

## 海綿静脈洞の発生

Embryology of the cavernous sinus

当麻 直樹

Naoki Toma

三重大学大学院医学系研究科 脳神経外科学

Department of Neurosurgery, Mie University Graduate School of Medicine

Keywords

Cavernous sinus, Embryology, Pro-otic sinus, Primitive tentorial sinus

### はじめに

海綿静脈洞 (CS, cavernous sinus) は、傍鞍部の硬膜で覆われた space であり、その内部には内頸動脈 (ICA, internal carotid artery) とその分枝、脳神経、静脈路が存在し、脳、視覚器、下垂体、硬膜、骨の静脈還流路として機能している<sup>1</sup>。CS は、主に血管内塞栓術で治療される硬膜動静脈瘻や外傷・動脈瘤破裂などによる直接型内頸動脈海綿静脈洞瘻 (CCF, carotid-cavernous fistula) の好発部位である。これらを経静脈的に塞栓するためには、CS の静脈路の構造と関連する静脈とのつながりを理解することが重要であり、発生学的知識により CS の解剖は理解しやすくなる。本稿では、CS および関連する静脈の発生についてレビューする。

### 歴史

ローマの医師、Claudis Galenus (119-199 A.D.) は、動物の解剖により初めて parasellar ICA について記述した。彼の「parasellar carotid retia bathed in venous blood」という最初の記述は、15 世紀以上にわたって信じられてきた。ルネサンス期の解剖学者 Andreas Vesalius (1514-1564) は、Galen の誤りの大部分を訂正したが、Galen の parasellar area に関する記述にはまったく興味を示さなかった。1732 年、Jacques Bénigne Winslow (1669-1760) は、この parasellar venous structure に fibrous trabeculae が存在することから、「cavernous sinus」という用語を導入した<sup>2,3</sup>。20 世紀初頭から半ばにかけて、ヒトの胚や胎児を用いたいくつかの研究が、頭蓋血管系の発生学に大きく貢献した<sup>4-8</sup>。Streeter による硬膜静脈洞と脳静脈の発生に関する研究<sup>4,5</sup>に続いて、Padget は、CS を含むヒトの頭蓋静脈系の発達について包括的な説明を加えた<sup>6,7</sup>。

20 世紀半ばまで、CS は ICA を取り囲む血液に満たされた管腔であると考えられていた。1949 年、Taptas は、いわゆる CS は sinus ではなく venous plexus が存在する extradural space と述べた<sup>9</sup>。その後、Bedford は、CS の 80% は trabecula を伴わない途切れない静脈路であったと報告した<sup>10</sup>。ま

た、Harris と Rhoton は、CS は ICA の後上部、前下部、内側に 3 つの主要な space を有する途切れのない静脈路であると述べた<sup>11</sup>。CCF に対する直達術による修復に成功した Parkinson は<sup>12</sup>、「cavernous sinus」という用語は不適切であり、「lateral sellar compartment」の「parasellar plexus of veins」と呼ぶべきであると強く主張した。彼は、この compartment は硬膜外であり、著しく薄い壁の静脈の非常に多様な plexus から構成されていると説明した<sup>13</sup>。一般的に受け入れられている定義では、dural sinus の壁は内皮細胞の内層と硬膜により形成される外層からなり、内皮、中膜、外膜の 3 つの特徴的な層を持つ静脈とは正確に区別できる<sup>14</sup>。

1980 年代以降、CS 内の結合組織と関連した静脈構造が、ヒト胎児における傍鞍部の組織学的研究により解明されてきた<sup>14-16</sup>。

Knosp らは、胎児の傍鞍部を顕微鏡的および組織学的に検討した結果、parasellar venous pathway は、豊富な結合組織によって明確に分離された個々の血管から構成されていることがわかった (**Fig.1**)。したがって、彼らはいわゆる CS が個々の静脈からなる静脈ネットワークであるとし、「cavernous venous plexus」という用語を提案した<sup>15</sup>。

一方、Kehrli らは、発生学的・組織学的見地から、parasellar venous system は sinus であると述べた。ヒトの胚と胎児の連続組織切片を用いた彼らの研究によると、胚では、parasellar mesenchymal space に、内皮に被覆された血管のネットワークが認められ、胎児では、より組織化された線維性の（一部は脂肪組織に分化した）mesenchyme が観察された。この venous channel は真の静脈に一致する組織学的特徴を持たず、fibrous trabeculae に覆われた内皮層のみからなっていた<sup>14</sup>。

Hashimoto らによる胎児の組織学的検査と静脈造影からは、次のような所見が得られた。妊娠 15 週では、CS は parasellar mesenchyme に散在する小さな管腔で構成され、CS の静脈腔の数とサイズは徐々に増加し、23 週以降拡大した静脈腔は互いに接近する。その後、静脈腔間の間質は薄くなり、互いに接触して大きな腔を形成するようになる。静脈腔が拡大しても、腔壁の内皮層は連続性を保ち、平滑筋層は観察されない。硬膜の発達に伴い、脆弱な静脈腔の間にコラーゲン線維のネットワークが徐々に発達する。これらの発生過程は、CS の構造的な variation をもたらす可能性がある。成人では、trabecula を伴う大きな洞状の静脈腔として発達することもあれば、複雑に分岐した多数の静脈からなる静脈叢として発達することもある<sup>16</sup>。

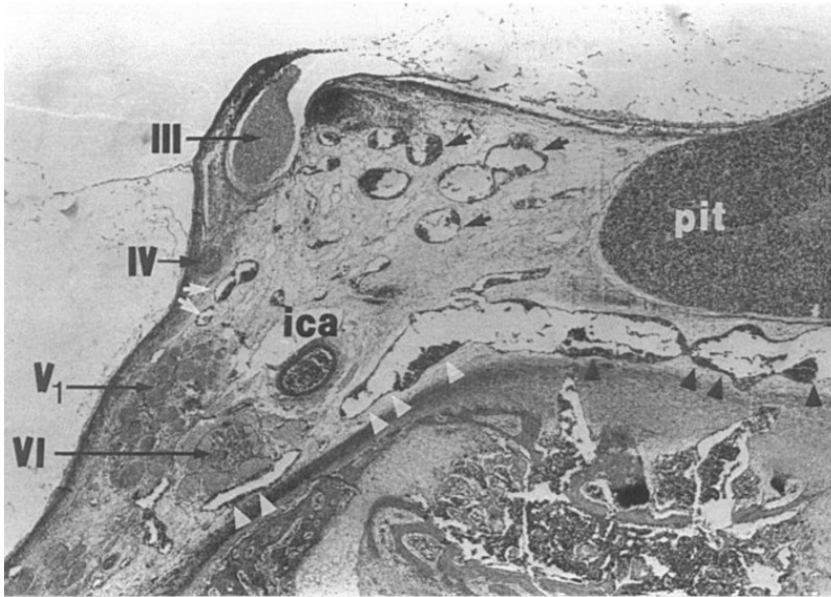


Fig.1 胎児の傍鞍部の組織所見 (文献 15 より引用)

Cavernous venous plexus は、個々の血管からなり (黒矢印)、豊富な結合組織に囲まれている。

### 頭蓋静脈系の発生

頭蓋静脈系の発生については、Carnegie collection の頭殿長 5mm から 80mm までの胚および胎児の連続切片のグラフィック再構成に基づいて Padgett により詳しく記述されている<sup>6,7</sup>。

初期胚 (4-5 週) において、神経管は primitive capillary network に覆われている。将来の pial layer の primitive capillary network は、原始脳の背外側にある多数の短い血管を通して、将来の dural layer の 3 つの venous plexus に流入する。これらの dural plexus の stem は、腹側で primary head sinus (PHS) に接続している。anterior dural plexus (ADP) は終脳、間脳、中脳から、middle dural plexus (MDP) は後脳から、posterior dural plexus (PDP) は髄脳からの血流を受ける。PHS は第 5、10 脳神経根の内側を走行し、将来 internal jugular vein (IJV) となる anterior cardinal vein に流入する。PHS の腹側の支流である primitive maxillary vein には、外側の支流により optic vesicle から、内側の支流により olfactory region から血流を受ける。その後、primitive supraorbital vein により optic region の静脈還流の役割が補われ、これらの静脈がすべての ophthalmic vein と orbital vein を構成し、成人では superior ophthalmic vein と inferior ophthalmic vein となる。

大脳半球と小脳と otic capsule が拡大するにつれて、PHS と dural plexus は側方に移動し、内側の支流を pial layer から伸展させる。PHS と IJV は、第 5 脳神経を除く脳神経根の外側に位置するようになる。Dural layer と pial layer が分離した後、dural vein と pial vein の一次吻合は減少し、わずかに残った吻合が大きくなり、将来の bridging vein である pia-arachnoid vein となる。

PHS は、第 5 脳神経の内側にある CS の lateral wing になる short segment を除いて実質的に消失する。腹側の PHS の代わりに、新たに背側の静脈洞により、脳から IJV へと還流されるようになる。Otic

capsuleの背側にあるMDPとPDPの間のsecondary anastomosisとPDPのstemはsigmoid sinusを形成する。ADPはprimitive marginal sinusを形成し、これが正中で合わさってsuperior sagittal sinusを形成する (Fig.2)。

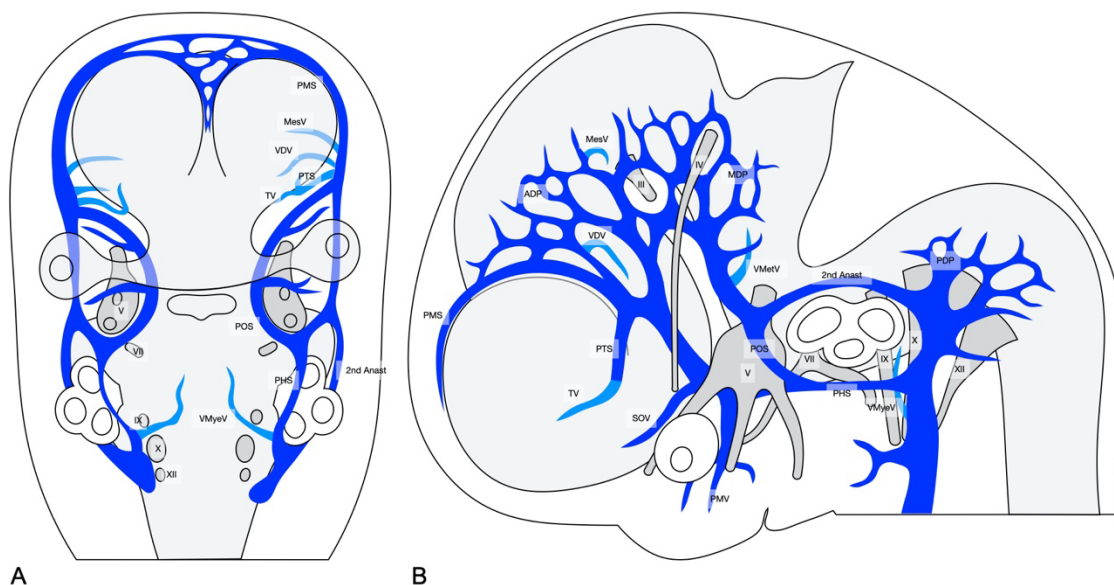
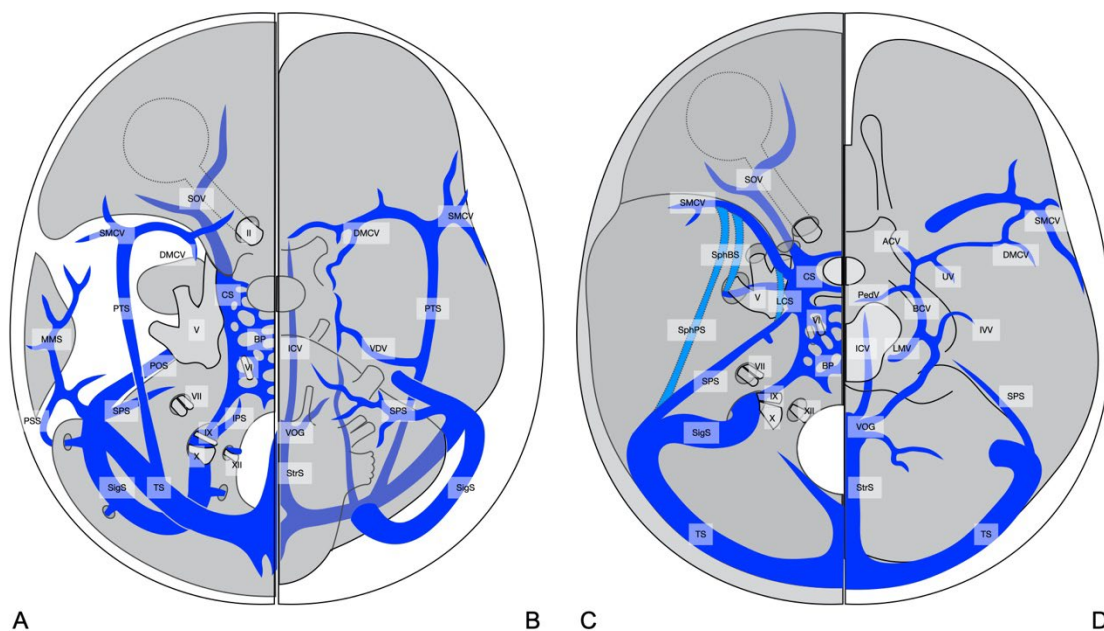


Fig.2 頭殿長 18mm (7週・Padgett stage 5・Carnegie stage 19) の頭蓋静脈

A, frontal view; B, lateral view

III, oculomotor nerve; IV, trochlear nerve; V, trigeminal nerve; VII, facial nerve; IX, glossopharyngeal nerve; X, vagal nerve; XII, hypoglossal nerve; 2nd Anast, secondary anastomosis; ADP, anterior dural plexus; MDP, middle dural plexus; MesV, mesencephalic vein; PDP, posterior dural plexus; PHS, primary head sinus; PMS, primitive marginal sinus; PMV, primitive maxillary vein; POS, pro-otic sinus; PTS, primitive tentorial sinus; SOV, supraorbital vein; TV, telencephalic vein; VDV, ventral diencephalic vein; VMetV, ventral metencephalic vein; VMyeV, ventral myelencephalic vein

胎生期の終わりには、2つの重要な sinus、pro-otic sinus と primitive tentorial sinus が目立つようになる。(Fig.2,3)。これらの sinus は ADP と MDP から発生する。MDP の増大した stem と、最後に残った PHS の short segment は、pro-otic sinus になる。ADP は、将来 superficial middle cerebral vein (SMCV) となる telencephalic vein を形成し、その stem が primitive tentorial sinus となる。ADP の stem は、primitive tentorial sinus と pro-otic sinus との連絡路であるが、この時点ですでに退縮している。頭殿長 40-80mm の胎児期において、pro-otic sinus と primitive tentorial sinus は大きく変化する。



**Fig.3** 胎児（頭殿長 60mm・Padget stage 7a）および乳児の頭蓋静脈

A, 胎児 superior view; B, 胎児 inferior view; C, 乳児 superior view; D, 乳児 inferior view  
 superior view (A, C)は、CS, IPS, SMCV の発達を示す。inferior view (B, D) は basal vein of Rosenthal の発達を示す。

II, optic nerve; V, trigeminal nerve; VI, abducens nerve; VII, facial nerve; IX, glossopharyngeal nerve; X, vagal nerve; XII, hypoglossal nerve; ACV, anterior cerebral vein; BP, basilar plexus; BVR, basal vein of Rosenthal; CS, cavernous sinus; DMCV, deep middle cerebral vein; DTEV, deep telencephalic vein; ICV, internal cerebral vein; IPS, inferior petrosal sinuses; IVV, inferior ventricular vein; LCS, laterocavernous sinus; LMV, lateral mesencephalic vein; MMS, middle meningeal sinus; PedV, peduncular vein; POS, pro-otic sinus; PSS, petrosquamosal sinus; PTS, primitive tentorial sinus; SigS, sigmoid sinus; SMCV, superficial middle cerebral vein; SOV, superior ophthalmic vein; SphBS, sphenobasal sinus; SphPS, sphenopetrosal sinus; SPS, superior petrosal sinus; STEV, superficial telencephalic vein; StrS, straight sinus; TS, transverse sinus; UV, uncal vein; VDV, ventral diencephalic vein; VMyeV, ventral myelencephalic vein; VOG, vein of Galen

### Pro-otic sinus

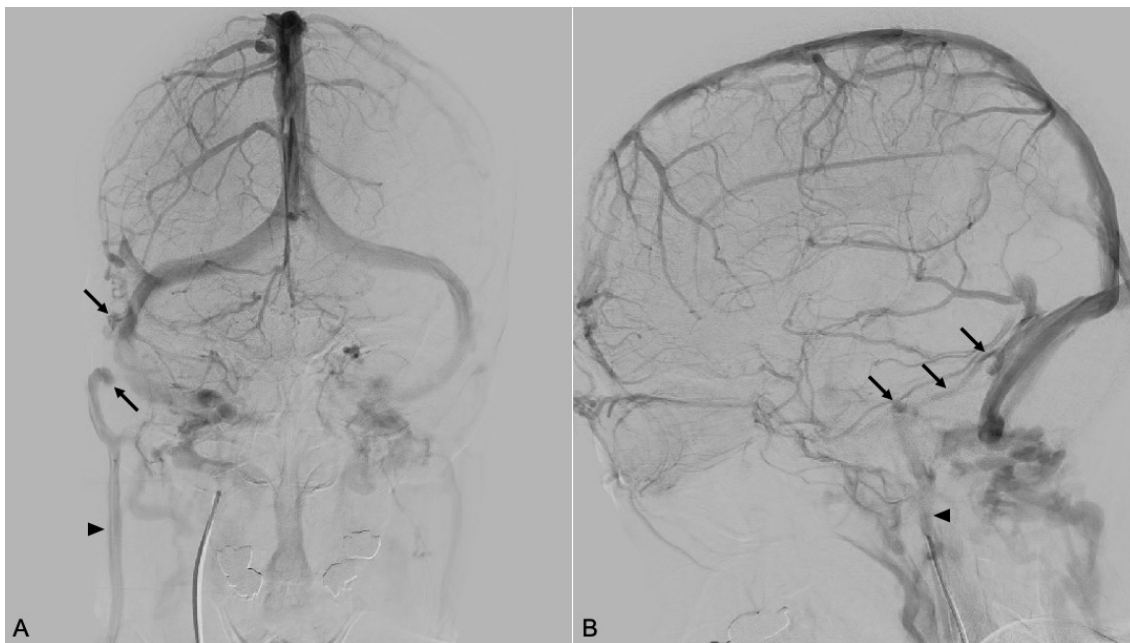
Pro-otic sinus は、primitive supraorbital vein と primitive maxillary vein を介して視神経領域から血液を受け、三叉神経節の内側を背側へと走行し、sigmoid sinus に流入する。軟骨性頭蓋と膜性頭蓋の発達により、pro-otic sinus が成熟する。外側の支流である middle meningeal sinus は原始硬膜と骨から血液を受ける。内側の支流は、CS と inferior petrosal sinus (IPS) を形成する。CS は、pro-otic sinus から、三叉神経節の内側への plexiform extension から発生する。ICA と第 6 脳神経を取り囲む plexiform

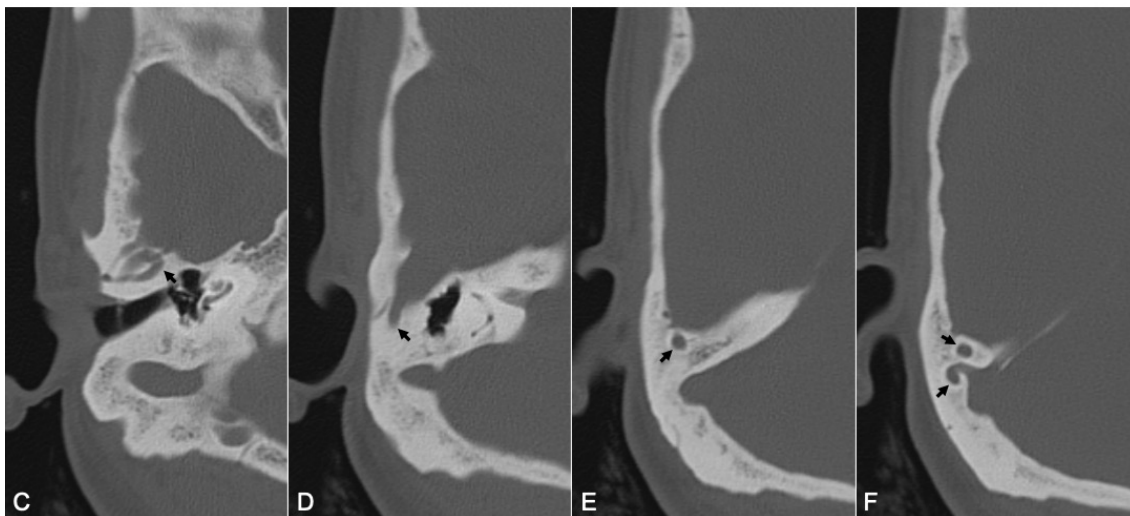
venous channel が、otic と basioccipital の軟骨の間に伸展し、IPS を形成する。IPS の近位部は、第 9 脳神経根と第 10 脳神経根の間を通る ventral myelencephalic vein の stem から発生する。この stem は IJV に合流する PHS の遺残に相当する。成人の intercavernous sinus と basilar plexus は、それぞれ両側の CS と IPS を吻合する正中部の plexiform extension である。

Pro-otic sinus の支流である dorsal pharyngeal vein は、foramen ovale の sphenoid emissary vein となり、CS と pterygoid plexus を接続する。Superior ophthalmic vein は、内眼角で anterior facial vein と吻合し、anterior facial vein は primitive maxillary vein と合流して、deep facial vein を形成し、pterygoid plexus に連絡する。もともと IJV に流入していた linguofacial vein は、common facial vein となり、二次的に external jugular vein (EJV) と合流する<sup>7</sup>。

Streeter の記述では、superior petrosal sinus (SPS) は pro-otic sinus そのものと混同されていた<sup>4,5</sup>。Butler は、pro-otic sinus の小さい plexiform tributary が SPS を形成し、三叉神経節の周囲を前方に走行して CS にいたると説明したが、SPS への pial venous drainage については言及されていなかった<sup>8</sup>。Padgett は、ventral metencephalic vein の stem から SPS が発生すると記述した<sup>7</sup>。SPS は、原始小脳と橋から流入し、transverse sinus と sigmoid sinus の junction に流出する。成人の SPS は、petrosal vein からの血流を受け、anterior segment は CS へ、posterior segment は transverse sinus に還流する<sup>17</sup>。

Sigmoid sinus の外側の支流は spurious jugular foramen を通過し、middle meningeal sinus と合流する。これが petrosquamosal sinus である<sup>7</sup>。通常、petrosquamosal sinus は胎児期に退縮するが、成人で認められることもある (Fig.4)。





**Fig.4** Petrosquamosal sinus の遺残例

A, 右内頸動脈造影正面像; B, 右内頸動脈造影側面像; C,D,E,F, 単純 CT (尾側→頭側)  
Sigmoid sinus から側頭骨内を走行する petrosquamosal sinus (矢印) が認められる。External jugular vein (矢頭) に還流している。

Petrosquamosal sinus は、foramen retroauricular を介して retromandibular vein に、また foramen ovale を介して pterygoid plexus に接続し、EJV に流出する<sup>18</sup>。

### CS を取り囲む mesenchymal tissue の発達

髄膜の発達は複雑である。O'Rahilly と Muller は、ヒトの頭蓋髄膜は、primary meninx と呼ばれる神経管を囲む mesenchyme の形成から始まると述べている<sup>20,21</sup>。この mesenchyme は、primitive streak や neural crest などに由来している。皮下組織と primary meninx の間には、skeltogenous layer という密な mesenchyme が発達し、その内側面に発生する血管は静脈洞になる。

Leptomeninge は、まず大脳表面と dural limiting layer の内側部との間に発生し、次いで dural limiting layer の外側部に dura が発生する。Dura の発生は、notochord や prechordal plate からの mesenchymal cell が mesencephalic flexure に達し、そのレベルから始まる。mesencephalic flexure を取り囲む mesenchymal tissue は外側に伸展して小脳テントを形成し、連続する loose mesenchyme から CS を含む傍鞍部が形成される<sup>22</sup>。

Padget の研究によると、pro-otic sinus は outer dural layer に存在し、primitive tentorial sinus は、SMCV の stem と直接つながっており、inner dural layer に存在する。Arachnoidal vein から dural sinus への移行は緩やかで、かなり variation がある。

## Primitive tentorial sinus

Primitive tentorial sinus は、superficial telencephalic vein、deep telencephalic vein、ventral diencephalic vein から血流を受け、大脳半球の腹尾側を走行し、primitive transverse sinus の内側に流入する。その後、大脳半球の著明な拡大により、primitive tentorial sinus はその尾側端は減衰して plexiform になり、transverse-sigmoid junction に向かって移動する。中頭蓋窩における primitive tentorial sinus の最終的な位置は、内側から外側まで多様である (Fig.5)。Primitive tentorial sinus の遺残は、CS、pterygoid plexus、SPS、transverse sinus に接続することがある。

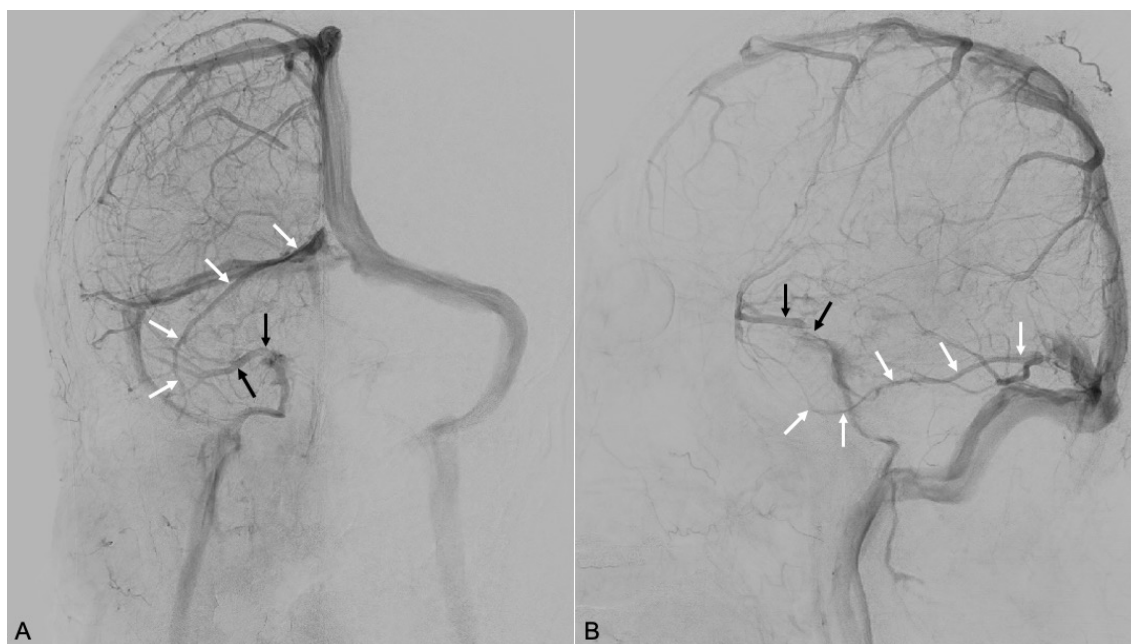


Fig.5 Primitive tentorial sinus の遺残例

A, 右内頸動脈造影正面像; B, 右内頸動脈造影側面像

SMCV から CS に還流する (黒矢印) とともに、胎児期の primitive tentorial sinus の走行で torcular 近傍に還流している。Straight sinus は tentorial dural AVF の drainage のため描出されていない。

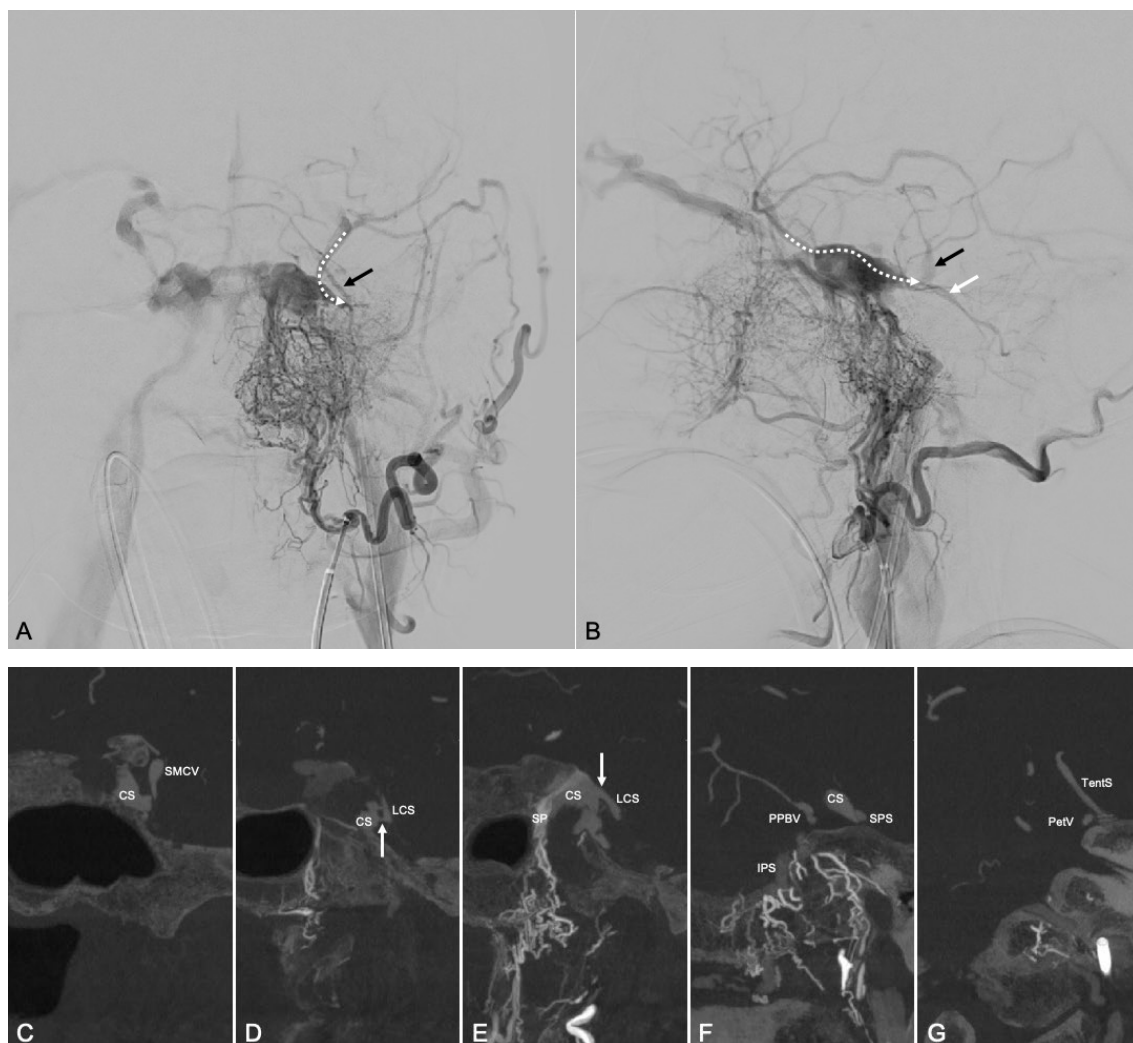
大脳の拡大は、primitive tentorial sinus の変化だけでなく、basal vein of Rosenthal の発達をもたらす。Basal vein は、終脳、間脳、中脳を流れる pia-arachnoidal vein の縦吻合により発達し、great vein of Galen に流入する (Fig.3) <sup>7</sup>。Uncal vein は、deep telencephalic vein 由来であるため、basal vein、SMCV、CS と接続できる。したがって、uncal vein の drainage pattern にはさまざまな variation がある <sup>19</sup>。

San Millan Ruiz は、CS の 2 層の外側壁の間に存在する SMCV から連続する静脈路について検討し、laterocavernous sinus (LCS) という名称を提唱した <sup>23</sup>。Gailloud らによる angiography による検討では、SMCV は、19%が存在せず、20%が CS、39%が paracavernous sinus、22%が laterocavernous sinus に流入しており、LCS は、27%が pterygoid plexus、18%が petrosal sinus、32%が CS 後面に



流入し、23%がこれらの combination であった<sup>24</sup>。自験例で LCS を示す (Fig.6)。

Padget によると、paracavernous sinus は primitive tentorial sinus の流出路の遺残であり、primitive tentorial sinus と CS との secondary anastomosis により SMCV が CS に還流するようになる<sup>6</sup>。LCS は SMCV の流出路の遺残の中間的な位置にあり、San Millan Ruiz らは、成人の傍鞍部の静脈路が、概略的に 2 つの平行かつ機能的に独立した系、すなわち superior ophthalmic vein から形成される medial system と上記のいずれかのパターンの SMCV から形成される lateral system から構成されると記述している<sup>23</sup>。



**Fig.6** Laterocavernous sinus

A, 左上行咽頭動脈造影正面像; B, 左上行咽頭動脈造影側面像; C,D,E,F,G, 左上行咽頭動脈から造影した cone beam CT の slab MIP 像 (腹側→背側)

SMCV から LCS に流入し (A,B 破線)、tentorial sinus (A,B 黒矢印) と petrosal vein (B 白矢印) に流出している。LCS と CS との接続も認められる (D,E 白矢印)

CS, cavernous sinus; IPS, inferior petrosal sinus; LCS, laterocavernous sinus; PetV, petrosal vein; PPBV, prepontine bridging vein; SMCV, superficial middle cerebral vein; SP, shunted pouch; SPS, superior petrosal sinus; TentS, tentorial sinus

Mitsubishi らは、CS 内の 3 つの longitudinal venous axis の概念を提唱した (Fig.7) <sup>25</sup>。CS は、parasellar mesenchymal space で発達する発生学的に異なる起源をもつ静脈路の複合体であり、各静脈路は、発生過程で形態が変化した後でも、明確な venous drainage の機能を有している。これらの longitudinal venous axis は、ICA と脳神経によって分断されている。ICA の内側にある静脈路は軟骨性頭蓋と下垂体、脳神経の外側にある静脈路は脳静脈からの drainage に特化したものであり、ICA と脳神経の中間軸は、他の 2 軸からの寄与を受けつつ、眼窩と膜性頭蓋からの静脈還流路として機能している。この概念は、CS の複雑な静脈解剖の理解を深めるのに有用である。

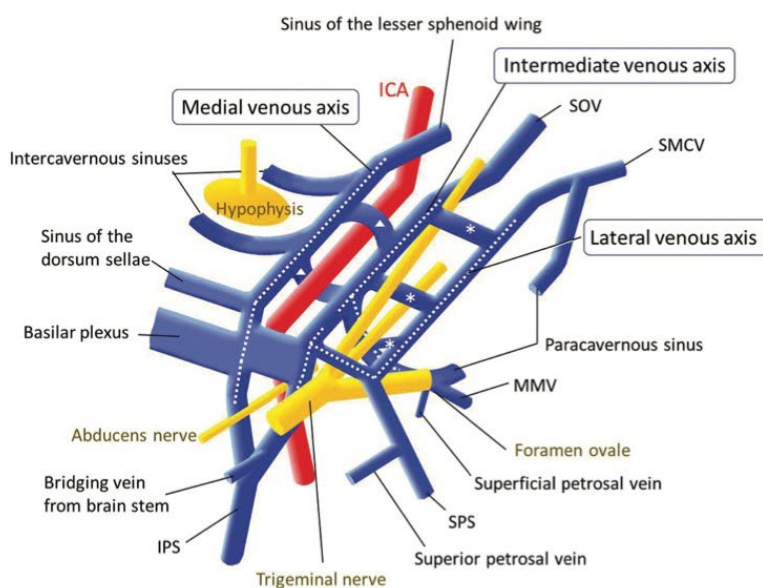


Fig.7 Cavernous sinus の 3 つの静脈軸 (文献 25 より引用)

ICA, internal carotid artery; IPS, inferior petrosal sinus; MMV, middle meningeal vein; SMCV, superficial middle cerebral vein; SOV, superior ophthalmic vein; SPS, superior petrosal sinus

2022 年に報告された SPS と foramen ovale の emissary vein を接続する petrobasal vein は、primitive tentorial sinus の midportion の遺残であると考察されている <sup>26</sup>。2023 年に報告された anterior petroclinoid sinus は、SMCV との接続については述べられていないが、大きな embryological sinus の遺残と考えることもできると考察されており、LCS と相同であると思われる <sup>27</sup>。

## まとめ

CS の静脈路は、結合組織に囲まれた内皮層のみからなる。胚の初期段階では、神経管は primitive capillary plexus と未分化の mesenchymal tissue である primary meninx で覆われている。その後、脳の拡大と mesenchyme の分化により、脳静脈系に大きな変化が生じる。CS は、脳、視覚器、髄膜、骨 (軟骨性頭蓋・膜性頭蓋) の発達に伴い、異なる起源の複雑な静脈路が合わさって発達する。CS と関連静脈の形態変化は胎児期にも続き、多様な variation もある。

**参考文献**

- 1) Rhoton AL: The cavernous sinus, the cavernous venous plexus, and the carotid collar. *Neurosurgery* 2002; 51: S375–410.
- 2) Chow MSM, Wu SL, Hui V, et al: Revisit the cavernous sinus from fetus to adult – new and old data. *Anat Rec* 2018; 301: 819–824.
- 3) Thakur JD, Sonig A, Khan IS, et al: Jacques Bénigne Winslow (1669-1760) and the misnomer cavernous sinus. *World Neurosurg* 2014; 81: 191–197.
- 4) Streeter GL: The development of the venous sinuses of the dura mater in the human embryo. *Am J Anat* 1915; 18: 145–178.
- 5) Streeter GL: The developmental alteration in the vascular system of the brain of human embryo. *Contrib Embryol* 1918; 8: 5–38.
- 6) Padget DH: The cranial venous system in man in reference to development, adult configuration, and relation to the arteries. *Am J Anat* 1956; 98: 307–355.
- 7) Padget DH: The development of the cranial venous system in man, from the viewpoint of comparative anatomy. *Contrib Embryol* 1957; 36: 79–140.
- 8) Butler H: The development of certain human dural venous sinuses. *J Anat* 1957; 91: 510–526.
- 9) Taptas JN: The so-called cavernous sinus: a review of the controversy and its implications for neurosurgeons. *Neurosurgery* 1982; 11: 712–717.
- 10) Bedford MA: The “cavernous” sinus. *Br J Ophthalmol* 1966; 50: 41–46.
- 11) Harris FS, Rhoton AL: Anatomy of the cavernous sinus. a microsurgical study. *J Neurosurg* 1976; 45: 169–180.
- 12) Parkinson D: Carotid cavernous fistula: direct repair with preservation of the carotid artery. Technical note. *J Neurosurg* 1973; 38: 99–106.
- 13) Parkinson D: Lateral sellar compartment O.T. (cavernous sinus): history, anatomy, terminology. *Anat Rec* 1998; 251: 486–490.
- 14) Kehrl P, Maillot C, Wolff MJ: The venous system of the lateral sellar compartment (cavernous sinus): an histological and embryological study. *Neurol Res* 1996; 18: 387–393.
- 15) Knops E, Müller G, Perneczky A. Anatomical remarks on the fetal cavernous sinus and on the veins of the middle cranial fossa. In: Dolenc VV (ed): *The Cavernous Sinus*. Springer-Verlag Wien, 1987, 104–116.
- 16) Hashimoto M, Yokota A, Yamada H, et al: Development of the cavernous sinus in the fetal period: a morphological study. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2000; 40: 140–150.
- 17) Shimada R, Kiyosue H, Tanoue S, et al: Superior petrosal sinus: hemodynamic features in normal and cavernous sinus dural arteriovenous fistulas. *AJNR Am J Neuroradiol* 2013; 34: 609–615.
- 18) Marsot-Dupuch K, Gayet-Delacroix M, Elmaleh-Bergès M, et al: The petrosquamosal sinus:

CT and MR findings of a rare emissary vein. *AJNR Am J Neuroradiol* 2001; 22: 1186–1193.

19) Ide S, Kiyosue H, Tanoue S, et al: Anatomical variations in termination of the uncal vein and its clinical implications in cavernous sinus dural arteriovenous fistulas. *Neuroradiology* 2014; 56: 661–668.

20) O’Rahilly R, Müller F: The meninges in human development. *J Neuropathol Exp Neurol* 1986; 45: 588–608.

21) Adeeb N, Mortazavi MM, Tubbs RS, et al: The cranial dura mater: a review of its history, embryology, and anatomy. *Childs Nerv Syst* 2012; 28: 827–837.

22) Cho KH, Rodriguez-Vazquez JF, Han EH, et al: Human primitive meninges in and around the mesencephalic flexure and particularly their topographical relation to cranial nerves. *Ann Anat* 2010; 192: 322–328.

23) San Millán Ruíz D, Gailloud, P, De Miquel Miquel MA, et al. The laterocavernous sinus: an anatomic study. *Anat Rec* 1999; 254: 7-12.

24) Gailloud P, San Millán Ruíz D, Muster M, et al. Angiographic anatomy of the laterocavernous sinus. *AJNR Am J Neuroradiol* 2000; 21: 1923-1929.

25) Mitsuhashi Y, Hayasaki K, Kawakami T, et al: Dural venous system in the cavernous sinus: a literature review and embryological, functional, and endovascular clinical considerations. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2016; 56: 326–339.

26) Ide S, Kiyosue H, Shimada R, et al. Petrobasal vein: A previously unrecognized vein directly connecting the superior petrosal sinus with the emissary vein of the foramen ovale. *AJNR Am J Neuroradiol* 2022; 43: 70–77.

27) Spencer PS, Cardona JJ, Reina F, et al. A Newly Discovered Dural Venous Sinus of the Skull Base: The Anterior Petroclinoid Sinus. *World Neurosurg* 2023; E1-E4.