

Posterior cerebral arteryおよび superior cerebellar arteryのdural branch

東海大学 脳神経外科 キッティポン スィーワッタナクン

Key words: artery of Davidoff and Schechter , posterior cerebral artery, superior cerebellar artery, anatomy

(注：PCA, SCAのdural branchの名称についてはPCAのdural branchが一般的にartery of Davidoff and Schechter(ADS)と呼ばれるが、ここでは両者をADSと呼ぶことにする。)

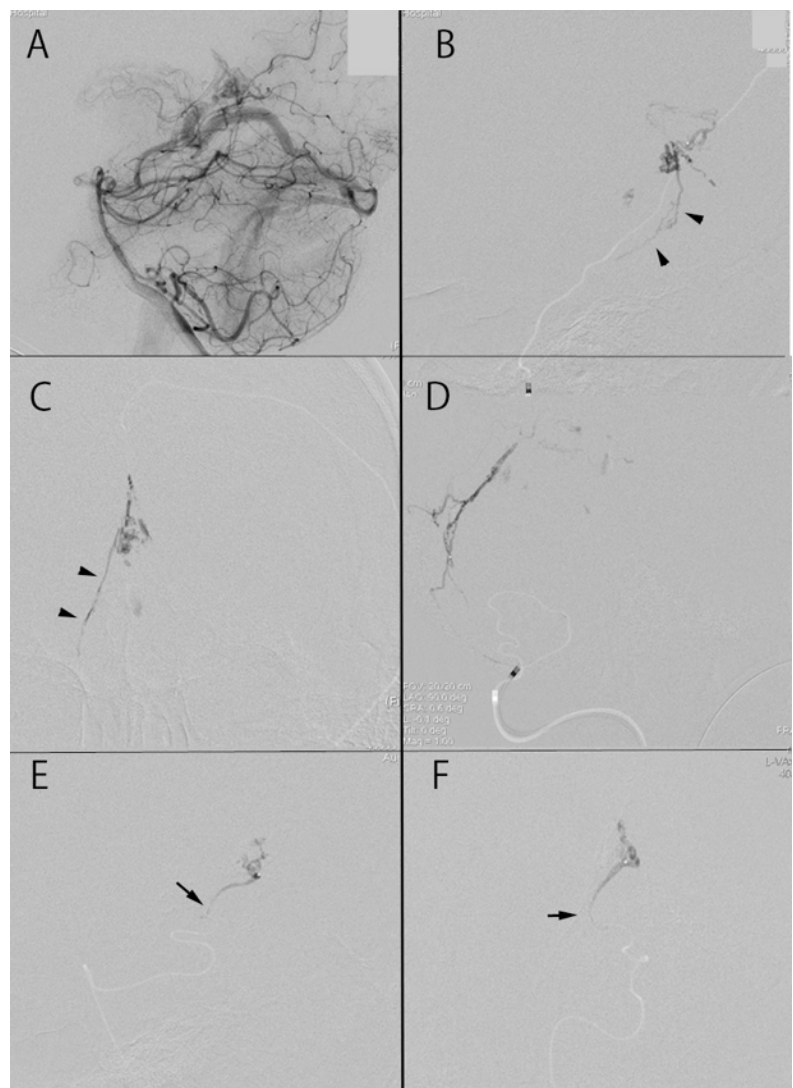
はじめに：

硬膜は内頸動脈、外頸動脈および椎骨動脈から灌流を受けるが、その多くはそれぞれの血管の「硬膜枝」が供給源となる。⁵ しかし、一部の硬膜は硬膜内、くも膜下腔内の内頸動脈系、椎骨動脈系から血流を受けることもある。例えば、PICAからposterior meningeal arteryが分岐していることもあり、大脳鎌にはACAのbranchからdural branchがあることはよく知られている。^{3,5} しかし、PCA,SCAのdural branchは肉眼解剖の報告はあるものの詳細はあまり詳しく述べられておらず、脳血管撮影での報告ではすべてシャントや腫瘍などの病変などの症例での観察のみである。^{1-3,8,11-14} 今回PCA, SCAのdural branchの血管が描出された症例の情報および過去の文献より、そのoriginおよび灌流域について検討した。

当院でADSが確認された症例は5症例である。すべての症例では小脳テント切痕部付近のシャント系疾患が認められる。一例を除いて、すべて3D画像による分析ができ、従来の報告よりも起始部の正確な評価ができていると思われる。

症例1：56歳、男性。脳ドックで発見された病変。小脳テント正中部の硬膜動静脈瘻と診断。Drainerはsuperior cerebellar veinからGalenに流入せず最終的にtorcula付近から流出する。脳血管撮影ではOA, MMA, 両側PCA, SCAからのfeederがみられる。経動脈的塞栓術を行ったが、治療の際にMMAから注入したglueがSCAのdural branchに逆流する現象がみられた。これによる脳梗塞はないが、右PCAの別のdural branchからの塞栓では少量のrefluxにも関わらず右後頭葉の一部に脳梗塞を術後に認めた。(Fig 1, 2)

Fig 1: 症例1の術中画像。A: 椎骨動脈撮影。テント正中前方に硬膜動



静脈瘻を認める。 ガレン大静脈に流出せず、小脳上部の静脈を介し、横静脈洞および一部わずかに前方へドレナージされる。 2D画像ではわかりにくいですが、本症例ではADSは3本認められた。(Fig 3 参照) B、C: MMA のfalcine branchからの塞栓のglue cast (B左側面像、C正面像) 一部右SCAから起始するADSにglueが逆流している。(矢頭) これは純粋なdural territory内であるため、特に梗塞を起さなかった。 D: Occipital arteryのmastoid branchからの塞栓。 E (側面)、F (正面) : 右PCAから起始するADSからの塞栓。 一部refluxを認める。(矢印) このrefluxにより術後MRIで梗塞を認める。(Fig 2)

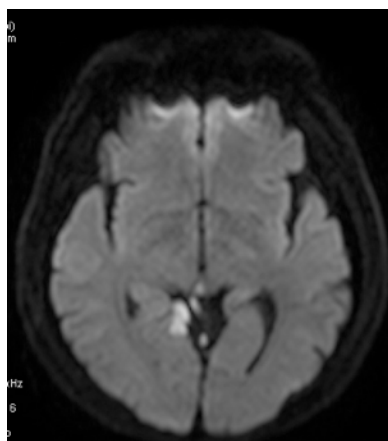


Fig 2: 症例1の術後MRI: 右PCAから起始するADSへのrefluxにより後頭葉内側に梗塞を生じた。

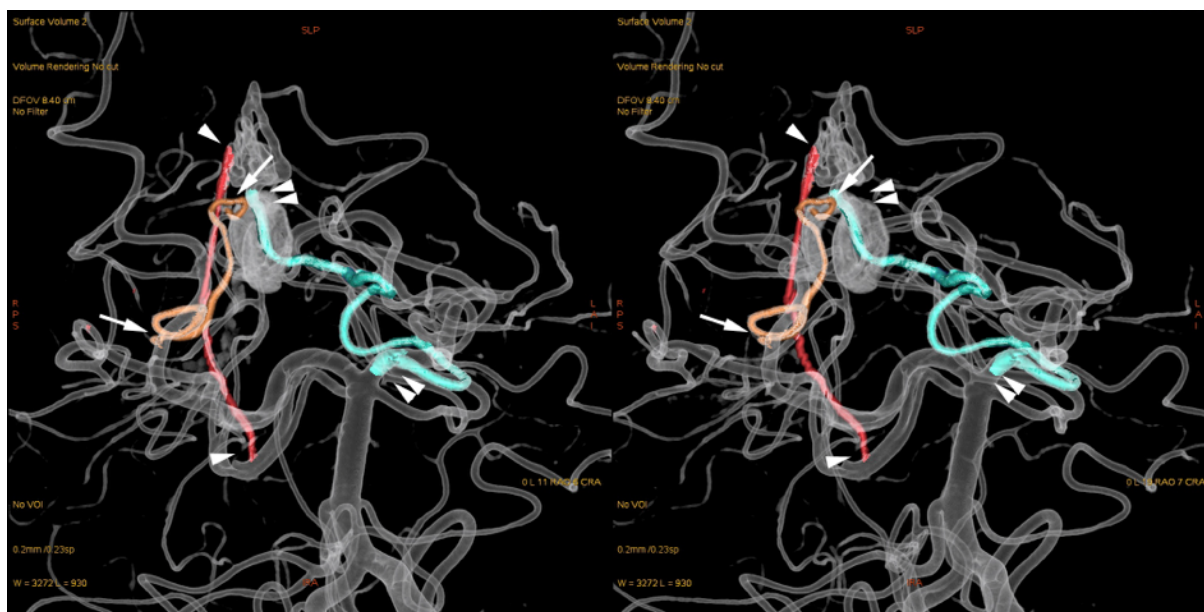


Fig 3: 症例1の椎骨動脈撮影の3D画像 (ステレオ)。 右PCAの遠位から (矢印)、右SCAの近位より (矢頭) および左PCAの近位より (二重矢頭) ADSを認める。 矢印類はそれぞれの血管の起始部と終点と示す。

症例2: 35歳、女性。 頭痛で発見された小脳テント正中部の硬膜動静脈瘻。 シャントの血流は多く、OA, MMAなどの外頸動脈系以外にPCA、SCAからも血流を認めた。(Fig 4) Basal veinなどへの逆流を認め、治療適応とした。 経静脈的塞栓および経動脈的塞栓を併用した。 塞栓時にMMAのfalcine branchからのglue injectionの際にSCAのbranchに逆流したことが観察されたが、術後脳梗塞は発生しなかった。



Fig 4: 左椎骨動脈撮影。 3Dの左斜位の画像。 シャントに関与しているdural branchが3本確認できる。 右SCA（矢印）、左SCAで対側に分布するもの(二重矢印) および左SCAから早期にduraに分布するもの（矢頭）が確認される。 右PCAからもdural branchがあるが、Pcomを介した血流でこの図には表示されていない。

症例3：76歳男性。 小脳の異常信号で紹介。 テントの正中後方にシャントを認める。 術前撮影では左右のMMA,OA, VAなどの血流を受ける硬膜動静脈瘻を認めるが、PCAからの血流は明らかではなかった。 左小脳の静脈へ逆流が著明にみられる。 右MMAのfeederから経動脈塞栓術を行い、シャント部に良好に到達できたが、対側のPCAのdural branchまで逆流を起こし、中脳に脳梗塞を起こした。(Fig 5)

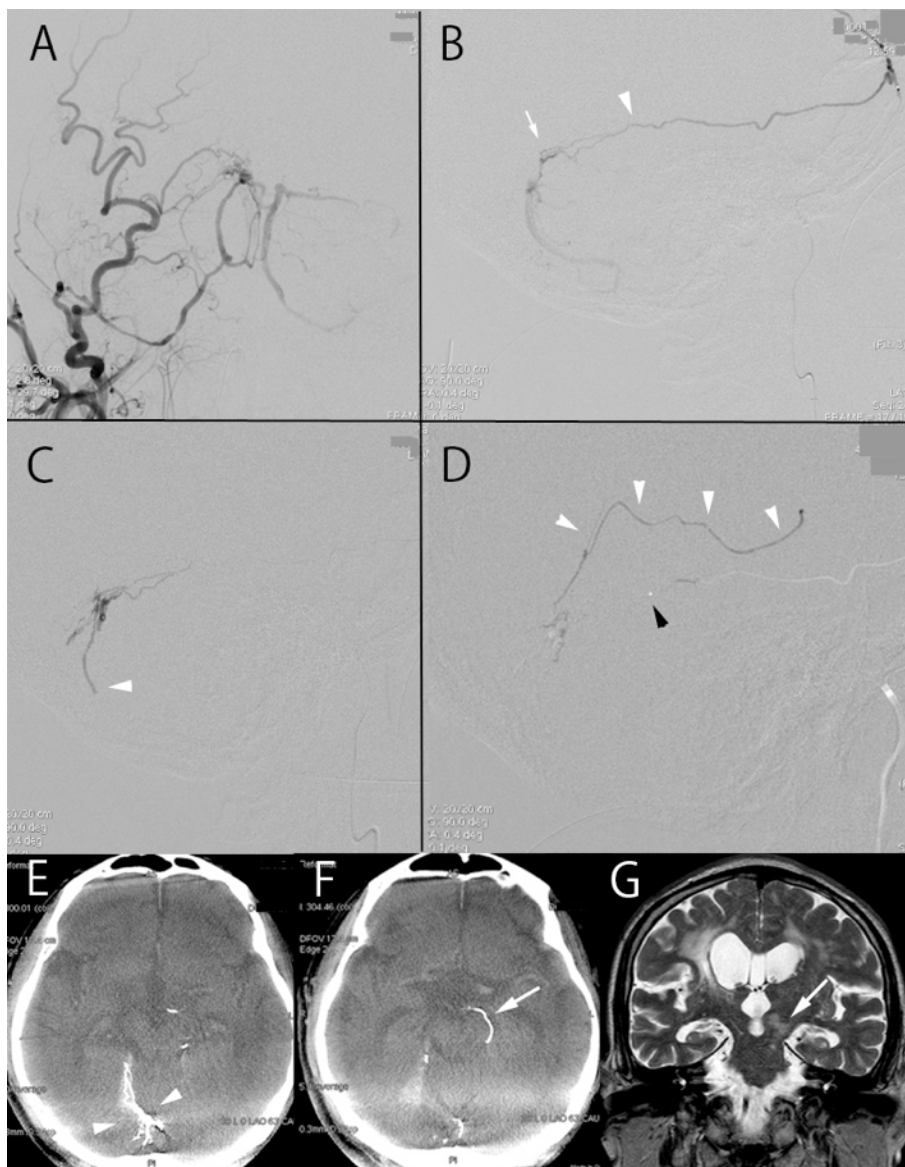


Fig 5 :

A: 右外頸動脈撮影、正面像。 テントの後方にシャントがあり、小脳の静脈に逆流がある。 B: 右中硬膜動脈の選択的撮影。 シャントポイント（矢印）の少し手前（矢頭）までマイクロカテーテルを誘導した。 C: 第一段階でのglue cast、右側

面像。 良好にシャント部にpenetrationし、対側のposterior meningeal arteryにrefluxを認める。(矢頭) D: Cの連続のglue injectionであるが、DSAを撮影して直した状態での注入のため、Cのglue castが描出されず、ADSへの逆流がみられる。(矢頭) E、F: 術後cone-beam CTでのglue castの確認。 シャント部(矢頭)以外にADS(distal type、矢印)にglueがあることが確認される。 G: 術後MRIでは中脳に梗塞巣を認める。(矢印)

症例4: 35歳女性。 頭頂部のAVM。 血管撮影の際にPCAのbranchよりdural branchが2本確認され、PCAから硬膜を通過したあとに再度AVMに流入する走行を呈している。(Fig 6) この症例は直接この血管からの治療を行っていないが、AVMからのdural supplyの一部にADSが利用されていると言える。

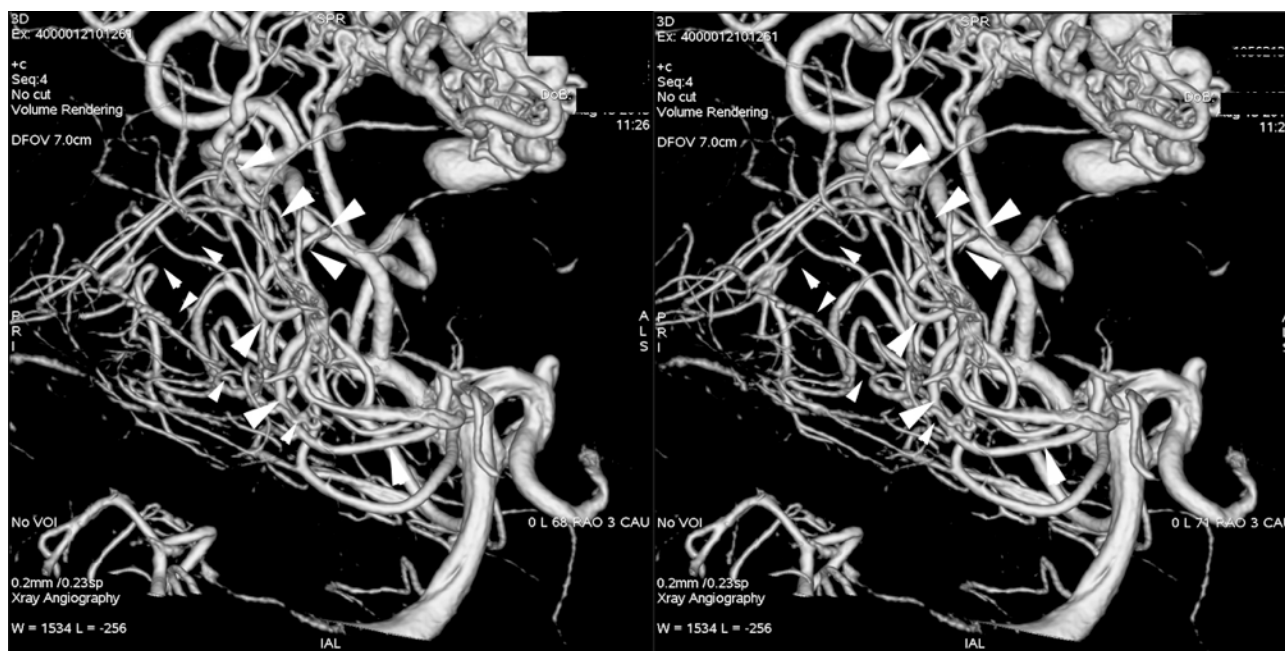
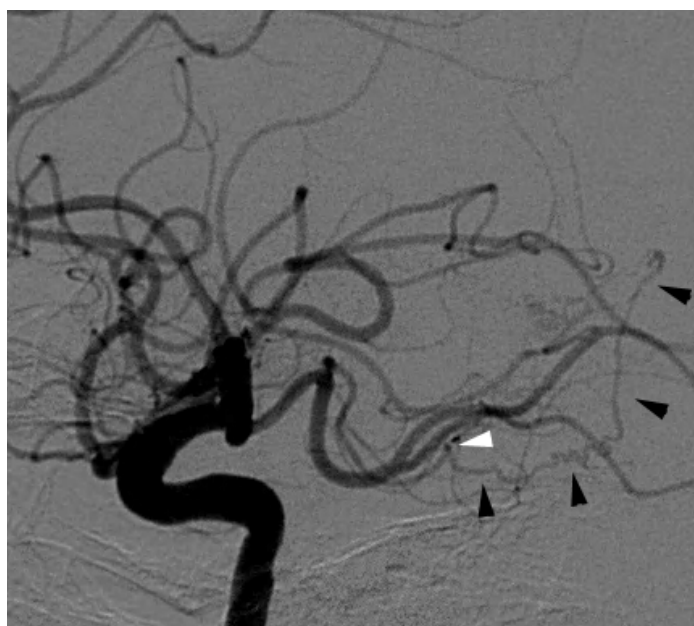


Fig 6: 椎骨動脈撮影、右斜位、ステレオ。 BAVMの症例であるが、dural supplyがあり、一部のdural supplyの供給源は右PCAのdural branchである。 早期に硬膜に入るもの(小さい矢頭)とdistal側で硬膜に入るもの(大きい矢頭)が認められる。 前者の走行は特徴的である。

症例5: 60歳代女性。 Tectal AVMのガンマナイフ治療後のフォローの脳血管撮影での観察。 二次的に硬膜へのシャントがあり、右PCAからのADSを認める。(Fig 7)

Fig 7: ガンマナイフ治療後の残存tectal AVM。 二次的にGalen付近の硬膜にシャントが形成されており、そのfeederとして右PCAから起始するADSが確認される。 このように対側のPCAやSCAが重ならない状態では観察されやすい。 特にこの症例は早期に硬膜に入る(白矢頭)ため、特徴的な走行を呈する。(黒矢頭)



症例から観察された現象、血管撮影での走行の観察

ADSは血管径が小さく、PCA、SCAのbranchと走行が重なることもありこれらのbranchは正常の状態では通常血管撮影で確認されるという報告はない。自験例での3D画像などをretrospectiveに調べても確認することができなかった。現段階での血管撮影の描出能力から考え、病的な場合のみ確認されるものと考えてよい。さらに、過去のADSに関する文献のほとんどは2Dでの情報であり、PCAやSCAと平行に走行するためADSの起始部に関する考察が必ずしも正確なものとは限らない。

自験例および過去の文献より、血管撮影でのPCA、SCAのdural branchの起始部、走行には2つのパターンがあると考えられる。PCAの近位部(peduncular portion, proximal type)から分岐し、すぐに硬膜に入り、テントのincisuraに沿って走行するパターンと比較的正中部に近いincisuraの後端(PCAのambient portion, distal type)から分岐してdural branchとなる2つ走行パターンがあると考えられる。前者のタイプ(proximal type)はduralの中を走行する距離が長く、塞栓などの場合、基本的にはPCAの本管に直接逆流がない限り、脳梗塞などのリスクはない。起始部以降のほとんどがdural branchと考えられる。このタイプは側面像では比較的直線的な走行をし、後方から上方にincisuraの後方で直角に近く角度で走行を変えするという特徴的な走行をしているためdural branchとして認識されやすい。(Fig 7) これに対し、遠位部から分岐するタイプ(distal type)の走行は他のcortical branchと区別がしにくく、dural内を走る距離も短く、逆流により、perforatorの障害を起こす危険性がある。

自験例では起始部がSCA、PCAのいずれでも特にdistal typeとproximal typeの違いはなかった。確認された11本のADSのうち7本はPCAから、4本はSCAからであった。(表1)

疾患	Origin/Dura 進入部			
症例 1 dAVF	右 SCA	右 PCA	左 PCA	
	proximal	distal	distal	
症例 2 dAVF	右 PCA	右 SCA	左 SCA	左 SCA
	distal	distal	proximal	distal (contralateral)
症例 3 dAVF	左 PCA			
	distal			
症例 4 BAVM	右 PCA	右 PCA		
	distal	proximal		
症例 5 BAVM	右 PCA			
	proximal			

表1：自験例におけるdural branchのoriginおよびduralの進入位置の関係。

合計5症例での観察ではすべてシャント系疾患を有しており、観察された11本のADSの中でSCAから起始するADSは4本認められた。硬膜の進入部位が前方のものをproximal type、後方から入るものはdistal typeとし、proximal typeは4例であった。症例2ではSCAからのADSは対側の硬膜に分布している。

塞栓についての注意

術前の画像診断では上記の理由でADSが確認しやすい場合と気付きにくい場合があるが、falxの後端、incisura付近のテント内側部に存在するhypervascular tumorや硬膜の血管と関連するシャントではこれらのdural branchを介しPCAやSCAに塞栓物質が流入、逆流する可能性を常に念頭におく必要がある。

硬膜動静脈瘻に対する経動脈的塞栓術の原理としてひとつのbranchにカテーテルを挿入し、そこからできるだけ、罹患している静脈に液体塞栓物質をpenetrationさせることが重要である。この際に他のfeederに逆流させるのも完全閉塞のコツではあるが、硬膜動静脈瘻のfeederで純粋なdural branchの場合、比較的血管抵抗が強い、径が細い血管が多いがため、penetrationは必ずしも容易ではない。しかし、PCA, SCAからのdural branch由来のfeederは抵抗が少なく、一旦これらの血管に入り始めると他のfeederにさらに浸透させることは困難であるため、注入を続けると脳梗塞などのリスクが生じやすい。

脳血管撮影上これらの血管が病変に関わっていても認識できない可能性がある。特にdistal typeの走行はcortical arteryと走行の違いがないため、シャント量が少なく通常の血管撮影では見落とす可能性がある。Proximal typeは硬膜内の走行距離が長い、特徴的な走行を呈し、確認が比較的容易であるが、シャント量が多くない限り径が細く、認識できない可能性がある。シャント系疾患、hypervascular tumorなど硬膜の血管が関与する病変ではADSの存在を忘れてはならない。Proximal typeの走行は特徴的であるが、3D血管撮影でPCAのbranchがincisura付近で途絶しているような場合、ADSのdistal typeの存在を疑う必要である。

Embryology: もともとのdural branchなのか、シャントに伴うsecondary recruitmentなのか：

BAVMではdural supplyがあることはまれなことではない。これらのdural supplyは二次的なfeederであり、出血後、塞栓術後などのAVMでみられる⁶。このようなdural supplyはsecondary recruitmentであるということが出来る。しかし、硬膜動静脈瘻の場合、本来のdural feeder以外のpial supplyが入ることはまれである。この場合でも通常はsecondary feederと考えられるが、脳のAVMと異なり、そのfeederはもともとpial arteryのdural branchである可能性もあり、必ずしも容易に区別ができるものではない。よって、これらシャントに伴うADSの描出はsecondary recruitmentという可能性を残すことになる。

硬膜内内頸動脈や脳底動脈椎骨動脈系のdural branchの存在はよく知られているが、PCAやSCAのdural branchは正常の状態では脳血管撮影で観察されることはない。実際の解剖での報告では28%もSCAのdural branchが確認されたという報告もある一方⁷、特にSCAについてはこれについての記載がない報告がほとんどである。⁵ テント正中部付近にシャント系疾患がある場合、高率にこれらの血管が確認される。^{2,10} 肉眼解剖ではこれらの血管を目的とする研究でない状態では解剖の作業の途中で硬膜との連絡が失われている可能性が高い。いずれにしても正常解剖で一定の割合でこれらのdural branchが確認されるという事実がある限り、シャントに伴うsecondary recruitmentではなく、もともと存在しているdural branchであり、シャントの存在で画像上認識されるものになったと考えるのが自然である。

発生の段階では硬膜はもともと軟膜とくも膜と同様にmeninx primitivaとして形成され、後にendomeninxとしてくも膜と軟膜に発達し、ectomeninxとして硬膜と骨になる⁴ため、血管領域には厳密な隔たりがないためくも膜下腔にあるpial arteryが硬膜の血管になることは不自然ではない。内頸動脈や椎骨動脈系からのdural branchはよく知られているが、その共通点として大脳鎌、小脳テントや前頭蓋底⁹や大孔付近の硬膜の折り返し部位に多く、円蓋部では通常みられない現象であるということは興味深い事実である。

いわゆるartery of Davidoff and Schechterについて

1965年に発表された論文で初めてこの血管について正式な記載がなされた。¹⁵ この血管の命名は著者の名前ではなく、師匠を讃えるために師匠の名前のつけたという歴史背景がある。原文ではcadaverを調べた中でPCAからdural branchが認められるのは10例中9例あり、SCAとの連絡があるのは1例のみという内容であった。この論文で初めて“the artery of Davidoff and Schechter”と命名された。以降、PCAのdural branchが論文などで登場する際にPCAのbranchとしてartery of Davidoff and Schechterという名前が使われるようになった。しかし、SCAのdural branchについてはオリジナルの論文では触れられているにも関わらず、無名とされる。¹⁰

結論

PCAからもSCAからも正常な状態でも一定の割合でdural branchが存在する。硬膜動静脈瘻や腫瘍などの症例で観察されることが多い。Cadaverでの報告が少ないことやその存在する頻度のばらつきがあるのはこれらの血管を前提に処理されておらず、硬膜との連続性が失われてしまっている可能性があると考えられる。血管内治療医としてはこのテント正中部や大脳鎌の後方の病変に関してはこのdural branchの存在を十分に念頭において、治療戦略の立てる必要がある。特にdistal typeは通常のcortical vesselと区別がしにくいいため、注意を要する。起始部の正確な評価には3Dの情報が重要である。最新の血管撮影装置でこれらの血管が確認できる確率が増えることが期待される。

参考文献

1. Bojanowski WM, Rigamonti D, Spetzler RF, Flom R: Angiographic demonstration of the meningeal branch of the posterior cerebral artery. *AJNR Am J Neuroradiol* 9:808, 1988
2. Byrne JV, Garcia M: Tentorial dural fistulas: endovascular management and description of the medial dural-tentorial branch of the superior cerebellar artery. *AJNR Am J Neuroradiol* 34:1798-1804
3. Hart JL, Davagnanam I, Chandrashekar HS, Brew S: Angiography and selective microcatheter embolization of a falxine meningioma supplied by the artery of Davidoff and Schechter. Case report. *J Neurosurg* 114:710-713
4. Mack J, Squier W, Eastman JT: Anatomy and development of the meninges: implications for subdural collections and CSF circulation. *Pediatr Radiol* 39:200-210, 2009
5. Martins C, Yasuda A, Campero A, Ulm AJ, Tanriover N, Rhoton A, Jr.: Microsurgical anatomy of the dural arteries. *Neurosurgery* 56:211-251; discussion 211-251, 2005
6. Michael Söderman GR, Pierre Lasjaunias: Transdural Blood Supply to Cerebral Arteriovenous Malformation Adjacent to the Dura mater. *Am J Neuroradiol* 23:1295-1300, 2001
7. Ono M, Rhoton AL, Jr., Barry M: Microsurgical anatomy of the region of the tentorial incisura. *J Neurosurg* 60:365-399, 1984
8. Puri AS: Dural arteriovenous fistula supplied by the artery of Davidoff and Schechter. *Radiology Case Reports* 5:375, 2010
9. Signorelli F, Scholtes F, Kauffmann C, McLaughlin N, Bojanowski MW: Dural artery from the anterior cerebral artery to the planum sphenoidale. *Acta Neurochir (Wien)* 152:1807-1808
10. Takahashi J. MS: Microsurgical Anatomy and Surgical Procedures for the Tentorial Incisura. *Jpn J Neurosurg (Tokyo)* 21:672-679, 2012
11. Tatebayashi K: Tentorial dural arteriovenous fistula fed by dural branches of bilateral superior cerebellar arteries: a case report. *JNET* 8:83-88, 2014
12. Weil AG, McLaughlin N, Denis D, Bojanowski MW: Tentorial branch of the superior cerebellar artery. *Surg Neurol Int* 2:71
13. Weinstein M, Stein R, Pollock J, Stucker TB, Newton TH: Meningeal branch of the posterior cerebral artery. *Neuroradiology* 7:129-131, 1974
14. Weinstein MA, Duchesneau PM, Dohn DF: Angiographic identification of the meningeal branch of the posterior cerebral artery. *AJR Am J Roentgenol* 128:326-327, 1977
15. Wollschlaeger P.B. WG: Eine infratentorielle, meningeale arterie. *Radiologe* 5:451-452, 1965