

## 大脳静脈系の解剖 -tentorial sinusの機能解剖を主として-

Anatomy of cerebral venous drainage with focusing on functional anatomy of tentorial sinus

大分大学医学部 臨床医学系 放射線医学講座 田上秀一

【key words】 cerebral venous drainage, tentorial sinus, variation, basal vein, superficial middle cerebral vein

### 【はじめに】

Tentorial sinusは、tentorium cerebelliに存在するdural sinusであるが、時に大脳半球後半部分、小脳および脳幹の静脈灌流路として重要な役割を担う静脈構造となり、側頭後頭葉や後頭蓋窩の病変への外科的治療、およびtransverse sinusとその近傍のAVMやdural AVFへの治療を考える際には、その解剖を知ることが肝要である。本編ではtentorial sinusの機能解剖に注目した大脳静脈系の解剖について、健常例や病的血行動態での画像解剖検討を供覧し、後半に発生学的な検討を追加して概説する。

### 【tentorial sinusの解剖とvariation】

Tentorial sinusはtentorium cerebelliのdural layerに挟まれて存在するvenous sinus (vein) である。末梢側でmajor dural sinusに合流するが、その合流形態にはvariationが見られる。Browderらによる解剖学的な検討では、major dural sinusへの合流部位の違いにより、① straight sinus、② torcular herophilli ③ transverse sinusに分類される(1)。またtentorial sinus自体は、tentorial layer 内で微細な線状の静脈として描出されるものや、venous lakeを形成してbridging veinを介してcortical venous drainageを受けるものがある(2)。

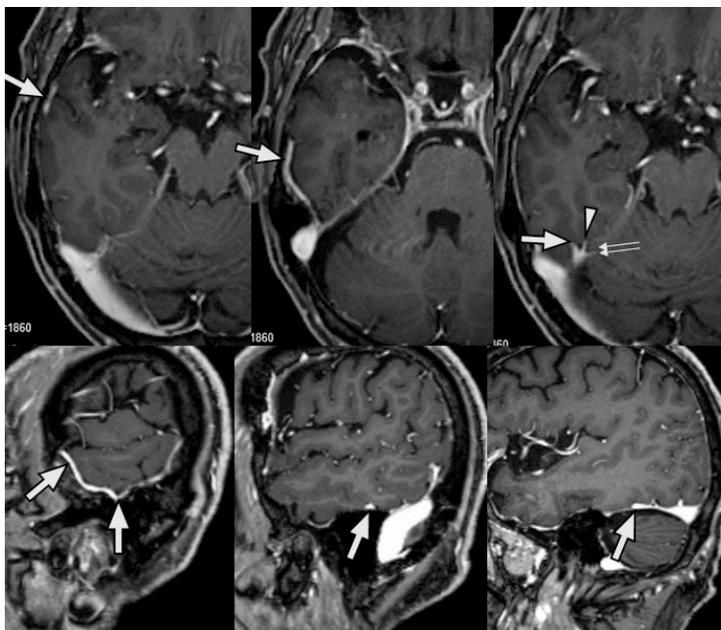


Fig.1 造影MRV元画像によるtentorial sinusとcortical venous drainageの観察 (上段; 横断像, 下段; 矢状断像) 側頭葉の脳表側に沿って走行するvein of Labbeが、venous lakeを形成するtentorial sinusに流入する(白矢印)。Anterior temporobasal vein(矢頭), middle temporobasal vein(二重矢印)の同部位への流入も見られる。

それらの形態は過去に解剖学的、あるいは主に血管造影による放射線学的手法にて検討がなされてきたが、3D-CTAやMR venographyを用いて観察すると、脳実質やtentorium cerebelliとの位置関係が把握しやすい(fig.1)。

Tentorial sinusのvariationについては、Matsushimaらのcadaver studyに基づく分類がよく引用されている(3)。それは、tentorial sinusの存在部位とdraining veinの違いによる分類で、以下のgroup I-IVに分

けられる (Fig.2).

- ・ Group I: tentorium cerebelliの後外側でtransverse sinus近傍に存在し, bridging veinを介して大脳半球, 特に後頭葉・側頭葉下面, およびLabbe静脈を介した血流を受ける (頻度69.2%)

- ・ Group II: torcular寄りに存在して, bridging veinを介して小脳の皮質静脈およびvermian veinの血流を受ける (頻度88.5%)

Subgroup: type1 (内側へ横走してstraight sinusに合流), type2a (内背側に走行してtorcularに合流), type2b (type2aが短い形態), type3 (背側に走行してtransverse sinusに合流し, ほとんどの小脳半球の血流を受ける), type4 (後外側に走行してtransverse-sigmoid junction に合流する)

- ・ Group III: tentorium cerebelliそのものから起始して, bridging veinからの血流は受けない (頻度42.3%) . 前外側に走行してsuperior petrosal sinusに合流するものと, 後内側に走行してtorcular に合流するものがある.

- ・ Group IV: tentorium cerebelliの自由縁で, bridging veinを介してbasal vein of Rosenthalやpeduncular veinの血流を受ける (頻度7.6%) .

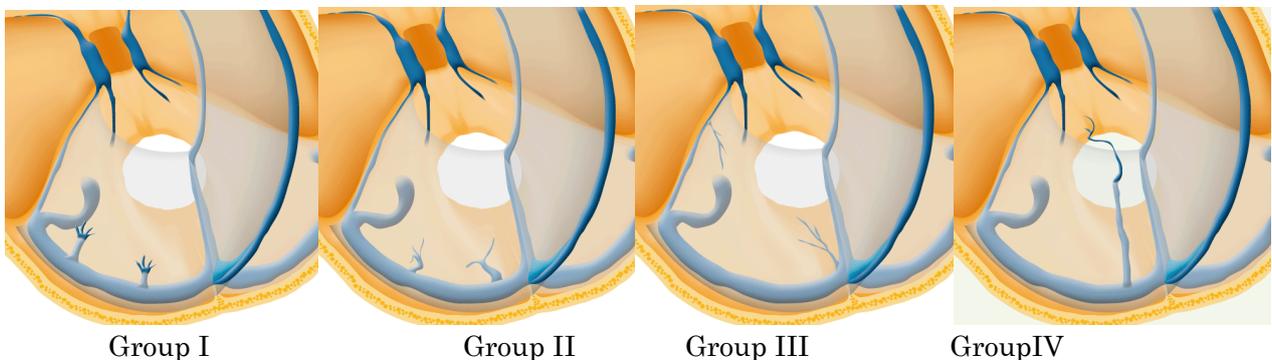


Fig.2 Matsushimaらによるtentorial sinusの分類のschema (ref 3より改変)

上記の分類において, Group IおよびIVが大脳静脈灌流に関与するものである. Group Iに属するものがlateral tentorial sinusにあたり, 主には側頭後頭葉の重要な静脈灌流路として機能する. 具体的には, lateral tentorial sinusには脳表側からはanterior temporal vein, middle temporal vein, posterior temporal vein, vein of Labbeが合流し (lateral branches), 脳底側からはanterior temporobasal vein,, middle temporobasal vein,, posterior temporobasal vein, occipitobasal veinsが合流する (medial branches). Miabiらはその合流形態を造影MRIにて観察し, candelabra pattern (type I), multiple independent pattern (type II), venous lake with/without independent draining vein (type III) と分類している (4) (fig.3) .

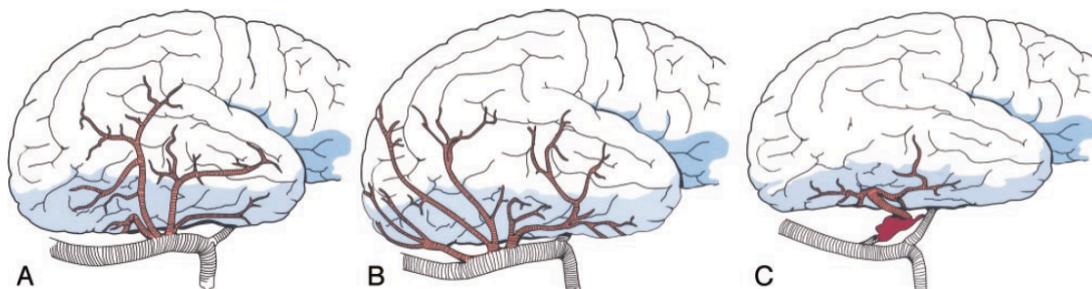


Fig.3 Miabiらの造影MRIでの観察によるlateral tentorial sinusの分類 (ref 4)

- A, Type I, venous candelabra.
- B, Type II, multiple independent veins.
- C, Type III, venous lakes within tentorium

【Case illustrations】

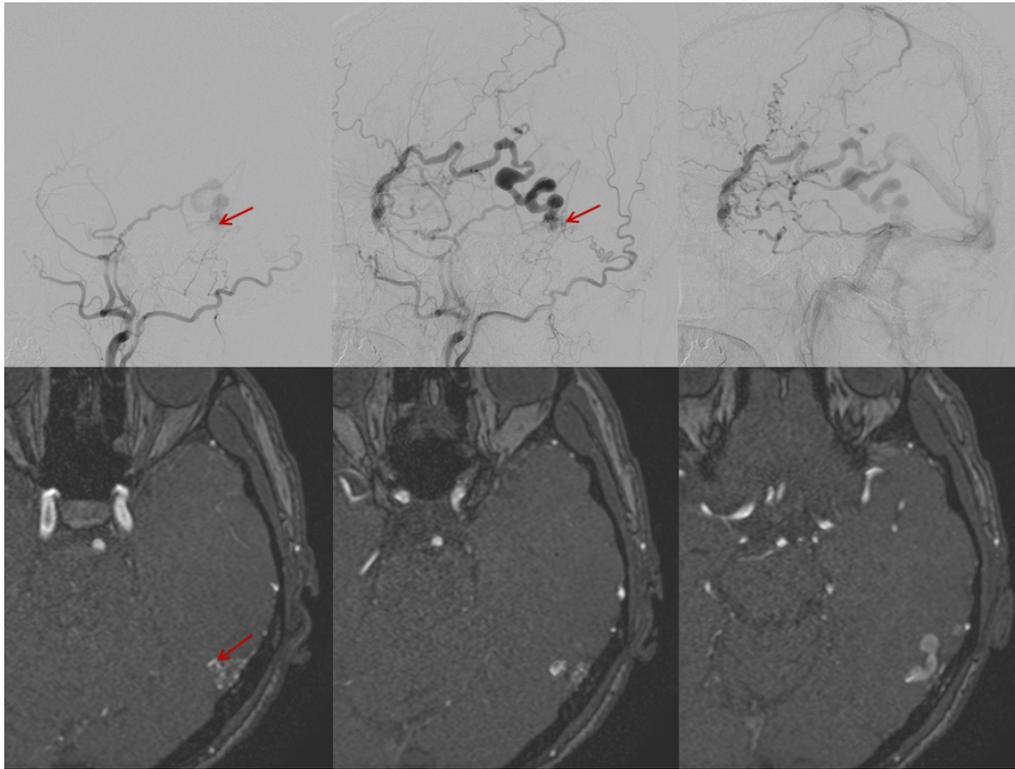


Fig.4 Lateral tentorial sinus DAVF (上段: Lt ECAG, 下段: TOF MRA source images)  
Lateral tentorial sinusのvein of Labbe合流部にshunt pointが見られる(arrow). Vein of Labbeを逆流するが, superficial middle cerebral veinは閉塞し, pial anastomosisを介してanterior temporal v., temporobasal v. ->sigmoid sinus, deep middle cerebral v.->straight sinus などの側副路が発達している.

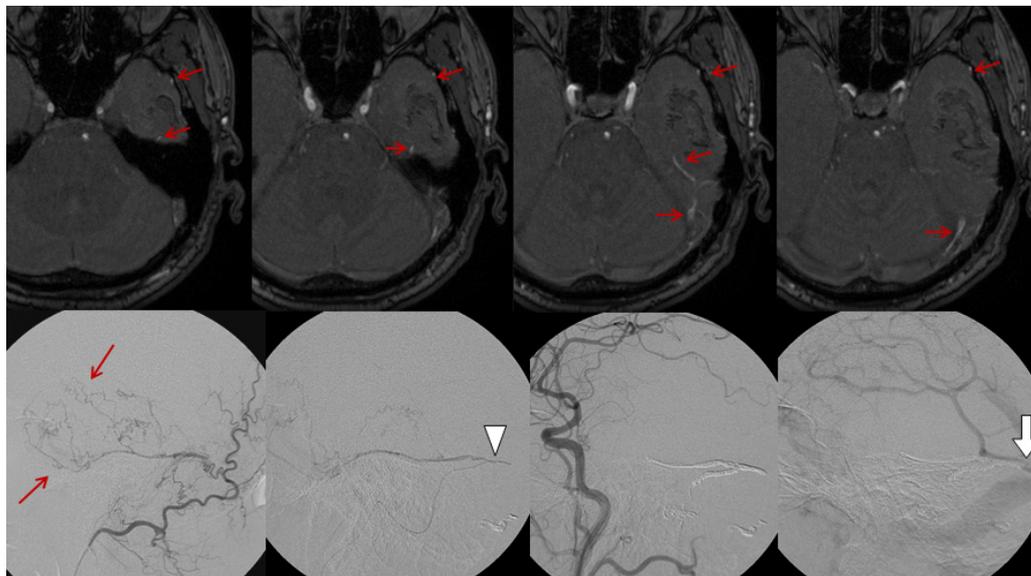


Fig.5 Lateral tentorial sinus DAVF (上段: TOF MRA source images, 下段: Lt ECAG)  
Lateral tentorial sinusにshunt pointが見られる. Cortical venous refluxはsuperficial / deep middle cerebral vein領域に広く見られ(上段矢印), 側頭葉内部に出血を有する. Middle cerebral veinがcavernous sinusとは交通を有さずに, lateral tentorial sinusに流入するvariationが見られた症例と思われる. Transvenousにtentorial sinusにmicrocatheterを挿入し, coiling を施行(矢頭). Vein of Labbeはshunting pointより後方でtentorial sinusに合流する(下段矢印).

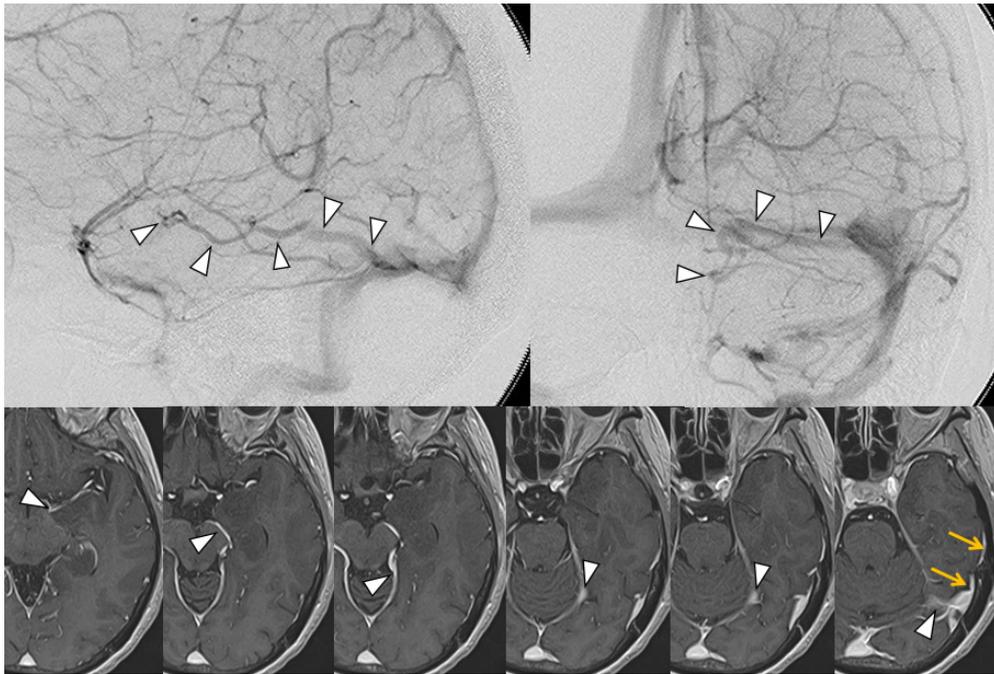


Fig.6 mapping DSA (glioma症例)で見られたtentorial sinusのvariation (Matsushimaらのgroup IV, 上段: Lt. ICA venous phase, 下段: 造影3D-CE). basal veinはgreat vein of Galenとの交通を有さず, tentorial sinusを介してtransverse sinus に合流する (矢頭). Vein of Labbeは単独でtransverse sinus外側に合流する (矢印).

Fig.5,6に示すvariationのように, tentorial sinusとそれに流入する大脳静脈灌流の形態によって, 特に, 占拠性病変や外科的処置による静脈血流遮断, DAVFでのvenous refluxの際には, それらによってもたらされるvenous congestionや出血の発生部位が大きく左右され, 術前に解剖を詳細に把握することは重要となる. これらの大脳静脈灌流に関するvariationについては, 複雑な大脳の発達とともに起こるprimitive tentorial sinusのdrainage routeの変化が大きく関与している.

### 【tentorial sinusの発生】

#### -tentorium cerebelliの形成-

Tentorium cerebelliはfalxとともにdura matterで形成されるfoldで, 原始脳胞のうちのmesencephalon, rhombencephalonから脳幹, 小脳が形成されていく過程でのその頭側のくびれ部分にfoldを成し, 融合して形成される. ヒトの脳の進化の過程で大きく発達した大脳, 小脳のspaceをcompartmentalizeして保護するとともに, 直立歩行時に大脳を下から支える役割を果たす. 鳥類やほ乳類に恒常的に存在し, 小型哺乳動物では融合せずに2層のlayerが残存し, 大型哺乳動物では融合した1枚のlayerを形成するとされる (5).

#### -tentorial sinusの発生 (Fig.7) -

脳静脈の発生はPagetらの報告により詳細に紹介されており, 以後anatomyに関する多数の論文に引用されている(6). 発生初期の脳胞周囲にはprimary head sinusが存在し, 発生段階で脳胞を取り巻く anterior・middle・posterior primitive dural plexiが脳胞からの静脈血を還流している(7,8). それらのvenous plexusは脳実質の発達と共に合流・融合し, dural sinusを形成し始める. 初期には telencephalonの後縁でanterior plexusの前方部分にprimitive marginal sinus (のちのSSS-transverse sinus) が形成され, telencephalonの血流を受けてmarginal sinusに合流する短いprimitive tentorial sinusが形成される(Fig.7a). 大脳の発達, 小脳の形成とともにtentorium cerebelliが形成され, primitive marginal sinusは尾側に延長してtentorium cerebelli辺縁に固定され, transverse sinusを形成する. 大

脳半球の発達は、特に40-80mm stageで顕著となり、側頭後頭葉の外側縁の拡大、transverse sinusの尾側への偏位とともに、primitive tentorial sinusは著明な延長を強いられる(Fig.7b). 胎生期24mm stageのprimitive tentorial sinusはtelencephalic territory, diencephalic territoryの血流を受け、その分枝はsuperficial venous system, deep venous system, ventral / dorsal diencephalic systemと、かなり広範囲に及ぶ(Fig.7b). また背側ではmesencephalic veinとの吻合が発達して、40mm stageには、のちのgreat vein of Galenを形成する。60-80mm stageにはventral diencephalic systemと mesencephalic veinとの吻合がlateral mesencephalic veinを形成する(Fig.7c,d)。この時期にprimitive tentorial sinusは退縮をはじめ、その灌流域を代償するように発達・形成されるのがbasal veinであり、primitive tentorial sinus内側のほとんどのvenous channelが、basal veinのtelencephalic group, diencephalic group, mesencephalic group (bridging tegmental/tectal group)を構成するようになる。また、出生前後でSylvian fissureが閉じるころにprimitive tentorial sinusの末梢部分はcavernous sinusやsphenoparietal sinusにinvolveされ、superficial middle cerebral veinを形成する。これらの複雑なvenous drainage flowのtranspositionが不完全に起こる場合に、tentorial sinusへの大脳静脈灌流のvariationが発生すると考えられる。

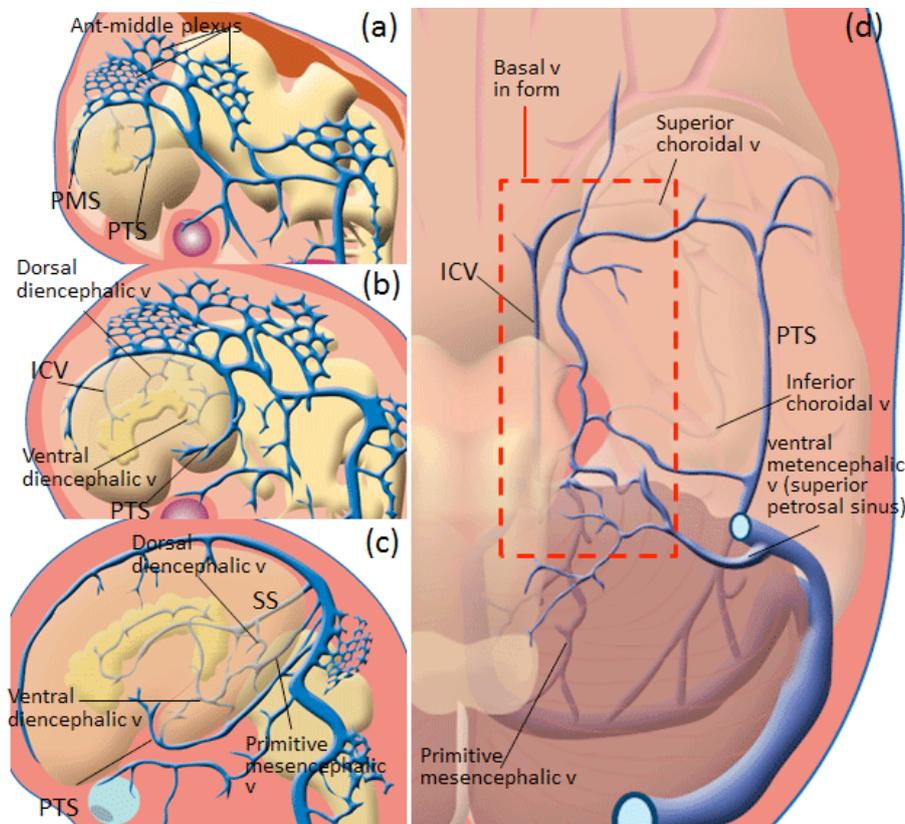


Fig.7 tentorial sinusと関連するcerebral venous drainageの発生のschema (ref 6改変)

- (a) CRL 18mm stage
- (b) CRL 24mm stage
- (c) CRL 80mm stage
- (d) CRL 80mm stage (caudocranial view)

PMS, primitive marginal sinus; PTS, primitive tentorial sinus; ICV, internal cerebral vein; SS, straight sinus

**【References】**

1. Browder J, et al. Venous channels in the tentorium cerebelli: surgical significance. *Surg Neurol* 1975;3 : 37-39.
2. Huang YP, et al. Anatomic variations of the dural venous sinuses. In: Kapp JP, Schmidek HH (ed) *The cerebral venous system and its disorders*. Grune and Stratton, Orlando, FL, pp109-168, 1984 .
3. Matsushima T, et al. Microsurgical anatomy of the tentorial sinuses. *J Neurosurg* 71:923-928, 1989.
4. Miabi Z, et al. Delineation of lateral tentorial sinus with contrast-enhanced MR imaging and its surgical implications. *AJNR* 25:1181–1188, 2004.
5. Jefery N. Differential regional brain growth and rotation of the prenatal human tentorium cerebelli. *J Anat* 200:135-144, 2002.
6. Paget DH. The cranial venous system in man in reference to development, adult configuration, and relation to the arteries. *Am J Anat* 1956; 98: 307-55.
7. Truwit CL, et al. Embryology of the cerebral vasculature. *Neuroimaging Clin N Am* 1994; 4:663-89.
8. The cerebral veins. In Osborn AG, Jacobs JM. 2nd ed. Philadelphia, Pa: Lippincott Williams & Wilkins; 1999:217-37.