷を回避できる。時に弓下動脈 (subarcuate artery) がこの部でクモ膜を貫いて弓下窩 (subarcuate fossa) に進入している (Fig. 3)。弓下動脈は、内耳動脈、前下小脳動脈ないし脳底動脈から分枝し、2~3 本存在することもある。また前下小脳動脈のループが直接硬膜に癒着したり、側頭骨にトンネルを作り潜り込んでいることがある¹⁾。弓下動脈は側頭骨の錐体乳突管 (petromastoid canal) を貫通し、中耳系の組織に分布する。吻合が多い

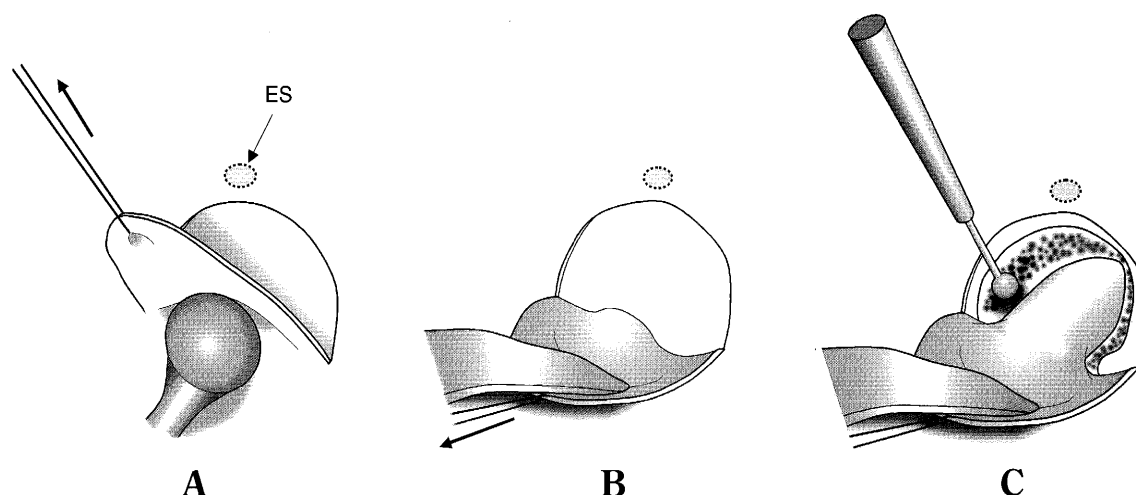


Fig. 6 Serial diagrams showing the protective dural flap method for opening the internal auditory canal. The dural flap was pulled with a thread (A) and extended with a tapered spatula to make a bowl (B and C) in order to prevent the spread of bone dust and irrigated solution. ES: endolymphatic sac.

ので、弓下動脈は術野で切離しても症状を呈することはない。不用意な脳へらによる小脳圧排で骨から引き抜かないようにする。またアプローチにより生じた硬膜とクモ膜の間の腔には、弓下動脈以外に微細な静脈が複数存在することが多い。血液フリーの清浄な術野を保つには、これらの静脈も適確に処理する。

骨迷路

硬膜弁の作製に際しては、硬膜下にある内リンパ嚢 (endolymphatic sac) を傷つけないように注意する (Fig. 4)。内リンパ嚢を損傷すると、内耳の内リンパ液 ($K^+ > Na^+$) 漏出を招き、聴力を失う¹³⁾。内リンパ管 (endolymphatic duct) が通る前庭水管 (vestibular aqueduct) とその遠位端の内リンパ窩 (endolymphatic fossa) は、骨 CT で明確に把握できる (Fig. 5)。内耳孔縁から内リンパ窩までの距離は平均 12 mm ほどであるが、個体差が大きい⁶⁾。術野でも硬膜の上から柔らかい厚みのある構造として触知できる。硬膜弁の大きさは、聴力温存を目指す症例では 1 cm 未満にするのが無難である。

内耳道後壁の骨削除は、ドリルないし超音波骨メスで行う。われわれは、骨屑と灌流液が飛散ないように、硬膜弁を椀状にくぼませてドリリングを行っている¹⁴⁾ (Fig. 6)。乳突蜂巣発達例では、含気が内耳道後壁に及んでいるので、術野の液体の浸透を防ぐ。迷路が開放されると内リンパ漏を起こす。損傷されやすい部位としては、総脚 (common crus)、前庭、後半規管が知られている。そのうち上半規管と後半規管が合流する総脚が損壊する率が 52% と最も高い¹⁸⁾。迷路開放を避けるには、骨 CT

で計測される総脚までの距離よりも 2~3 mm のゆとりをもって骨削除範囲としたほうがよい。すなわち削除距離は 8~9 mm ほどにとどめるのが無難である。内リンパ嚢や後半規管の損傷を避け最大限に内耳道を開放するには、錐体骨後面に対してより鈍角にドリリングする必要がある。通常、前後軸に対して 70 度位の傾きを目安にする。腫瘍が内耳道の最外側に達しないものを内側型 (medial type tumor) と呼ぶが、後壁の削除は閉じ込められたクモ膜下腔が少し露出するまでの距離でよい²⁰⁾。削除する内耳道の周径は 3/4 周 (270 度) が好ましいが、少なくとも半周 (180 度) は超えるようにする。

頸静脈球

内耳道の脊椎側の骨を削除すると、高位頸静脈球に遭遇することがある。高位頸静脈球の存在は、術前の骨 CT で容易に予測できる。9% の頻度で存在し、特に程度の強い例 (grade 3) は 3% ほどある¹⁰⁾。損傷した場合、大量の静脈出血を招くが、体位によっては空気塞栓をきたす。頸静脈球表面に薄く骨皮質を残してドリリングすることで、内耳道の腫瘍摘出が可能になることが多い。骨蝋を用いて頸静脈球を脊椎側に偏移させドリリングを加える方法もある (Fig. 7)。ミラーや内視鏡を用いて、顕微鏡では死角になる部位の腫瘍を取る方法もある³⁾¹⁹⁾。また内耳道の脊椎側には、蝸牛水管 (小管とも記載, cochlear aqueduct) が露出することがある⁷⁾ (Fig. 8)。頸静脈孔の舌咽神経部 (parus nervosa) 付近に開口している。乳幼児では、髄液と同様の組成である外リンパ液 ($K^+ < Na^+$) が流通する。しかし、成人ではクモ膜様組織が充

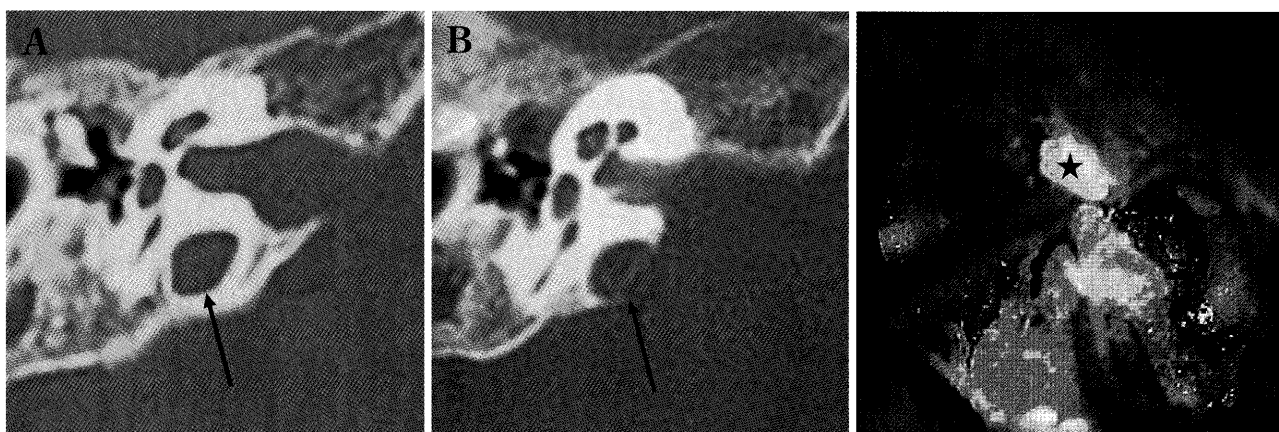


Fig. 7 A bone-window CT scan showing the high-positioned jugular bulb (arrow) before (A) and after surgery (B). This intraoperative picture shows the technique we used to displace the jugular bulb to the spinal side by pushing bone wax (asterisk) into the skeletonized jugular bulb (C).

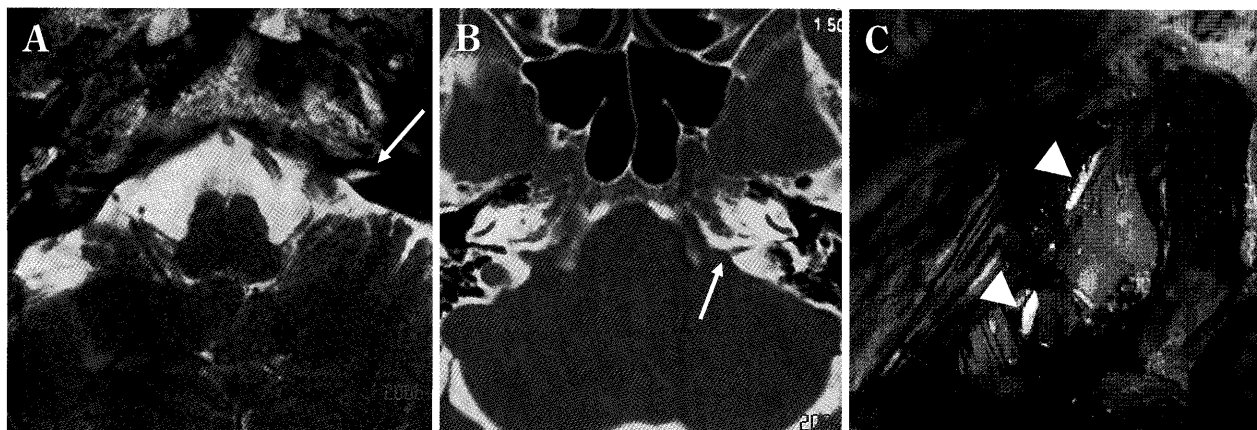


Fig. 8 A T2-weighted image (A) and bone-window CT (B) showing the cochlear aqueduct (arrow). Arrowheads indicate the cochlear aqueduct at the spinal side of the opened internal auditory canal (C).

満しており、たとえ損傷しても合併症の原因にはならないと推定される。

おわりに

本稿では後頭下アプローチにおいて遭遇するさまざまな構造物の画像所見に言及し、それらに対する手術手技を解説した。前庭神経鞘腫に対する手術アプローチには他に経迷路法と中頭蓋窩法があるが、後頭下アプローチ法に特徴的な後頭蓋窩の硬膜内から内耳道を開放する技術を詳述した。本アプローチは脳神経外科手術の最も基本的なアプローチの一つであるが、日進月歩の神経画像の知識を常に手術に還元するよう努めるべきである。本稿が少しでも諸兄の手術成績の向上に寄与すれば幸いである。

文 献

- 1) Goel A, Sekhar LN: Anomalous subarcuate loop. Technical note. *J Neurosurg* 75: 985-986, 1991.
- 2) Hadeishi H, Yasui N, Suzuki A: Mastoid canal and migrated bone wax in the sigmoid sinus: Technical report. *Neurosurgery* 36: 1220-1223, 1995.
- 3) Hori T, Okada Y, Maruyama T, Chernov M, Attia W: Endoscope-controlled removal of intrameatal vestibular schwannomas. *Minim Invasive Neurosurg* 49: 25-29, 2006.
- 4) 小林茂昭, 杉田虔一郎: 側臥位後頭蓋窩開頭術による聴神経腫瘍手術. *Neurosurgeons* 6: 192-198, 1987.
- 5) Koos WT, Day JD, Matula C, Levy DI: Neurotopographic considerations in the microsurgical treatment of small acoustic neurinomas. *J Neurosurg* 88: 506-512, 1998.
- 6) Lang J: *Clinical Anatomy of the Posterior Cranial Fossa and its Foramina*. New York, Thieme Medical Publishers, 1991, p.90.
- 7) Migirov L, Kronenberg J: Radiology of the cochlear aqueduct. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 114: 863-866, 2005.
- 8) 大畑建治, 永井健司, 森野道晴: 聴神経腫瘍の手術法—小脳橋角部におけるクモ膜外発育についての概念とその応用—. *Neurosurgeons* 15: 159-165, 1996.

- 9) Rand RW, Kurze T: Preservation of vestibular, cochlear, and facial nerves during microsurgical removal of acoustic tumors: Report of two cases. *J Neurosurg* 28: 158-161, 1968.
- 10) Shao KN, Tatagiba M, Samii M: Surgical management of high jugular bulb in acoustic neurinoma via retrosigmoid approach. *Neurosurgery* 32: 32-36, 1993.
- 11) Sugita K, Hirota T, Mizutani T, Mutsuga N, Shibuya M, Tsugane R: A newly designed multipurpose microneurosurgical head frame. Technical note. *J Neurosurg* 48: 656-657, 1978.
- 12) Sugita K, Kobayashi S: Technical and instrumental improvements in the surgical treatment of acoustic neurinomas. *J Neurosurg* 57: 747-752, 1982.
- 13) Sulman CG, Vecchiotti MA, Semaan MT, Lewin JS, Megeir CA: Endolymphatic duct violation during retrosigmoid dissection of the internal auditory canal: A human temporal bone radiographic study. *Laryngoscope* 114: 1936-1940, 2004.
- 14) Tanaka Y, Hongo K, Tada T, Kakizawa Y, Kobayashi S: Protective dural flap for bone drilling at the paracoinoid region and porus acusticus. Technical note. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 43: 417-418, 2003.
- 15) Tanaka Y, Kobayashi S, Hongo K, Tada T, Sato A, Takasuna H: Clinical and neuroimaging characteristics of hydrocephalus associated with vestibular schwannomas. *J Neurosurg* 98: 1188-1193, 2003.
- 16) 田中雄一郎, 本郷一博, 小林茂昭: 聴神経鞘腫の手術. *No Shinkei Geka* 31: 1061-1070, 2003.
- 17) 田中雄一郎, 本郷一博, 大屋房一, 後藤哲哉, 宮原孝寛, 高砂浩史, 中村一也: 杉田式手術セットアップの概念と実際. *No Shinkei Geka* 32: 1009-1016, 2004.
- 18) Tatagiba M, Samii M, Matthies C, el Azm M, Schonmayr R: The significance for postoperative hearing of preserving the labyrinth in acoustic neurinoma surgery. *J Neurosurg* 77: 677-684, 1992.
- 19) Tatagiba M, Matthies C, Samii M: Microendoscopy of the internal auditory canal in vestibular schwannoma surgery. *Neurosurgery* 38: 737-740, 1996.
- 20) Tos M, Drozdiewicz D, Thomsen J: Medial acoustic neuromas. A new clinical entity. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 118: 127-133, 1992.

要 旨

聴神経鞘腫に対する後頭下アプローチ

—解剖と画像所見に基づいた手術手技—

田中雄一郎 石坂 繁寿 原 洋助 小林 辰也
 児玉 邦彦 宮原 孝寛 草野 義和 後藤 哲哉
 柿澤 幸成 酒井 圭一 本郷 一博

ガンマナイフ時代に外科的治療を担う脳神経外科医には、腫瘍を全摘出し、かつ新たな神経症状を出さないことが外科的治療の目標となる。本稿では、後頭下アプローチにおいて遭遇するさまざまな構造物、すなわち導出静脈、弓下動脈、内リンパ囊、前庭水管、総脚、頸静脈球、蝸牛水管などの画像所見に言及し、それらに関連した手術手技を解説した。本アプローチは脳神経外科手術の最も基本的なアプローチの一つであるが、日進月歩の神経画像の知識を常に手術に還元するよう努めるべきである。

脳外誌 16: 90-95, 2007