

錐体骨を貫通する静脈：胎生期静脈の遺残？

veins traversing the petrosal bone: possible remnants of embryonic primary head sinus?

石切生喜病院 脳神経外科 Department of Neurosurgery. Ishikiri-seiki Hospital  
三橋 豊 Yutaka Mitsuhashi

Key word: Vein, Petrosal bone, Primary head sinus

[緒言]

通常では認められない側頭骨錐体部(錐体骨)を貫通する静脈を有する症例を経験した。文献的報告は少なく、そのほとんどが内耳の先天性形成異常との合併で報告され、胎生期静脈の遺残とも考察されている。発生学的考察を加えて報告する。

[症例提示]

症例1： 75歳女性 右方視の際の複視にて受診した。MRIで右海綿静脈洞部動脈瘤が疑われ精査目的にて施行したCT angiography (図1, 2)にて左錐体骨を貫通する静脈と思われる血管構造を認めた。静脈は左卵円孔の静脈から顔面神経裂(大錐体神経裂)と思われる部分から錐体骨尖部を貫通し内頸動脈錐体部、耳管の背側を乗り越えて錐体斜台裂に出て、anterior condylar confluence の近くでinferior petroclival veinに流入していた。動脈瘤に関しては右不全外転神経麻痺は一過性で保存的に経過を観察した。

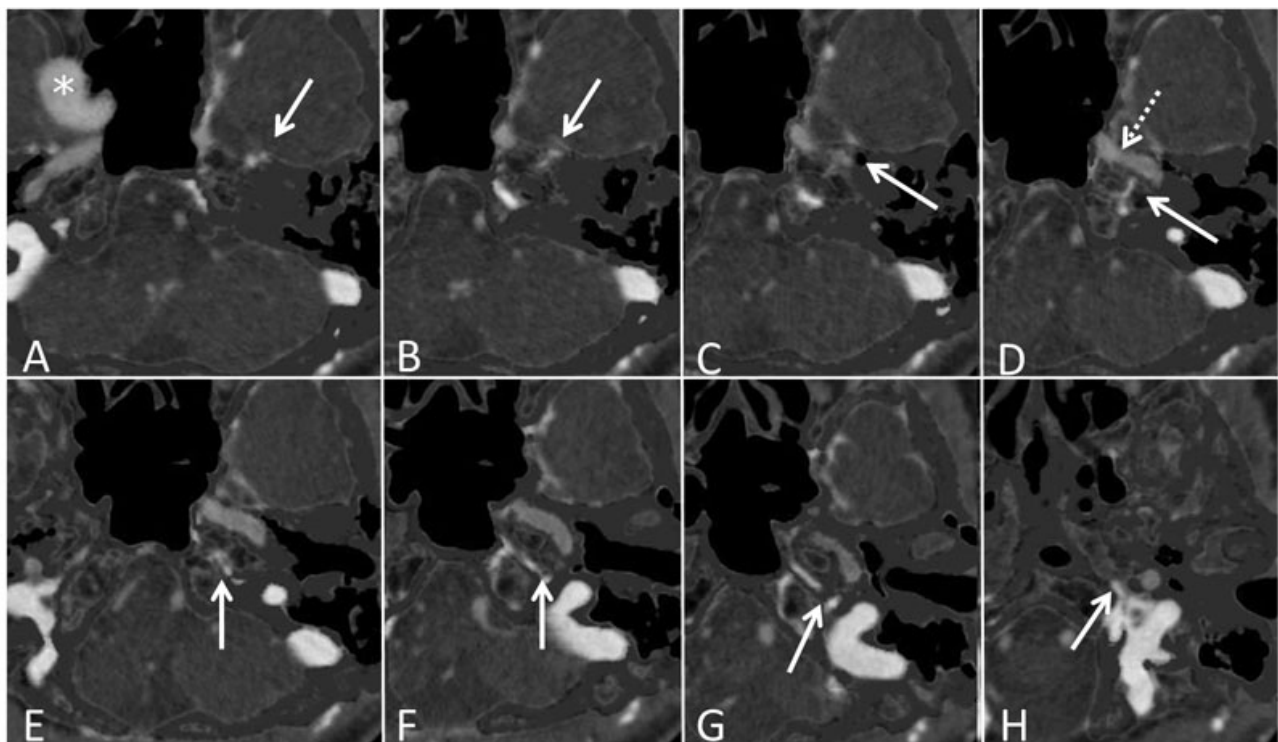


図1: 症例1. CT angiogram. 左 Meckel's cave の後縁(A)から顔面神経裂(B)を通して錐体尖部に侵入し内頸動脈錐体部(破線矢印)の背側を通り(C)錐体斜台裂に出て(D) inferior - petroclival vein と合流し(E,F) anterior condylar confluence に灌流する(G,H) 静脈(矢印)を認める. \*: 右海綿静脈洞部内頸動脈瘤.

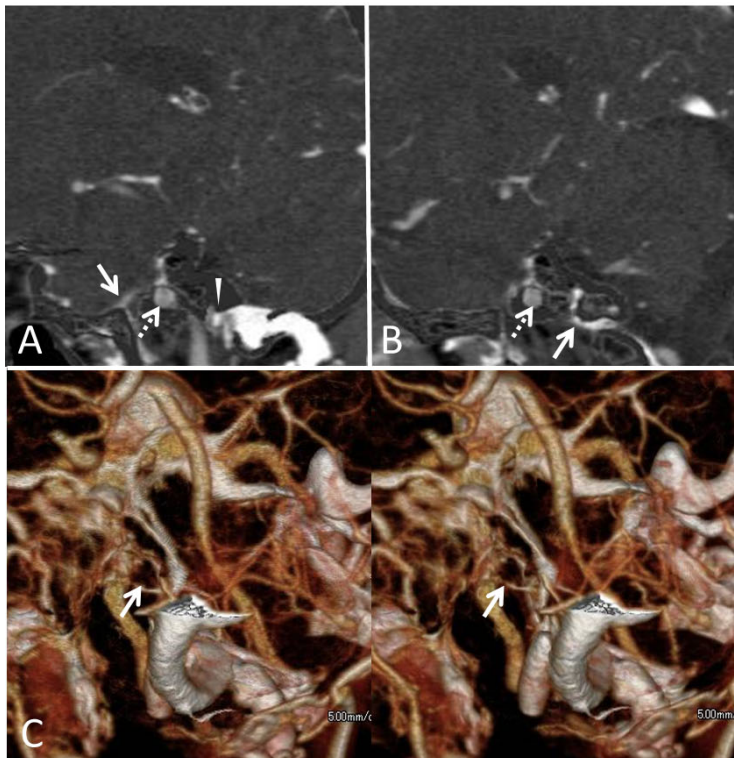


図2: 症例1. CT angiogram. 卵円孔周辺の静脈(A 矢印)から内頸動脈錐体部(A,B 破線矢印)を跨いで inferior - petroclival vein(B 矢印)を介して anterior condylar confluence (A 矢頭)に繋がる静脈を認める。3D再構成画像(C)でこの静脈(矢印)の立体的な走行が良くわかる。

症例2： 78歳女性 半年前から左方視時の複視を自覚。緩解、増悪を繰り返していた。受診2週間前より左眼の充血が出現した。MRIで左海綿静脈洞部の硬膜動静脈瘻と思われる所見を認め入院精査を行った。脳血管撮影を行い左海綿静脈洞部の硬膜動静脈瘻を確認した。右頸動脈撮影正面像でspheno-basal typeの

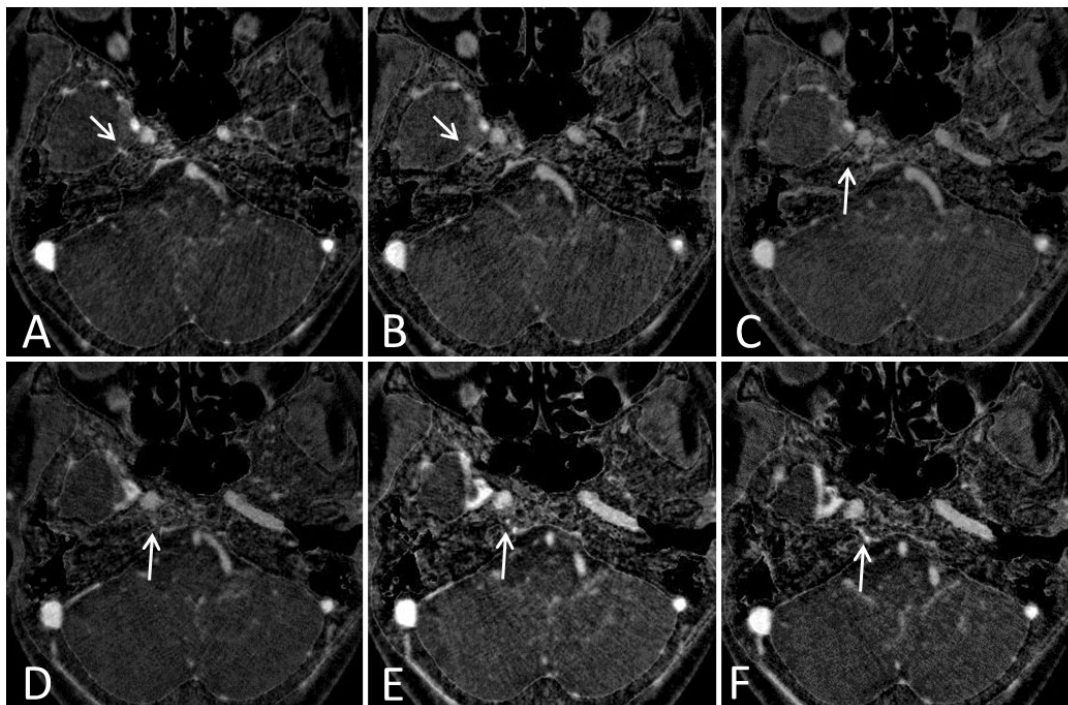


図3: 症例2. CT angiogram. 左Meckel's caveの後縁(A)から顔面神経裂(B)を通過して錐体尖部に侵入し内頸動脈錐体部の背側を通り(C,D,E)錐体斜台裂に出て(F) inferior petrosal sinus と合流する静脈(矢印)を認める。

middle cerebral vein後端付近から後内側に走り下錐体静脈洞に灌流する細い静脈構造を認めた(図4B)。CT angiogramではこの静脈は右卵円孔の静脈から顔面神経裂を経て錐体骨内に入り内頸動脈錐体部を乗り越えて後内側に走り、錐体斜台裂に出て下錐体静脈洞中間部に流入していた(図3, 図4A)。海綿静脈洞部硬膜動静脈瘻は経静脈的に塞栓を行い治療した。

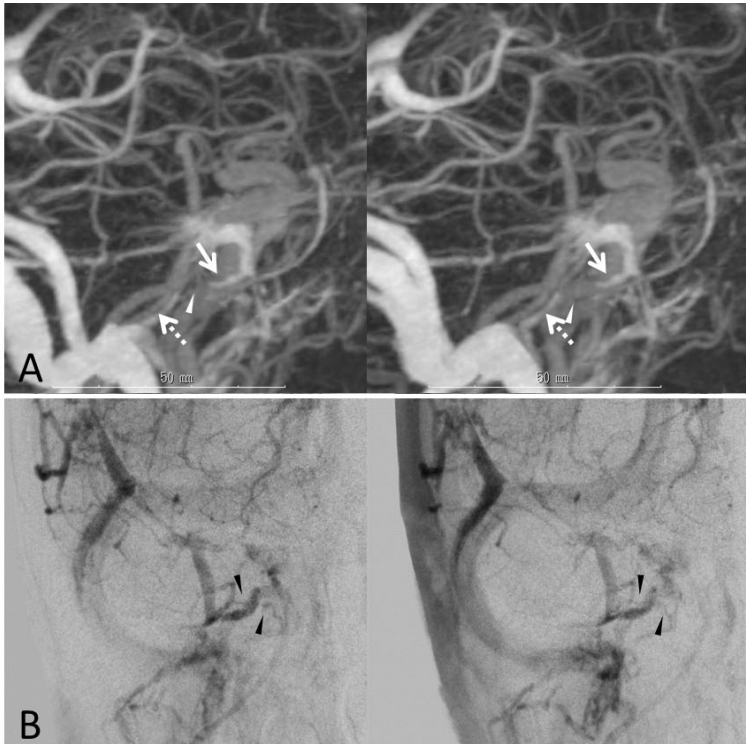


図4: 症例2. A: CT angiogram 3D 再構成画像. 右 cavernous- sinus lateral wing から後方、錐体骨内に延びる静脈(矢印)を認める. 細い蛇行した静脈(矢頭)を介して inferior petrosal- sinus (破線矢印)に繋がっている.  
B: 右内頸動脈撮影正面像. 錐体骨内を走行していると思われる細い蛇行した静脈(矢頭)を認める.

症例3: 35歳男性 1年前より顔面の部分てんかん発作が起こるようになった。MRIにて左前頭葉に神経膠腫と思われる所見を認めた。また右錐体骨を貫通すると思われる血管構造を認めた。この血管は卵円孔の

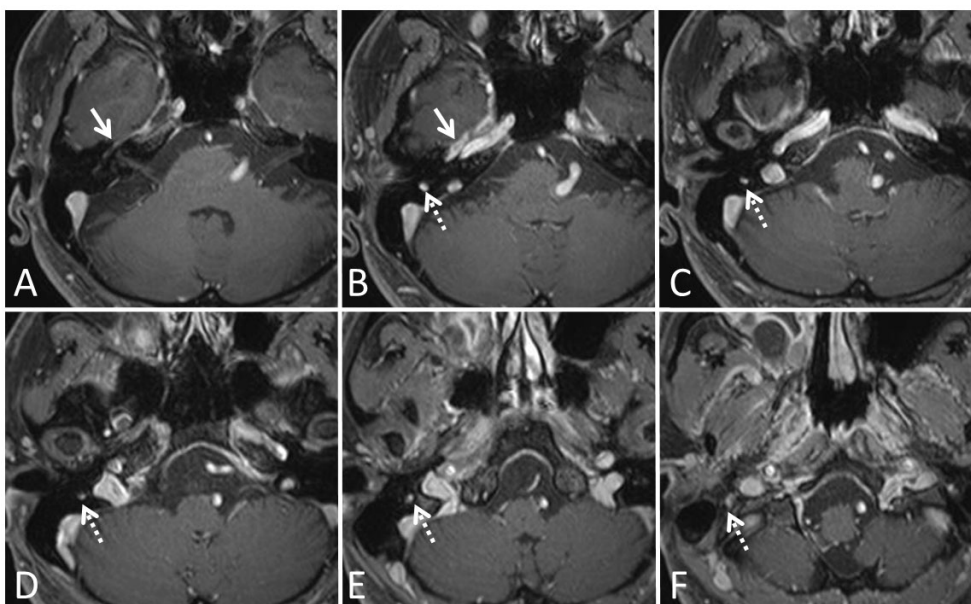


図5: 症例3. MRI 造影T1強調画像. 顔面神経裂(A, B 矢印)から顔面神経管膝部、水平部に静脈と思われる造影効果を認める. 顔面神経管垂直部(C, E 破線矢印)は拡張している. この静脈は茎乳突孔(E 破線矢印)を経て側頭下窩に出て内頸静脈の外側を走行している(F 破線矢印).



静脈から顔面神経裂と思われる部分を通して錐体骨内に侵入し外側後方に走行し顔面神経管と思われる部分を通して内頸静脈の外側、茎乳突孔と考えられる部分から側頭下窩に出て更に尾側へと走行していた（図5）。脳血管撮影、右内頸動脈撮影でも同様の静脈が確認された（図6）。神経膠腫は外科的切除が行われた。



図6: 症例3. 右内頸動脈撮影静脈相  
側面像(A) 正面像(B)  
Spheno-basal type のmiddle cerebral vein 後端から錐体骨内を後外側に走行し頭蓋外では内頸静脈の外側を走行する静脈(矢頭)を認める.

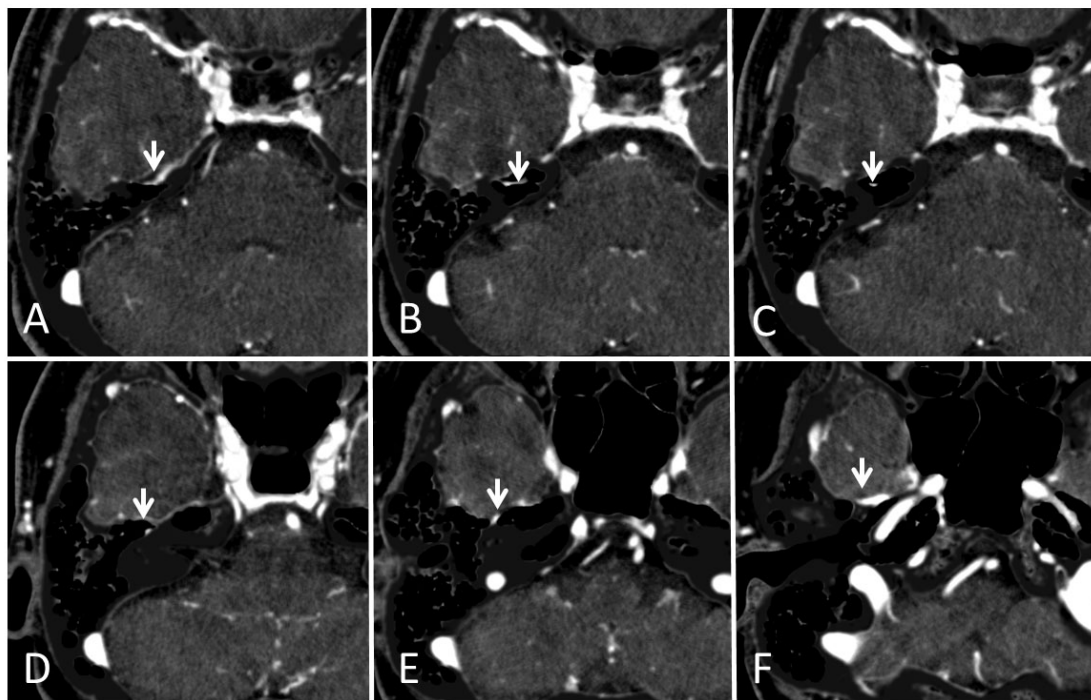


図7: 症例4. CT angiogram. 上錐体静脈洞(A 矢印)から錐体骨内に入り後外側に走行(B 矢印)し顔面神経管膝部(C 矢印)辺りから大錐体神経に沿う様な走行で内側前方に走行し(D,E 矢印) 顔面神経裂から中頭蓋窩に到達する(F 矢印) 静脈を認める.

症例4： 61歳女性 脳ドックにて前交通動脈部未破裂脳動脈瘤を指摘され治療目的に紹介された。CT angiogramで右錐体骨内を貫通する静脈構造を認めた。この静脈は卵円孔の静脈から顔面神経裂と思われる部分を通して錐体骨内に入り少し後方へと走行した後に内側上方へと走って上錐体静脈洞につながっていた（図7, 図8A-C）。右内頸動脈撮影では卵円孔の導出静脈と思われる部位から錐体骨前縁に沿う様な形態で to and froに描出される静脈を認めた（図8D）。動脈瘤はコイル塞栓を行い治療した。

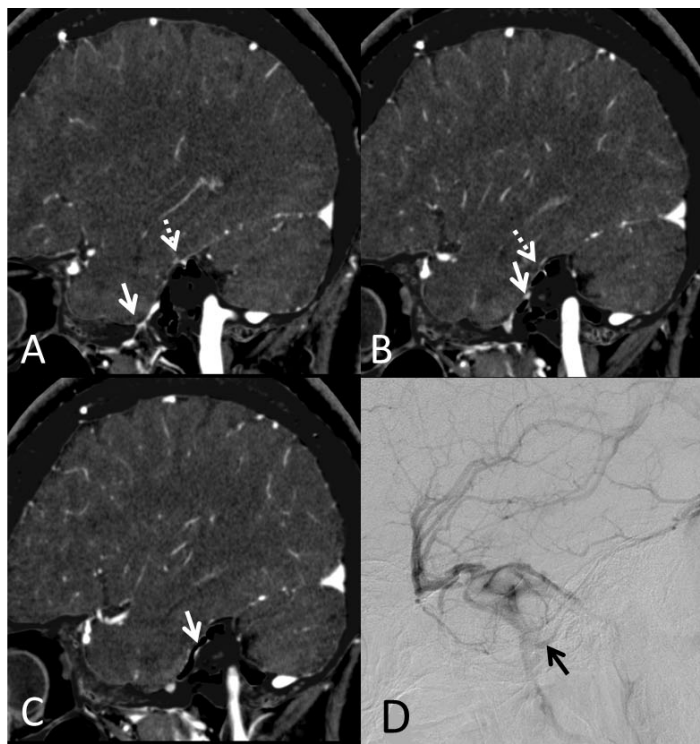


図8: 症例4. A, B, C: CT angiogram 矢状断再構成画像. 卵円孔の静脈(A 矢印)と連続して顔面神経裂(B 矢印)から錐体骨内に入り(C 矢印) 上錐体静脈洞に繋がる(A, B 破線矢印) 静脈を認める.  
D: 右内頸動脈撮影静脈相側面像. 卵円孔のemissary veinから錐体骨前面に沿って後上方に走行する静脈(矢印)を認める.

[考察]

● 側頭骨の発生

側頭骨は発生学的には概ね鱗部、鼓室部、岩様部（錐体部、乳突部）の3つの骨化中心から形成され生後1年までに癒合する。鱗部は膜性神経頭蓋、鼓室部は第一鰓（咽頭）裂を被覆する膜性内臓性頭蓋、岩様部は耳嚢（otic capsule）を原基とする軟骨性神経頭蓋と考えられる<sup>1, 2)</sup>。ちなみに鼓室内に粘膜を被って存在する耳小骨は軟骨性内臓頭蓋でありすなわち、ツチ骨、キヌタ骨は第1鰓弓軟骨、アブミ骨が第2鰓弓軟骨を由来とすることはよく知られている。

● 側頭骨内の鰓弓神経（図9）<sup>3, 4)</sup>

側頭骨内の鰓弓神経に関しては胎生期の静脈の走行を考える上で有用と思われる。

顔面神経は内耳道を通して錐体骨顔面神経管を通り茎乳突孔から出て顔面に分布する。内耳道底から顔面神経管迷路部を通り膝部に到達するここで大錐体神経を分岐しこれは内側前方に走行し顔面神経裂から錐体骨をでて破裂孔、翼突管を経て翼口蓋神経節に至る。顔面神経本幹は鼓室内側壁を走行し垂直部を経て茎乳突孔に至る。顔面神経管下端で鼓索神経が分岐、鼓索神経小管を通して鼓室内に入りツチ骨とキヌタ骨の間を走行し錐体鼓室裂を通して側頭下窩に出る。大錐体神経、鼓索神経は第2鰓弓神経の裂前枝と考えられる<sup>2)</sup>。舌咽神経の上神経節から鼓室神経（第3鰓弓神経の裂前枝<sup>12)</sup>）が頸静脈窩内側前方にある錐体小窩に開口する鼓室神経小管を通して鼓室外側壁に入り、小錐体神経小管を通して顔面神経裂溝の外側で錐体前面に出る。

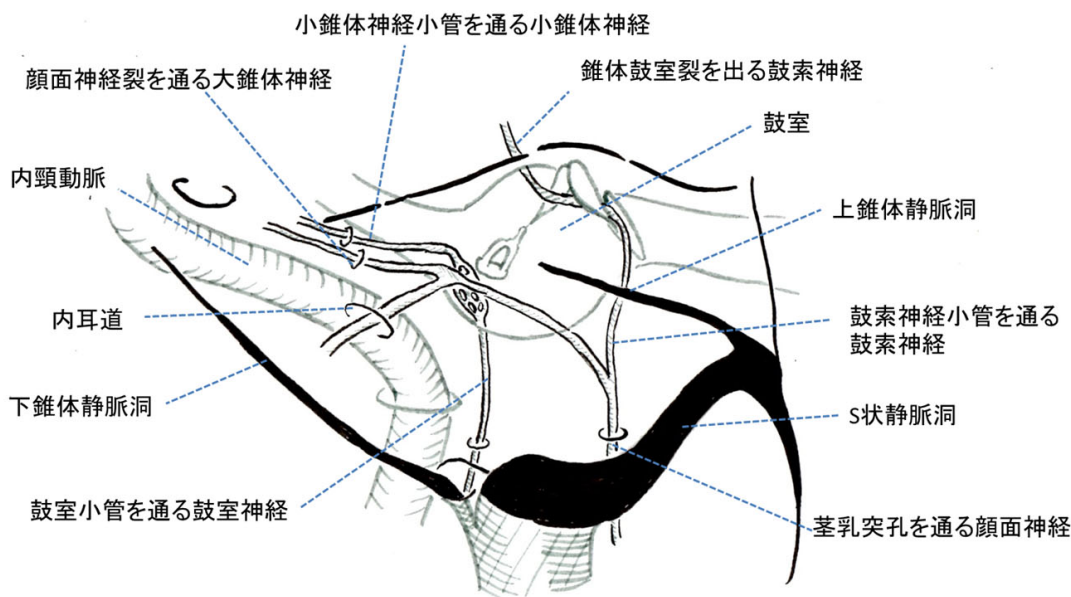


図9: 錐体骨内を通る鰓弓神経の模式図

顔面神経は内耳道から錐体骨内に入り膝部で前内側に大錐体神経を分岐する。大錐体神経は顔面神経裂から中頭蓋底に出る。顔面神経は茎乳突孔を出る直前に鼓索神経を分岐し鼓室を通じて錐体鼓室裂から側頭下窩に出る。舌咽神経の分枝である鼓室神経は錐体小窩に開口する鼓室小管を通じて鼓室内に入り鼓室神経叢を形成した後、小錐体神経となって小錐体神経小管を通じて中頭蓋窩に出る。

● 側頭骨内の正常静脈 (図10)

側頭骨に関与する静脈は側頭骨鱗部を灌流する中硬膜静脈、錐体鱗静脈洞 (petrosquamosal sinus)、鼓室の静脈灌流を主に担う鼓室静脈、浅錐体静脈、茎乳突静脈、内耳の灌流を担う前庭水管静脈、蝸牛水管静脈、迷路静脈などがある<sup>5)</sup>。Petrosquamosal sinusは胎生期にprootic sinusとsigmoid sinusまたはpostglenoid foramenを通じてretromandiblar veinを交通する様に認められるemissary veinであり鱗部の骨組織を灌流する静脈と考えられる。Petrosquamosal sinusは錐体鱗縫合を走行し成人の20-30%に認められるようである<sup>6,7)</sup>。鼓室静脈に関してはPadgettによると胎生期に上下の2本の鼓室静脈の存在が記載されておりpetrosquamosal sinus, postglenoid veinなどに灌流すると記載されている。またMerida-Velascoらによると胎生期に鼓室鱗裂(鼓室と側頭下顎関節周囲を交通)にsmall venous vesselsが前鼓室動脈、鼓索神経とともに存在することを報告している<sup>8)</sup>。発達後の鼓室静脈の走行に関して詳しく記した文献を見つけることはできなかったがおそらくは同名の動脈の鼓室侵入路を通じて灌流しているのではないかと想像する<sup>9)</sup>。すなわち鼓膜張筋半管、錐体鼓室路、鼓室神経小管などである。浅錐体静脈、茎乳突静脈はそれぞれ吻側、尾側の顔面神経管内を走行し顔面神経裂、茎乳突孔より側頭骨外に流出する。顔面神経の静脈灌流を担うとともに鼓室内で鼓室静脈と吻合する。前庭小管静脈は迷路全体の静脈灌流を担い前庭小管(内リンパ管)に伴走するparavestibular canalを通じて錐体骨後面に達しS状静脈洞や下垂体静脈洞に灌流する。蝸牛小管静脈は蝸牛小管の中を外リンパ管に伴走する。蝸牛小管は迷路前庭(蝸牛小管迷路孔)から始まり頸静脈孔内側(錐体小窩)に開口し静脈は下錐体静脈尾側端に流入する<sup>5,4)</sup>。迷路静脈は迷路動脈の伴走静脈であり内耳道を通り下垂体静脈洞に流入する<sup>3,4)</sup>。提示した症例1-3はこれらの通常の静脈には見られない走行を示しており、症例2は浅錐体静脈、茎乳突静脈と走行を一にするが、径が太く、また灌流様式も異なっている。

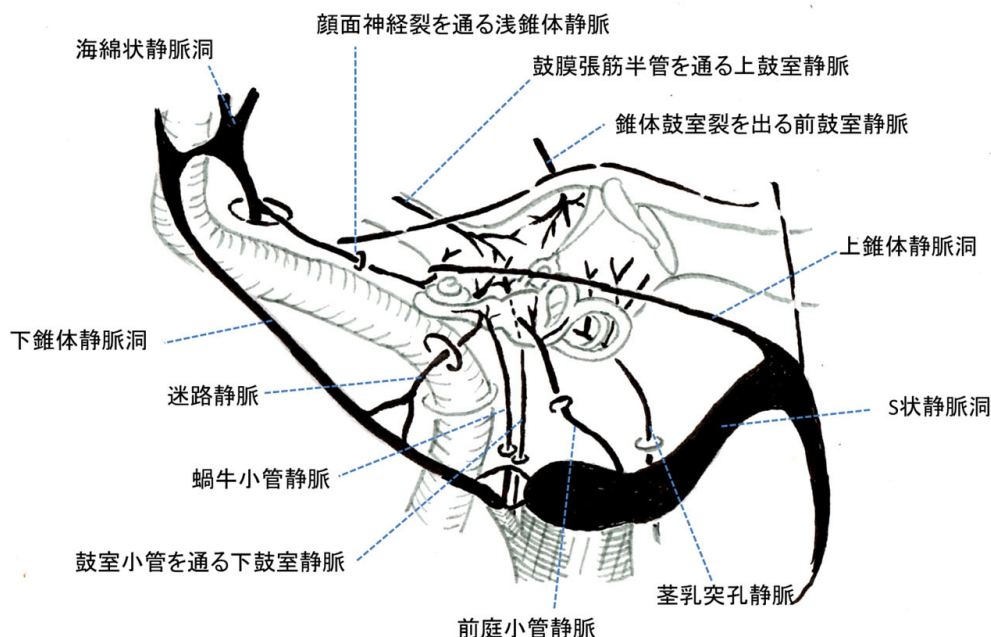


図10: 錐体骨内静脈の模式図

内耳の静脈灌流は迷路静脈、前庭小管静脈、蝸牛小管静脈にて行われる。浅錐体静脈、茎乳突孔静脈は顔面神経のみならず鼓室の静脈灌流を担う。鼓室の静脈灌流は同名の鼓室動脈に伴走する静脈によって、錐体骨の骨孔、骨間隙を介して行われていると思われる。

● 胎生期脳静脈の発達 (図11)

Padget<sup>10)</sup>によると頭殿長5-8mmの胎児においては原始脳(5胞脳)の背外側に頭部全ての静脈灌流を担うprimary head sinusといわれる静脈が形成されている。このprimary head sinusはdural layerに位置しておりanterior, middle, posterior dural plexusを介して脳の静脈灌流を担っている。これらのdural plexusもdural layerに存在しpia-arachnoid veinを介してpial veinからの静脈還流を受ける。Primary head sinusは三叉神経の内側、顔面神経、舌咽神経、耳胞の外側、迷走神経、舌下神経の内側を走行し anterior cardinal veinへと連続する。頭殿長10-14mmの時期に迷走神経、舌下神経の内側を走行していた部分は外側へとmigrateする。16-21mmの時期にprimary head sinusは耳嚢(otic capsule)と顔面神経の間に圧迫されるようになり消褪する。代わりにその外背側でmiddle dural plexusとposterior dural plexusが吻合することによって別の静脈路(後のsigmoid sinus)が形成され、消褪したprimary head sinusが担っていた静脈灌流を担うことになる。この領域で消褪したprimary head sinusの吻側断端は後のcavernous sinus lateral wingから連続し大錐体神経、中硬膜動脈錐体枝に沿って存在すると述べられており、また尾側断端はventral myelencephalic vein(後のinferior petrosal sinusがprimary head sinus (anterior cardinal vein)に流入する部分と述べられているので成体ではanterior condylar confluence近傍ではないかと考えられる。また消褪するprimary head sinusに関して、大錐体神経、顔面神経に沿って走行しそれぞれの伴走静脈(浅錐体静脈、茎乳突静脈)に合一するという記載もあるが詳しくは述べられていない<sup>5)</sup>。

● 胎生期静脈の遺残の可能性に関して

前述の様に側頭骨は由来の違う骨組織が癒合してできたものである。錐体部は耳嚢を被覆する為に形成された耳周骨由来の神経頭蓋で、鼓室部は第1鰓裂(後の鼓室、耳管)を被覆する為に出来た内臓性頭蓋である。それゆえに当初耳嚢と第1鰓裂の間を走行していた神経(顔面神経(第2鰓弓神経)の中枢側、血管(primary head sinus, dorsal aorta)は成体では錐体骨内を走行すると考えることが出来る。概念に忠実であろうとすると“側頭骨錐体部と鼓室部の間を走行する”という表現が妥当であるが記述の煩雑さを避けるために“錐体骨内を走行する”という表現をこの論文では用いている。これが内頸動脈や顔面神経とその分枝



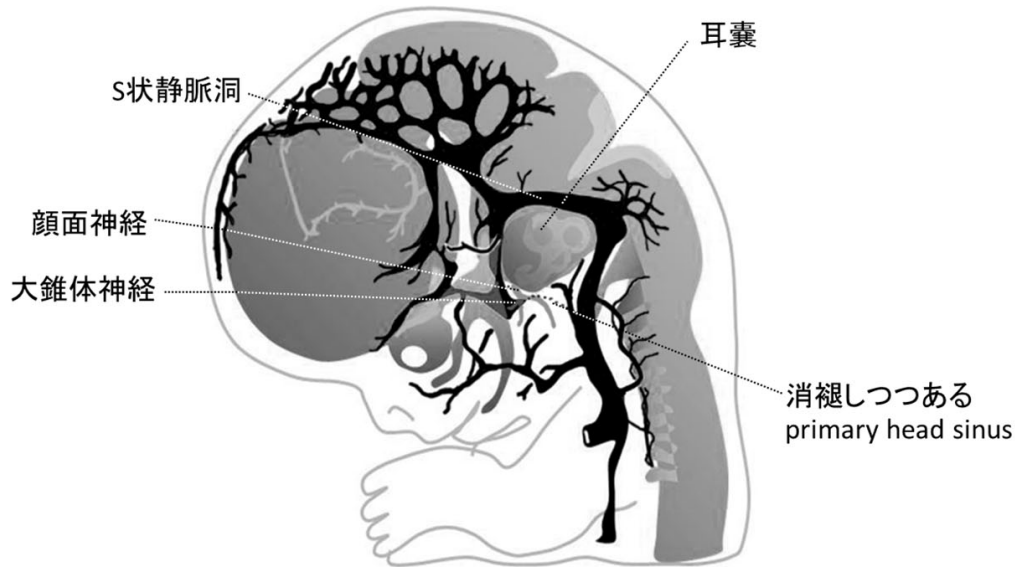


図11: ヒト胎児(頭殿長 24mm)の静脈発達の模式図

発達する耳囊に圧迫されて顔面神経の外側を走行していた primary head sinus は消褪しつつある。その吻側は大錐体神経に沿っている。消褪する primary head sinus の代わりに耳囊の背側でmiddle dural plexus と posterior dural plexusの吻合による新たな静脈路(s状静脈洞)が形成されている。(Padget DH. 1956より改変)

(大錐体神経、鼓索神経)が錐体骨の中を通る所以である。第3鰓弓神経(舌咽神経)の裂前枝である鼓室神経も鼓室粘膜への内臓性感覚線維と下顎神経(第1鰓弓神経 裂後枝)の分枝である耳介側頭神経を経て耳下腺にいたる内臓性運動線維からなるので同様の機序で錐体骨の内部に取り込まれていると考えられる。primary head sinusは耳囊と第1鰓裂に挟まれて消褪し錐体骨の外背側に形成されたsigmoid sinusにその役割を取って替わられてしまう。もう一つ前の鰓弓すなわち第1鰓弓においては蝶形骨大翼が第1上鰓弓軟骨由来であるためやはりdorsal aorta, primary head sinusは頭蓋内に取り込まれておりprimary head sinusはcavernous sinusのlateral wingとして遺残している。錐体骨の中にprimary head sinusが消褪せずに残るとすれば、その通路の候補として吻側は鰓弓神経とその分枝の通り道である顔面神経裂、小錐体神経管、錐体鼓室裂の可能性があり、尾側は茎乳突孔、鼓室神経小管が考えられる(図12)が、吻側は文献の記載<sup>10, 15)</sup>からも、また中頭蓋窩のprimary head sinusの遺残であるcavernous sinus lateral wingすなわち卵円孔の静脈との解剖学的位置関係から考えても大錐体神経に沿って顔面神経裂から錐体骨内に侵入する考えられる。尾側はPadget<sup>5)</sup>の記載どおりに茎乳突静脈と合一すると考えると、そこから尾側のprimary head sinusの吻側遺残断端であると考えられるanterior condylar confluenceとの繋がりが空間的に考えにくい(茎乳突孔は頸静脈孔の外側にあるので、そこから頸静脈本幹を超えて内側のanterior condylar confluenceへの連続は不自然に感じられる)。もっとも錐体骨の外側への発達に伴い顔面神経の走行が外側に偏位したと考えられ、そのための不自然な走行が消褪の一因になっている可能性はある。Primary head sinusが錐体骨内に遺残していた場合にそれは本来の走行ではなく障害物を避けるように走行を変更している可能性もある(primary head sinusがこの部分で消褪しsigmoid sinusに取って替わられたり、当初、迷走神経、舌下神経の内側を走行していたprimary head sinusが神経の外側に経路を変えたのと同様の機序で)。



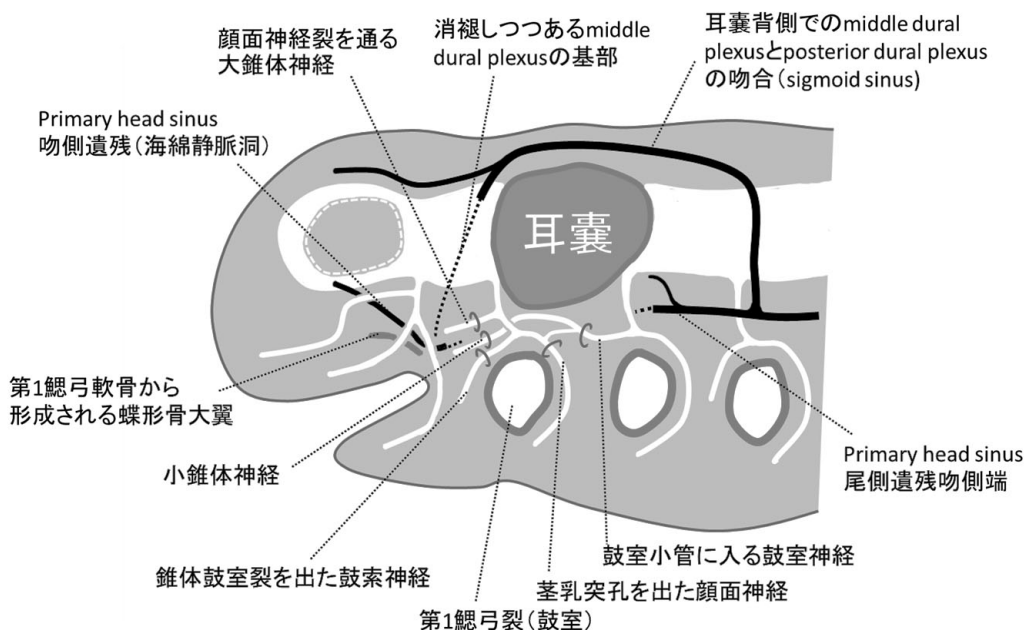


図12: primary head sinusの消褪に関する概念的模式図  
 耳嚢(後の内耳)の発達によって、第一鰓弓裂(後の鼓室)との間に挟まれたprimary head sinusが消褪しつつある。第2鰓弓神経(顔面神経)とその分枝、第3鰓弓神経(舌咽神経)の裂前枝(鼓索神経)も耳嚢と第一鰓弓裂に挟まれてしまう。消褪したprimary head sinusの本来の通り道は神経に沿うのか? また神経とは関係がないのか? (S. Romer, 1977より改変)

提示した4症例はすべて錐体骨内を貫通する静脈の吻側は顔面神経裂と思われる部分を介しており primary head sinusの遺残と考えても矛盾は無いように思われる。症例3において静脈は顔面神経裂から大錐体神経に沿って走行し顔面神経管全長を通過して、茎乳突孔に導出していると考えられた(図13-B)。静脈による顔面神経管の拡大に関して文献的報告が散見される<sup>11, 12)</sup>。Nagerら<sup>13)</sup>はcadaverを用いた研究で膝神経節近傍から茎乳突孔まで顔面神経管内を顔面神経に沿って走行する顔面神経より太く拡張した静脈を認めたと報告しておりpersistent lateral capital vein (primary head sinus)と断じている。症例3では静脈は茎乳突孔導出後、内頸静脈の外側を尾側へ走行しており、おそらくは外頸静脈に繋がっていると思われる。この静脈がprimary head sinusの遺残であるとするとその本来の走行を考えるとanterior condylar confluence近傍に連続してしかるべきであるが、前述したようにその不自然な走行から茎乳突孔より尾側で静脈経路の変更があった可能性が考えられる。症例1, 2は顔面神経裂から錐体骨に侵入したのち錐体尖部で内頸動脈の背側を跨いで錐体斜台裂に出て、症例1ではinferior petrosal veinに、症例2ではinferior petrosal sinusの中間部に流入していた(図13-A)。primary head sinusの本来の走行より内側であるが、発達の過程で経路変更が行われた可能性があると考えられる。Padget<sup>10)</sup>の記載ではprimary head sinusは顔面神経外側を走行するとなっているがButler<sup>14)</sup>は体長20mmの胎児標本で消褪しつつあるprimary head sinusが顔面神経の内側を走行しているschemaを示しており、primary head sinusが消褪してゆく過程で発達する錐体骨の中で内側への走路の変更を行った可能性は十分に考えられる。症例4では顔面神経裂から錐体骨内に侵入した静脈は顔面神経膝部あたりから背側に走行しsuperior petrosal sinusに連続している(図13-C)。これは胎生期のmetencephalonを灌流するpia-arachnoid veinであるventral metencephalic vein(後のsuperior petrosal sinus)のprimary head sinusへの流入路から吻側のprimary head sinusが遺残したものではないかと考えられる。ventral metencephalic veinのdural plexusまたはprimary head sinusへの流入部は一定していないようである<sup>5)</sup>。胎生期の錐体骨には細かくは14個の骨化中心があると報告されており<sup>15, 16)</sup>、ventral metencephalic veinの心臓側のdural layerにある部分が錐体骨内に取り込まれて遺残する可能性はあると考える。側頭骨を貫通するような異常な静脈は先天的な内耳形成異常に合併して文献的報告が認められ<sup>17, 18, 19)</sup>、胎生期静脈の遺残の可能性を指摘しているものも

ある<sup>18)</sup>。この領域でのprimary head sinusの消褪は主に耳嚢の発達によると考えられ、耳嚢（内耳）の形成障害があればprimary head sinusを含めた胎生期静脈が遺残することは十分に考えられる。文献の多くは異常静脈の走行に関しては詳しく述べていないがFriedmannらはCHARGE syndromeの症例で中頭蓋窩から鼓室を貫通して側頭下窩にいたる拡張した静脈の存在を報告しており、その走行からはprimary head sinusの遺残である可能性が高いのではないかと推察する<sup>17)</sup>。今回提示した症例で胎生期静脈が遺残する原因となるような内耳の先天異常や明らかな通常の静脈還流の異常が認められた症例は無く錐体骨内を貫通する静脈の発生機序、もしくは胎生期静脈の遺残であるとしてその原因については不明である。内耳の先天性異常を伴わない錐体骨内異常静脈についてはHermanらの4例の症例報告<sup>20)</sup>のみしか渉猟しえなかったが、これら4例はいずれも顔面神経裂と関与しておらず、いずれも上錐体静脈近傍から錐体骨内に入り他端はそれぞれsigmoid sinus、jugular bulb近傍の錐体骨後面、顔面神経管垂直部、petromastoid canalに開口していたと述べられておりventral metencephalic veinとその流入路から尾側のprimary head sinusの遺残であった可能性が示唆される。このような静脈の臨床的意義に関しては定かではないが経錐体法による脳外科的、又は耳鼻科的手術の際の術中出血の予想や解剖学的landmarkになる可能性はあると考えられる。またこのような静脈周囲にarteriovenous fistulaが発生した場合に治療戦略を立てる上でその存在を知っておくことは有用である可能性があると考えた。

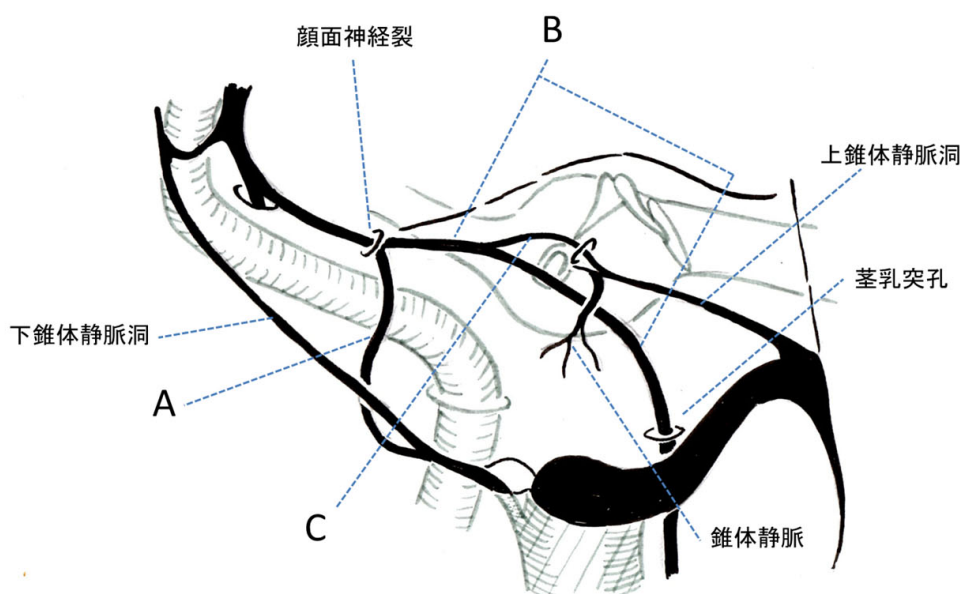


図13: 提示症例の静脈走行

- A: (症例1, 2) 静脈は顔面神経裂から錐体骨に入り錐体尖部を内頸動脈の背側を跨いで錐体斜台裂にてanterior condylar confluence近傍に流入していた。  
 B: (症例3) 顔面神経裂から茎乳突孔まで顔面神経管全長にわたり拡張した静脈を認めた。  
 C: (症例4) 静脈は顔面神経裂と上錐体静脈洞を繋いで錐体骨内を貫通していた。

[結論]

錐体骨内を貫通する通常では認められない静脈の症例を報告した。Primary head sinusなどの胎生期静脈の遺残である可能性が考えられた。

[文献]

- 1) W.J. Larsen: 最新人体発生学. 相川英三, 他 監訳: 第2版, 東京, 西村書店, 2005, 315-324.
- 2) S. Romer, T.S. Parsons, The vertebrate body fifth edition. W.B. Saunders company, Japanese translation rights arranged through Orion Press Tokyo. 1977.

## *Niche Neuro-Angiology Conference 2015*

- 3) Agur AM. R : グラント解剖学図譜 山下 廣 他 訳 : 第4版 医学書院 東京 2004; 534-46.
- 4) Feneis H: 図解解剖学事典 山田英智 他 訳 : 第2版 医学書院 東京 1983; 324-7, 370-1.
- 5) Padget DH: The cranial venous system in man reference to development, adult configuration, and relation to the arteries. The American Journal of Anatomy. 1956; 98(3): 307-355.
- 6) Marsot-Dupuch K, Gayet-Delacroix M, Elmaleh-Berges M, et al. The petrosquamosal sinus: CT and MR findings of a rare emissary vein. AJNR Am J Neuroradiol. 2001; 22(6): 1186-93.
- 7) The petrosquamosal sinus in humans. San Millán Ruíz D, Gailloud P, Yilmaz H, et al. The petrosquamosal sinus in humans. J Anat. 2006; 209(6): 711-20.
- 8) Mérida-Velasco JR, Rodríguez-Vázquez JF, Mérida-Velasco JA, et al. The vascular relationship between the temporomandibular joint and the middle ear in the human fetus. J Oral Maxillofac Surg. 1999; 57(2): 146-53.
- 9) Minatogawa T, Kumoi T, Hosomi H, et al. [The blood supply of the facial nerve in the human temporal bone.](#) Auris Nasus Larynx. 1980; 7(1): 7-18.
- 10) Padget DH: The development of the cranial venous system in man, from the view point of comparative anatomy. Contrib Embryol. 1957; 36: 81-140.
- 11) Moonis G<sup>1</sup>, Mani K, O'Malley J, et al. A venous cause for facial canal enlargement: multi-detector row CT findings and histopathologic correlation. AJNR Am J Neuroradiol. 2011; 32(5): E83-4.
- 12) Minbum Kim, Dong-Wook Lim, Ha Young Lee, et al. Venous engorgement as a Cause of facial canal enlargement. Int adv otl 2014; 10(2): 184-6.
- 13) Nager GT, Proctor B. Anatomic variation and anomalies involving the facial canal. 1991; 24(3): 531-53.
- 14) Butler H. the development of certain human dural venous sinuses. J Anat. 1957; 91(4): 510-526.
- 15) Bast TH. Ossification of otic capsule in human fetuses. Contrib Embryol. 1930; 121: 53-82.
- 16) 木田勝己. 側頭骨錐体の発生学的研究 -顔面神経管を中心とした錐体の骨形態形成-. 北海道医誌. 1996; 71(2): 205-216.
- 17) Friedmann DR<sup>1</sup>, Amoils M, Germiller JA, et al. Venous malformations of the temporal bone are a common feature in CHARGE syndrome. Laryngoscope. 2012; 122(4): 895-900.
- 18) Ozgen B, Oguz KK, Atas A, et al. Complete labyrinthine aplasia: clinical and radiologic findings with review of the literature. AJNR Am J Neuroradiol. 2009 Apr; 30(4): 774-80.
- 19) Morimoto AK<sup>1</sup>, Wiggins RH 3rd, Hudgins PA, et al. Absent semicircular canals in CHARGE syndrome: radiologic spectrum of findings. AJNR Am J Neuroradiol. 2006; 27(8): 1663-71.
- 20) Hermans R, van Rensburg LJ. An aberrant vascular channel in the petrous bone: persistent lateral capital vein? Eur Radiol. 2009; 19(12): 2958-64.