Posterior Transpetrosal Approach

鰐渕 昌彦

札幌医科大学医学部脳神経外科

Posterior Transpetrosal Approach

Masahiko Wanibuchi, M.D., Ph.D.

Department of Neurosurgery, Sapporo Medical University School of Medicine

The posterior transpetrosal approach, which can provide a better ventral surgical view than the lateral suboccipital approach, is required for the surgical treatment of skull base lesions extending to the petrous bone. In this paper, the microsurgical anatomy of the mastoid and surgical manipulation involved in mastoidectomy are explained.

The posterior transpetrosal approach for petroclival lesions has been reported from the 1970s to the early 1990s. This approach is typically performed in combination with other approaches, leading to several variations. The surgery is performed in the lateral position. The posterior neck muscles are retracted to avoid muscle injury. After the occipital bone and mastoid had been exposed, occipital craniotomy and mastoidectomy are performed. A triangular shape is drilled into the mastoid with the following anatomical landmarks as vertices: the posterior point of the root of the zygoma, mastoid tip, and asterion. Subsequently, the sigmoid sinus plate and mastoid antrum are exposed. After confirming the lateral semicircular canal inside the mastoid antrum, the superior and posterior semicircular canals are also exposed. Finally, the facial nerve and jugular bulb are identified.

Precise anatomical knowledge and a safe skull base drilling technique are required to achieve success with the use of the posterior transpetrosal approach, resulting in a wide and shallow surgical field for skull base lesion.

(Received February 5, 2018; accepted February 14, 2018)

Key words: posterior transpetrosal approach, mastoidectomy, skull base surgery

Jpn J Neurosurg (Tokyo) 27: 828-834, 2018

はじめに

後頭蓋窩外側病変に対する手術では、lateral suboccipital approach が基本となる。しかし、錐体骨にまで病変が及ぶ頭蓋底病変で、より腹側からの術野が必要になる場合には、mastoidectomy が必要となる。S 状静脈洞の腹側より到達する posterior transpetrosal approach について、歴史的背景、概念、錐体骨の解剖、mastoidectomy の仕

方、臨床例につき解説する。

歴史的背景

Unpublished data のため論文で確認することはできないが、1965 年に Henderson が錐体骨と側頭骨を drilling して上錐体静脈洞を切断し、聴神経腫瘍や斜台部髄膜腫を摘出したとの記載がある⁶⁾⁹⁾。その後、1970 年には

連絡先: 鰐渕昌彦, 〒060-8543 札幌市中央区南1条西16丁目 札幌医科大学医学部脳神経外科

Address reprint requests to: Masahiko Wanibuchi, M.D., Ph.D., Department of Neurosurgery, Sapporo Medical University School of Medicine, West 16, South 1, Chuo-ku, Sapporo-shi, Hokkaido 060-8543, Japan

Fig. 1 Anatomy of the mastoid
The left mastoid is shown.
SC : semicircular canal

King⁸⁾が、1973年にはMorrison and King⁹⁾が translabyrinthine-transtentorial approach を報告し、以後 mastoid を削除して病変へ到達する方法は、1990年代前半にかけて種々報告された^{1)~5)7)10)11)}。髄膜腫摘出の報告が多く、現在では錐体斜台部髄膜腫のほか、下位脳神経由来のダンベル型神経鞘腫、椎骨脳底動脈の血栓化脳動脈瘤、グロームス腫瘍などの手術でも用いられる。

アプローチとバリエーション

Mastoidectomy を施行する posterior transpetrosal approach では、sigmoid sinus と三半規管の間から病変へ到達する presigmoid approach を基本とする。しかし、このアプローチを単独で行うことは少なく、多くの場合、anterior petrosectomy と合わせた combined petrosal approach、テント上下からアプローチする combined supra- and infratentorial approach、三半規管を削除して内耳道へアプローチする translabyrinthine approach、jugular bulb 周囲へアプローチする transjugular approach、それよりも尾側の transcondylar approach などと組み合わせて使用される。脳幹を圧排する病変の場合、これに retrosigmoid approach を組み合わせて手術野を展開する。

Mastoid の解剖

Mastoid 内の中央には外側半規管、後半規管、上半規管で形成される三半規管が存在し、S 状静脈洞から連続する jugular bulb、上椎体静脈洞と S 状静脈洞の連続部で形成される sinodural angle が確認できる (Fig. 1)。上半規管の頭側には側頭葉底面に相当する temporal tegmen が存在する。外側半規管のすぐ尾側には顔面神経の tympanic segment があり、それは急峻に角度を変え mastoid segment へと連続していく。

手術の実際

体位は側臥位とする。頸部が短い方や筋肉質で肩が術野確保の妨げとなる場合には、肩を前に倒し park bench position としてもよい。上半身はできるだけ手術台の端に寄せ、腰部は屈曲させて術後の腰痛を防止する。肩は尾側に牽引するが、力を加えて尾側へ牽引すると術後の頸部痛の原因となるので、術野側に戻らない程度で十分である。頸部は屈曲させ、少し顎を前方へ出すようにする。この際、頤と頬骨との間に2横指の空間を確保し、静脈灌流障害、気道閉塞、挿管の過挿入を防止する¹⁶⁾¹⁸⁾。

手術台の背板は約 20° 挙上し、術野を心臓の位置より

Fig. 2 Mastoidectomy procedure in stepwise detail

The left mastoid is shown.

- A** : Anatomical landmarks for mastoidectomy. A triangular area was drilled to facilitate mastoidectomy with the posterior point of the root of the zygoma, mastoid tip, and asterion as vertices.
- B** : Exposure of the sigmoid sinus plate. The sigmoid sinus plate was initially exposed.
- C** : Identification of the mastoid antrum. The mastoid antrum was then identified at the ventral and medial portion of the sigmoid sinus plate. The lateral semicircular canal and incus are situated inside the mastoid antrum.
- D** : Exposure of the fallopian canal and the semicircular canals. The structures inside the mastoid were exposed.

JB : jugular bulb, LSC : lateral semicircular canal, PSC : posterior semicircular canal, seg. : segment, SSC : superior semicircular canal

も高くなるようにする。実際に当院の症例で測定すると $17.2 \pm 2.4^\circ$ (15~22°) であった。vertex は down として床面側に軽度側屈させる。この際、過剰になると術後の頸部痛が起こるので、皮膚切開部が平坦になる程度の側屈で十分である。小脳 TENT に圧排操作が加わり trigemino-cardiac reflex による徐脈、心停止の可能性が危惧される場合は心臓ペースングの準備を考慮する。当施設では迷走神経に圧排操作が加わる場合にも、念のため経皮ペースングを準備している。

皮膚切開は毛流に対して 45° となるように“V”字状としている¹⁶⁾¹⁸⁾。毛流に 90° の皮膚切開が最も創が目立たないが、これでは横切開となり術野の展開ができない。“C”字状もよいが、毛流と平行になる部分ができしま

うのが欠点である。短頸で筋肉質の場合には、mastoid 尾側の術野を展開するため、皮切を尾側へ延長する。その際には創が皮膚の皺壁に一致するように配慮すると、術後、短髪の方でも創跡は目立たない¹⁶⁾。

皮膚切開から後頭骨露出までは簡潔に 3 steps で行う¹⁶⁾¹⁸⁾。Step 1 として、皮弁翻転後に筋膜を採取する。Step 2 として、胸鎖乳突筋を腹側へ翻転する。そうすると頭板状筋が露出されるので step 3 として頭板状筋よりも内側の筋群を一塊として尾背側へ翻転する。この際、筋肉の発達や静脈叢の発達程度により disorientation となることがあり、椎骨動脈の損傷が危惧される。そのため、大後頭孔を背側に辿り、尾側で環椎後弓上縁をみつけた後、今度はそれを腹側へ辿り環椎の J-groove を目印

Fig. 3 Contrast-enhanced T1-weighted images and computed tomography prior to surgery

A, B : A dumbbell-shaped jugular foramen tumor is shown.

C, D : The deep portion of the mastoid is eroded by the tumor.

として椎骨動脈を見つける方法が、安全で簡便である¹⁴⁾。

後頭骨から mastoid が露出された後は、ドリルを用いて骨溝を作成し、溝を paper thin にした後、ケリソで骨を除去し、craniotomy とする¹⁶⁾。その後、mastoidec-tomy (後述) を行い、病変に応じて骨削除範囲を調整する。

閉頭時、presigmoid の硬膜はあらかじめ採取しておいた筋膜で極力 watertight となるよう形成する。その後、mastoid antrum を筋膜で覆い、mastoid 内の空隙には腹部より採取した脂肪片を充填する。Mastoid の表面は、皮質を温存した場合には骨片で、皮質ごと骨削除した場合には錐体骨形成用のアパセラムで形成する。Craniotomy 時に採取した骨片をチタンプレートで固定し、後頭骨を形成後、筋群は元の位置に戻す。

Mastoidectomy の実際

頬骨弓の根元である root of zygoma の少し後ろに相当する posterior point of root of zygoma、乳様突起先端部、

アステリオン の 3 点を囲むような三角部を骨削除していく (Fig. 2A)。この際、1 カ所を深く削るのではなく、均一に骨削除していく¹⁵⁾¹⁷⁾。

すると S 静脈洞に相当する sigmoid sinus plate という骨皮質の高まりが出現するので、これをきれいに露出する (Fig. 2B)。その後、sigmoid sinus plate の腹側を骨削除していくと mastoid antrum と呼ばれる大きな空洞が出現してくる (Fig. 2C)。この中にある骨隆起が外側半規管であり、その腹側には incus が確認される¹²⁾。基本的に sigmoid sinus plate から mastoid antrum までの間には重要構造物はない。

この外側半規管を目印として後半規管と上半規管を露出する (Fig. 2D)。顔面神経の mastoid segment は走行のバリエーションが多いので、頭側か尾側のどちらか一方よりみつける¹³⁾。頭側で顔面神経を同定する際の指標は genu と呼ばれる屈曲部である。外側半規管に隣接する tympanic segment は、外側半規管と後半規管の接合部近傍で急峻に角度を変え尾側へと走行していく。この屈曲部が genu であり、バリエーションが少なく、外側半規

Fig. 4 Photographs captured during surgery

- A :** The occipital bone and mastoid were exposed. The areas where occipital craniotomy and mastoidectomy were performed on were marked.
- B :** Following cosmetic mastoidectomy, the semicircular canals and jugular bulb compressed by the extradural tumor were exposed.
- C :** After dural opening, the intradural tumor was totally resected.
- D :** A subcapsular dissection of the extradural tumor was performed from the space between the semicircular canals and jugular bulb to protect the lower cranial nerves closely situated to the tumor capsule.

管の尾背側で確認できるという利点がある。しかし、非常に骨が薄いので損傷に注意が必要である。一方、尾側で顔面神経を同定する際の指標は、stylomastoid foramen 部分である。S 状静脈洞尾側で digastric ridge をみつけ、これを腹側に辿り、顔面神経が stylomastoid foramen から頭蓋外に出ていく部分で同定する。digastric ridge は、外側からみると、digastric groove に相当し、顎二腹筋後腹が存在している。Stylomastoid foramen 近傍の顔面神経は軟部組織に覆われているため、尾側から同定する方法は顔面神経損傷の危険が少ないのが利点である。臨床的には電氣的モニタリングを使用し、顔面神経の走行を適宜確認しながら骨削除を行う。顔面神経の mastoid segment をみつけた後は、背側の骨をさらに削除していき、頸静脈球を露出する。

Presigmoid から硬膜内での術野を最大限確保する際に

は、後半規管を綺麗に露出することが重要である。後半規管を外側から drilling していくと、背側部に底状の骨が残存し、硬膜翻転時にこの骨の突出が視野の妨げとなる。この opercular bone を残さないよう骨削除するためには、後半規管を露出した後、後半規管と presigmoid dura の間に吸引管を入れて術野を確保し、ドリルを奥に入れて、バーの手前側、バーを地球に例え先端側を北半球、シャフト側を南半球とすると、この南半球側に相当する部分を使用して、奥から手前へ引くように up-cutしながらこの骨を除去する。

代表症例提示

31 歳の女性で、頭痛を主訴に受診された。精査でダンベル型の頸静脈孔部腫瘍を認めた (Fig. 3)。妊娠中であ

Fig. 5 Contrast-enhanced T1-weighted images 1 year after surgery and postoperative computed tomography

A, B : No tumor regrowth was observed.

C, D : The semicircular canals are preserved after mastoidectomy.

り、脳神経症状もなかったため経過観察としたが、半年後の画像再検時に腫瘍が増大していたため、出産後に摘出術を施行した。Lateral suboccipital+transjugular approach を選択し、顔面神経、迷走神経、副神経の電気的モニタリングを行った。Occipital craniotomy と mastoid の皮質骨を温存した cosmetic mastoidectomy を施行し、硬膜外腫瘍を露出した (Fig. 4A, B)。硬膜内の腫瘍は被膜ごと全摘し (Fig. 4C)、硬膜外腫瘍は頸静脈球と後半規管の間より、被膜内摘出とした (Fig. 4D)。術後、一過性の顔面神経麻痺が出現したが、下位脳神経症状を含めて恒久的神経脱落症状は出現しなかった。術後1年での画像で腫瘍の再増大は認めていない (Fig. 5)。

結 語

Posterior transpetrosal approach の概念、mastoid の解剖、mastoidectomy の手順と臨床例につき提示した。詳細な解剖学的知識に基づき頭蓋底手術を施行することは、良好な手術成績、合併症回避につながると考えられる。

謝 辞

Fig. 1 と Fig. 2 を描画した当講座の古村翔一先生に感謝します。

COI (conflict of interest) 開示

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) Al-Mefty O, Fox JL, Smith RR : Petrosal approach for petroclival meningiomas. *Neurosurgery* **22** : 510-517, 1988.
- 2) Ammirati M, Samii M : Presigmoid sinus approach to petroclival meningiomas. *Skull Base Surg* **2** : 124-128, 1992.
- 3) Hakuba A, Nishimura S, Inoue Y : Transpetrosal-transtentorial approach and its application in the therapy of retrochiasmatic craniopharyngiomas. *Surg Neurol* **24** : 405-415, 1985.
- 4) Hakuba A, Nishimura S, Tanaka K, Kishi H, Nakamura T : Clivus meningioma : six cases of total removal. *Neurol Med Chir (Tokyo)* **17** : 63-77, 1977.
- 5) Hakuba A, Nishimura S, Jang BJ : A combined retroauricular and preauricular transpetrosal-transtentorial approach to clivus meningiomas. *Surg Neurol* **30** : 108-116, 1988.
- 6) Henderson J : Communication to Neurosurgical Society of Australasia. (Unpublished data). 1965.
- 7) Kawase T, Toya S, Shiobara R, Mine T : Transpetrosal

- approach for aneurysms of the lower basilar artery. *J Neurosurg* **63** : 857-861, 1985.
- 8) King TT : Combined translabyrinthine-transtentorial approach to acoustic nerve tumours. *Proc R Soc Med* **63** : 780-782, 1970.
 - 9) Morrison AW, King TT : Experiences with a translabyrinthine-transtentorial approach to the cerebellopontine angle. Technical note. *J Neurosurg* **38** : 382-390, 1973.
 - 10) Nishimura S, Hakuba A, Jang BJ, Inoue Y : Clivus and apicopetroclivus meningiomas—report of 24 cases. *Neurol Med Chir (Tokyo)* **29** : 1004-1011, 1989.
 - 11) Sekhar LN, Schramm VL Jr, Jones NF : Subtemporal-preauricular infratemporal fossa approach to large lateral and posterior cranial base neoplasms. *J Neurosurg* **67** : 488-499, 1987.
 - 12) Wanibuchi M, Friedman AH, Fukushima T : *Photo Atlas of Skull Base Dissection*. New York, Thieme, 2009, pp.267-292.
 - 13) 鰐淵昌彦 : Transmastoid Approaches. in 鰐淵昌彦 (編), 福島孝徳, Friedman AH, 宝金清博 (監) : 頭蓋底局所解剖アトラス. 大阪, MC メディカ出版, 2009, pp.114-121.
 - 14) Wanibuchi M, Fukushima T, Zenga F, Friedman AH : Simple identification of the third segment of the extracranial vertebral artery by extreme lateral inferior transcondylar-trans-tubercular exposure (ELITE). *Acta Neurochir (Wien)* **151** : 1499-1503, 2009.
 - 15) Wanibuchi M, Ohtaki M, Fukushima T, Friedman AH, Houkin K : Skull base training and education using an artificial skull model created by selective laser sintering. *Acta Neurochir (Wien)* **152** : 1055-1060, 2010.
 - 16) 鰐淵昌彦, 秋山 幸功, 三國信啓 : Lateral suboccipital retro-sigmoid approach とその variation. *脳外誌* **23** : 802-811, 2014.
 - 17) Wanibuchi M, Noshiro S, Sugino T, Akiyama Y, Mikami T, Iihoshi S, Miyata K, Komatsu K, Mikuni N : Training for skull base surgery with a colored temporal bone model created by three-dimensional printing technology. *World Neurosurg* **91** : 66-72, 2016.
 - 18) 鰐淵昌彦 : 大後頭孔近傍腫瘍に対する開頭術. *No Shinkei Geka* **45** : 645-654, 2017.

要 旨

Posterior Transpetrosal Approach

鰐淵 昌彦

錐体骨にまで病変が及ぶ頭蓋底病変に対して, posterior transpetrosal approach は有用な到達法である。1970～90 年代前半にかけ多数報告されており, lateral suboccipital approach よりも腹側からの術野が得られるのが特徴である。腫瘍性病変のみならず, 血管病変に対しても応用可能であり, 本稿では mastoid の解剖と mastoidectomy を中心とした手術手技について解説する。

手術は側臥位で行い, 後頸筋群は損傷しないよう剥離し, 後頭骨と mastoid を露出する。後頭骨を craniotomy した後, mastoidectomy を施行する。頬骨弓根部の背側, 乳様突起先端部, アステリオン の 3 点を囲むような三角部を骨削除していき, sigmoid sinus plate, mastoid antrum を確認する。その後, mastoid antrum 内の外側半規管を目印として後半規管と上半規管を露出し, 顔面神経や頸静脈球を同定する。実際の手術で posterior transpetrosal approach を単独で行うことは少なく, 多くの場合, 他のアプローチと組み合わせた手術野の展開が必要となる。

Posterior transpetrosal approach を施行するには, 詳細な解剖学的知識と確かな頭蓋底 drilling の技術が必須であり, 必要かつ十分に術野を展開することが重要である。

脳外誌 **27** : 828-834, 2018