

Medullary Vein and Developmental Venous Anomaly

髄質静脈と静脈性血管腫

Department of Neurosurgery, Faculty of Medicine, Kyoto University

Masakazu Okawa

京都大学医学部脳神経外科

大川将和

Key Word; medullary vein, transcerebral anastomotic vein, longitudinal caudate vein of Schlesinger, developmental venous anomaly

1. History of medullary vessels

Medullary veinの最初の記載は、Padget¹⁾である。彼女のイラストで40mm embryoの時に脳室壁から無数の直線状の静脈が脳表に向かうことを描出している。

Medullary veinに焦点を当てた研究としてはDuret(1874)の研究が最初であると思われる。Galen大静脈に色素を注入し、白質の中の血管を初めて“veins medullaires”と名付けた。彼は血管は神経線維に沿って走ると主張し、その血管の分布や脳室近傍の血管との関連については言及していない。

Pfeifer(1930)も脳実質内の血管を詳細にわたって観察し、白質の深部から表在まで連続する“Markvenen”としてintracerebral anastomotic veinの存在を同定している。彼はDuretとは異なり、それらの血管の走行は線維ともっぱら関連がないと主張した。

その後、下記のSchlesinger(1939)²⁾, Hassler(1966) Duvernoy(1981)ら脳への色素注入の方法を改良し、Okudera(1999)³⁾らが更に詳細を検討した。

現在では高磁場(3-7T)のMRIでの研究が進められているが、それらの剖検脳を用いた研究に匹敵する分解能を得るには、時間を要すると思われる。

2. Longitudinal caudate vein of Schlesinger²⁾

1939年、SCHLESINGERは、猿の脳及び剖検脳を用いて静脈側副路の評価を行っている。まず猿の脳はGalen付近の小静脈(internal cerebral vein)を結紮し片側をhyperemiaの状態にして、しばらく時間が経過してから屠殺した。そして血管にPickworth染色を行った後、血管評価を行っている。またヒトの2半球についてはStraight sinusからcarmin-gelatineを打ち観察を行っている。

彼は、尾状核頭部及び尾部近傍にあり、灰白質及び基底核からの血流を受けるtransverse caudate vein(TCV)と、尾状核体部近傍で側脳室の上外側縁で白質の静脈が収束しlongitudinal caudate vein(of Schlesinger)(LCVS)の存在を明らかにした。LCVSは前後方向に走行し、多数のmedullary veinが傘のような形でそこに収束し、最終的にはsubependymal veinに流出する。

(Fig.1)。その上でMedullary veinの特徴に言及している。

Medullary veinの特徴としてsuprasylvianの領域で描出が明瞭であること、細い小静脈が直角につながっていることが多いこと、深部と表在をつなぐtranscerebral anastomotic vein(TAV)(本文中ではintracerebral anastomotic vein)(Fig.2)について言及している。TAVは基底核や脈絡叢のような血管が豊富な場所にはない。

また彼は論文中で脳をhyperemiaにして起こった出血が多発性硬化症のプラークに類似していることを指摘している。今日においてMSに対して血管内治療による静脈的アプローチが施行される場合があり、その慧眼には驚嘆に値する。



Fig.1 periventricular medullary vein
(文献²⁾ より転載)

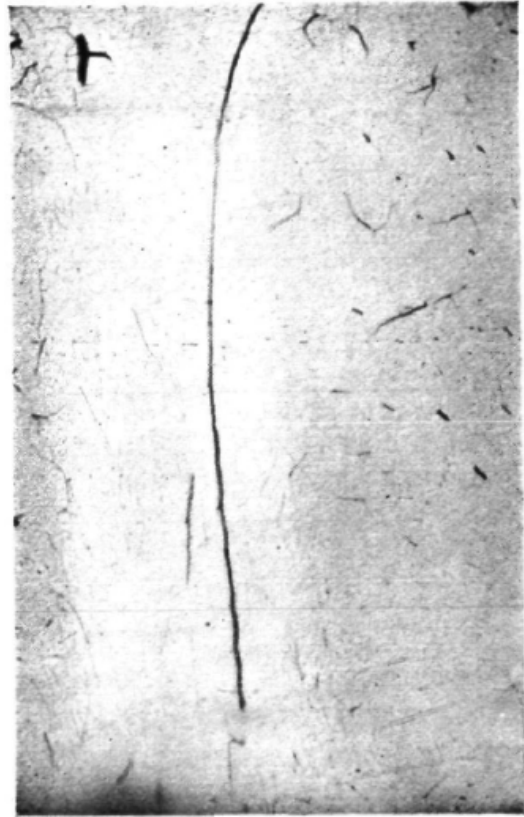


Fig. 2. transcerebral anastomotic vein(文
献²⁾ より転載)

3. Convergence of Supratentorial Medullary veins³⁾

Okuderaらは12例の剖検脳に硫酸バリウムを混合した5%ゼラチンを内頸静脈から注入し、詳細にわたって検討している。主に前頭葉、側頭葉における脳実質内の静脈を対象とし、それらをまずsuperficial draining veinとdeep draining vein、およびその両者をつなぐTCVに分類した。さらにsuperficial draining veinを3領域に、deep draining veinを4領域に分類した。(Table1)

Superficial draining veinはintracortical veins, subcortical veins and superficial medullary veinsに分かれる (Fig.3)。Intracortical veinは短く多数あり、皮質の中に存在し、枝は皮質の第3-5層が多い。脳溝の部位ではU fiberと呼ばれる繊維と平行に走りarcuate veinと呼び、1-2本でsubcortical veinと直交する。Subcortical veinは皮質下から繋がり、arcuate veinを直交しジグザグに走ることもある。Superficial medullary veinは脳回白質か、半卵円中心から起こるため、時に長い距離にわたることもある。白質の線維そって走り軟膜静脈に向かう。

Deep draining veinは白質の深部を流れる静脈の総称である。特に前頭葉と頭頂葉では4つの収束域があり、白質深部を横走しsubependymal venous systemにぬけるのである (Fig.4,5)。

Table 1 Veins of the cerebral hemisphere

Pial veins	
A)	Ascending (or superior) cortical (or cerebral) veins Descending (or inferior) cortical (or cerebral) veins Basal cortical (or cerebral) veins
B)	Veins of the lateral convexity side Veins of the medial convexity side Veins of the basal or inferior side
Parenchymal veins	
A)	Superficial parenchymal veins Intracortical veins Subcortical veins (including arcuate veins) Superficial medullary veins
B)	Deep parenchymal veins Deep medullary veins First (or outer) zone of convergence Bamboo-branch and hat-tree union Second (or candelabra) zone of convergence Third (or palmate) zone of convergence Subependymal veins (including the longitudinal caudate vein of Schlesinger)
	Fourth (or subependymal) zone of convergence Modes of union of subependymal veins Subependymal (or intraventricular) union Subarachnoid (or extraventricular) union
C)	Transcerebral and anastomotic cerebral veins

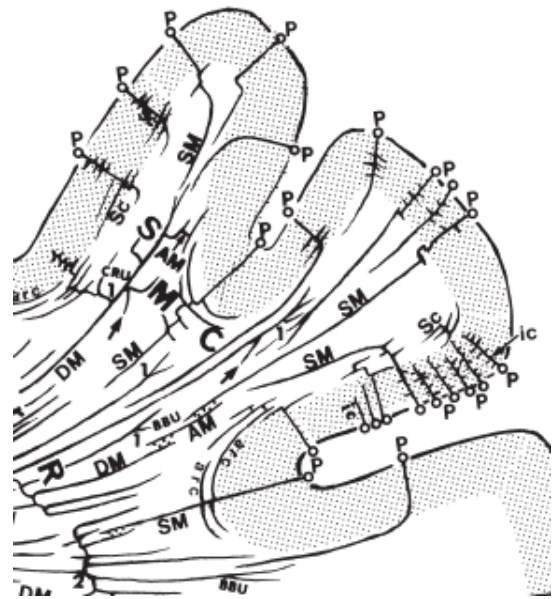


Fig.3 Superficial draining vein

P; pial vein
Ic; intracortical vein
Sc; Subcortical vein
SM; superior medullary vein
Arc; arcuate vein
(文献³)より転載)

(文献³)より転載)

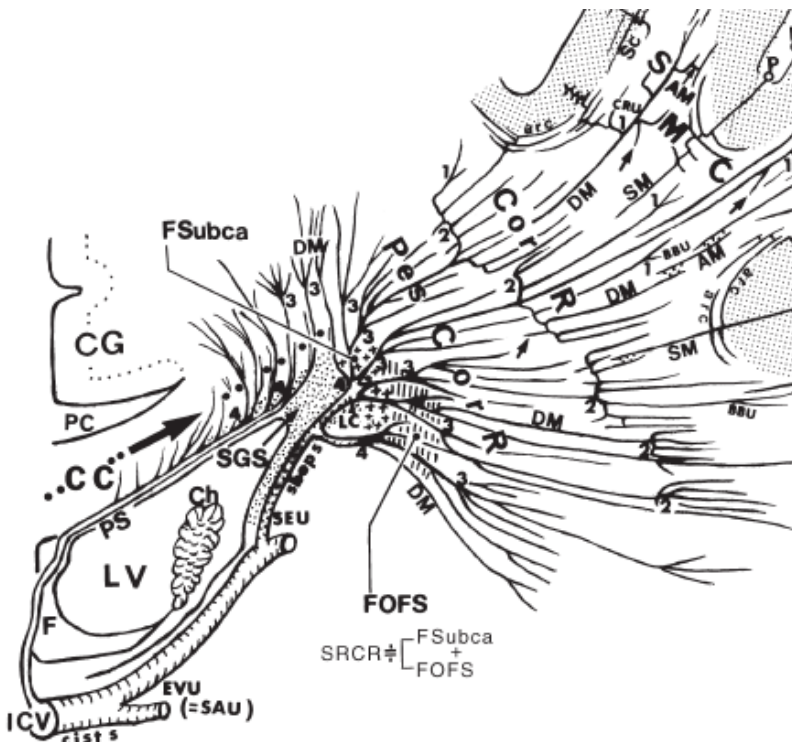


Fig.4 Deep medullary system(文献³)より転載)

- 1st superficial
- 2nd candelabra
- 3rd palmate
- 4th subependymal

DM; deep medullary vein
LC;longitudinal caudate vein of Schlesinger
LV;lateral ventricle
SGS;substantia
FOFS;fasciculus occipito frontalis superior
CG;cingulate gyrus
PC;pericallosal cistern
PS;posterior septal vein

(文献³)より転載)

最初の最も外側の収束域 (superficial) は、脳回白質もしくは半卵円中心の外側から始まる。小さな静脈が急峻な角度もしくは直角に近い角度で合流する。次の収束域 (candelabra) は大体半卵円中心の外1/3-1/4の辺りである。最も目立つ部位であり、短く細いmedullary veinが横につながることで燭台の様相を呈するのである。収束した後は下内側に走り側脳室の上外側に向かう。3番目の収束域 (palmate) は半卵円中心の内側1/3に当たり、掌状の静脈と成る。興味深いことに、この深度からでも外側に向かって、脳室とは反対方向に流れていく静脈もある。最後の収束域 (subependymal) は、掌状の静脈が集まってsubependymal veinとなるか、もしくは次のうちどちらか一方の静脈に集まる；一つは側脳室上外側にあるLCVSにつながりその後、外側もしくは内側のsubependymal veinに流出する。もう一つは、それらのsubependymal veinに直接注ぐものでLCVSとつながっている時もない時もある。

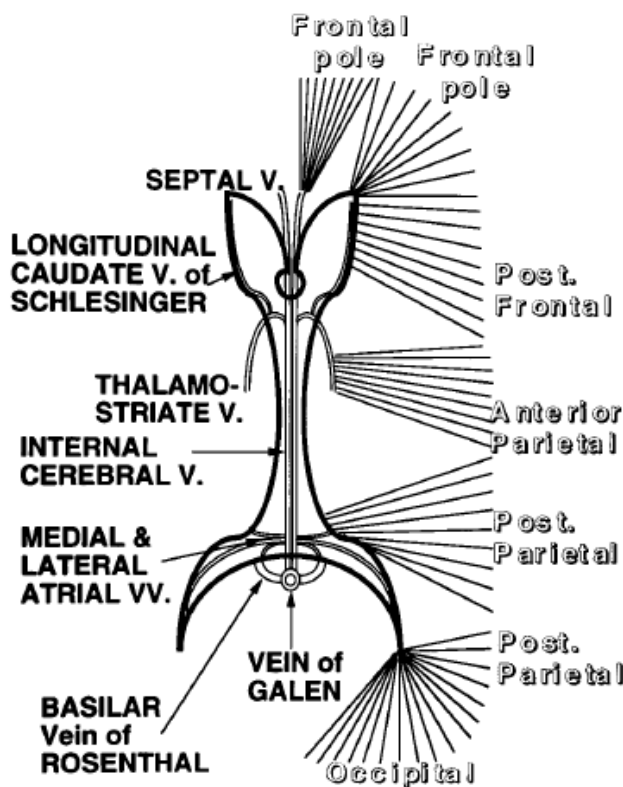


Fig.5
Scheme of Supratentorial medullary vein
(文献⁵) より転載)

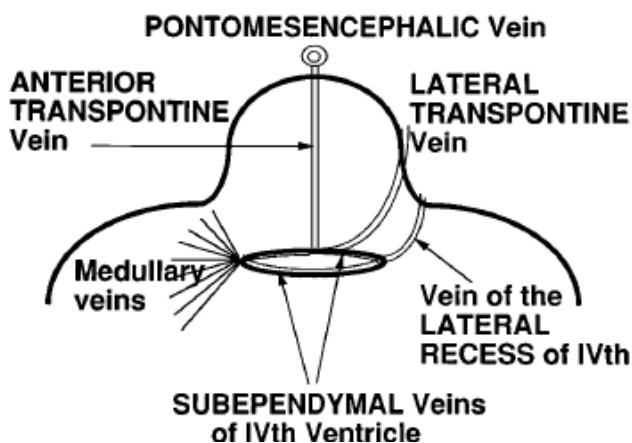


Fig.6 Scheme of Infratentorial medullary vein
(文献⁵) より転載)

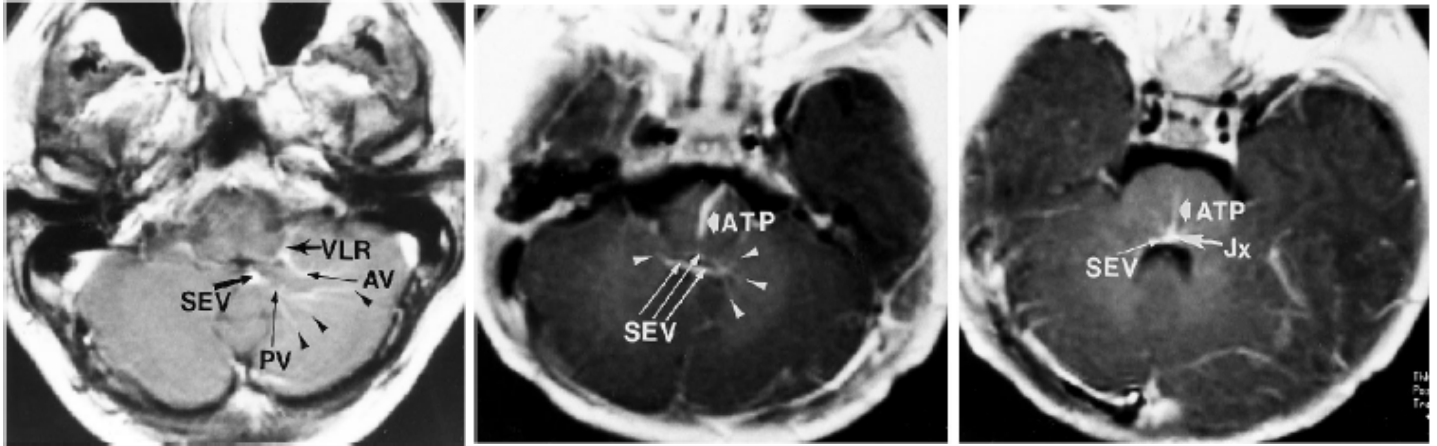


Fig.6 Infratentorial medullary vein (文献⁵⁾ より転載)

4. Infratentorial Medullary vein

後頭蓋窩の正常静脈灌流はHuang⁴⁾⁵⁾によって詳細が検討されている。血流の大部分は表在の静脈に抜ける。それらはInferior vermal vein, precentral cerebral veinなどである。歯状核とその近傍の血流は第4脳室の外側陥凹から流出する(Fig.6)。外側陥凹の小静脈は小脳扁桃、脈絡叢、上衣、歯状核からの血流を集めている。

Infratentorialもsupratentorialと同様にsuperficial, deepに分類できる。Superficialについては前方はsuperior petrosal sinus、Galn、後方はvermal veinから交会の方に抜ける。deep medullary veinは橋脚と歯状核のある第脳室の角に収束している。これらは第4脳室のsubependymal veinに入り、vein of lateral recessか、もしくは前方のtranspontine veinのどちらかに抜ける。Transpontine veinは原則的に前方に橋を貫通するためanterior transpontine veinと呼ぶが、時に外側にありlateral transpontine veinとなることもある。橋を貫通した後はanterior pontomegencephalic veinもしくはprecentral cerebellar veinに入り最終的にはGalenに抜けていく。Vein of lateral recessに抜けた場合にはpetrosal sinusもう一つのdeep medullary veinとしては橋と中脳の被蓋部を縦に走るlongitudinal intrategmental veinという(Fig.7)。この静脈は中脳水道に平行に上行しlateral pineal veinを介してGalenに入る。

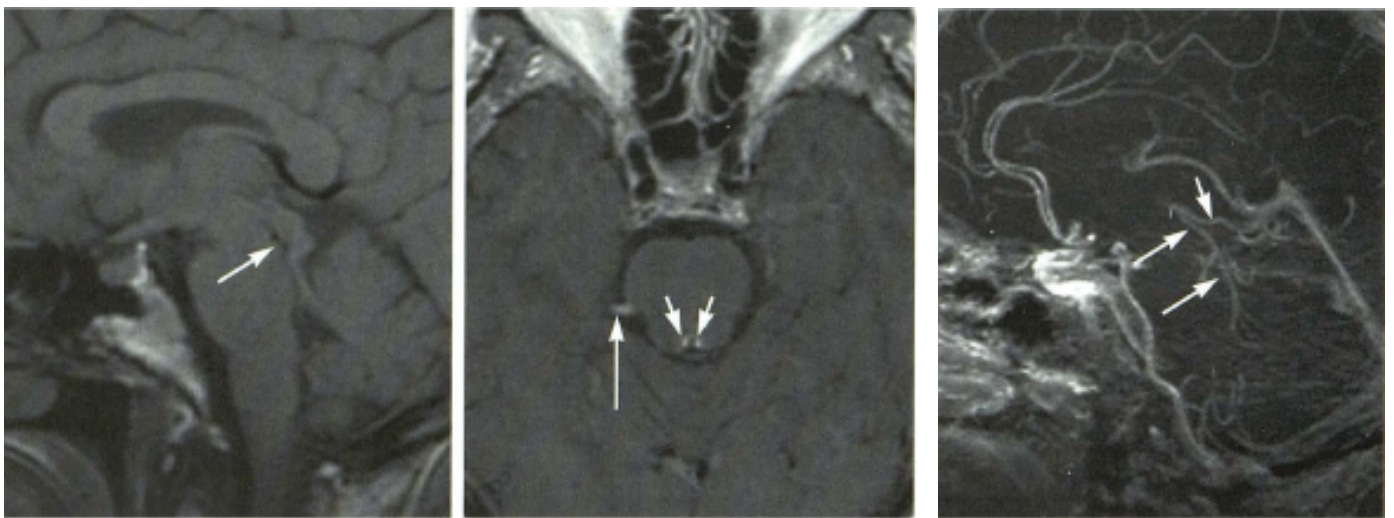


Fig.7 longitudinal intrategmental vein (文献⁵⁾ より転載)

5. Development of superficial and deep medullary vein³⁾

深部髄質静脈の発生においては2種類の仮説がある。

発生の初期では、動脈供給は腹側からで、反対に静脈は脳表の静脈を通り背側へ流出している(Fig.8)。終脳が発達するにつれ、表在静脈が深くなっていき、その中の幾つかがsubependymal veinに捕捉され、徐々に深部も発達していく。TCVは、捕捉された静脈が残存し、延長されたものという説がsuperficial origin theoryである。Occipitotemporal,及びtemporalについてはTCVの径が脳表の方が太いので、こちらの説が有力視される。

もう一つは、germinal matrixにある静脈叢がLCVSの前駆体であるという説である。大脳の神経細胞は、germinal matrixで作られた後脳表に遊走するが、それによる大脳皮質の発達とともに脳表側へ深部髄質静脈が延長するという説出る。この説はLCVSの発達の説明としては合理的なので前頭葉頭頂葉についてよりよく当てはまる。

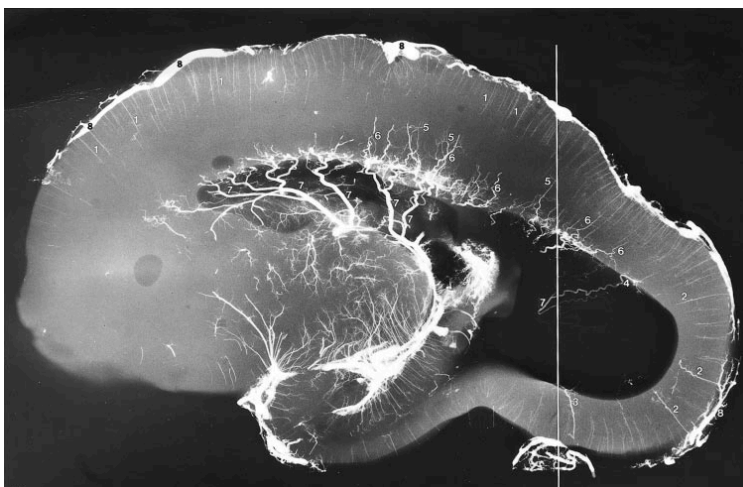
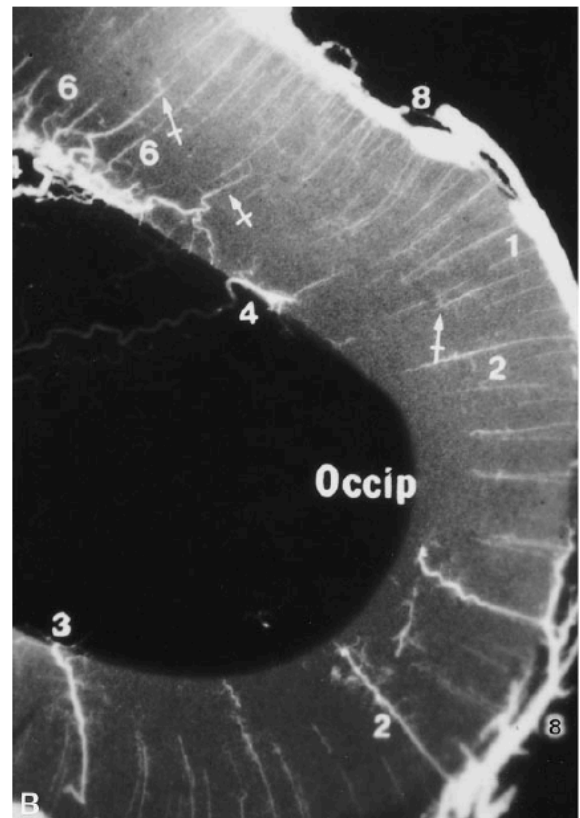


Fig.8. 6 month fetus (文献³⁾ より転載)



6. Developmental venous anomaly from the viewpoint of medullary vein

Supratentorial DVAはsuperficial, deepに大別される。Superficialでは短い静脈路で白質の1-2 cm下にある。Deepは比較的長く、側脳室の方へ流出する。ただTAVに流出するものがあり大脳皮質を横断する。この場合深部にあっても表在に流出することがある。

脳室周囲のDVAではLCVSが関与することが多く、前角、側角、三角部、後角にあるものは何れも同じ部位に流出することが多い。最終的にはinternal cerebral veinからGalenに流出する。

表在灌流型において注目すべきことはLCVSが描出されても、本来、同静脈を受けて灌流路になるべきsubependymal veinが病変部に相当した領域で描出されず、両静脈間の連絡路部分の低形成、無形成ないしは閉塞が存在することである⁶⁾。反対に深部灌流型で注目すべきことは病変部から脳表に向かって髄質静脈(解剖学的にはsuperficial medullary veins)は一応描出されるが、皮質に近づくほど描出が弱くなり、かつ、同病変部の脳表静脈は描出されず、superficial medullary veinと脳表静脈間連絡路部分ないし脳表静脈に低~無形成ないし閉塞が疑われることである。かつ、灌流路とな

る深部静脈系においても、病変部からの灌流を受ける前述した拡張せるsubependymal vein以外の周辺のsubependymal veinは描出されず、また内大脳静脈も拡張したsubependymal veinの灌流を受けた部分より前方では極めて細いか、描出されず、低～無形成、閉塞化が疑われることである。しかし、その場合には近傍の通常では描出されないような脳室周囲の血管が代償的に発達していることがある⁶⁾。

Figure.9は剖検脳でDVAが見られた例である。DVAのある左側では、灰白質や軟膜の静脈が右に比べて粗となっている。この静脈路の集中が、胎児の時の静脈が閉塞などの病的な状態を繰り返して起こったのか、あるいはnormal variationとして血行力学的需要を持って起こったのかと、いうことを断じることが難しいように思われる。

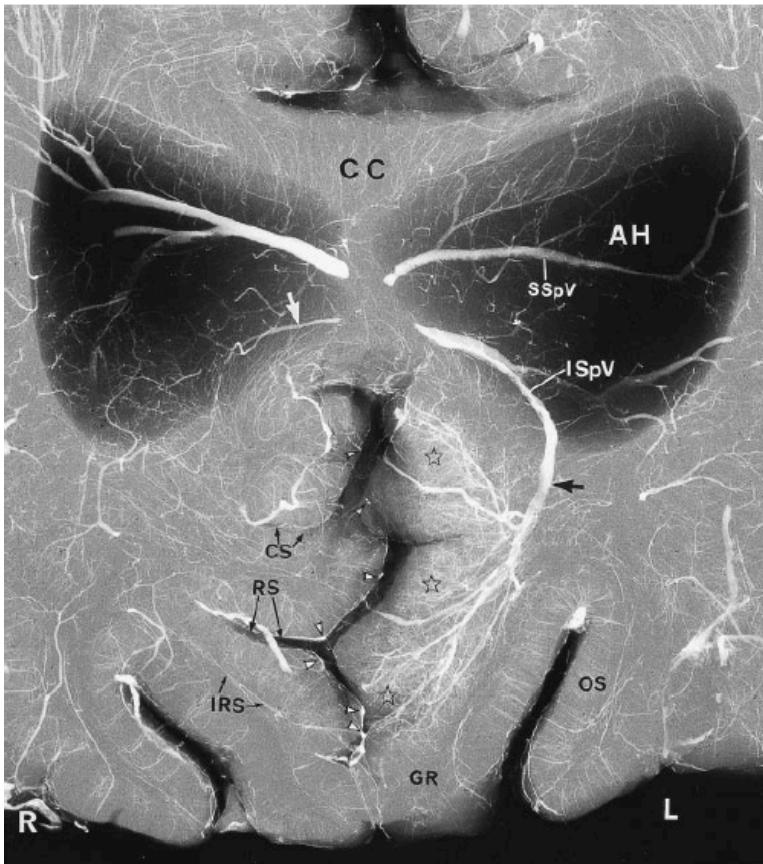


Fig.9. Pathogenesis of DVA
(文献³⁾ より転載)

REFERENCES

- 1) Padget DH. The development of cranial venous system in man, from the viewpoint of comparative anatomy. *Contrib Embryol* 1957; 36: 81-139.
- 2) Schlesinger B. The venous drainage of the brain, with special reference to the galenic system. *Brain* 1939; 62:274-291.
- 3) Okudera T, Huang YP, Fukusumi A, Nakamura Y, Hatazawa J, Uemura K. Micro-angiographical studies of the medullary venous system of the cerebral hemisphere. *Neuropathol.* 1999 Jan;19(1):93-111.
- 4) Huang YP, Robbins A, Patel SC, et al. Cerebral venous malformations. In: Kapp JP, Schmidek HH, eds. *The Cerebral Venous System and Its Disorders*. New York: Grune & Stratton, 1984:373-474

Niche Neuro-Angiology Conference 2016

- 5) Lee C, Pennington AM, Kenney CM. MR evaluation of developmental anomalies: Medullary Venous Anatomy of Venous Angioma. Am J Neuroradiol 17:61-70, 1996
- 6) Huang YP, Robbins A, Patel SC. Cerebral venous malformations and a new classifications IN: Kapp JP ed, The cerebral venous system and its disorders. Orlando: Grune & Stratton, 1984:373-474.