

Functional anatomy of the cerebral venous system

石黒友也

Tomoya Ishiguro

大阪市立総合医療センター 脳血管内治療科

Department of Neuro-intervention, Osaka City General Hospital

Key word: cerebral venous system, functional anatomy, and anastomosis

【はじめに】

脳静脈は形態学的に非常に多彩で様々なvariationを認める。また静脈弁が存在しないため血流方向は状況に応じて絶えず変化する。したがって動静脈シャント疾患, developmental venous anomaly (DVA), 静脈洞血栓症などの病的な状況下では正常ではあまり見ない静脈間の交通や血流方向を認めることがあり, 病態把握のためには脳静脈系の機能解剖の知識が必須となる。脳静脈系の機能解剖は一見すると複雑そうであるが, ポイントとなる正常解剖を知っていれば比較的容易に理解できる。脳静脈系の機能解剖を理解するために必要な静脈間の交通を, 正常解剖で確認できるものから病的な状態でのみ認めるものまで解説する。

【テント上の静脈】

テント上の静脈は表在静脈系 (superficial venous system)と深部静脈系 (deep venous system)とに分けられる。表在静脈の多くは上矢状洞, 海綿静脈洞, 横静脈洞, 下矢状洞へ流入している。具体的には前頭葉, 頭頂葉, 後頭葉の外側面および内側面からの静脈や前頭葉眼窩面の静脈は上矢状洞に, 前頭葉の内側面で帯状回周囲の静脈は下矢状洞に流入する。Superficial middle cerebral vein (SMCV)は海綿静脈洞に流入するが, 走行の途中でシルビウス裂 (sylvian fissure)周囲の前頭葉, 頭頂葉, 側頭葉の静脈を集めている。側頭葉の外側面および側頭葉, 後頭葉の底部の静脈は横静脈洞に流入する¹¹⁾。一方, 深部静脈は終脳の正中および傍正中の深部領域 (深部白質, 線条体, 淡蒼球, 脳梁, 大脳辺縁系, 側脳室など)と間脳 (視床, 視床下部, 松果体部, 第3脳室など)を還流しており, その多くは内大脳静脈 (internal cerebral vein: ICV)に, 一部は脳底静脈 (basal vein of Rosenthal: BVR)に流入し, 両者はともにガレン大静脈 (great cerebral vein of Galen: VOG)に向かう^{6,7,12,13)}。

テント上の静脈の機能解剖を1) 大脳半球外側面の静脈, 2) BVR系, 3) ICV系に分けて解説する。

1. 大脳半球外側面の静脈

大脳半球の表在静脈は互いに様々な交通を持ち, 大脳半球外側面では上矢状洞, SMCV, 横静脈洞に流入する表在静脈間にそれぞれ交通を認める。このうち最も発達したものがvein of Trolard (superior anastomotic vein)とvein of Labbé (inferior anastomotic vein)で, 前者によってSMCVと上矢状洞が, 後者によってSMCVと横静脈洞が直接交通する (Fig.1)。これらの静脈は互いに相補的な関係にある。

発生初期の大脳半球には脳溝はなく, その外側面は主にtelencephalic veinが還流している。大脳白質や基底核の発達に伴ってシルビウス裂が形成されていくが, 胎生3ヵ月頃はくぼみ (sylvian fossa)を認める程度である。Telencephalic veinは脳表を還流するsuperficial telencephalic veinとsylvian fossa内を還流するdeep telencephalic veinとに分けられ, 前者は将来のSMCVで, 後

者はdeep middle cerebral vein (DMCV)である。両者はsylvian fossaの前下方に収束するように走行し (coral pattern), primitive tentorial sinusへ流入している。胎生4ヵ月頃になると上矢状洞に向かって上方に走行するascending cortical vein (superior cerebral vein)と横静脈洞に向かって下方に走行するdescending cortical vein (inferior cerebral vein)も発達してくる。Superficial telencephalic veinは胎生5ヵ月頃にdescending cortical veinとの間に交通 (inferior anastomotic vein of Labbé)を、胎生6ヵ月末頃にascending cortical veinとの間に交通 (superior anastomotic vein of Trolard)を認めるようになる。これらの交通は胎生7ヵ月の始め頃まで発達していく。胎生5ヵ月の中頃から6ヵ月にかけて弁蓋部が急速に発達してシルビウス裂が形成され、弁蓋部に覆われた部分が島皮質である。また胎生6ヵ月頃には中心溝から順に脳溝が形成され始め、ascendingおよびdescending cortical veinは脳溝の周囲またはそれに沿って走行するようになる。Ascendingとdescending cortical veinは大腦半球とともに発達していくのに対し、superficial telencephalic veinは弁蓋部の発達によって数、サイズともに減少していく⁹⁾。Superficial telencephalic veinはシルビウス裂周囲の静脈とともにSMCVを形成していくが、その際にascendingやdescending cortical veinとの吻合がどの程度残るか、また発達するかは個体差があり、それが成人例でのvein of Trolardやvein of Labbéの発達の程度につながる。

2. BVR系

BVRは発生学的にfirst (telencephalic), second (diencephalic), third (mesencephalic) segmentの3つから構成され、first segmentは前有孔質の下でanterior cerebral vein, DMCV, inferior striate veinが合流するところから始まり、鉤の上方でシルビウス槽から脚槽内を内側後方に大腦脚へ向かって走行する部位である。Second segmentは大腦脚を囲むように迂回槽内を走行する部位で、third segmentはlateral mesencephalic sulcusのレベルから内側上方へ向かい、四丘体槽内でICVとともにVOGへつながる部位である (Fig.2)。BVRは各segmentの前後方向の吻合によって形成されるため、segment間にdisconnectionを認めることがある。BVRは深部静脈系に含まれることが多いが、深部静脈も還流する脳底部の表在静脈と見られることも出来る。したがって各segmentで深部静脈と表在静脈の両方を受けている^{7,12)} (Table.1)。

2-1. anterior & posterior communicating vein

BVRはfirst segmentではanterior cerebral veinがanterior communicating veinによって、second segmentではpeduncular veinがposterior communicating veinによって左右の交通を認めており^{7,12)}、BVRのfirst segmentとともにvenous circle of Trolardを形成している¹⁵⁾ (Fig.2)。動静脈シャント疾患やDVAなどの流出路だけでなく、normal variantであるdisconnectionを認める場合にもこれらは左右のBVRをつなぐ側副血行路として機能することがある。

2. BVRと大腦半球の表在静脈間の交通

BVRは各segmentに表在静脈が流入しており、これらは大腦半球の表在静脈と交通を持つことで側副血行路として機能することがある。

First segmentではolfactory vein, fronto-orbital vein, insular veinがいずれもDMCVへ流入する。前2者は前頭葉眼窩面の表在静脈で、Olfactory veinは前頭葉下面の嗅溝内を後方へ走行し、fronto-orbital veinはより外側を走行する^{7,12)}。両者は周囲の表在静脈と交通してBVRと上矢状洞とつなぐ側副血行路となりえる。Insular veinは島 (insula)の表在静脈で、前方からanterior, precentral, central, posteriorの4本あり、後3者が島限 (limen insula)で合流してDMCVとなる。Insular veinはdeep telencephalic veinの枝から形成され、superficial telencephalic veinの枝から形成されるシルビウス裂周囲の表在静脈と交通を認めることがある。したがってDMCVとSMCVをつなぐ側副血行路となることもある^{9,16)}。

Second segmentには側頭葉下面の表在静脈であるmedial temporal veinが流入しており、これは主に海馬傍回を還流している^{7,12)}。Medial temporal veinは側頭葉底部の表在静脈と交通して、BVRと横静脈洞との側副血行路となることがある。

Third segmentには後頭葉内側面の表在静脈であるinternal occipital veinが流入しており、これは楔部の下方から前方を還流している^{7,12)}。Internal occipital veinも周囲の表在静脈と交通して、BVRと上矢状洞との側副血行路となることがある。

3. ICV系

ICVはモンロー孔から中間帆 (velum interpositum)内を左右1本ずつ後方へ走行し、四丘体槽に出た後に松果体陥凹 (suprapineal recess)の後方でVOGに流入する。BVRとは異なりICVに流入する静脈のほとんどは深部静脈で、脳室壁、深部白質、脈絡叢、線条体、視床、脳梁などからの静脈を受ける^{6,13)}。VOGが閉塞した場合やICVに逆流を認める場合には様々な経路でBVRや表在静脈との交通を認める (Fig.3)。正常のICVの流出路がVOGのみであるのに対して、BVRは他にも様々な流出路を持つことが可能なため、両者を交通する静脈は主にICVからBVRへの側副血行路として機能する。

3-1. Striate route

Striate veinを利用した上衣下静脈とDMCVとの交通である。Striate veinは線条体 (尾状核と被殻)や淡蒼球、内包を還流しており、上方ではsuperior striate veinが頭側へ走行して、側脳室前角および体部の上衣下静脈であるanterior caudate veinやthalamostriate veinなどに流入し、最終的にICVに向かう。下方ではinferior striate veinが尾側へ走行して、前有孔質からシルビウス槽へ出てDMCVに流入し、最終的にBVRへ向かう^{7,12,13)}。両者は互いに交通を認めており、ICVからDMCVへの側副血行路として機能することがある⁴⁾ (Fig.3,4)。

3-2. Terminal route

Terminal veinを介するICVとBVRの上衣下静脈間の交通である。Terminal veinは側脳室の上衣下静脈で、尾状核と視床との間の溝を走行する神経線維である分界条 (stria terminalis)の深部をこれに平行に走行している。したがって側脳室体部の下壁から下角の上壁にかけてのC字とほぼ同様の走行をとる。側脳室体部の前半部のterminal veinがsuperior terminal vein、体部後半から三角部上部がmiddle terminal vein、三角部下部から下角がinferior terminal veinで、これらは上衣下静脈の外側群であるthalamostriate vein, direct lateral vein, inferior ventricular vein (のstem)にそれぞれ流入する^{6,13)}。Superior, middle, inferior terminal veinは互いにつながることがあり、その場合はthalamostriate veinとinferior ventricular veinとを交通し、ICVからBVRのsecond segmentへの側副血行路となることがある (Fig.3)。

3-3. Hippocampal route

Longitudinal hippocampal veinによるICVとBVRとの交通である。海馬からの静脈であるtransverse hippocampal pial veinは海馬溝 (hippocampal sulcus)から迂回槽に、側脳室下角の下壁の上衣下静脈であるtransverse hippocampal subependymal veinは采歯状回溝 (fimbriodentate sulcus)から海馬采 (fimbria)を貫いて迂回槽に出て、両者はいずれもlongitudinal hippocampal veinに流入する。Longitudinal hippocampal veinはanteriorとposterior longitudinal hippocampal veinとがあり、前者は歯状回に沿って下行してinferior ventricular veinのstemに、後者は上行してmedial atrial veinのstemに流入する^{6,7,12,13)}。両者は互いに交通を認めることが多く、medial atrial veinとinferior ventricular veinのstemをつなぎ、ICVからBVRのsecond segmentへの側副血行路となることがある (Fig.3)。

3-4. Thalamic route

Thalamic veinを利用した側副血行路で、ガレン大静脈瘤で高頻度に認められる。ガレン大静脈瘤ではICVが無形成または低形成のことが多く、そのため発生時期の胎生6-11週に認める静脈構築であるventral diencephalic veinとdorsal diencephalic veinとの交通を利用した側副血行路が発達していると考えられている。すなわち本来ICVへ還流される血流を視床の静脈が受けて、そこから側頭葉底部の表在静脈を介してテント静脈洞や横静脈洞へと向かう。またBVRのsecond segmentに属するlateral mesencephalic veinに向かうこともある⁴⁾ (Fig.3).

3-5. Septo-pericallosal route

Septal veinとanterior pericallosal veinとの交通である。Septal veinは側脳室の前角の前壁から透明中隔にそって後方に走行する上衣下静脈で、モンロー孔の後上縁でICVへ流入する。一方、anterior pericallosal veinは脳梁の背側にある脳梁周囲槽を走行し、脳梁膝部に沿って終板へ下行してBVRのfirst segmentに属するanterior cerebral veinへ流入する^{6,13)}。Septal veinとanterior pericallosal veinの交通は正常では描出されることはないが、動静脈シャント疾患などの流出路としてseptal veinが利用されている場合などでは透明中隔を縦に走行して両者をつなぐ静脈を認めることがある (Fig.3).

3-6. Direct cortical route

ICVに流入する静脈のほとんどは深部静脈であるが、脳梁幹部の後方から膨大部を還流するposterior pericallosal veinは走行の途中で頭頂葉内側面の表在静脈 (medial parietal vein)を受け^{6,13)}。これはICVから表在静脈への側副血行路としてだけでなく、表在静脈からICVへの側副血行路として機能することもある (Fig.3).

3-7. Transcerebral route

髄質静脈 (medullary vein)を介した上衣下静脈と表在静脈との交通である。髄質静脈は神経線維に沿って走行する静脈で、表在静脈系に還流する浅髄質静脈 (superficial medullary vein)と側脳室の上衣下静脈に還流する深髄質静脈 (deep medullary vein)とがある。上衣下静脈のほとんどはICVに流入するが、側脳室下角の上衣下静脈であるtemporal tip subependymal veinとinferior ventricular subependymal veinはinferior ventricular veinを介してBVRに流入する。浅髄質静脈と深髄質静脈はanastomotic medullary veinを介して互いに交通を認めることがあり、また上衣下静脈と表在静脈を直接つなぐ静脈 (transcerebral vein)も存在する⁸⁾。Transcerebral vein, anastomotic medullary veinのいずれによっても上衣下静脈と表在静脈は交通を認め、ICV系から表在静脈系のみでなく、表在静脈系からICV系への側副血行路として機能することがある (Fig.3,4).

3-8. 左右のICVを交通する静脈

左右のICVを交通する静脈にはモンロー孔周囲の静脈とinterthalamic veinがある (Fig.5)。前者はモンロー孔でICVに流入する上衣下静脈を左右で交通しており、正常では確認できないが、動静脈シャント疾患やDVAの流出路などで見られることがある。Interthalamic veinは左右の視床を交通する静脈で、視床間橋の前方で第3脳室腔内を横切って走行しており、稀に正常でも認められる¹⁾。視床の静脈はsuperiorおよびanterior thalamic veinがICVに、inferiorおよびposterior thalamic veinがBVRに流入している^{1,6,13)}、interthalamic veinは左右のICVまたはBVRを交通する側副血行路となりえる。

【テント下の静脈】

テント下の静脈すなわち脳幹と小脳の静脈は発生学的な観点から流出路に応じて1) Galenic (superior) draining group, 2) petrosal (anterior) draining group, 3) tentorial (posterior) draining groupの3つに分類されることが多い。Galenic draining groupは中脳背側と小脳上面を、

petrosal draining groupは脳幹，小脳前面および外側面を，tentorial draining groupは小脳下面を還流しており，これは発生学的にみればGalenic draining groupは中脳蓋 (tectum of mid-brain)と古小脳 (paleocerebellum)を，petrosal draining groupは脳幹，小脳脚，原小脳 (archicerebellum)，第4脳室脈絡叢を，tentorial draining groupは新小脳 (neocerebellum)を還流していることになる^{10, 14)}。機能解剖の観点からは脳幹と小脳とを分けた方が理解しやすい。

1. 脳幹の静脈

発生学的に脳幹表面の静脈は横方向に走行するtransverse veinが縦方向に吻合 (longitudinal anastomosis)して形成されるため，longitudinal veinはtransverse veinを介して互いに交通を認めている。機能解剖を理解する上では脳幹の静脈を1本ずつ覚えていくのではなく，1) テント上の静脈との交通，2) 小脳の静脈との交通，3) 脊髄の静脈との交通をする静脈を知っておくことが重要である。いずれも正常解剖で認められる静脈構築であり，動静脈シャント疾患やDVAなどの病的な状況下ではこれらの静脈がより明瞭となることがある。

1-1. 脳幹とテント上の静脈との交通

中脳前面のtransverse veinであるpeduncular vein (interpeduncular vein)と外側面のlongitudinal veinであるlateral mesencephalic vein (lateral pontomesencephalic vein)が，それぞれBVRのsecondおよびthird segmentと交通する (Fig.6A,B)。

Peduncular veinは中脳の大脳脚前面を走行しており，視床や視床下部からの静脈が後有孔質から出て脚間窩で流入している。他に中脳内部からの静脈も受ける。外側ではBVRのsecond segmentと交通を持ち，内側ではposterior communicating vein介して対側のpeduncular veinとつながる。また中脳から橋上部かけての前面正中および前外側面のlongitudinal veinであるmedianおよびlateral anterior pontomesencephalic veinとも交通を持つ^{2,10,14)}。したがってpeduncular veinはテント上とテント下の静脈をつなぐ側副血行路としてのみでなく，前述の通りposterior communicating veinを介して左右のBVRをつなぐ側副血行路として機能することもある。

Lateral mesencephalic veinは大脳脚と中脳被蓋の境界にあるlateral mesencephalic sulcusに沿って走行し，頭側ではBVRのthird segmentと，尾側では中小脳脚上方の静脈であるbrachial tributary of the petrosal veinと交通を持つ。したがってlateral mesencephalic veinはBVRとpetrosal veinを交通することがある^{2,10,14)}。

1-2. 脳幹と小脳の静脈との交通

脳幹と小脳の静脈との交通は表面の静脈と内部の静脈を介するものがあり，前者はpetrosal draining groupに属する静脈間の交通である。一方，後者は上衣下静脈を介した小脳の髄質静脈と橋内部の静脈との交通である。

脳幹表面の静脈はpetrosal veinを介して小脳の静脈でpetrosal draining groupに属するanterior lateral marginal vein，vein of the great horizontal fissure，vein of the lateral recess of the fourth ventricleと交通することがある。脳幹の静脈のうちpetrosal veinと直接交通しているのは橋前面のtransverse veinであるtransverse pontine veinだけであるが，それ以外にも中小脳脚の静脈であるbrachial tributary of the petrosal veinとlateral pontine veinを介しても交通する (Fig.6A,B)。

Transverse pontine veinは橋の腹側で網状の小静脈を集めて横走し，左右それぞれ2-3本存在し，外側でpetrosal veinと交通している。また橋前面正中および前外側面のlongitudinal veinであるmedianおよびlateral anterior pontomesencephalic veinとも交通を持つ^{2,10,14)}。

Brachial tributary of the petrosal veinは中小脳脚の上方を還流する静脈で，尾側でpetrosal veinと，頭側ではGalenic draining groupに属するprecentral cerebellar veinのbrachial tributaryと交通をもつ。また前述の通りlateral mesencephalic veinとも交通を認める。したがって

てbrachial tributary of the petrosal veinはpetrosal vein, VOG, BVRのthird segmentをつなぐcross roadとして機能することが出来る^{10,14}).

Lateral pontine veinは橋と中小脳脚との間にあるlateral pontine sulcusに沿って縦走する静脈で, 中小脳脚下方からの静脈を受ける. 頭側でpetrosal veinと交通し, 尾側では橋延髄移行部前面のtransverse veinであるvein of the pontomedullary sulcusや延髄外側面のlongitudinal veinであるlateral medullary veinなどと交通する^{10,14}).

第4脳室底の上衣下静脈は橋上部ではprecentral cerebellar veinのbrachial tributaryに, 延髄上部では延髄後面のlongitudinal veinであるvein of the inferior cerebellar peduncleに還流される. 橋の中部から下部にかけては橋後面が第4脳室底になっているため, 表面を走行するlongitudinal (pial) veinは存在しない. そのためこの部位の上衣下静脈は橋の内部を貫通するtranspontine veinによって還流される. Transpontine veinには正中を前方に向かって走行するanterior transpontine veinと前外側方向に走行するlateral transpontine veinとがある. 小脳の深部白質の髄質静脈はほとんどがvein of the lateral recess of the fourth ventricleとprecentral cerebellar veinに還流されるが, 一部は第4脳室の外側縁に収束して上衣下静脈に流入する. 上衣下静脈に流入した髄質静脈は最終的にtranspontine veinによって還流される^{2,5}) (Fig.7). これは正常で確認することは困難であるが, 動静脈シャント疾患やDVAの流出路として利用されることがある.

1-3. 脳幹と脊髄の静脈との交通

脳幹と脊髄の静脈との交通はlongitudinal veinのつながりである. すなわち延髄前面の正中を走行するmedian anterior medullary veinはanterior spinal veinと, 延髄後面の正中を走行するmedian posterior medullary veinはposterior spinal veinと連続している^{2,10,14}) (Fig.6A,B).

2. 小脳の静脈

小脳の静脈を表在静脈系と深部静脈系とに分けると, 深部静脈系は小脳核や第4脳室の上衣下静脈, 脈絡叢静脈も還流するprecentral cerebellar veinとvein of the lateral recess of the fourth ventricleとなる^{3,10}). しかし両者ともICVのように深部静脈のみを還流するのではなく, BVRと同様に表在静脈も還流している. テント上と同様に小脳でも動静脈シャント疾患やDVAの流出路などで髄質静脈を介する表在静脈と深部静脈の交通や第4脳室の上衣下静脈による左右の交通 (Fig.7)が利用されることがある. 小脳の静脈の機能解剖を理解するためにはこれらの他に表在静脈間の交通を知ることが重要である.

小脳の表在静脈系もテント上の静脈と同様に様々な交通を持つ. 小脳半球の表面はgreat horizontal fissureより上方ではsuperior hemispheric tributaryが, 下方ではinferior hemispheric tributaryが還流しており, それらは各draining groupの静脈へ流入している. Hemispheric tributary同士の交通は各draining group間の側副血行路として機能することがある. すなわちあるdraining groupが静脈を還流することが出来ない場合には, hemispheric tributary同士の交通を利用して他のdraining groupから還流される. Superior hemispheric tributary同士の交通はGalenic draining groupであるprecentral cerebellar veinとsuperior vermian vein, petrosal draining groupであるanterior lateral marginal veinとvein of the great horizontal fissure, tentorial draining groupであるsuperior hemispheric veinとの間でそれぞれ認められる. Inferior hemispheric tributary同士の交通はpetrosal draining groupのvein of the great horizontal fissureとvein of the lateral recess of the fourth ventricle, tentorial draining groupのinferior hemispheric veinとinferior vermian veinとの間でそれぞれ認められる (Table 2). またsuperiorおよびinferior hemispheric tributaryとの間でも交通を認める.

小脳半球の表在静脈間の交通で重要な部位として小脳扁桃の上面が挙げられる。小脳扁桃の上面でtentorial draining groupであるinferior vermian veinとpetrosal draining groupであるvein of the lateral recess of the fourth ventricleとは交通を認める。Inferior vermian veinは小脳扁桃の上面から後面に沿って走行するsuperior retrotonsillar veinと下面から後面に沿って走行するinferior retrotonsillar veinが後面正中で合流するところから始まり、小脳虫部外側に沿って後上方へ走行して静脈洞交会やその周囲の静脈洞に流入する。Superior retrotonsillar veinは小脳扁桃上面のsupratonsillar tributaryが合流して始まる。一方、vein of the lateral recess of the fourth ventricleも小脳扁桃上面のsupratonsillar tributaryから始まり、第4脳室の脈絡叢静脈や上衣下静脈、小脳核からの静脈を受けながら第4脳室のlateral recessの下方にあるposterolateral fissure内を前外側に向かって走行し、小脳橋角槽へ到達する。その後、小脳片葉の直下を回り込むように外側へ向かい、片葉の外側縁で上方内側に向きを変えて、最終的にpetrosal veinに流入する^{3,14)}。Inferior vermian veinとvein of the lateral recess of the fourth ventricleのsupratonsillar tributaryは互いに交通を持ち、tentorial draining groupとpetrosal draining groupとの間の側副血行路となることがある (Fig.8)。

また左右のvein of the lateral recess of the fourth ventricleをつなぐ静脈にtransverse nodular veinがある。Transverse nodular veinは小節 (nodule)を横走する静脈で、vein of the lateral recess of the fourth ventricleのsupratonsillar tributaryと交通を認めることが多い¹⁴⁾、この静脈を利用してvein of the lateral recess of the fourth ventricleは対側との側副血行路を持つことがある (Fig.9)。

小脳虫部ではsupraculminate veinとdeclival veinとの交通が重要である。Supraculminate veinは山頂 (culmen)の傍正中を前方に向かって走行し、周囲の静脈と合流してGalenic draining groupであるsuperior vermian veinとなる。一方、declival veinは山腹 (declive)の上面を後下方に走行して、静脈洞交会の手前でtentorial draining groupであるinferior vermian veinへ流入する^{10,14)}。Supraculminate veinとdeclival veinは交通を認めることがあり、Galenic draining groupとtentorial draining groupとの間の側副血行路となることがある。また小脳虫部を走行する静脈はいずれもtransverse veinを介して左右の交通を認めることがある。

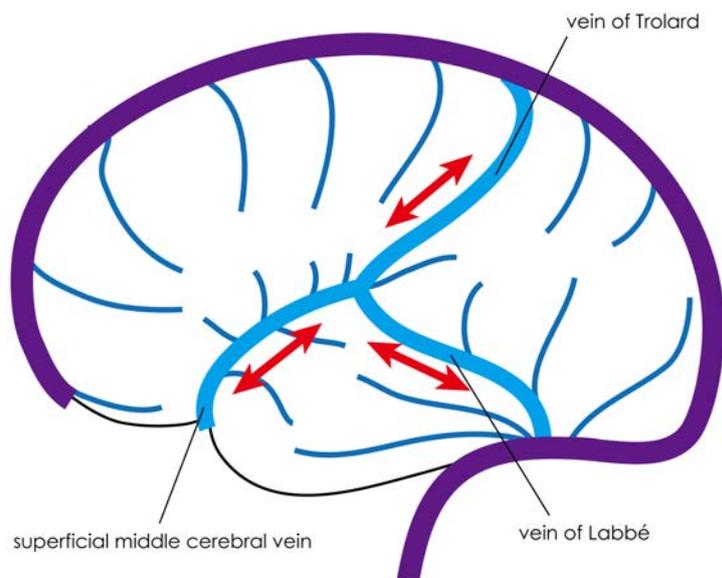


Fig.1: 大脳半球外側面の表在静脈。側方から見た図。

Superficial middle cerebral veinはvein of Trolardによって上矢状洞と、vein of Labbéによって横静脈洞と直接交通する。

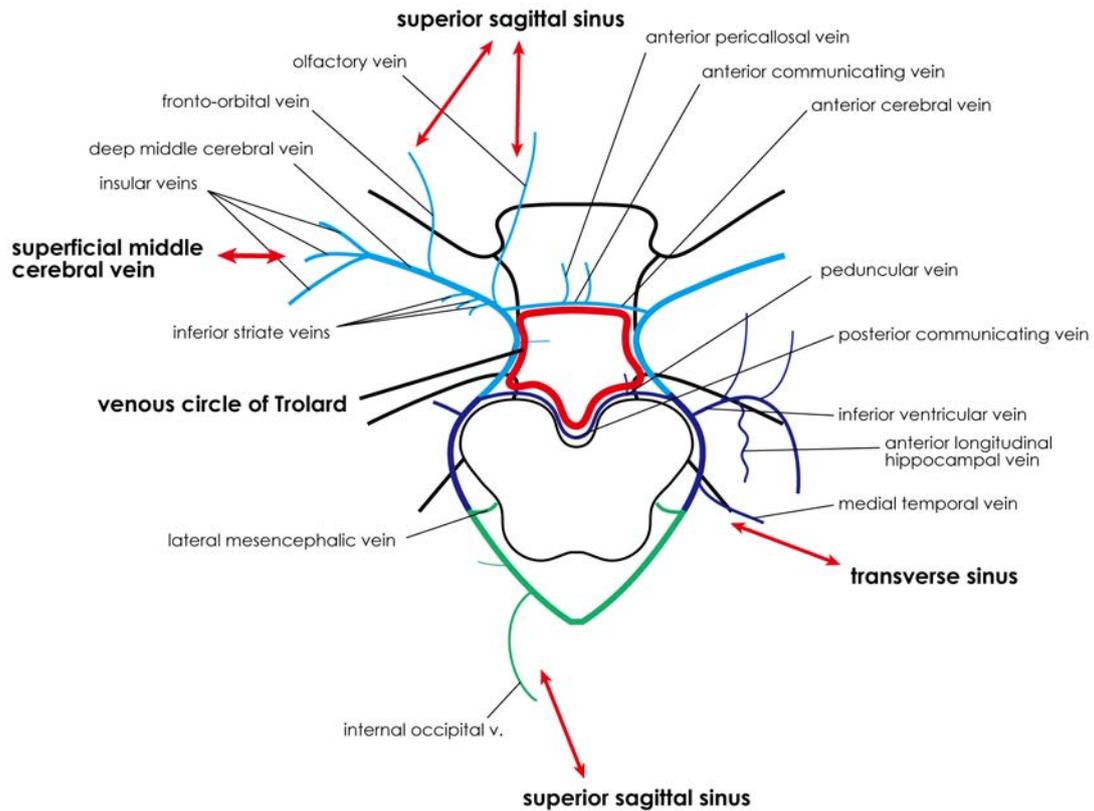


Fig.2: Basal vein of Rosenthal. 上方から見た図.

左右のbasal vein of Rosenthal (BVR)をつなぐanteriorおよびposterior communicating veinによってvenous circle of Trolardが形成されている。またBVRへ流入する表在静脈は周囲の表在静脈と交通することで側副血行路として機能することがある。

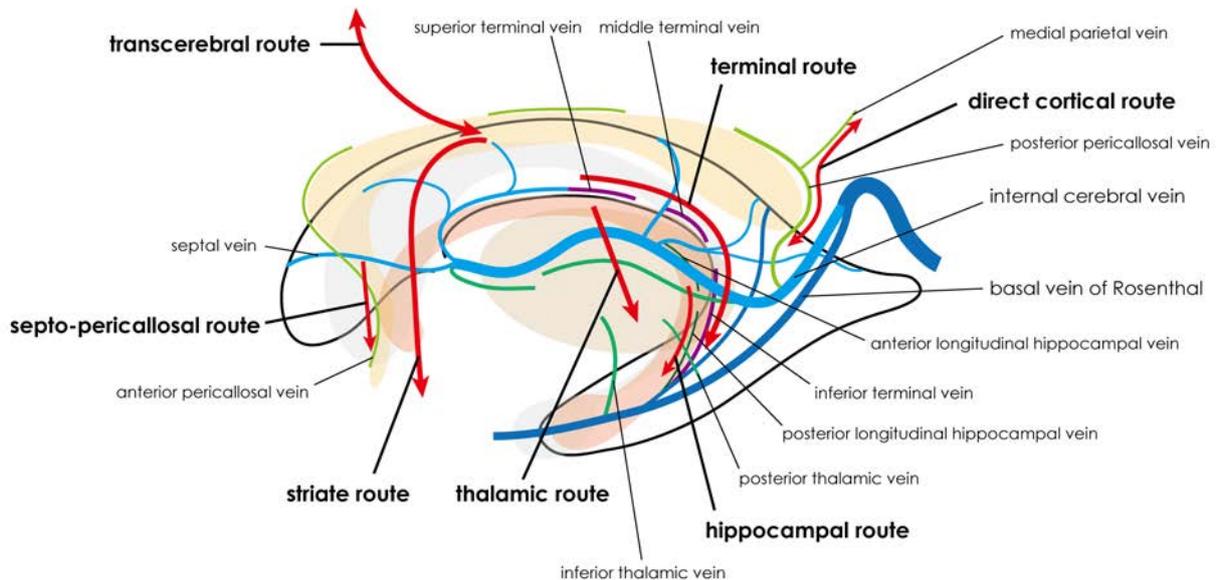


Fig.3: Internal cerebral vein. 側方から見た図.

ICVが順行性に流出できない場合にはstriate, terminal, hippocampal, thalamic, septo-pericallosal, direct cortical, transcerebral routeなど様々な経路でbasal vein of Rosenthalや表在静脈と交通する。

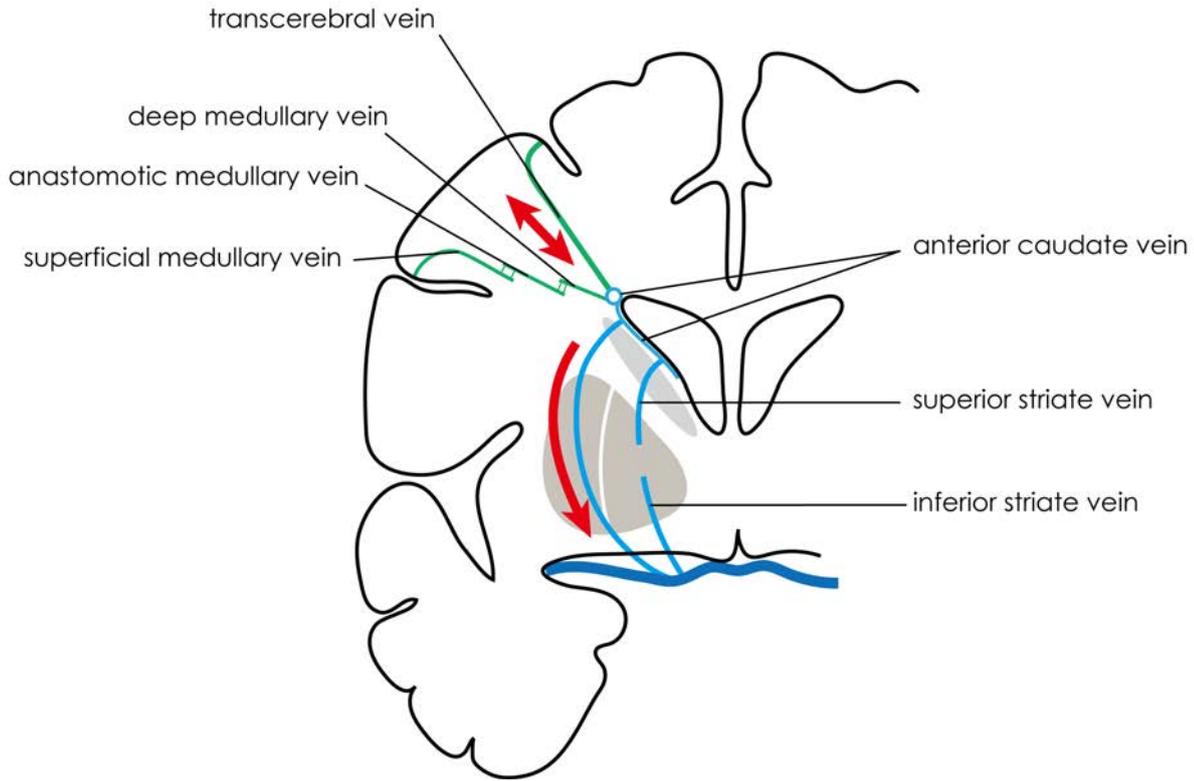


Fig.4: Striate routeとtranscerebral route. 前角のレベルの冠状面.
Superiorおよびinferior striate vein間の交通を利用してinternal cerebral veinからdeep middle cerebral veinへの側副血行路となることがある。
Transcerebral veinまたはanastomotic medullary veinによって上衣下静脈は表在静脈と交通を認める。

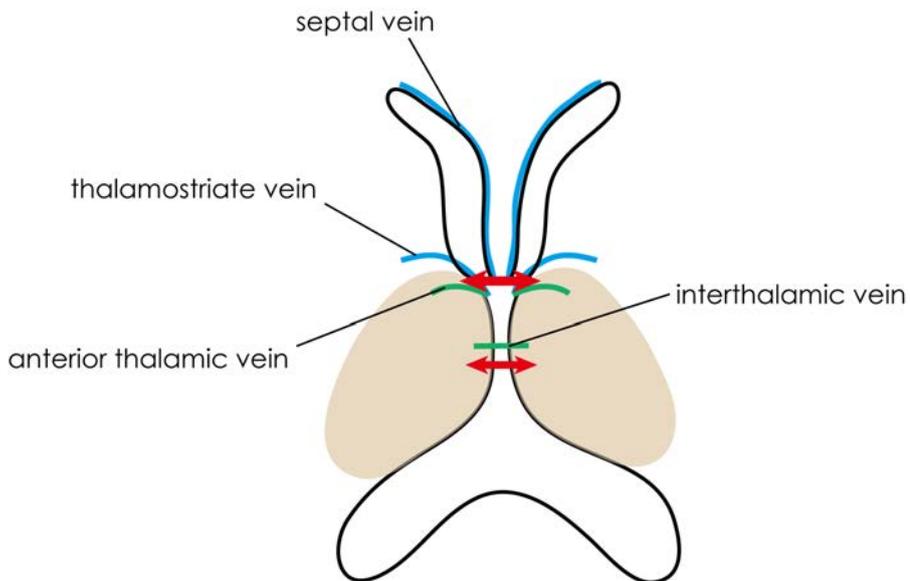


Fig.5: 左右のinternal cerebral veinを交通する静脈. モンロー孔のレベルの前額面.
左右のinternal cerebral veinはモンロー孔周囲の静脈と視床間橋の腹側を走行するinterthalamic veinによって交通を認めることがある。

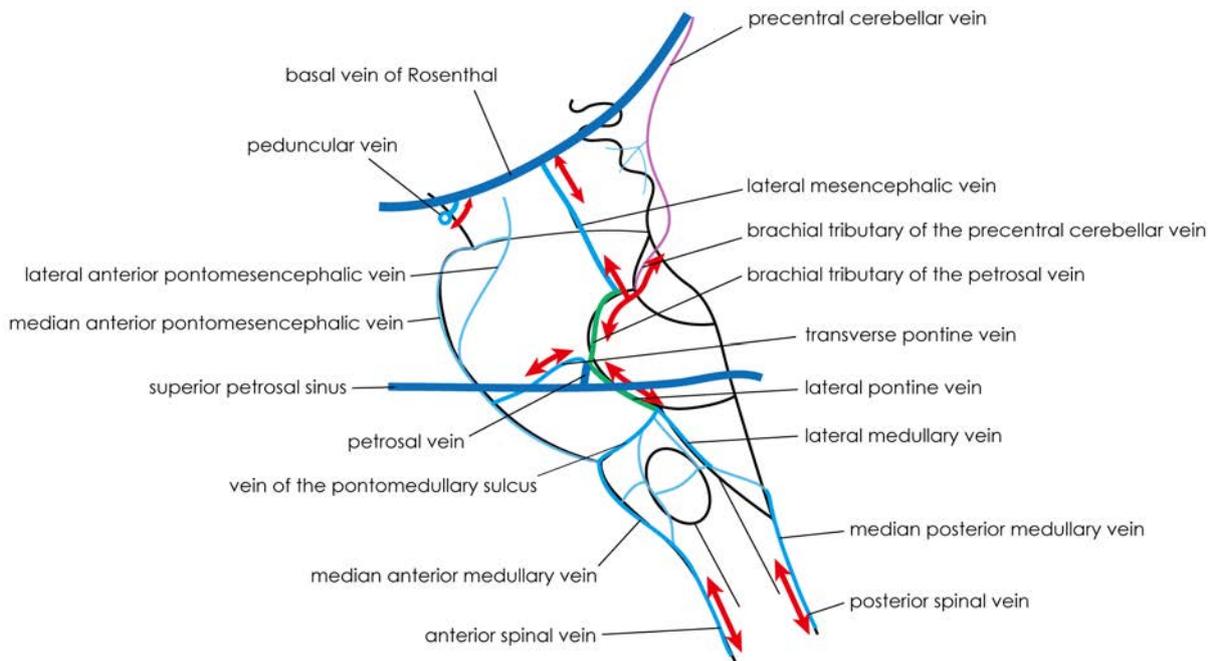
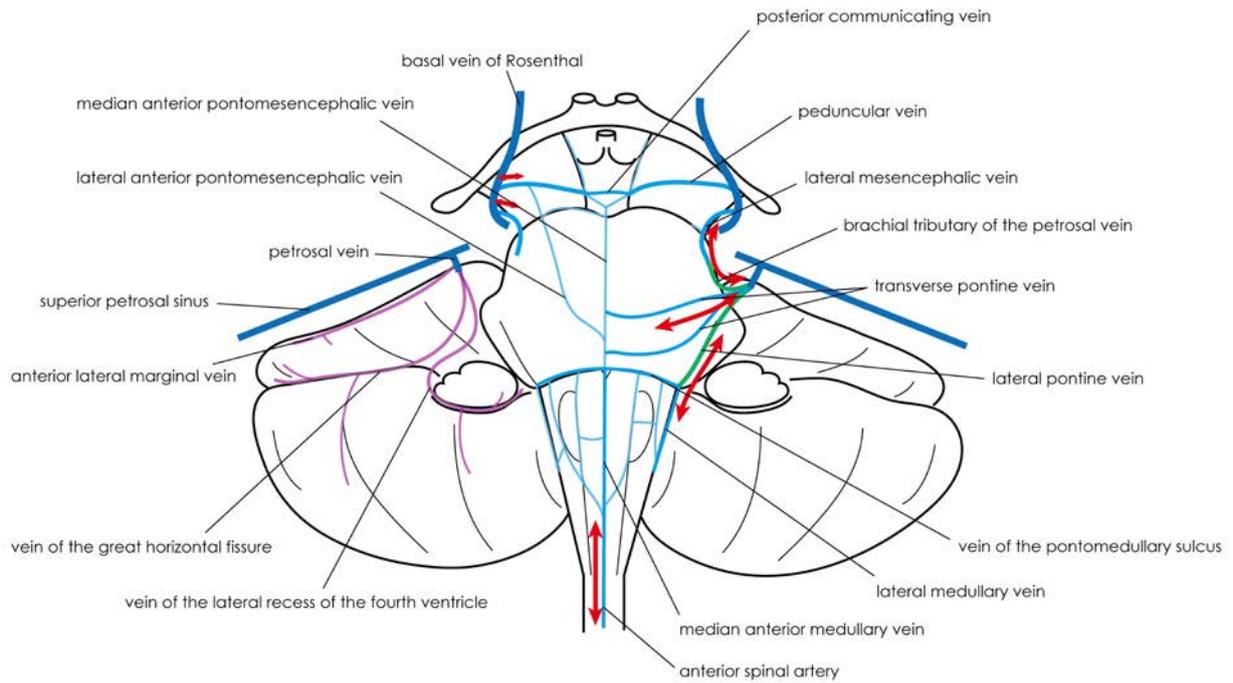


Fig.6: 脳幹とテント上, 小脳, 脊髄の静脈との交通

6A: 前方から見た図, 6B: 側方から見た図.

脳幹の表面の静脈は頭側ではpeduncular veinやlateral mesencephalic veinを介してbasal vein of Rosenthalと交通し, 尾側はmedian anteriorおよびposterior medullary veinがそのままanteriorおよびposterior spinal veinへ連続する. またtransverse pontine veinや中小脳脚の静脈であるbrachial tributary of the petrosal veinおよびlateral pontine veinを介して小脳の静脈も流入するpetrosal veinと交通を持つ.

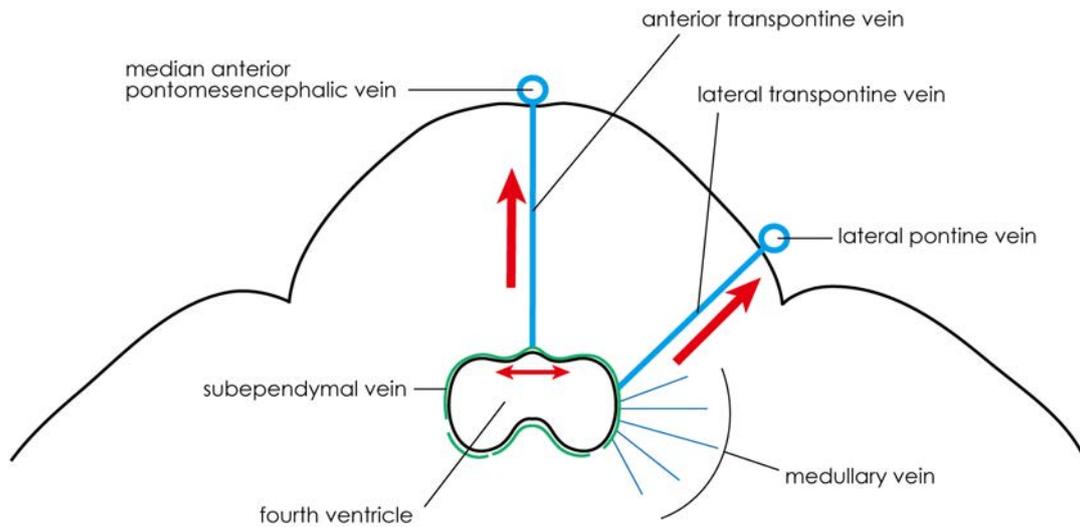


Fig.7: Transpontine veinと第4脳室の上衣下静脈。橋中部のレベルの前額面。
 第4脳室の外側縁に収束した小脳の深部白質の髄質静脈は上衣下静脈を介して橋内部を貫通する anterior および lateral transpontine vein によって還流される。また上衣下静脈は左右の交通を認めることがある。

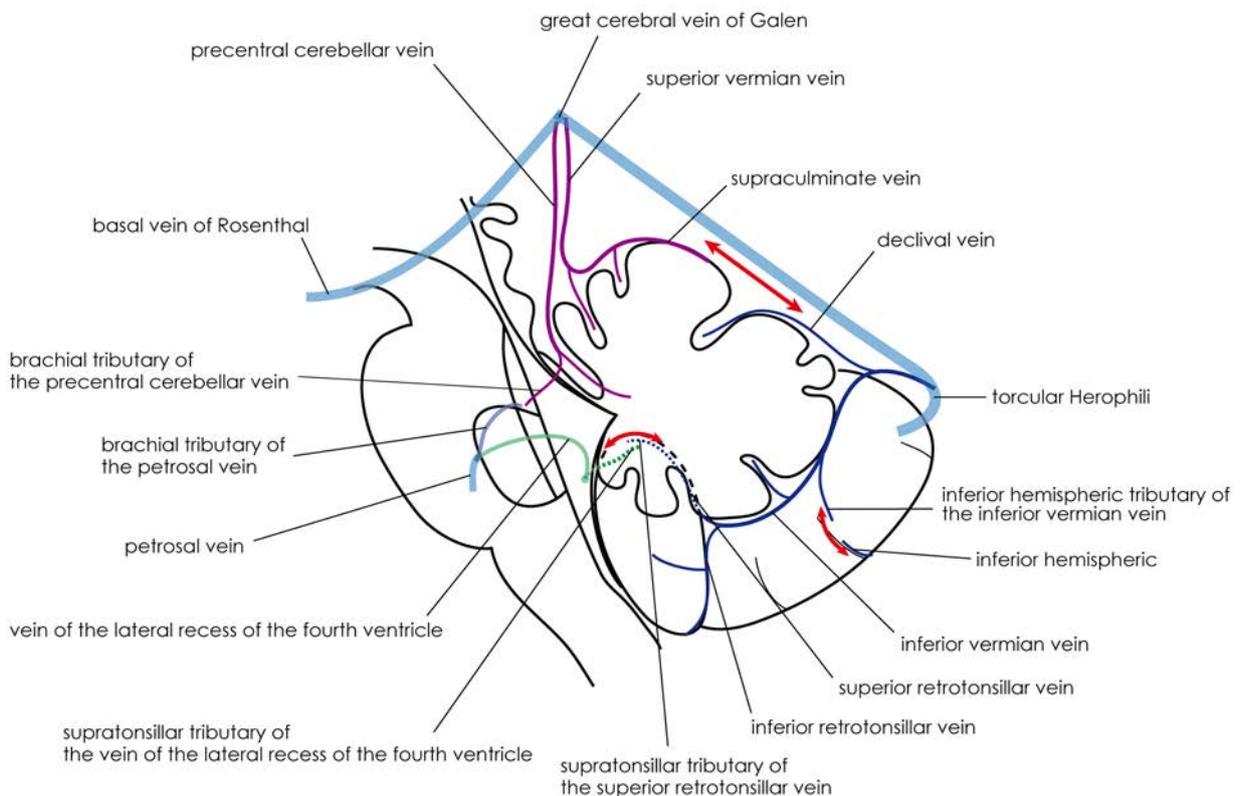


Fig.8: 小脳の静脈。正中矢状面。
 小脳の静脈は半球枝同士で様々な交通を認める。小脳扁桃の上面では inferior vermian vein および vein of the lateral recess of the fourth ventricle の supratonsillar tributary は互いに交通を持つ。小脳虫部の上面では supraculminate vein と declival vein とが交通を認めることがある。

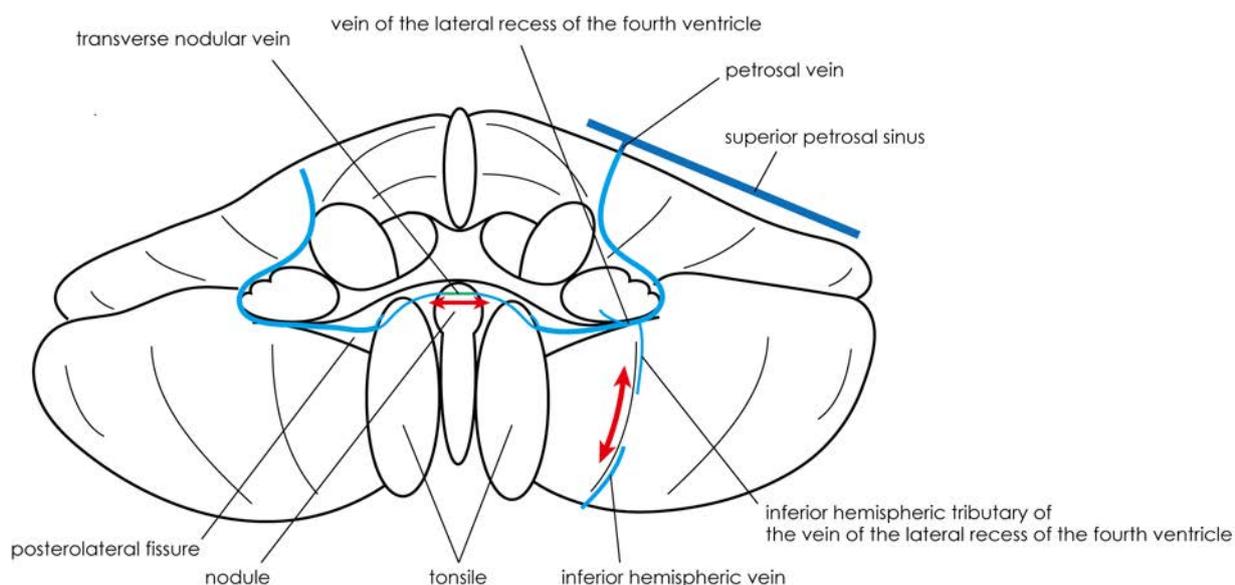


Fig.9: Vein of the lateral recess of the fourth ventricle. 前下方から見た図。
 左右のvein of the lateral recess of the fourth ventricleはtransverse nodular veinによって交通を認めることがある。またそのinferior hemispheric tributaryは他のinferior hemispheric tributaryと交通を認めることがある。

	superficial vein	deep vein
first segment	deep middle cerebral vein	inferior striate vein
	– insular vein	anterior pericallosal vein
	– olfactory vein	premamillary vein
	– fronto-orbital vein	
	anterior cerebral vein	
second segment	peduncular vein	inferior ventricular vein
		– inferior ventricular subependymal vein
	medial temporal vein	– temporal tip subependymal vein
		– anterior hippocampal vein
		– anterior longitudinal hippocampal vein
		inferior thalamic vein
third segment	lateral mesencephalic vein	posterior thalamic vein
	internal occipital vein	

Table 1 : 脳底静脈へ流入する表在静脈と深部静脈

hemispheric tributary	Galenic draining group	petrosal draining group	tentorial draining group
superior	precentral cerebellar vein	anterior lateral marginal vein	superior hemispheric vein
	superior vermian vein	vein of the great horizontal fissure	
inferior		vein of the great horizontal fissure	inferior vermian vein
		vein of the lateral recess of the fourth ventricle	inferior hemispheric vein

Table 2 : 小脳半球の静脈の半球枝

1. Capel C, Peltier J, Foulon P, et al: An unusual intraventricular interthalamic vein: two anatomical case reports. *Surg Radiol Anat* 34: 969-972, 2012
2. Duvernoy HM: Artery and veins of the brain stem: *Human Brain Stem Vessels*. Springer-Verlag, Berlin, 1999, 25-141
3. Lasjaunias P, Berenstein A, ter Brugge KG: *Intracranial venous system: Surgical Neuroangiography*, Vol. 1. Springer-Verlag, Berlin, 2001, 631-713
4. Lasjaunias P, Garcia-Monaco R, Rodesche G, et al: Deep venous drainage in great cerebral vein (vein of Galen) absence and malformations. *Neuroradiology* 33: 234-238, 1991
5. Lee C, Pennington MA, Kenny CM 3rd: MR evaluation of developmental venous anomalies: medullary venous anatomy of venous angiomas. *AJNR Am J Neuroradiol* 17: 61-70, 1996
6. Newton TH, Potts DG: Normal deep cerebral venous system: *Radiology of the skull and brain*, vol2, book3. Mosby, St Louis, 1974, 1904-2110
7. Newton TH, Potts DG: The basal cerebral vein and its tributaries: *Radiology of the skull and brain*, vol2, book3. Mosby, St Louis, 1974, 2111-2154
8. Okudera T, Huang YP, Fukusumi A, et al: Micro-angiographical studies of the medullary venous system of the cerebral hemisphere. *Neuropathology* 19: 93-111, 1999
9. Okudera T, Ohta T, Huang YP, et al: Developmental and radiological anatomy of the superficial cerebral convexity vessels in the human fetus. *J Neuroradiol* 15: 205-224, 1988
10. Rhoton AL Jr: The posterior fossa veins. *Neurosurgery* 47 (3 Suppl): S69-92, 2000
11. Rhoton AL Jr: The cerebral veins. *Neurosurgery* 51 (4 Suppl): S159-205, 2002
12. Salamon G, Huang YP: Basal Cerebral vein: *Radiologic anatomy of the Brain*. Springer-Verlag, Berlin, 1976, 127-172
13. Salamon G, Huang YP: Deep cerebral veins: *Radiologic anatomy of the Brain*. Springer-Verlag, Berlin, 1976, 210-261
14. Salamon G, Huang YP: Veins of the posterior fossa: *Radiologic anatomy of the Brain*. Springer-Verlag, Berlin, 1976, 332-390
15. Shane Tubb R, Loukas M, Shoja MM, et al: The venous circle of trolard. *Bratisl Lek Listy* 109: 180-181, 2008
16. Tanriover N, Rhoton AL Jr, Kawashima M, et al: Microsurgical anatomy of the insula and the sylvian fissure. *J Neurosurg* 100: 891-922, 2004