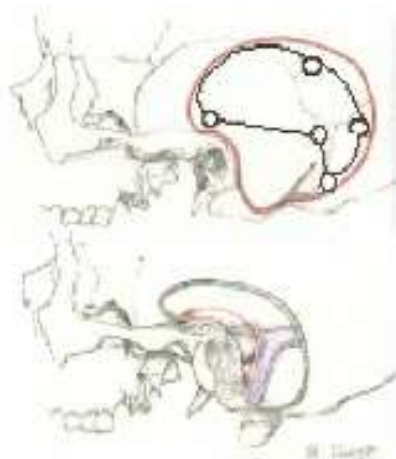
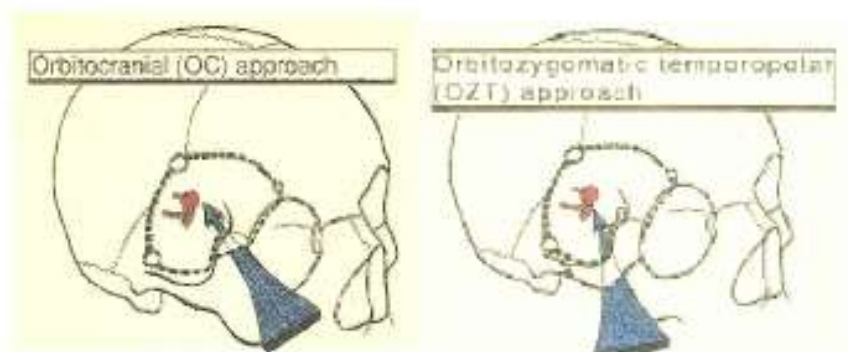


# 開頭新書



## 巻頭

私は 1985～2015 年にかけて金沢大学～金沢医療センター脳神経外科で、北陸の地に初めての頭蓋底外科の開発および導入を進めて参りました。当時は、1989/7 に第 1 回日本頭蓋底外科学会が、翌年には第 1 回東海頭蓋底研究会が始まった頃でした。このような時代背景の中、北陸の地でも頭蓋底外科が萌芽しました。

始まりは、解剖学教室の田中重徳教授のご支援を得て、頭部の cadaver dissection の開発研究を行う事が出来たことでした。「頭蓋底硬膜下に隠された頭蓋底解剖の素晴らしさを学生たちに伝え、共に学びたい」と熱く語り、解剖学教室の講義をさせていただきました。最初の頃は仲間が得られず、深夜や休日に独り、解剖棟で cadaver dissection を行う事も何度もありました。特に冬の深夜の独りは不気味でした。あちこちのご遺体で音がするのです。

(ご遺体の載ったステンレス台が暖房により反り返るのが原因) やがて次第に仲間を増やし、全国レベルの cadaver dissection を 1994 より第 1 回北陸頭蓋底学会開催により行うことができました。大学での頭蓋底外科解剖実習や 1995～1996 のアーカンソー大学留学時代の研究も含めた cadaver dissection の基礎的データを基にして、臨床応用した頭蓋的外科手術(新たに開発した頭蓋底手術アプローチを含む)を多く行いました。これらの経験やデータをここに集約して「開頭新書」として記録に残します。

低侵襲的手術が叫ばれ、血管内手術やガンマナイフ治療が普及した現在、以前のように頭蓋底外科を行う機会が少なくなったとは言え、より多くの後輩脳神経外科医に対して基礎的頭蓋底解剖ならびに頭蓋的外科手術の習熟に役立つことを祈念し、ここに残します。

(これは私の記録であり非売品ですが、画像等の乱用はお控えください)

金沢脳神経外科病院 脳神経外科 池田清延 (2024 年春)

## 開頭術

### 1. 前頭側頭開頭術 (pterional approach) (P 1-17)

- 1) 本開頭における基礎的解剖学
- 2) 皮切・開頭テクニック
- 3) pterional approach 変法
  - Orbitocranial approach
  - Orbitozygomatic (temporopolar) approach
- 4) pterional approachの応用 Dolenc approach (前床突起の除去)
- 5) その他
  - 脳動脈瘤による患者体位の変化
  - シルビウス裂開放のコツ
  - 前頭葉 retraction の軽減法
  - 側頭葉先端部 superficial sylvian vein (SSV) 温存法
  - BA tip 瘤に対する various approach
  - Subtemporal approach
  - 内頸動脈瘤とその手術
  - 前交通脳動脈瘤 (Acom) とその手術
  - 視交叉近傍脳腫瘍に対する手術
  - pterional approach の限界について

### 2. 側頭開頭術 (subtemporal approach) (P 18-23)

- 1) 本開頭における基礎的解剖学
- 2) 適応および手術法
  - subtemporal approach
  - posterior subtemporal transtentorial approach
  - Willis ring後半部の穿通枝について
- 3) 変 法
  - transpetrosal approach (Kawase)
  - posterior subtemporal transtentorial approach
  - transchoroidal fissure approach
  - trans-collateral sulcus approach (Heros)

### 3. 両側前頭開頭術 (=interhemispheric approach) (P 24-28)

- (anterior) interhemispheric approach (AIH, 鈴木)
- basal interhemispheric approach (BIH, 安井)
- 1) 本開頭における基礎的解剖学
- 2) 手術適応
- 3) 手術手技
- 4) 開頭範囲
- 5) IH の際の bridging vein 温存について
- 6) 開放された前頭洞の処置について
- 7) その他の変法
  - interfalcine approach

bifrontal basal interhemispheric approach to craniopharyngioma with or without division of the Acom

側脳室，第 III 脳室内病変へのアプローチ

#### 4. 頭頂開頭術 (P 29-32)

1) 本開頭における基礎的解剖学

2) 手術適応

3) 手術手技

central interhemispheric approach (parasagittal and falcine meningioma)

transcallosal approach (parieto-occipital interhemispheric approach)

superior parietal transcortical approach

#### 5. 後頭および後頭下開頭術 (P 33-44)

1) 本開頭における基礎的解剖学

2) 手術適応

3) 手術手技

体位

手術法

supratentorial approach

parieto-occipital interhemispheric approach (Yasargil<sup>4)</sup>)

occipital transtentorial approach (interhemispheric occipital approach)

parieto-occipital interhemispheric parasplenic approach through incision of the precuneus

infratentorial approach

skull base approaches

3) 代表的アプローチのポイント

suboccipital approach (retromastoid, paramedian, median)

median approach

retromastoid approach 聴神経腫瘍

median approach VA-PICA 瘤

Microvascular decompression

surgical approaches to the pineal tumor

infratentorial supracerebellar approach (Stein)

occipital transtentorial approach

posterior transcallosal approach (Dandy)

far lateral approach (Heros)

transcondyle approach (Bertalanffy)

widened transcochlear approach

surgical approaches to the jugular foramen tumor

#### 6. 前頭蓋底および斜台への手術アプローチ (P 45-50)

1) 本開頭における基礎的解剖学

2) 手術適応

3) 手術手技

体位

手術法

4) 代表的アプローチのポイント

trans-sphenoidal approach

transmaxillary-transnasal approach & Le Fort-I maxillotomy

transbasal approach (Derome and Guiot)

extended frontal approach (Sekhar)

anterior craniofacial approach (Spetzler)

頭蓋底再建

【症例提示】

7. 経錐体法

(P 51-58)

1) 本開頭における基礎的解剖学

錐体骨の解剖学的構造

顔面神経の走行

mastoidectomyの外科解剖

内耳道の位置の同定法

静脈

2) 手術適応

3) 手術手技

I. petrosal approach (Al-Mefty)

体位

手術法

petroclival meningioma, petrous apex meningioma

II. trans-posterior semicircular canal (PSC) approach (Ikeda)

体位 適応 手術法

III. transpetrosal transtentorial approach (Hakuba)

体位 適応

手術法

transmastoideal transpetrosal approach

transzygomatic transpetrosal approach

combined retro-and preauricular transpetrosal-transtentorial approach

IV. middle cranial fossa approach (Shiobara)

体位 適応 手術法

V. translabyrinthine transtentorial approach (King and Morrison)

体位 適応 手術法

VI. transcochlear approach (House)

体位 適応 手術法

8. 頭蓋頸椎接合部および上位頸椎への手術アプローチ

(P 59-65)

1) 基礎的解剖学

2) 手術適応

### 3) 手術アプローチ

anterior approach

手術手技、症例提示

軸椎歯突起骨折に対するネジ固定 (A-O screw)

posterior approach

occipital decompression & upper cervical laminectomy

transcondylar approach for congenital bone anomalies, RA, and  
os odontoideum

posterior fixation for AAD

lateral approach (to the upper cervical spine with affording exposure of  
the ventral and ventrolateral aspects of the spinal canal)

lateral approach\* / high lateral approach

## 9. 脳室内病変への手術アプローチ

(P 66-72)

### 1) 基礎的解剖学

側脳室と視放線との関係

fornix の走行について

側脳室周囲構造物

surgical risk (complication)

### 2) 手術適応

### 3) 手術アプローチ

various approaches to the lateral ventricle

側脳室各部腫瘍へのアプローチ

前角部腫瘍

anterior transcortical approach (middle frontal gyrus incision)

transcallosal approach

側脳室体部腫瘍

transcallosal approach

lateral temporo-parietal (superior parietal) approach

側脳室三角部腫瘍

lateral temporo-parietal (Superior parietal) approach

parietal transcortical approach (Superior parieto-occipital approach)

middle and inferior temporal gyrus approach

occipital lobectomy

transcallosal approach

側脳室下角

middle and inferior temporal gyrus approach

## 10. 第III脳室内病変への手術アプローチ

(p 73-78)

### 1) 基礎的解剖学

### 2) 手術適応

basal approach

transsphenoidal approach

subfrontal approach  
superior approach  
posterior approach

3) 手術アプローチ

various surgical approached to the IIIrd ventricle  
basal approach  
superior approach  
transcortical approach  
transcallosal approach  
posterior approach  
Infratentorial supracerebellar approach (Stein)  
Occipital transtentorial approach  
posterior transcallosal approach (Dandy)

11. 第IV脳室内病変への手術アプローチ

(p 78-85)

- 1) 基礎的解剖学
- 2) 手術適応
- 3) 手術手技

midline posterior fossa approaches  
medulloblastoma ependymoma choroid plexus papilloma  
cavernous angioma  
paramedian posterior fossa approach  
脳幹への手術到達法

12. 迂回槽近傍および側頭葉内側部の病変へのアプローチ

- 1) 本開頭における基礎的解剖学
- 2) 手術適応
- 3) 手術手技

subtemporal approach  
trans-choroidal fissure (CF) approach (Ikeda)  
trans-collateral sulcus approach (Heros4) )  
後大脳動脈(PCA)瘤の手術法

13. 斜台への手術アプローチ

(p 86-99)

- 1) 本開頭における基礎的解剖学
- 2) 手術  
体位  
手術法
- 3) 代表的アプローチのポイント

Anterior approaches to the clival lesions  
transsphenoidal approach  
transoral approach  
transmaxillary-transnasal approach & Le Fort-I maxillotomy

transbasal approach  
extended frontal approach  
Lateral approaches to the clival lesions  
subtemporal, transcavernous, and transpetrous apex approach  
subtemporal & preauricular infratemporal approach  
transpetrosal approach  
transcondylar approach for congenital bone anomalies, RA, and os  
odontoideum

#### 14. 海綿静脈洞内病変へのアプローチ

(p 100-107)

1) 本開頭における基礎的解剖学

2) 手術適応

3) 手術手技

体位

海綿静脈洞への approach

superior orbital fissure からの剥離 / 中頭蓋窩からの剥離

Approaches to the intra-CS lesion

CS 手術の原則

CS 内病変に対する手術アプローチ

CS 内血管性病変に対する手術アプローチ

#### 15. 眼窩内病変へのアプローチ

(p 108-115)

1) 本開頭における基礎的解剖学

骨

筋肉

神経

静脈

動脈

2) 手術適応

3) 手術手技

経頭蓋手術法

側方到達法

【症例】

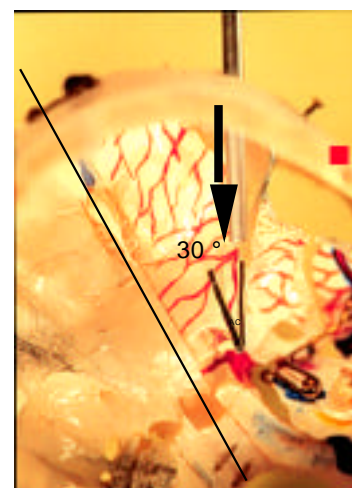
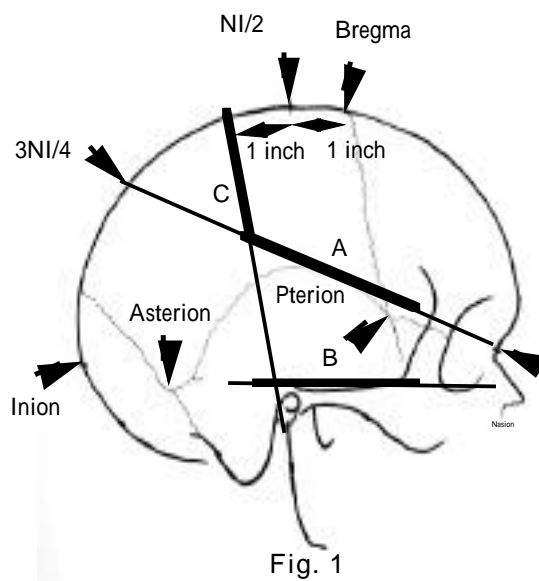


# 1. 前頭側頭開頭術 (=pterional approach)

trans-Sylvian route, subfrontal route, temporopolar route が得られる。

## 1) 本開頭における基礎的解剖学

- nasion または canths (目尻) と3/4NI とを結ぶ線は squamous suture の上向線に一致しシルビウス裂を示す線である (このsuture lineは浅側頭動脈中大脳動脈吻合術や被殻出血手術の際にシルビウス裂や側頭葉露出の良い解剖学的指標となる) .
- 側頭葉のbaseは眼窩下縁および zygomatic arch の上縁に沿った線に一致する(本開頭で側頭葉のより大きい露出には側頭骨の骨切りは下方はより zygomatic arch に沿い , 後縁は外耳道により近接する) .
- pterional craniotomy の際の "key hole" (Yasargil<sup>1)</sup>) は frontal bone just behind the fronto-zygomatic suture に穿つ (これは前頭蓋窩に一致する) (Fig. 1)
- 頭部を反対側に30度傾け , "key hole"より垂線を垂らすと前床突起先端を示す (視神経および内頸動脈部を術野中心に置く本アプローチでは基本的に頭部を反対側に30度傾ける) (Fig. 2) .
- "pterion" は coronal sutureとsquamous suture との合流部を指すが、解剖学的指標としてはあまり意味がない .
- 前額部の顔面神経前頭(側頭)枝は耳介前方を走る浅側頭動脈より1cm 前方をこれに並行して , galea と側頭筋筋膜浅層との間を走行する (同神経損傷により眉挙上マヒが発生する) (Fig. 3) .



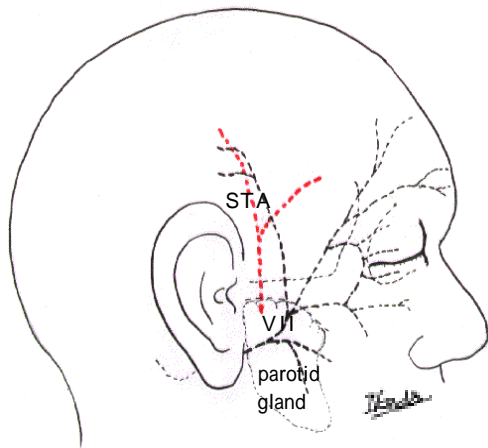


Fig. 3

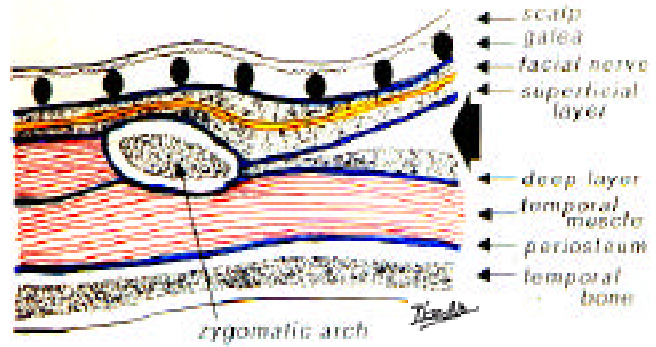


Fig. 5

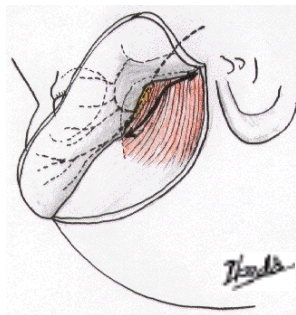


Fig. 4-A

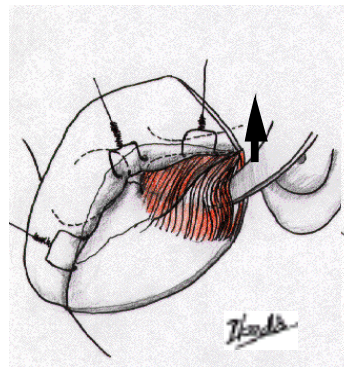


Fig. 4-B

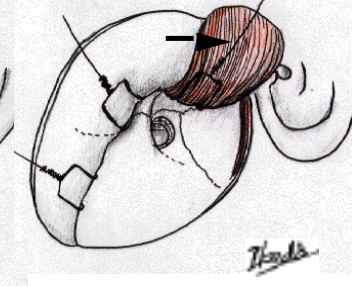


Fig. 4-C

【Fig. 1】 line A = nasion と3NI/4とを結ぶ line は squamous suture の上行線に一致し，しかもシルビウス裂に一致する． line B = 眼窩下縁 - zygomatic arch - 外耳道を結ぶ line は側頭葉の底部に一致する． line C = NI 中点より後方1 inch (2.5cm) の点と下顎骨後縁を結ぶ line は中心溝を示す (NI 中点の前方 1 inch の点は bregma を指す) ．

【Fig. 2】 頭を反対側に 30 度傾けて pterional craniotomy の"key hole"より垂線を垂らすと前床突起先端に向かう (これが pterional approach の際，頭を反対側に 30 度傾ける理由) ．

【Fig. 3】 皮膚切開時，耳介前方では浅側頭動脈の前方1cmには顔面神経 (前頭側頭枝)が走行しているので注意 ．

【Fig. 4】 皮膚の剥離時，galea - 側頭筋筋膜間に皮下脂肪が出現し始めた所で皮膚の剥離を止め，側頭筋筋膜の superficial layer と deeper layer 間に入り，この間で剥離を進める (A) ．側頭筋は側頭骨より下から上に向かって筋線維方向に剥がす (B) ．側頭筋は外側に (下方ではない!) retract して key hole 部を露出する (C) ．

【Fig. 5】 interfascial separation により zygomatic arch に容易に達する ．この剥離により顔面神経 は superficial layer - galea 間に温存される ．

## 2) 皮切・開頭テクニック

- ・頭を反対側に30度傾け，頭髪線内側に沿い半弧状の皮切(耳介前方の縦切開(開頭)線が耳介(外耳道)に近接するほど側頭葉がより多く露出される (Fig. 1, 7) .
- ・頭皮の剥離時の前額への顔面神経前頭枝損傷を避けるため，この枝が眼窩外側部1横指内のgalea - 側頭筋浅層間の脂肪組織内を走ることより，この脂肪組織直前に側頭筋膜浅層 - 深層間を剥離し温存する (Fig. 3, 4, 5) . なお，この筋膜層間の剥離をさらに下方へ進めるとzygomatic arch が容易に露出できる(Fig. 5) .
- ・開頭範囲は，ICPC 瘤や MCA 瘤に trans-sylvian route で access する時には key hole より内側1横指，外側1横指まで，Acom 瘤に subfrontal route で access する時には key hole 内側1横指，外側2横指まで，MCA 瘤例に subfrontal route で M1 より末梢に向かって瘤へ access する時には内側2横指までの開頭範囲とする (Fig. 6) .

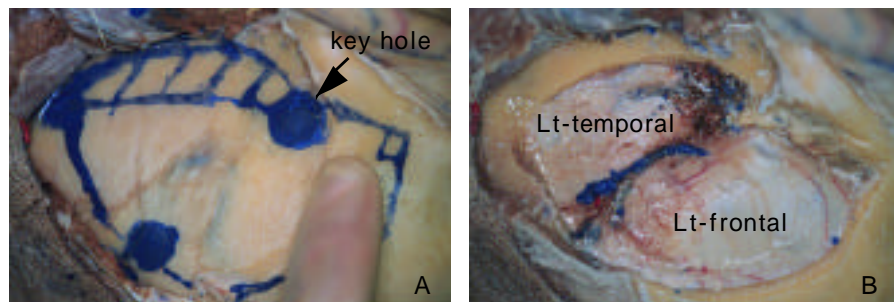


Fig. 6

ICPC 瘤に対する極小の開頭範囲は key hole のみで十分であるとの意見もある (Supraorbital keyhole approach<sup>2)</sup> ) .

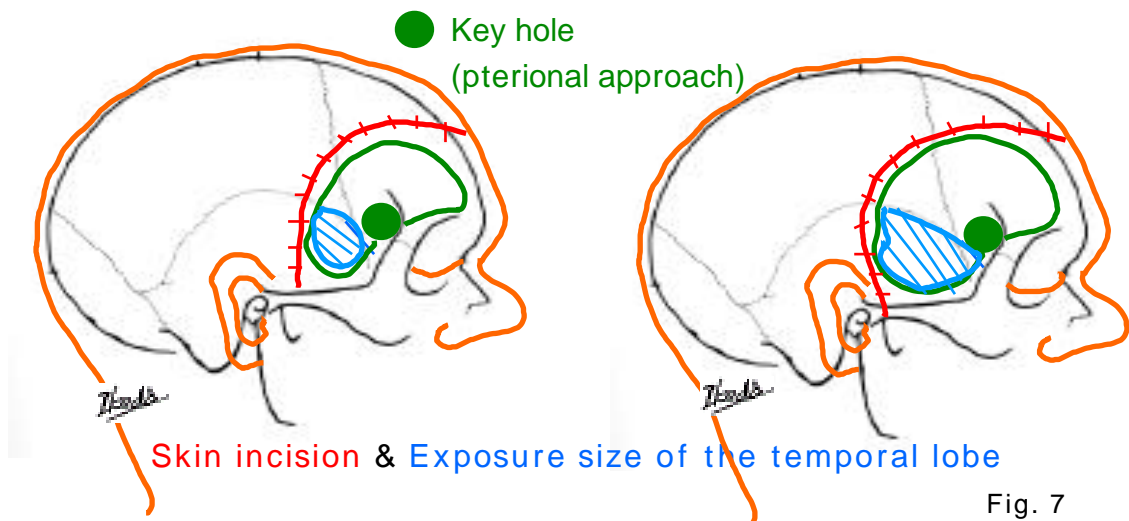


Fig. 7

皮切線が耳介耳珠 (tragus) より前方であればある程、露出される側頭葉の範囲は小さく、後方になる程、大きく露出される。このため anterior subtemporal / temporopolar approach では耳介により近接し、より下方へ開頭を行う必要がある (Fig. 7)。

3) pterial approach 変法 (Orbitocranial approach; OC / Orbitozygomatic approach; OZ)  
 BA tip 瘤が前床-後床突起間の interclinoid line より上10mm, 下 5mmまでに存在する例には pterional approach が適応だが, これより高位のものにはより下方からの視軸 (OC approach<sup>3)</sup>) が必要となる。しかも頭蓋内内頸動脈 (ICA) が 10mm 以下と短い例ではさらに下外側からの視軸 (OZ approach) が必要となる (Fig. 8)。



Fig.8

### Orbitocranial approach (Smith<sup>3)</sup>) (Fig.9)

orbital rim を外すことにより前頭葉の retraction を軽減し, より下方からの視軸を得る開頭法。三叉神経 supraorbital nerve を supraorbital foramen (incisula) から外し, frontozygomatic suture 部での periorbita 損傷に注意してこれを剥離する。one-pieceでの開頭, pterional craniotomy に orbitotomy を追加する方法がある。pterial approach と OC approach との視軸の違いを Fig. 10 で比較できる。適応は脳腫脹の著しい MCA, Acom (高位) 例 (少ない前頭葉の圧排で到達できる) と十分な長さの ICA の high BA 瘤例で, Dolenc approach<sup>4)</sup> にも応用できる。

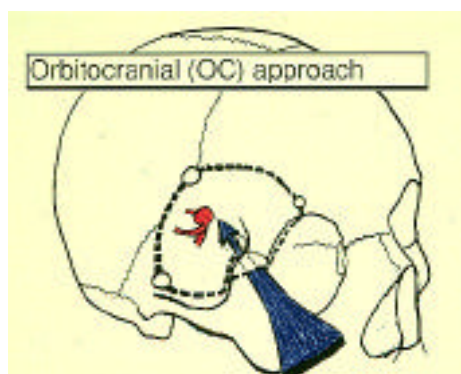


Fig. 9

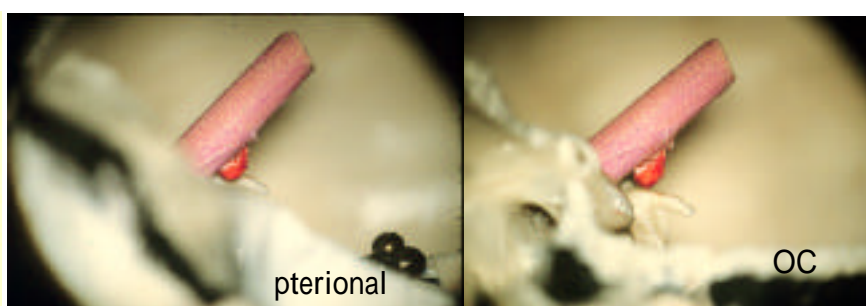


Fig. 10

### Orbitozygomatic (temporopolar) approach (Ikeda<sup>5)</sup>) (Fig. 11, 12)

orbitotomyとzygomatic arch 切断により, より下外方からの視軸が得られる (Fig. 11)。適

応は short ICA (<10mm) + high BA tip 瘤(10mm 以上) , 大脳脚近傍の病変など (Fig. 12) .

皮切 , 開頭は OC approach とほとんど変わらない (耳介前方の皮切を頬骨弓より下方に伸ばす) . orbita 外側壁を下方に下眼窩裂近くまで骨削除し , 前頭側頭骨と頬骨弓とを一塊として切断する (Fig. 11-B , 11-C) .



Fig. 11-A

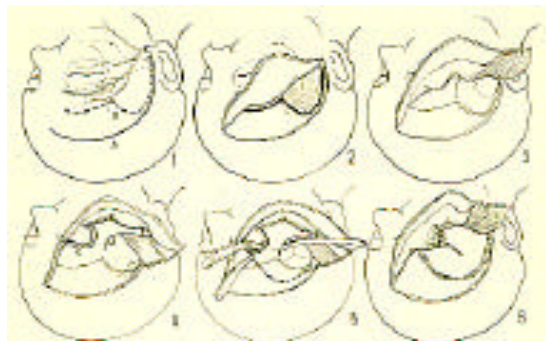


Fig. 11-B

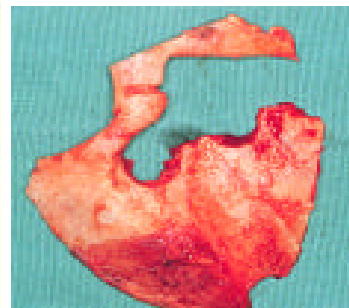


Fig. 11-C



Fig. 12-A

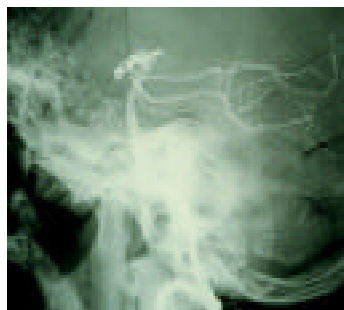


Fig. 12-B

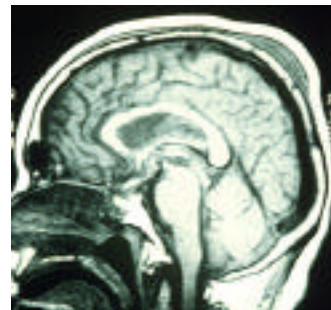


Fig. 12- c

#### 4) pterional approachの応用 Dolenc approach (前床突起の除去)

蝶形骨内側部近傍腫瘍や内頸動脈硬膜輪近傍の内頸動脈瘤 (ICOPh瘤 , infraclinoid IC瘤 , 低位 ICPC 瘤など)やBA tip 瘤への到達に際して視神経や内頸動脈の可動性を増大させ , 良好な術野を確保する必要がある . この手術操作を行う上での留意点として , 1) 視神経の可動性と温存のための視神経管の開放 , 2) 眼窩内へのアプローチのための眼窩壁切除 , 3) 内頸動脈の近位側の確保や海綿静脈洞開放のための前床突起の骨削除 , 4) 広い術野の確保と脳圧排の軽減などがあげられる .

前床突起に関する明らかな定義の記載はないが , 長さ3 ~ 18 (平均7) mm , 幅 2 ~ 4 (平均 3) mm の小さな蝶形骨小翼の内側端で , 視神経管の外側を形成し , 内側に視神経 , 外側に動眼神経 , 下部に内頸動脈が存在する .

前床突起切除には硬膜内からの切除と硬膜外からの切除とがある . 前者ではシルビウス裂を大きく開放し , 前頭葉と側頭葉を分け前床突起部を十分に露出する . 前頭蓋底の planum sphenoidale (PS) から前床突起にかけ硬膜を切開し , 蝶形骨小翼の内側部骨面を十分に露出する . PS よりダイヤモンドバ - で骨削除を始めて視神経管を開放した後 , 小翼内側部を削り

込み，前床突起を完全に除去する．後者の combined extra- and intradural approach<sup>4)</sup> (Dolenc) では硬膜外に orbital roof を骨削除し上眼窩裂 (SOF) が出るまで蝶形骨縁外側を骨削除する．側頭部の dura propria (DP) が SOF に移行する部分に遭遇するがこれより内側に蝶形骨小翼が始まる (Fig.13-A)．この硬膜移行部 (meningo-orbital band) を切開し (Fig.13-B, 14-A)，側頭葉先端を被う DP を後外側に向けて剥離圧排すると前床突起の外側が完全に露出される (Fig. 14-B)．この操作こそ前床突起を安全にしかも容易に切除できるコツである<sup>6)</sup>．この操作を行わないと，すり鉢状の硬膜の中で蝶形骨小翼を削り込めなければならず前床突起除去は非常に困難となる．側頭葉のDPと海綿静脈洞壁との剥離は容易で，殆ど海綿静脈洞からの出血はなく，海綿静脈洞壁を通して滑車および三叉神経第1枝が透見できることもある．なお，上眼窩裂へ向かう動眼神経は，前床突起外側の海綿静脈洞内を走行するため，側頭部 DPが上眼窩裂へ移行する部分の切開では，動眼神経が損傷されることは決してない．次に内側の篩骨洞及び蝶形骨洞から視神経管を開放し，前床突起を完全に除去する．前床突起を切除した後に得られる空間は clinoid space と呼ばれる (Fig.14-C)．ここに露出される内頸動脈は clinoid segment と呼ばれ，硬膜外だが海綿静脈洞外で脳槽内へ入る直前である．clinoid space の遠位部は内頸動脈硬膜輪で，近位部は carotico-oculomotor membrane (COM) で構成され，これによってclinoid spaceは海綿静脈洞と境されている (Fig.14-C)．このため前床突起切除を丁寧に行えば決して海綿静脈洞は開放されない．

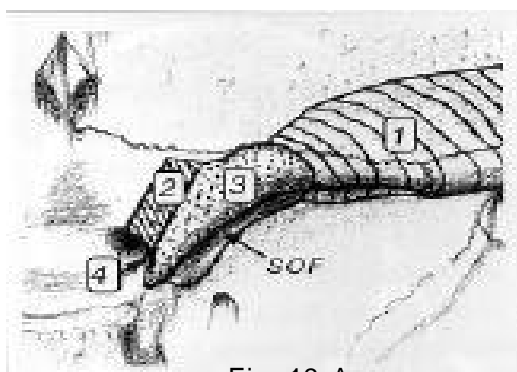


Fig. 13-A

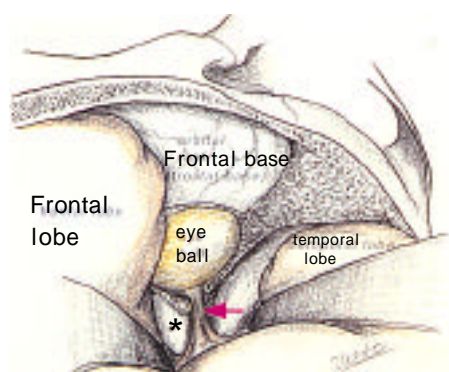


Fig. 13-B

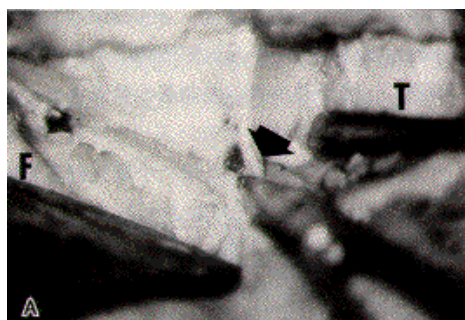


Fig. 14-A

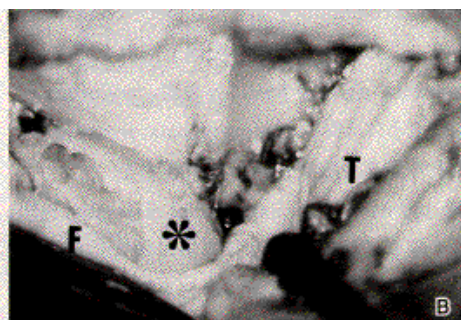


Fig. 14-B

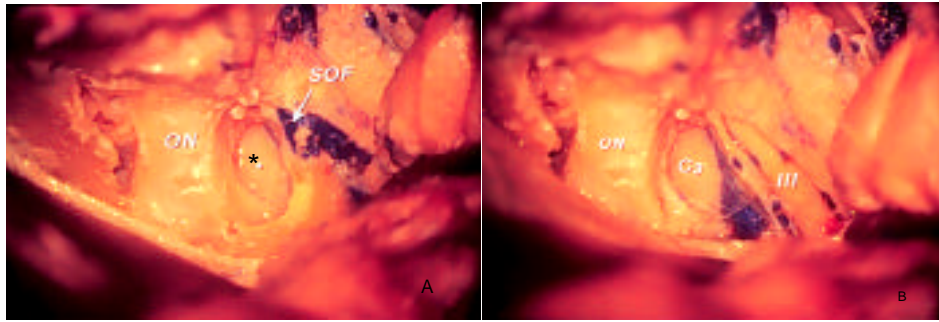


Fig.14-C

Fig. 13 - A 前床突起除去の手順．蝶形骨縁を上眼窩裂(SOF)まで骨削除し(Step1) , 側頭部の固有硬膜の SOF への移行部を切開して蝶形骨小翼を十分に露出する．次に視神経管を unroofing した後 (Step 2) , 前床突起を除去する(Step 3) . 内頸動脈や視神経の可動性を増すため optic bony strut を除去する(Step 4) .

Fig. 13 - B 硬膜外アプローチで蝶形骨の骨削除 (sperolateral orbitotomy) を上眼窩裂部 (矢印) まで進め , この部の硬膜を切開すると内側に前床突起が露出される (模式図) .

Fig. 14 - A, - B 蝶形骨小翼を露出するコツ . 上眼窩裂部硬膜の側頭葉固有硬膜への移行部を切開 (A) すると , 内側に前床突起 (星印) が露出される . F; 前頭葉硬膜 , T; 側頭葉硬膜 .

Fig. 14 - C 前床突起除去により現れた clinoid space (星印) . B. 同部を被う carotico-oculomotor membrane (COM) の剥離後に現れた海綿静脈洞内の内頸動脈 (C3, clinoid segment) と外側の動眼神経 (III) . 前床突起の内側に視神経 , 外側に動眼神経 , 下方に内頸動脈があることに留意せよ !

## 5) その他

### 脳動脈瘤による患者体位の変化

lateral orbital rim に近接した前頭骨にあけた key hole が最高点となる様に頭を vertex down とする (Fig.15-A)。次に、前述の様に ICPC 瘤例では反対側に30°傾けることにより key hole から垂直に access すると容易に同瘤に到達する (Fig. 15-B)。これ以上傾けると誤って視神経内側に向い dysorientation になりやすいので、初心者はこの角度に注意する。なお、この際、嗅神経の基部は同側視神経に一致する解剖学的特徴を考え嗅神経に遭遇したならばこれに沿って嗅神経基部に向けて access 方向を途中で軌道修正する。より内側に位置する Acom 瘤例では反対側に45°傾けて、A1 に沿って瘤に access する (Fig.15-B)。脳底動脈先端部瘤に pterional approach で対処する場合には反対側に45°傾け、subtemporal approach で対処する場合には80°傾ける。

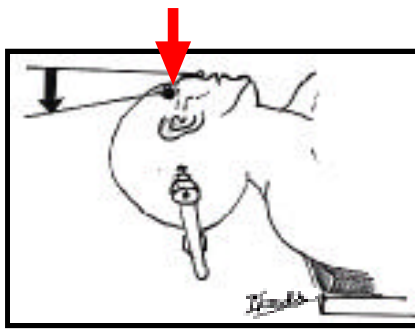


Fig. 15-A

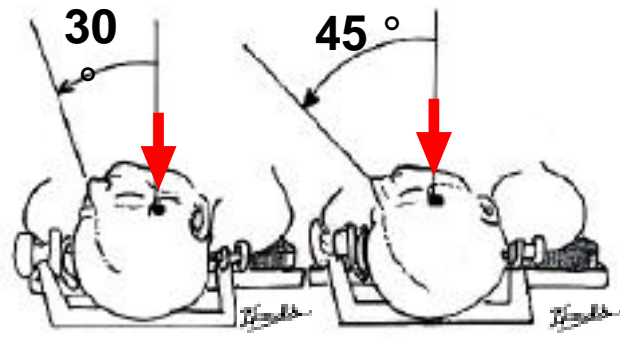


Fig. 15-B

### シルビウス裂開放のコツ (Fig. 16)

sylvian vein を側頭葉側につけてシルビウス裂を開くのが原則．眼科用メスや注射針などで前頭葉と sylvian vein 間の表層クモ膜を切開し，取っ掛かりをつける．

先の細い摂子で表層のクモ膜を裂いて，sylvian vein を露出する．この際，無理に裂くと静脈枝を損傷し出血するので注意．

前頭葉 - 側頭葉間を横走るクモ膜支柱を消息子で横に被うようにして切断する．残った支柱は鉗で切離すが，この中に細静脈が混じることがありバイポラーで焼灼する．

前頭葉や側頭葉が一方に突出してシルビウス裂開放が困難なことがある．動脈枝がどちらの葉を灌流するものか見分けてその葉側に押しやりながら，この枝に沿ってシルビウス裂を開放するのがコツである．徒にバイポラーで静脈やクモ膜を焼灼してしまうと両葉間の境界がわからなくなるので，鋭的に開放すること．

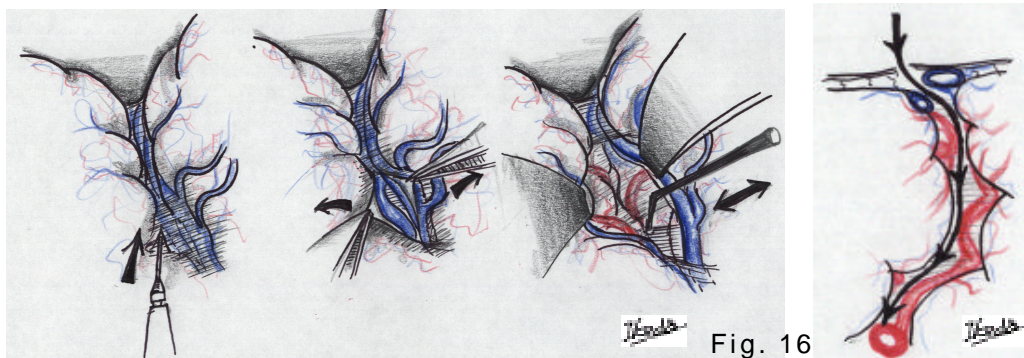


Fig. 16

前頭葉 retraction の軽減法 = the roof of the chiasmatic cistern の十分な切開 (Fig. 17)  
 the roof of the chiasmatic cistern は前頭葉の retraction に際して、一種、前頭葉を tethering していると考えられる。このため、同くも膜を十分に切開することで subfrontal approach の際、わずかな前頭葉 retraction で広い術野の確保が可能となる。十分な同部のくも膜切開をせよ！



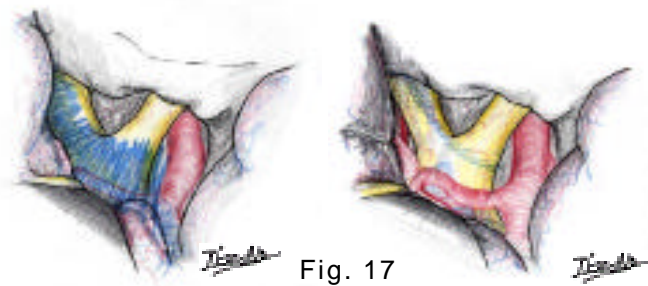


Fig. 17

### 側頭葉先端部 superficial sylvian vein (SSV) 温存法

Labbe vein が未発達で SSV の発達例では SSV が側頭葉の active venous drainage を担っており、側頭葉先端部の bridging vein 切断 (temporopolar approach) は側頭葉の静脈性梗塞の危険性が高い。Day<sup>7)</sup>は Extradural orbitozygomatic temporopolar approach の中でこの bridging vein の温存法を述べている。Dolenc<sup>4)</sup>のcombined epi- and subdural approach で前床突起を除去した後、硬膜を sylvian fissure に沿って切開し sphenoparietal sinus より前方 (bridging vein の硬膜内流入部より内側) で中頭蓋窩底に向け切開する。内頸動脈の Dural ring (DR) の外側を切開して側頭葉固有硬膜を中頭蓋窩底より剥離し、硬膜に包まれた側頭葉先端と温存された SSV の bridging vein と共に外側に移動してtemporopolar route を確保する (Fig. 18).

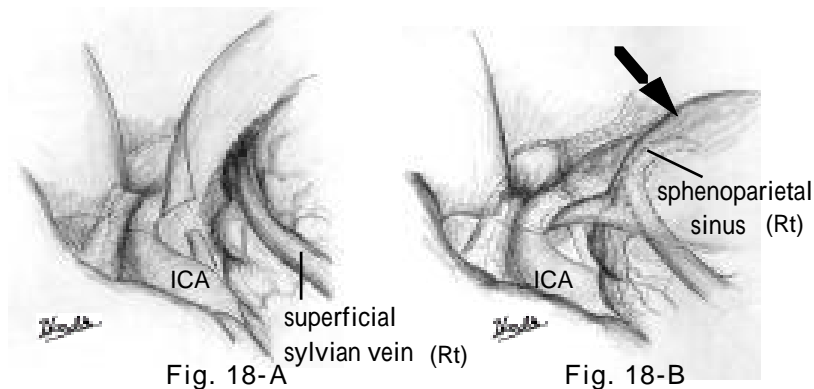


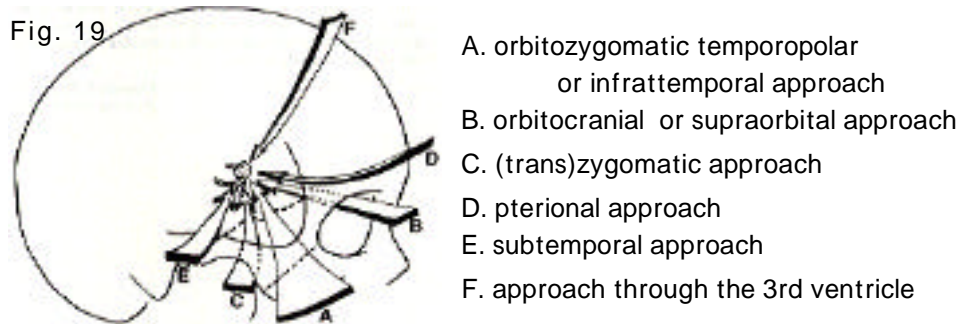
Fig. 18-A

Fig. 18-B

### BA tip 瘤に対する various approach

BA tip 瘤に対する最も一般的な到達法は pterional と subtemporal approach で、前者では前外方からの視軸で、後者では外方から見上げる視軸が得られる。後者では高位の瘤に対応できるが、外頭葉の過度の圧排、瘤の背後の対側 PCA や穿通枝を clip 先端で巻き込む可能性などの欠点がある。これに対して pterional で高位の瘤に対応する場合、working space 周囲の orbital roof & rim、sphenoidal ridge、前および側頭葉、ICA、MCA の early bifurcation、側頭筋 (zygomatic arch) などの障壁がある。これを解決しようとする変法に、temporopolar A.<sup>8)</sup>、supraorbital A.<sup>9)</sup>、orbitocranial A.<sup>3)</sup>、zygomatic A.<sup>10)</sup>、orbitozygomatic

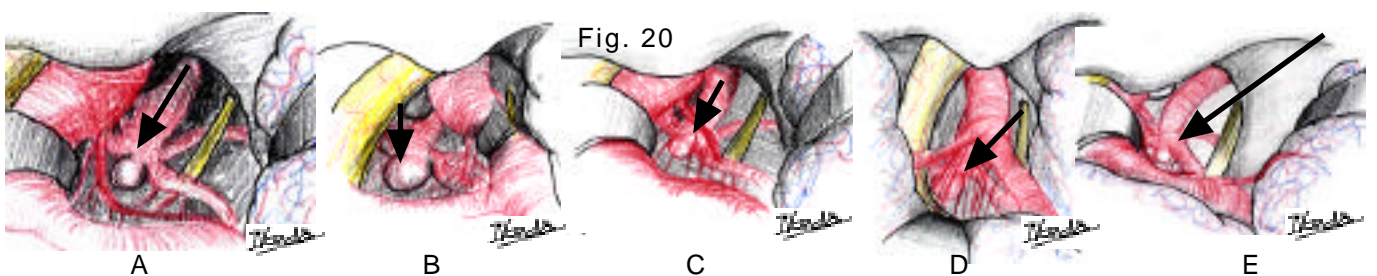
infratemporal A.<sup>11)</sup>, orbitozygomatic temporopolar A.<sup>5)</sup> などがある (Fig. 19)。



interclinoid line の下 5mm ~ 上 10mm の瘤には pterional approach が適応となる。

Yamaura<sup>12)</sup> によれば pterional approach で到達できる BA tip 瘤の高さは interclinoid line の下方 5mm ~ 上方 10mm である。pterional approach での BA tip 瘤への route としては

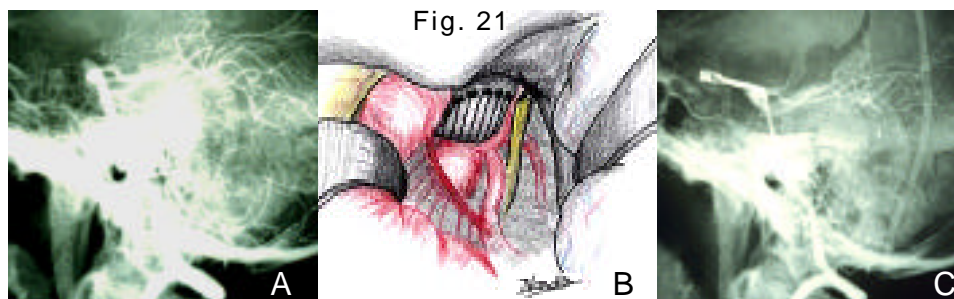
ICA外側 : Pcom - IIIrd nerve 間 (carotid-oculomotor triangular space) と Pcom 穿通枝間の 2 つの route がある。同側の Pcom と P1、頭蓋内 ICA の長さが重要で、瘤が ICA - Pcom - P1 - tentorial edge (ICA - MCA - tentorial edge) で囲まれた三角部内に位置する場合は適応である (Fig. 20-A)。ICA が短く高位の BA tip 瘤例には orbitozygomatic temporopolar approach (Fig. 20-E) が適応となる。Pcom 穿通枝間からの到達法は short Pcom 例が適応である (Fig. 20-C)。 ICA内側部の opticocarotid space : 外側は ICA、底辺は ACA、内側は視神経によって囲まれた space で ICA の長さが重要で比較的高位の瘤に適応となることが多い。視神経や視交叉、pituitary gland & stalk に分布する血管の損傷に注意する (Fig. 20-B)。 ICAの遠位部 (IC bifurcation) : ICA が非常に短い場合、稀にこの space 内で Pcm, Ach の穿通枝間より access することがある。外側は MCA (M1)、内側は ACA (A1)、上方は視索によって囲まれる非常に狭い space である。視野確保のため前頭葉の圧排が強くなる危険性がある (Fig. 20-D)。



lower BA tip 瘤に対する pterional approach の応用

pterional approach では後床突起が視野の妨げになる。これを drilling することにより後床突起下に達することができる (後床突起の外側に走る動眼神経の損傷に注意) (Fig. 21-B)。さらに斜台も含めて広範に drilling し、temporopolar route により小脳テントを切開すれば

(subtemporal / temporopolar transtentorial approach) , さらに良好な視野が確保できる . しかし後床突起より 10mm 以下に存在するものには困難で petrosal (Al-Mefty)<sup>13)</sup> や transpetrosal approach (Kawase)<sup>14)</sup> に委ねざるを得ない . 実際の症例を提示する (Fig. 21-A, C)



interclinoid lineより >10mm 高位の瘤 (Fig. 19)

orbitocranial, orbitozygomatic (temporopolar) (Fig. 11, 12, 20-E), zygomatic approach など.

後床突起周囲 (10mm ~ -5mm) の瘤

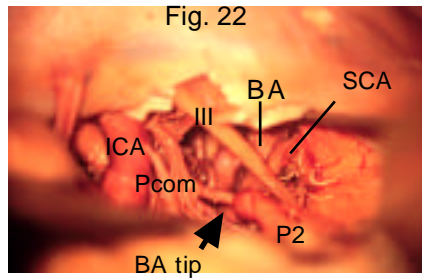
pterional approach (+ dorsum sellae 削除), temporopolar, subtemporal approach など.

後床突起より>5mm下方の瘤

transclinoid - transcavernous - transsellar (Dolenc)<sup>4)</sup> , transpetrosal (Kawase)<sup>14)</sup> , petrosal(Al-Mefty)<sup>13)</sup> , subtemporal transtentorial approach<sup>15)</sup> など.

Subtemporal approach (Drake)<sup>16)</sup> (Fig. 22)

頭位を反対側に80°傾ける。瘤に対し外側から access するため “トンボの羽” (BA本幹を胴体に両側の PCA, SCA を羽とする形) を横から見る格好となり、反対側の SCA, P1 部が見えにくく、動眼神経が術野の中央手前に位置するため Pcom 穿通枝の損傷は少ないが、clip 先端部での反対側P1 からの thalamoperforating artery を巻き込んだり動眼神経麻痺を合併しやすい。BA の上1/3 より頭側の瘤に対処できるが、テント切開 (transtentorial) によりさらに尾側の BA 本幹の瘤にも対処できる。長所は術者の左右方向への working space が広く、瘤の後方 (中脳側) を良く観察できるので (pterional approachでは困難な) 急角度で後方に倒れた BA tip 瘤にも対処できる。欠点は側頭葉圧排が強く (特に高位 BA tip 瘤例)、瘤の背後の反対側 P1 の確認と瘤との剥離操作が困難で低位瘤例ではテント縁に沿い後方に視野が移動するため Labbe 静脈を損傷する危険性がある。



内頸動脈瘤とその手術：

intradural には IC-Ach, IC-PC, IC-Oph, IC dorsal (anterior wall) aneurysm が、海綿静脈洞内では intracavernous, infraclinoid aneurysm がある。

IC-PC, IC-Ach aneurysm：

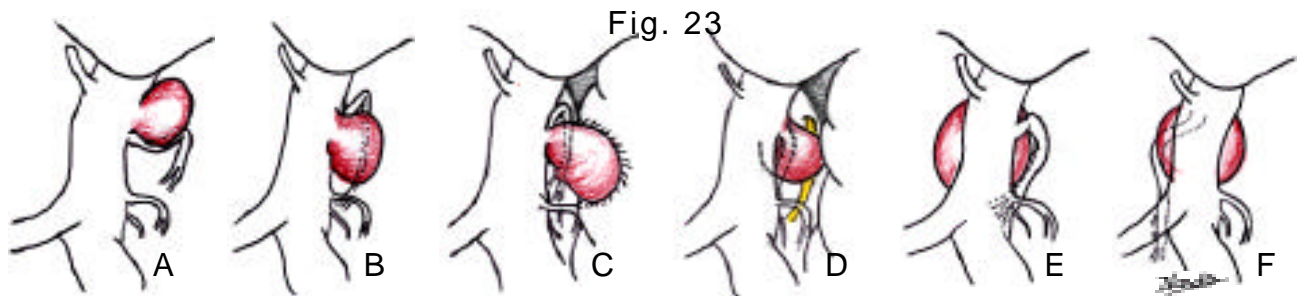
硬膜内のICAの長さは平均 13.4mm で末梢に向かって ophthalmic A (Oph), sup. hypophyseal A (SHyp), Pcom A, Ach A と分枝する。Oph は90%の例で ICA の上壁、または内上壁より分枝し、40% の例で視神経の直下より分枝する。また Oph は硬膜内 (83%)、海綿静脈洞内 (7.5%) より分枝する。稀に (2%) 硬膜貫通部で分枝することがあるため、distal carotid ring の切開時に Oph の切断に注意する。

Pcom は ICA の後方や内後方より分枝し、Ach は ICA の後外方より分枝するため、ICPC 瘤は殆ど (86%) が後外方へ向かい、11%が後方へ、3%が内側へ向かう (IC-Ach も同様に後外方へ向かうものが殆どである)。Pcom からは平均7本の穿通枝 (premamillary artery = ant. thalamoperforating Aa) が下垂体柄・tuber cinereum・後孔質・視交叉・乳頭体・interpeduncular fossa に分枝し、視床下部・視床前半部・内包後脚の前方部などを還流する。Pcom は P1 に比べ2/3の例で細いが1/4 例では P1 の起始部が hypoplastic で PCA 領域が ICAから還流される (= fetal type)。Pcom 閉塞により顔・上肢に強い片麻痺、Horner 症候群、情動および記憶障害などが生じる。

Ach (ant. choroidal) A. は殆ど (96%) が Pcom より遠位の ICA より、稀に IC bifurcation の 0.5 ~ 5 mm 近位より分枝する。明瞭な Ach がなく最小血管群で置換されている場合や、double origin (ICA だけでなく同時に中大脳動脈より分枝)のこともあり variation に富む。本動脈が血液供給する主な組織は 視索表面, 外側膝状体外側部, 内包後脚の後ろ 1/3, 視放線の起始部, 線状体の一部 (淡蒼球), uncus, 大脳脚の内側1/3, 脈絡叢, 他に 扁桃核の一部, 海馬体の前部, 尾状核尾部など。本動脈の閉塞による臨床症状は片麻痺 ( , の病巣), 半身知覚傷害 ( の病巣), 視野欠損 ( による同名四半盲+黄斑回避, による同名半盲)の 3 症候に集約される。しかし実際は側副血行路や血流の二重支配など

で、線状体や視索の傷害による症状はあまり見られない。

【手術】 pterional approach が基本。頭位は反対側に約30度傾けると瘤は key hole より直下の視軸線上に位置する。硬膜内 ICA が短い場合は頸部の総頸動脈を圧迫またはテープをかけて確保し premature rupture に備える。Pcom 瘤の向きは ICA より前上面に突出した anterolateral (Fig. 23-A)、ICA の dorsal 側の上面に突出した superolateral (Fig. 23-B)、テント縁より上で ICA の外側から突出して側頭葉にめり込む posterolateral superior (Fig. 22-C) とテント縁下に突出して動眼神経を圧迫する posterolateral inferior (Fig. 23-D)、ICA の裏面に突出した posteromedial inferior type (Fig. 23-E, F) などがある。瘤は Pcom を内側に押しやるように突出するため大きな瘤例では裏面を走り内側上方へ走行する Pcom を clipping 時に温存する様注意する。posterolateral 方向へ突出するものが最も多い。posteromedial inferior 方向へ突出したのものには有窓 clip が有用だが Pcom を巻き込み易い (Fig. 23-F)。posterolateral inferior type には側頭葉先端部を後方へ圧排してより外側からの視軸を確保する必要がある (Fig. 23-D)。動眼神経症状 (+) の場合はテント縁より下に瘤が入り込んでいることが予想されるが、脳血管写で前床 - 後床突起を結ぶ interclinoid line より瘤が下に位置するのは瘤がテント縁より下に入り込んでいる所見である。



#### IC-Ophthalmic aneurysm

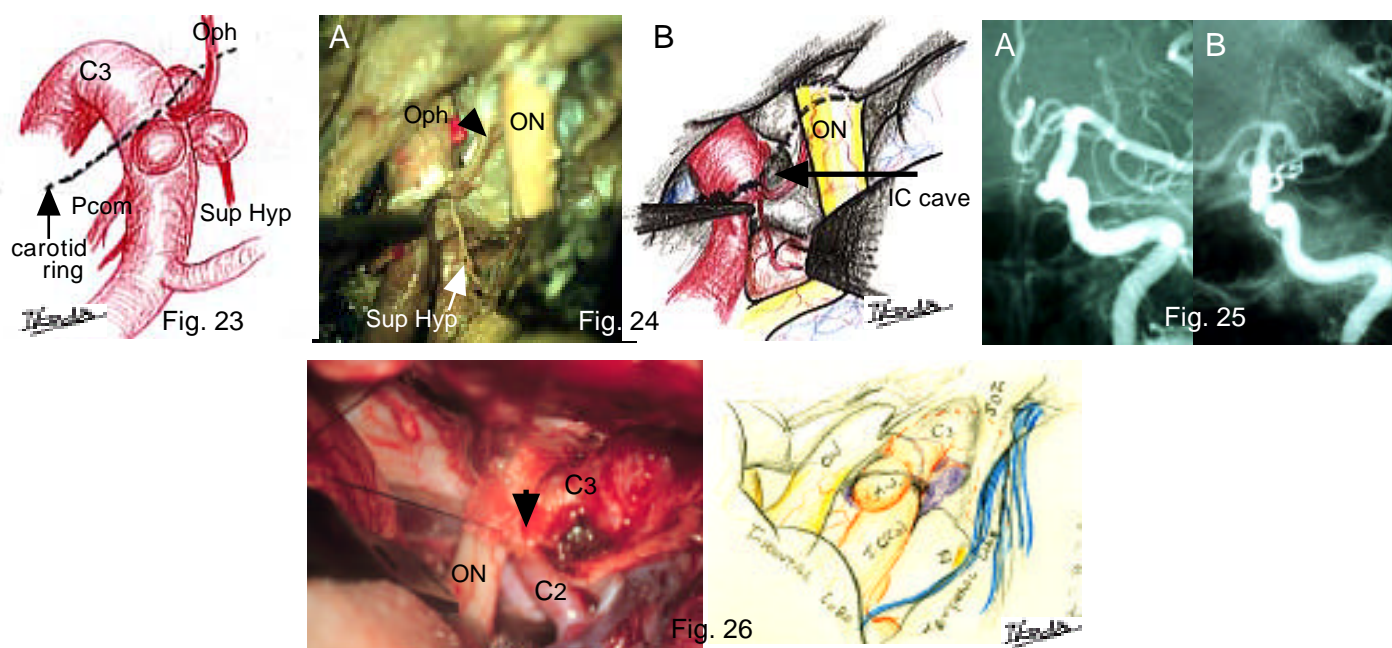
Day<sup>7)</sup> は ophthalmic segment の瘤を distal to ophthalmic A の IC dorsal variant, superior hypophyseal A 分枝部で ICA の inferomedial surface から IC cave 内に入り込む paraclinoid variant (= IC cave An.), superior hypophyseal A 分枝部で ICA の medial surface から optic chiasm 下の suprasellar space へ入り込む suprasellar variant の 3 type に分類 (Fig. 23)。

Nutik<sup>17)</sup> Yasargil<sup>18)</sup> はこれらを paraclinoid aneurysm としている。

Kobayashi<sup>19)</sup> は ICA が硬膜を貫通した直後の ICA 内側の ophthalmic A 分枝までの硬膜の窪み (cave) に位置し sup. hypophyseal A 分枝部で ICA の下面 (ventral wall) と内側面 (medial wall) にできた瘤を IC cave aneurysm と命名した (Fig. 24, 25)。これは Day<sup>7)</sup> の

paraclinoid variant に相当する。dural ring (distal carotid ring) は内頸動脈 (ICA) に直交せず内下方から外上方に斜めに走るため、硬膜を貫通した直後の ICA の内側には ophthalmic artery 分枝までに蝶形骨 carotid groove の一部である硬膜の窪み (cave) が存在する。これが carotid cave であり、正常解剖では必ずしも常に存在するとは限らない。この部からは superior hypophyseal artery が分枝している。

Fig. 24 は cadaver study で前床突起除去後の ICA, Oph, Sup Hyp A の関係を写真とシェーマで示す。Fig. 25 は medial wall にできたものの術前後の血管写である。Fig. 26 は dorsal wall (解剖学的には anterior wall of the ICA) (Day's IC dorsal variant) 例 (前床突起



### 前交通脳動脈瘤 (Acom) とその手術

Acom に対して pterional approach と interhemispheric approach とが一般的だが、前者では頭蓋底部くも膜槽の広範な開放や血腫の除去が可能で、手術早期に ICA に始まり両側の A1 の確保ができ術中の premature rupture に対処しやすいが、高さ 12 mm 以上の高位瘤や後ろ向き瘤には access 困難という欠点は否めない。脳血管写で前向きの瘤例でも前頭葉を retraction するため術野ではより上向きとなり、諸血管間の関係が分かりにくく A2 を露出するため gyrus rectus を一部除去する必要がある。これに対して後者では高位瘤や後ろ向き瘤に対し good orientation で対処できるが、大脳縦裂の剥離が困難手術早期に親血管を確保しにくく急性期に頭蓋底部くも膜槽の血腫除去や脳槽ドレナージがしにくい欠点がある。pterional approach での approach side は、原則的に劣位半球右側、術中破裂に対し母動脈の一時遮断の容易となるより太い A1 側 (特に反対側が hypoplastic A1 の場合)、

両側 A2 の形成する面が開いている側 などである。 Fig. 24 は右 A1 が hypoplastic で左 A1 が優位な母動脈だが、両側 A2 の形成する面が右側に開いている破裂 Acom 瘤 (一部血栓化) 例で、右 pterional approach を選択した。術中破裂に対処するため左 A1 の母動脈を確保し temporary clip 下に瘤 clipping をした。瘤背後の Acom 部から分枝する hypothalamic artery に注意する。また gyrus rectus 除去の際 A1 に沿って逆走する recurrent (Heubner's) artery の温存に留意する。上向き Acom 瘤は前頭葉内に埋没している可能性があり、下向き例では視神経や視交叉部に癒着ないしは接しているため前頭葉 retraction の際には瘤破裂に注意する。

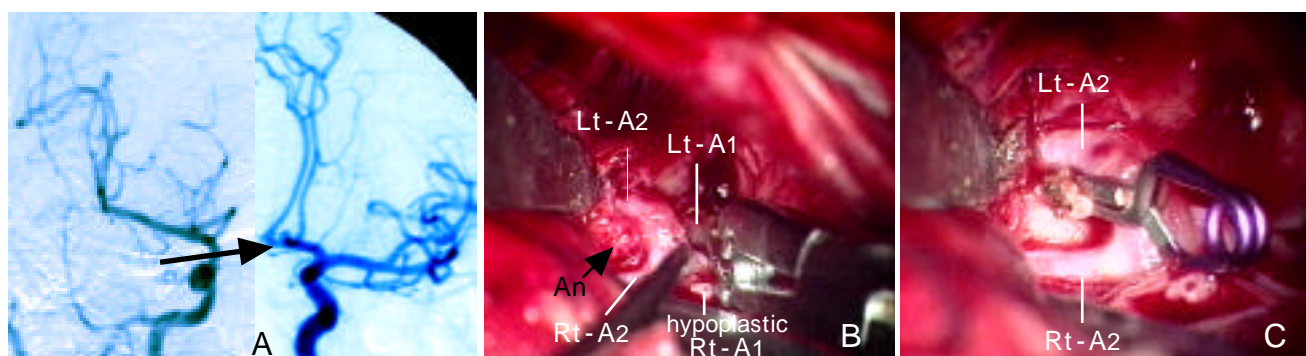


Fig. 27

#### 視交叉近傍脳腫瘍に対する手術

pituitary adenoma, craniopharyngioma, tuberculum sellae meningioma etc.

ほぼ正中に位置する視交叉近傍腫瘍に対して approach side の選択には視力障害側、視交叉前の視神経の長さ (= pre- or postfixed chiasm)、頭蓋内 ICA の長さとおptico-carotid space の広さなどが決定因子となる。 tuberculum sellae meningioma の一側視力障害例では患側から optic canal 開放や前床突起切除などを行い、ICA や視神経との剥離などに注意する。 craniopharyngioma や pituitary adenoma 例では postfixed chiasm で optico-carotid space の広い例では腫瘍摘出は比較的容易となる。 pituitary adenoma 例では鞍上部に進展した腫瘍に対し pterional approach で摘出し、鞍内の残存部の摘出には sphenoidal approach の併用が必要となる (Fig. 28)。

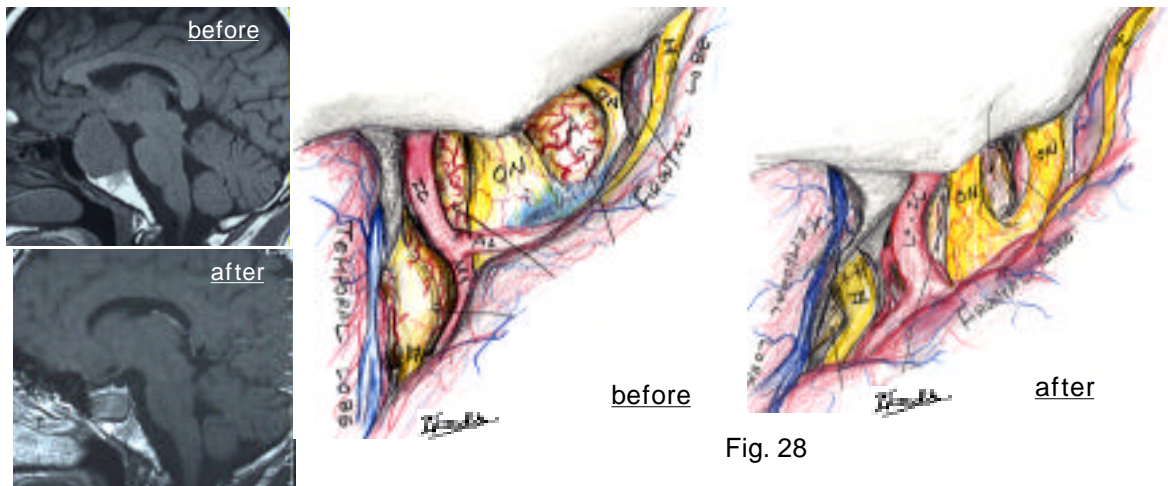


Fig. 28

sphenoidal ridge meningioma に対して pterional approach は最適だが、腫瘍の発生母地により頭の rotation や頸部の角度を変える。頭部を少し vertex down とすることで前頭葉や側頭葉が自重で落ち前頭蓋底との空間が十分に得られる。頸部の flexion で中頭蓋窩が、extension で前頭蓋窩がよく観察できる。sphenoidal ridge meningioma には外側の pterional type (栄養動脈は middle meningeal A), alar type (眼動脈や internal maxillary A), clinoidal type (眼動脈の枝、ICA の C2, C4 からの枝や internal maxillary A の枝から栄養される) があるが、下に clinoidal type の手術シエマを示す (Fig. 29)。pterional approach の変法の orbitocranial approach により前床突起除去と海綿静脈洞開放、視神経管開放して腫瘍に access した。腫瘍は ICA, Pcom を巻き込んでいたが carotid cistern のくも膜外に増大したため腫瘍の剥離は容易であった。

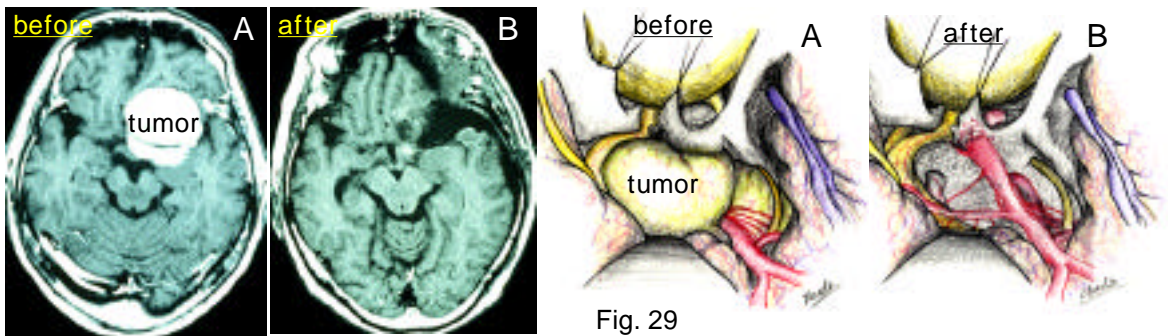


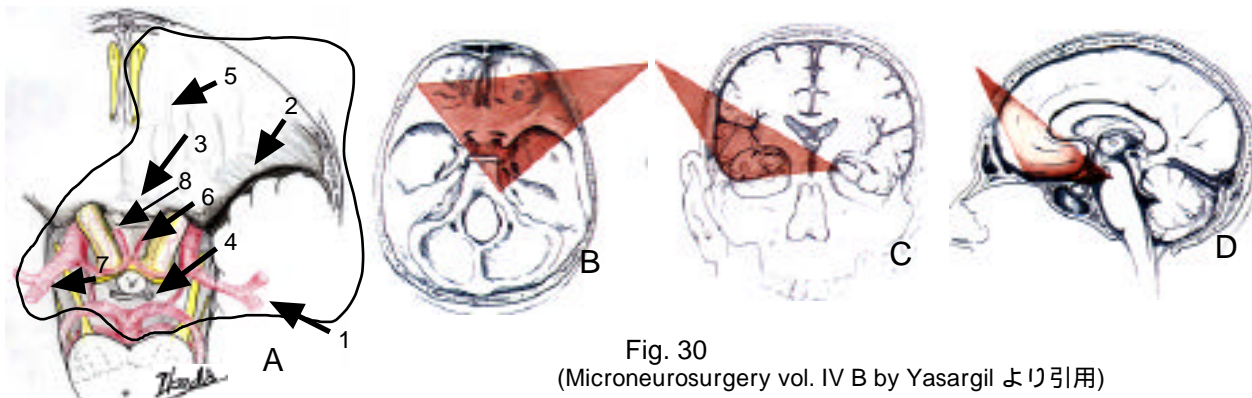
Fig. 29

pterional approach の限界について

pterional approach は frontotemporal and spheno-orbital craniotomy で蝶形骨と眼窩縁を削ることにより、1. Sylvian fissure 内, 2. sphenoidal ridge, 3. planum sphenoidale, 4. carotid, chiasmatic and interpeduncular cistern 内, 5. orbita 内と olfactory groove, 6. optic nerve and chiasm 近傍及び pituitary fossa, 7. 対側 MCA, 8. 対側の ICA 内側 (以上 Fig. 30-A) などで、他に海綿静脈洞、視床下部 (第 III 脳室底部)、lamina terminalis から第



III 脳室内、前頭葉と側頭葉底部に access できる。Willis 動脈輪のうち同側の MCA complex, ICA, Pcom, Ach, ACA, Acom および proximal A2 (高さ15mm まで), distal BA (BA tip, BA-SCA), P1 ~ proximal P2 そして対側の ICA内側, A1, ICA bifurcation, proximal M1, MCA bifurcation まで access できる。



また、pterial approach の限界として BA tip 瘤などの 脚間槽内病変、視床下部病変などの高位の parasellar lesion、 低位 (鞍背より5 mm 以下) の BA tip, BA trunk 瘤などの prepontine lesion、 高位 (前床突起より12 mm 以上) の Acom 瘤などの midline frontal base lesion などがある。 に対しては Orbitocranial, Zygomatic approach などで、 に対しては後床突起の骨削除や小脳テント切開などで、 に対しては A2 の確認のために gyrus rectus の一部除去で対応するが、さらに高位病変には interhemispheric approach が適応となる。

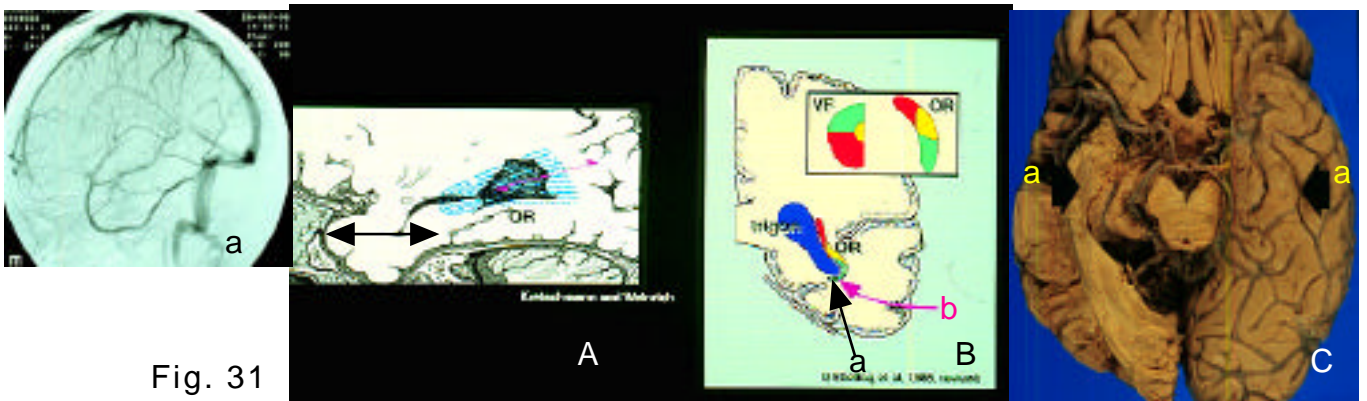
## 2. 側頭開頭術 (= subtemporal approach)

### 1) 本開頭における基礎的解剖学

superficial middle cerebral vein (=sylvian vein) - transverse (= lateral) sinus 間の吻合静脈である vein of Labbe の損傷は側頭葉の静脈性梗塞を起こしやすく，優位半球側では感覚性失語症などを起こす．また sylvian vein の発達不良例では sphenoparietal sinus を経由して海綿静脈洞に注がず，代わりに側頭葉底部の静脈から lateral sinus や卵円孔を通して翼状窩静脈叢へ流入する．この側頭葉底部の静脈損傷は避けなければならず，subtemporal approach の障害になるため術前の血管写での十分な検討が必要である (Fig. 31a) .

側頭葉下面は内側に行く程，高位となるため，側頭葉内側部へのアプローチの際は側頭葉の圧排が強くなる．側頭葉最下面からテント切痕部までは約 2 cm 近くあるため，テント切痕部までの露出には 2 cm 以上の側頭葉の retraction を要する．

側頭葉内下角周囲の視放線は Meyer's loop と呼ばれ，最先端は側頭葉極より 3 cm 後方より始まる (Fig. 31-A) . 一般に tempotal lobectomy は劣位半球側では先端から 6 cm 後方まで，優位半球側では 4 cm までとされるが，これでは Meyer's loop の一部を損傷する．また側脳室下角への到達法として inferior temporal gyrus の皮質切開 (Fig.31-Bの矢印 b) でも視野上1/4の一部に視野欠損を生じる可能性がある．これを回避できるのは lateral occipito-temporal gyrus 経由または collateral sulcus 経由である (Fig. 31-B, Cの矢印 a) .



中頭蓋窩の最下点の棘孔から出る中硬膜動脈を硬膜外に切断し，三叉神経第3枝 (V3) の通る卵円孔部で固有硬膜の切開を始め海綿静脈洞 (CS) の外側壁からの剥離を進めると，CS を破ることなく容易に露出できる．理論的にはこの固有硬膜の剥離はテント縁まで可能である．この時，内側部で CS は，これより分流する sphenoparietal sinus や superior petrosal sinus を形成し，底面の骨孔を貫通して pterygoid plexus に通じるので静脈性出血に注意する (Fig. 32) .

錐体骨前面の hiatus facialis から破裂孔に向かい petrous groove 内を走る大小錐体神経の

直下には内頸動脈 (C5) が走行する (38%で骨欠損) . この外側には耳管と鼓膜張筋が走る . hiatus facialis の直下には geniculate ganglion (GG) , 内側 5 mm 以内の錐体骨内には cochlea が存在する . この近傍の骨削除時には顔面神経マヒや聴力障害に注意 .

"middle-fossa rhomboid" (Fukushima): 錐体骨稜線は大錐体神経と、arcuate eminence (AE) は V3 と並行の菱形 (rhomboid) を形成し , GG からの垂線上に内耳道が位置する (Fig. 33) . Kawase's approach では , これを理解し錐体骨先端部を骨削除するのがコツである .

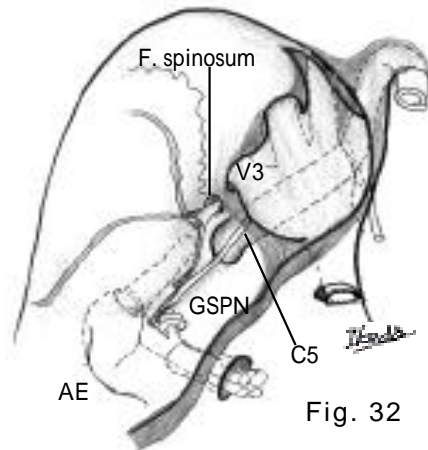


Fig. 32

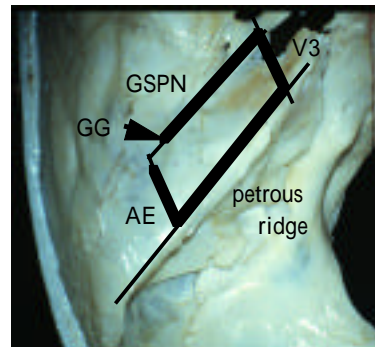


Fig. 33

テントを切開する際 , テント内側縁を走りテントへ貫入する滑車神経 (IV) に注意する . IV はテント切痕縁のほぼ全長にわたり近接して走行するが , incisural space の後方ではテント縁の内下方に位置するので , この部でのテント縁切開は安全 . しかし中部では PCA と SCA 間をテント下面に接して走行するため IV 切断に注意 . なお例え切断しても無症候のことがあり , 75% 以上の例で IV は 2~3本の rootlet で , 中には 10mm 以上に渡り複数の rootlet のままテント下を 走行するためではないかと考えられる . 前方では動眼神経 (III) の後方 , 約 10mm で硬膜内に貫入するので注意を要する ("oculomotor trigon") . 経錐体法の際のテント切開は下図のように上錐体静脈洞を交叉切開して錐体の稜線に並行に内側に行うのが良い (この際 , 玉付きゾンデ先端を用いて単極焼灼で切開すると良い) (Fig. 34, 35, 36) .

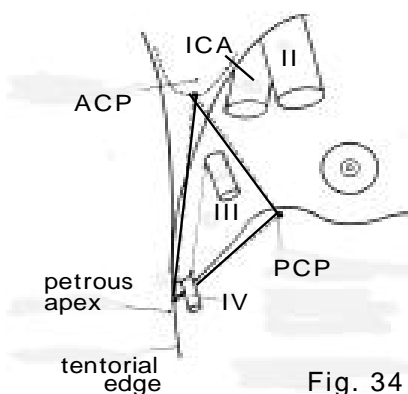


Fig. 34

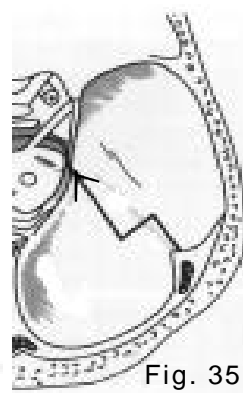


Fig. 35

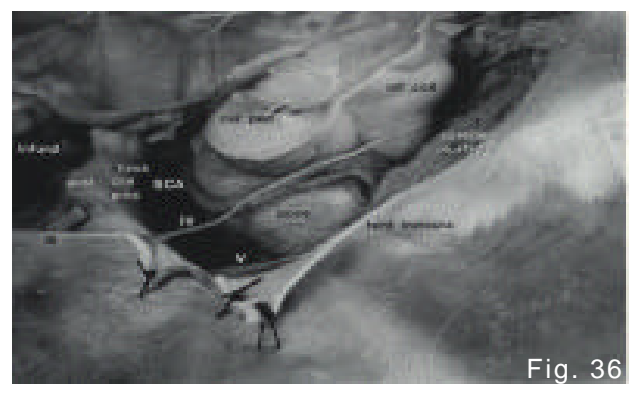
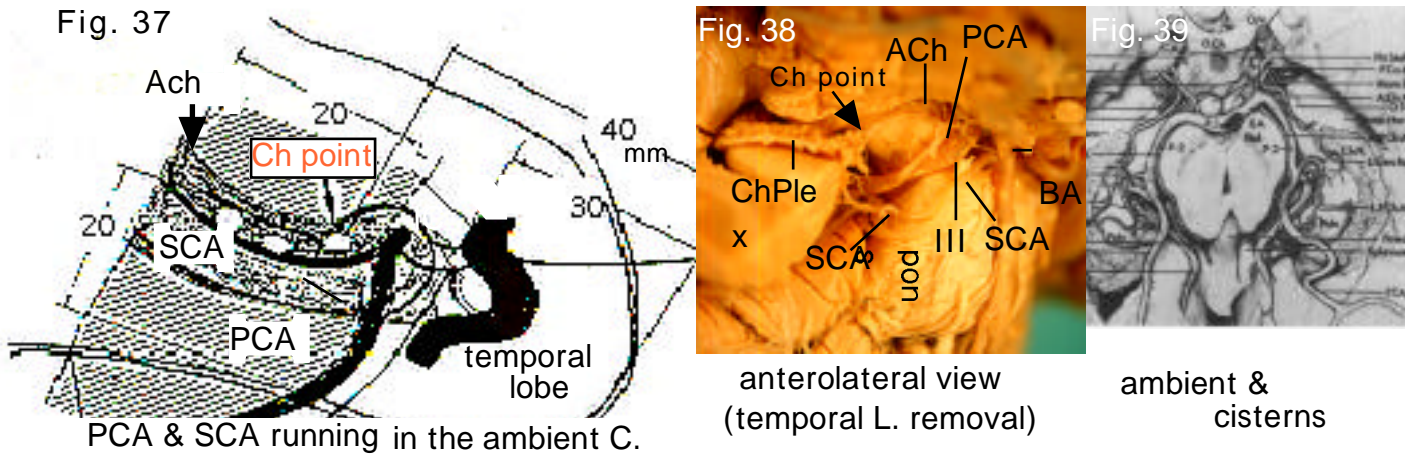


Fig. 36

(顕微鏡下手術のための脳神経外科解剖 II, 1990, テント切痕の微小解剖 (佐伯ら) より引用)

テントに沿って迂回槽内を頭側より Rosenthal vein, 後大脳動脈 (PCA), 上小脳動脈 (SCA) と並行して走行する (Fig. 39). PCA と SCA は"両者間を走る動眼神経"により同定する. 側頭葉先端部から後方 40mm で choroidal point (Ach の下角内への貫通点) に達する (Fig. 37, 38). これより後方の脈絡叢に沿って choroidal fissure を開放すると迂回槽に入れる (Fig. 38). 側頭葉切除は一般には劣位半球側では先端から 6 cm 後方まで, 優位半球側では 4 cm までとされるが, この時下角は開放され Meyer loop の一部が切断される.



## 2) 適応および手術法

### subtemporal approach

中頭蓋窩病変や脳底動脈先端部瘤などに用いられる(Drake)が, 側頭葉圧排のriskが高く Labbe's vein の損傷の危険性がある. また, 側頭葉底部の bridging vein 発達例 (Fig. 40) ではこの sacrifice は側頭葉の静脈性梗塞を起こす. 迂回槽内の PCA (P2) 瘤や subtemporal meningioma (後頭蓋窩へ伸展した medial tentorial meningioma)、海綿静脈洞内病変、petrous apex meningioma、STA-PCA (SCA) 吻合術などにも有用である. 側頭葉圧排を軽減するために頬骨弓や外耳道上壁の一部を骨削除したり, テント切除もコツである (Fig. 41, 42). 本法を改良した Kawase's approach では硬膜外に側頭葉硬膜を中頭蓋窩より剥離し, 中頭蓋窩の最下端である棘孔で中硬膜動脈を切断し、さらに三叉神経第3枝 (V3) から硬膜

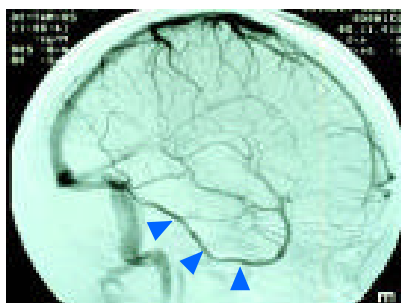


Fig. 40

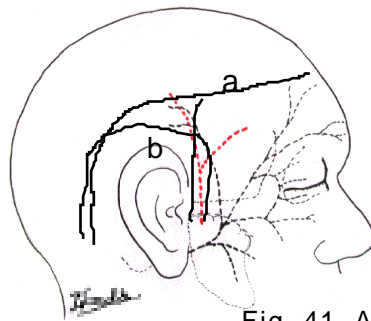


Fig. 41-A

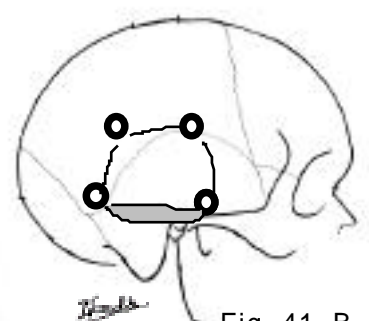
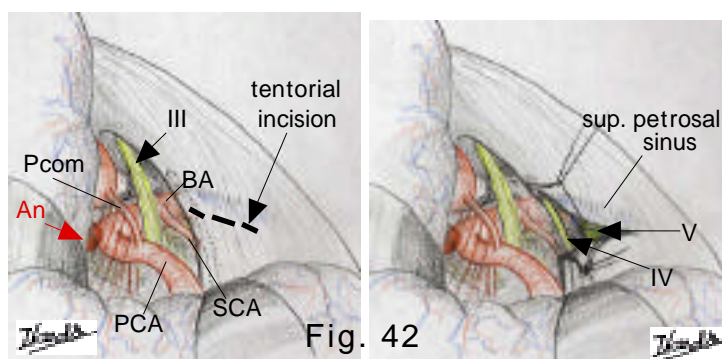


Fig. 41-B

切開を始めて海綿静脈洞外壁より硬膜を剥離して V1-3 を露出する．これは三叉神経鞘腫の硬膜外アプローチとして有用である．STA-PCA(SCA)吻合術 subtemporal approach にて側頭葉を持ち上げて SCA, PCA に到達する．SCA-PCA 間の動眼神経を確認して，両動脈を同定する．テント縁を切開すると術野が広がり側頭葉の retraction が軽減できる．さらに recipient artery 下に cottonoid を敷いてこれを浮かすことにより手術距離が近くなり，吻合がより容易となる．なお，PCA が前脈絡動脈の choroidal point に近接している場合は trans-choroidal approach (Ikeda)<sup>1)</sup> により下角経由で STA-PCA 吻合の可能性もある．

#### 脳底先端部 (BA tip) 脳動脈瘤

ほぼテント切痕の高さに位置する BA tip 部は，中頭蓋底より約 2 cm の高さにあるため最低これだけの側頭葉の上方圧排は必要である．この際，髄液排除は ambient cistern 部に達するまでできないので，必要ならば spinal drainage の設置や側頭葉前角穿刺を要する．Pcom と SCA に挟まれた動眼神経 (III)，一般に Pcom の外側に位置する III の海綿静脈洞への穿通部位より後方 9 mm の位置でテント切痕に並行に走行し硬膜を穿通する滑車神経 (IV) などの解剖学的関係を熟知する (Fig. 34)．錐体骨稜線を走行する上錐体静脈洞の後縁に沿ってテント切開を行い (この際 IV 損傷に注意)，IV と三叉神経 (V) の間より脳底動脈の中央部への視野を確保できる (transtentorial approach)．Sugita<sup>2)</sup> によれば，これにより後床突起の下 20mm 以内の BA trunk 瘤に V の内側から，さらに下 25mm までの瘤にはさらにテントを切開して V の外側よりこれを内側に圧排して到達できるとした (Fig. 42)．しかし側頭葉の圧排が強く余り行われていない．一般に subtemporal approach は横に長い術野の中で PCA と SCA の"トンボの羽"の間の III を真横からみるため，III が術野の中央に位置して対側の PCA, SCA や穿通枝が見えにくく，clipping に際してこれらの対側血管を巻き込み，III 損傷を生じやすい危険性がある．



Willis ring後半部の穿通枝について (Fig. 43)： P1からは1-13本 (一側平均4本)が分枝

し, paramedian branch と circumflex branch に分かれ, 間脳及び中脳へ穿通枝を出す. 前者は後有孔質への (posterior) thalamoperforating Aa, 乳頭体や視索への mammillary A, 大脳脚や脚間窩への paramedian branch がある. 後者は平均 1-3 本で P1 遠位部から迂回槽を回って視床背側部, III 脳室脈絡叢に枝を送る medial choroidal A が最も太い. P1 穿通枝の障害による神経症状は意識障害 (akineti mutism), 眼症状 (III マヒ, 眼球運動障害, skew deviation), 高次脳機能低下 (記憶障害, 痴呆, 幻視, Korsakoff's syndrome, Top of basilar artery syndrome), 四肢運動知覚マヒ, 小脳症状, 不随意運動, 仮性球マヒ, Horner 症候群など. Pcom からは4-12本 (平均7本)の穿通枝が灰白隆起, 後有孔質, 視索, 大脳脚, 乳頭体, 視神経交叉, 脚間窩などを灌流する. このうち premammillary A (anterior thalamoperforating A) が最も太く, 視索と乳頭体との間の premammillary area を穿通し視床下部や視床前半部を灌流する. これらの閉塞症状は視床下部症状 (Horner), 視床前半部症状(記憶障害など高次脳機能障害), 内包後脚障害(運動マヒ)などがある.

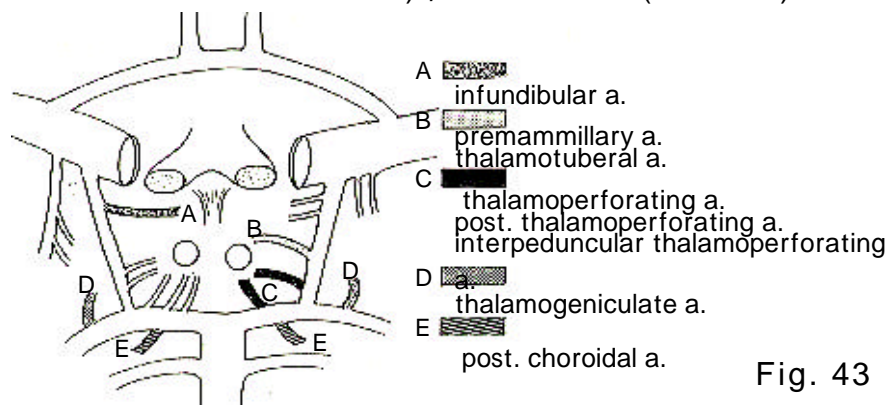


Fig. 43

### 3) 変 法

transpetrosal approach (Kawase)<sup>3)</sup>: 硬膜外に subtemporal route で Kawase's triangle に一致する錐体骨先端部 (petrous groove (GSPN)より奥で, GG と内側の cochlea より内側部) を骨削除し, 上錐体静脈とテントを切離して後頭蓋窩に到達する手術法 (Fig.44). 適応は petroclival meningioma, BA trunk 瘤, trigeminal schwannoma などだが側頭葉の圧排が強く術野が狭い. BA trunk 瘤の到達に際しては心臓側の母血管を確保しにくいので, 著者

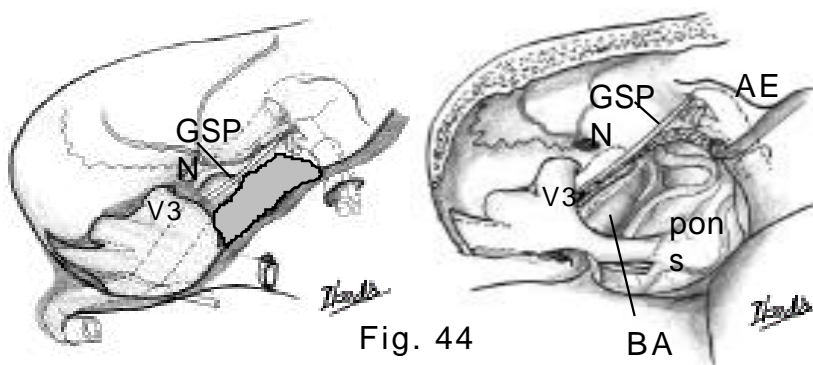


Fig. 44

らは母血管を確保しやすい petrosal approach (Al-Mefty)<sup>4)</sup>を好んで使用している。

posterior subtemporal transtentorial approach<sup>2)</sup> (Fig. 42)

Kawase 法と同様に上方より側頭葉を持ち上げて lower ~ middle BA 瘤や VA union 瘤に到達する方法だが，テントを切離しても側頭葉の圧排が強すぎる欠点がある．Kawase 法はこれを少し軽減した方法である．

transchoroidal fissure approach<sup>1)</sup> (Fig. 37)

側脳室下角内病変 (腫瘍，前脈絡動脈 AVM)：流入動脈の前脈絡動脈や PCA の枝などを早めに処理でき，術野の確保に側頭葉の圧排が不要である．迂回槽近傍病変 (PCA脳動脈瘤) や STA-PCA bypass surgery に有用である．特に迂回槽内 PCA 瘤 (P2-3) が前脈絡動脈の choroidal point (choroidal fissure の最前部を位置する) の近傍に位置する場合や STA-PCA bypass 手術の際に PCA が同部に近接する時には，subtemporal approach で PCA に近接するよりは本法の方が有用である．choroidal fissure の separation は脈絡叢を視床側に付着させて行うことで，視床への血管損傷を防止できる．(第 III 脳室への trans-CF approach は後述する)

trans-collateral sulcus approach (Heros<sup>5)</sup>) (Fig. 45)：subtemporal approach だが，より深部の lateral occipitotemporal (=fusiform) gyrus と parahippocampal gyrus 間の collateral sulcus に皮質切開を加えて側脳室下角内へ入り hippocampal lesion へ approach する．parahippocampal gyrus や uncus に広範に病変が進展している場合が良い適応となる．Meyer's loop を障害しない利点がある．しかし少ない側頭骨底部の骨削除で，最も良い脳溝は occipitotemporal sulcus である．collateral sulcus より側脳室下角までの距離は僅かに遠いが，脳溝が下角の外側縁に向かっている．

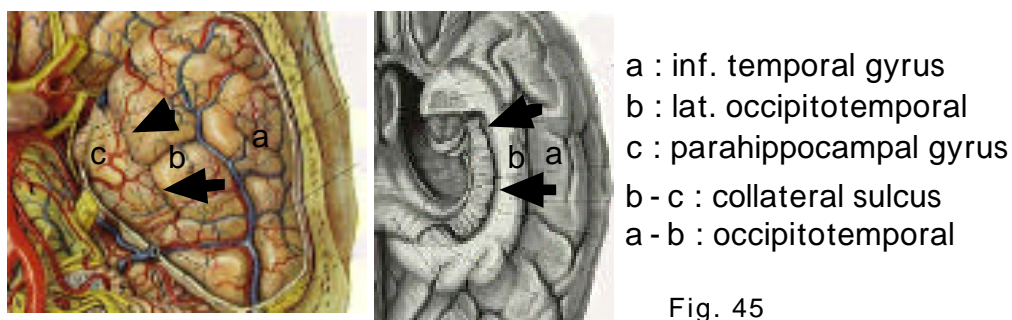


Fig. 45

### 3. 両側前頭開頭術 (=interhemispheric approach)

(anterior) interhemispheric approach (AIH, 鈴木<sup>1)</sup>)

basal interhemispheric approach (BIH, 安井<sup>2)</sup>)

#### 1) 本開頭における基礎的解剖学

recurrent artery (Heubner's artery)

・ 1本(88%), 2本(8%), 0本(4%) .

・ origin は A2 からが最も多く (65%), A1-2 junction (31%), A1 (4%) .

・ 支配領域は caudate head, putamen の前2/3, globus pallidus の外前部, 内包前脚で, 閉塞すると顔面 上肢に強い不全片麻痺, 優位半球側では失語症をきたすことがある . ICA 分岐部瘤の clipping 時, 本穿通枝を巻き込みやすいので注意.

hypothalamic artery

・ Acom から直接出る perforating artery で88%に存在する .

・ 1本 (48%), 2本 (20%), 3本 (20%) .

・ Acom の後方から上方にかけて分枝することが多い .

・ 支配領域は suprachiasmatic area, hypothalamus, anterior perforating substance, frontal lobe で閉塞すると hypothalamus, frontal lobe 症状, 高度な recent memory loss をきたす (上および後ろ向き瘤の clipping には注意) .

Acom 近傍のvariation

duplication / fenestration / triple A2 / azygos ACA / median artery of corpus callosum

Gyrus rectus (GR) (注: rectal gyrus の表現は間違い)

proximal gyrus rectus (olfactory nerve の内側)の一部を切開吸引することがあるが, 一般に大きな障害はない . この際, 16% に Heubner's artery が GR 上を走行するので注意 (frontobasal artery, frontopolar artery など A2 の枝による血管支配) . 軟膜下に GR を吸引除去してくも膜下の血管損傷を防ぐのがコツである .

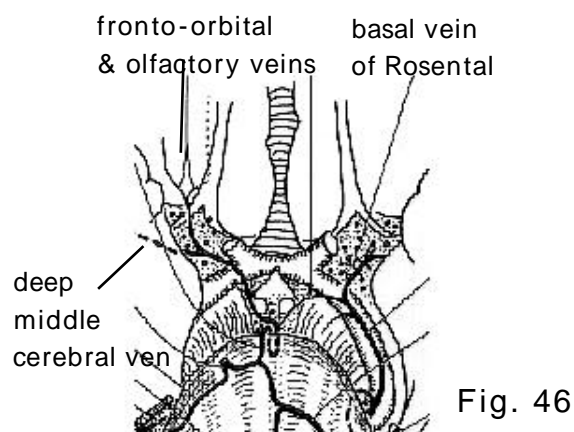
静脈 (Fig. 46)

外側群: ascending superficial cortical vein (frontopolar v, anterior frontal v, middle frontal v)

内側群: 大脳半球間に存在する静脈で SSS へ灌流するもの (上方灌流群) / ISS へ灌流するもの (後方灌流群) と前頭葉底面へ灌流するもの (下方灌流群, olfactory & frontoorbital v) がある。



下面群 : basal v of Rosenthal の 1st segment や uncal v, shenoparietal sinus へ流入する olfactory v, frontoorbital v (Gyrus rectus 内側を走行する)に注意 .



- basal IHA では frontopolar v と anterior frontal v 間よりアプロ - チすることが多く , 両者間距離が2 cm 以下では術野は狭くアプロ - チは困難 .
- SSS と falx を切離してアプロ - チする場合には anterior frontal v は後方へ変位するので術野は確保しやすい (前1/3の SSS 切断は問題ない) .
- 比較的損傷されやすい静脈は SSS への橋静脈 , ISS へ注ぐ前頭葉内側面の静脈や olfactory & fronto-orbital v の皮質枝 (Fig. 46) .

## 2) 手術適応

high Acom 瘤 , ACA 末梢瘤 , 視交叉近傍や第 III 脳室内前方 , 正中に位置する腫瘍 (tuberculum sellae meningioma, craniopharyngioma) など . 特に Acom 瘤へのアプローチは pterional approach (PA) と interhemispheric approach (IHA) があるが , 前頭蓋窩底より12mm 以上高位の Acom 瘤や A2-A2 間の上後方向きのものには , PA で gyrus rectus を削除して A2 を露出しても A2 の背後の瘤には access にくい欠点があり , IHA はこれを十分にカバーできる . IHA の大きな利点は Acom 周囲の血管が観察しやすく , 特に Acom から直接分枝する Hypothalamic Aの起始部が容易に確認できること . 欠点は術野が狭く , 嗅神経損傷の危険性がある .

## 3) 手術手技

皮膚翻転の際には supraorbital notch からの frontal branch (V1) の枝である supraorbital nerve があり , これを前額部の知覚障害防止のため本神経の温存が大事である . supraorbital foramen / incisura をノミにて開放する . 前額部の運動障害防止のため頭皮の剥離は subperiosteal separation が簡便であるが , 側頭筋の厚い場合には interfascial separation を行い , galea-fascia 間を走る facial nerve (temporal branch) を温存する .

(BIH では頭皮翻転は nasion まで，craniotomy は鼻根部 galbella まで下げる)

AIH (Fig. 47-A) では上矢状洞と falx の間で frontopolar v や anterior frontal v を温存しながら，動脈を剥離の指標としてくも膜上またはクモ膜下に (決して subpial ではなく) A3 の枝に沿いながら半球間を剥離して脳梁まで到達し，脳梁上を走る 2 本の pericalossal A を中枢に辿りながら Acom 瘤に到達する．左右半球間の剥離は軟膜下に入りやすいため，動脈枝を見つけ，これを辿ることがコツである．

ACA 末梢瘤に対しては Fig.47-C に示す様に脳血管写の側面像より瘤と外耳道とを結ぶ線上に開頭を行い，この角度を顕微鏡の視軸として最短距離で access するのがコツである．これに対し BIH (Fig.47-B) はまず，くも膜支柱による癒着が比較的粗である脳梁前半部で大脳裂を剥離し space を確保する (step 1)．剥離を前頭蓋底に進め planum sphenoidale に達する (step 2)．これを後方に向け tuberculum sellae でくも膜を切開して prechiasmatic cistern を開放し(step 3)，視交叉部，両側A1を確保して Acom 瘤に access する (step 4 in Fig.47-B, Fig. 48) ．

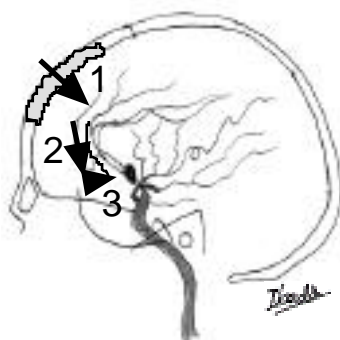


Fig. 47 - A

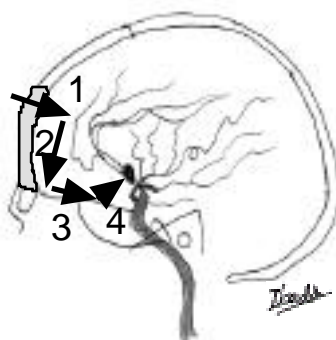


Fig. 47 - B

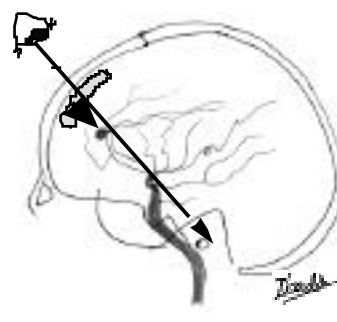


Fig. 47 - C

#### 4) 開頭範囲

AIH では両側冠状皮切後，linea temporalis 外側部 (pterional approach の際の key hole 部に一致) に両側穿頭し，さらに前頭および glabella 正中に穿頭して両側前頭開頭を行う (Fig.49-A)．開放された前頭洞の処置，crista galli 除去を行い，両側前頭の硬膜を切開し，矢状静脈洞を結紮切断する (両切断端の結紮糸は閉創時に結ぶ)．basal IHA では両側 orbitotomy を加えて，さらに下方からの視軸を確保する (Fig.49-B)．さらに小さい開頭範囲(進入側は正中より 2 cm，対側は 1 cm の幅；脳動脈瘤の手術操作に必要な術野の幅は最低 15mm 必要)で，一側の硬膜切開(矢状静脈洞の切断なし)により，IHA や basal IHA は可能である (前頭葉の bridging vein 温存する目的もある) (Fig.49-C)．皮切も冠状ではなく前額皺を利用して前額部の水平線状皮切で行うこともある (老人例など) (Fig.49-D) ．

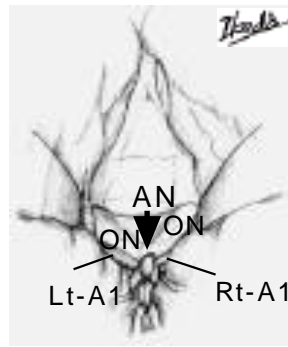


Fig. 48

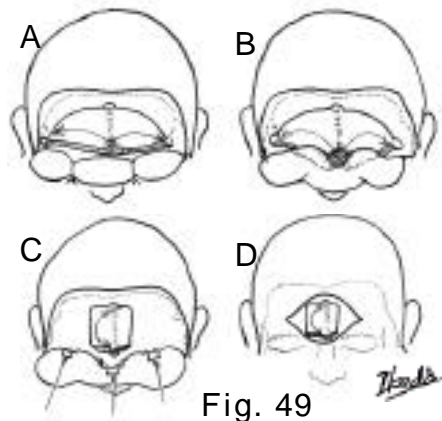


Fig. 49

5) IH の際の bridging vein 温存について (Fig. 50)

coronal suture より後方に collateral bridging vein がある場合は前頭極の bridging vein の sacrifice は術後の venous infarction を起こす危険性が高い . Type A では bridging vein の sacrifice は全く危険性ないが , Type C では非常に危険 , Type Bでは半々の危険性がある<sup>3)</sup> .

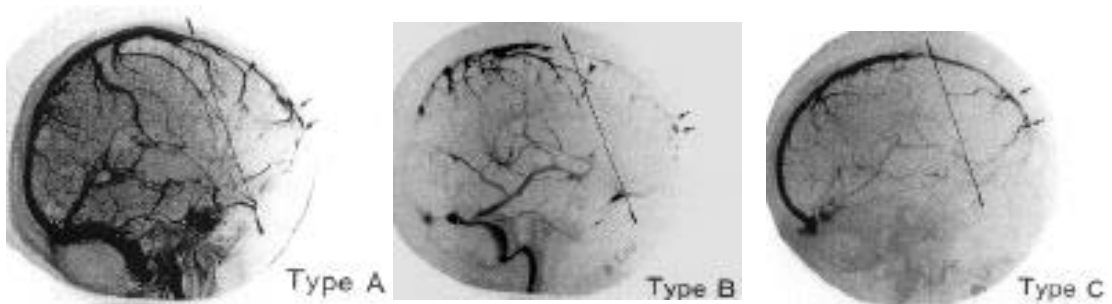


Fig. 50

6) 開放された前頭洞の処置について

前頭洞が開放された場合 , 術後の髄液瘻や髄膜炎などの合併症を防止する処置のポイントは 粘膜を十分に除去後 , 前頭洞の出口である裂孔 (hiatus) を温存して骨片で底板を作り , 骨口ウとイソジンとを混ぜたものや fibrin glue で封入し , 閉創時に galeal flap を硬膜に縫いつけて閉鎖する (Fig.51-A, B) . 骨口ウなどで裂孔を閉鎖しまい , 粘膜が残存すると mucocele などの術後合併症を生じる (Fig.51-C) .

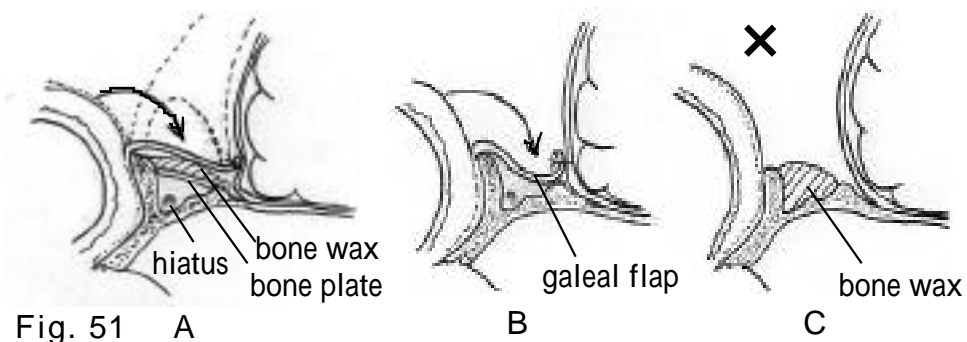


Fig. 51 A

B

C

7) その他の変法

interfalci approach

Fujitsu<sup>4)</sup>はIHの欠点の嗅神経温存のために、criata galli 部で falx 間を separation した interfalicine approach を提唱している。これにより Fig. 52 の様に、視交叉を中心とした最大幅 15mm の術野が確保できるが術野は狭い。

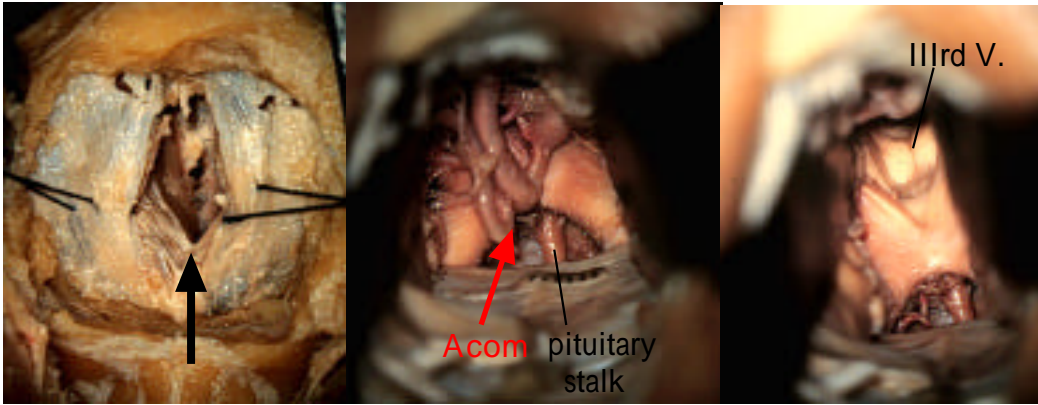
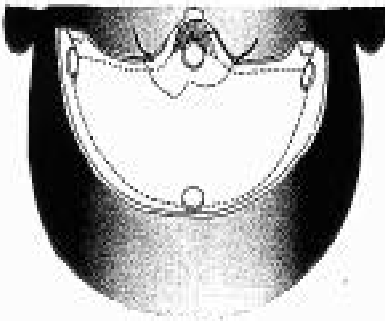


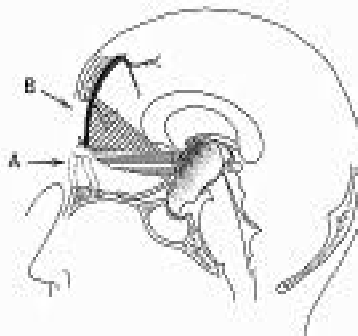
Fig. 52

bifrontal basal interhemispheric approach to craniopharyngioma with or without division of the Acom (Fig. 53, 54) : Shibuya<sup>5)</sup>はAcomを切断することにより、術野の幅狭さを解決している。Acomからの perforating artery (hypothalamic artery) を温存するようにAcomを切断する。

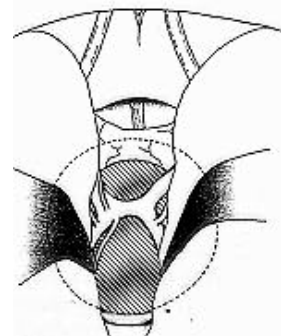


A

Fig. 53

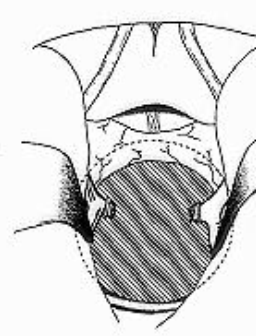


B



A

Fig. 54



B

側脳室，第III脳室内病変へのアプローチ (詳細は "脳室内病変へのアプローチ" へ)

transcallosal approach to the lateral ventricle

transcallosal interforaminal/subforaminal/transchoroidal approach to the IIIrd V.

## 4. 頭頂開頭術

### 1) 本開頭における基礎的解剖学

bregma ~ lambdoid 間の中1/3の SSS に注ぐ superficial ascending veins (SCV)

Trolard v = communicating vein between sylvian vein and SSS

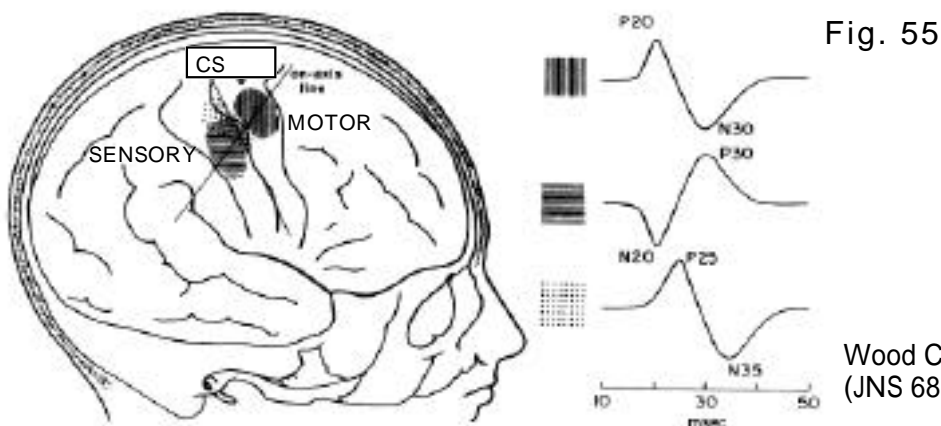
Rolandic v = largest vein draining the parietal lobe to SSS

この部の SSS 外側には硬膜内に lateral lacuna が存在するため (前および後1/3 SSS 部では正中外側 1.0 ~ 1.5cm まで硬膜切開できるが), この部での硬膜切開はあまり正中近くにまで切開しないよう留意する .

SCV の SSS への流入部位に留意して interhemispheric approach する(SCV の SSS へ流入する部位は前頭極に近いほど SSS の上側壁で, 後頭極に近いほど SSS の側壁ないしは falx に付着する) .

硬膜は SSS 側を付着側として弁状に切開し, 頭皮切開はこの逆とする .

eloquent area (motor area / sensory area)の同定法に SEP / MEP 測定がある . SEP は N20 の逆転 P20 の記録部位が motor strip である(中心溝 CS line に対し motor area は sensory area の約 70 度上方に位置する) (Fig. 55) . MEP では D-response により機能的に motor area を同定する .



Wood CC et al. <sup>1)</sup>  
(JNS 68, 99-111, '88)

\*最近では PET や functional MRI (fMRI) などによる sensorimotor stimulus に対する activated area の局在判定による, eloquent area の術前同定法がある .

頭頂葉から側脳室三角部へ到達する場合(superior parietal approach), 感覚領より後方 (postcentral fissure 後方 1 cm) から parieto-occipital fissure に至るまで大脳縦列より 3 - 4 cm 外側を矢状方向に皮質切開を加えても, 無症候である (理論上は視放線の損傷はないといわれるが, 実際は高頻度で術後に半盲が出現している) .

bregmaより1 inch(2.5 cm)後方が NI中点で, さらに1 inch後方に中心溝を指す (Fig.1) .

この部の大脳縦列間のくも膜癒着は loose なため剥離は容易だが，cingulate gyrus が対側に入り込む場合があり損傷に注意すして脳梁に到達する．

- 2) 手術適応： parasagittal meningioma, falx meningioma (parietal interhemispheric approach), 側脳室体部腫瘍 (superior parietal approach), sensori-motor area intrinsic tumor (glioma, metastatic tumor) , transcallosal approach (第III脳室内病変) など。
- 3) 手術手技： 体位は supine position , prone position, semisitting position (Fig. 56) など．



Fig. 56

central interhemispheric approach (parasagittal and falcine meningioma)

parasagittal meningioma が上矢状洞前1/3を浸潤している場合は上矢状洞とともに摘出して良いが，中および後1/3に発生し上矢状洞が開存している場合はこれを温存しなければならない． parasagittal meningioma は上矢状洞の中1/3に発生するケースが多いので矢状洞損傷を避け，より全摘出を目指すため皮切は下方を付着部とする弁状とし，開頭は sagittal suture 上または対側に及ぶものとし，上矢状洞を露出する．骨浸潤(+)例ではこれを囲む様に残して開頭し，ドリルなどを用いて除去し欠損部は骨セメントで充填修復する (Fig. 57) ．

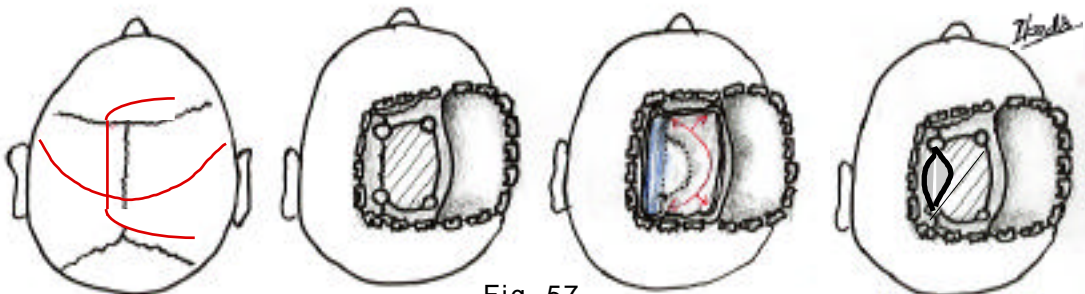
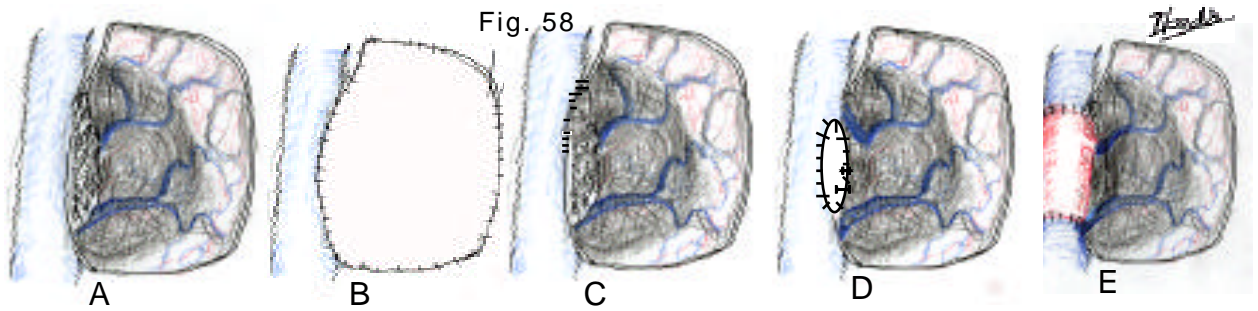


Fig. 57

parasagittal meningioma では完全除去より上矢状洞温存の方を選ぶべきである (Fig.58-A, B) ． (無理せず再手術の際には緩徐に矢状洞閉塞と側副静脈血行路の発達が生じて矢状洞とともに再発腫瘍を全摘出できる．しかし，いざ損傷時には直接縫合 (Fig.51-C) 静脈移植片による静脈洞再建術が必要となり，bridging vein との吻合<sup>2)</sup> や jugular vein や saphenous vein (valve除去) による patch (Fig.58-D) や置換 (Fig.58-E) を行う．置換時には shunt tube 挿入による血流温存や矢状洞切断端からの出血に対して gelform での止血 packing (後に除去する, Sindouら<sup>3)</sup> による) を行う．



Rolandic vein 前方または Rolandic vein 後方の正常な脳表面より，eloquent area を避け Rolandic vein を絶対に温存して大脳縦列間に進入する．硬膜 - 内側脳表面間の bridging vein もできる限り温存する．sensorimotor area 部の大きな falcine meningioma 摘出術の際には sensory area 後方の頭頂葉内側部を一部 corticotomy したり falcine meningioma の central debulk による減圧を計ることにより，retraction 時の Rolandic vein 損傷を防止する．また腫瘍は中硬膜動脈や大脳鎌動脈以外に前方，下方より前大脳動脈からの供給を受けているので，大脳鎌附着部からの血管を焼灼し剥離はまず前側方から始める．この際，内側部の大脳皮質損傷により下肢マヒを生じるので注意．時に腫瘍に engulf された pericallosal artery を温存すべきは言うまでもない．

#### transcallosal approach (parieto-occipital interhemispheric approach)

側脳室三角部腫瘍，松果体部腫瘍，大脳鎌髄膜腫など．頭頂-後頭葉内側面，帯状回後部，脳梁膨大部が露出される ("側脳室及び第3脳室内病変，松果体部腫瘍へのアプローチ"や"後頭葉"の項照)．

- ・ 脳梁膨大部を切開して傍正中で第 III 脳室の tela choroidea を露出し，内大脳静脈の外側部に存在する fornix 脚部と pulvinar 間の choroidal fissure を分け三角部に進入する方法．
- ・ 利点は corticotomy をせず medial posterior choroidal A を早期にコントロールできる．
- ・ 最大の欠点は脳梁 (splenium) 切断による dysconnection syndrome = "alexia without agraphia" (splenium は visual association fiber が走行する)．半盲を伴う優位半球の腫瘍例では禁忌．

#### superior parietal transcortical approach ("側脳室三角部腫瘍"の項目参照)

大脳縦列から 3 - 4 cm 外側を，postcentral sulcus 後方 1 cm の点から parieto-occipital fissure に至るまで矢状方向に 4 - 5 cm の皮質切開を加えて三角部に入る．

- ・ Gerstmann 症候群，半盲の危険性が少ないが，腫瘍到達まで距離が遠い欠点．
- ・ 腫瘍栄養血管の処置が一番，最後になる欠点があるが，術野は広い．

#### Lateral temporo-parietal (Superior parietal) approach

- ・ 腫瘍到達までの距離が最も短い，優位側ではできない (感覚性失語症，Gerstmann，半盲，知覚障害)．

## 5. 後頭および後頭下開頭術 (=occipital and suboccipital approach)

### 1) 本開頭における基礎的解剖学

椎骨動脈 (VA) は一般に左側が発達している場合が多く, 頭蓋外での損傷に注意. atlas の後弓上を水平に走る V3 segment から occipital condyle 内側に沿って V4 segment に移行する部位は最も内側に位置する. 正中から外側 2 cm まで近づくため atlas 後弓の骨削除に際して VA 損傷に注意 (Fig. 59).

suboccipital triangle : 最深層の rectus capitis post. major M - sup. oblique M - inferior oblique M (inferior nuchal line に付着) に囲まれた三角内に椎骨動脈 (V3) が位置する. 中間層の splenius capitis M & semispinalis capitis M と最表層の SM 筋 & trapezius M は sup nuchal line に付着する (Fig. 59).

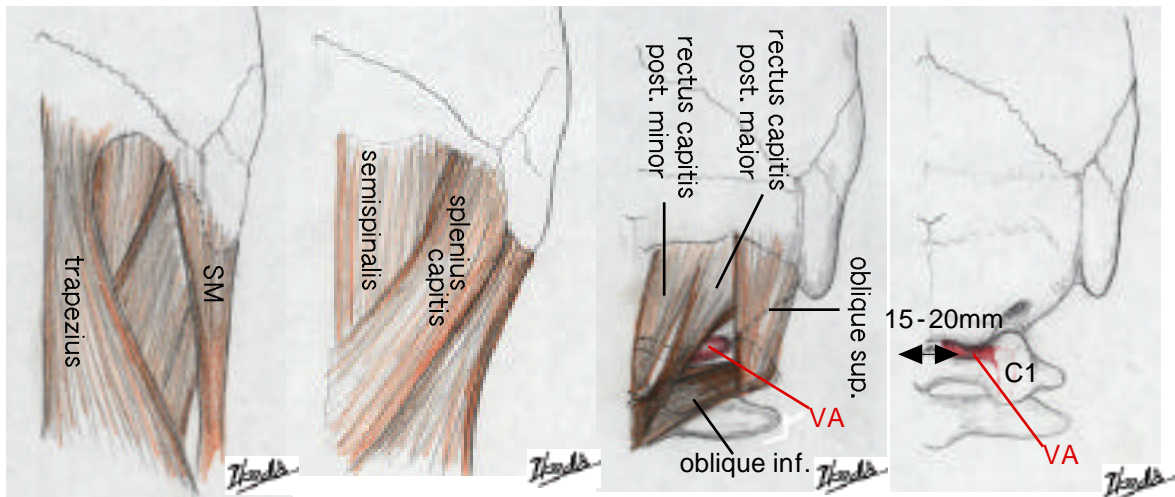


Fig. 59

jugular tubercle : 内側には hypoglossal (XII) canal が, 外側には jugular foramen が存在する. condyle と JT の間には XII canal が存在し, jugular foramen に交通している. VA-PICA 瘤や VA union 瘤が傍正中 (正中線から 10mm 以内) で内耳孔より 12mm 尾側 ~ 内耳孔まで lateral suboccipital approach は困難で, JT の追加骨削除が必要となる<sup>1)</sup> (Fig. 60).

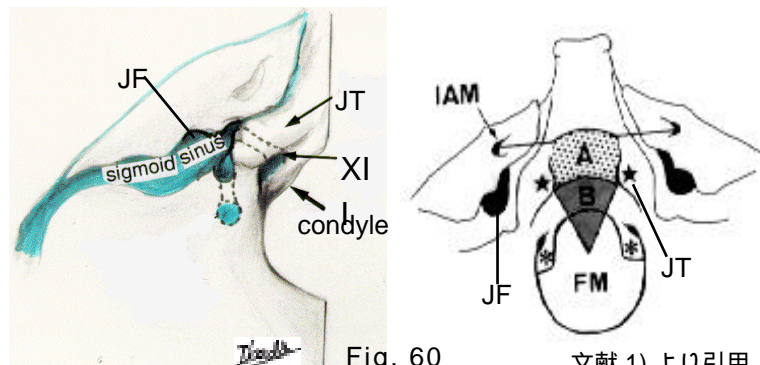


Fig. 60

文献 1) より引用



## 静脈系

後頭下開頭の際，asterion の直下は後頭蓋窩であることが多いが，asterion - inion を結ぶ line は横静脈洞を指し，asterion の外側 1-1.5cm の点は横静脈洞 - S 状静脈洞の corner である．S 状静脈洞直上の硬膜の剥離は困難で，この部の露出は drilling などでは注意深く行うこと．(一般に S 状静脈洞は右側が発達していることが多く，右側の後頭下開頭の際には注意) (Fig. 61) ．

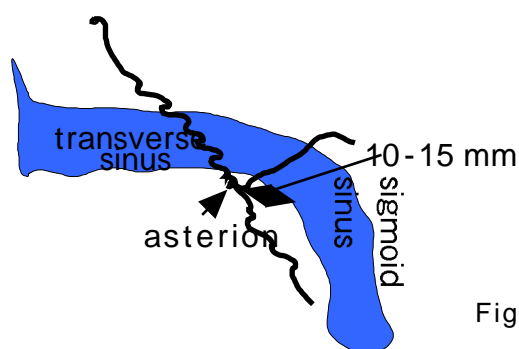


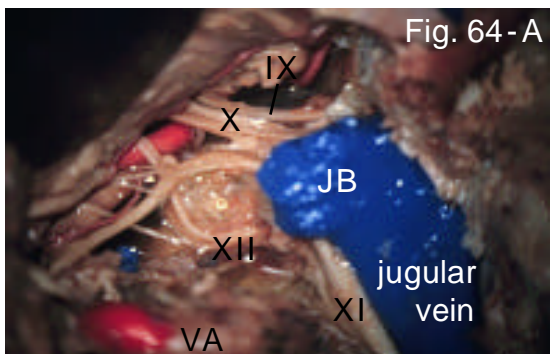
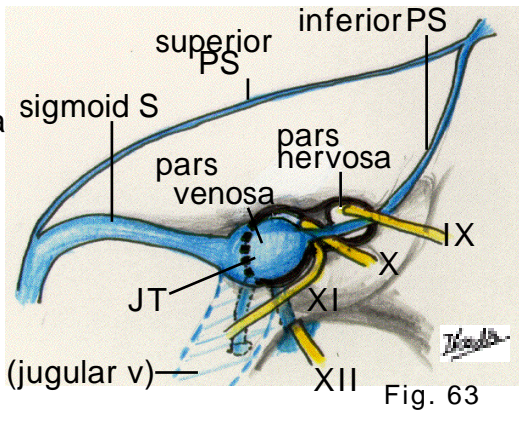
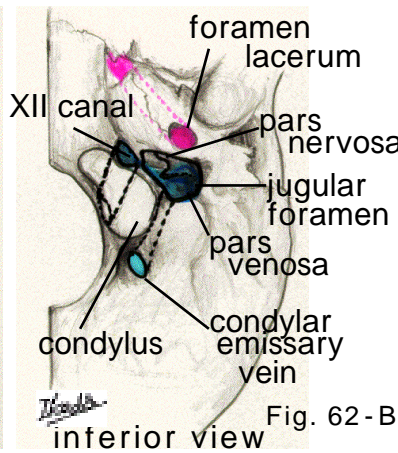
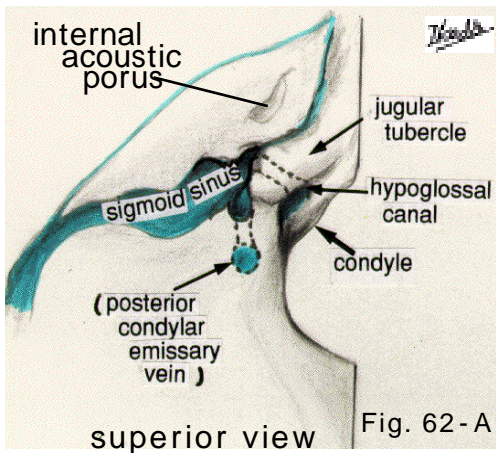
Fig. 61

jugular bulb (JB) は sigmoid sinus と jugular vein との移行部だが，まれに高位に位置して内耳孔の後壁で後半規管の内前方に突出していることがある (Fig. 65) (JBは内耳孔の下縁までの距離は平均 6 mm だが，high JB では 2 mm 以下に近接する) ．この high JB は retrosigmoid approach で内耳孔の後壁を drilling する際に損傷し大量出血の可能性があるので同アプローチの際には術前に MRI や bone window image CT でチェックしておく<sup>2)</sup> ．

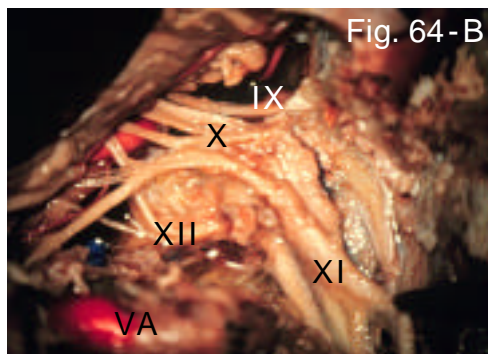
jugular foramen (JF) は硬膜隔壁 (1/4例で骨棘)により前上方の pars nervosa と後下方の pars venosa に分かれ，前者から舌咽神経 (IX) が，後者は外側を jugular bulb が，その内側を迷走 (X) ，副神経 (XI) が通る (jugular foramen tumor の手術では X, XI が損傷されやすい) ．JF の直上には内耳孔が，上外側には vestibular aqueduct が見られる (high JB) ．JF 内の内側を inferior petrosal sinus が走って JB に合流し，下内側には舌下神経管があり，舌下神経 (XII) と venous sinus が走り本 sinus も JB に合流する．また JB や jugular vein には spinal epidural venous plexus や VA 周囲の venous plexus ， posterior condylar emissary vein からの静脈血が注いでいる (Fig. 62-65) ．

後方1/3の SSS に注ぐ ascending vein は少ないため interhemispheric approach は容易である ．

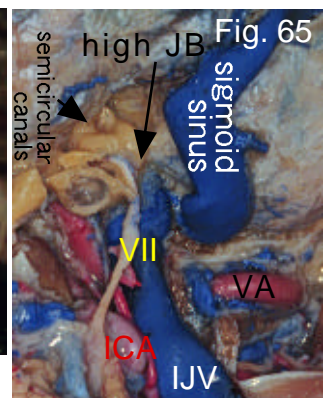
テント下では正中を occipital sinus や大孔部に marginal sinus が，特に小児では発達しており，硬膜切開には注意を要する ．



(widened transchochlear A.)



(removal of JB and IJV)

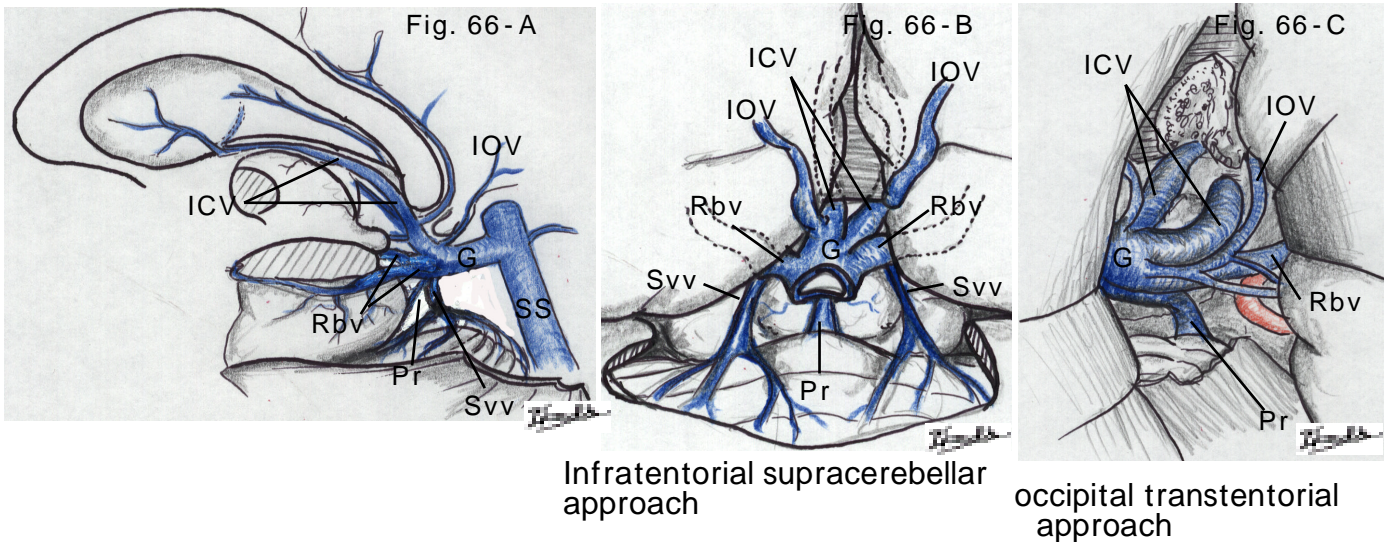


Stein's approach では precentral cerebellar vein は切断しても良いが，internal cerebral vein, basal vein, Galenic vein, quadrigeminal vein は絶対損傷しないように注意する．本法に際して straight sinus の上向角度により松果体部は必ずしも術野の中心とならず，急峻な場合には脳梁膨大部が術野の中心となり松果体部は下方に位置するため，術者はより下方から見上げるという不自然な姿勢を余儀なく強えられるばかりか，第 III 脳室底部は死角となる．術前にこの角度をチェックしておくべきである<sup>3)</sup>．(Fig. 66-A)

松果体への手術の際，ガレン近傍の静脈で precentral cerebellar vein はやむを得ない (inferior vermian v も切断する) が，internal cerebral vein, Rosenthal basal vein, quadrigeminal vein, Galenic vein は絶対に損傷してはならない．なお，Occipital transtentorial approach では障害となるのは basal vein of Rosenthal と precentral cerebellar vein だが，前者は切断する (Fig. 66).

### 小脳テント

直静脈洞がガレン静脈に移行する角度は nasion - inion line に対して， $47 \pm 5.0$  度で直静脈洞の延長線はほぼ bregma を指す<sup>3)</sup> (Fig. 66-A) ．

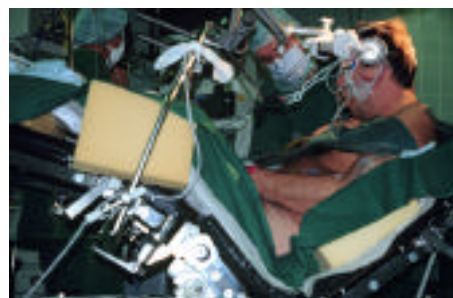
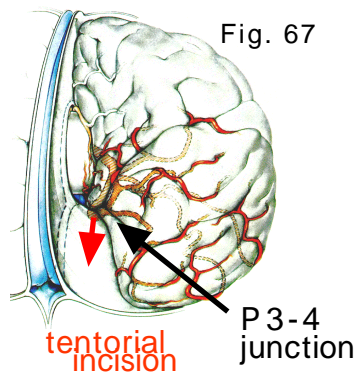


脳上面の superior & inferior hemispheric vein は合流して bridging vein を形成し tentorial sinus (TS) に注ぐ．このため TS 発達例ではテント切開時に思わぬ出血に遭遇するので注意．

小脳テントは深部に向かう程，急峻な勾配をなすため，テント上では後頭葉下にアプローチしても半球間アプローチと同じことになる．テント 大脳鎌移行部でテントを直静脈洞に並行に(1 ~ 1.5 mm 外側) 切開することで容易に四丘体槽へ到達できる (transtentorial approach) ．この切開するテント縁の近傍に P3-4 junction が存在するので，同部の脳動脈瘤へのアプローチの際には注意して切開し広い術野を得る (Fig. 67) ．

superior petrosal sinus (petrosal approach) や大多数の superior petrosal vein は切断しても問題ない．しかし後者では vein of cerebellopontine fissure (v. of great horizontal fissure) は切断せず可能な限り温存する．

- 2) 手術適応：側脳室三角部および第III脳室後半部腫瘍，松果体部腫瘍，小脳テント髄膜腫，petroclival meningioma，後大脳動脈 (P3-4) 瘤，後頭葉内病変，後頭葉 lobectomy (後頭開頭)，後頭蓋窩病変 (後頭下開頭) など．



### 3) 手術手技：

体位としては semilateral position, lateral position, prone position, sitting position .  
sitting positionの合併症

- ・ air embolism：上体は床に対し30度挙上し下肢も20度以上挙上する．欧米では上体も下肢もさらに折り曲げている (Fig. 68) . 予防法としては開頭時に水をかけながら骨口ウを塗り込んだり, fibrin glue のスプレーなどで空気流入を防ぐ．術中モニターとしては食道聴診器での心雑音聴取, Endotidal 呼気 CO<sub>2</sub> の低下などでの術中チェックと Bougine-Aibin catheter や Swan Ganz catheterでの大静脈内空気の吸引除去 .
- ・ midcervical quadriplegia：極端に頭部を屈曲させることで頸髄が局所的な圧迫を受 mid-cervical spinal cord に急性び慢性梗塞を生じる．過屈曲が生じ易い小児例では特に注意 .
- ・ 術直後のテント上硬膜外・下血腫や tension pneumocephalus ("inverted pop-bottle syndrome") に注意 .

#### 手術法

##### Supratentorial approach

parieto-occipital interhemispheric approach (Yasargil<sup>4)</sup>) : sensorimotor area を避け parieto-occipital 部より interhemispheric に進入して脳梁体部の切開により第III脳室内病変に access したり, 脳梁膨大部の一部切開にて松果体病変に対処 .

occipital transtentorial approach (interhemispheric occipital approach) : 後頭葉を外上方へ圧排する際, この部位には上矢状静脈洞と後頭葉内側との間に bridging vein がほとんど存在しないため, テントを直静脈洞に沿って切開することで容易に四丘体槽へ到達できる . なお, この切開するテント縁の近傍に P3-4 junction が存在する . 松果体部へのアプローチの際には basal vein of Rosenthal や precentral cerebellar vein が術野の障害となる .

parieto-occipital interhemispheric parasplenial approach through incision of the precuneus<sup>4)</sup> : 側脳室三角部内へ視放線を損傷せずに入る手術法 (Fig. 69) .

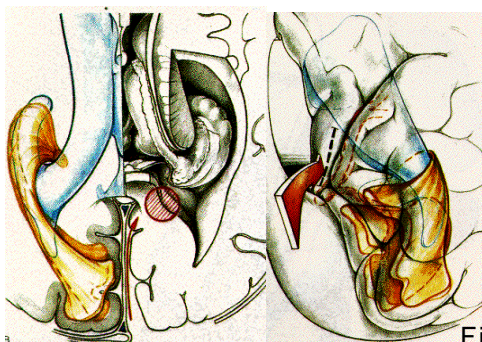


Fig. 69

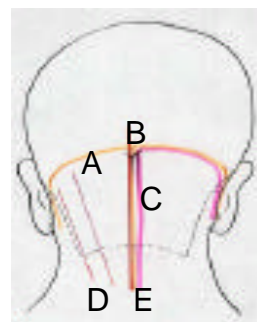


Fig. 70

## Infratentorial approach

- suboccipital (infratentorial) approach
  - microvascular decompression (MVD)
- lateral suboccipital retrosigmoid approach
- paramedian suboccipital approach
- median suboccipital approach
- infratentorial supracerebellar approach (Stein)

## Skull base approaches

- far lateral approach
- transcondylar approach
- infratemporal approach / widened transcochlear approach<sup>10)</sup> (to the jugular foramen tumor)
- transpetrosal approach (後述)

### 4) 代表的アプローチのポイント

suboccipital approach (retromastoid, paramedian, median)

体位は sitting position / prone position / lateral position / park bench position.

皮切は頸部を弁状とした horseshoe incision (Fig. 70, line A), hockey stick incision (Fig. 70, line C), linear incision (Fig. 70, line B, D, E) など .

median approachではinionより下方で項筋をsuperior nuchal lineに一部残して横切開しさらに正中をC2の棘突起目指してT字状に切開し後頭骨を剥離する . 大孔を開放するためには C1 後弓を露出し , 大孔縁まで後頭骨を骨膜下に剥離する . 大孔縁の骨削除は正中より1.5 ~ 2cm 外側に椎骨動脈 V3 部が位置するので左右約 2 cm 程削除し大槽を開放してリコールを抜き後頭蓋窩の脳圧を下げる . 小脳正中部の病変にアプローチするのに用いる . 硬膜の切開は横静脈洞を底辺としたY字状とする (正中の occipital sinus や marginal sinus の切断による出血を減らすため) .

retromastoid approach では乳突突起基部を通る毛髪線内側をこれに並行な線状皮切を加え、後頸部正中に向かい延長する . sigmoid sinus に沿った小脳半球外側部より小脳橋角部に access する手術法 . sigmoid sinus や lateral sinus を底辺とする硬膜切開をする . 小脳の圧排を少なくするため大槽を開放しリコールを抜いて小脳を slack down するのがコツ .

聴神経腫瘍 : lateral position (= nap position, Fig. 72-A) で上体を 10 ~ 15 度拳上し頭を少し下方に曲げ vertex down とする . 顎を引き (過度の前屈を防ぐため頭部と前胸部との間に 2 横指の隙間ができる程度にまで)、患側の肩を尾側および胸部側に引き側頸部を伸展する . これもより患者の背部尾側より見上げる access route が取れる . 皮切は hair line の内

側にこれに沿い後頸部正中に向かって線状に加える。これにより sternocleidomastoideus M, splenius capitis M, semispinalis capitis M を切開して inferior nuchal line に付着する、suboccipital triangle を形成する筋群の superior oblique M, rectus capitis posterior major M を切開して後頭骨を露出する (Fig. 59)。この際、切開を頸部正中に向けるのは atlas 後弓の正中外側 2 cm 近くまで接近する椎骨動脈の損傷を避けるためである (Fig. 59)。mastoid process の起始部を確認して asterion の外側 1 ~ 1.5 cm に位置する横静脈洞とS状静脈洞移行部 corner (Fig. 61) と mastoid emissary vein よりS状静脈洞の走行を想定し、S状静脈洞の内側縁ぎりぎりまで開頭、骨削除を行う。尾側の開頭は posterior condylar emissary vein のある posterior condylar foramen までには必要なく (これはすぐ尾側に椎骨動脈が存在することを示す指標)、正中に向かって骨削除して foramen magnum を開放する (これにより cisterna magna を開放して髄液流出させて後頭蓋窩の減圧を計る、特に大きな腫瘍のため posterior fossa が tight な場合は必須である)。内側への開頭範囲は内耳道内腫瘍の摘出のため内耳道後壁削除のためにできる限り正中近傍まで行う方が良い。

paramedian approach では一側の hockey stick incision や線状の皮膚切開を行い、一側小脳半球を露出する。

VA-PICA 脳動脈瘤：普通の VA-PICA瘤は外耳孔レベル (内耳道の高さで pontomedullary junction =VI, VII, VIII 神経の高さ)より尾側で、正中より 1 cm 以上外側に位置し、通常の lateral suboccipital approach で対応できる。しかし、内耳道よりも高位のものには petrosal approach、内耳道 ~ jugular tubercle (JT) 間 (内耳道より下方 12mm) で正中より 10mm 以内のものには condyle, JT の骨削除を要する (transcondylar approach<sup>1)</sup>)。これらについては後述する。なお同様に Yamaura<sup>5)</sup> は正中より10mm 内で斜台より13mm 後方のもものは到達困難としている。瘤への access の際の障壁は 前面、正中へ access する時には下方の occipital condyle、上方の jugular tubercle、sigmoid sinus ~ jugular bulb、クリッピングの際には IX ~ X 神経間からの操作を強いられることがしばしばで、下位脳神経損傷に注意する (Fig. 71-A, 71-B)。

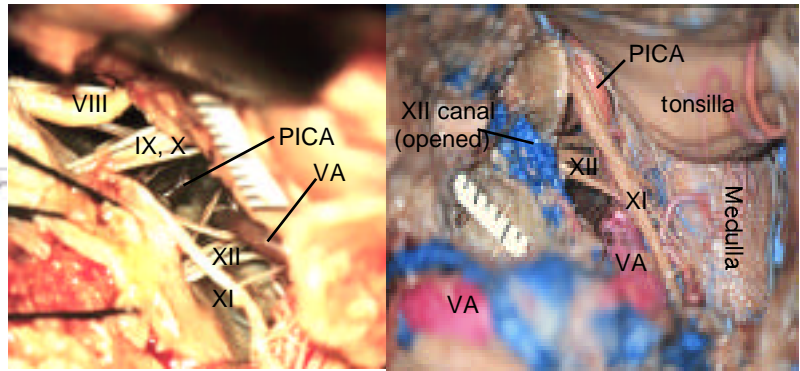
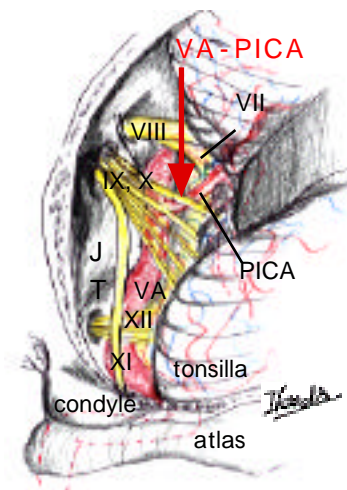


Fig. 71 - A

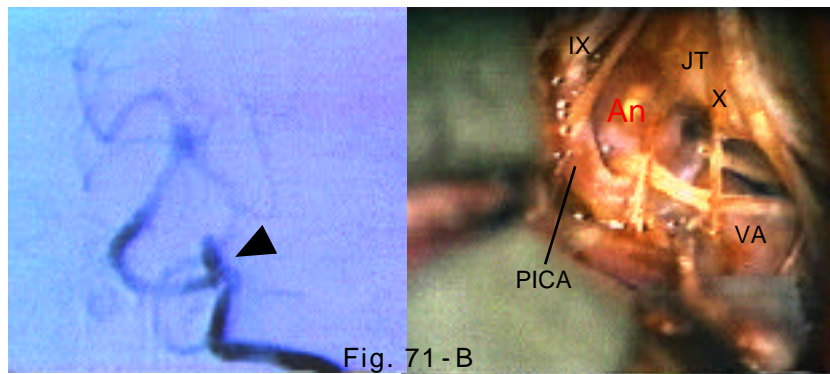


Fig. 71 - B

Microvascular decompression : hemifacial spasm (VII) や trigeminal neuralgia (V) に対し Fig. 72-A の様な体位 (lateral position / park bench position / nap position) をとる . 上体は約20度 , 下肢は約10度程挙上する . 乳様突起基部を最頂点とする様に頭部を前屈し vertex down とする . 皮膚切開はVII例では乳様突起基部より毛髪線に沿い内側を直線状に正中に向かって行い (line A) , V 例ではこれより1横指内側に並行に加える (line B) (あまり外側に向かい皮切を外側に下ろすと皮切線の下縁深部で椎骨動脈損傷を生じる可能性があるので注意) (Fig. 72-B) . 開頭はVII 例では line A で乳様突起基部より約 1 inch 下方に直径 1 inch



"nap position"

Fig. 72 - A

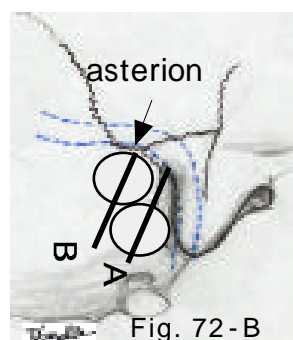


Fig. 72 - B

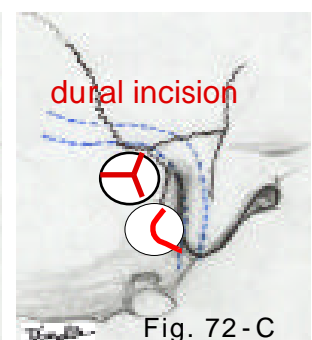
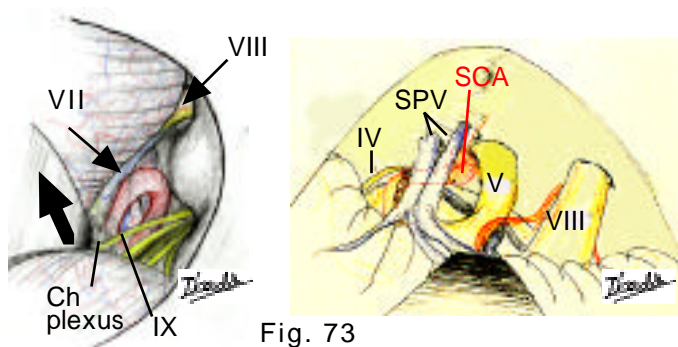


Fig. 72 - C

(10 円玉サイズ) 大の小開頭を , V 例では上縁が asterion に接し , これより10-15 mm 外側 (横 - S 状静脈洞 corner 部) にまで及ぶ同サイズの小開頭を行う . 共に外側に S 状静脈洞内側縁が露出するまで drill やケリソンプンチなどで骨除去する (できる限り小脳外側縁からア

アプローチするため) (Fig. 72-B) .

硬膜切開は上図のように VII 例では sigmoid sinus 側を底部とする様に , V 例では sinus corner に向かって行う (Fig. 72-C) .



VII 例では IX root の上縁に沿いながら choroid plexus を圧排して VII root 基部を露出する (VII root は少し水色を呈する) . この際 , IX-X complex の基部を十分に剥離して IX root の基部と flocculus 間より脳べらを入れて小脳を上方へ抱え上げるように retraction する (VIII root を長軸方向に引くと聴力障害を起こすので , 上図の矢印方向に VII, VIII の基部を上方に上げるように小脳を抱え上げるのがコツである . この時 , VIII は見ない) . root 基部の細動脈を損傷すると顔面マヒを生じる可能性があるので温存する (Fig. 73) .

V 例では sigmoid - lateral sinus の corner より上錐体静脈洞を天井に見ながら小脳の anterolateral margin を辿って先端の anterior angle へ到達する . 上錐体静脈を小脳付着部でクモ膜を切開して長く露出して術野を拡大すれば , 本静脈は十分に温存できる . 圧迫動脈を VII や V root から分離する方法として , 神経-血管間や血管-脳幹間に prosthesis (tefron フェルト綿やスポンジ片) を挿入したり , 責任血管を吊り上げて周囲硬膜に接着させる方法などがある (Fig. 73) .

surgical approaches to the pineal tumor : Galenic vein 近傍腫瘍としては germinoma, teratoma (differentiated teratoma, embryonal carcinoma, choriocarcinoma, yolk sac tumor), epidermoid, pineocytoma, pineoblastoma, malignant lymphoma, meningioma, arachnoid cyst, plexus papilloma, lipoma, (aneurysm of Galenic vein) .

infratentorial supracerebellar approach (Stein) : 体位は sitting position (合併症については前述) . 硬膜切開後 , 直洞やテントに入る bridging vein を順次凝固切断して小脳の下垂を図る . sup. vermian v および必要に応じて precentral cerebellar v を凝固切断する . 肥厚したクモ膜を切開して Galenic vein system を露出すると松果体腫瘍が出現する (Fig. 74) .



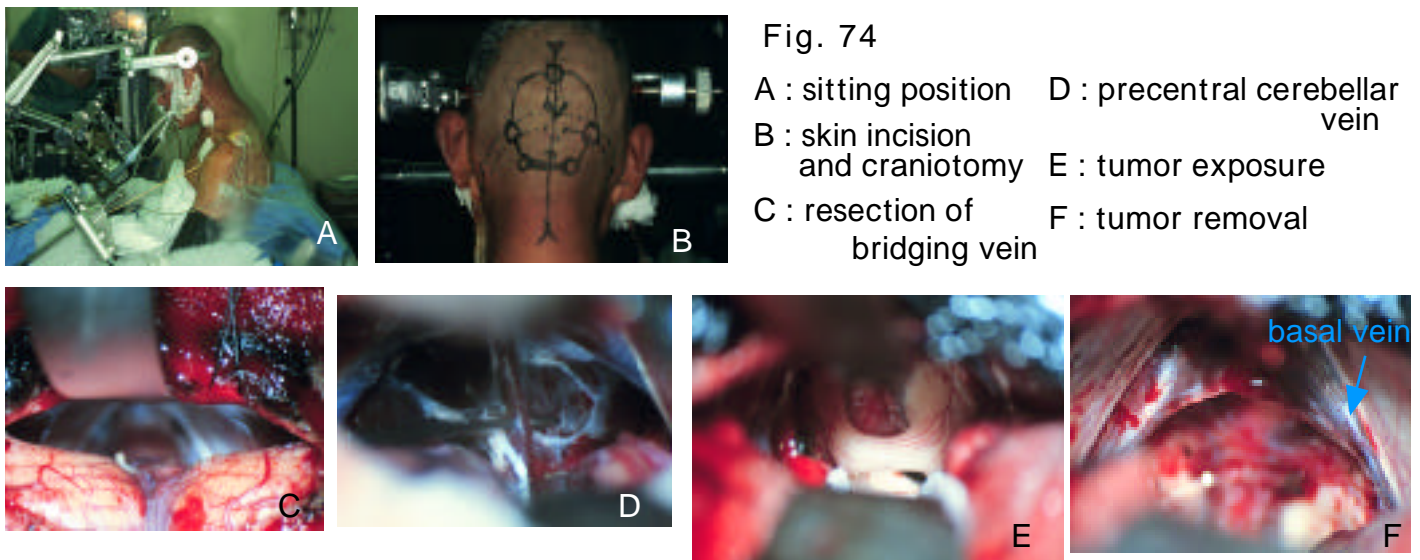


Fig. 74

A : sitting position      D : precentral cerebellar vein  
 B : skin incision and craniotomy      E : tumor exposure  
 C : resection of bridging vein      F : tumor removal

限界としては上方には tumor が splenium より上に，側方には trigon より外側に進展したものの，下方では中脳被蓋を圧迫して腹側へ進展するものである．直洞の角度が様々で必ずしも pineal region に到達するとは限らないので，静脈の術中同定を誤らぬように，術前の MRI で確認おく<sup>3)</sup>．

occipital transtentorial approach : 体位は sitting position / prone position / lateral position / lateral-semiprone position<sup>6)</sup> など様々．

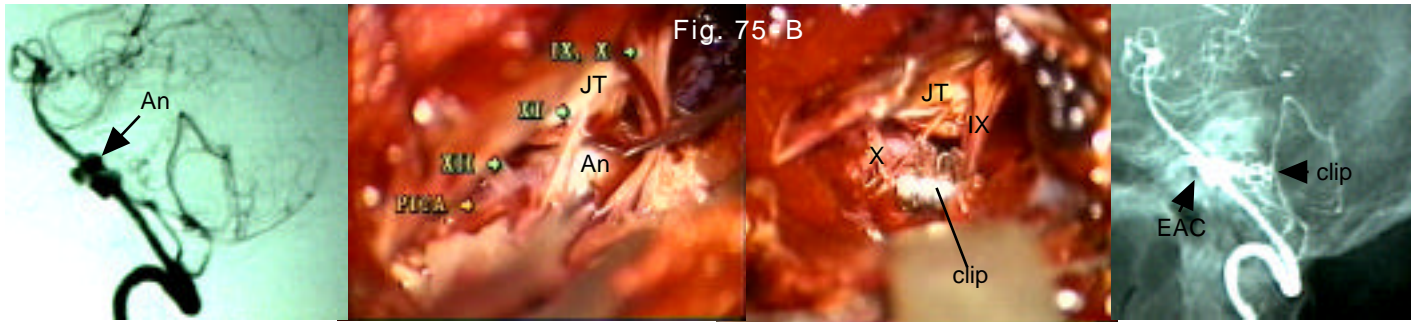
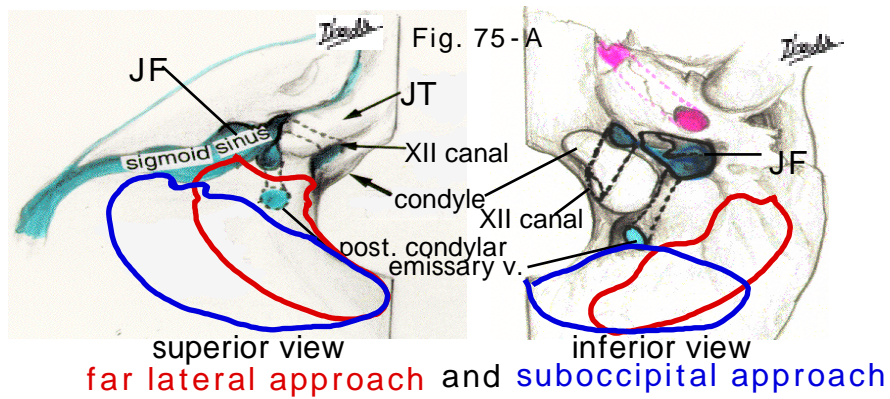
- ・後角穿刺により内減圧し，occipital interhemispheric approach し，テントを直洞の外側 1 ~ 1.5 cm で並行に切開する．Prcv を切断すると，左右の basal v や Galenic v が見える広い術野が得られる．腫瘍が大きく前方への進展例では ICV との剥離のためにも splenium 圧排 (subsplenial) や一部切開 (transsplenial) が必要となる．これにより ICV や basal vein が見え，前方の第 III 脳室内までアプローチできる．
- ・後頭葉を上外側に retraction する時，テントへの bridging vein が殆どないため，容易に小脳テントに沿って四丘体へ到達できる．
- ・Galenic vein の tributary である internal occipital vein の損傷や，後頭葉の圧排による視野障害などの危険性に注意．
- ・深部静脈系や対側四丘体，splenium などが術野を妨げる可能性あり (Fig. 76-C) ．

posterior transcallosal approach (Dandy<sup>7)</sup>)

splenium の disconnection syndrome として "alexia without agraphia" ．

far lateral approach (Heros<sup>8)</sup>) : 本法と transcondylar approach との違いは前者が condyle を削らずさらに外側に向かい (condylar fossa を越え外側の JF 近く，大孔の前 1/2 まで) 骨削除するに対し，後者ではさらに前方への術野 (大孔の前 1/3，JF 開放まで) を確保すべく condyle 内側 1/3，内面の JT を XII canal を開放するまで骨削除する (Fig. 75) ．

Fig. 75-B に本法 + petrosal approach で clipping した large high VA-PICA 瘤例を提示。



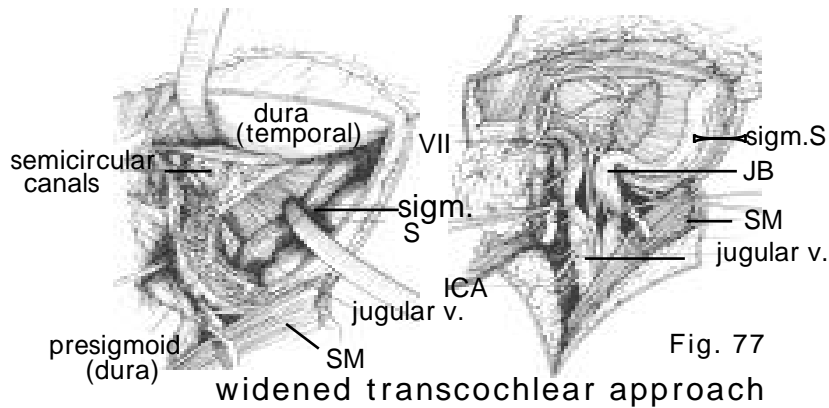
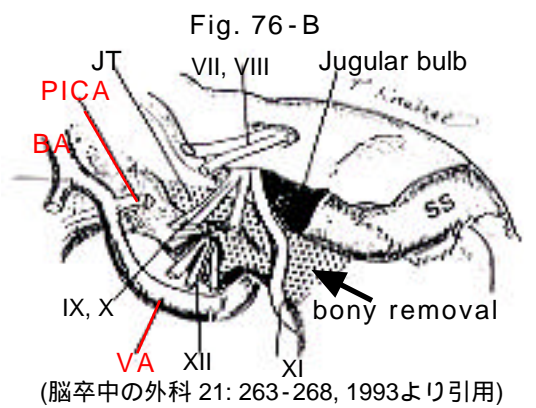
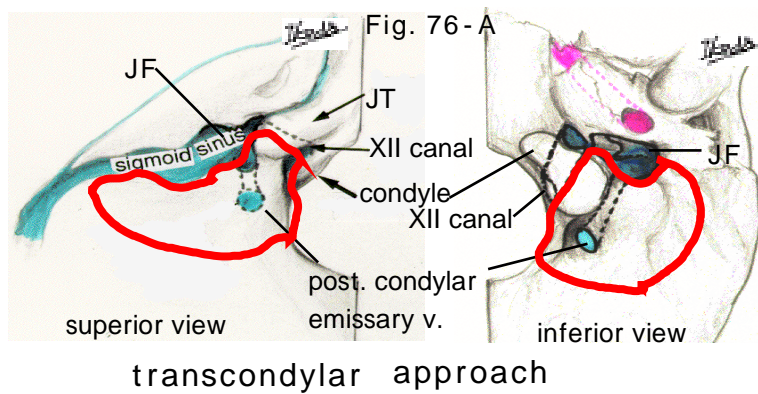
transcondyle approach (Bertalanffy<sup>9)</sup>) : condyleの骨削除により, VA(V3)を硬膜貫通前で確保でき (VAの可動性は思ったほど得られない), 傍正中部 (正中より10mm以内) にある病変でも JT の高さ (内耳道\* ~ 12mm 尾側) にまでアプローチできる. さらに JT 骨削除を追加すると, 内耳道の高さの傍正中部までアプローチできる (Fig. 76-A, -B) . (\*内耳道-外耳道の高さは pontomedullary junction の高さを示し, 殆どの VA-PICA 瘤はこれ以下に位置する) Condyle 1/3 の骨削除範囲の指標は XII canal, condylar fossa 内の posterior condylar emissary vein は VA 周囲や XII canal や脊髄硬膜外の venous plexus と交通しているが, これを閉塞しても問題ない .

本法の適応は 頸静脈孔 tumor, high and paramedian VA 瘤, 大孔前縁 ~ 下部斜台部の craniovertebral junction tumor

suboccipital/far lateral/transcondylar approachの骨削除範囲の違い (Fig. 75, 76)

widened transcochlear approach<sup>10)</sup> : 聴力脱失・JF 症候群の頸部 dumbbell-shape 腫瘍や, 錐体骨・CP angle・側頭下窩に進展した large jugular foramen tumor に対して, SM 筋・顎二腹筋を外し, 外耳道 ~ 乳突突起 ~ 錐体骨の骨削除, 頬骨弓切除, 下顎関節を脱臼し 顔面神経を transposition し後頭蓋窩から JF, 側頭下窩, 内頸動静脈を露出する (Fig. 77) .

surgical approaches to the jugular foramen tumor<sup>11)</sup> : jugular foramen に到達するには外面では condylar fossa から condyle の内側一部を経て前方に削除し, 内面では jugular tubercle に向かい hypoglossal canal を開放するまで骨削除する必要がある (transcondyle approach) . tumor が錐体骨内を浸潤していれば, facial nerve transposition+ transcochlear approach が必要となる (widened transcochlear approach by Pellet) .



- jugular foramen tumor の分類<sup>11)</sup> (Fig. 78)
- type A (JFの軽度拡大を伴うCP angleに主座を占める)  
retromastoid suboccipital approach
  - type B (JF内に主座を占める頭蓋内伸展例)  
suboccipital craniotomy + translabyrinthine / transcochlear approach,  
transcondylar approach<sup>9)</sup>
  - type C (頭蓋外に主座を占めるJF伸展例)  
infratemporal approach<sup>12)</sup>
  - type D (頭蓋内外に渡るdumbbell-shapeの腫瘍)  
widened transcochlear approach<sup>10)</sup>

#### 手術法

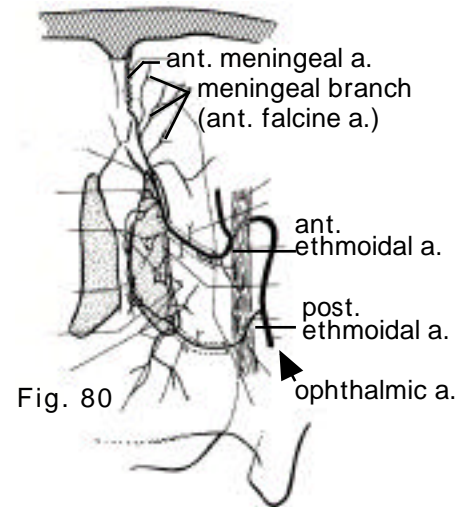
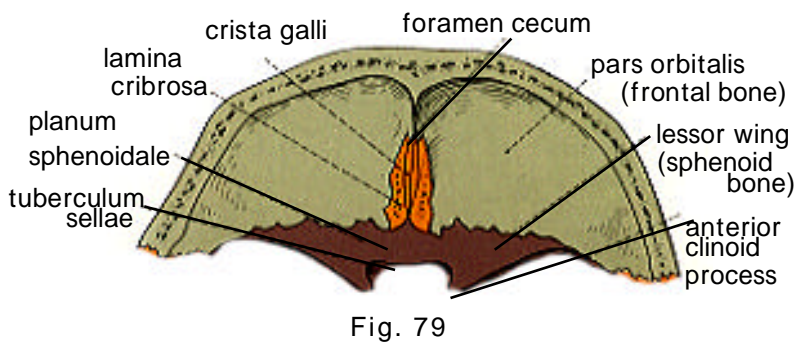
- type A (retromastoid) suboccipital approach
- type B suboccipital craniotomy + translabyrinthine transcochlear approach
- type C infratemporal approach
- type D widened transcochlear approach

JF tumorの鑑別診断 : glomus jugulare tumor, meningioma, choroid plexus papilloma, chordoma, exophytic pontine glioma, chondroma, hemangioblastoma, mixofibrosarcoma, epidermoid cyst, carcinoma of the tympanic cavity, ICA aneurysm etc.

## 6. 前頭蓋底への手術アプローチ

### 1) 本開頭における基礎的解剖学

前頭蓋窩を構成するのは前頭骨、蝶形骨、篩骨。前頭骨は前頭蓋窩の殆どを占め眼窩上壁を形成する。篩骨は正中部に位置し crista galli, foramen cecum, lamina cribrosa (= cribriform plate) を形成する。蝶形骨の小翼が planum sphenoidale, tuberculum sellae, sphenoidal ridge, anterior clinoid process を形成する。lamina cribrosa の小窩 (olfactory fossa) には嗅球 (olfactory bulb) が位置し、この中の篩板を嗅上皮から嗅球にのびる olfactory nerve が貫通している。この部が前頭蓋窩の最も低い部位である (Fig. 79)。



正中部の crista galli と frontal crest には大脳鎌が付着し、frontal crest の下端にある foramen cecum は上矢状洞の起始部である。olfactory fossa の前部と後部に anterior and posterior ethmoidal artery (眼動脈 branch) が通る。前者はさらに anterior meningeal artery となり anterior falcine artery となる。ethmoidal artery は内頸動脈閉塞患者の眼動脈を介しての側副血行路、前頭蓋窩腫瘍や硬膜 AVM の feeder となる (Fig. 80)。

前頭蓋窩硬膜は ethmoid artery, MCA の middle meningeal artery, ICA からの feeding を受ける。ethmoid artery の枝は lamina cribrosa を貫通して nasal cavity の内外側壁に達する。anterior ethmoidal artery の meningeal branch は anterior falceal artery となって falx を supply する。middle meningeal artery の前頭枝は前頭蓋窩の lateral floor を supply し、眼窩内の眼動脈に繋がる (Fig. 81)。

嗅動脈 (olfactory artery) は Acom の直後の A2 動脈から分枝し、前頭葉内側の gyrus rectus, olfactory bulb and tract, orbital gyrus 内側を灌流する。外側では MCA の枝の fronto-orbital artery と吻合する。嗅静脈は basal vein of Rosenthal の anterior segment の枝 (Fig. 81)。

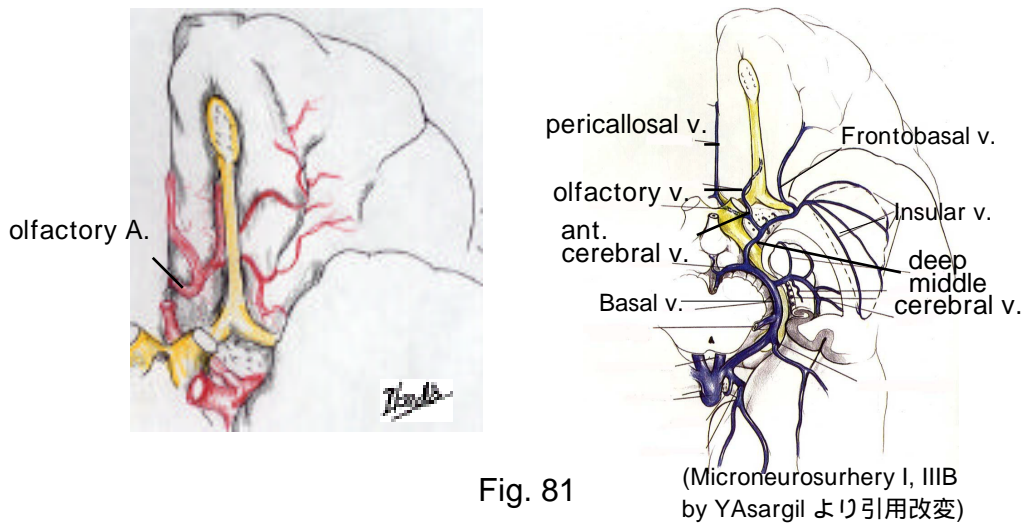


Fig. 81

前頭蓋窩底の裏の解剖：篩骨洞、蝶形骨洞は正中線に平行に外側約 1 cm まで存在し、視神経管の内側には後篩骨洞 または蝶形骨洞が位置する。眼窩上壁は前頭蓋窩の篩骨洞より外側の殆どを占め、眼軸及び視神経管は正中線と約 37.5 度の角度をなす。視神経管の長さは 7.3 ~ 12 mm (平均約 10 mm) で、上眼窩裂は前床突起から外側へ蝶形骨縁のほぼ半分まで位置する。篩板を越えて前頭蓋底を切断すると視神経管に近づき損傷の危険性が高まるので、篩板の後縁を目印とする (Fig. 82)。

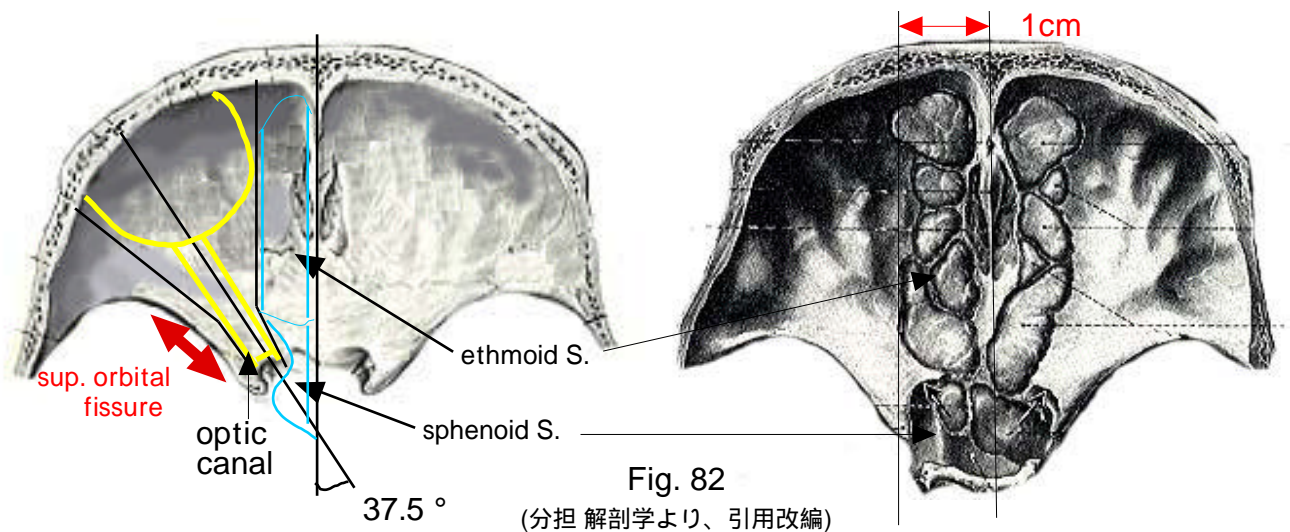
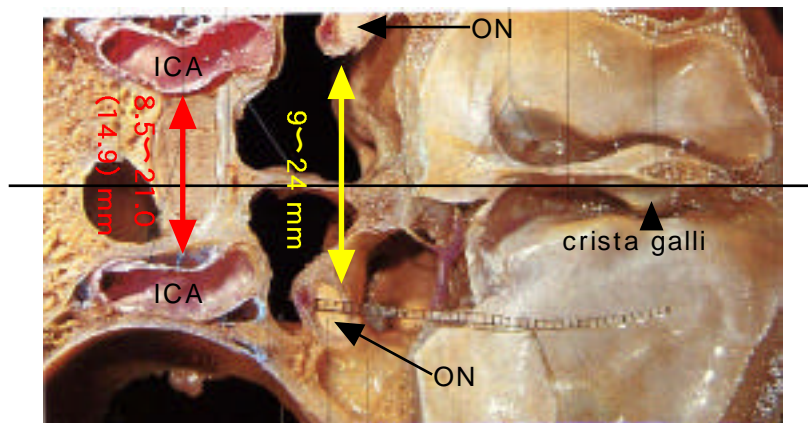


Fig. 82

(分担 解剖学より、引用改変)

periorbita を眼窩上壁から剥離する際、眼窩上孔から眼窩上神経をはずし、最も癒着の強い frontozygomatic suture 部では最も破れやすいので注意する (眼窩内については後述)。内頸動脈はトルコ鞍部で最も左右が近接して平均約 15 mm、視神経管の頭蓋開口部での両側視神経間距離は平均 14mm (Lang<sup>1)</sup> による) であることより術野の左右への制限がある。下図 (Fig. 83)は青線での水平断を上面から見た図を示す。



(clin. Anatomy of the Head by Langより改編)



Fig. 83

2) 適応： 前頭蓋底および副鼻腔腫瘍、特に正中病変 (esthesioneuroblastoma/olfactory neuroblastoma, nasal and paranasal carcinoma, tuberculum sellae and olfactory groove meningioma, extensive juvenile angiofibroma, etc.)

眼窩内および視神経腫瘍 (cavernous hemangioma, orbital granuloma, sarcoidosis, Wegener's granuloma, lymphoma, neurinoma, optic glioma and neurofibroma, optic nerve sheath meningioma, lacrimal gland carcinoma and pleomorphic adenoma, retinoblastoma and melanoma, dermoid and epidermoid etc. (眼窩内病変については後述).

前頭蓋底から斜台にかけて存在する extradural petroclival neoplasm (benign lesions - cholesterol granuloma, epidermoid cyst, chondroblastoma, neurinoma IX and X, meningioma, glomus jugulare, teratoma, craniopharyngioma; low-grade malignancies - chordoma, chondrosarcoma, pituitary adenoma, adenoid cystic carcinoma; high-grade malignancies - squamous cell carcinoma, basal cell carcinoma, osteogenic sarcoma) (斜台病変については後述).

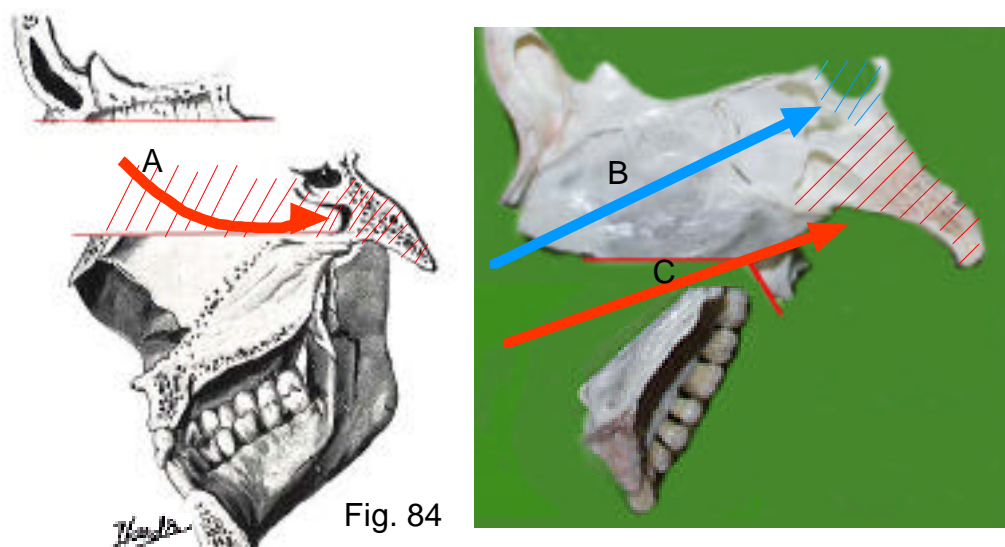
3) 手術：

体位： 正中到達法では仰臥位 (頭部は正中位) で前頭葉の retraction 軽減のため vertex down とする。傍正中部の病変に対しては中頭蓋窩経由では仰臥位 (反対側に頭を傾ける) または側臥位、後頭蓋窩経由では側臥位とする。

手術法

前頭蓋底の正中病変で蝶形骨洞および斜台上部に及ぶ病変には transbasal approach (Derome<sup>2)</sup>, 1979) や extended frontal approach (Sekhar<sup>3)</sup>, 1992) が有用だが斜台最上部より上部へのアプローチは困難である。斜台中部～下部病変には経上顎洞的アプローチである Le Fort I maxillotomy (Brown<sup>4)</sup>, 1989), transmaxillary approach, transoral approach, transpalatal approach などが最適である (Fig. 77, 79)。なお、一般に斜台への手術アプローチは 正中病変には上記の前方からのアプローチ、傍正中病変には 中頭蓋窩経由の

subtemporal transtentorial approach 及び transpetrosal transtentorial approach (適応は斜台上 2/3 の VII 神経の高さまでの petroclival tumor)、後頭蓋窩経由の suboccipital approach がある。



これらの手術法の最大の欠点は副鼻腔を開放するための感染の危険性とこれを防止するための前頭蓋底再建の煩わしさがある。また前方からのアプローチの術野は幅狭く、これを少し改善するものとして経上顎洞的アプローチがあるが、手術侵襲は大きくなる。

#### 4) 代表的アプローチのポイント

trans-sphenoidal approach : トルコ鞍内病変及びその前後の病変に対して鼻腔及び蝶形骨洞経由で到達する手術法だが術野の左右幅が狭い欠点があり、それは両側内頸動脈の幅 (平均 15 mm) で決まる (Fig. 84-B, Fig. 87, 詳細は後述する)。

transmaxillary-transnasal approach & Le Fort-I maxillotomy : 上記の transsphenoidal approach の術野の狭さを少しでも改善するために、経鼻腔経由での transmaxillary approach や本法がある。前者は一側の上顎洞から蝶形骨洞に達して鼻腔と副鼻腔を一つのスペースとして斜台へ access する (咽頭粘膜を切開するため口腔とも交通する) のに対し、後者は maxillotomy により硬口蓋を下方へ押し下げて、より左右に広い侵入口を確保する (Fig. 84-C)。

transbasal approach (Derome and Guiot<sup>2)</sup>)

esthesioneuroblastoma (olfactory neuroblastoma, sinonasal undifferentiated squamous cell carcinoma, angiofibroma, lymphoma など) のような前頭蓋底正中病変に対して前頭葉底部を上方に retraction して前頭蓋底骨を開放して病変にアプローチする。過度の retraction による前頭葉損傷の危険性が高い (Fig. 85-B)。

extended frontal approach (Sekhar<sup>3)</sup>) : 上記の transbasal approach に en bloc orbito-fronto-ethmoidal osteotomy を追加して前頭葉 retraction を軽減させ広い術野が得られる

改良法 (Fig. 85, A) で鞍背の背後以外は殆どの斜台病変に到達できる。transbasal approach では遠い病変までの距離を短縮できる利点もある (Fig. 84, 85-A, 86)。

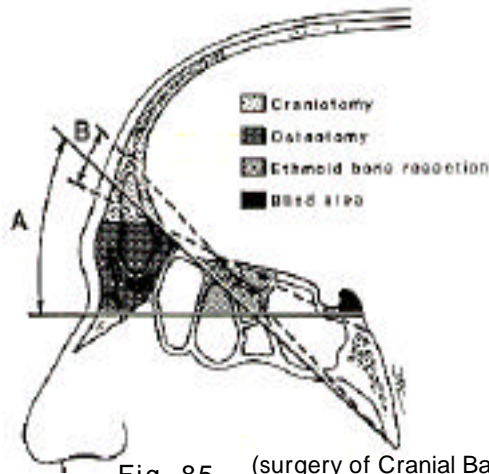


Fig. 85 (surgery of Cranial Base tumors by Sekhar 改編)

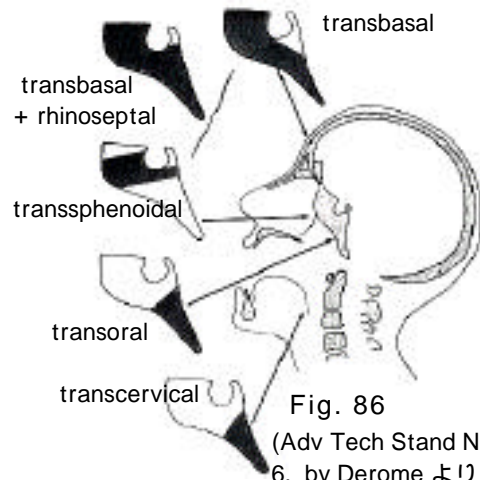


Fig. 86 (Adv Tech Stand Neurosurg vol 6, by Derome より引用)

anterior craniofacial approach (Spetzler<sup>5)</sup>)

篩板周囲の骨切と鼻腔切断により、鼻粘膜・嗅神経を含んだ篩板部を一つのブロックとして前頭蓋底硬膜と共に挙上して、嗅覚を温存する方法。下図 (Fig. 87) のように硬膜外操作で cribriform plate osteotomy に硬膜と鼻粘膜を付けた frontonasal-orbital unit を作る。

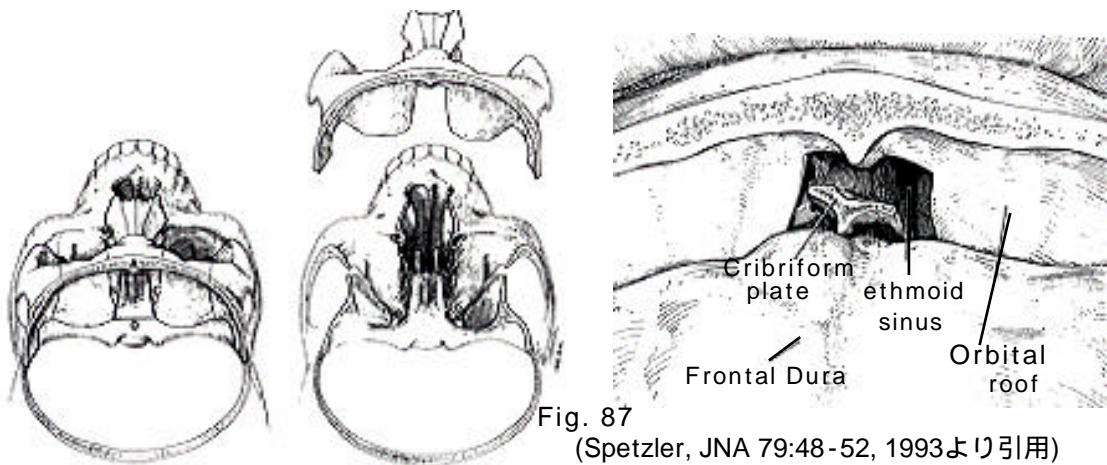


Fig. 87 (Spetzler, JNA 79:48-52, 1993より引用)

頭蓋底再建：前頭蓋底硬膜や骨欠損に対して、頭蓋底部を血行の良い組織で修復する必要がある。galeal flap には滑車上動脈・眼窩上動脈から血流を受ける galeal frontalis flap と、側方を茎として浅側頭動脈から血流を受ける temporoparietal galeal flap がある。骨性再建が必要な時には temporoparietal galeal flap に頭頂骨の外板または全層を付けて vascularized calvarial bone graft とする。

【症例提示】31歳 / 女性。視力低下、両側嗅覚脱失。Esthesioneuroblastoma (Fig. 88)



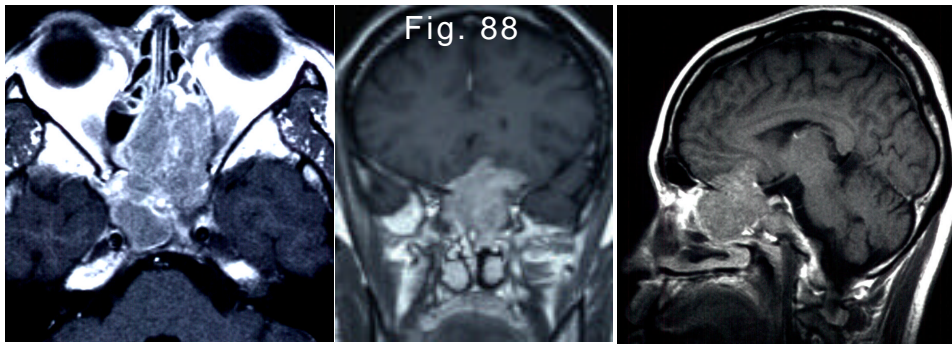


Fig. 88

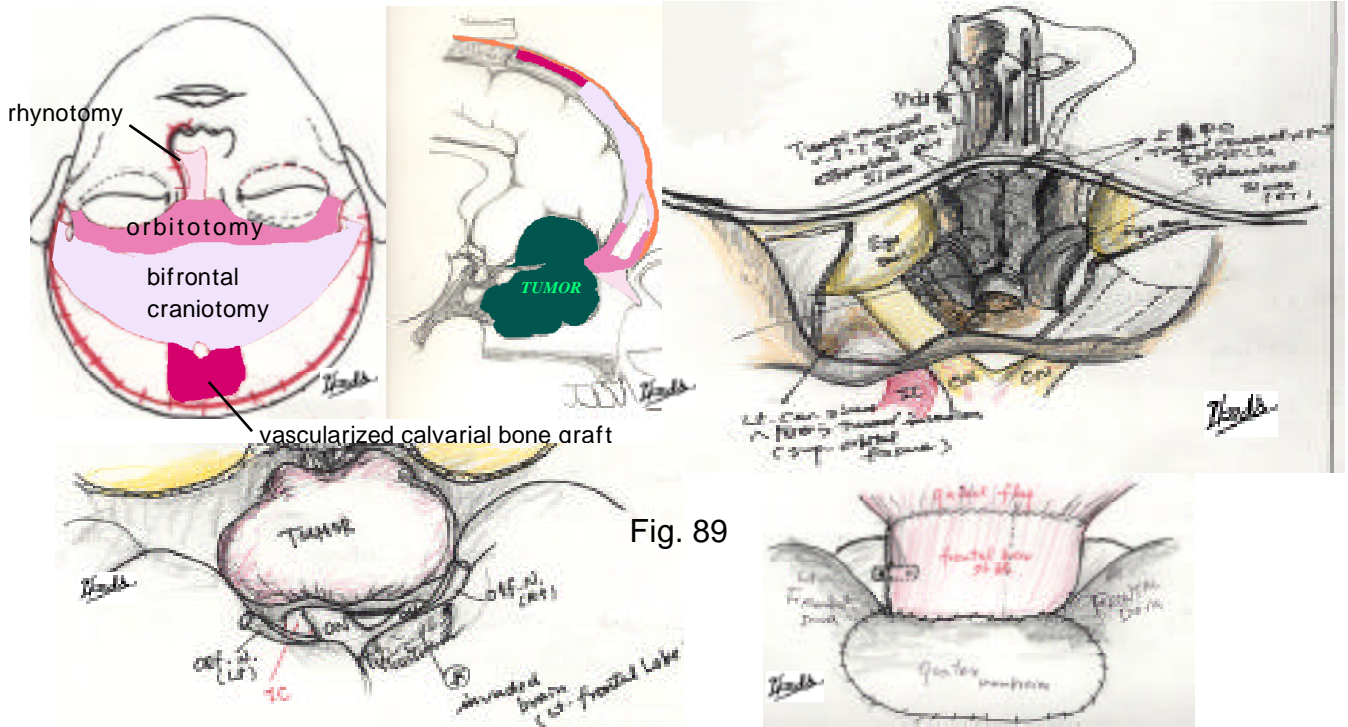


Fig. 89

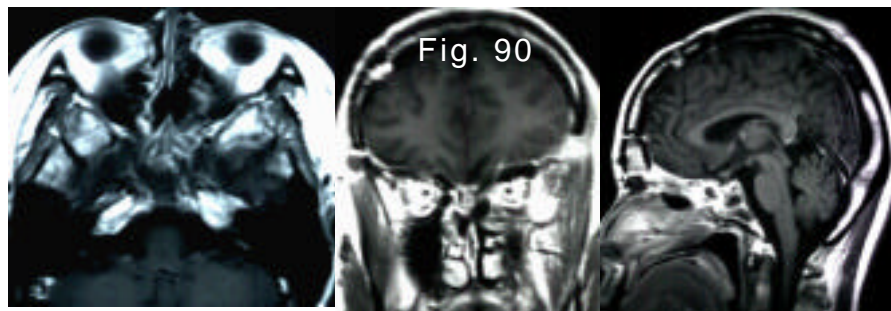


Fig. 90

副鼻腔内から前頭蓋底に突出した esthesioneuroblastoma 例に対して craniofacial approach (extended frontal approach + lateral rhinotomy) で嗅覚温存せず、腫瘍摘出した。Goatex (硬膜欠損部の補填)と頭頂骨の外板を付けた vascularized calvarial bone graft で前頭蓋底を再建した (Fig. 89, 90)。

## 7. 経錐体法

中頭蓋窩から後頭蓋窩にかけて深部病変への到達手術の際の障害物は錐体骨，小脳テント，静脈 (Labbe's vein) や静脈洞などがある．これら障害物を切除，削除し脳の retraction を軽減して脳挫傷を防ぎ，錐体骨内に局在する神経血管構造物を温存ながら小脳橋角部，斜台部，鞍上部などの頭蓋底部に到達する方法 (経錐体法) が考案された．中頭蓋窩経由で錐体前半部あるいは内耳道上壁を削除する anterior transpetrosal (TP) approach (Kawase<sup>1)</sup>, House<sup>2)</sup>)，錐体後半部を外側より削除する transmastoideal - TP approach (Hakuba<sup>3)</sup>, Al-Mefty<sup>4)</sup>)，trans-labyrinthine / transcochlear approach やこれら 2 者の合併法である combined retro- and pre-auricular TP approach (Hakuba<sup>5)</sup>, Al-Mefty) などがある．

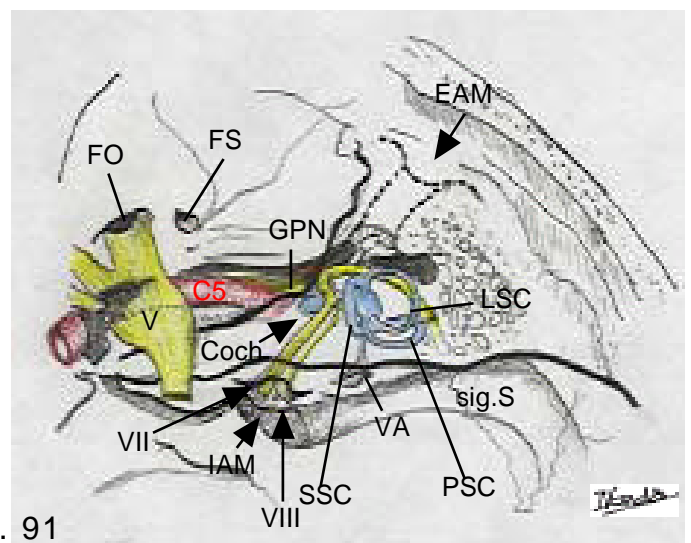
### 1) 本開頭における基礎的解剖学

錐体骨の解剖学的構造：

錐体骨は中頭蓋窩を形成する anterior surface と後頭蓋窩を形成する posterior surface がある．錐体上縁には上錐体静脈洞が走り小脳テントが付着する．骨削除の際の大事な解剖学的指標は，前面で大錐体神経溝と弓状隆起で前者の直下には内頸動脈 (C5) が，後者には上半規管 (SSC) が位置する．後面では弓下窩と前庭水道外口が後半規管 (PSC) の指標である．外側表面では suprameatal spine (Henle)，temporal line (中頭蓋窩底を示す)，asterion (この外側 10-15mm に横 S 状静脈洞の corner) が重要指標である．内部には顔面神経 (meatal seg., labyrinthine seg., geniculate ganglion, tympanic seg., mastoid seg./ chorda tympani)，迷路 (蝸牛，前庭，三半規管)，耳小骨 (malleus 錘骨，incus 砧骨，stapes 鐙骨) が存在し，顔面神経膝部から出た大錐体神経の外側を並行に耳管 (Eustachian auditory tube)，鼓膜張筋 (tensor tympani M.) が走行する (Fig. 91) ．



Fig. 91



顔面神経の走行 (Fig. 92) : 内耳孔の前上方より内耳道内を走行し (1), 蝸牛神経の上を並行に前方へ走行し (2). 膝部 (3)を形成する. この際, pterygopalatine ganglion を経由した涙腺への大錐体神経 (7) を出す. 外側へ鼓室内を走行し (4), 外側半規管の下を通過して乳突突起内 (Fallopian canal) を垂直に下行して styломastoid foramen より出る. この際, chorda tympani (6) を舌下腺, 顎下腺に向けて出す. (なお中耳の知覚神経は舌咽神経の枝 Jacobson 神経で, 内頸動脈神経叢から交感神経が, 小錐体神経の枝より副交感神経が出て両者は鼓室神経叢を形成する)

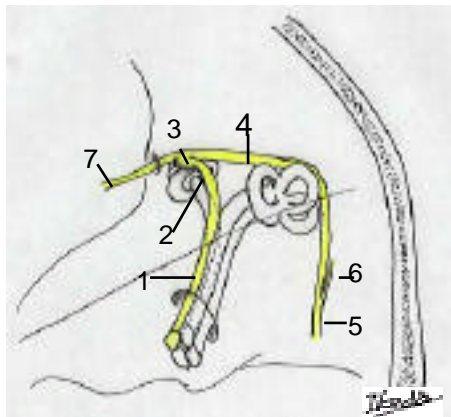
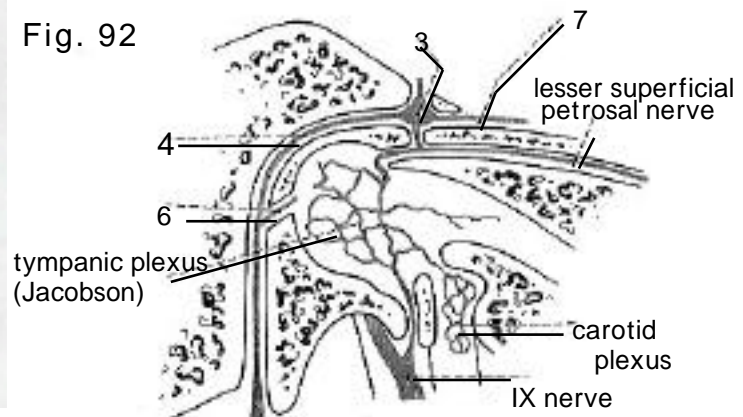


Fig. 92



- 1: meatal segment 2: labyrinthine seg. 3: geniculate  
4: tympanic seg. 5: mastoid segment 6: chorda tympani 7: great petrosal nerve

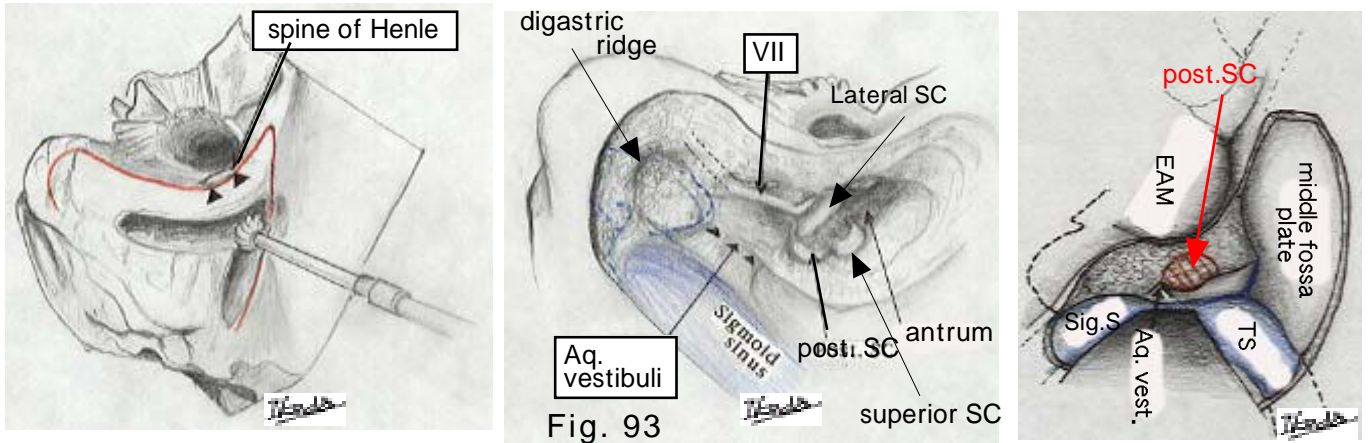
mastoidectomyの外科解剖 : sigmoid sinus より前方 (presigmoid space) を露出して, 脳幹や小脳橋角部をより前方から access しようとするために行う. この際, 錐体骨内の顔面神経管 (Fallopian canal) や labyrinth (cochlea, vestibulum, semicircular canals) の損傷を避ける. 以下, 解剖学に基づいた mastoidectomy の手順を述べる (Fig. 93).

mastoid process 内の空洞である mastoid antrum に入る指標は Henle's spineで、この直下に antrum が存在するため、この部分より骨削除を行う。antrum を開放すると labyrinth を含む hard bone や fossa incudis (antrum前方) を容易に露出できる。

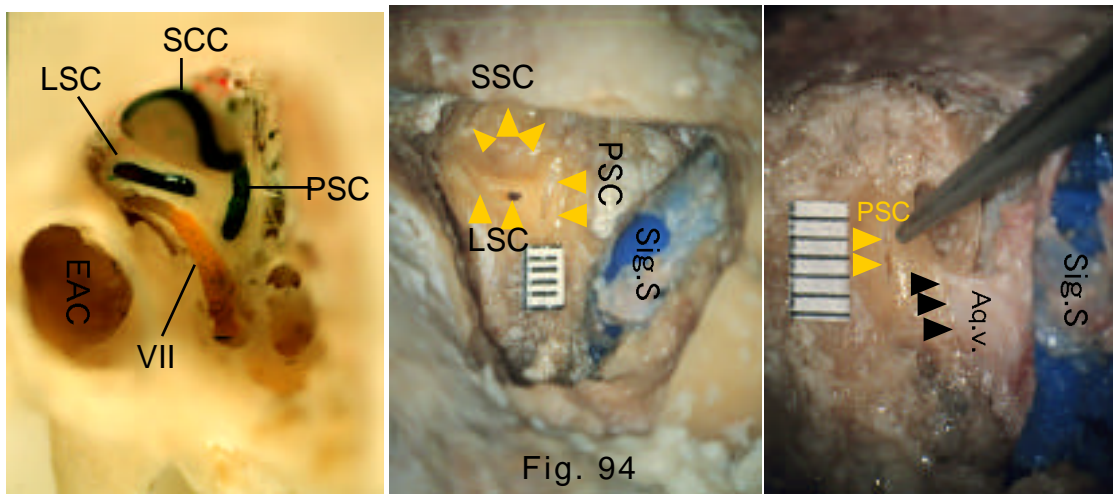
mastoid air cell を削り, antrum を露出して上方の middle fossa plate, 後方の sigmoid sinus plateを露出する. そして両者の間の上錐体静脈洞を露出する.

顔面神経管の垂直部 (Fallopian canal) 温存の解剖学的指標は Henle's spine (suprameatal spine) と tympanomastoid fissure である. 外耳道に沿ってこの2点を結ぶ曲線内を本神経管は走行するため, これ以上前方に外耳道骨を削り込まないこと. 側頭骨乳様部下において VII を同定するための指標は digastric ridge で, この部の骨削除により digastric muscle が incisula mastoidea (乳突切痕)に付着する部位が見え, これを前方に辿ると VII が茎乳突孔を出る部位に遭遇する. この深さまで骨削除して前方に注意を払う. (VII は頸静脈孔付近では S

状静脈洞に非常に近接するため，この前方を走る VII に注意．また high jugular bulb 例では後半規管にまで bulb が近接し，その前方に VII が近接する)

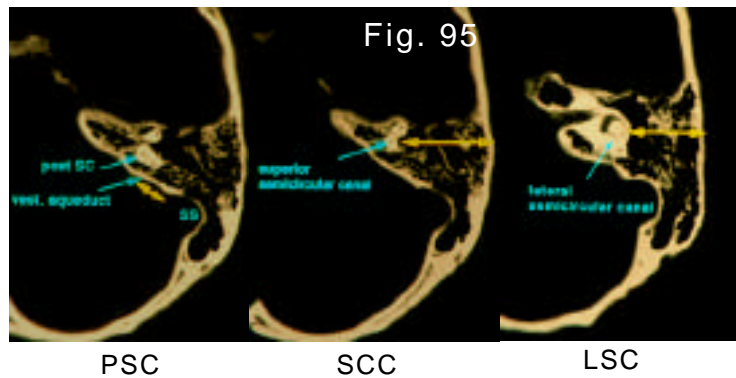


三半規管のうち，後半規管 (PSC) の指標は presigmoid space (Trautman 三角) の硬膜が錐体骨に食い込んだ vestibular aqueduct (endolymphatic sac) で，この奥 (前方) 平均 4.2 (1.2-7.5) mm に PSC が位置する．外側半規管 (LSC) は VII canal 垂直部 (Fallopian canal) と直行する様に位置し VII 水平部は外側半規管の下部を走り内耳の鼓室部へ入る．上半規管 (SSC) の指標は arcuate eminence である (Fig. 93)．三半規管の局在には variation があるため術前に予め bone window CT で測定しておく．

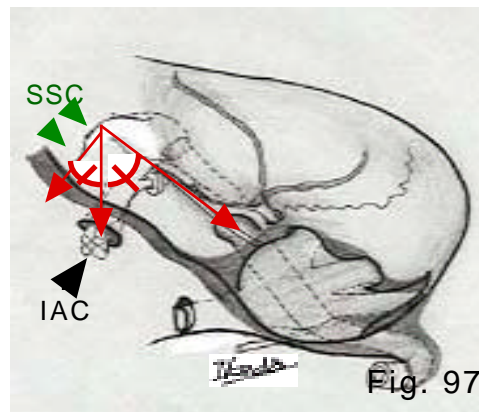
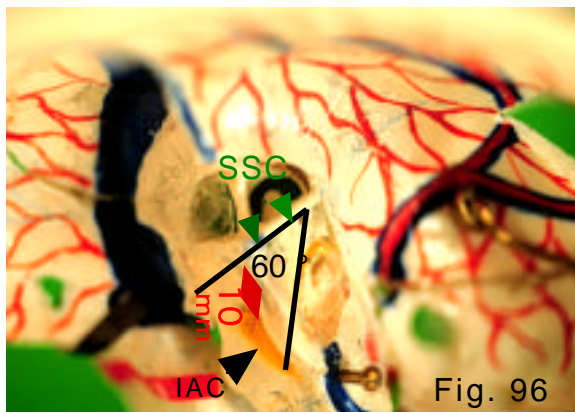


high resolution CT scan の data (Ikeda<sup>6</sup>) では，SSC は側頭骨表面より平均 22.2 (15.8-25.2) mm の深さに，LSC は平均 19.0 (13.823.1) mm で外耳孔からは平均 15.0 mm の深さに位置し，PSC の指標である前庭水道外口と S 状静脈洞内側縁までの距離は平均 7.8 (5.2-13.9) mm であった (Fig. 95) ．

内耳道の位置の同定法は様々あり (Fig. 96, 97) ，後方到達法 (mastoidectomy) では PSC の直下約 10mm に位置し (trans-PSC approach by Ikeda) ，中頭蓋窩法では biauricular



line (両外耳孔を結んだ線上に内耳道が存在する), SSC (arcuate eminence) に対し内耳道の長軸が  $60^\circ$  前方か, 10mm 前方に位置する, 大錐体神経と SSC のなす鈍角を 2 分する線上に内耳道が存在する, middle fossa rhomboid (Fukushima) (Fig. 33) の大錐体神経線上, facial hiatus 部からの垂線上に内耳道が存在する.



静脈：錐体骨の稜線上を走り s 状静脈洞-海綿静脈洞間を繋ぐ上錐体静脈洞, 頸静脈球 (jugular bulb) と海綿静脈洞を繋ぐ下錐体静脈洞がある. 前者は経錐体法手術の際に切断して小脳テントを切離するが, 殆ど問題ない.

2) 適応：petroclival meningioma, petrous apex meningioma, trigeminal schwannoma (dumbbell-shape), clival tumor, acoustic neurinoma などの頭蓋底腫瘍, 脳底動脈中～下半部動脈瘤, 高位VA-union (VA-PICA)瘤など.

本法の利点は 病変へ直線的, 短距離で到達でき多方向からの広い術野が得られる, 中頭蓋窩 後頭蓋窩に跨る病変や脳幹前面・斜台の中-下半部病変へ到達できる, 少ない小脳や側頭葉圧排で広い術野が確保できる, 錐体骨内の重要構造物温存した骨削除, 静脈洞や labbe's veinの温存など.

3) 手術手技：

petrosal approach (AI-Mefty)

trans-posterior semicircular canal (PSC) approach (Ikeda)

transpetrosal transtentorial approach (Hakuba)

transpetrosal (subtemporal) approach (Kawase)\*  
 Middle cranial fossa approach (House)  
 translabyrinthine / transcochlear approach  
 (\*Kawase法は側頭開頭の項で述べる)

### I. petrosal approach (Al-Mefty)

体位：仰臥位または側臥位．静脈洞損傷時の出血コントロールのため上体を挙上し，vertex downとする (Fig. 98) ．



Fig. 98

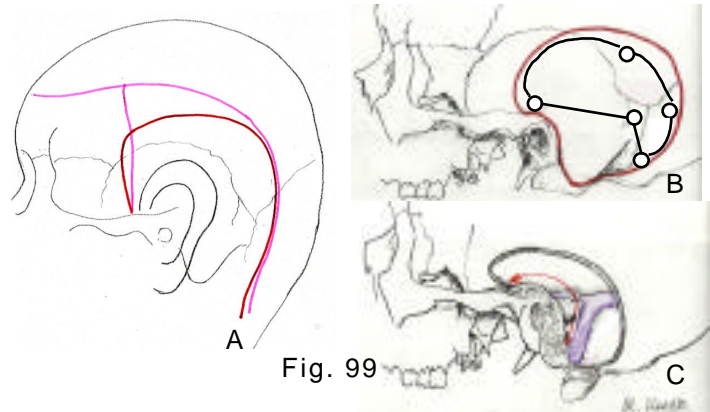


Fig. 99

#### 手術法

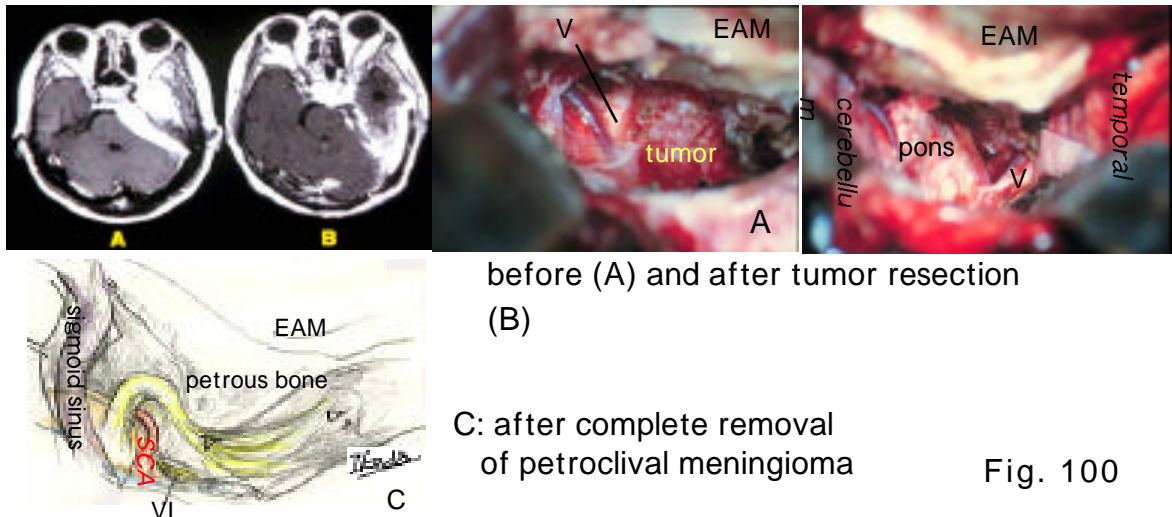
#### petroclival meningioma, petrous apex meningioma

Fig. 99-A のように耳介を挟んだ question-mark の皮切(前頭側頭部までの開頭を要する場合には "刀" 型の皮切)．開頭は astrion より前方 1-15mm の横-S 状静脈洞 corner 部，横静脈洞上などに穿頭して craniotomy する (Fig. 99-B) ．S 状静脈洞上の硬膜剥離は困難で drilling して露出した方がよい．(術後の S 状静脈洞閉塞を防止するため，閉創時この部を被う乳突突起の骨皮質を温存する方法も有用である) 硬膜切開は presigmoid から中頭蓋窩硬膜底部にかけ上錐体静脈洞を横断して切開する (Fig. 99-C) ．(Al-Mefty などは中頭蓋窩の硬膜切開を横静脈洞の上縁まで延長して Labbe vein を露出するが、かえって同静脈の損傷を生じる危険性が高いので勧められない)

中頭蓋窩の硬膜切開は深部であればあるほど硬膜に包んで側頭葉 retraction や Labbe vein の温存ができる．上錐体静脈洞を横断して切開 (= 小脳テント切開) する．この際テントは錐体骨稜線に沿って切開し，テント縁での滑車神経(IV)切断に注意する．このテント切開により側頭葉と小脳の retraction が容易となり広い術野が得られる (presigmoid space のみの術野は僅か 10mm 幅の術野しか得られない) ．

petroclival meningioma に対して subtemporal route で海綿静脈洞内および周囲の tumor 切除，presigmoid suboccipital route で petrous apex，三叉神経根から脳幹前面にかけて

tumor 切除が容易にできる (下に It-petroclival meningioma 手術を供覧する, Fig. 100) .

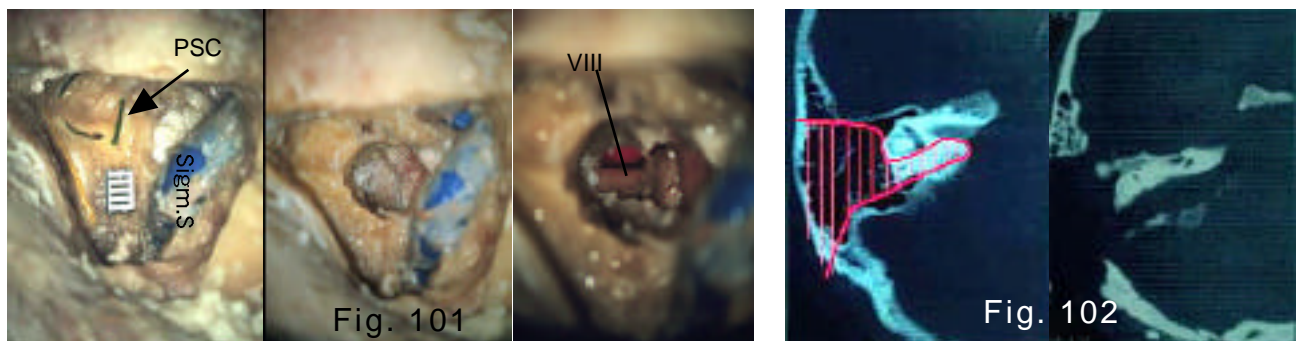


## II. trans-posterior semicircular canal (PSC) approach (Ikeda)

体位：側臥位。vertex down。

適応：high jugular approach例や内耳道内に残存腫瘍の増大再発例などに有用と考えられる。本法では聴力が失われる欠点があるため、suboccipital approach 後の再手術例で聴力障害がすでにある内耳道内残存腫瘍の増大例が良い適応である。

手術法：translabyrinthine approach の一型で内耳道内に首座を占める聴神経腫瘍の聴力脱失例に対して mastoidectomy のみの小開頭で、presigmoid space から到達する方法。前述のように mastoidectomy を行い、presigmoid space で硬膜が錐体骨に食い込む vestibular aqueduct 外口 (endolymphatic sac) を解剖学的指標として (Fig. 93, 94)、この部に接する頭側部の錐体骨を骨削除して後半規管を露出する。これをさらに深部に正常では約 1 cm 削ると内耳道が開放する (Fig. 101)。聴神経腫瘍で内耳道が拡大している場合は容易に到達し腫瘍が露出される。bone window CT で術前の骨削除範囲と術後の骨削除を示す (Fig. 101)。



## III. transpetrosal transtentorial approach (Hakuba<sup>3)</sup>)

体位：transmastoid および comoned approach では側臥位 (患側を上にした park bench position)。mastoid process を頂点とする様に少し vertex down とする。

transzygomatic approachでは仰臥位で頭部を水平とし患側を上にする。

適応：transmastoideal approach では頸静脈孔腫瘍や小脳橋角部腫瘍が、transzygomatic approach では小さな三叉神経鞘腫、錐体骨先端部 meningioma, 内耳道に限局した聴神経腫瘍などが適応となる。combined approachでは petroclival meningioma, retrochiasmatic craniopharyngioma, chordoma など大きな腫瘍に有用である。

手術法：

transmastoideal transpetrosal approach：乳様突起を切除して錐体骨後方を骨削除しS状静脈洞より前方の presigmoid space = Trautmann's triangular space から頸静脈孔腫瘍や小脳橋角部腫瘍に、より前方から到達する方法で suboccipital route をとる。原法は三半規管を壊して術野を確保するが聴力障害が起こりうる<sup>7)</sup>。これを温存したのが retrolabyrinthine transpetrosal approach。これらは**後方アプローチ** で上錐体静脈洞切断並びにテント切開をせず presigmoid space だけからのものもあるが非常に術野は狭い。

transzygomatic transpetrosal approach：頬骨弓をはずし側頭下窩ぎりぎりまでの側頭開頭を行う。錐体骨前半分の骨削除、側頭硬膜を切開しテントを切開して錐体骨先端部の腫瘍に到達する。迷路破壊しなければ Kawase の transpetrosal approach (前述)とほぼ同じ**前方アプローチ**。

combined retro-and preauricular transpetrosal-transtentorial approach<sup>8)</sup>：これは前述の両アプローチの合併法だが、petrosal approach (Al-Mefty)と殆ど変わらない。三半規管を損傷しなければ聴力温存できる。

#### IV. middle cranial fossa approach (Shiobara<sup>9)</sup>)

体位：仰臥位 (頭部を水平とし患側を上にする)。

適応：聴神経腫瘍

手術法：耳介と外耳道の周囲に半弧状の皮切を加え、できる限り低く側頭開頭して中頭蓋窩を硬膜外に access する。この時の解剖学的指標で重要なものは大錐体神経と弓状隆起で内耳道の位置決定に役立つ (詳細は側頭開頭の項参照)。内耳道内のみの小さい tumor には内耳道上壁のみを骨削除して access する (Fig. 103-A) が、tumor が大きい聴力脱失例には labyrinthectomy (上及び外側半規管, 前庭を削除)して内耳道の後壁を開放する (Fig. 103-B)。Kawase 法 (Fig. 43) は Kawase's triangle から迷路を破壊せずに錐体骨先端部を骨削除して後頭蓋窩に access する点で異なる。



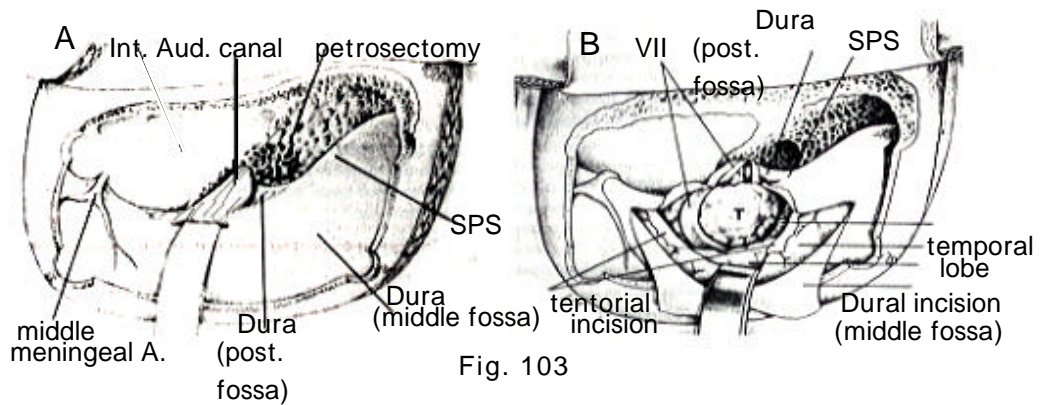


Fig. 103

#### V. translabyrinthine transtentorial approach (King and Morrison<sup>10) 11)</sup>

体位：仰臥位で頭部を水平とし患側を上にする。

適応：聴力脱失の聴神経腫瘍。

手術法：前述の trans-posterior semicircular canal approach と類似 (Fig. 101, 102)。House の transcochlear approach のように complete labyrinthectomy せず、mastoidectomyにより presigmoid space を露出し (Fig. 104-A, B)、前方は posterior bony meatus、顔面神経水平部まで、下方は jugular bulb まで錐体骨削除して内耳道後壁を開放して聴神経腫瘍を露出する (Fig. 104-C)。迷路のうち後半規管のみを壊すが聴力の失われる可能性がある (Fig. 104-D)。

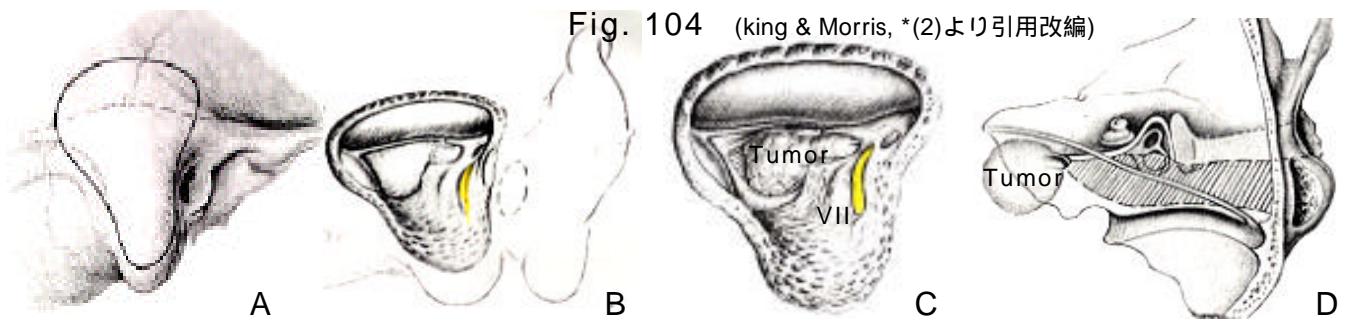


Fig. 104 (king & Morris, \*(2)より引用改編)

#### VI. transcochlear approach (House<sup>2)</sup>)

体位：仰臥位で頭部を水平とし患側を上にする。

適応：petroclival & petrous apex tumor, CP angle tumor.

手術法：translabyrinthine approach のより前方への拡大到達法。迷路だけでなく過牛まで除去して内耳道まで開放し (complete petrosectomy)、斜台まで内側を骨削除して広い術野を確保する。露出された顔面神経はtranspositionする。聴力は完全に脱失する。

## 8. 頭蓋頸椎接合部への手術アプローチ

### 1) 基礎的解剖学

大孔の外側部の大きな障壁は環椎後頭関節 (occipital condyle+lateral mass of the atlas) と椎骨動脈 (VA) . VA (V3-4) は occipital condyle に接して内側を走り硬膜を貫通するため occipital condyle を骨削除する際にはVA損傷に注意 . condyle は内側1/3を削除すれば支持性が保たれるとされ , この削除により舌下神経管が開放されて十分な術野が得られる .

occipital condyle 外側には jugular bulb を含む jugular foramen が位置する .

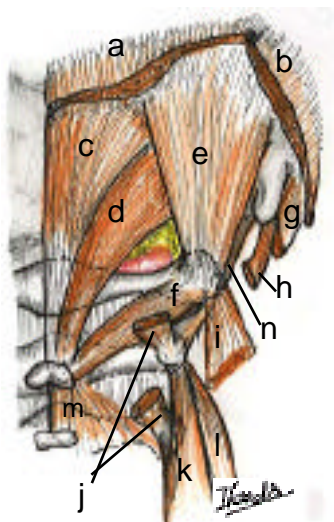
VA は環椎 transverse foramen を抜けた後 , atlas 後弓の上縁を水平に (V3部) 正中に 1.5 ~ 2.0cm まで近づいた後 (この部は superior and inferior oblique M.と rectus capitis major & minor M.とで形成される suboccipital triangle 内に存在する) , 前方へ向かって硬膜を貫通する . V3 部は静脈叢に包まれ , これは spinal epidural venous plexus や sigmoid sinus, marginal sinus, posterior condylar emissary vein に交通している .

大孔の後方開放は幅 30mm を越えると VA 損傷の危険性があり , また小児例や頭蓋頸椎移行部奇形の合併例などでは marginal sinus の発達例があり出血に注意する .

環椎 lateral mass に付着するのは superior and inferior oblique M.+ rectus capitis lateralis M.+ levator scapulae M.+scalenus medius M. (Fig. 105)

C2 横突起に付着する semispinalis capitis M + splenius cervicis M + scalenus medius M.

C1-2-3 外側への進入指標は great auricular nerve (C3) .

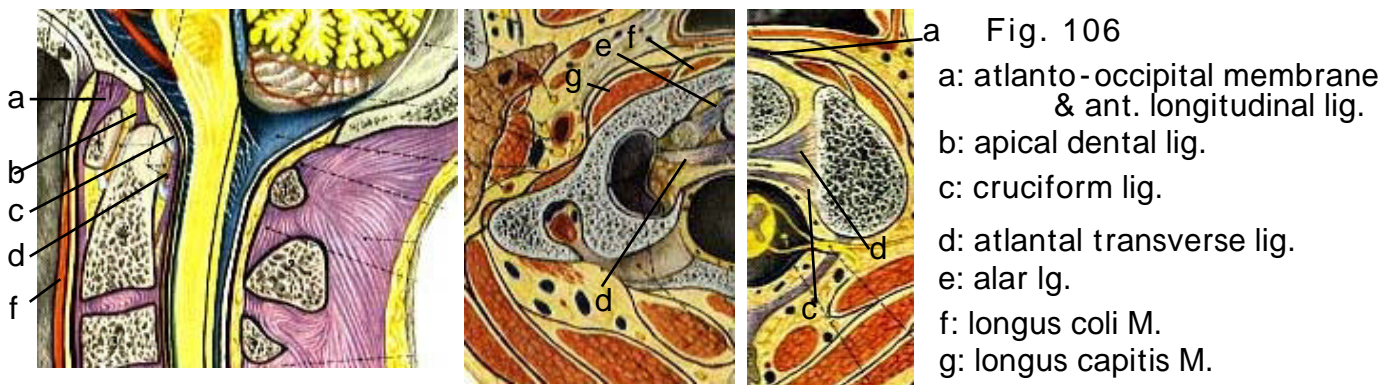


- |                                  |                                |
|----------------------------------|--------------------------------|
| a: semispinalis capitis M.       | j: semispinalis M.             |
| b: splenius capitis M.           | k: iliocostalis M.             |
| c: rectus capitis post. minor M. | l: scalenus medialis M.        |
| d: rectus capitis post. major M. | m: semispinalis cervicis M.    |
| e: obliquus capitis sup. M.      | n: rectus capitis lateralis M. |
| f: obliquus capitis inf. M.      |                                |
| g: longissimus capitis inf. M.   |                                |
| h: digastric M.                  |                                |
| i: levator scapulae M.           |                                |

Fig. 105

C1-2 接合部前面は口腔内 , 咽頭後壁からの到達が最も近くここで環椎前弓を容易に触れる . 咽頭壁粘膜下には後咽頭筋 (longus coli and longus capitis M.) があり , 環椎前弓表面には atlanto-occipital membrane と前縦靱帯が付着する .

軸椎歯状突起は幅約 10mm 程で，この露出の際，環椎前弓の骨削除は正中に幅 15mm で十分．歯状突起に付着する靭帯は apical dental lig., transverse atlantal lig., cruciform lig., alar lig. などである (Fig. 106) .



## 2) 手術適応

対象： foramen magnum ~ upper cervical (C2-3) region tumor(foramen magnum meningioma, jugular foramen dumbbell tumor, C2 dumbbell schwannoma, granulation mass, clivus chordoma, osteoblastoma and chondroma of the atlas , 頭蓋底頸椎接合部異常 (primary and secondary basilar impression such as chondrodystrophia, achondroplasia (richets, Paget disease, Klippel-Feil, atlanto-occipital assimilation (occipitalization), atlanto-axial dislocation (AAD), dystrophic os odontoideum, RA, Chiari's malformation, syringomyelia, syringobulbia.

## 3) 手術アプローチ

anterior approach (foramen magnum より C3 までの脊髓腹側への到達法，C3 レベル以下には椎体間または椎体骨(vertebral body)の前面を骨削除して進入するが，C3レベルより上位には transoral または transmaxillary approach)

経口的環軸椎前方除圧および固定手術、経口的歯突起切除手術

欠点として，手術視野が狭く特に左右制限，椎骨動脈損傷による大出血，CSF leakage や粘膜部縫合不全に伴う術後感染，後方固定に比べ前方固定は移植骨に離脱が多いなど．instrumentとして Crockard's retractor を使用する．この手術適応は，環軸椎脱臼が非整復性で，脊髓症状の出現しているものがあり，また basilar impression にも良い適応がある．これのみでは脊椎の支持性が弱く不安定例では後方固定 (atlanto-axial or occipitocervical fusion) を加える場合がある．

### 【手術手技】<sup>1) 2)</sup>

体位はsupine positionでGardner-Wells tong により 5 ~ 10 ポンド (2.5 ~ 5 kg)で頭蓋直達

牽引.

挿管は十分な術野と術後の気道確保 (術後の舌浮腫) の目的で気切をして行う .

開口器は Dingman mouth retractor / Crockerd transoral instrument などを用いる (設置の際には rubber guard 付きで歯牙損傷を避ける) . 術中 , 舌への持続圧迫による術後腫脹を軽減する目的で retractor を時々緩める . 喉頭への血液流入防止の目的でガーゼをパッキングしておく (Fig. 107) .

20万倍希釈のE入りキシロカインで咽頭壁への浸潤麻酔を行う . 口蓋部の軟口蓋を硬口蓋後縁より uvula 基部へ向けて正中切開し , 軟口蓋 flap を外側牽引用の stay suture して咽頭壁を露出する .

指で C1 arch を触れ位置確認 . 後咽頭壁を正中切開し , これを後咽頭筋 (longus coli and longus capitis M.) と共に外側へ (外側の椎骨動脈損傷の危険性 (+) のため , 環軸椎の椎間接合部を大きく外側に越えない) retract して環軸椎接合部および斜台下部を露出する .

C1 arch 前面を幅約 1.5cm 骨削除し C2 歯状突起を露出する . 頭側で anterior atlanto-occipital membrane と apical lig. of the dens を除去し , 斜台下端を露出する . odontoid invagination が severe な例では斜台の下端も十分に骨削除して歯状突起先端を露出する (なお斜台の後方の硬膜内の marginal venous sinus からの出血に注意) .

歯状突起前面の付着靭帯を除去した後 , 全体的に同じように削り薄くする . これは透視下で安全に行う . なお小児では cruciate lig, tectorial membrane や骨膜を残し , 将来の骨新生を計る . RA や靭帯組織の肥厚 (炎症) 例では肥厚した靭帯組織を十分に除去減圧しなければならない . 硬膜が裂けた場合には fascia や脂肪組織で packing し , 術後 1 週間の spinal drainage が必要 . 後縦靭帯切除により十分な硬膜の拍動を確認する .

自家骨を用いて前方固定 .

層状縫合による創部閉創 .

( 術後 2 週間後より常食開始 . なお instability (+) 例では術後 10-14 日頃に後方固定術を行う . )

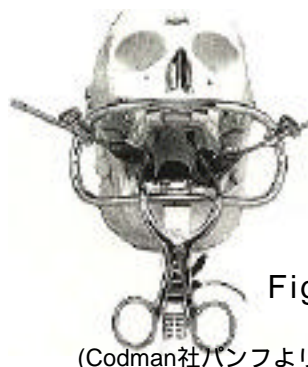
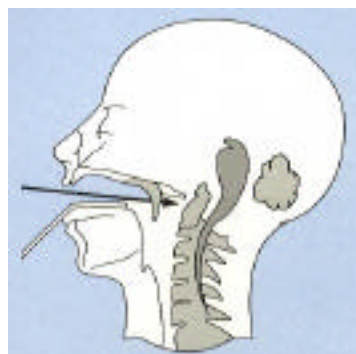


Fig. 107

(Codman社パンフより引用)

症例提示 46歳/女性 . くり返す vertigo attack, It-U/E monoparesis, 宙づり型知覚障害 .  
 Dx: basilar impression, Chiari type I, syringomyelia  
 transoral route にて anterior decompression (removal of the odontoid process)  
 & fixation を施行した (Fig. 108, 109, 110) .

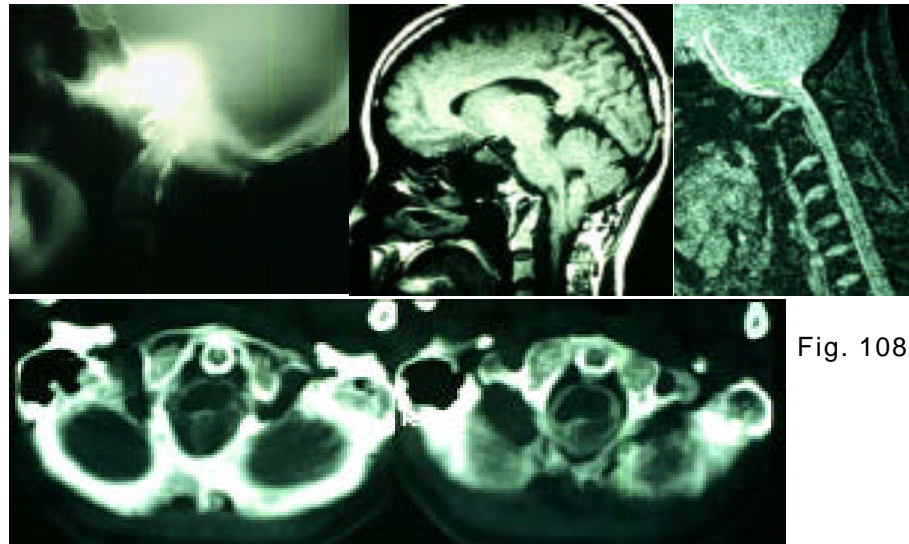


Fig. 108

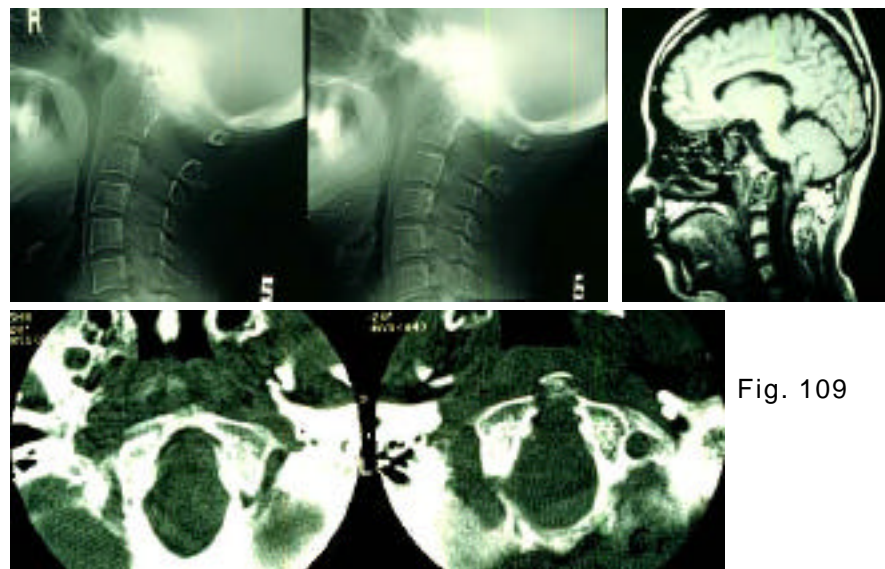


Fig. 109

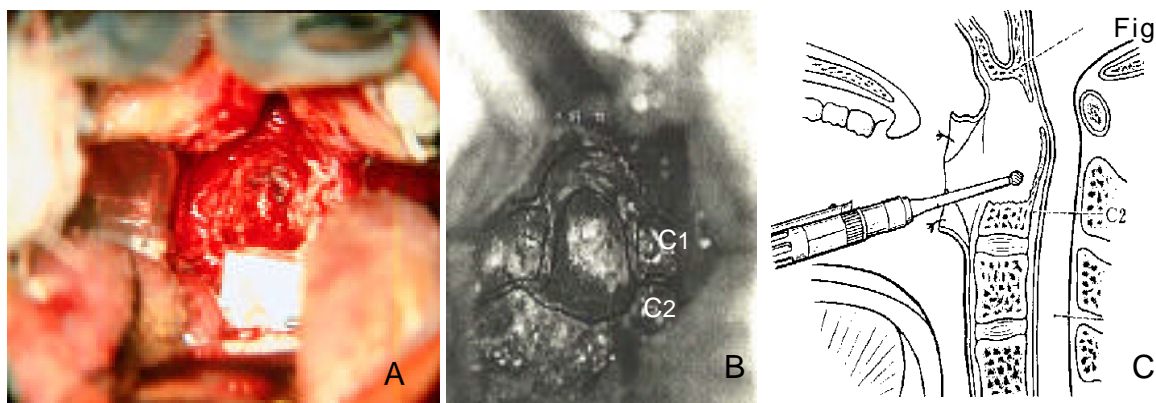


Fig. 110

B, Cは「手術」vol. 40:  
 503-508(1986)より引用

軸椎齒突起骨折に対するネジ固定 (A-O screw) (Fig. 111)

軸椎齒突起骨折の type II (Anderson & D'Alonzo<sup>3)</sup>) に対する前方経由での齒突起片と軸椎椎体間のネジ (AO small cancellous bone screw) による直接内固定<sup>4)</sup> .

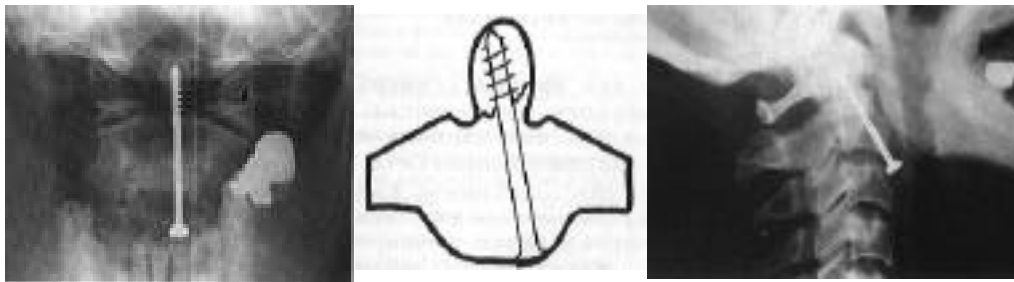


Fig. 111

長谷川ら：脳神経外科  
20:887-891, 1992  
より引用<sup>5)</sup>

posterior approach  
occipital decompression & upper cervical laminectomy (大孔部の圧迫除去が目的) :  
ただし secondary basilar impression には術後の変形進行による症状の増悪を来たすため禁忌 . syringomyeliaやachondroplasia に合併した foramen magnum stenosis (Fig. 112)  
などに対する foramen magnum decompression が有用である .

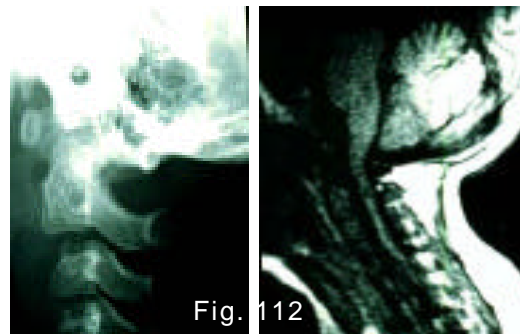


Fig. 112

transcondylar approach for congenital bone anomalies, RA, and os odontoideum<sup>7)</sup> :  
Al-Mefty ら<sup>6)</sup>は anterior craniovertebral junction 部の硬膜外腫瘍性病変に対してtranscondylar approach により C1 lateral mass、occipital condyle、必要に応じて齒状突起や斜台下部の除去の後、後頭骨 C2 pedicle 間の plate and bony fusion を行った . 利点は transoral approach の様な感染を避け強固な固定が得られる (Fig. 113) .

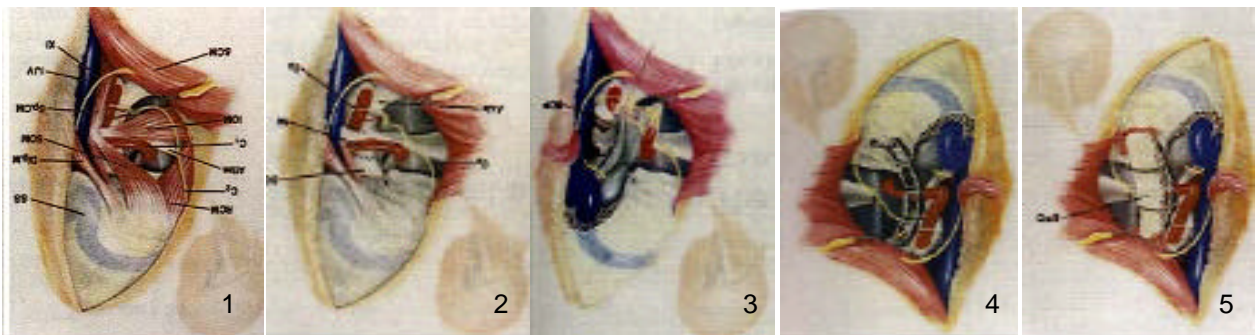


Fig. 113<sup>6)</sup>

posterior fixation for AAD :

AAD の原因には odontoid process の奇形または低形成 , 環椎横靭帯の先天性欠損や異常などの先天性のものと , 10-12 歳頃に完成する dens の軸椎椎体との癒合不全による os odontoideum 形成 , 外傷 , RA , 扁桃腺炎や後咽頭膿瘍などの炎症による後天性のものがある . 頸椎側面 Xp で , atlas 前弓-歯状突起間距離は成人では 2 mm 以下 , 小児では 4 mm 以下であり , instability index は成人では 17-20% 以下で , 小児では 25% 以下が正常 (Fig. 114) .

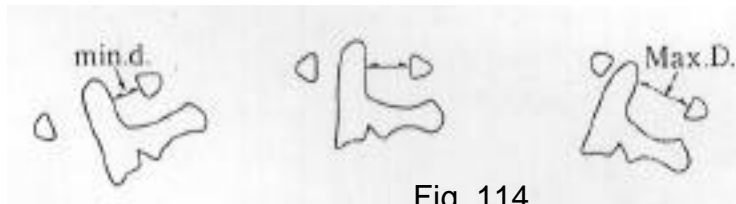


Fig. 114

minimai (min.D.) and maximum canal diameter (Max.D.)

$$\text{Instability Index} = \frac{\text{Max.D.} - \text{min. D.}}{\text{Max.D.}} \times 100\%$$

Gallie 法 , McGrow 法 (Fig.115) , Brooks 法 (Fig.115) , Halifax interlaminar clamp (Fig. 116) , RA 性 AAD に対する craniocervical loop fixation (Fig. 118 は著者作成) などの後方椎弓間固定法と Os odontoideum による環軸椎間不安定症に対する前方固定法の C1-2 trans-articular screw fixation (Magerl) (Fig.117)やなどがある .



McGraw's method

Fig. 115

Brook's method



Fig. 116



Fig. 117



Fig. 118

lateral approach (to the upper cervical spine with affording exposure of the ventral and ventrolateral aspects of the spinal canal) (Fig. 119, 120)

lateral approach \* / high lateral approach<sup>8)</sup> (VAの可動性 , SM筋の後方からの進入のため)

め副神経損傷を防止) 胸鎖乳突筋の後縁から頸椎側面部に進入するアプローチで，適応は dumbbell 型神経鞘腫，脊髄前面の上下に進展した exophytic astrocytoma など．

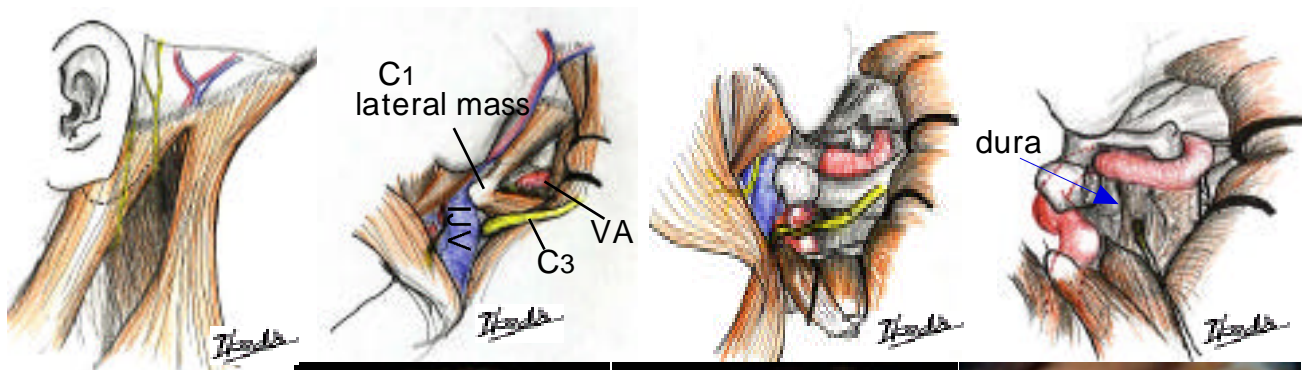


Fig. 119

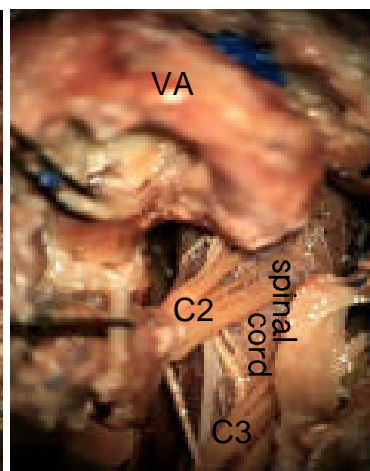
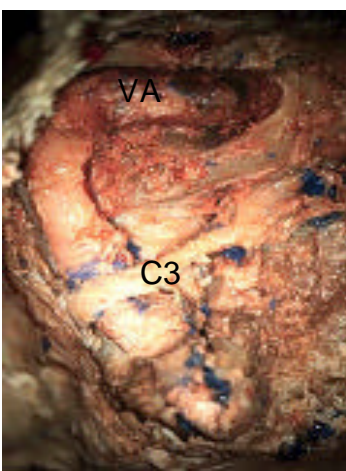
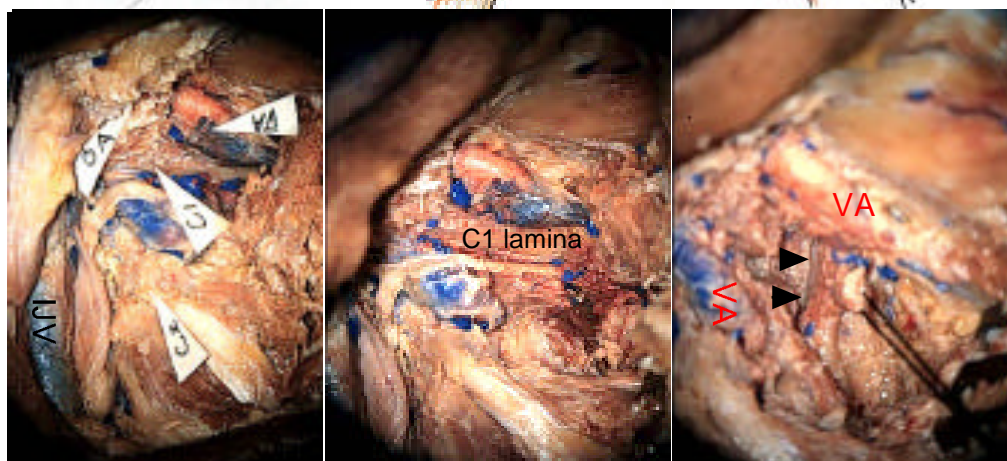


Fig. 120



## 9. 側脳室内病変への手術アプローチ

### 1) 基礎的解剖学

側脳室と視放線との関係 (Fig. 121, 122)

側脳室三角部へのアプロ - チの際 ,

parietal側では上 1/4 , temporal側では下 1/4 半盲が生じるが , cuneus(本当は lingular gyrus)のanterior-inferior part (Fig. 114-B矢印)より内側切開では視放線の損傷を避けてtrigonへ入れる .

側脳室下角へのアプロ - チでは以下の方法がある .

middle temporal gyrus 経由 (Meyer's loop 損傷)

Inferior temporal gyrus 経由 (Meyer's loop 損傷)

occipitotemporal sulcus 経由 (Fig. 122-A 矢印, inferior horn へ向かう)

lateral occipitotemporal gyrus 経由 (Meyer's loop 温存)

collateral sulcus 経由

parahippocampal gyrus 経由

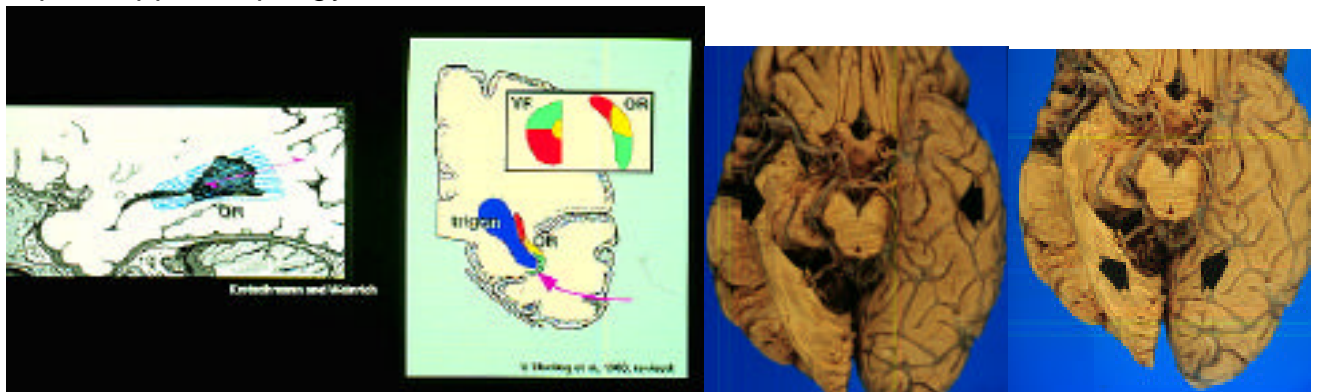


Fig. 121

Fig. 122-A

Fig. 122-B

fornix の走行について (trans-choroidal fissure approach の解剖)

Hippocampal formation H. fimbria crus commissure body column  
( inferior horn 内 ) ( trigon 内 ) ( body ) (F. Monroe & anterior horn)

mammillary body (Fig. 123)

- fornix は側脳室内を Amygdaloid nucleus caudate nucleus (tail) complex と並行して thalamus 表面を走る . 両者間が choroidal fissure で , choroid plexus が伴走する(Fig. 123) . (choroidal fissure を開く際には , choroid plexus を必ず thalamus 側に倒し , fornix と plexus の間を分けることで thalamus への動静脈を温存できる . 即ち , 下角部では plexus を amygdala 側に , Monroe 孔や側脳室体部では plexus を外側に倒して開く .

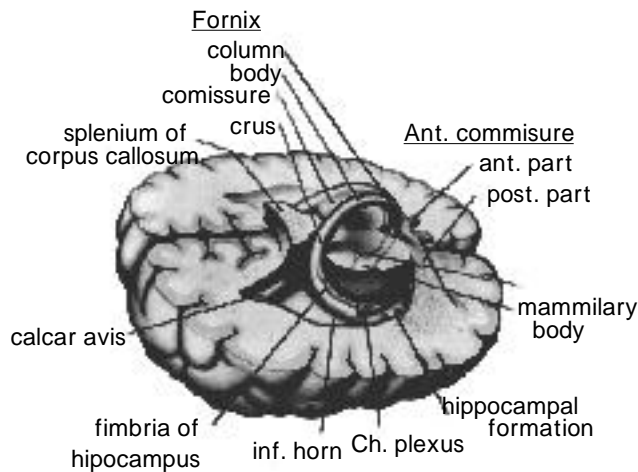


Fig. 123-A (Carpenter, Human Neuroanatomy, 1976 より引用)

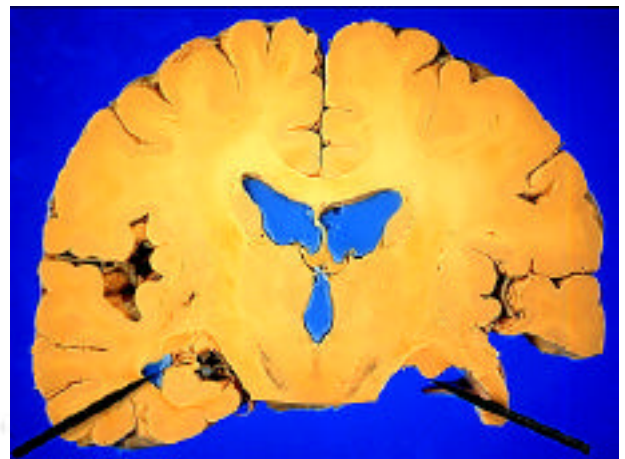


Fig. 123-B

## 側脳室周囲構造物

### 前角部

- Monro 孔部での損傷による視床背部の venous infarction に注意 .
- Monro 孔部での fornix (commissure, body) 損傷に注意 .
- 脳梁 (genu) 切断による dysconnection syndrome = 左手の企図運動失行と失書 .  
(genuはspeech association fiber が走行する)

### 体部

- somatosensory area からの bridging vein (Rolandic vein を含む) の損傷を最小限にする進入路の選択と工夫が重要である . huge tumor では腫瘍の直上ではなく前方の silent area から到達する (必要に応じ bridging vein 温存のため正中側の脳切除を行い術野を確保) .
- 脳梁 (trunk) 切断による dysconnection syndrome = 左手の触覚呼称障害 ("他人の手徴候") . (trunk は somethetic association fiber が走行する)
- 側脳室体部外側の上衣直下に存在する内包膝部 , 放射冠の損傷による片麻痺に注意 .
- 底部の視床 , その上表面を走る fornix, tail of caudate nucleus 損傷に注意 .

### 三角部

- 上側頭回の transcortical approach では優位側では感覚性失語症 , Gerstmann 症候群が出現し , 劣位側でも半盲 , 知覚障害の出現に注意 .
- 上頭頂回 後頭葉の transcortical approach では Gerstmann 症候群 , 半盲の危険性が少ないが , 腫瘍到達までの距離が遠い .
- 中側頭回または下側頭回後方の transcortical approach では pulvinar など視床後部により体部後方の術野が確保できないが , choroidal artery を早期に確保でき出血をコントロール

しやすい．大きな腫瘍では corticotomy を頭頂方向へ拡大せざるを得ず，angular area の損傷を生じる危険性が高い (感覚性失語症とくに失読，Gerstmann，上1/4 半盲)．優位側では中側頭回切開でも感覚性失語症を生じることもあるので注意．

- 脳梁 (splenium) 切断の欠点は dysconnection syndrome = "alexia without agraphia" (splenium は visual association fiber が走行する)．従って，半盲を伴う優位半球の腫瘍例では禁忌．

## 下角部

- 側頭葉先端部切断による下角からの approach では，側頭葉切断は非優位半球では temporal pole から 5 cm 後方まで，優位半球では 4 cm 後方まで lobectomy を行っても良い 実際は 3 cm 後方でも Meyer's loop の先端を損傷する (Fig. 121, 122)．
- 下角部から迂回槽内に進入する方法に "trans-choroidal fissue (CF) approach" がある．CF は海馬体と扁桃体との間に位置し (Fig. 29), これを分ける時には脈絡叢を扁桃体側に付けることで視床損傷 (静脈梗塞) を防止する．側頭葉視放線 (Meyer's loop) 損傷を避けるためには下側頭回より底部の外側後頭側頭回や側副溝から進入する (Fig. 124)．  
surgical risk (complication) として、

切開や retraction による functional area の損傷 (感覚性失語症，Gerstmann，運動感覚障害)．Monro 孔近傍で側脳室外側壁に内包膝部が近接することに注意し，術後の片麻痺発生を防止するように努める．

視放線の上衣下断裂による半盲や association fiber 切断による dysconnection syndrom = 脳梁 (genu) 切断により左手の企図運動失行と失書 (genu は speech association fiber が走行するため) 体部 (body) 切断による "他人の手徴候" (body では知覚線維が走行するため，左手で握った物の感覚情報が優位左側半球への言語領野に到達しないため物品呼称ができない)．脳梁 (splenium) 切断による "alexia without agraphia" (splenium は visual association fiber が走行する)．

視床への血管損傷 (視床症候群)：thalamostriate vein はできるだけ損傷しない様に努め，切断せざるを得ない場合には Monro 孔よりできる限り離して切断する．Monro 孔部での損傷による視床背側部の venous infarction に注意．

fornix，海馬の損傷 (記憶障害)：Monro 孔部での fornix (commissure, body) 損傷に注意．

## 2) 手術適応

側脳室内腫瘍および血管性病変 (AVM など)

## 側脳室腫瘍のsurgical approachの選択決定因子

腫瘍の発生付着部位 (優位/非優位半球) , 腫瘍の大きさならびに進展方向 , 周囲構造物 , 予想される病理 , 腫瘍の vascularity , 腫瘍への栄養血管  
脳室拡大の有無 , 既存の術前神経症状

### 3) 手術アプローチ

various approaches to the lateral ventricle

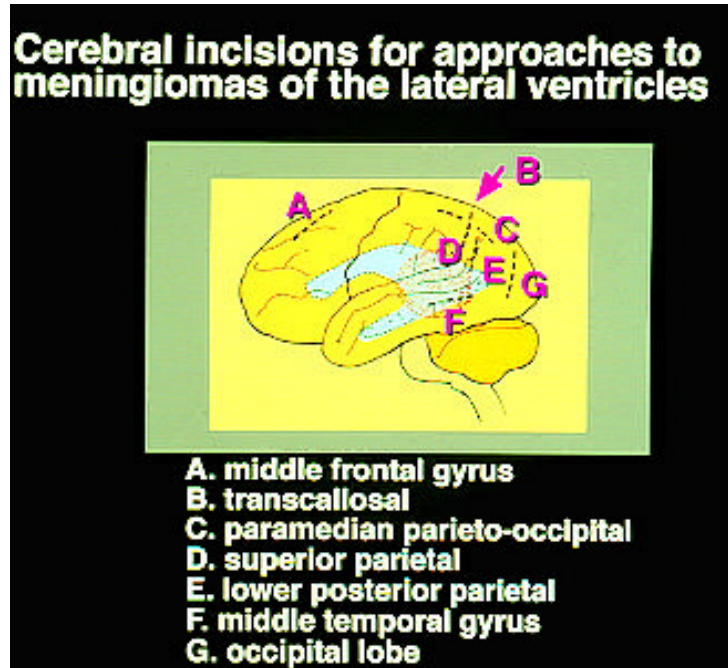


Fig. 124

側脳室への approach (Ap) は , 1) transcortical Ap, 2) transcallosal Ap に大別される .

1) については silent area より最短距離でのアプロ - チであり , 2) については dysconnection syndrome 防止のため切開は 2 cm 以下に限定される . 上記アプロ - チ以外に Parieto-occipital interhemispheric parasplenic approach through incision of the precuneus<sup>1)</sup> も興味ある進入路である (Fig. 125) .

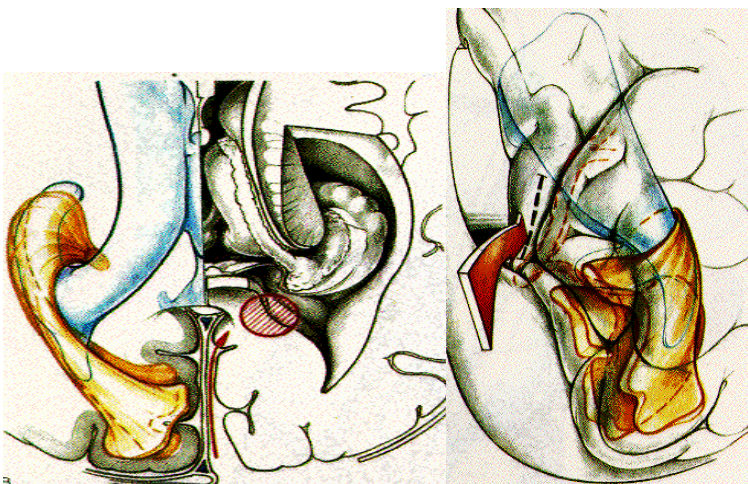


Fig. 125-A / Fig. 125-B

## 側脳室各部腫瘍へのアプローチ

前角，体部に対する anterior approach，三角部に対する posterior approach，下角部に対する inferior approach に大別される。

### 前角部腫瘍

anterior transcortical approach (middle frontal gyrus incision)

(Fig. 126)

transcallosal approach (Fig. 127)

- 小児では astrocytoma (low grade), giant cell astrocytome が，成人では astrocytome (anaplastic, glioblastoma), giant cell astrocytoma, centralneurocytoma, subependymoma が多い。
- 他の側脳室部位に比べて手術操作は比較的容易。
- Monroe 孔，前角，体部への approach で脳室拡大が認められる場合が適応。
- 三角部前方までは到達できるが，病変までの距離は長く術野も狭いため，体部までが限界。
- thalamostriate vein はできるだけ損傷しない様に努め，切断せざるを得ない場合には Monroe 孔よりできる限り離して切断する。
- Monroe 孔部での損傷による視床背部の venous infarction に注意。
- Monroe 孔部での fornix (commissure, body) 損傷に注意。
- 脳梁 (genu) 切断による dysconnection syndrome = 左手の企図運動失行と失書。(genu は speech association fiber が走行する)

### 側脳室体部腫瘍

transcallosal approach (Fig. 127)

lateral temporo-parietal (superior parietal) approach

- 小児では PNET, astrocytoma が，成人では astrocytoma, central neurocytoma, oligodendroglioma, subependymoma が多い。
- glioma が圧倒的に多くアプロ - チも transcallosal approach にほぼ限定される。
- somatosensory area からの bridging vein (Rolandic vein を含む)の損傷を最小限にする進入路の選択と工夫が重要である。huge tumor では腫瘍の直上ではなく前方の silent area からアプロ - チする (必要に応じ，bridging vein 温存のため正中側の脳切除を行い術野を確保する)。
- 脳梁 (trunk) 切断による dysconnection syndrome = 左手の触覚呼称障害 ("他人の手徴候") (trunk は somesthetic association fiber が走行する)。
- 体部外側の上衣直下に存在する内包膝部，放射冠の損傷による片麻痺に注意。

- 底部には視床，その上表面を走る fornix, tail of caudate nucleus 損傷に注意．  
側脳室三角部腫瘍 (Fig. 124)
- 小児では choroid plexus papilloma, ependymoma  
成人では choroid plexus papilloma, meningioma, metastasis が多い．  
Lateral temporo-parietal (Superior parietal) approach
- 腫瘍到達までの距離が最も短い，優位側ではできない (感覚性失語症，Gerstmann，半盲，知覚障害)．  
Parietal transcortical approach (Superior parieto-occipital approach)
- interhemispheric fissure の外側 3 - 4 cm，postcentral sulcus 後方 1 cm の点から parieto-occipital fissure に至るまで，矢状方向に 4 - 5cm の切開を加えて三角部に至る．
- Gerstmann 症候群，半盲の危険性が少ないが，腫瘍到達まで距離が遠い欠点．
- 腫瘍栄養血管の処置が一番，最後になる欠点．  
Middle and inferior temporal gyrus approach
- 中側頭回または下側頭回の後方に皮質切開を加え，下角から三角部に至る．
- pulvinar など視床後部により体部後方の術野が確保できない欠点．
- Choroidal artery を早期に確保でき，出血コントロールしやすい利点．
- 大きな腫瘍では corticotomy を頭頂方向へ拡大せざるを得ず，angular area の損傷を生じる危険性が高い (感覚性失語症とくに失読，Gerstmann，上1/4 半盲)．なお優位側では中側頭回切開でも感覚性失語症を生じることがあるので注意．  
modified approach として transtemporal horn occipito-temporal gyrus incision がある．limited anterior lobectomy (非優位半球では temporal pole から 5 cm 後方まで，優位半球では 4 cm 後方まで lobectomy を行っても良い - 実際は 3 cm 後方で Meyer's loop の先端を損傷する) を行って，Zygomatic approach により開放された下角より三角部に向かって腫瘍摘除を行う．  
Occipital lobectomy
- 三角部から後角にかけての huge tumor で，すでに半盲の固定例では acceptable approach ．
- 腫瘍栄養血管の処置が一番，最後になる欠点があるが，術野は広い．  
transcallosal approach (Fig. 127, 128)
- 脳梁膨大部を切開して傍正中で第III脳室の tela choroidea を露出し，internal cerebral vein の外側部に存在する fornix 脚部と pulvinar 間の choroidal fissure を分け三角部に進

入する方法 .

- 利点は corticotomy を行わずにすみ , medial posterior choroidal artery を早期に確保、コントロールできること .
- 最大の欠点は脳梁 (splenium) 切断による dysconnection syndrome = "alexia without agraphia" (splenium は visual association fiber が走行する) . 従って , 半盲を伴う優位半球の腫瘍例では禁忌の手術法 .

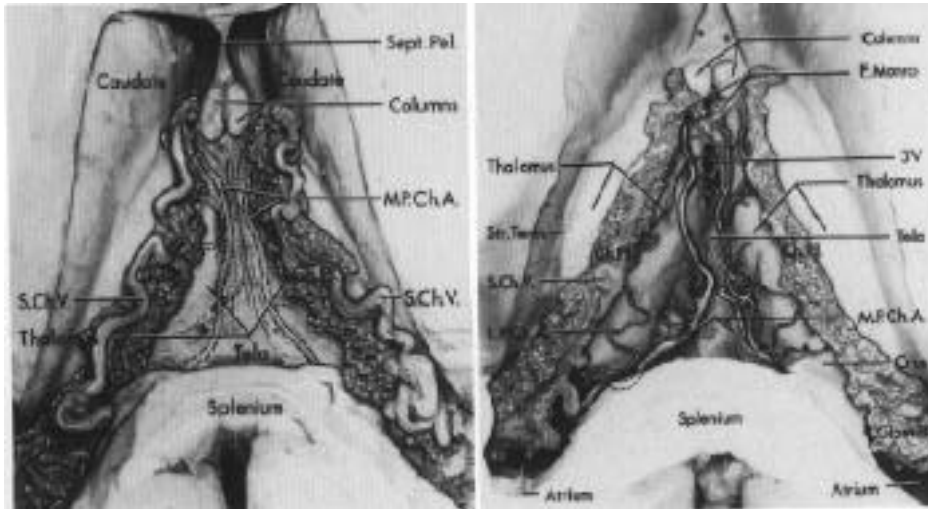


Fig.128

### 側脳室下角

- 小児 , 成人で稀に meningioma, enlarged calcified choroid plexus with NF2 .  
Middle and inferior temporal gyrus approach
- Meyer's loop の損傷を避けるためには temporal cortical incision は lateral occipito-temporal (fusiforme) gyrus より内側 (Fig. 39) . また temporal tip より 3 cm での切開でも M. loop 先端を損傷する (Fig. 121, 122) .
- 前および後脈絡叢動脈が早期に確保でき , 海馬体-扁桃体の間で choroidal fissure を分ける transchoroidal approach (Fig. 129) を併用すると迂回槽内の PCA の確保も容易である .

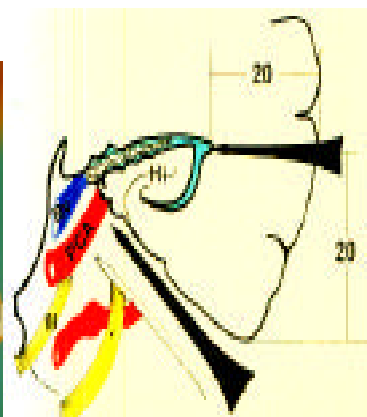
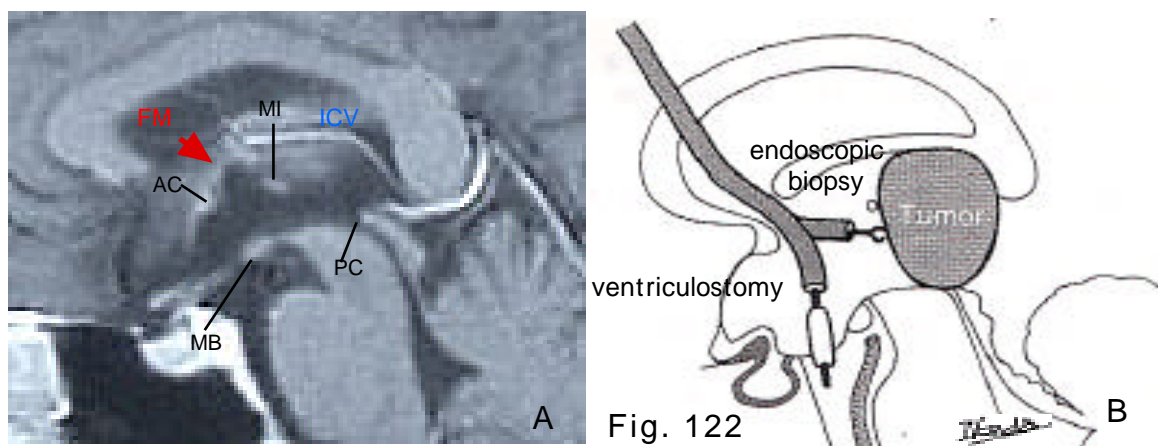


Fig. 129-A / 129-B

## 10. 第 III 脳室内病変への手術アプローチ

### 1) 基礎的解剖学

第 III 脳室の前壁は視交叉 終板 lamina terminalis 前交連 anterior commissure モンロー孔と続く。上壁はモンロー孔 suprapineal recess までで、4 層、すなわち最上層 = 脳弓 fornix、二層の membranous layer (軟膜からなる tela choroidea で velum interpositum を形成)、この間の vascular layer (internal cerebral v. , medial posterior choroidal A. が貫通して走る) から構成される。底部は視交叉から中脳水道までで正中の矢状断では前方から視交叉 infundibular recess (infundibulum, pituitary stalk) 灰白隆起 tuber cinereum の正中隆起 median eminence 乳頭体 後有孔質 中脳天井の被蓋 tegmentum 中脳水道と続く。後壁は suprapineal recess から中脳水道までで、上方から suprapineal recess 手綱交連 pineal recess 後交連 (posterior commissure) 中脳水道と移行する。外側壁は上半分が視床、下半分が視床下部によって境されている。両側視床の間を交通する視床間橋 (massa intermedia) は 76% に存在する (Fig. 122-A)。



AC; anterior commissure, PC; posterior commissure, MI; massa intermedia, MB; mammillary body, FM; foramen of Monro, ICV; internal cerebral vein

前壁の lamina terminalis と灰白隆起は切開開放しても問題なし。前者の切開開窓は脳動脈瘤 clipping 時の第 III 脳室 ventriculostomy として、閉塞性水頭症例で菲薄化した後者の開窓は神経内視鏡による第 III 脳室開窓術で行われる (Fig. 122-B)。

lamina terminalis は上の前交連と下の optic recess 間の上下 1cm 以下と狭いが、これを切開して第 III 脳室前半部腫瘍に到達する方法がある (translamina terminalis approach)。この際、上方では前交連、下方では視交叉、側方では optic tract, column fornix, 視床下部の損傷に注意し lamina terminalis 上を走行する前交通動脈からの穿通枝の損傷に注意。

Monro 孔経由での第 III 脳室への access route (foraminal route)として、fornix 間



(column fornix 切除, body fornix 間), choroidal fissure (fornix - choroid plexus 間) 經由, subfornical 法などがある(後述)。この際, 両側 column fornix の切除により permanent memory loss をきたす危険性<sup>1)</sup>、talamostriate vein の切断により術後基底核の出血性梗塞<sup>1)</sup>などに注意する。

Monro 孔は内側派 body of fornix、前方は column fornix、外側は caudate head、後方は choroid plexus と thalamus によって囲まれている。Monro 孔の拡大には前方には column fornix の切除、後方には choroidal fissure (body of fornix と choroid plexus + thalamus 間) を分けて広げることができる。後方への拡大の際、septal vein の切断することがあるが問題ない (Fig. 128)。

talamostriate vein や septal vein, anterior caudate vein の切断での何等, 神経脱落症状をきたさない<sup>2)</sup>との報告もあるが, thalamostriate vein 切断で傾眠, 片麻痺, 基底核の出血性梗塞の発現を見るとの報告もある。やはり thalamostriate v. は温存すべきである。transcallosal approach での際の脳梁切裁による disconnection syndrome については別項で述べる。一応, 脳梁の切裁許容の長さは 2 cm 以内とされている。

第III脳室内の massa intermedia を切断しても明らかな臨床症状の発現はない。

Monro 孔近傍と内包膝部は近接しており, Monro 孔の操作時に片麻痺を起こす危険性がある。

bregma と外耳孔を結ぶ line が Monro 孔を通過する解剖学的事実より側脳室前角穿刺 (ventricular tap) と同様, bregma より前方で毛髪線内で正中より外側 2 ~ 3 cm の点を中心とした開頭を施し, Monro 孔へはこの line に沿って transcortical に進入する。

fornix 一側の切断では明らかな記憶障害は発生しないが, 両側の column fornix 切除により永続的な記憶障害を生じる。

transcallosal approach の際、parasagittal bridging vein は 73 ~ 75% の症例で bregma の後方 2 cm 以内に分布するため、実際これらの bridging vein を切断する症例は少ない。

## 2) 手術適応

### basal approach

transsphenoidal approach : 腫瘍が第 III 脳室の前下方からトルコ鞍内にまで進展し側方進展のない場合。

subfrontal approach : 腫瘍が第 III 脳室の前下方に位置するがトルコ鞍内まで進展していない場合。

・ transfrontal approach (prefixed chiasm 例で腫瘍が視交叉の下に位置する場合には

planum sphenoidaleを開放して視交叉間より進入する)

- subchiasmatic approach (postfixed chiasma 例で十分な視交叉間より進入する)
- translamina terminalis approach (腫瘍が Monroe孔より前方で視交叉を前下方に圧排して lamina terminalis に突出して来ている例)
- opticocarotid approach (腫瘍が opticocarotid space に突出した上外側進展例)

#### superior approach

前方より前頭葉皮質経由で、または上方より脳梁切開で側脳室内に入り Monroe 孔やそれより後方の fornix 切離または開離により上方より第 III 脳室内に到達する方法。

前頭葉皮質切開により側脳室前角より foraminal route 経由で第 III 脳室内に入る anterior transcortical approach。側脳室拡大例に適している。対側の第 III 脳室壁は良いが、同側壁は死角となる欠点がある。優位半球側からの進入の際には注意を要する。対象は Monroe 孔近傍の第 III 脳室内腫瘍である。

脳梁切開 (transcllosal approach) して Monroe 孔およびその後方を fornix separation により広げて進入する方法である。脳梁切開の長さに制限はあるが、この前後に視軸を振ることで transcortical approach よりも第 III 脳室内前半部から中央部への術野が広まり、しかも両側壁を直視しやすい。

#### posterior approach

松果体腫瘍などの第 III 脳室後半部腫瘍に対するアプローチで障壁はガレン静脈系と脳梁膨大部である。小脳テント上下からの到達法と脳梁後部切離による到達法とがある。術前 MRI で腫瘍の位置と小脳テントの勾配を考慮してテントの上下からの到達法を検討する必要がある。

### 3) 手術アプローチ

various surgical approached to the IIIrd ventricle (Fig. 123)

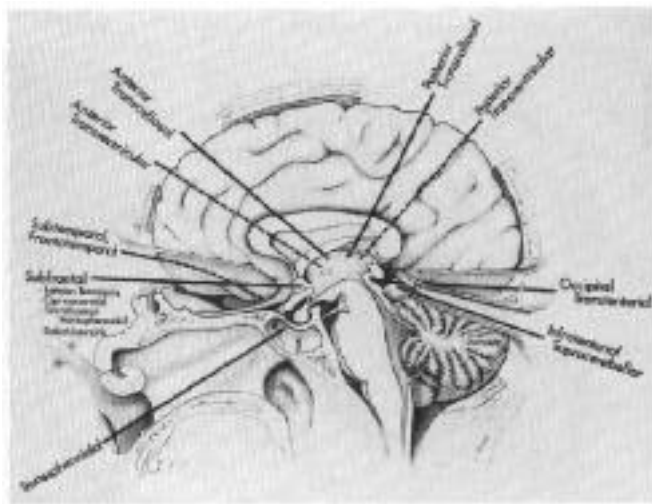


Fig. 123

(Neurosurgery 8: 357-373, 1981 by Rhoton より引用)

basal approach

transsphenoidal approach approach

pteroanl or subfrontal approach

subchiasmatic approach

translamina terminalis approach

optico-carotid approach

interhemispheric approach

interfalci approach (Fujitsu<sup>3)</sup>)

bifrontal basal interhemispheric approach to craniopharyngioma with or without dividion of the Acom (Shibuya<sup>4)</sup>)

superior approach

transcallosal approach

subfornical (trans-choroidal fissure) approach

transcortical-transventricular approach

transforaminal approach

subchoroidal approach

posterior approach

posterior transcallosal approach

posterior transventricular approach

occipital transtentorial approach

infratentorial supracerebellar approach (Stein<sup>5)</sup>)

basal approach

- 腫瘍と第 III 脳室壁との剥離は blind 操作で gentle pulling-out する(頭蓋咽頭腫の小児例) .
- 視床下部損傷による意識障害 , 電解質バランス障害 , 尿崩症に注意 .
- lamina terminalis 間より第 3 脳室前方へ入る場合 , 上下 1 cm 位の狭い術野 .
- 大きな第 III 脳室内腫瘍例では , superior approach とを組み合わせた combined approach (transcallosal-pterial approach) を一期または二期的に行う .

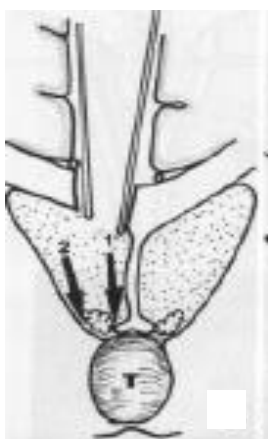


Fig. 124

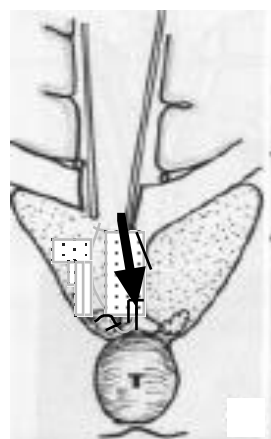


Fig. 125

(文献10より引用改変)

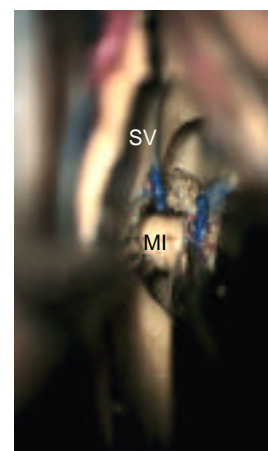
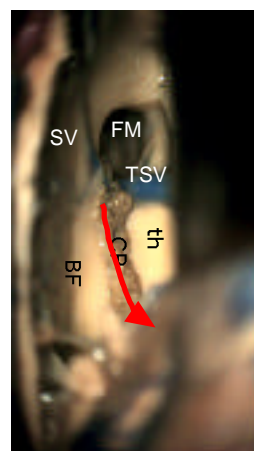


Fig. 126

superior approach

腫瘍と第 III 脳室壁との剥離を直視下に行えるが，視神経・視交叉・視床下部・下垂体柄などの頭蓋底構造物やその周辺を走行する血管と腫瘍との剥離を直視下に行うことは困難．

transcortical approach

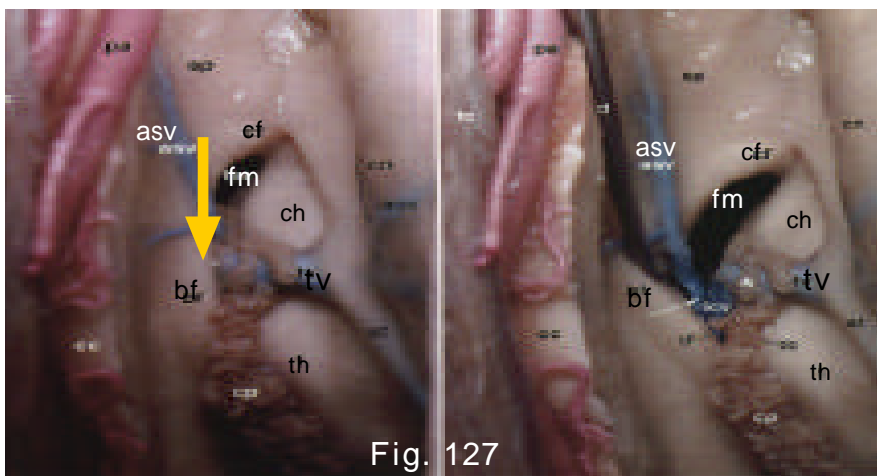
- ・脳室拡大 (+) 例では前角経由，Monro 孔経由で第 III 脳室へ入る方法があるが，第 III 脳室前方や左右への視野，特に進入側の第 III 脳室外側の術野が確保できない欠点がある (Monro 孔の size により方向が制限される)．これをカバ - すべく Monro 孔を後方に拡大する inter- または subfornical (= transchoroidal) approach があるが，やはり術野の制限は否めない．
- ・interhemispheric approach の様に傍矢状橋静脈の切離や pericallosal artery の分枝を損傷する恐れのない利点があるが，皮質切開のため術後に痙攣発作や孔脳症の発生頻度が高い欠点がある．

- ・脳室拡大 (-) 例には本法の適応はなく transcallosal approach が推奨される．

transcallosal approach (Fig. 124, 125, 126)

- ・transcortical approach に対して，より前後に広い術野が得られる方法である．
- ・腫瘍と Monro 孔をつないだ線上に脳梁を切開する (さらに術野を拡大すべく，Fig. 124, 125 の様に fornix 間，fornix 下を separation する方法がある，subfornical = transchoroidal approach) ．
- ・bregma と外耳孔を結ぶ line が Monro 孔を通過するので，この line に沿って進入すると脳梁の中間点，またはこれより少し前方の脳梁に達する．pericallosal artery 間の脳梁を 25 - 30 mm 縦切開を行って第 III 脳室へ進入する．Yasargil<sup>6)</sup> は本法の有用性を説いている．
- ・進入路には 1) transforaminal, 2) interfornical (foraminal raphe を分離して進入, Fig. 125), 3) transfornical (一側の column fornix を切開して進入), 4) transchoroidal (tenia fornicis と fornix 間，すなわち脈絡叢の内側で fornix と choroid plexus + tail of caudate nucleus を分離して進入, Fig. 124の1, 126 矢印), 5) subchoroidal (脈絡叢の外側で tenia choroidea と thalamus 間を分離して進入 Fig. 124の2), 6) transeptal approach (Fig. 125) などがある．
- ・thalamostriate vein の切断について：subchoroidal approach で Monro 孔を脈絡叢外側に後方に拡大する方法で，thalamostriate vein や septal vein, anterior caudate vein を切断しても何ら神経脱落症状をきたさない (Apuzzo, 1987) との報告もあるが，thalamostriate vein 切断で傾眠，片麻痺，基底核の出血性梗塞の発現を見る (Rhoton, 1990) との

報告もある．やはり thalmostriate v. などは温存に努めるべきである (Fig. 127) ．しかし transchoroidal fissure approach により Monroe 孔後部を開く場合 septal vein を切断しても問題はない (Fig. 126, 127) ．



asv : anterior septal vein  
 tv : thalamostrate vein  
 fm : foramen of Monro  
 bf : body of fornix  
 cf : column of fornix  
 ch : caudate head  
 cp : choroid plexus  
 th : thalamus  
 transchoroidal fissure approach  
 fornix-choroid plexus (CP)間のCFを  
 視床側にCPを付着させて分ける．  
 Monroe孔を拡大しCFに繋げるため  
 anterior septal vein 切断も構わない

posterior approach

- ・腫瘍と第3脳室壁との剥離を一部直視下に行えるが腫瘍の前方の視床やその周辺を走行する血管と腫瘍との剥離を直視下に行うことは困難．静脈系の間より行う狭い術野内での手術．

Infratentorial supracerebellar approach (Stein) (Fig. 128)

- ・後頭葉を上外側に retraction する時，テントへの bridging vein が殆どないため，容易に小脳テントに沿って四丘体へ到達できる．
- ・Galenic vein の tributary である internal occipital vein の損傷や，後頭葉の圧排による視野障害などの危険性に注意．

- ・深部静脈系や対側四丘体，splenium などが術野を妨げる可能性あり．

posterior transcassal approach (Dandy)

- ・disconnection syndrome (splenium) = alexia without agraphia

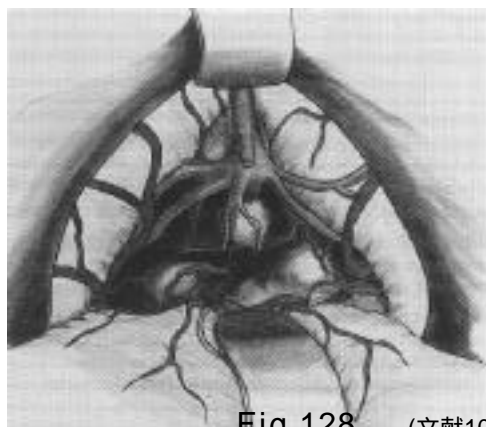


Fig.128 (文献10より引用改変)



Fig.129

## 11. 第IV脳室へのアプローチ

### 1) 基礎的解剖学

第IV脳室は脳幹 (pons, medulla)と小脳に囲まれたテント状の脳室で上方は中脳水道，下方は Magendie 孔．正中矢状断では頂点を fastigium で上半分は上髄帆 (superior medullary velum, vermis 最上部の lingula に癒合する)，下半分は下髄帆 (inferior medullary velum) と taenia choroidea (choroid plexus 付着部)，vermis 最下部の nodulus，左右の tonsil (この両者の間隙の最下端が Magendie孔である) からなる (Fig. 130) ．

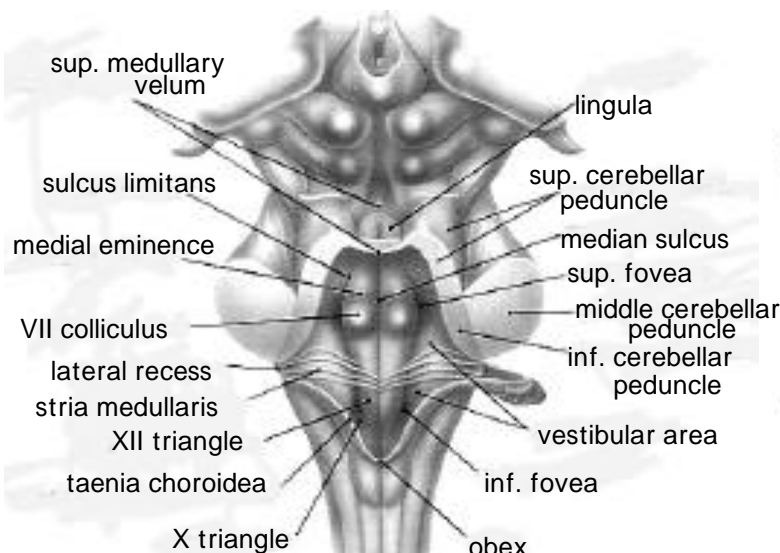


Fig. 130 (Clin Neurosci 11: 0-711, 1993 より引用)

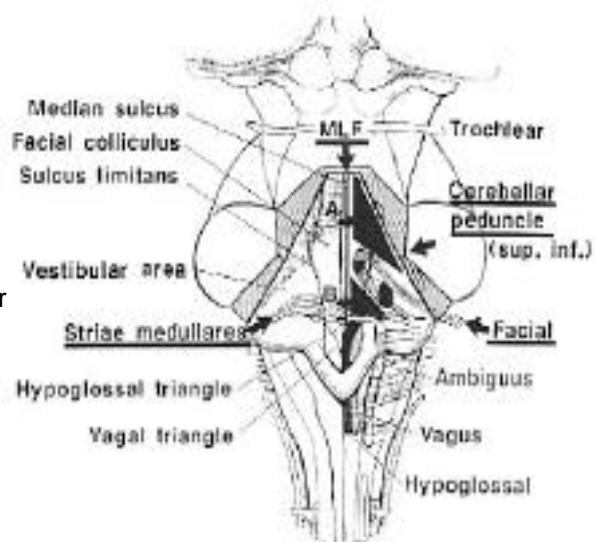


Fig. 131 (JNS 78: 987-993, 1993より引用)

第IV脳室底の上辺は上・下小脳脚，下辺は taenia choroidea により外側縁を境された上下 3 cm，左右 2 cm の菱形の窩で，両側の lateral recess を結ぶ線より上の2/3は pons で，下 1/3は medulla である．上方は中脳水道，下方は脊髓中心管 (obex より始まる) に連なる．小脳虫部 uvula を上方に挙上すると第IV脳室底の obex (門) が観察できる．この部での左右 tonsil 下方の間隙が Magendie 孔で、ここより脳脊髄液は大槽へ流出する．外側 lateral recess からの髄液流出路が Luschka 孔で，この部では舌咽神経根が延髄より分枝し小脳 flocculus が近接する (Fig. 130) ．

lateral recess は菱形の第IV脳室底の外側角で，下方は taenia choroidea，上方は下小脳脚で形成される．ここより choroid plexus が Luschka 孔を通過して小脳橋角部へ通じる．第IV脳室内腫瘍が小脳橋角部へ進展する route である (Fig. 132) ．

第IV脳室底の解剖学的指標としては 正中部を縦に median sulcus が走り，この両側に並行して medial eminence，sulcus limitans が走る．底の中間部の medial eminence 膨大部は顔面神経丘 (facial colliculus) で，直下に外転神経核が位置する．この核に接して PPRF (paramedian pontine reticular formation) が存在する．両側の lateral recess を結

ぶ medial eminence上を横走する数本の白条の striae medullaris は pons と medulla の境界線でもある。 striae medullaris の高さで外側深部に顔面神経核が位置し、これより脳幹内顔面神経は脳室底表面に向かって内側に走り外転神経核を囲む用にヘアピンカ - ブして aberrant pyramidal tract 内に入る (Fig. 131)。 MLF (medial longitudinal fasciculus) は前庭神経核から起始し、正中部表面近くを縦走して VI, IV, III 神経核を連絡する。臨床的には VI III への連絡路が重要である (MLF症候群)。 sulcus limitans により脳神経核は求心性 (内側)と遠心性 (外側)の細胞柱に分けられる。すなわち第 IV 脳室底下半部の内側の median eminence 内には VII, IX, X の知覚核が、外側には VII, IX, X の運動核が位置する。しかし例外的に striae medullaris レベルの外側部に前庭神経核 (特殊体性求心系) が位置し (vestibular area), median eminence 下部には舌下神経核 (一般体性遠心性) が位置する (hypoglossal triangle)。

脳幹と小脳半球との境界には3つの大きな fissure が存在する。小脳上面での cerebello-mesencephalic fissure (= precentral cerebellar fissure) (SCAと galenic v. group が通過する)、小脳橋角部での cerebellopontine fissure (AICAと petrosal v. group が関与)、小脳後下面での cerebellomedullary fissure (PICAとtentorial 並びに petrosal v. group が関与)とがある。第 IV 脳室への手術アプローチはこれらの3箇所から分けられる (Fig. 132)。

cerebellomedullary fissure は延髄と tonsil 間、すなわち Monro 孔から Luschka 孔に向かう lateral recess の下辺を形成する taenia choroidea と tonsil 間の fissure で、これを開けば両側の lateral recess まで開放できるため小脳下部 (uvula, nodulus) を切開せずとも第IV脳室内腫瘍へ容易に access できる (Fig. 132)。この部を走る動脈は PICA で hemispheric branch と vermian branch に分かれる。この部で、第IV脳室内腫瘍の栄養動脈となる PICA を確保して出血のコントロールができる。静脈系では 菱形の第 IV脳室底の上外側を走り Luschka孔より小脳橋角部へ出る vein of cerebellomedullary fissure (v. of lateral recess), 菱形の下辺 (下小脳脚上 第 IV 脳室外側縁) に沿って走り obex 部で合流して延髄正中部を下行する vein of inferior cerebellar peduncle が重要である (Fig. 133)。

第IV脳室近傍の動静脈について (Fig. 133): 後下小脳動脈 (PICA) は椎骨動脈から分枝して延髄腹外側の medullary cistern 内を上行し (anterior medullary segment), 延髄外側を tonsil の下縁に沿い cerebellomedullary fissure 内を tonsil 下極に向かって走り延髄背側に向かう (lateral medullary segment, caudal loop)。そして延髄背側部で tonsil 間を上行し (第IV脳室内に入る) (posterior medullary segment), tonsil の上極 (= posterior medullary

velum 後方でほぼ第 IV 脳室の頂点, fastigium に一致する) に達する (supratonsilar segment, cranial loop) . この頂点部で脈絡叢への枝を出し (choroidal point) , すぐ後方で (tonsilo-) hemispheric branch と vermian branch とに分かれる . 前下小脳動脈 (AICA) は椎骨動脈合流部より約 1 cm 末梢の脳底動脈より分枝し外転神経根と交叉して横走して CP angle cistern 内の lateral recess 近傍で屈曲して (meatal loop) 内耳道に internal auditory artery を分枝する . PICA の発達不良例ではこの部で lateral recess 内の脈絡叢へ choroidal artery を出すこともある . 第 IV 脳室に関係する重要な静脈は vein of the cerebello-medullary fissure (v. of the lateral recess) であり inferior medullary velum, tela choroidea , 小脳白質からの静脈血を受け , lateral recess と並行に外側へ走り出た後 flocculus 背側部や VII, VIII 神経根起始部に沿って走り lateral pontine vein に合流する . そして vein of great horizontal fissure などと合流して petrosal vein から superior petrosal sinus へ注ぐ . 第 IV 脳室上方では中小脳脚および上小脳脚の上部を走行する brachial branch の左右を小脳中心小葉 (central lobule) の前面で合流して 1 本の precentral cerebellar vein (PcV) となり正中の precentral cerebellar fissure を上行して Galenic vein または internal cerebral vein に注ぐ . 本静脈は側面像にて四丘体下丘縁の高さで中心小葉最前上縁の位置 (colliculo-central point, CCP) で後方にヘアピンカ - ブするため CCP は中脳水道の下縁の位置を示し , brachial branch は第 IV 脳室の上髄帆の変形の有無を血管写上で知ることができる . この brachial branch が lateral mesencephalic vein に交通するため , PcVは切断可能である .

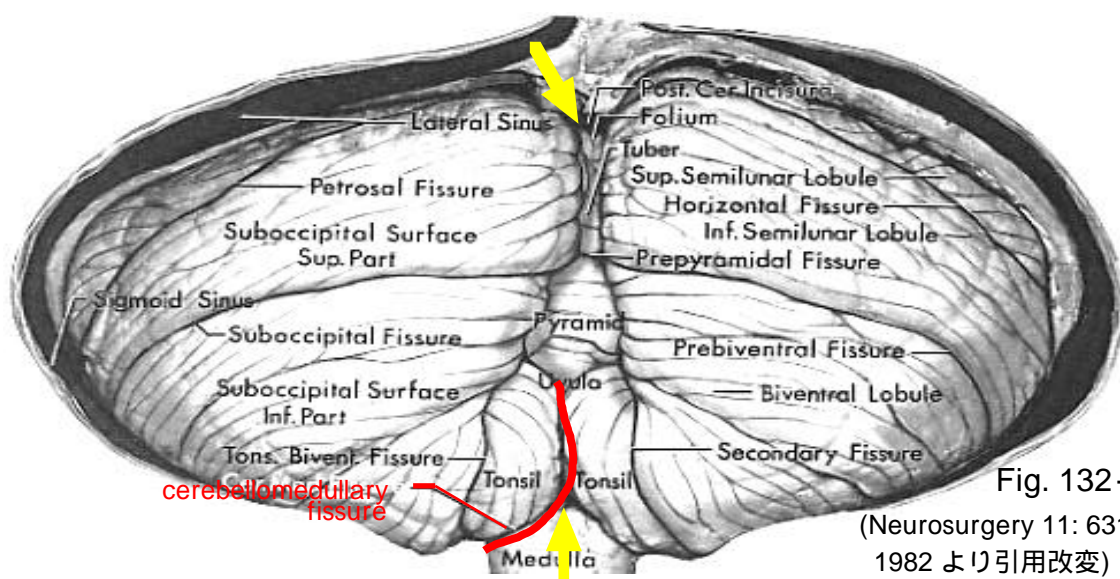


Fig. 132 - A  
(Neurosurgery 11: 631 - 667,  
1982 より引用改変)



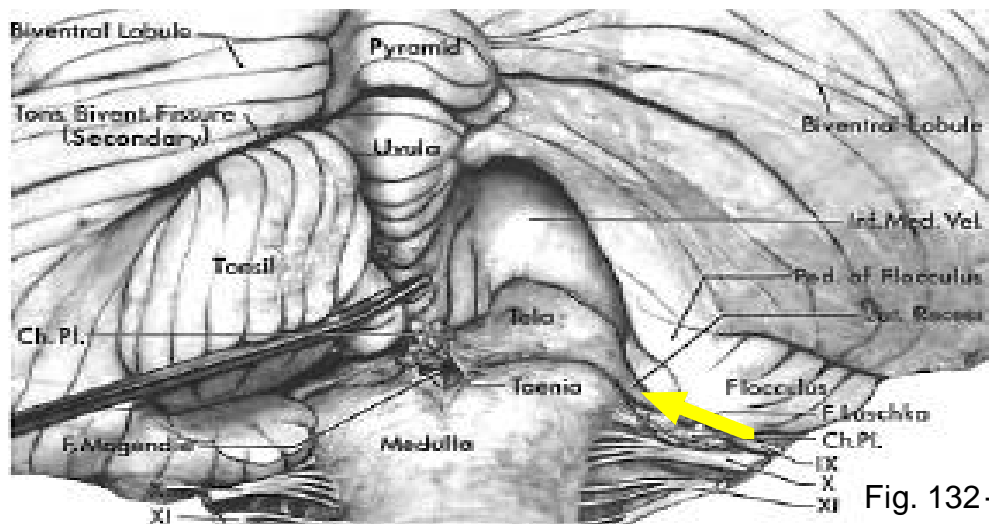
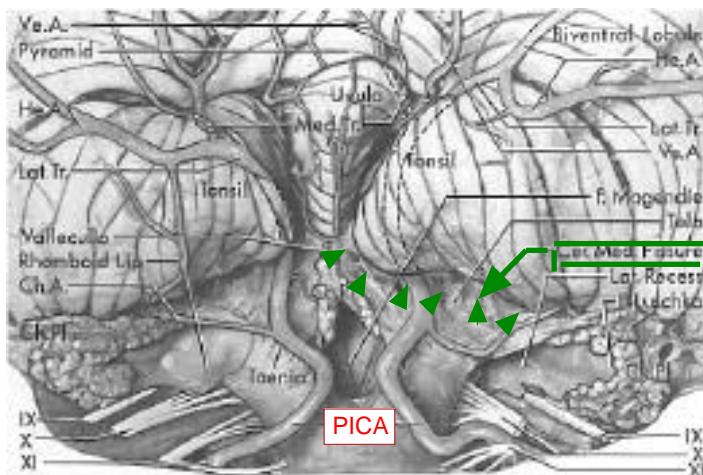


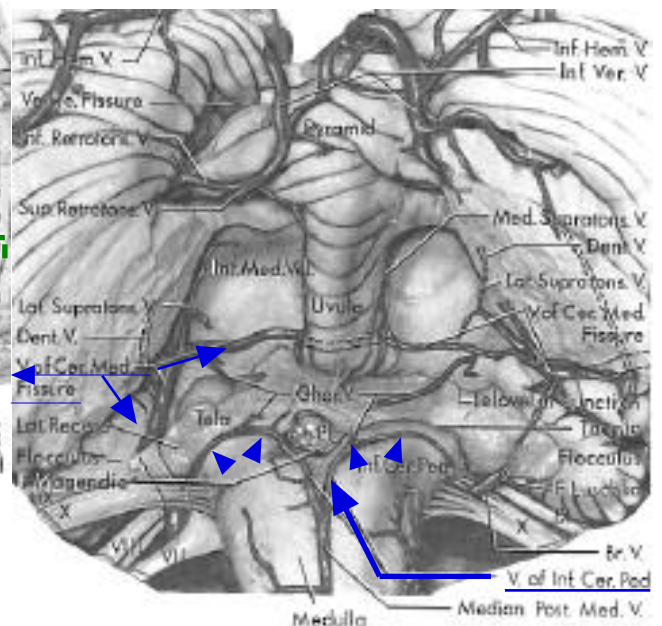
Fig. 132-B



PICA

Fig. 133

(Neurosurgery 11:631-667, 1982 より改変)



V of Inf. Cer. Ped.

- 2) 手術適応 : roof (velum), lateral wall, floor から発生することが多い medulloblastoma , 脳室内そのものに発生する choroid plexus papilloma, floor に浸潤している ependymoma や pontine glioma などの第 IV 脳室内腫瘍 . 他の vermis や tonsil に発生した血管性病変 (AVM, cavernous hemangioma, hemangioblastoma など) の手術法は floor に発生したものととはまったく異なる . 他に Arnold-Chiari 奇形に対する obex plugging などがある .
- 3) 手術手技 : floor に浸潤した病変と浸潤していないものとは手術法は異なる . 前者ではいかに延髄 , 脳橋の核および tract 損傷を避けるかが重要であり , 後者では出血コントロールのために feeder を確保しやすい手術法を選択すべきである . またアプローチの選択には前述の fissure を利用していかに第 IV 脳室を広く開放するかがポイントである . 体位としては sitting , prone position , park bench position (nap position) などがある .
- midline posterior fossa approaches : 第 IV 脳室内腫瘍などに対して , prone position で

肩側から覗きあげる様にアプロ - チする . 皮切は正中に置く . 開頭は横静脈洞下縁から大孔までとし必要に応じて C1 laminectomy する . 硬膜は Y 字形に切開する . 大槽を開放して髄液を排泄して除圧した後 , 左右の tonsil を separate して Magendie 孔を開け , cerebello-medullary fissure を分けて (この時 PICA を温存する) tonsil を小脳虫部より剥がす . そして uvula を上方に持ち上げて第 IV 脳室へ access する (uvula の下縁の高さに obex が位置する) . これでも不十分な場合に限り vermis 下部の uvula を (両側 PICA vermian branch 間で) 切開してさらに第 IV 脳室を開放する . vermis 下部切開をできる限り小さくすることで術後の cerebellar ataxia を軽減する (Fig. 134, 矢印) .

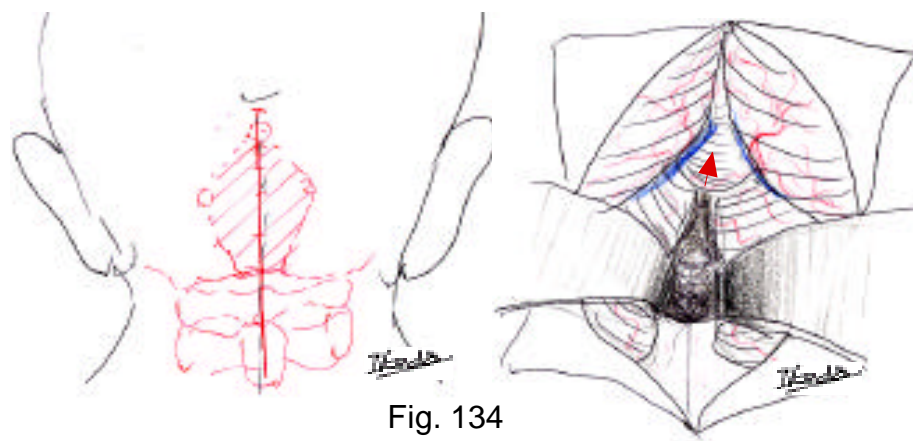


Fig. 134

medulloblastoma : 小脳虫部に好発する腫瘍で , 肉眼的には比較的境界明瞭だが増大するにつれて浸潤性が増す (直径 3 cm 以上 = stage T2 on Chang's stage<sup>7)</sup> 以上) . 上方 (中脳水道) への進展はまれで第 IV 脳室を充満し , 脳室底に浸潤して大槽へ進展する .

Chang's stage T1 例の摘出手術は , まず小脳扁桃を可能な限り左右に分け (Fig. 134) , 腫瘍化した小脳虫部 (uvula) を手がかりに上方へ剥離を進める . 腫瘍の内減圧 (debulk) をしながら腫瘍背部を小脳虫部から , 外側部を小脳半球より剥離する . 組織の固さの違いにより肉眼的に正常組織と剥離可能である . 腫瘍の外側下部は cerebellomedullary fissure を分けて露出剥離できる . さらに大きな腫瘍例では小脳虫部を切開する . また stage T2 以上では第 IV 脳室底の浸潤部は無理に摘出せずに , 術後の放射線療法に期待した方がよい .

ependymoma : 第 IV 脳室底の上皮細胞より発生する (発生母地は midfloor, lateral recess, roof の 3 type<sup>8)</sup>) . 周囲組織と明瞭に境界される柔らかい腫瘍で , 局所的に膨張して隙間を埋めるように発育する ("plastic ependymoma") . Magendie 孔から大槽へ , または Luschka 孔を経て小脳橋角部に進展したり , しばしば頸髄にまで降下する . このように浸潤性ではなく圧排膨脹性に発育するが , 神経機能を温存しつつの全摘出は困難 . 手術は小脳虫部を切開せずに第 IV 脳室内へ入り摘出する . 小脳扁桃を左右に分け obex を観察し ,

cerebellomedullary fissure を開く．腫瘍は発生母地以外の部では周囲と癒着しておらず，腫瘍 debulking を周囲組織との剥離を交互に進めながら摘出して行く．発生母地が roof (inferior medullary velum) の場合は全摘出が可能だが，この type は少ない．

choroid plexus papilloma : 脈絡叢より発生し，表面はカリフラワ - 状の不整乳頭状の腫瘍．脳室閉塞性水頭症により発見される場合が多い．全摘出により根治が可能だが，vascular-rich のため栄養血管 (PICA branch) を確保しておく必要がある．

cavernous angioma : 80%はテント上に発生するが，後頭蓋窩では pons, 小脳半球が好発部位である．下に第 IV 脳室 floor より発生した脳室内 cavernous angioma の全摘出例を提示する．subtonsilar route で左右の tonsil を広げ cerebellomedullary fissure を少し分けるだけで全摘出できた．

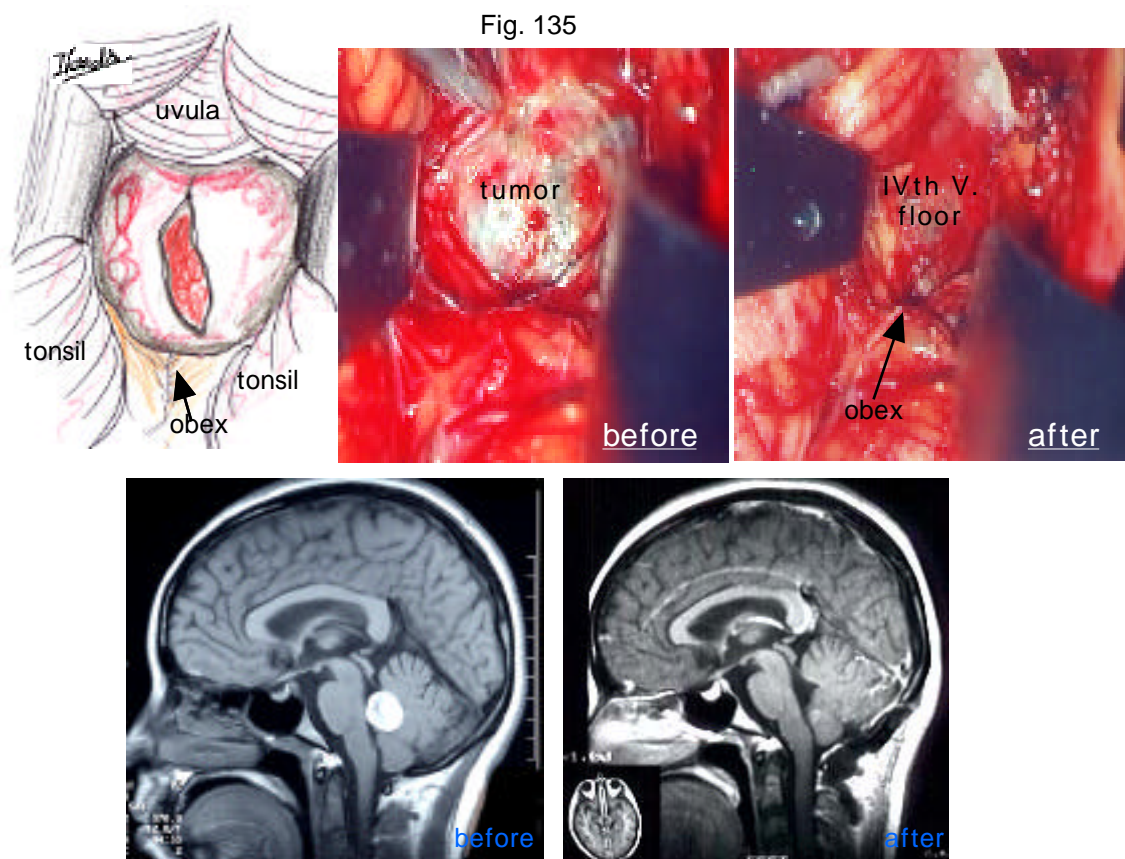


Fig. 136

paramedian posterior fossa approach : semiprone position. 第 IV 脳室外側部病変や VA-PICA 瘤例などに対して行なう．皮切は正中切開に inion 部で折り返す逆 U 字形の皮切を加え．開頭は median approach のものに S 状静脈洞内側まで広げる．硬膜切開後，cerebellomedullary fissure を開放した後，tonsil と flocculus を外側，IX, X 背部にまで圧排して Luschka 孔を開放する (Fig. 132-B) . Magendie-Luschka 孔，inferior

medullary velum を開けて第 IV 脳室を完全に露出する。この時，下小脳脚，PICA 本幹，脳幹への PICA branch，v. of lateral recess 損傷に注意する（脳幹梗塞，小脳静脈性梗塞による脳腫脹）(Fig. 133)。

脳幹への手術到達法：1) 小脳脚と facial colliculus 間 (suprafacial triangle)、2) facial colliculus と striae medullaris 間 (infracfacial triangle) の第 IV 脳室底には深部以外に重要な神経組織はない (Fig. 131)。

suprafacial approach : suprafacial triangle 内で正中溝から 4-5 mm 外側で上小脳脚縁から尾側に向い 1 cm 以内の範囲内の floor 切開を行う。MLF, facial colliculus, facial nerve の損傷を防ぐ。病変の主座が pons の頭側半分にある場合が適応となる。

infracfacial approach : infracfacial triangle からの侵入部は正中溝から 4-5 mm 外側で、striae medullaris 下縁から頭側に向い 1 cm 以内の範囲内である。病変の主座が pons の尾側半分にある場合が適応となる。本 approach は suprafacial approach よりも安全域が狭く慎重な手術操作を要する (Fig. 137)。

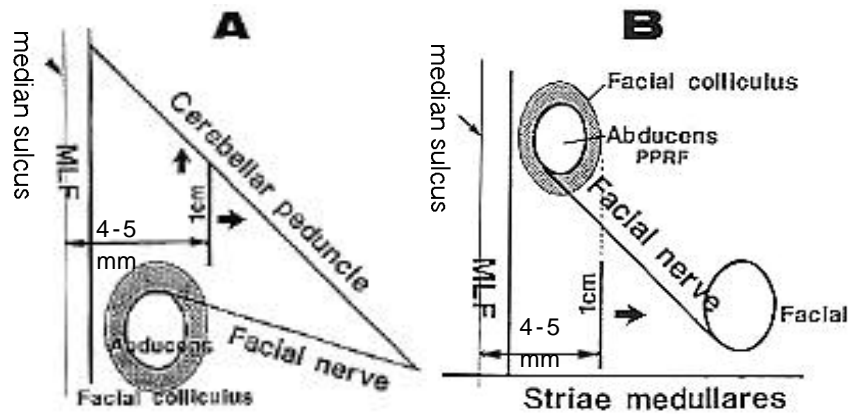
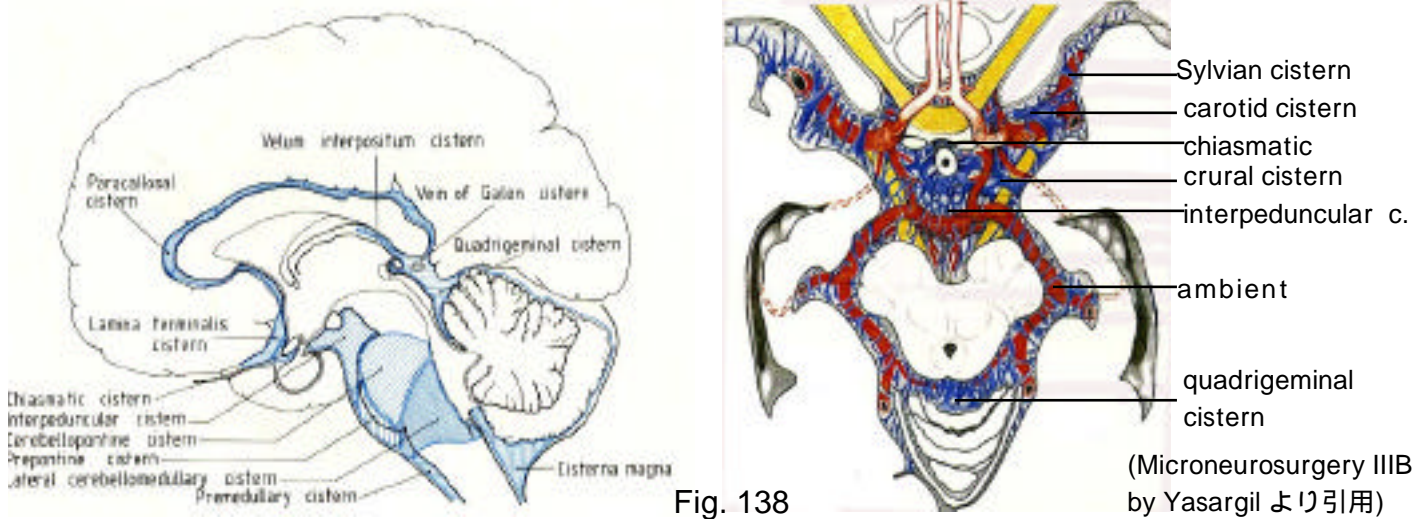


Fig. 137 (JNS 78: 987-993, 1993 より引用)

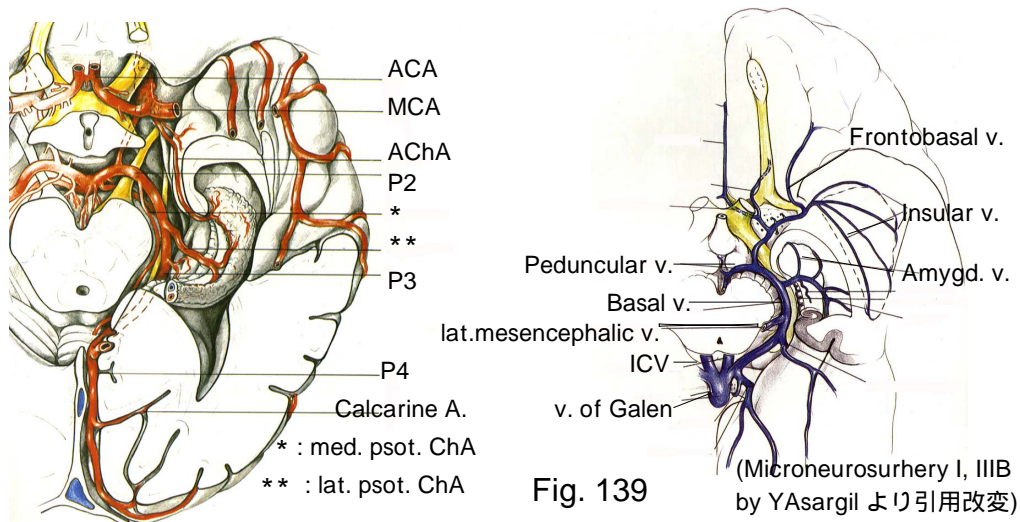
# 11. 迂回槽近傍および側頭葉内側部の病変へのアプローチ

## 1) 本開頭における基礎的解剖学

側頭葉内側の迂回槽 (ambient cistern) は脳幹の前面の prepontine cistern, crural cistern, interpeduncular cistern と後面の quadrigeminal cistern とを結ぶテント上の脳槽 .



脚間槽内では頭側より peduncular vein, 前脈絡叢動脈 (Ach), 後交通動脈 (Pcom), 動眼神経 (III), 上小脳動脈 (SCA) が横走り, 迂回槽内では頭側より basal vein of Rosenthal, PCA, テント切痕, 滑車神経 (IV), SCA が走る . テント切開 (transtentorial approach) 時の滑車神経損傷に注意 (側頭開頭の項を参照) .



迂回槽の天井は choroidal fissure (CF) と視索 (optic tract) が, 外壁は扁桃体 (amygdala), 海馬体および采を含む側頭葉内側部が, 内壁は中脳外側が形成する . 側脳室下角から迂回槽へは amygdala に連続する tail of caudate nucleus と hippocampus 間の CF を分けることで容易に達する (trans-CF approach, 後述) . この際, 脈絡叢を amygdala 側 (= 視床側) に付着させることで視床への動静脈を温存できる . 下角内のCFを露出するための側頭葉の切

開は，側脳室下角の先端が側頭葉先端より約 3 cm，CF の始まりが側頭葉先端より約 4 cm 中脳脳幹の前後経が約 2.5cm であることより，側頭葉先端より 4 cm で長さ約 2 cm 程でよい<sup>1)</sup> (Fig. 140) .

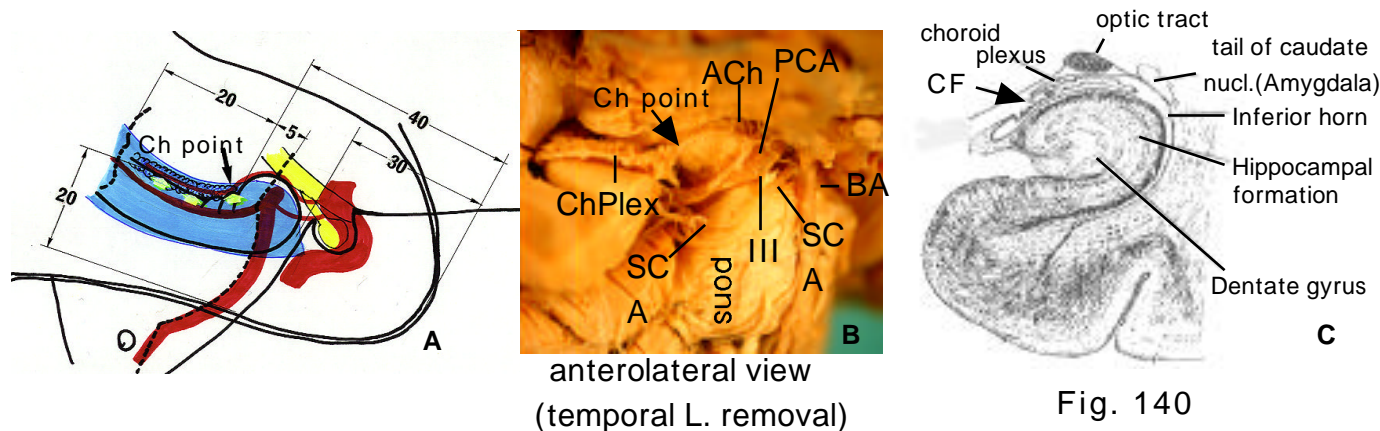
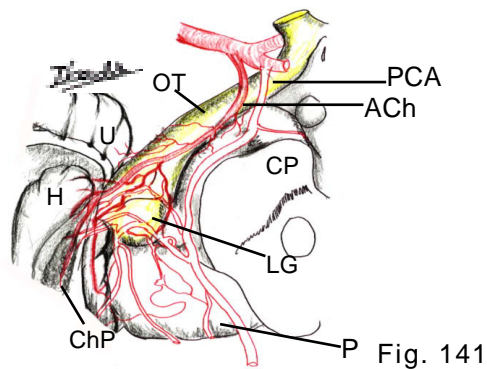


Fig. 140

側脳室下角への前脈絡動脈 (ACh) の流入部である angiographical plexal point (Fig. 142) 以下末梢の走行は choroidal fissure の走行を示す . この plexal point 以下の ACh の走行と PCA が近接した場合には trans-CF approach で PCA を捉えやすい . この plexal point の前方 5 mm から後方 2 cm が中脳の前後を示す (Fig. 140) .

ACh と PCA は迂回槽内を並行して走行し前者は後交通動脈 (Pcom) より遠位の内頸動脈 (ICA) より外側に向けて分枝し (90%) , まれに (10%) ACh の近位より 1 ~ 3 本の lenticulo-striate artery が分枝したり , 明瞭な ACh がなく最小血管群で置換されている場合や , double origin (ICA だけでなく同時に中大脳動脈より分枝) のこともあり variation に富む . 走行は ICA より出て後内方に走り視索を横断して , 視索の内側 (= uncus と大脳脚の間) を脚を取り囲むように脚間槽内を後方に向かい , 外側膝状体の前極部で何本かに枝分かれする . 大部分は視索を再び横断して側脳室下角に入り脈絡叢の前下部に達する (plexal point) (Fig. 142) . 本動脈が血液供給する主な組織は 視索表面 , 外側膝状体外側部 , 内包後脚の後ろ 1/3 , 視放線の起始部 , 線状体の一部 (淡蒼球) , uncus , 大脳脚の内側 1/3 , 脈絡叢 , 他に 扁桃核の一部 , 海馬体の前部 , 尾状核尾部 (ACh の parahippocampal branch , なお PCA の本 branch は海馬の後部を灌流する) など (Fig. 141) .

本動脈の閉塞による臨床症状は片麻痺 ( , の病巣) , 半身知覚傷害 ( の病巣) , 視野欠損 ( による同名四半盲+黄斑回避, による同名半盲) の 3 症候に集約される . しかし , 実際は側副血行路や血流の二重支配などの関係で , 線状体や視索の傷害による症状はあまり見られない .



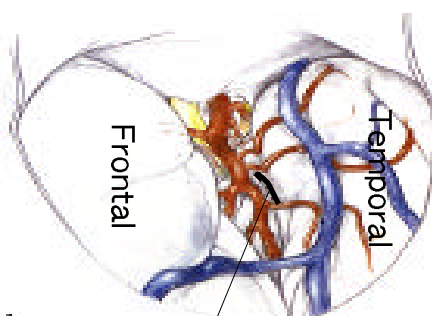
PCA: posterior cerebral artery  
 ACh: anterior choroidal artery  
 OT: optic tract  
 CP: cerebral peduncle  
 U: uncus  
 H: hippocampus  
 LG: lateral geniculate body  
 ChP: choroid plexus

Fig. 141

側頭葉内側や迂回槽に到達するためには subtemporal approach が一般的だが、側頭葉の圧排が強く、また vein of Labbe 損傷による側頭葉の挫傷並びに静脈性梗塞の危険が高い。Yasargil<sup>2)3)</sup> は側脳室下角へ入る手術法として 1) amygdalaやhippocampus前半部 (basal temporalの前2/3)には pterional approach で sylvian fissure を開放し内側の inferior insular sulcus を切開して入る到達法 (route A) と、2) 後半部には subtemporal approach で側頭葉外底面の inferior occipititemporal sulcus や collateral sulcus から下角へ入る到達法 (route B, C) を提唱した (Fig. 143, amygdalahippocampectomy)。



Fig. 142



anterior temporal stemに横切開して下角内へ (route A)

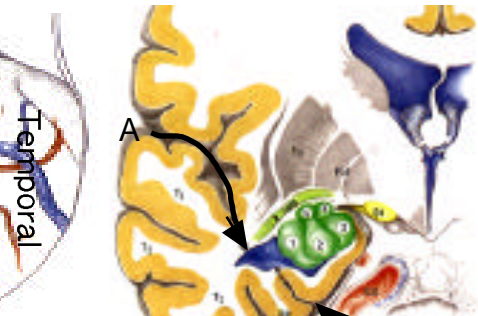


Fig. 143

(Microneurosurgery IVB by Yasargil より引用改変)

## 2) 手術適応

後大脳動脈瘤 (P2 ~ P3), STA-PCA (-SCA) bypass, amygdalahippocampal AVM (anterior choroidal artery AVM), medial temporal lobe glioma, tentorial meningioma extending into the inferior horn, amygdalahippocampectomy for epilepsy, 側頭葉下角内病変など。

## 3) 手術手技

subtemporal approach (PCA aneurysm, STA-SCA or -PCA bypass surgery): temporal lobe への過度の圧排を避けるため、zygomatic arch や外耳孔上壁を骨削除してより底面より側頭葉下より access する。SCA-PCA 間の動眼神経を確認して、両動脈を同定する。テ

ント縁を切開すると術野が広がり側頭葉の retraction がさらに軽減できる。さらに recipient artery 下に cottonoid を敷いてこれを浮かすことにより手術距離が近くなり、吻合がより容易となる。外耳道よりも後方より subtemporal に access する場合、最大の障壁は vein of Labbe である。優位半球側での本静脈の損傷は Wernicke's aphasia や Gerstman 症候群を生じやすい。

trans-choroidal fissure (CF) approach (Ikeda<sup>1)</sup>)

側脳室下角内および側頭葉内側部の病変(腫瘍, 前脈絡動脈 AVM): 流入動脈の前脈絡動脈や PCA の枝などを早めに処理でき, 術野の確保に側頭葉の圧排が不要。

迂回槽近傍病変 (PCA 脳動脈瘤), STA-PCA bypass surgery : 迂回槽内 PCA 瘤 (P2-3) が前脈絡動脈の choroidal point (choroidal fissureの最前部を位置する) の近傍に位置する場合や STA-PCA bypass 手術の際に PCA が同部に近接する時には, subtemporal approach で PCA に近接するよりは本法の方が有用である。なお, P3-4 より末梢の瘤に対しては interhemispheric occipital (transtentorial) approach が有用である (Fig. 145 - 147)。

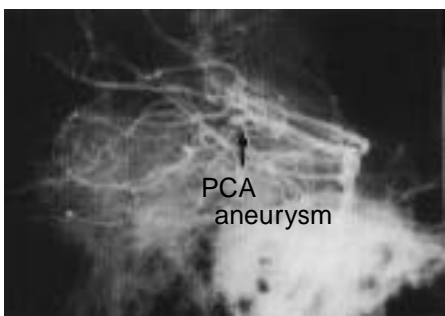


Fig. 144

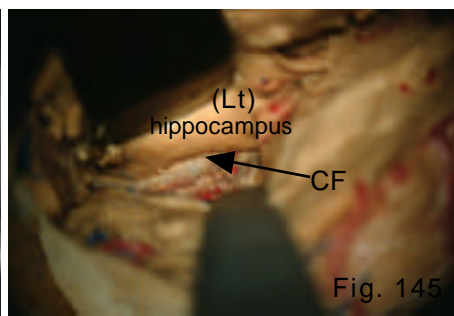


Fig. 145



Fig. 146

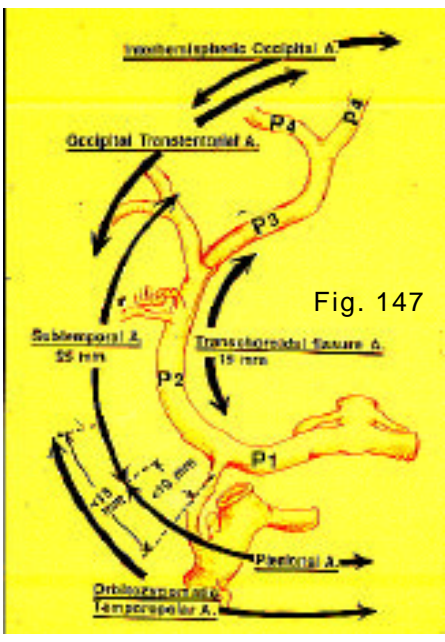


Fig. 147

trans-collateral sulcus approach (Heros<sup>4)</sup>) : subtemporal approach の変法だが, より深部の lateral occipitotemporal (= fusiform) gyrus と parahippocampal gyrus 間の collateral sulcus に皮質切開を加えて側脳室下角内へ入り hippocampal lesion へ approach する (Fig. 148) . parahippocampal gyrus や uncus を広範に病変が占拠している場合が良い適応となる。collateral sulcus 経由は Meyer's loop を障害しない利点があるが, 実際には少ない側頭骨底部の骨削除で下角に到達するのに最も良い脳溝は lateral occipitotemporal



sulcus である . この脳溝は collateral sulcus よりも側脳室下角までの距離は僅かに遠いが , 方向が下角の外側縁に向かっているため溝に沿って行けば下角に容易に到達する (Fig.148, 149) .

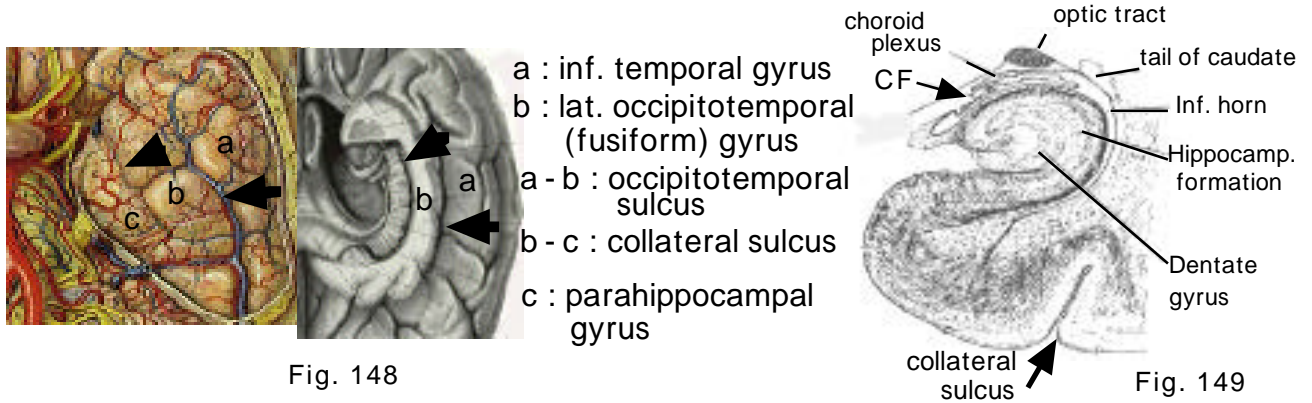


Fig. 148

Fig. 149

後大脳動脈(PCA)瘤の手術法 :

Pcom, P1, P2 (10mm 遠位まで)には pterional approach で対応できる (Fig. 150) . 側頭葉先端部を後方圧排すると (temporopolar approach) , P2 (15mm 遠位まで)に対応できる (Fig.151, 152).

迂回槽内の P2 ~ P3 には subtemporal approach で対応できるが側頭葉の圧排が強く、P3 には Labbe's vein による制限のため困難な場合がある。これに trans-CF approach (Fig. 153) が対応できるが術野が幅 15mm と狭く海馬の下方への圧排が危惧されるが、右からのアプローチのみの経験<sup>1)</sup>では術後に記憶障害は出現していない。

P2/3 ~ P4 に対してはテント切開にて術野が広がる occipital transtentorial approach が (Fig. 154) , P3 ~ P4 にはテントを切開せずとも interhemispheric occipital approach で対応できる .

以上より P1 ~ P2 瘤に対しては Orbitozygomatic temporopolar approach が Pterional や Subtemporal approach よりも広い術野が得られ、P2 ~ P3 瘤には Subtemporal approach が一般的だが、親動脈の近位部を確保でき術野も広い trans-CF approach も一考である。P3 ~ P4 瘤には P3 部を確保する点では interhemispheric occipital approach は不適で、Occipital transtentorial approach (Fig. 155) が最適である (Fig. 147)。

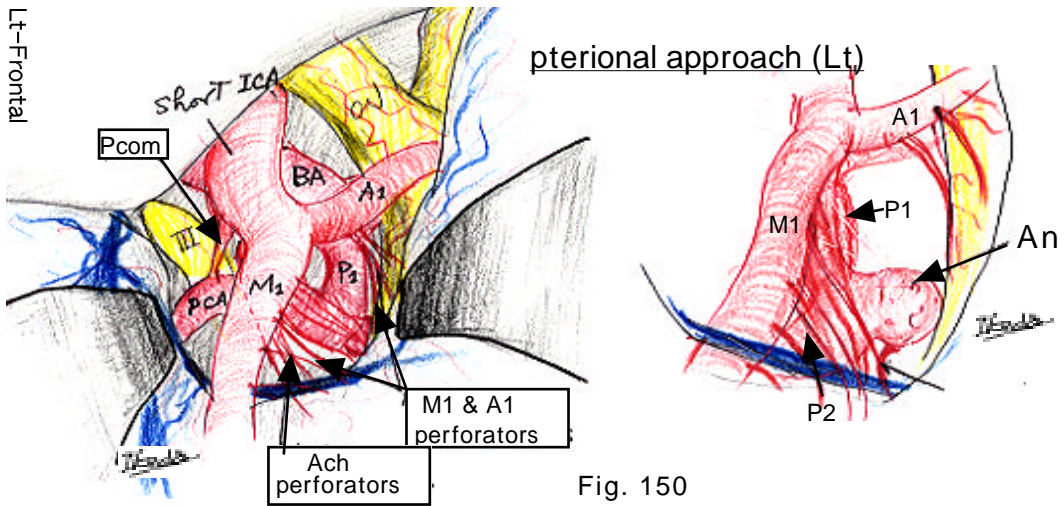


Fig. 150

Fig. 151

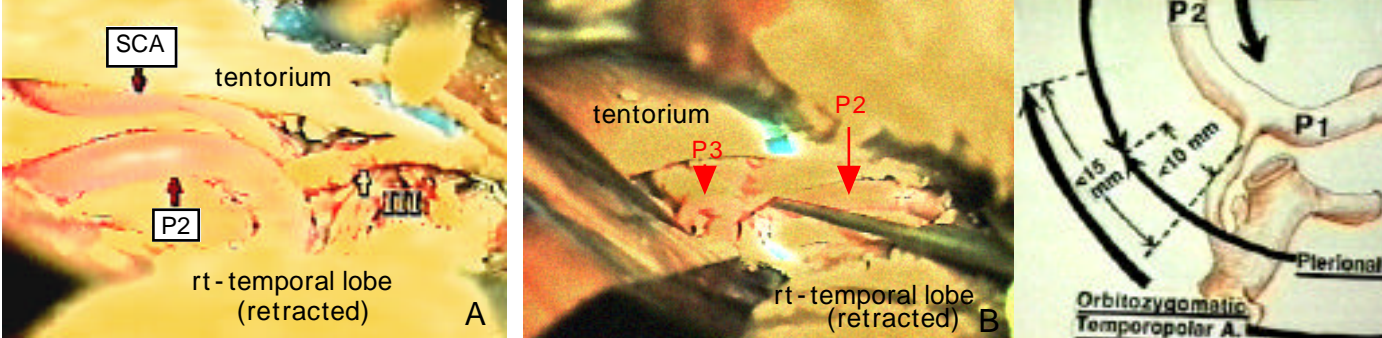


Fig. 152

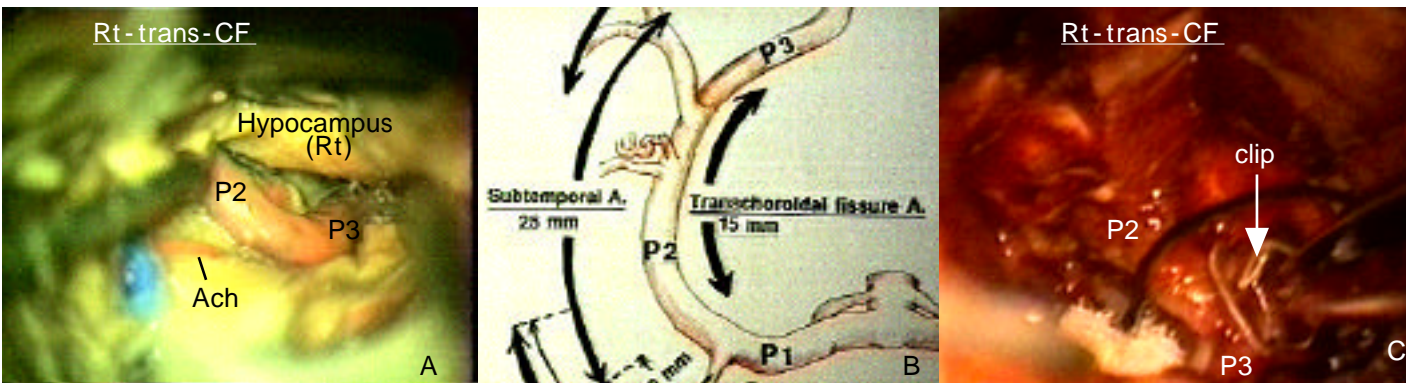


Fig. 153

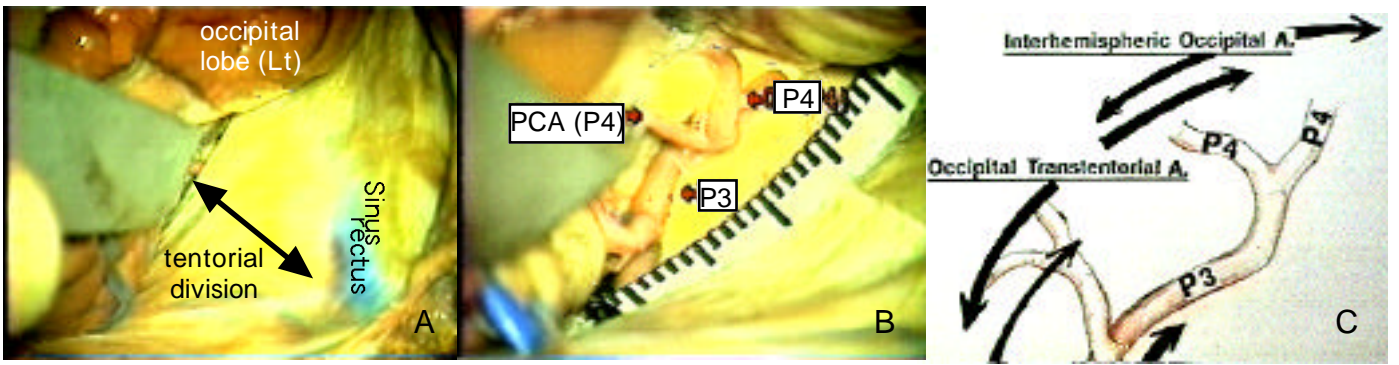


Fig. 154

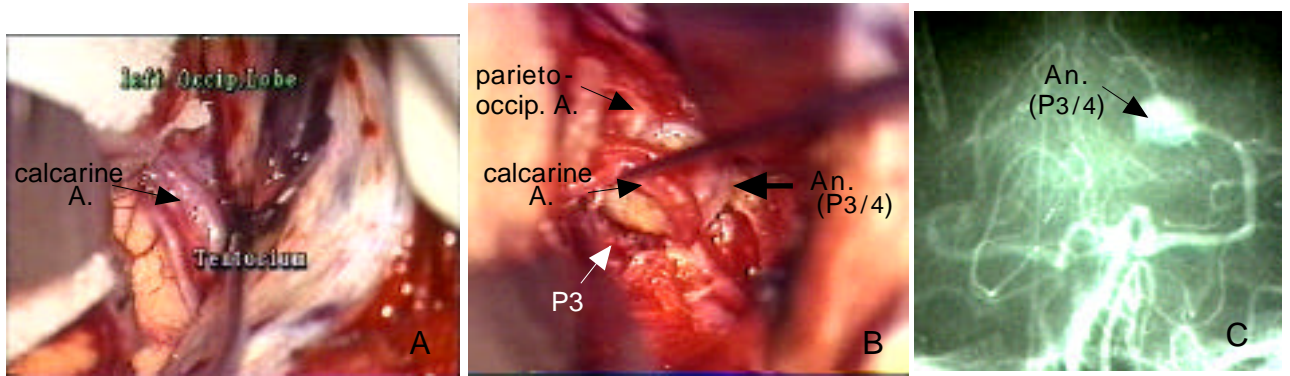


Fig. 155

### 13. 斜台への手術アプローチ

#### 1) 本開頭における基礎的解剖学

斜台は dorsum sellae から foramen magnum にかけての slope を指す。骨構成は sphenoid bone の body 部分と occipital bone の basilar part より成る。前端には sphenoid sinus があり nasopharynx の後壁に当たる。下端の basion には craniovertebral junction を構成する筋・靭帯の付着部である (この部は開口時の咽頭後壁に当たる)。斜台幅の指標は左右の jugular tubercle 間の transjugular distance で、平均 2.0 cm である。

斜台硬膜下には basilar venous plexus が発達し、上方では cavernous sinus、後下方では大孔縁の marginal sinus、外側では inferior petrosal sinus と交通している。硬膜への arterial blood supply は前上部では内頸動脈の C4 segment からの硬膜枝より、後下部では外頸動脈からの ascending pharyngeal artery ならびに椎骨動脈の硬膜枝により供給される。

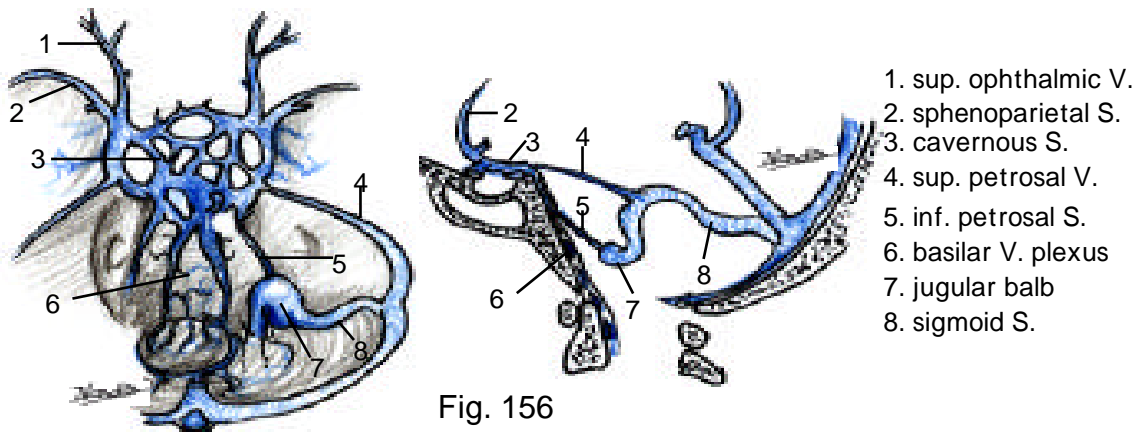


Fig. 156

斜台は錐体先端部の三叉神経根の高さ、jugular tubercle (IX nerve の高さ) により upper part, middle part, lower part の3部分に分けられる (Fig. 157)。

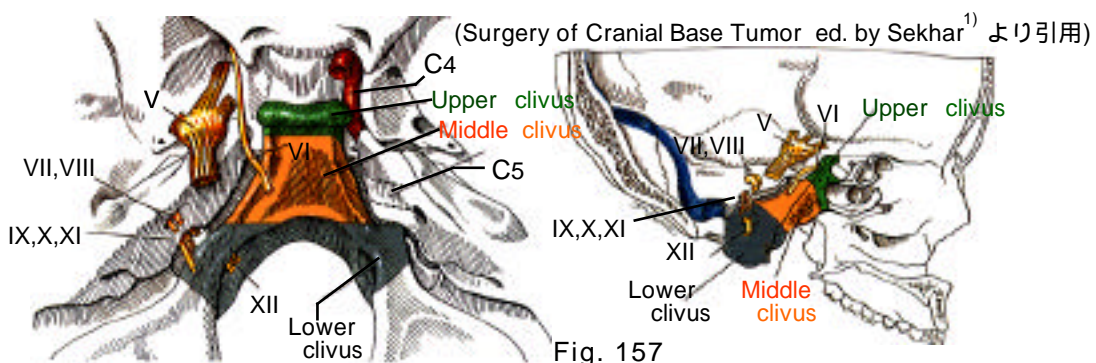


Fig. 157

斜台の上前側方には左右の foramen lacerum, carotid canal があって内頸動脈が近接し、トルコ鞍部で最も左右が平均約 15 mm まで近接する (Fig. 76)。外側には inferior petrosal sinus と jugular tubercle があり、下後方には occipital condyle、hypoglossal canal があって側方への拡大が制限される。

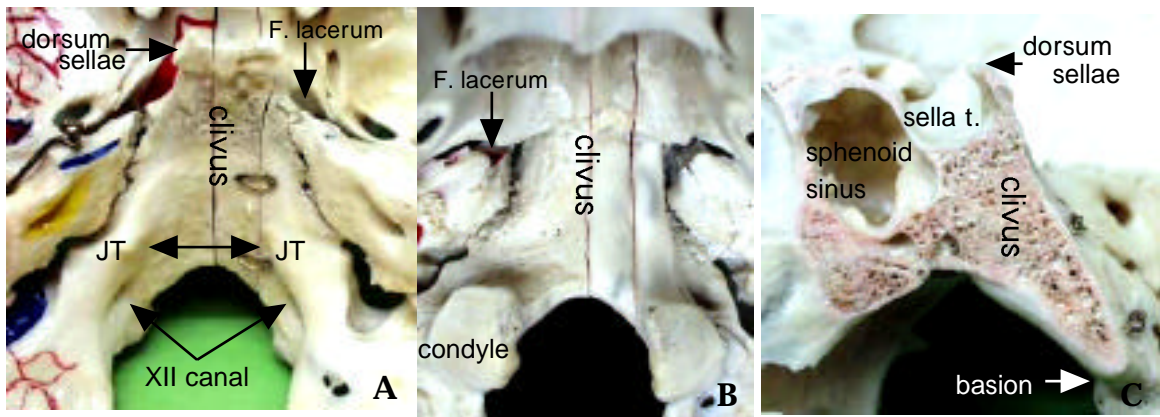
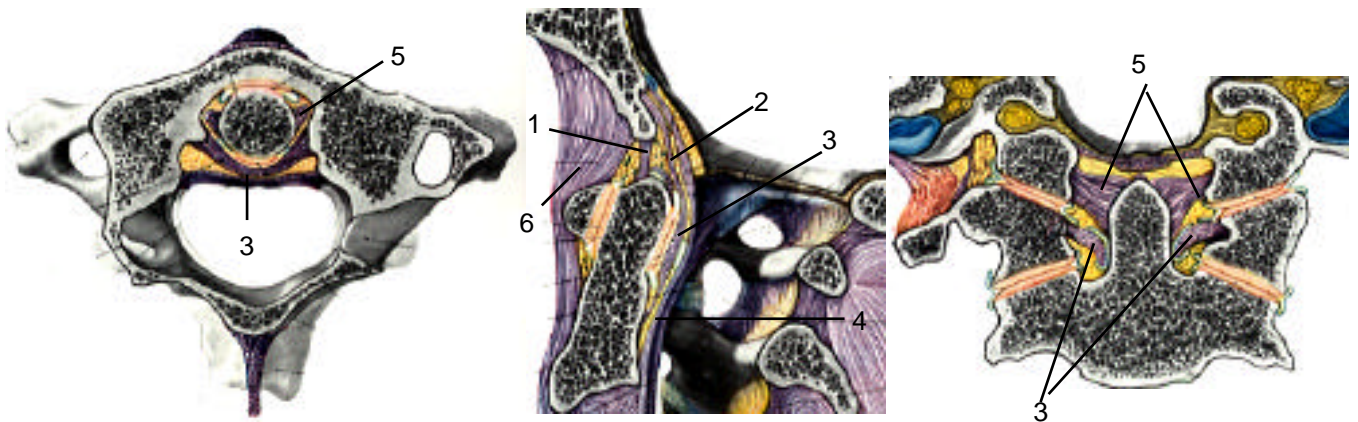


Fig. 158

斜台への前方アプローチの transoral approach では、Crockard 開口器で開口した後 (Fig. 99)、咽頭粘膜の正中縦切開 咽頭後部筋群 (M. longus colli, M. longus capitis) を左右へ剥離し、anterior atlanto-occipital membrane下の atlas の前弓、C2 body、basion (斜台下端) を同定する (Fig. 159)。atlas および 斜台下部を骨削除することで軸椎 dens を露出し、靭帯を含め除去して硬膜に達する (Fig. 102)。本アプローチで得られる術野は上限が clivus 下 1/3で下限はC2 椎体前面までである。横幅は 15-20 mm しかない。さらに上方へは硬口蓋を追加削開することで、下方へは下顎の亜脱臼や下顎正中割断の mandibular splitting を追加することで対処する。



1. Lig. apicis dentis    2. Lig. cruciforme (sup)    3. Lig. transversum    4. Lig. cruciforme (inf)  
 5. Lig. alare    6. ant. atlanto-occipital membrane

Fig. 159  
 (Pernkopf 臨床応用局所解剖図譜より引用改変)

斜台への他の前方アプローチである transsphenoidal approach は tuberculum sellae - sella turcica - clivus 上部まで到達できる (Fig. 160)が、inferior petrosal sinus、両側 ICA (C5)、jugular tubercle、occipital condyle、hypoglossal canal 等の側方制限を受ける。

2) 適応: chordoma, meningioma, clival metastatic tumor (hepatomaなど), 骨性腫瘍, 頭蓋底陥入症、AADなどの骨性病変、硬膜内病変として脳底動脈瘤や脳幹腹側部腫瘍など。

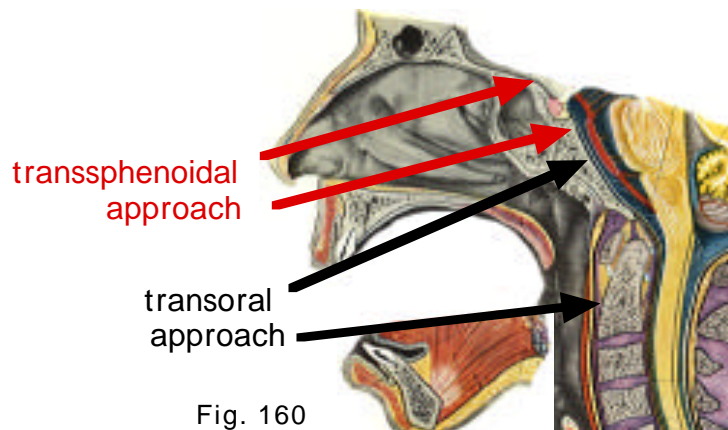


Fig. 160

(Pernkopf 臨床応用局所解剖図譜より引用改変)

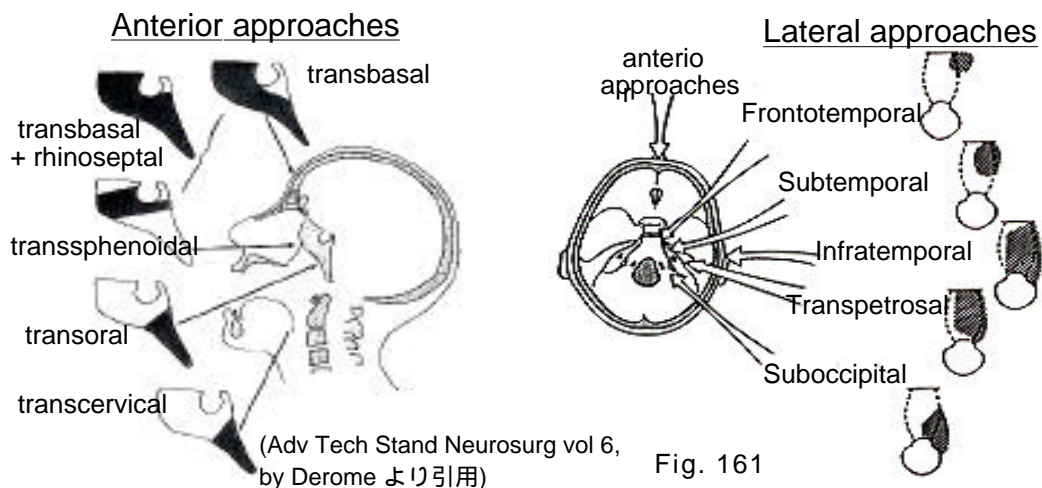
## 2) 手術：

体位： 前方からのアプローチのうち、transsphenoidal approach, transoral approach, transmaxillary approach, Le-Fort maxillotomy などでは上半身を30° 挙上し、頭部を患者の左側に20～30° 振った体位。正中到達法では仰臥位 (頭部は正中位) で前頭葉の retraction 軽減のため vertex down とする。傍正中部の病変に対しては中頭蓋窩経由では仰臥位 (反対側に頭を傾ける) または側臥位、後頭蓋窩経由では腹臥位、側臥位 (park-bench position, nap position) または座位とする。

### 手術法

一般に斜台への手術アプローチは 1) 正中の副鼻腔を介した前方からのアプローチ、2) 外側からのアプローチ (中頭蓋窩および経錐体経由)、3) 後外方からのアプローチ (後頭蓋窩経由) に大別される。手術法の決定にはこれに斜台の上中下部病変部位の3つの factor が加わる (Fig. 161)。

1) 硬膜外の斜台腫瘍 (chordoma など) に対しては、rostral clivus に対しては海綿静脈洞への浸潤例も含めて外側からの unilateral subfrontal or frontotemporal (pterional) (trans-cavernous) approach、前方からの transsphenoidal approach、midclivus に対しては lateral approach (infratemporal fossa & transpetrosal route の subtemporal transtentorial approach or with total petrosectomy)、mid ~ lower clivus には経上顎洞的アプローチである transmaxillary-transnasal approach & Le Fort-I maxillotomy<sup>2)</sup>、inferior clivus & craniovertebral junction に対しては後方からの suboccipital retrosigmoid approach, trans-condylar approach<sup>3)</sup>、前方からの transoral approach などがある。clivus 全域の病変に対しては midline approach として transbasal approach<sup>4)</sup>, extended frontal approach<sup>5)</sup> などがある。



2) 斜台部の硬膜内腫瘍に対しては、三叉神経より上方の upper clival part ~ petrous apex 部 (テント上) で海綿静脈洞や小脳テント硬膜への浸潤 (-) 例に対する transsylvian route (+) 例に対する zygomatic osteotomy (+ tentorial division) による subtemporal route (Fig. 162) がある。三叉神経より下方の V-IX nerve 間の middle clival part (テント下) には後方からの lateral suboccipital route のみで可能だが脳神経損傷に注意を要する。upper ~ middle part から中頭蓋窩に及ぶかなり大きな petroclival meningioma 例では petrosal approach (Al-Mefty<sup>6)</sup>) ~ total petrosectomy (excision of the entire petrous temporal bone + VII and VIII resection + interposition graft of VII / Combined retroauricular transpetrosal - transtentorial approach by Hakuba<sup>7)</sup>) による transpetrosal route (Fig. 164) が、さらに側頭窩下にまで進展したのものには侵襲の大きい frontotemporal craniotomy + zygomatic osteotomy + removal of mandibular joint (triple-door osteotomy) による前外方からの subtemporal & preauricular infratemporal route (Sen & Sekhar<sup>8)</sup>) がある (Fig. 163)。lower clival part 部 (IX - Foramen magnum) 腫瘍に対しては障壁となる jugular tubercle や occipital condyle を削除する transcondylar approach が有用となる (Fig. 165)。

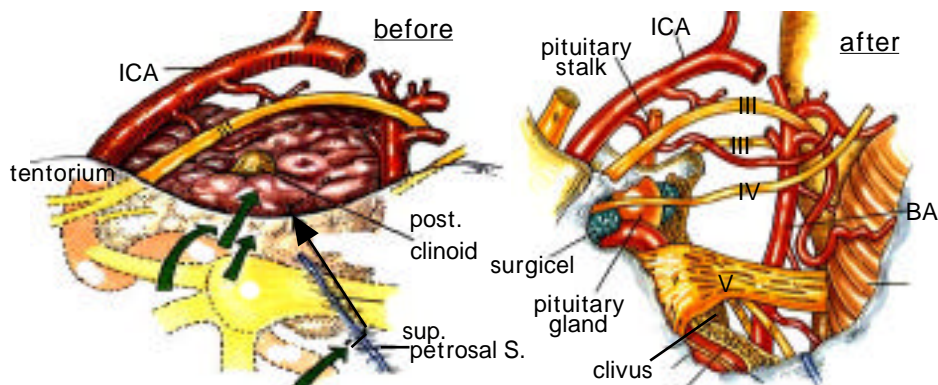


Fig. 162 Subtemporal, transcavernous, and transpetrosal, and approach (Surgery of Cranial Base Tumors, ed. by Sekhar et al.<sup>1)</sup> より引用)

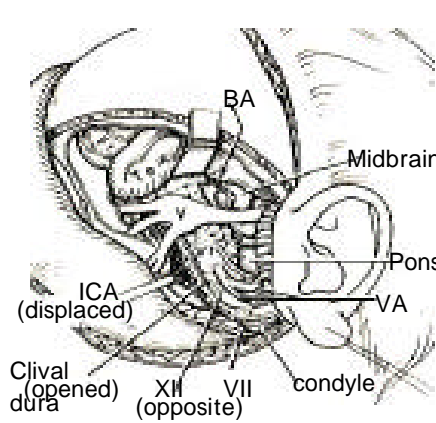


Fig. 163 (文献9)より引用)

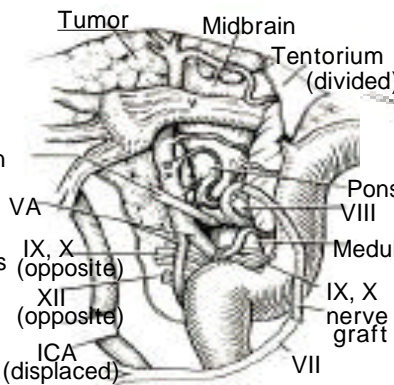


Fig. 164 (文献9)より引用)

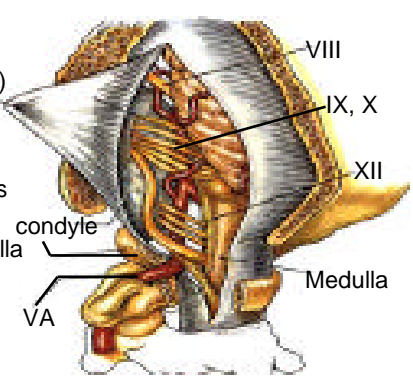


Fig. 165 (文献1)より引用)

### 3) 代表的アプローチのポイント

#### Anterior approaches to the clival lesions

原則的には硬膜外の斜台病変が適応だが、術野の左右幅が狭く術後の髄液漏や感染の危険性が高い欠点がある。

transsphenoidal approach : chordoma など正中に位置する硬膜外腫瘍に対して有用な手術法で tuberculum sellae - sella turcica - clivus 上～中部までの範囲に到達できる (Fig. 160, 166) がトルコ鞍部で両側内頸動脈が平均約 15 mm まで最も近接する (Fig. 76) ため、左右の術野の制限を受ける。clival chordoma の全摘出は非常に困難であり部分摘出にとどめ、resection cavityには髄液漏防止のため脂肪組織を充填する。(詳細は別項で述べる)

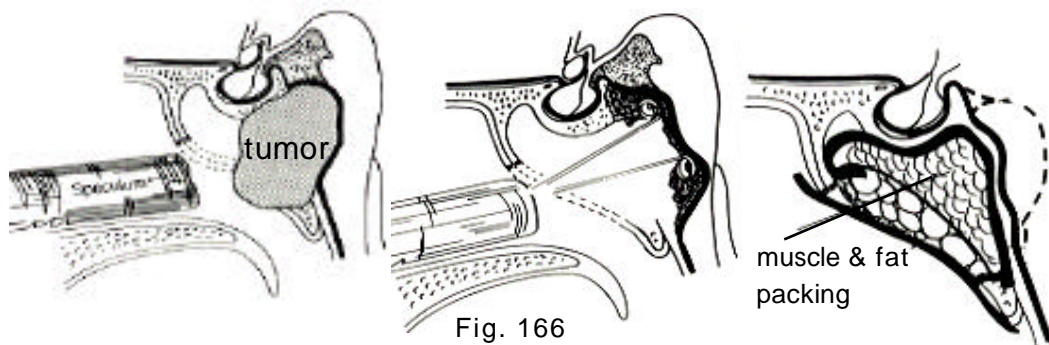


Fig. 166

transoral approach : extensiveなclival chordoma には本法が有用だが、得られる術野の上限はclivus 下 1/3 で下限は C2 椎体前面までで (Fig. 160)、横幅は 15-20 mm と狭い。さらに上方へは硬口蓋を追加削開することで、下方へは下顎の亜脱臼や下顎正中割断の mandibular splitting を追加することで対処する (詳細は『頭蓋頸椎接合部への手術アプローチ』を参照)。

transmaxillary-transnasal approach & Le Fort-I maxillotomy : trans-sphenoidal approach の術野の狭さを少しでも改善するため、経鼻腔経由でのtrans-maxillary approach や本法がある。前者は一側の上顎洞から蝶形骨洞に達して鼻腔と副鼻腔を一つのスペースとして斜台へ access する (咽頭粘膜を切開するため口腔とも交通する)のに対し、後者は



maxillotomy により硬口蓋を下方へ押し下げて、より左右に広い侵入口を確保する (Fig. 77-C)。clivus 上～中部に到達可能。

transbasal approach<sup>4)</sup> : esthesioneuroblastoma (olfactory neuroblastoma , sinonasal undifferentiated squamous cell carcinoma, angiofibroma, lymphoma など) のような前頭蓋底正中病変に対して前頭葉底部を上方に retraction して前頭蓋底骨を開放して病変にアプローチする。過度の retraction による前頭葉損傷の危険性が高い (Fig. 78-B)。clivus 中～下部に到達可能。

extended frontal approach<sup>5)</sup> : 上記の transbasal approach に en bloc orbito - fronto-ethmoidal osteotomy を追加して前頭葉 retraction を軽減させ広い術野が得られる改良法 (Fig. 78, A) で鞍背の背後以外は殆どの斜台病変に到達できる。transbasal approach では遠い病変までの距離を短縮できる利点もある (Fig. 77, 78-A, 79)。

#### Lateral approaches to the clival lesions

原則的には硬膜内の斜台病変に到達する手術法で、sub- (infra-) temporal route ならびに retro- (pre-) sigmoid suboccipital route を確保するために頬骨弓や中頭蓋窩骨、錐体骨、jugular tubercle、occipital condyle などの頭蓋底骨削除など侵襲が大きく、対側病変への到達が困難で脳神経損傷の可能性などの欠点がある。

subtemporal, transcavernous, and transpetrous apex approach : 一側の upper clival part ~ petrous apex にかけて海綿静脈洞に進展した硬膜内腫瘍に適応がある。Kawase's transpetrosal approach<sup>10)</sup> の modification である。extradural middle fossa dissection を行い、Kawase's triangle を開き錐体先端部を中心に anterior petrosectomy をする。上錐体静脈洞を切断してテントを切開し、硬膜内に後頭蓋窩に達する。III, IV, V, VI 脳神経の温存に注意する (Fig. 162)。

subtemporal & preauricular infratemporal approach<sup>8)</sup> : temporal craniotomy + zygomatic osteotomy + mandibular joint resection (triple-door osteotomy) により Fig. 163 のように三叉神経根から三叉神経3枝ならびに C4～C5 の ICA を露出して硬膜外に側頭葉圧排して側頭下窩から upper ~ middle part の斜台病変の腫瘍摘出をする。海綿静脈洞内から蝶形骨洞内、さらに対側の ICA 近傍まで腫瘍を摘出できるが、対側 ICA の位置を知る解剖学的指標が乏しいため ICA 損傷に注意を要する。下顎骨関節を切除して三叉神経第3枝を切断し、側頭下窩の筋群を切断すると斜台下部近くまで到達できるが、かなり侵襲の大きい radical な手術法である。

transpetrosal approach (petrosal approach by Al-Mefty<sup>6)</sup> ~ total petrosectomy) : 前法より後方で全錐体骨の骨削除 (extended transcochlear approach で total petrosectomy と顔面神経の transposition with or without nerve graft) を行い上錐体静脈洞とテントを切断し presigmoid と subtemporal route より斜台全体に到達する。迷路を壊さずS状静脈洞を切断しない Al-Mefty の retrolabyrinthine petrosal approach<sup>6)</sup>では upper ~ middle part の斜台病変にしか対応できないが、total petrosectomy approach でS状静脈洞を切断するか、jugular bulb を開放すると petroclival tumor に対して最も広い術野が得られる (Fig. 164)。

transcondylar approach for congenital bone anomalies, RA, and os odontoideum<sup>3)</sup> : anterior craniovertebral junction 部の硬膜外腫瘍性病変に対してtranscondylar approach によりC1 lateral mass, occipital condyle, 必要に応じて歯状突起や斜台下部の除去の後、後頭骨 C2 pedicle 間の plate and bony fusion を行った。利点は transoral approach の様な感染を避け強固な固定が得られる (Fig. 105, 165) .

## 14. 海綿静脈洞内病変へのアプローチ

### 1) 本開頭における基礎的解剖学

海綿静脈洞 (cavernous sinus, CS) は両側の中頭蓋窩内側部、錐体先端部、斜台上部の硬膜下に位置する静脈洞でトルコ鞍底部で左右が交通し、後方で superior and inferior petrosal sinus に、外側で temporal base の basal vein に、前方で sphenoparietal sinus, inferior and superior ophthalmic vein に交通している (Fig. 167)。CS 内を内頸動脈 C5-C4-C3 portion 並びに III, IV, V, VI 脳神経が貫通走行している。

CS は硬膜の two layers (visceral & periosteal) から構成され、両者間に CS ならびに venous plexus が存在する (斜台の basilar venous plexus も両 layer 間にある)。CS の内側では visceral layer は折り曲がって diaphragma や tentorium 下面に連続する。CS の外側壁は visceral layer の分かれた inner layer と outer layer の 2 層から成る。脳神経や内頸動脈はこの inner layer に包まれて CS 内を走行する。CS の外側壁の外側層は側頭葉が大きくなるにつれ側頭葉の固有硬膜が CS 外側壁を被い形成されるとされ、extradural dissection で中頭蓋窩硬膜 (periosteal layer + visceral layer が癒合している) の periosteal layer (= periosteum) を卵円孔部の硬膜翻転部で切開して periosteal layer で被われた CS 外側壁を硬膜 visceral layer から容易に剥離して露出できる。脳神経は CS 外側壁の periosteal layer を介して透見できる (Fig. 168)<sup>2)</sup>。

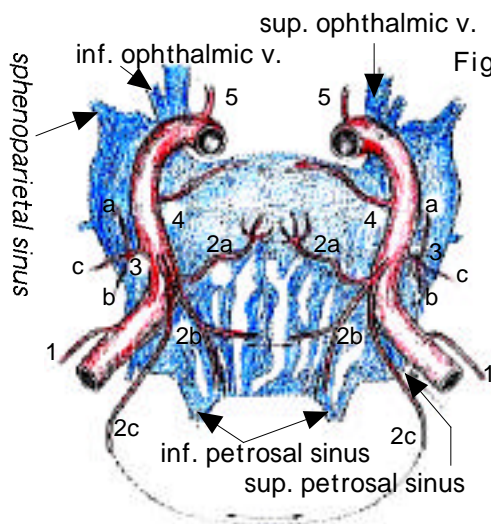


Fig. 167

1. carotico-tympanic A.
2. meningo-hypophyseal trunk
  - a. inf. hypophyseal br.
  - b. dorsal meningeal br.
  - c. tentorial br.
3. inf. cavernous sinus A.
  - a. branches to III, IV
  - b. br. to the Gasserian G.
  - c. anastomosis with MMA and accessory MA
4. capsular A.
5. ophthalmic A.

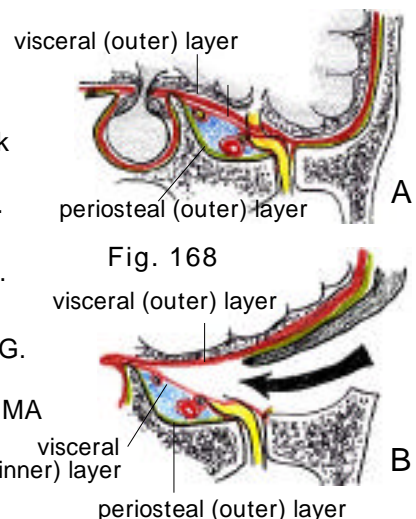


Fig. 168

内頸動脈の走行：内頸動脈 (ICA) は foramen lacerum より頭蓋骨 (petrous bone) 内を posterior loop から lateral loop を越えて頭蓋骨内に入り、CS 内を C3 の siphon 部を経て C2 前半部の clinoid portion まで走行を走行する (lateral ring から distal ring まで)。なお、ここで述べる C1 ~ C5 の 5 segments は Fisher による分類<sup>1)</sup> で脳血管写に基づくものである。

Fisher は心臓側より総頸動脈分岐部より頭蓋骨に入るまでの cervical portion ならびに頭蓋骨 (錐体骨) 内の petrous portion の末梢から内頸動脈分岐部 (carotid fork) までを 5 segments に分類した。すなわち、CS 内に入って三叉神経 Gassel 節下を潜行する ganglion portion を C5、IV, III 神経下を走行する cavernous portion を C4、前床突起除去によって出現する前方に凸の carotid siphon 部を C3、CS から出て硬膜内に入って眼動脈を分枝し後交通動脈分枝部までの ICA (cisternal portion) を C2、以後の carotid fork までの terminal portion を C1 とした。(よって、大錐体神経下を走行する petrous portion を C6 とは言わず、むしろ C5 に近い。) (Fig. 169)

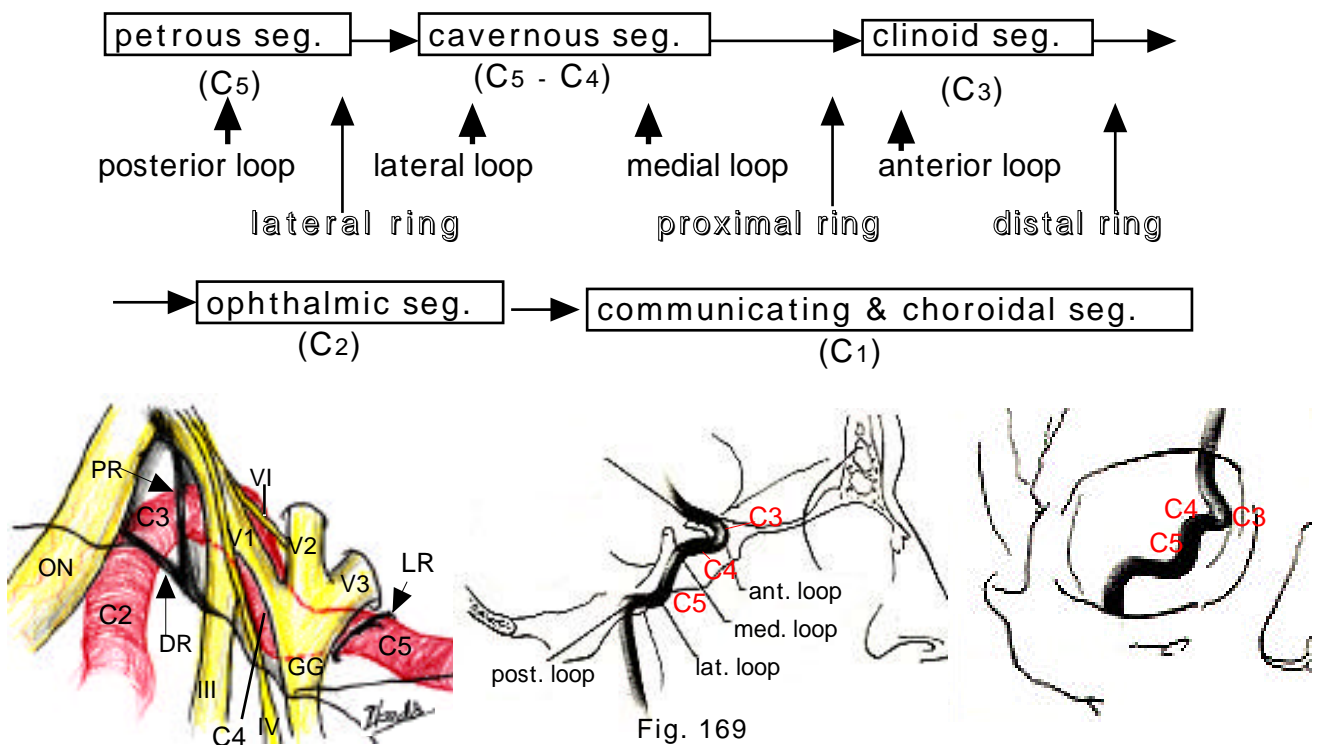


Fig. 169

CS 内の脳神経の走行と海綿静脈洞三角：CS およびトルコ鞍近傍の頭蓋底は 3 つの subregion に分けられ、この部位の手術における重要な anatomical landmark として硬膜、骨縁、脳神経、血管などにより形成される合計 10 個の triangle が識別される<sup>3)</sup> (Fig. 170, 171)。

#### Parasellar sunregion

##### 1) anteromedial triangle (前方 Dolenc's triangle, 後方 Hakuba's triangle)

II, III, 両者の dural entry point を結ぶ線から形成される三角。

- ・本三角内には Dolenc's triangle (C3)と Hakuba's triangle (C4)を境する Proximal Ring が走行する。

##### 2) paramedial triangle

III, IV と両者の dural entry point を結ぶ線から形成される三角。

- ・ IV は前方で V1 と一体化する解剖学的事実より同定する。
- ・ 本 triangle を外側に広げると IV (+V1) の深部に VI が C4, C5 の外側を走るのが観察できる。
- ・ IV の dural entry point は後床突起の 5~7 mm 後方, そして III の 9 mm 後方。

### 3) oculomotor trigon

- ・ III と IV の dural entry point を結ぶ線, 前床突起と後床突起を結ぶ硬膜, VI の dural entry point と後床突起を結ぶ線 (= oculomotor triangle) から形成される三角。
- ・ oculomotor trigon を介して ICA の medial loop (C4-5) が見え, meningo-hypophyseal trunk や tentorial artery を確保できる (tentorial meningioma の栄養動脈を押さえる)。
- ・ oculomotor trigon の中を oculomotor & trochlear nerve が貫通し, III - IV 間の距離は平均 9.4 (4.8-15.0) mm である (Fig. 170)。
- ・ IV が後床突起より 5~7 mm 後方で dural entering することより, Parkinson's triangle の開放は III の dural entry point より 4 mm 下方で, III と IV の間でこれらに平行に 2 cm の硬膜切開を行うと良い (intradural approach, 白馬<sup>4)</sup>)。

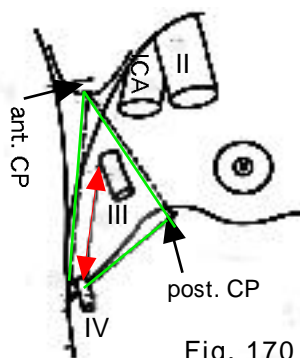


Fig. 170

(顕微鏡下手術のための脳神経外科解剖 II, 1990, テント切痕の微小解剖 (佐伯ら)<sup>5)</sup>より引用)

### 4) Parkinson's triangle

- ・ IV, CN V1, 両者間の硬膜を結ぶ三角。
- ・ このspaceで medial loop, meningo-hypophyseal trunk, VI が見える (VI は C4 の外側をこれに接して走行するが, Parkinson's triangle 内では V1 を外側に, anterolateral triangle 内では V1 を内側に retraction しないと見えない) (Fig. 172-A)。
- ・ IV は内側より V1 に近接して一本となるため, 両者の剥離は困難なことがあるため, この三角 space がわかりにくく paramedial triangle との鑑別が必要となる。
- ・ この triangle space の後部に C4 - C5 移行部の medial loop から出る hypophyseal

trunk (tentorial artery) が出ており、tentorial meningioma の手術の際に重要である。

この動脈枝の露出には Parkinson's triangle からだけとは限らず、内側の paramedial triangle からの場合もある (Fig. 172-B)。

#### Middle fossa subregion

##### 1) anterolateral triangle

V1, V2, 両者間の skull bone (正円孔と上眼窩裂外側縁) を結ぶ三角。

- ・この space 内で superior ophthalmic vein が見える (Mullan はここより CCF 患者の怒張した sup. ophthalmic vein を閉塞しようとしたため、Mullan's triangle ともいう。)
- ・この三角内で V1 を内側に retraction すると C4 に接して横走する VI が見えることもある。V1 の裏を横走する VI は V1 の retraction により主に内側の Parkinson's triangle から、または外側の anterolateral triangle からも見えることもある (Fig. 172-A)。

##### 2) lateral triangle

V2, V3, 両者間の skull bone (正円孔と卵円孔) を結ぶ三角。

- ・この space 内で ICA の lateral loop が見える。  
(cadaver study で V2 を切断すると C5 とその外側を走る VI が見える。)

##### 3) postrolateral (Glasscock's) triangle

V3, greater superficial petrosal nerve (GSPN), foramen spinosum (FS) と arcuate eminece (AE) を結ぶ線より形成される三角。

- ・この space 内で Eustachian tube, tensor tympani muscle が見える。
- ・GSPN の直下を骨削除すると C5 と lateral loop, lateral dural ring が見える (Fig. 91)。

##### 4) postromedial (Kawase's) triangle (Fig. 91)

Gasserian ganglion 後縁, GSPN, hiatus facialis と petrous apex を結ぶ線で形成される。

- ・Kawase 三角と Glasscock 三角との境界は GSPN。

本三角を利用した anterior transpetrosal approach (Kawase) は側頭開頭の項で述べる (Fig. 44)。

#### Paracalvarial subregion

##### 1) inferomedial triangle

後床突起, IV の dural entry point, VI の dural entry point (Dollero's canal) を結ぶ線で形成される三角。

##### 2) inferolateral (trigeminal) triangle

i) osseous portion

VI の dural entry point, V の dural entry point (Meckel's cave), petrosal vein の  
 ・ dural entry point を結ぶ線で形成される三角。

(Kawase's triangle からの骨削除の延長部位で, 直下に petrous apex が存在する)

ii) tentorial portion

IV の dural entry point, V の dural entry point (Meckel's cave), petrosal vein の  
 ・ dural entry point を結ぶ線で形成される三角。

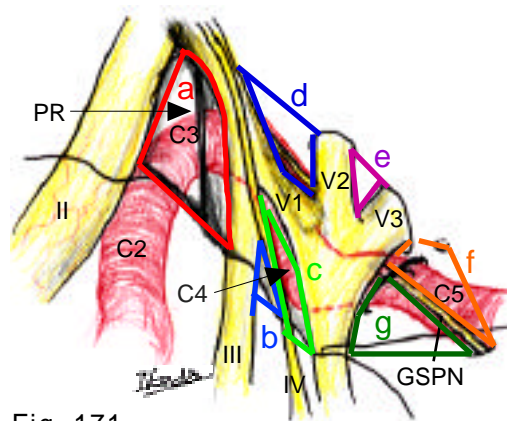
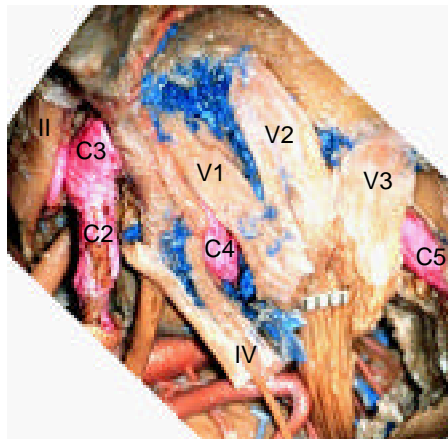


Fig. 171

- a. anteromedial T.  
anterior T. (Dorenc)  
medial T. (Hakuba)
- b. paramedial T.
- c. Parkinson's T.
- d. anterolateral T.
- e. lateral T.
- f. posterolateral T.  
(Glascok)
- g. posteromedial T.  
(Kawase)

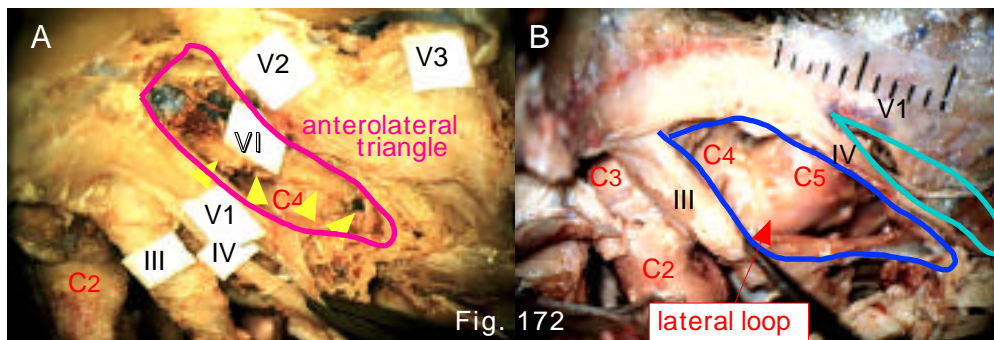


Fig. 172

anteromedial triangle は前床突起を除去する ( Dorenc's approach<sup>6)</sup> 参照) と出現する三角部で、内側に視神経、底に C3 (clinoid segment)、外側に III が位置する (Fig. 14) (前床突起除去の際、視神経, III 損傷に注意する)。本三角部は proximal carotid ring により内側の anterior (Dorenc's) triangle、外側の medial (Hakuba's) triangle に分かれる。

海綿静脈洞を露出する方法には, 1) 前方からの Dolenc's approach と2) 外側の中頭蓋窩からの方法がある。前方からの CS 露出の始まりは上眼窩裂部硬膜の切開による側頭葉固有硬膜の剥離による前床突起と中頭蓋底の露出であり、前床突起の除去により anteromedial triangle の露出である。これに対して、後者では中頭蓋底の最下点の foramen spinosum から出る middle meningeal artery の切断による側頭葉固有硬膜の剥離挙上と卵円孔部で硬膜外層の骨膜翻転部位を切開であり、CS lateral wall の visceral (outer) layer - visceral (inner) layer 間

を剥離しての V3, lateral triangle, Glascock triangle を露出である。

海綿静脈洞部脳神経の各 entry point は、1) 動眼神経が oculomotor trigon (Fig. 170)、2) 三叉神経が trigeminal impression 並びに Meckel's cave、3) 外転神経が Dorello's canal。

2) 手術適応： CS 内腫瘍 (cavernoma, schwannoma, meningioma etc.), petroclival meningioma invading the CS、脳動脈瘤 IC-cave, C3 (infraclinoid), ICA proximal, paraclinoid ICA, MHT (meningohypophyseal trunk), C5 & C4-5 junction (medial loop), BA trunk & VA union 瘤など、CS 内病変に対する C6 での proximal clipping や temporary occlusion、CCF など。

### 3) 手術手技

体位：海綿静脈洞の開放時には上体を 30度近く挙上した semisitting position を取り、出血に際しては頭位を挙げて静脈圧を下げサージセル、オキシセルなどを packing して止血する。しかし詰めすぎによる神経損傷もあるため、手術終了近くにはこれをできる限り摘除する。

海綿静脈洞への approach には前頭側頭開頭による frontotemporal (pterional), orbito-cranial, orbitozygomatic, orbitofrontomalar craniotomies などがある。側頭葉を被う固有硬膜と海綿静脈洞外側壁との剥離には、1) 前方 superior orbital fissure からの開始法と 2) 側方の foramen ovale - rotundum からの開始法がある。

superior orbital fissure からの剥離：Dolenc's approach<sup>6)</sup> で orbital roof の骨削除を進めると行くとき側頭葉硬膜に続く上眼窩裂部の硬膜が障壁として現れる。内側に出現した前床突起を削除する際、この硬膜に切開を加えて前床突起をどんどん露出して行く<sup>7)</sup>。この固有硬膜の剥離は容易で剥離を進めると V1, IV を被う海綿静脈洞外側壁を露出できる。この剥離は内側テント縁までできる。海綿静脈洞前半部の露出に良い。前床突起の内側の orbital canal を unroofing して視神経を露出する際、同神経の損傷やさらに内側の ethmoid (sphenoid) sinus の開放に注意する。前床突起の摘除に際して直下の anteromedial triangle 内の C3, 外側の III, 内側の視神経損傷に注意する。露出された同 triangle は COM (carotid-oculomotor membrane) で被われており CS の静脈血出血はない (Fig. 14-C)。

中頭蓋窩からの剥離：拡大中頭蓋窩法 (Shiobara<sup>8)</sup>) や Kawase's approach<sup>9)</sup> の際の硬膜剥離の応用。中頭蓋窩で最下点である foramen spinosum を凝固切断した後、硬膜の剥離を内方に進めると現れる foramen ovale 部で側頭葉固有硬膜の外層 (骨膜) に切開を加え、V3 とこれを被う海綿静脈洞外側壁を露出する。前方に剥離を進めると V1 と合流する IV を損傷せずに Parkinson triangle を露出できる。



Approaches to the intra-CS lesion :

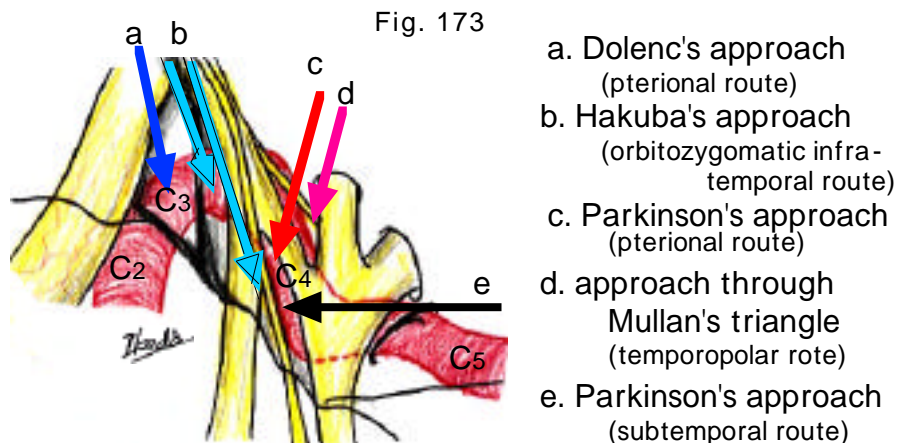
CS 手術の原則 : CS 内の脳神経の同定、走行を熟知し、動脈性出血に対処するため内頸動脈の近位 (C5) 及び末梢 (C2) を確保しておく。CS からの出血には Surgicel の packing や頭位を挙上して静脈圧を下げて出血をコントロールする。側頭葉に対する retraction による損傷を防ぐため頬骨弓をはずしたり中頭蓋底、外耳孔上壁の骨削除などを加える。脳神経の電気生理学的モニタリングによる神経同定や損傷予防も必要である。

CS 内病変に対する手術アプローチには、前方からの pterional (同側および対側から)、外側からの subtemporal、後方からの transpetrosal approach がある。

- superior approach pterional epi- and subdural approach vis medial triangle<sup>6)</sup> (Dolenc) CS 前半部の病変が適応となる。
- medial approach contralateral pterional trans-sphenoidal approach、CS 内側の病変や内側向きの脳動脈瘤が適応となる。
- lateral approach subtemporal via Parkinson's triangle approach<sup>10)</sup> (Parkinson)、CS 後半部の病変が適応となる。
- inferior approach transpetrosal epi- and subdural approach<sup>11)</sup> (Glascock)、CS に入る ICA (C5) を確保できるため ICA の proximal clipping や temporary occlusion ができる。CS 内 giant 瘤切除や ICA sacrifice する CS 内腫瘍例に対する ECA - C5 bypass surgery、C5 部瘤、CS 下部の腫瘍などが適応となる。

transpetrosal approach<sup>9)</sup> (Kawase)、subtemporal route で蝸牛を裂けて錐体骨先端を骨削除して上錐体静脈洞切断して容易に斜台病変、脳幹前面部病変に到達でき、Meckel's cave から CS 後部の手術ができる。

CS 内血管性病変に対する手術アプローチ :



CS 内 ICA 瘤や CS 近傍腫瘍の栄養動脈の hypophyseal trunk 確保には C4-5 部には神経

損傷の少ない Parkinson's triangle (IV - V1 間) または内側の paramedial triangle (III - IV 間) からの侵入法が良い。児玉<sup>12)</sup> は C4-5 には外側からの subtemporal approach through Parkinson's triangle が、C3-4 には前上方からの anterolateral triangle (Mullan) からの access route もあるが側頭葉先端部の後方への retraction (temporopolar approach) や V1 root の retraction が強くなるのであまり好ましくなく (Fig. 172-A)、pterional approach through Parkinson's triangle が良いとした (Fig. 173)。これに対して Hakuba<sup>13)</sup> は前上方からの硬膜内の orbitozygomatic infratemporal approach により anteromedial triangle の medial part (Hakuba's triangle) から C3-4 移行部、Parkinson's triangle から C4 を捕らえて手術を行った。なお Hakuba<sup>4) 13)</sup> によれば硬膜内操作の際 Parkinson's triangle の開放は III の dural entry point より 4 mm 下方で、III と IV の間でこれらに平行に 2 cm の硬膜切開を行うのが良いとしている。

Comment : Hakuba 法のように intradural に硬膜切開して海綿静脈洞に入るよりも硬膜外に IV, V1 を同定して Parkinson's triangle 内に入った方が安全と思われる。

C3 (infraclinoid), ICA proximal, paraclinoid ICA 瘤

pterional (Dolenc's) approach<sup>6)</sup> through anterior (Dolenc's) triangle

MHT (meningohypophyseal trunk), C5 & C4-5 junction (medial loop) ICA 瘤, CCF

subtemporal approach<sup>10) 12)</sup> through Parkinson's triangle

C6 での proximal clipping や temporary occlusion

subtemporal approach<sup>11)</sup> through Glascock's triangle

BA trunk & VA union 瘤 subtemporal approach through Kawase's triangle (transpetrosal approach<sup>9)</sup>)

carotid dural ring 近傍 ~ C3 portion の juxta - dural ring 瘤 (IC - Oph 瘤, Sup Hypophys A. 瘤 - paraclinoid, suprasellar variant, IC-cave 瘤, paraclinoid 瘤, Infraclinoid 瘤)

pterional approach (Kobayashi) for IC cave 瘤<sup>14)</sup>.

unroofing of optic canal / removal of the anterior clinoid process to open Dolenc's triangle / carotid dural ring excision を行い ICA を動かすと、硬膜を貫通した直後の ICA の内側病変部に蝶形骨 carotid groove の一部である硬膜の窪み (cave) が露出される。この部からは superior hypophyseal artery が分枝している。IC cave 瘤は ICA 下面の ventral type と内側面の medial type とがあり、intradural neck & intradural or intracavernous dome である (Fig. 23, 24, 25)。

## 15. 眼窩内病変へのアプローチ

### 1) 本開頭における基礎的解剖学

骨：眼窩 (orbit) は 上壁を形成する前頭骨 (orbital plate)・蝶形骨 (ala minor)、 内壁を形成する篩骨 (orbital lamina)・涙骨・上顎骨 (frontal proc.)・蝶形骨、 下壁を形成する上顎骨 (orbital plane)・頬骨・口蓋骨 (orbital proc.)、 外側壁を形成する蝶形骨 (ala major)・頬骨の 4 壁から成る四角錐体形の凹みで、先端は内後方に向い視神経管 (II, Oph A) . 上眼窩裂 (III, IV, V1, VI, Sup Oph V) より頭蓋内に通じ、外壁 下壁の境の下眼窩裂 (V2- infraorbital N & zygomatic N, Inf Oph V) より側頭下窩に通じる (Fig. 174-A)。他に上壁の上眼窩縁 frontal foramen or incisura より前額知覚枝の frontal N (V1) が、下壁の上顎骨 orbital face 上の infraorbital sulcus or canal より infraorbital N. (V2) が、内壁の篩骨 orbital lamina 上縁と前頭骨 orbital plate の境には ant. & post. ethmoidal foramen があり ant. & post. ethmoidal N & AV が通る。内壁の前方の涙骨に nasolacrimal canal があり鼻腔の下鼻道に通ずる。外壁には zygomatico-orbital foramen があり zygomatic N (V2) が走る (Fig. 174-B)。

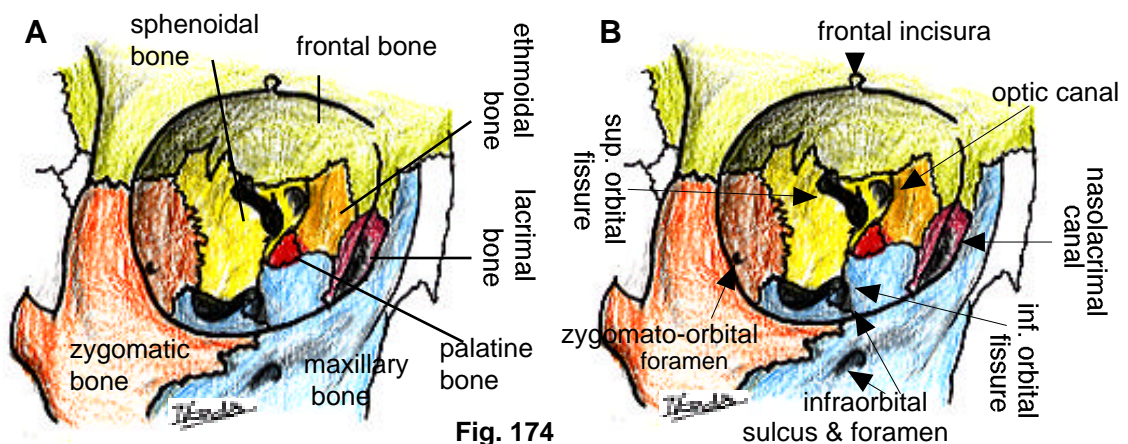
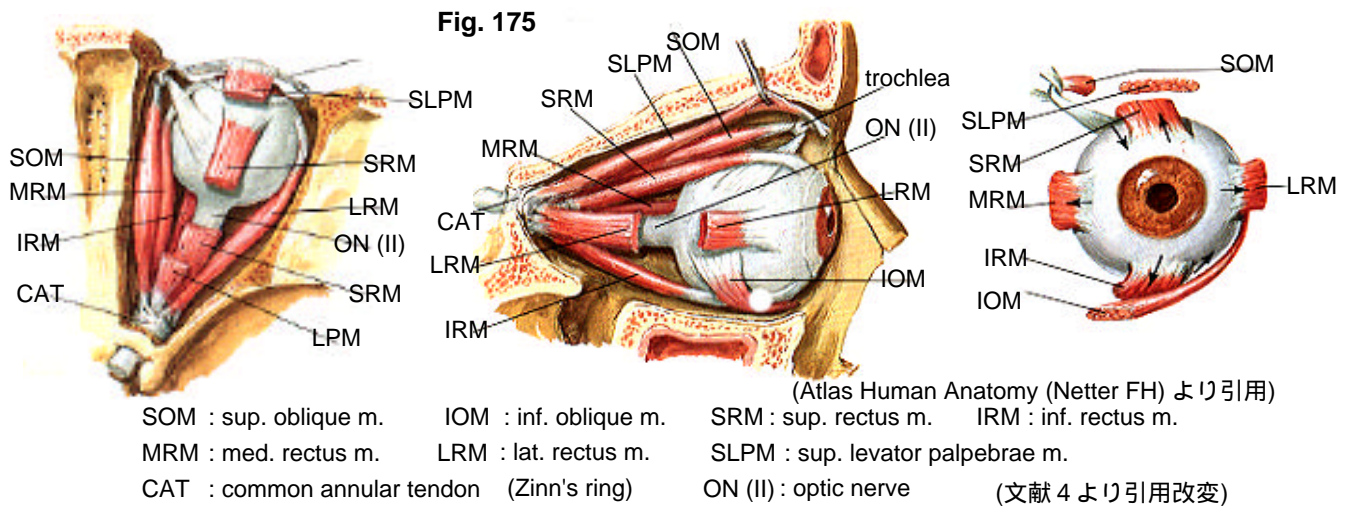


Fig. 174

筋肉：外眼筋は下図 (Fig. 175) のように 4 つの直筋 (SRM, IRM, MRM, LRM) と 2 つの斜筋 (SOM, IOM) と 1 つの (眼瞼) 挙筋 (SLPM) より成る。SOM は滑車神経 (IV)、SRM, IRM, MRM, IOM, SLPM は動眼神経 (III)、そして LRM は外転神経 (VI) の支配を受ける。各筋は幅 10 mm、厚さ 4 mm ほどである。視神経管内の硬膜は 2 層で内層 (固有硬膜) は視神経鞘となり、外層 (pericranial layer) は眼窩骨膜 (periorbita) となる。視神経管の長さは約 10 mm である。眼窩内の視神経の長さは約 23 mm、太さは約 5 mm である。

神経 (Fig. 176, 177)：海綿静脈洞 (CS) から眼窩内への III, IV, V1, V2, VI の走行：CS 外壁では IV と V1 の上内側に位置し、上眼窩裂 (SOF) に入る直前に III は IV, V1 下に移行する。IV と V1 (nasociliary N を除く frontal N, lacrimal N) は Zin's ring 外を走行して眼窩内へ入る。



III は眼窩内へ入る直前に上枝と下枝に分かれ、眼窩内では上枝は SRM の直下を走り SRM と SLPM を支配する。下枝は 3 枝に分かれて視神経の外下方を走り IOM と IRM に分枝した後、視神経の下を内側に走行して MRM に分枝する (Fig. 176, 177)。

IV は CS 外壁を前方に走り、内上方に走行を変え Zin's ring 外で上眼窩裂に入る。SLPM と SRM の上面を斜走して眼窩内側の SOM に入る (Fig. 176, 177)。この部を走る IV は SLPM SOM 間で上方からのアプローチの際に後方で遭遇するので損傷に注意する。

V1 は IV と一体化して CS 内を走るが Zin's ring 前で内上方に走行を変えた IV と分かれて直線方向に上眼窩裂に入る。Zin's ring 内を通る nasociliary N 以外は frontal N, lacrimal N となって IV と共に ring 外を通過して眼窩内に入る。frontal N は眼窩内手術の際の最も重要な解剖学的指標で、眼窩上壁を外した時に periorbita を介して透見できる (Fig. 176-A)。frontal N は SLPM の上で supraorbital N と supra-trochlear N とに分かれ、前者は眼窩上縁の supra-orbital incisure (foramen) より出て前額部の知覚を支配する。

VI は Zin's ring 内を通過して眼窩内の外側の SLRM の内側面を走行して LRM の近位部に付着する (Fig. 177)。

静脈：上眼静脈 (SOV) と下眼静脈 (IOV) は眼窩内、顔面、鼻内腔を灌流して後方の海綿静脈洞 (CS) 内に入る。SOV は眼窩上縁で SLPM・SOM の間を内側から、SLPM・SRM の真下を交叉して lacrimal V と合流して SLPM・SRM の外側を後方に muscle cone を出て CS (anterolateral triangle, Mullan) 内に入る (Fig. 178)。この後外方へ走る SOV は SRM SLRM 間で上方からのアプローチの際に遭遇するので損傷に注意する。IOV は IRM の外側を後方に走行しながらの鼻内腔からの灌流を受けて LRM IRM 間から muscle cone 内から上眼窩裂より CS 内に入る。SOV と合流したり発達不良例も多い。

動脈：眼窩は内頸動脈からの眼動脈 (OphA) により灌流されるが、外頸動脈とも多くの交通

を持つ。OphA は視神経管内では視神経 (ON) の下外側を走り ON と共に common tendinous ring 内を通過して眼窩内に入る。視神経管出口から眼球までの約 1/3 地点で ON を乗り越える様に ON 上面を内側に走行する。この向きを変える直前の ON 外側で、最も大事な網膜中心動脈を出す。このため上面からのアプローチの際、網膜中心動脈は ON の下面を走行するため ON に保護される位置にある (Fig. 179)。

Fig. 176

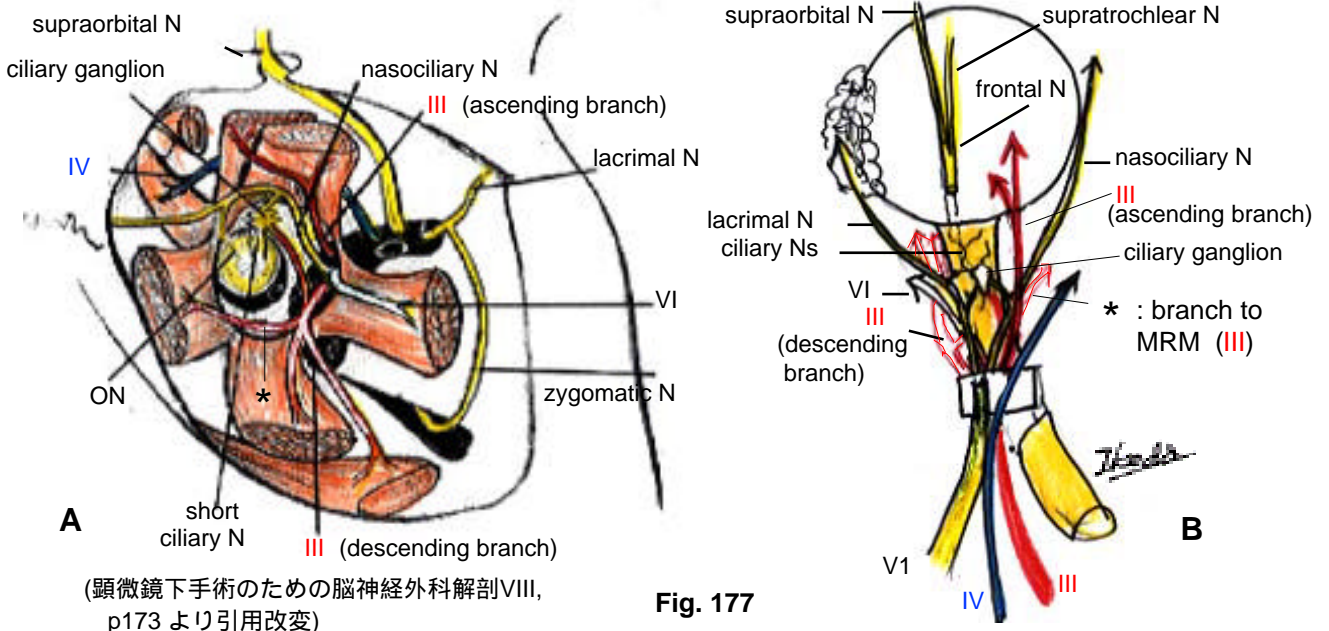
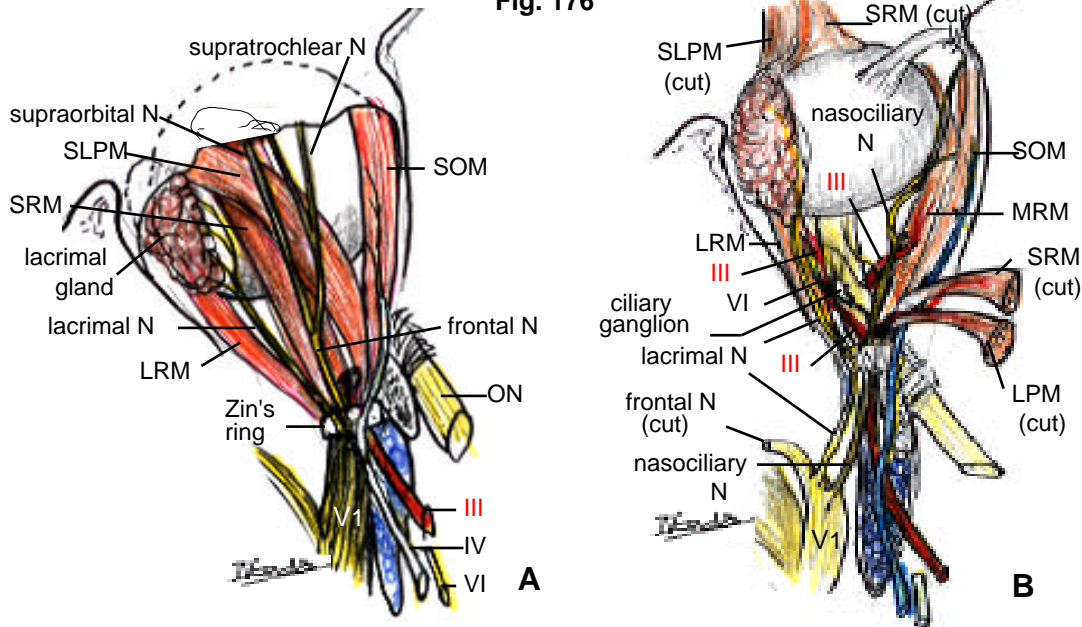
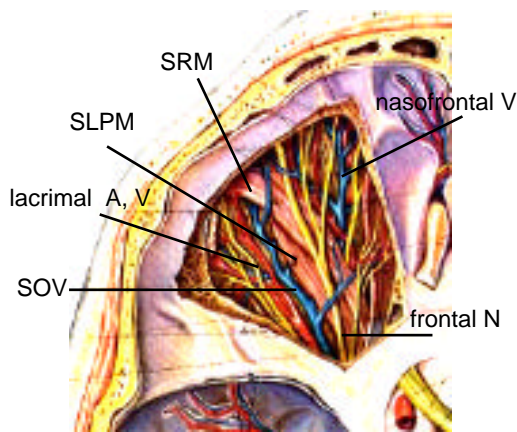


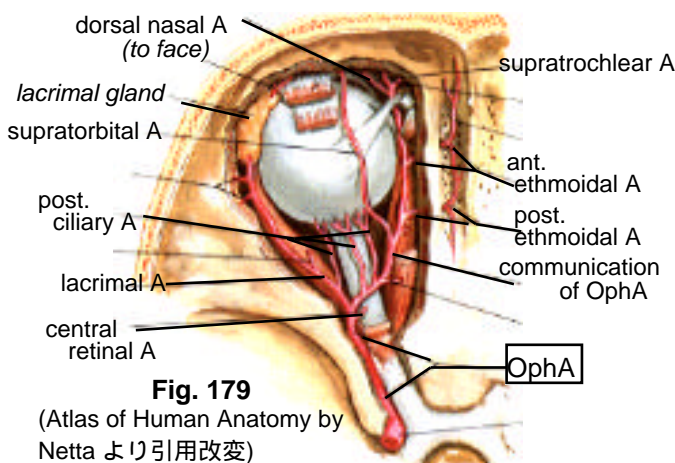
Fig. 177

2) 手術適応:

眼窩内腫瘍摘出。良性腫瘍例では全摘出が望ましいが、視力消失の可能性 (+) では部分摘出に止める。これに対して悪性腫瘍例では biopsy + radiotherapy。lymphoma などでは化学療法が良い。しかし局在病変例 (涙腺ガンなど) では radical resection を要する。

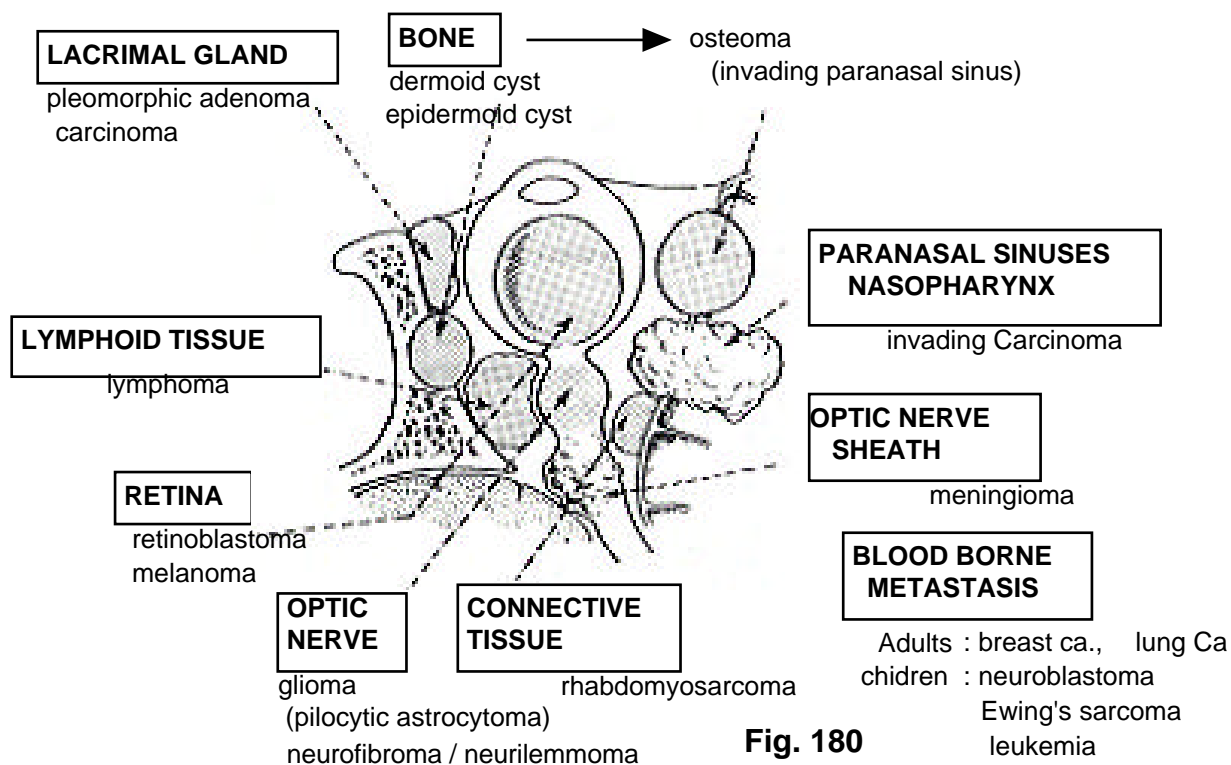


**Fig. 178** (臨床鷹揚局所解剖図譜  
Pernkopf より引用改変)



**Fig. 179**  
(Atlas of Human Anatomy by  
Netta より引用改変)

アプローチの選択としては 眼窩の前外側部病変に対しては眼窩外側からのアプローチが有用、 眼窩の後半部に対しては経頭蓋アプローチが有用、 眼窩前内側部へは経頭蓋的、または眼窩内側からのアプローチが有用である。



**Fig. 180**

### 3) 手術手技

経頭蓋手術法<sup>1,2)</sup>：前頭開頭後に眼窩の上壁を除去して眼窩内に進入する方法 (Fig. 190)。眼窩内に局在する病変に止まらず、眼窩内から視神経管・上眼窩裂、さらに頭蓋内へ進展する病変をも切除可能である。体位は仰臥位で対側へ 15～30° (眼窩内のみアプローチには 15°、pterional approach の併用には 30°) 傾け、必要に応じて頭を回転する。顕微鏡の光軸が視神経の長軸に対してできる限り垂直に当たるように少し chin-down する。皮切は正中近く

の眼窩上縁まで開く様に、さらに cosmetic なことを考えて bicoronal とする。開頭は前頭骨の zygomatic suture 外側に開けた key hole (= pterional craniotomy の際の key hole, Fig. 7) から frontal base 際を frontal craniotomy して orbitotomy (眼窩上壁を外す) をする。orbitotomy の際、supraorbital N を supraorbital incisura をノミで開放してこれより外し、orbital edge & roof より periorbita を剥離し、頭蓋内では前頭硬膜を frontal base より剥離する。この時、periorbita は frontozygomatic suture 部で強く癒着しているため、これを破らない様に注意深く剥離するのがコツである (Fig. 9, orbitocranial approach を参照)。frontal base (= orbital roof) を硬膜外、periorbita 外に drill で開放して orbital rim を切除して orbitotomy する (Fig. 191)。前頭洞の開放に対しては Fig. 51 を参照のこと。必要に応じて視神経管も開放する。

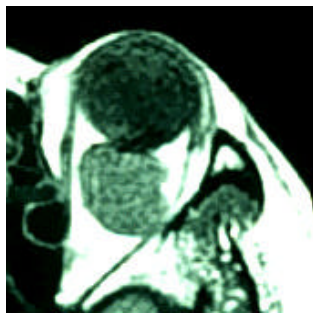
(眼窩の後外壁はできる限り一塊にして深部まで除去し、かつ正しく元の位置に固定しないと眼球陥凹の原因となる。なお、眼窩の上壁は除去しても術後に眼球陥凹は生じない。)

orbitotomy 後に periorbita ごしに frontal N が透過して見え SLPM の直上を走る (Fig. 176) ため、眼窩内手術の際の重要な解剖学的指標となる。筋円錐内へのアプローチは内側の SOM SLPM 間か、外側の SRM LRM 間で開けるが、どちらでも良い。注意事項としては、前者のアプローチでは後方で IV が術野を横走し (Fig. 176)、後者では SOV が筋円錐から外に出て CS に入るのに出会うのでこれらの損傷に注意する。ON の上部には重要な構造物はないが、後方で OphA が ON の上を外側から内側に横切る。この動脈はすでに重要な網膜中心動脈 (ON 直下を ON に沿って走行する) を分枝している (Fig. 179) ため ON より上方の動脈は多くの場合切断可能である。ON の外側の ciliary ganglion に注意する。SRM の下面には III (ascending branch to SRM & SLPM) が走行し、視神経の内側でこれに沿って走行する nasociliary N と視神経の下から内側に走行する III 下枝の IRM への枝に注意する (Fig. 177)。

外側の SRM LRM 間からのアプローチの際には SPLM の外側を走る SOV と涙腺への lacrimal A, V, & N に注意する。以上、外側からのアプローチでは SOV、涙腺への lacrimal A & N、ON 外側の ciliary ganglion、ON 外側を並走して (網膜中心動脈を出した後) ON 上を内側へ横走する OphA に注意する。 内側からのアプローチでは筋円錐先端近くで SOM へ向かい横切る IV、深部で ON の内側でこれに沿って走行する nasociliary N と ON の下から内側に走行する III 下枝の IRM への枝に注意する。

【症例】眼球突出を主訴とした cavernous hemangioma 例の手術所見を提示する。皮切は冠状で、開頭は 2 piece の orbitocranial craniotomy とした (Fig. 181, 182)。tumor は視神経

の外側に位置したため、SLPM (supraorbital N より同定) LRM 間より SLPM と SRM を内側に retraction して fat を脳ペラで圧排して術野を確保した。tumor を表面焼灼、YAG レーザーで縮小させ栄養動脈を焼灼切断し、視神経を圧排しない様にして全摘出した。



MRI (plain)



MRI (Gd)

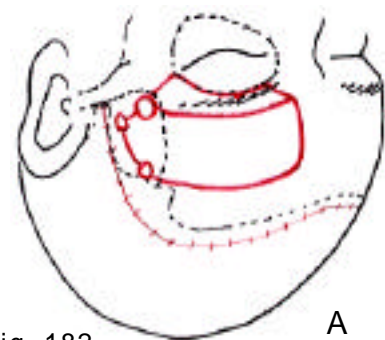
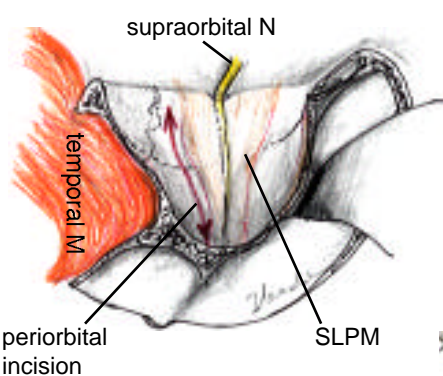
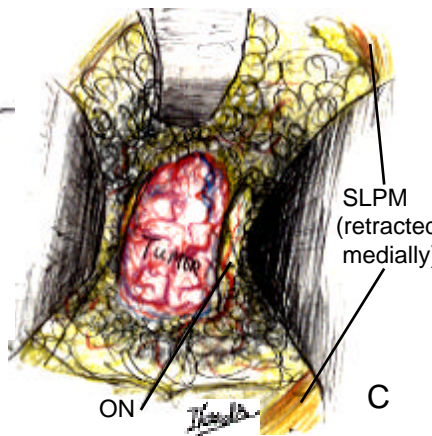


Fig. 182

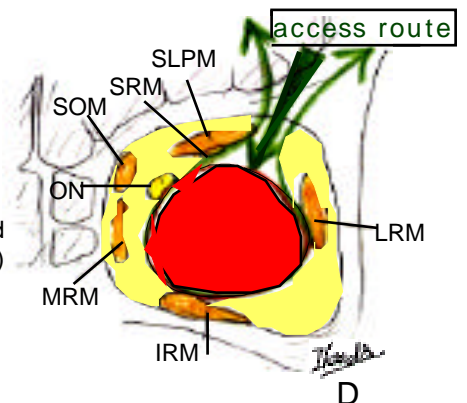
A



B



C



D

側方到達法<sup>3)</sup>：眼窩側方に皮膚切開を加え眼窩の側壁を除去する方法。眼窩内病変が視神経の外側に存在する場合、経頭蓋法より低侵襲の有用な手術アプローチ。

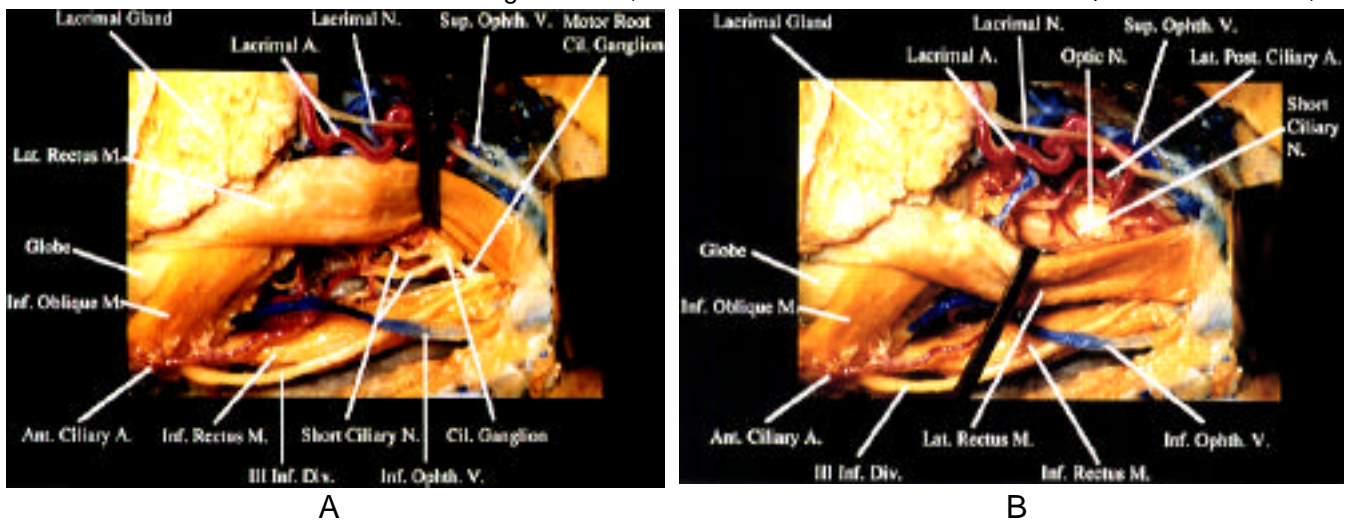
皮切は眉毛の外側 1/2 から眼窩上縁および外側縁を通過して斜めに外眼角を越えて側方に下がり、頬骨弓上縁に沿って (顔面神経前頭枝の損傷を回避するため) 外眼角の外側 3 ~ 4 cm 後方までとする (Fig. 184-A)。骨膜下に側頭筋膜を剥離し眼窩外側の骨縁を露出し、periorbita を眼窩外側壁の内面より剥離する (frontozygomatic suture 部で periorbita の癒着が強いため periorbita を破らぬ様に注意する)。骨切りは frontozygomatic suture の上 5 mm と頬骨弓上縁の延長 line で zygomatic bone の frontal process を切断する (bone saw などで)。この時修復時の骨のずれによる美容的問題を予防するために、切断線を挟んで titanium plate を一旦、装着しておく。眼窩外側壁はできる限り欠損しない様に (periorbita 下にヘラを置いて periorbita を破らぬよう Midas-Rex の B1 ドリルのようなもので) 切開する (Fig. 184-B)。骨除去により外側の骨膜と periorbita との折り返し部に涙腺が periorbita の内側にある。periorbita の切開はこの後方の外直筋 (LRM) (手術に先立って LRM に針糸をかけておき筋お



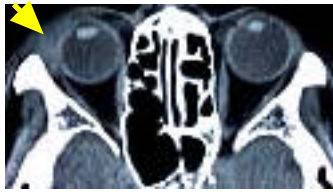
よび眼球附着部の同定に役立つ) の上端に沿い前方に伸ばし涙腺の後端で上下に加えて T 字型とする。涙腺は筋円錐を包む結合織と periorbita 間に存在するため良性涙腺腫瘍例では筋円錐を開放せずに全摘出できる (悪性腫瘍例では periorbita 内に入る) (Fig. 184-C)。

ON の下外側の筋円錐内の腫瘍例では外直筋 (LRM) を上下に retraction したり、必要に応じて LMR を眼球附着部で切離して術野を得る。 LRM の下方から access する場合、III の下行枝が ON 外側の ciliary ganglion、short ciliary N に motor root を分枝した後、IOM への枝が IRM の外側を全長に渡って走行するので注意。これとほぼ並行して IOV も走るが発達不良なことが多く切断しても構わない (Fig. 183-A)。 LRM の上方から access する場合、まず最初に筋円錐外を走る lacrimal A & N に出会う。筋円錐内に入ると lateral posterior ciliary A と short ciliary N の一部が見え、この奥に ON が見える。ON 外側の ciliary ganglion や ON 下面を走る網膜中心動脈は LRM に隠れて見えないため、これらを損傷する可能性は低い。VI は LRM の内面を走行するため LRM の切断時以外は見え損傷することはない (Fig. 183-B)。

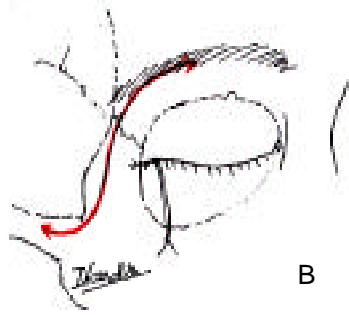
Fig. 183 (顕微鏡下手術のための脳神経外科解剖VIII, p.181-189 より引用)



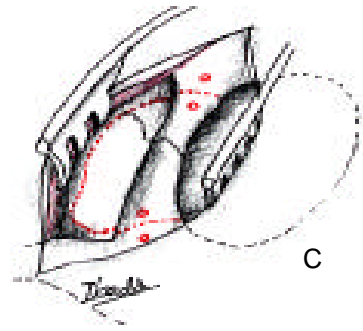
【症例】眼球突出、偏位を主訴とした lacrimal gland cancer (squamous cell carcinoma) 例の手術所見を提示する。皮切は前述の通り。tumor は periorbita を破って筋円錐内に浸潤していたため periorbita を切開して LRM を露出した。tumor への栄養血管 (lacrimal A) を凝固切断して可及的に脂肪組織も含めて tumor を摘出した。切断した眼窩外側縁はチタンプレートで固定した (Fig. 184)。



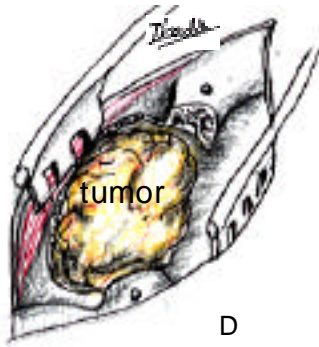
A



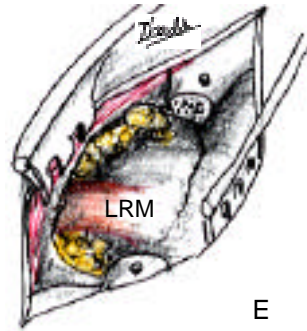
B



C



D



E

Fig. 184

## 参考文献

### 1. 前頭側頭開頭

- 1) Yasargil: Microneurosurgery I. New York, George Thieme Verlag, 1984.
- 2) Perneczky: The supraorbital keyhole approach to supratentorial aneurysms: concept and technique. *Surg Neurol* 49: 489-490, 1998.
- 3) Smith: An orbitocranial approach to complex aneurysms of the anterior circulation. *Neurosurgery* 24: 385-91, 1989.
- 4) Dolenc: A combined epi- and subdural direct approach to carotidophthalmic artery aneurysms. *J Neurosurg* 62: 667-672, 1985.
- 5) Ikeda: Orbitozygomatic temporopolar approach for a high basilar tip aneurysm associated with a short intracranial internal carotid artery: a new surgical approach. *Neurosurgery* 28: 105-110, 1991.
- 6) 池田清延: 脳神経外科手術 . clinidal lesion へのアプローチ . 脳神経外科速報 18(10): 815-822, 1998.
- 7) Day: Aneurysms of the ophthalmic segment. A clinical and anatomical analysis. *J Neurosurg* 72: 677-691, 1990.
- 8) Sano: Temporopolar approach to aneurysms of the basilar artery at and around the distal bifurcation. *Neurol Res* 2: 361-367, 1980.
- 9) Jane: The supraorbital approach: The technical note. *Neurosurgery* 11: 537-542, 1982.
- 10) Fujitsu: Zygomatic approach for lesions in the inter-peduncular cistern. *J Neurosurg* 62: 340-343, 1985.
- 11) Hakuba: The orbitozygomatic infratemporal approach: A new surgical technique. *Surg Neurol* 26: 271-276, 1986.
- 12) Yamaura: Treatment of aneurysms arising from the terminal portion of the basilar artery: With special reference to the radiometric study and accessibility of transsylvian approach. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 22: 521-532, 1982.
- 13) Al-Mefty: Petrosal approach for petroclival meningiomas. *Neurosurgery* 22: 510-517, 1988.
- 14) Kawase: Transpetrosal approach for aneurysms of the lower basilar artery. *J Neurosurg* 63: 857-861, 1985.
- 15) Sugita: Aneurysms of the basilar trunk. *J Neurosurg* 66: 500-505, 1987.
- 16) Drake: The treatment of aneurysms of the posterior circulation. *Clin Neurosurg* 26: 96-144, 1979.
- 17) Nutik: Carotid paraclinoid aneurysms with intradural origin and intracavernous location. *J Neurosurg* 48: 526-533, 1978.
- 18) Yasargil: Carotid-ophthalmic aneurysms: direct microsurgical approach. *Surg Neurol*: 155-165, 1977.
- 19) Kobayashi: Carotid cave aneurysms of the internal carotid artery. *J Neurosurg* 70: 216-221, 1989.

## 2. 前頭側頭開頭

- 1) 池田清延: 脚間・迂回槽内および周囲の血管性病変に対する trans-choroidal fissure approach の手術適応 - 屍体による微小外科的解剖学の研究より - 脳卒中の外科 23 : 139-144, 1995.
- 2) Sugita: Aneurysms of the basilar trunk. J Neurosurg 66: 500-505, 1987.
- 3) Kawase: Transpetrosal approach for aneurysms of the lower basilar artery. J Neurosurg 63: 857-861, 1985.
- 4) Al-Mefty: Petrosal approach for petroclival meningiomas. Neurosurgery 22: 510-517, 1988.
- 5) Heros: Lateral suboccipital approach for vertebral and vertebrobasilar artery lesions. J Neurosurg 64: 559-562, 1986.

## 3. 両側前頭開頭

- 1) Suzuki: Bifrontal interhemispheric approach to aneurysms of the anterior communicating artery. J Neurosurg 64: 183-190, 1986.
- 2) Yasui: The basal interhemispheric approach for acute anterior communicating aneurysms. Acta Neurochir (Wien) 118: 91-97, 1992.
- 3) Tsutsumi: Significance of preserving bridging veins in an interhemispheric approach. Surg Neurol: 159-160, 1990.
- 4) Fujitsu: Basal interfalcine approach through a frontal sinusotomy with vein and nerve preservation. Technical note. J Neurosurg: 575-579, 1994.
- 5) Shibuya: Bifrontal basal interhemispheric approach to craniopharyngioma resection with or without division of the anterior communicating artery. J Neurosurg 84: 951-956, 1996.

## 4. 頭頂開頭

- 1) Wood: Localization of human sensorimotor cortex during surgery by cortical surface recording of somatosensory evoked potentials. J Neurosurg 68: 99-111, 1988.
- 2) Donaghy: Saggital sinus repair. Technical note. J Neurosurg 38: 244-248, 1973.
- 3) Sindou: Bilateral thrombosis of the transverse sinuses: microsurgical revascularization with venous bypass. Surg Neurol 13: 215-220, 1980.

## 5. 後頭・後頭下開頭

- 1) 河瀬 斌 : 傍正中 VA Aneurysm に対する (Trans-) Condylar Approach - Suboccipital approach との比較 - 脳卒中の外科 21 : 263-268, 1993.
- 2) Shao: Surgical management of high jugular bulb in acoustic neurinoma via retrosigmoid approach. Neurosurgery 32: 32-36, 1993.
- 3) Hasegawa: Anatomical variations of the straight sinus on magnetic resonance imaging in the infratentorial supracerebellar approach to pineal region tumors. Surg Neurol 36: 354-359, 1991.
- 4) Yasargil: Microneurosurgery III B. New York, George Thieme Verlag, 1988.
- 5) Yamaura: Treatment of aneurysms arising from the terminal portion of the

basilar artery: With special reference to the radiometric study and accessibility of transsylvian approach. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 22: 521-532, 1982.

- 6) 田中隆一：松果体部腫瘍に対する lateral-semiprone position による occipital transtentorial approach. *Neurosurgeons* 8: 124-132, 1989.
- 7) Dandy: *Tumors in the Third Ventricle of the Brain: Diagnosis and Treatment*. Springfield, 1933.
- 8) Heros: Lateral suboccipital approach for vertebral and vertebrobasilar artery lesions. *J Neurosurg* 64: 559-562, 1986.
- 9) Bertalanfy: The dorsolateral, suboccipital, transcondylar approach to the lower clivus and anterior portion of the craniocervical junction. *Neurosurgery* 29: 815-821, 1991.
- 10) Pellet: The widened transcochlear approach to jugular foramen tumors. *J Neurosurg* 69: 887-894, 1988.
- 11) Samii: Surgical treatment of jugular foramen schwannomas. *J Neurosurg* 82: 924-932, 1995.
- 12) Fisch: Infratemporal fossa approach for glomus tumors of the temporal bone. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 91: 474-479, 1982.

## 6. 前頭蓋底手術

- 1) Lang: *Clinical Anatomy of the Head. Neurocranium, Orbit, Craniocervical Regions*. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, 1983.
- 2) Derome: Surgical approaches to the sphenoidal and clival areas. in: *Advances and Technical Standards in Neurosurgery*, vol 6, Wien, New York, Springer-Verlag, 1979, pp101-136.
- 3) Sekhar: The extended frontal approach to tumors of the anterior, middle, and posterior skull base. *J Neurosurg* 76: 198-206, 1992.
- 4) Brown: The Le Fort I maxillary osteotomy approach to surgery of the skull base. *J Otolaryngol* 18: 289-292. 1989.
- 5) Spetzler: Preservation of olfaction in anterior craniofacial approaches. *J Neurosurg* 79: 48-52, 1993.

## 7. 経錐体法

- 1) Kawase: Transpetrosal approach for aneurysms of the lower basilar artery. *J Neurosurg* 63: 857-861, 1985.
- 2) House: The transcochlear approach to the skull base. *Arch Otolaryngol* 102: 334-342, 1976.
- 3) Hakuba: Total removal of cerebellopontine angle tumors with a combined transpetrosal-transtentorial approach (in Japanese). *Neurol Surg* 6: 347-354, 1978.
- 4) Al-Mefty: Petrosal approach for petroclival meningiomas. *Neurosurgery* 22: 510-517, 1988.
- 5) Hakuba: A combined retroauricular and preauricular transpetrosal transtentorial approach to clivus meningioma. *Surg Neurol* 30: 108-116, 1988.

- 6) 池田清延ら : Pteroclival meningiomaに対する"Asterional approach"-聴力および顔面神経温存のための微小外科解剖学 . 髄膜腫の外科(久保田紀彦編),1997, pp106.
- 7) Tadagiba, Samii: The significance for postoperative hearing of preserving the labyrinth in acoustic neurinoma surgery. J Neurosurg77: 677-684, 1992.
- 8) 白馬 明: 経錐体法. Neurosurgeons 9: 212-222, 1990.
- 9) Shiobara: A modified extended middle cranial fossa approach for acoustic nerve tumors. Results of 125 operations. J Neurosurg68: 358-365, 1988.
- 10) King & Morris: Translabyrinthine and transtentorial removal of acoustic nerve tumors. Results in 150 cases. J Neurosurg 52: 210-216, 1980.
- 11) King & Morris: Translabyrinthine and transtentorial removal of acoustic nerve tumor. Operative Surgery, Fundamental international techniques, Neurosurgery, in L. Symon (ed) PP 214-224, 52: 210-216, 1980.

#### 8. 頭蓋 頸椎接合部への手術アプローチ

- 1) Menezes: Transoral-transpharyngeal approach to the anterior craniocervical junction. Ten-year experience with 72 patients. J Neurosurg 69: 895-903, 1988.
- 2) Crockerd: Operative Neurosurgical Techniques, Indications, Methods, and Results vol.2 (Schmideck eds.), pp1221-1235.
- 3) Anderson LD: Fractures of the odontoid process of the axis. J Bone Joint Surg 56A: 1663-1674, 1974.
- 4) Bohler J: Operative treatment of injuries to cervical spine. Orthop Rev. 15: 58-59, 1986.
- 5) 長谷川 健 : Fresh fracture of the odontoid process treated with direct screw fixation; a case report. 脳神経外科 20: 887-891, 1992.
- 6) Al-Mefty: The transcondylar approach to extradural nonneoplastic lesions of the craniovertebral junction. J Neurosurg 84: 1-6, 1996.
- 7) Shucart: Lateral approach to the upper cervical spine. Neurosurgery 6: 278-281, 1980.
- 8) 堤 一生 : Highlateral approach to the lesions around the upper cervical vertebrae and foramen magnum. 脳神経外科 23: 301-309, 1995.

#### 9. 側脳室への手術アプローチ

- 1) Yasargil: Microneurosurgery III B, New York, George Thieme Verlag, In Yasargil (ed); p290, 1988.

#### 10, 11. 第 III、IV 脳室内病変への手術アプローチ

- 1) Yamamoto I: Related Articles Microsurgery of the third ventricle: Part I. Microsurgical anatomy. Neurosurgery 8: 334-356, 1981.
- 2) Apuzzo: Transcallosal Interforniceal Approach. in Apuzzo MLJ (ed) : Surgery of the Third Ventricle, Williams & Wilkins, 1987, pp 354-380.
- 3) Fujitsu: Basal interfalcine approach through a frontal sinusotomy with vein and nerve preservation. Technical note. J Neurosurg: 575-579, 1994.
- 4) Shibuya: Bifrontal basal interhemispheric approach to craniopharyngioma

resection with or without division of the anterior communicating artery.  
J Neurosurg 84: 951-956, 1996.

- 5) Stein: Infratentorial supracerebellar approach. in Apuzzo MLJ (ed) : Surgery of the Third Ventricle, Williams & Willkins, 1987, pp 570-590.
- 6) Yasargil: Microneurosurgery. Stuttgart: Thieme. 1996. vol IVB. pp 313-338.
- 7) Chang: An operative staging system and a megavoltage radiotherapeutic technic for cerebellar medulloblastomas. Radiology 93: 1351-1359, 1969.
- 8) Ikezaki: Correlation of microanatomical localization with postoperative survival in posterior fossa ependymomas. Neurosurgery 32: 38-44, 1993.
- 9) 伊藤昌徳: Anterior Transcallosal Approach による第三脳室腫瘍の手術. . in : Surgical Anatomy for Microneurosurgery III, Tokyo, サイメッド・パブリケーションズ, 1990, pp151-162.
- 10) 山本勇夫: 第三脳室への手術到達法. . in : Surgical Anatomy for Microneurosurgery II, Tokyo, サイメッド・パブリケーションズ, 1988, pp181-197.

## 12. 迂回槽内病変への手術アプローチ

- 1) 池田清延 : 脚間・迂回槽内および周囲の血管性病変に対する trans-choroidal fissure approach の手術適応 -屍体による微小外科的解剖学の研究より- 脳卒中の外科 23 : 139-144, 1995.
- 2) Yasargil: Microneurosurgery. Stuttgart: Thieme. 1988. vol IIIB. pp 211-224.
- 3) Yasargil: Microneurosurgery. Stuttgart: Thieme. 1995. vol IVB. pp 252-290.
- 4) Heros: Arteriovenous malformations of the medial temporal lobe. Surgical approach and neuroradiological characterization. J Neurosurg 56: 44-52, 1982.

## 13. 斜台病変への手術アプローチ

- 1) Sekhar: Surgery of Cranial Base Tumors. in: Sekhar LNS & Janecka IP (eds), New York: Raven Press. 1993. pp 157-224.
- 2) Brown: The Le Fort I maxillary osteotomy approach to surgery of the skull base. J Otolaryngol 18: 289-292. 1989.
- 3) Al-Mefty: The transcondylar approach to extradural nonneoplastic lesions of the craniovertebral junction. J Neurosurg 84: 1-6, 1996.
- 4) Derome: Surgical approaches to the sphenoidal and clival areas. in: Advances and Technical Standards in Neurosurgery, vol 6, Wien, New York, Springer-Verlag, 1979, pp101-136.
- 5) Sekhar: The extended frontal approach to tumors of the anterior, middle, and posterior skull base. J Neurosurg 76: 198-206, 1992.
- 6) Al-Mefty: Petrosal approach for petroclival meningiomas. Neurosurgery 22: 510-517, 1988.
- 7) Hakuba: A combined retroauricular and preauricular transpetrosal transtentorial approach to clivus meningioma. Surg Neurol 30: 108-116, 1988.
- 8) Sen & Sekhar: The subtemporal and preauricular infratemporal approach to intradural structures ventral to the brain stem. J Neurosurg 73: 345-354, 1990.
- 9) Sekhar: meningiomas involving the clivus: A six-year experienced with 41

patients. Neurosurgery 27: 764-781, 1990.

- 10) Kawase: Transpetrosal approach for aneurysms of the lower basilar artery. J Neurosurg 63: 857-861, 1985.

#### 14. 海綿静脈洞病変への手術アプローチ

- 1) Fisher: Lageabweichungen der vorderen hirnarterie im gefassbild. Zentralbl Neurochir 3: 300-313, 1938.
- 2) Sen: Surgical anatomy of the cavernous sinus and operative approaches. in : Surgical Anatomy for Microneurosurgery II, Tokyo, サイメッド・パブリケーションズ, 1990, pp33-41.
- 3) Dolenc: Anatomy and surgery of the cavernous sinus. Dolenc VV (ed), Springer-Verlag, Wien, New York, 1989.
- 4) 白馬 明 : 海綿静脈洞部内頸動脈瘤の直達手術. Neurosurgeons vol. 8 : 小林茂昭 編 : 日本脳神経外科コンgres, 1989, pp222-229.
- 5) 佐伯直勝: Willis 輪後半部の穿通枝の解剖 特に、脳底動脈瘤手術時に必要な微小外科解剖とそのバリエーションについて . in : Surgical Anatomy for Microneurosurgery II, Tokyo, サイメッド・パブリケーションズ, 1989, pp145-157.
- 6) Dolenc: A combined epi- and subdural direct approach to carotid ophthalmic artery aneurysms. J Neurosurg 62: 667-672, 1985.
- 7) 池田清延 : 脳神経外科手術 . clinidal lesion へのアプロ - チ . 脳神経外科速報 18(10): 815-822, 1998.
- 8) Shiobara: A modified extended middle cranial fossa approach for acoustic nerve tumors. Results of 125 operations. J Neurosurg68: 358365, 1988.
- 9) Kawase: Transpetrosal approach for aneurysms of the lower basilar artery. J Neurosurg 63: 857-861, 1985.
- 10) Parkinson: A surgical approach to the cavernous portion of the carotid artery; Anatomical studies and case report. J Neurosurg 23: 474-483, 1965. Neurochir 3: 300-313, 1938.
- 11) Glascock: Exposure of the intra- petrous portion of the carotid artery. In: Hamberger CA et al (eds) Disorders of the skull base region. Proceedings of the Tenth Nobel Symposium, Stockholm, 1968. Almqvist & Wiksell, Stockholm, pp135-143.
- 12) 児玉 南海雄 : 海綿静脈洞病変の直達手術. Neurosurgeons vol. 5 : 植村研一 編 : 日本脳神経外科コンgres, 1986, pp243-253.
- 13) Hakuba: A combined orbitozygomatic infratemporal epidural and subdural approach for lesions involving the entire cavernous sinus. J Neurosurg 71: 699-704, 1989.
- 14) Kobayashi: Carotid cave aneurysms of the internal carotid artery. J Neurosurg 70: 216-221, 1989.

#### 15. 眼窩内病変への手術アプローチ

- 1) 吉本智信ら: 眼窩手術のための解剖. in : Surgical Anatomy for Microneurosurgery VIII, Tokyo, サイメッド・パブリケーションズ, 1996, pp163-168.



- 2) 藤津和彦: 眼窩の経頭蓋手術法 (Fronto-Zygomatic Approach 手術手技と微小外科解剖) . in : Surgical Anatomy for Microneruosurgery VIII, Tokyo, サイメッド・パブリケーションズ, 1996, pp169-181.
- 3) 新井 一ら: 眼窩内病変に対する側方到達法. in : Surgical Anatomy for Microneruosurgery VIII, Tokyo, サイメッド・パブリケーションズ, 1996, pp182-189.
- 4) Netter FH: ORBIT AND CONTENTS. in : Atlas of Human Anatomy, Summit, New Jersey, Hoechstetter Printing Company Inc., 1995, Plates 76-86.