

後頭蓋窩硬膜静脈洞と後頭顆静脈

Posterior fossa dural sinuses and condylar veins

当麻直樹

Naoki Toma

三重大学 脳神経外科

Department of Neurosurgery, Mie University Graduate School of Medicine

Keywords: posterior fossa dural sinus, condylar vein, vertebral venous plexus, emissary vein, embryology

はじめに<sup>1)</sup>

脳静脈還流の大部分は横静脈洞，S状静脈洞を通過するが，仰臥位では主に内頸静脈が，立位では椎骨静脈叢が脳静脈の主な流出路となる．そのため内頸静脈への流出路だけでなく椎骨静脈叢への流出路となる後頭顆静脈も脳静脈還流における重要な役割をもつ．また後頭蓋窩硬膜静脈洞および後頭顆静脈は硬膜動静脈瘻の好発部位であり，シャント血流の流出路となり，あるいは閉塞により逆流が起こり，経静脈的塞栓術のアプローチ経路にもなる．したがって硬膜動静脈瘻の病態を理解し治療戦略を検討するためにも後頭蓋窩静脈洞，後頭顆静脈の知識が不可欠である．本稿では，後頭蓋窩静脈洞，後頭顆静脈の発生，解剖についてレビューする．

頭蓋骨の発生<sup>2)3)4)</sup>

頭蓋骨は沿軸中胚葉paraxial mesodermおよび神経堤neural crestから形成される (Fig.1A) . 頭蓋骨は脳を保護する神経頭蓋neurocraniumと顔面の骨格を形成する内臓頭蓋viscerocraniumから構成され，神経頭蓋は頭蓋冠vaultとして脳を覆う膜性部と，頭蓋底の骨を形成する軟骨部の2部に分けられる．膜性神経頭蓋は，間葉から直接，骨に分化する膜性骨化membranous ossificationにより形成される．軟骨性神経頭蓋は，間葉細胞がまず硝子軟骨性原型を作り，多数の分離した軟骨から軟骨性骨化endochondral ossificationにより形成される．脊索notochordの吻側端より前方の軟骨は神経堤細胞由来の索前軟骨性頭蓋prechordal chondrocranium，後方は沿軸中胚葉由来の索軟骨性頭蓋chordal chondrocraniumを形成する (Fig.1B) .

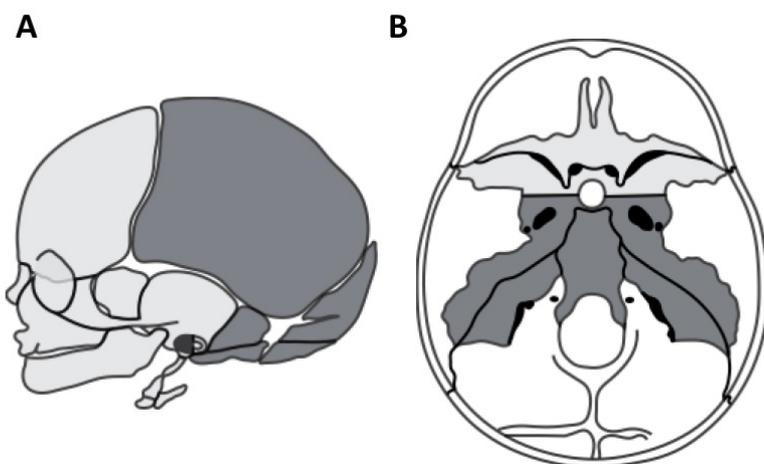


Fig.1

文献2より引用改変.

A：頭部と眼面の骨格構造．神経堤（淡灰色）と沿軸中胚葉（濃灰色）由来の間葉から形成される．

B：軟骨性骨化により形成された頭蓋底の上面．トルコ鞍の吻側を形成する骨は神経堤由来で，索前軟骨性頭蓋（淡灰色）を形成し，後方を形成する骨は沿軸中胚葉由来で，索軟骨性頭蓋（濃灰色）を形成する．

後頭骨は大後頭孔周囲の4つの軟骨性成分と1つの膜性成分の5つのcomponentから形成される (Fig.2A) . 4つの軟骨性成分は大後頭孔前方のbasioccipital (BO) , 大後頭孔の両側の一对のexoccipitalis (EO) , 大後頭孔後方のsupraoccipital (SO) (mendosal sutureより下のinferior squama) であり, 膜性成分はinterparietal bone (IP) (mendosal sutureより上のsuperior squama) である. 胎生9週には正中 (脊索の腹側) のBOと外側 (舌下神経管周囲) のEOに骨化中心が存在する. 胎生12週までにIPとSOは正中で癒合するが外側はmendosal sutureで分離されている. BOの骨化は外側に進んでそれぞれの後頭顆の腹側部に及び, 同時にEOの骨化は後頭顆の背側に及び (Fig.2B) . 出生時はBOとEO, EOとSOは軟骨結合synchondrosisで分離されており, 2才から4才頃に閉鎖する. BOとbasisphenoidの間の軟骨結合は16才から20才頃に閉鎖する. 後頭顆 occipital condyleの大部分はEOから, 一部はBOから形成される. mastoid, condylar, hypoglossalなど導出静脈emissary veinは主にこれら軟骨性頭蓋の中に形成される.

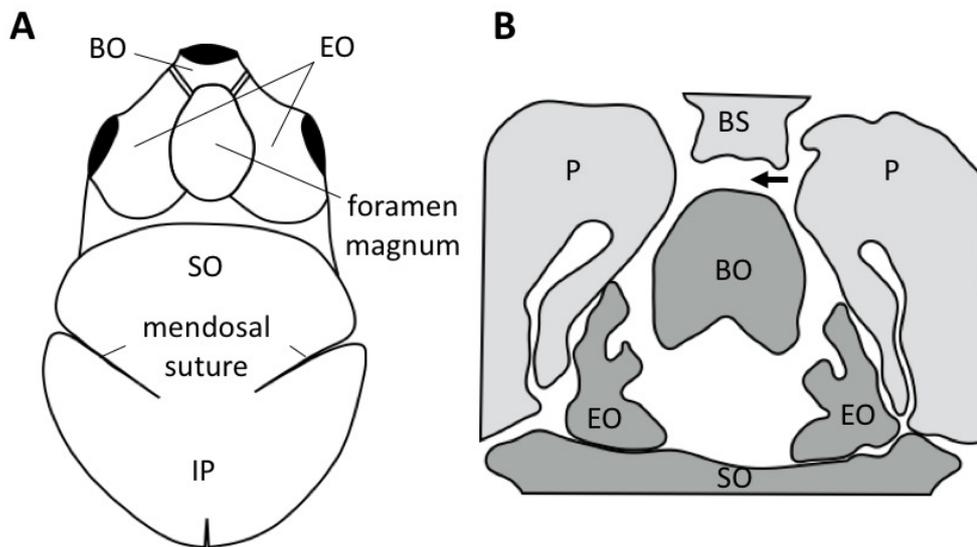


Fig.2

文献3より引用作図.

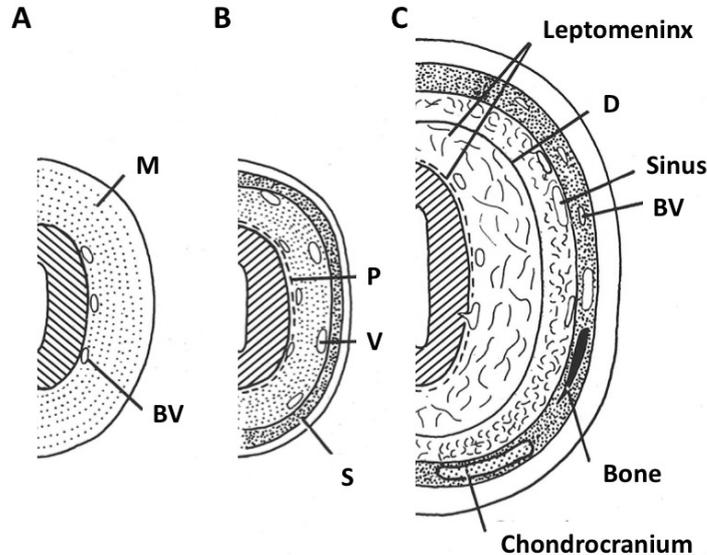
A : 後頭骨の5つのcomponent. BO : basioccipital, EO : exoccipital, SO : supraoccipital, IP : interparietal. BO, EO, SOは軟骨性骨化, IPは膜性骨化で形成される.

B : 胎生22週の頭蓋. BO : basioccipital, EO : exoccipital, SO : supraoccipital, BS : basisphenoid, P : petrous bone. 矢印: sphenoccipital synchondrosis.

#### 硬膜の発生<sup>5)6)</sup>

髄膜の発生は神経管neural tube周囲の間葉組織であるmeninx primitivaの形成により始まる. meninx primitivaは沿軸中胚葉や神経堤など由来の異なる細胞を含んでおり, ほとんどすべての神経管とその血管を取り囲んでいる. 胎生4週頃に脳表と血管との間に軟膜が形成され, 胎生5週頃に中脳屈mesencephalic flexureのレベルで周辺の間葉に細胞密度の高い2層が形成される. 外側の骨格形成層skeletal layerは, 頭皮と硬膜との間で, 頭皮, 頭蓋, 硬膜の骨膜層periosteal layerの形成に寄与する. 内側の硬膜境界層dural limiting layerは, 軟膜と骨格形成層との間で将来の硬膜が分

離される。硬膜境界層の内側が将来のくも膜下腔となり、硬膜境界層と骨格形成層との間が将来の硬膜となり、骨格形成層の内側面に硬膜静脈および静脈洞が出現する (Fig.3) . Fig.3



文献6より引用改変.

A : 異なる細胞由来の間葉 (M: mesenchyme) が脳と血管 (BV: blood vessels) を取り囲んでいる。 B : 脳表と血管との間で軟膜 (P : pia mater) が形成される。周辺に密度の高い骨格形成層 (S : skeletogenous layer) が形成され、その内側面に静脈 (V : veins) が位置している。 C : 硬膜境界層 (D : dural limiting layer) が軟膜と骨格形成層との間に出現する。硬膜境界層の内側に将来のくも膜下腔に大きな網状組織が形成され、硬膜境界層と骨格形成層との間に硬膜となる小さな網状組織が形成され、小血管が認められる。骨格形成層の内側面の静脈 (静脈洞) はintraduralに位置している。

脳静脈・硬膜静脈洞の発生<sup>7)8)9)10)11)12)</sup>

胎生5週前半 (頭殿長5~8mm) 頃に、神経管の表面 (将来の軟膜層) の毛細血管叢capillary plexusから、背外側の将来の硬膜層に存在する静脈叢, anterior dural plexus, middle dural plexus, posterior dural plexusが血液を受けようになる。これらの静脈叢のstemからは腹側の左右一対のprimary head sinusへと還流し、将来internal jugular vein (IJV) となるanterior cardinal veinにつながる (Fig.4A) . 胎生5週後半 (頭殿長6~12mm) には、anterior dural plexusからprimitive marginal sinusとtelencephalic veinが出現する。primitive marginal sinusは正中から大脳半球の頭側背側端に沿って走行し将来の上矢状静脈洞superior sagittal sinus (SSS) および横静脈洞transverse sinus (TS) となる。telencephalic veinは大脳半球の尾側腹側端を走行し将来のtentorial sinusとなる。

胎生6週後半 (頭殿長16~21mm) 頃には、耳胞otic capsuleの外側への発達にともない、耳胞背側の軟骨頭蓋内に二次的な吻合すなわちS状静脈洞sigmoid sinus (SigS) が形成され、primary head sinusに代わって脳静脈の流出路となる (Fig.4B) . 胎生7週 (頭殿長18~26mm) 頃には、primitive marginal sinusは正中で吻合してprimitive SSSとなり、外側部はprimitive TSとなり、脳静脈はprimitive SSS, tentorial sinusからprimitive TS, SigSへと還流する (Fig.4C) . 眼窩静脈は軟骨頭蓋外のprootic sinusを介してTSとSigSとの合流部に流出する。心臓の発達とともに左側からの静脈還流は遠回りになるため、primitive SSSは右優位となってくる。

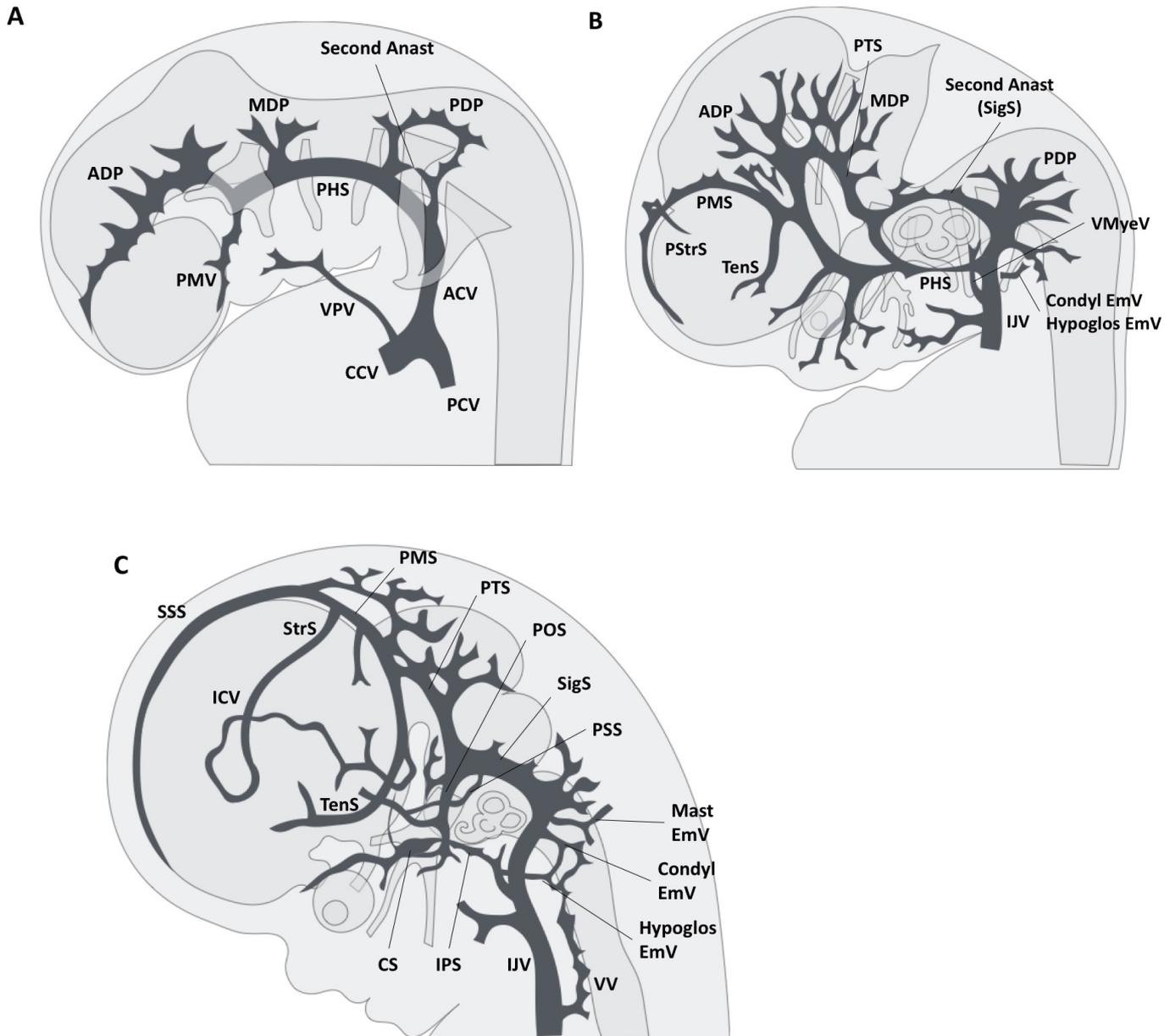


Fig.4

文献9より引用改変

A : 胎生5週前半 (頭殿長5mm) . 脳からはanterior, middle, posterior dural plexus (ADP, MDP, PDP) からprimary head sinus (PHS) , anterior cardinal vein (ACV) へと還流している. PMV : primitive maxillary vein, VPV : ventral pharyngeal vein, CCV : common cardinal vein, PCV : posterior cardinal vein.

B : 胎生6週後半 (頭殿長18mm) . MDPとPDPとの間の吻合によりsigmoid sinus (SigS) が形成されPHSは退縮し始める. PMS : primitive marginal sinus, PStrS : primitive straight sinus, TenS : tentorial sinus, PTS : primitive transverse sinus, IJV : Internal jugular vein, VMyeV : ventral myelencephalic vein, Condyl EmV : condyloid emissary vein, Hypoglos EmV : hypoglossal emissary vein.

C : 胎生2.5ヶ月 (頭殿長40mm) . 後頭蓋窩静脈洞は最終的な位置に近づいてきている. SSS : superior sagittal sinus, ICV : internal cerebral vein, StrS : straight sinus, POS : pro-otic sinus, PSS : petrosquamosal sinus, CS : cavernous sinus, IPS : inferior petrosal sinus, Mast EmV : mastoid emissary vein. VV : vertebral vein.

胎生2.5ヶ月（頭殿長40mm）頃には、外頸静脈external jugular vein (EJV) が発達し、それまで頭蓋外から頭蓋内の静脈洞へと流れていたprimitive emissary veinの血流が逆転し外頸静脈の支流と吻合して発達してくる。foramen magnum周囲ではSigSから導出するcondylar emissary veinとprimitive myelencephalic vein（将来のinferior petrosal vein）から導出するhypoglossal emissary vein が出現し、軟骨性頭蓋を通過する孔が形成される。

胎生3ヶ月（11～12週）には、TSは小さく直静脈洞straight sinus (StrS) との合流部から始まり下外側、下内側、後方へと走行してSigSとなる。TSの位置は外側のテント縁を示し大脳半球の発達とともに下降する。左右それぞれSSSからTS, SigSは緩やかに屈曲したコースで下方へと走行しIJVにつながる (Fig.5A,B)。SSSは後方に右脚, 左脚へと分かれる。StrSはこの時点では高位で主に左脚に流出する。

胎生4.5ヶ月（17～18週）頃には、TSの外側からballooningと呼ばれる拡張が始まる (Fig.5C,D)。ballooningはTSの外側から内側へと進み、胎生5ヶ月（19～20週）頃にもっとも顕著となりSSSや上錐体静脈洞superior petrosal sinus (SPS) にまで進展するが、胎生7ヶ月頃にTSの拡張は終わる。この時期は大脳表面の静脈が急速に発達する時期に相当し脳の静脈還流が増加しているが、SigSからIJVにつながる部分は狭小化しており、まだjugular bulbではなくjugular sinusと呼ばれる状態であるため、sinus ballooningが起こると考えられている。dural sinus malformation (DSM) はこのsinus ballooningの異常な遺残に相当すると考えられている (Fig.6)。

TSの血管内径は急速に増大、縮小するため、TSには血管径や壁の不整、部分的な欠如、隔壁形成などがよく認められる。静脈洞のpouchが円蓋部やテントの硬膜に進展することがあり、側頭葉、後頭葉の外側面あるいは下面の皮質静脈血流を受けることがある。vein of Labbeもこの硬膜のpouchに流出することがある。

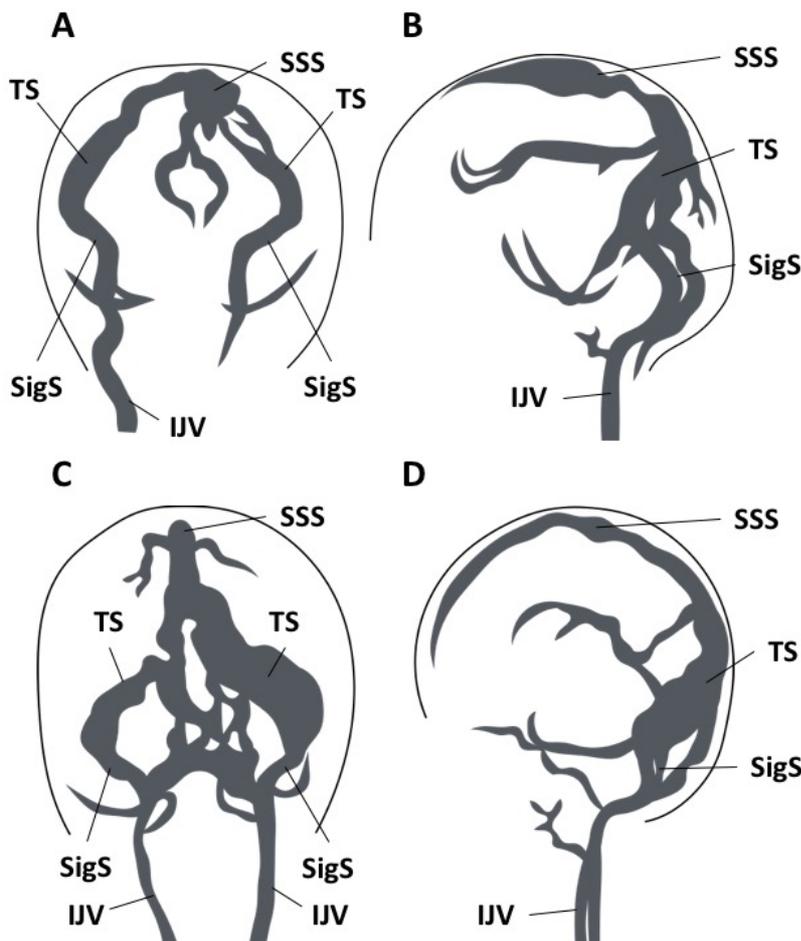


Fig.5  
文献11より引用作図。  
A(正面像), B(側面像):  
胎生12週。TS, SigS, IJV  
へと緩いカーブを描いてい  
る。TSの拡張は起こって  
いない。C(正面像), D  
(側面像): 胎生16週。  
TSが外側から内側へと拡  
張 (ballooning) してきて  
いる。SigS, IJVはあまり  
発達していない。

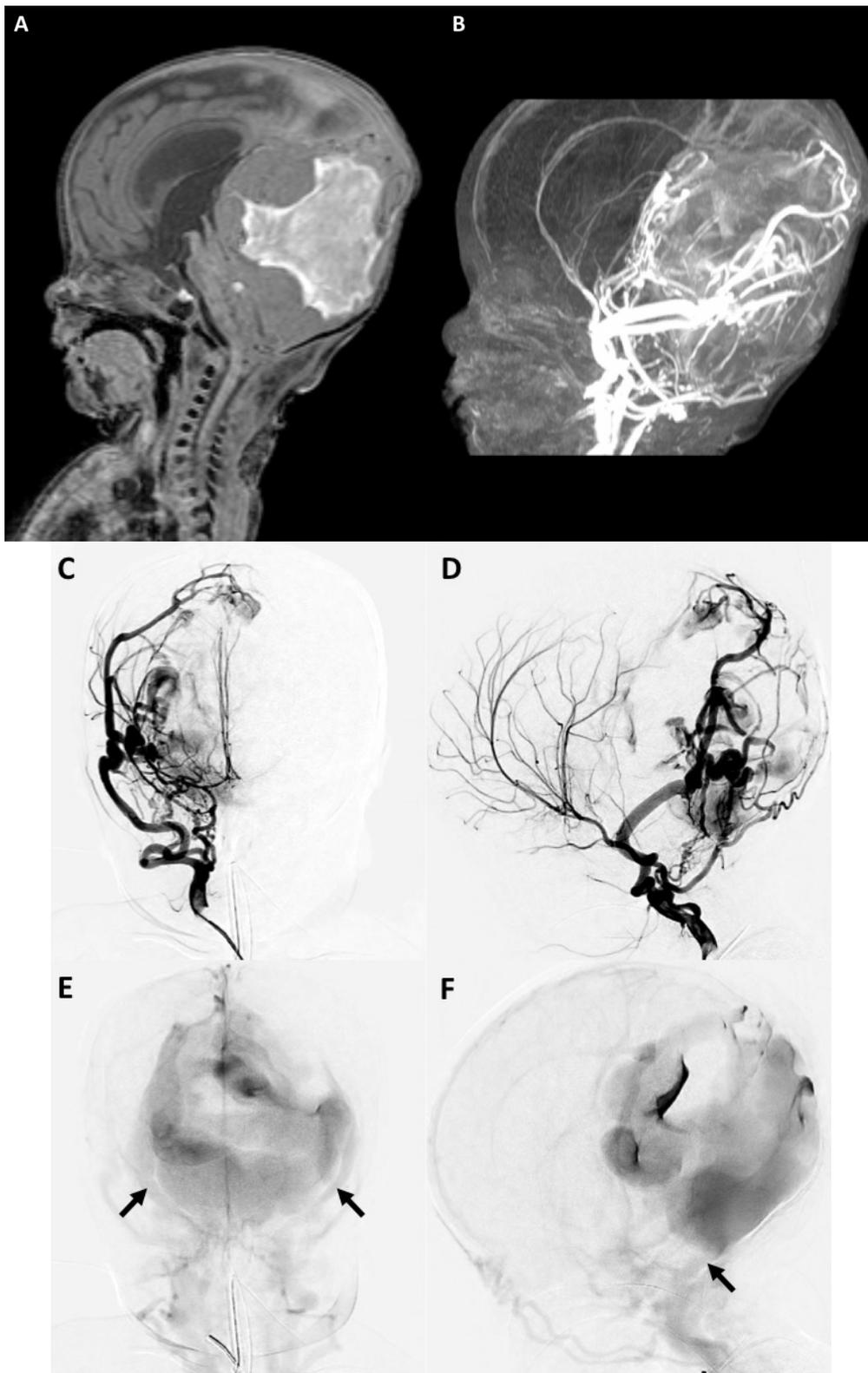


Fig.6  
新生児（男児）. Dural sinus malformation with AV shunt. A : T1強調画像矢状断, B : TOF再構成側面像. 右総頸動脈造影正面像（動脈相）（C）, 側面像（動脈相）（D）, 正面像（静脈相）（E）, 側面像（静脈相）（F）. 後頭蓋窩正中からテント上までおよぶ巨大なvenous pouchが存在し, 中硬膜動脈などからの動静脈シャントを認める. 遅い静脈相で通常のサイズのSigSからIJVが描出されている（矢印）.

小脳の発達により後頭蓋窩は胎生30~40週頃に増大するため、その頃にSigSの走行は変化する。胎生3~4ヶ月頃はTorcular herophili (TH) から後頭静脈洞occipital sinus (OS) はplexiformであるが、胎生6~7ヶ月頃にはOSは数を減らし、foramen magnum周囲の辺縁静脈洞 marginal sinus (MS) かSigSの遠位端につながる。

SigSからIJVは出生時までには狭小化したままであるが、出生後急速に発達し、1才頃にはTSと同等の血管径になる。頸静脈孔に位置するsuperior jugular bulbは2才頃に出現する。これらは、胎児期から新生児期における循環パターンの変化、臥床位から立位への変化と関連していると考えられている。

後頭蓋窩硬膜静脈洞の解剖<sup>13)14)15)16)17)</sup>

上矢状静脈洞superior sagittal sinus (SSS) は、左右同等に横静脈洞transverse sinus (TS) からS状静脈洞sigmoid sinus (SigS) , 内頸静脈internal jugular vein (IJV) へと還流する場合と、左右どちらか一方のみあるいは優位に還流する場合があるが、一般的には右TSが優位にSSSからの血流の大部分を受け左に比べて大きいことが多い。

Torcular herophili (TH) の解剖にはvariationが多い。後頭骨の圧痕による分類では、SSSが左右のTSと連続するconfluence typeが35%、SSSが2つに分かれて左右のTSに連続するbifurcation typeが14%、SSSが右TSに連続するright dominant typeが41%、左TSに連続する left dominant typeが10%と報告されている (Fig7A) .

MRIとDSAによる評価による分類では、SSSと直静脈洞straight sinus (StrS) と左右のTSが交通しているtrue confluenceが38%、これら4つの静脈洞のうち3つが交通している partial confluenceが60%、SSSが一方のTS、StrSが他方のTSに還流し、左右が交通していないnon-confluenceが2.5%と報告されている (Fig.7B) . partial confluenceには、SSSが左右どちらかのTSに還流するものやSSSやStrSが2本に分離しているものなど、多くのvariationがある (Fig.8) .

StrSは脳梁膨大部後方の下矢状静脈洞inferior sagittal sinus (ISS) とGalen大静脈vein of Galen (VOG) との合流部から始まり、後下方へとテントと大脳鎌の接合部を走行する。StrSは左右いずれもあり得るが左TSへと流出することが多い。すなわち右TSが主に脳の表在部からの血流を受け、左TS、左SigS、左IJVが主に内大脳静脈internal cerebral vein (ICV) , VOGからの血流を受けることが多い

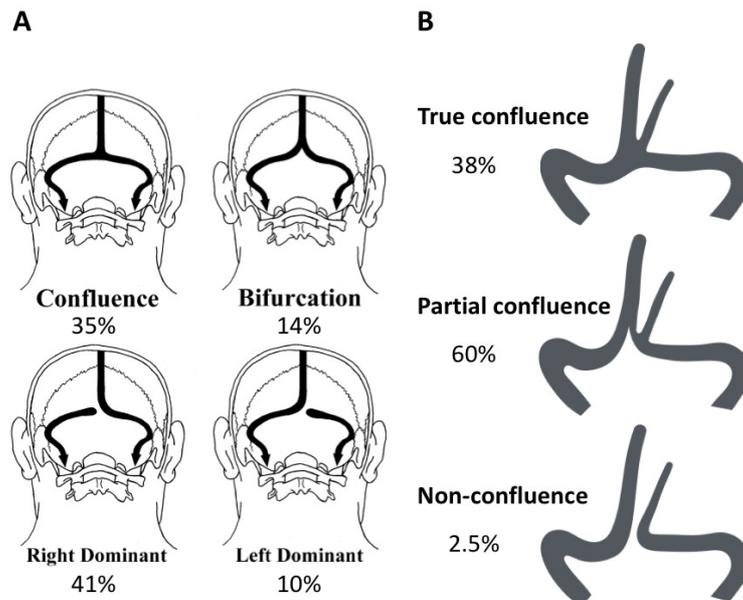


Fig.7 Torcular herophiliのvariation. A : 文献14より引用改変. B : 文献15より引用作図.

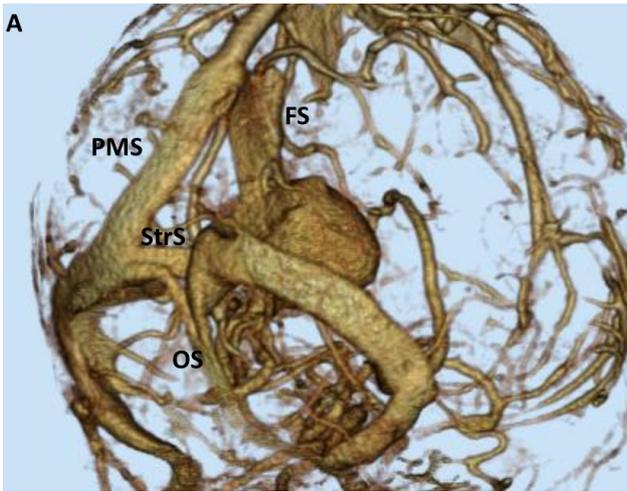


Fig.8  
 新生児 (男児) . vein of Galen malformation. A : 頭蓋内CTA, B : 右椎骨動脈造影正面像 (静脈相), C : 右椎骨動脈造影側面像 (静脈相) . シヤント血流はfalxine sinus (FS) から左persistent primitive marginal sinusを介して左TSに流出とともに, StrSから両側TSおよび両側OSへと流出している. StrSおよびOSは分離しておりそれぞれ左右のTSとつながっている. OSは右SigSに流出している.



左右のTSはTHから始まり後頭骨の内側面のテントの付着部間の浅い溝 shallow grooveを内後頭隆起internal occipital protuberanceから外側へと走行する. TSはテント接合部を抜けて錐体稜 petrous ridge後方のTSと上錐体静脈洞superior petrosal sinus (SPS) との合流部でSigSとなる.

側頭葉の外側面の皮質静脈はTSに流出するが, TSに流入する前の約1cmはテントの短い静脈洞を通ることが多い. 側頭葉および後頭葉の仮面の皮質静脈は通常lateral tentorial sinusに入る. vein of LabbeはTSに入るが, 大脳半球の下縁をまわってlateral tentorial sinusに入ることもある.

50例の小児のMR venographyによると, 後頭静脈洞occipital sinus (OS) は9例 (18%) に認められ, その中の5例 (56%) は2才未満であった. OSが存在する9例中5例は片側TSが低形成あるいは欠損, 1例は両側TSが欠損していた. 12例の平均80才以上のcadaverのcorrosion castによると, OSは1例 (8%) , 辺縁静脈洞marginal sinus (MS) は10例 (83%) に認められた.

Galen大静脈奇形vein of Galen malformation (VGM) においては, TS, SigSが狭窄あるいは閉塞し, 発達したOS, MSが流出路となっていることもある. TS, SigSから流出している場合は, VGMの経過中とくに乳児期にSigSの狭窄が進行して, 頭囲拡大, 水頭症が急速に悪化することがあるが, 適切なタイミングで塞栓術を行うことにより臨床症状の改善が期待できる. 塞栓術によりいったん閉塞した静脈洞が再開通することもある (Fig.9) .

後頭顆静脈の解剖<sup>18)19)20)21)22)</sup>

後頭蓋窩静脈洞から頸静脈孔を通過する内頸静脈への流出路と比較して, 椎骨静脈叢vertebral venous plexus (VVP) への流出路はやや複雑である. 後頭蓋窩静脈洞からは, anterior condylar vein (ACV) , lateral condylar vein (LCV) , posterior condylar vein (PCV) が, VVPへの流出路となる (Fig.10) . SigSから導出するmastoid emissary veinやTSから導出するoccipital emissary veinは後頭静脈occipital veinと交通している.

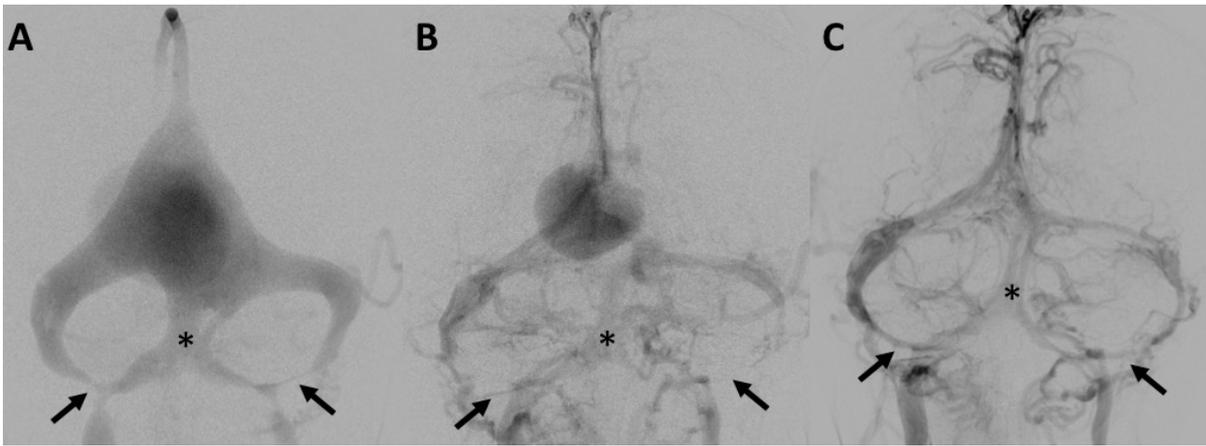


Fig.9

文献17より引用.

3ヶ月女児. vein of Galen malformation. 右椎骨動脈造影正面像 (静脈相), A: 3ヶ月時, B: 7ヶ月時, C: 2才時. 出生前に診断されていた. 新生児期に心不全はなく, 3ヶ月時に急速に水頭症が進行し, 3ヶ月時と7ヶ月時に塞栓術を行いシャントは閉塞した. 3ヶ月時に両側SigSの狭窄を認め, 7ヶ月時には閉塞にいたったが, シャント消失後2才時にはSigSは再開通していた. OS (\*) がSigSの代わりの流出路となっている.

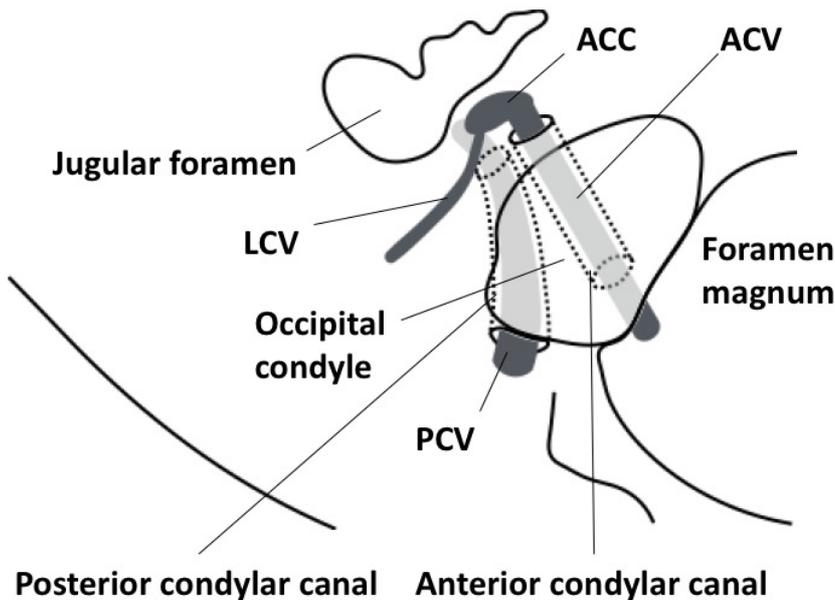


Fig.10

後頭顆静脈の解剖. 頭蓋底(右)を下方から見た図. ACC: anterior condylar confluence, ACV: anterior condylar vein, LCV: lateral condylar vein, PCV: posterior condylar vein.

VVPは脊柱管内のinternal VVPと脊柱周囲のexternal VVPの2つのcomponentからなる. internal VVPとexternal VVPとは各椎間においてintervertebral veinを介してつながっている. internal VVPはanteriorとposteriorに区別されるが, 発達しているのはanterior internal vertebral venous plexus (AIVVP) である. 横突孔を通る椎骨動脈周囲の静脈叢はvertebral artery venous plexus (VAVP) でVVPとは区別される. 椎骨動脈のV3 segment周囲の静脈叢はsuboccipital cavernous sinus (SCS) と呼ばれ, 後頭蓋窩静脈洞と椎骨静脈叢を間接的に連絡させる重要な役割をもつ. SCSはVAVPの一部であり, 後方はposterior condylar vein (PCV) から前方はlateral condylar vein (LCV) からの血流を受け, 下方は椎骨動脈に沿って環椎の横突孔内のVAVPとつながっている.

Anterior condylar confluence (ACC) は舌下神経管の前方，頭蓋外に位置し，IJV，ACV，LCV，上錐体静脈洞inferior petrosal sinus (IPS) とのvenous crossroadになっている。ACCはinferior petrooccipital veinやprevertebral venous plexusともつながっている。

舌下神経管を通るACVはvenous plexus of hypoglossal canalのことで，ACCとanterior internal vertebral venous plexus (AIVVP) およびMSとつながっている。LCVはACCから頭蓋外をやや外側に下行しVAVPとつながっている。LCVは後頭顆内の骨性のcanalを通ることもあり paracondylar canalと呼ばれる。PCVはcondylar emissary veinのことで，IJVあるいはSigSから posterior condylar canalを通過しSCS (VAVP) とdeep cervical veinにつながっている。

舌下神経管の近傍は硬膜動静脈瘻の好発部位であり，骨内に存在するshunted pouchと後頭顆静脈を評価するには，骨を含めて描出できる造影CTやcone beam CTが有用である (Fig.11) 。

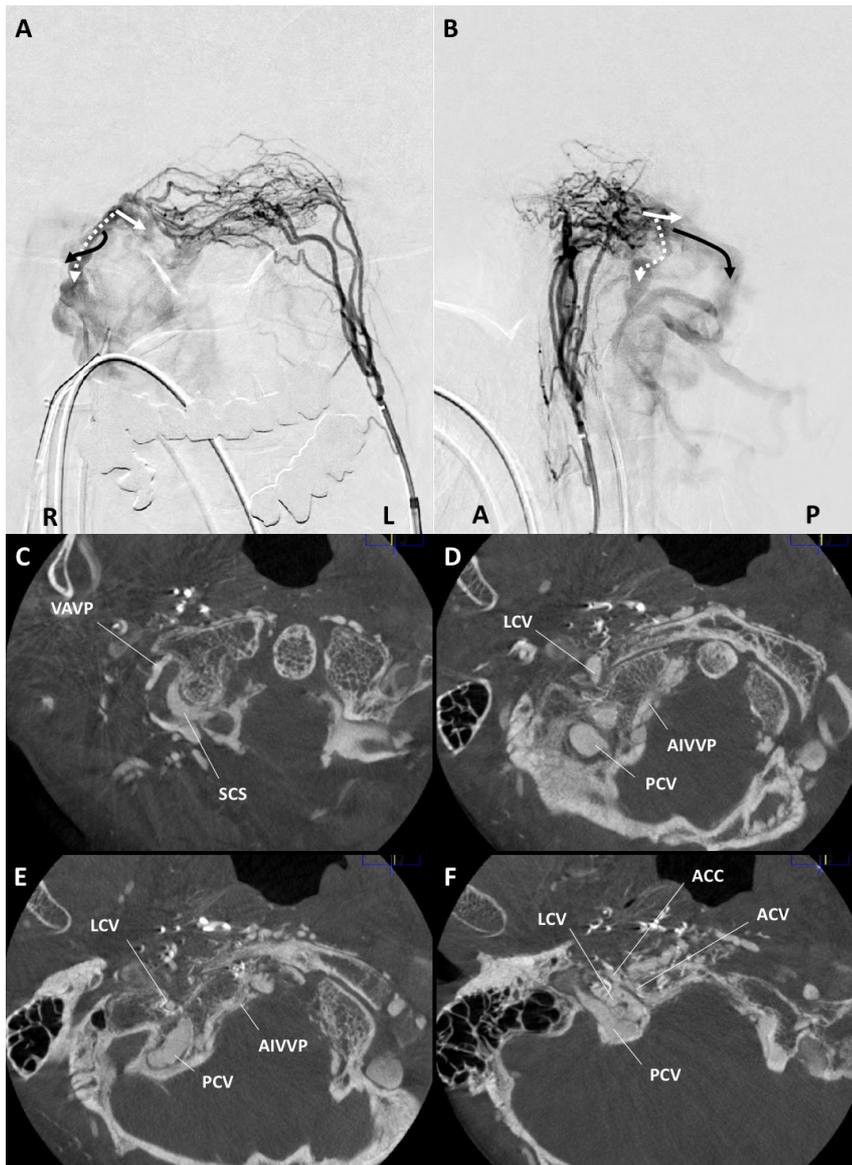


Fig.11  
80才女性. condylar dural AVF. 左上行咽頭動脈ascending pharyngeal artery (APA) 造影正面像 (A)，側面像 (B) にて，左APAから右舌下神経管の上方のintraosseous pouchへのシャントが認められ，anterior condylar vein (白矢印)，lateral condylar vein (破線矢印)，posterior condylar vein (黒矢印) を通って流出している。右ECAからのcone beam CT横断像 (C,D,E,F) にて，ACV，LCV，PCVの走行がよく理解できる。VAVP : vertebral artery venous plexus,

SCS : suboccipital cavernous sinus, AIVVP : anterior internal vertebral venous plexus,  
ACC : anterior condylar confluence.

参考文献

- 1) Valdueza JM, von Munster T, Hoffman O, et al : Postural dependency of the cerebral venous outflow. *Lancet* 355 : 200-201, 2000.
- 2) Sadler TW : *Langman's medical embryology*. 12th ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2012, 133-137.
- 3) Shapiro R, Robinson F : Embryogenesis of the human occipital bone. *AJR Am J Roentgenol* 126 : 1063-1068, 1976.
- 4) O'Rahilly R, Muller F : The human vertebral column at the end of the embryonic period proper. 2. The occipitocervical region. *J Anat* 136 : 181-195, 1983.
- 5) Adeeb N, Mortazavi MM, Tubbs RS, et al : The cranial dura mater: a review of its history, embryology, and anatomy. *Childs Nerv Syst* 28 : 827-837, 2012.
- 6) O'Rahilly R, Muller F : The meninges in human development. *J Neuropathol Exp Neurol* 45 : 588-608, 1986.
- 7) Streeter GL : The developmental alterations in the vascular system of the brain of the human embryo. *Contrib embryol* 24 : 7-38, 1918.
- 8) Padget DH : The cranial venous system in man in reference to development, adult configuration, and relation to the arteries. *Am J Anat* 98 : 307-355, 1956.
- 9) Padget DH : The development of the cranial venous system in man, from the viewpoint of comparative anatomy. *Contrib Embryol* 36 : 81-140, 1957.
- 10) Butler H : The development of certain human dural venous sinuses. *J Anat* 91 : 510-526, 1957.
- 11) Okudera T, Huang YP, Ohta T, et al : Development of posterior fossa dural sinuses, emissary veins, and jugular bulb: Morphological and radiologic study. *AJNR Am J Neuroradiol* 15 : 1871-1883, 1994.
- 12) Barbosa M, Mahadevan J, Weon YC, et al : Dural sinus malformations (DSM) with giant lakes, in neonates and infants. Review of 30 consecutive cases. *Interv Neuro-radiol* 9 : 407-424, 2003.
- 13) Rhoton AL : The cerebral veins. *Neurosurgery* 51(Supple 1) : 159-205, 2002.
- 14) Singh M, Nagashima M, Inoue Y : Anatomical variations of occipital bone impressions for dural venous sinuses around the torcular Herophili, with special reference to the consideration of clinical significance. *Surg Radiol Anat* 26 : 480-487, 2004.
- 15) Gokce E, Pinarbasili T, Acu B, et al : Torcular Herophili classification and evaluation of dural venous sinus variations using digital subtraction angiography and magnetic resonance venographies. *Surg Radiol Anat* 36 : 527-536, 2014.
- 16) Widjaja E, Griffiths PD. Intracranial MR venography in children: Normal anatomy and variations. *AJNR Am J Neuroradiol* 25: 1557-1562, 2004
- 17) Berenstein A, Toma N, Niimi Y, et al : Occlusion of posterior fossa dural sinuses in vein of Galen malformation. *AJNR Am J Neuroradiol* 37 : 1092-1098, 2016.
- 18) Arnautovic KI, Al-Mefty O, Pait TG, et al : The suboccipital cavernous sinus. *J Neurosurg* 86 : 252-262, 1997.
- 19) San Millan Ruiz D, Gailloud P, Rufenacht DA, et al : The craniocervical venous system in relation to cerebral venous drainage. *AJNR Am J Neuroradiol* 23 : 1500-1508, 2002.

*Niche Neuro-Angiology Conference 2017*

- 20) Takahashi S, Sakuma I, Omachi K, et al. Craniocervical junction venous anatomy around the suboccipital cavernous sinus: Evaluation by MR imaging. *Eur Radiol* 15: 1694-1700, 2005
- 21) Mortazavi MM, Tubbs RS, Riech S, et al. Anatomy and pathology of the cranial emissary veins: A review with surgical implications. *Neurosurgery* 70: 1312-1319, 2012
- 22) Matsushima K, Funaki T, Komune N, et al: Microsurgical anatomy of the lateral condylar vein and its clinical significance. *Neurosurgery Suppl* 2: 135-145, 2015