



硬脑膜动静脉瘘的手术原则

颅内硬脑膜动静脉瘘（dAVFs）是一组获得性血管畸形，由于动脉和静脉越过毛细血管床直接沟通而得名。畸形局限于硬脑膜，由颈外动脉分支、颈内动脉天幕支，椎动脉脑膜支和罕见的大脑动脉软膜支供血。

dAVFs 或者说瘘本身位于硬脑膜窦的壁内。其可继发于硬脑膜静脉血栓，感染，手术或者创伤，虽然有很多病例是特发性的。上述病变的炎症反应可导致血管生成（瘘附近的高浓度血管内皮生长因子可以证实）。一些瘘直接与皮层静脉（软膜静脉）沟通。

一些学者提出胚胎学理论，即由于炎症反应和静脉窦梗阻，异常的原始动静脉连接再通。

在普通人群，动静脉畸形（AVMs）的发病率接近 0.15%，其中 10-15% 是 dAVFs。有多种 dAVFs 的分类系统。

这些分类系统是基于病变的静脉引流特点，静脉引流其决定了病变的行为。

在 1978 年 Djindjian 和 Merland 根据静脉血管结构，首次对 dAVFs 进行分类。

在 1995 年，Cognard 进一步根据静脉引流对颅内和椎管内动静脉瘘分类，此分类对预后和治疗有指导意义。

Borden 简化了 Cognard 的分类系统，强调**预测临床侵袭性的主要因素是皮层静脉引流**。与静脉窦不同，皮层静脉不受硬脑膜保护，不能承受动脉压。因此，有皮层静脉引流的 dAVFs（Borden II 和 III 型）有较高的破裂和出血危险。dAVFs 导致的出血可以是脑内型、蛛网膜下腔型和硬膜下型。

表 1:硬脑膜动静脉瘘分级

Borden 分级	Cognard 分级
I 型：向静脉窦或者脑膜静脉引流	I 型：向静脉窦正向引流 IIa 型：向静脉窦逆向引流
II 型：向静脉窦引流 +CVR	IIb 型：向静脉窦正向引流+CVR IIa+b 型：向静脉窦逆向引流+CVR
III 型：仅有 CVR	III 型：仅有 CVR，无静脉扩张 IV 型：仅有 CVR，伴静脉扩张 V 型：脊髓周静脉引流

CVR：皮层静脉反流，也称皮层静脉引流和软膜静脉逆向引流。

Borden I、II、III型颅内出血和神经功能缺损分别为 2%、39%、79%。

低级别 dAVF 最常见的临床表现是波动性耳鸣，听诊可有杂音。其他临床表现可有头痛，意识状态变差（由于静脉性瘀血）。由于大型静脉曲张导致的 CSF 梗阻或静脉窦高压导致的 CSF 吸收障碍，可出现脑积水或水肿。

无皮层静脉引流的 dAVFs，自然史呈良性，仅 1%可从 Borden I、II型转化成III型。然而，伴有皮层静脉引流的患者，4 年的死亡率是 45%，年颅内出血率为 19.2%，年新的神经功能缺损率为 10.9%。出血起病的患者，首次出血后 2 周内再出血的机率为 35%。静脉狭窄是一个值得关注的征象，提示有向恶性转化或丧失静脉通路的风险。

多数 dAVFs 开颅手术中会有大量出血，因而，对于大部分 dAVFs，可选择血管内治疗。也有一些例外，如筛部和岩/天幕 dAVFs。相较于其他部位的 dAVFs，这些需要手术治疗的 dAVFs 有较高出血风险。在讨论手术前，笔者将会复习颅内 dAVFs 的分类。

分类与手术考量

大部分（60%）颅内 dAVFs 位于横窦-乙状窦交汇处，其次是海绵窦和上矢状窦。大部分横窦-乙状窦 dAVFs 行血管内治疗，因为有可供栓塞或者静脉窦的静脉途径。

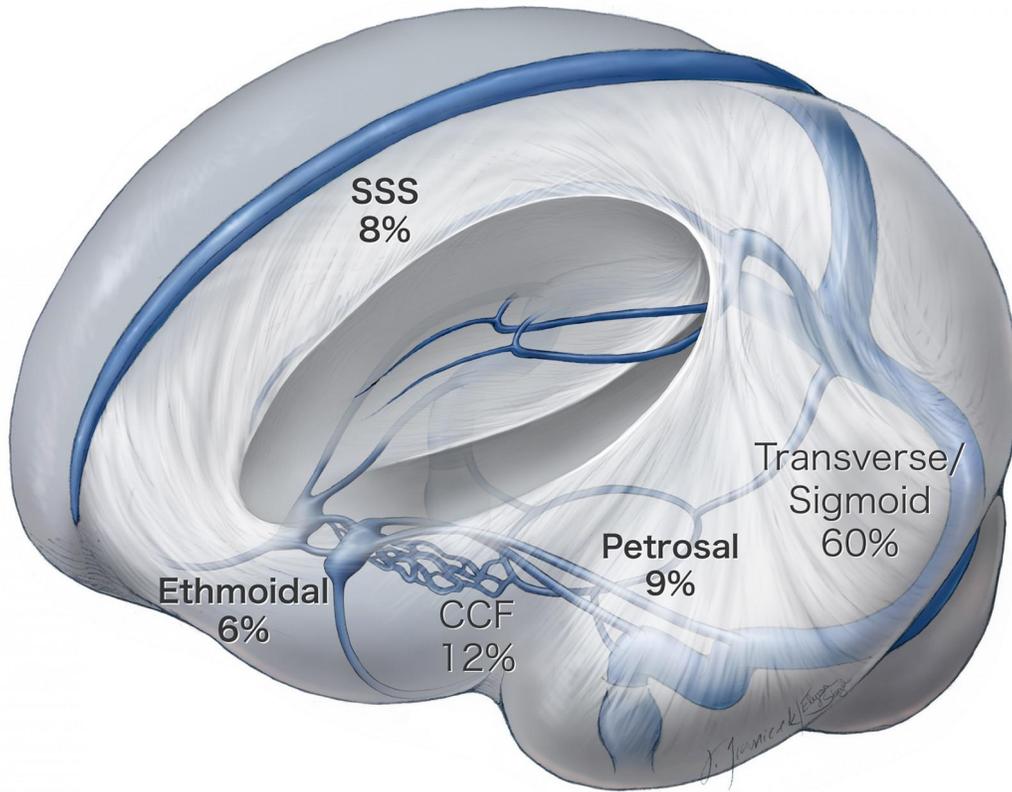


图 1：此图显示最常见类型颅内 dAVFs 的部位和发病率。筛部和岩部瘘最好行手术夹闭，而其他部位更适合血管内治疗。

只要有侧支静脉引流，可栓塞相关静脉窦。比如，左侧横窦-乙状窦 dAVFs，只要窦汇通畅，可栓塞左侧横窦（只要 Labbe 静脉保留）。类似地，为了治愈颈内动脉海绵窦瘘（CCF），常需要完全栓塞海绵窦，而静脉引流则转向蝶顶窦和侧裂静脉，最终汇入上矢状窦。

可经动脉途径到达静脉端。然而，必须栓塞静脉端，因为若仅栓塞动脉，则通过较小的供血动脉再通。这种细小动脉起初难以发现并通过血管内栓

塞。

诊断和评估

在 CCF 的患者，CT 和 MRI 可见引流静脉弥漫性充血，或者可见扩张的眼上静脉。dAVFs 的典型血管影像是颅内静脉或静脉窦在动脉期提前显影。

MRA 或者 CTA 可能会漏诊 dAVF。三维 MRA 可能有用，但是 DSA 仍然是诊断和治疗 dAVFs 的金标准。血管造影应该评估双侧颈内动脉、双侧颈外动脉和双侧椎动脉。全脑血管造影是必要的，因为仅行颈内动脉或椎动脉造影可能导致忽略由颈外动脉供血的 dAVF。另外，即使简单的 dAVF 也可能由不同循环的多个动脉供血。

dAVF 巢是动静脉分流的中心，也是所有供血动脉汇聚和所有静脉分流的硬脑膜灶。虽然可有多个引流静脉和明显曲张的静脉，但多数情况下都是由一个大静脉负责主要引流。

必须评估有或无皮层静脉引流，静脉窦梗阻，静脉窦内的引流方向（正向 VS 逆向）和周围皮层的正常静脉引流。

笔者会细致研究血管造影的静脉期以确认正常脑组织不向 Labbe 静脉（最终汇入动脉化的目标静脉）引流。如果存在这种情况，在行动脉化的静脉断流时谨防损伤非动脉化的静脉。

幕上动静脉瘘

绝大多数需要手术处理的幕上动静脉瘘是筛部和矢状窦旁 dAVFs。

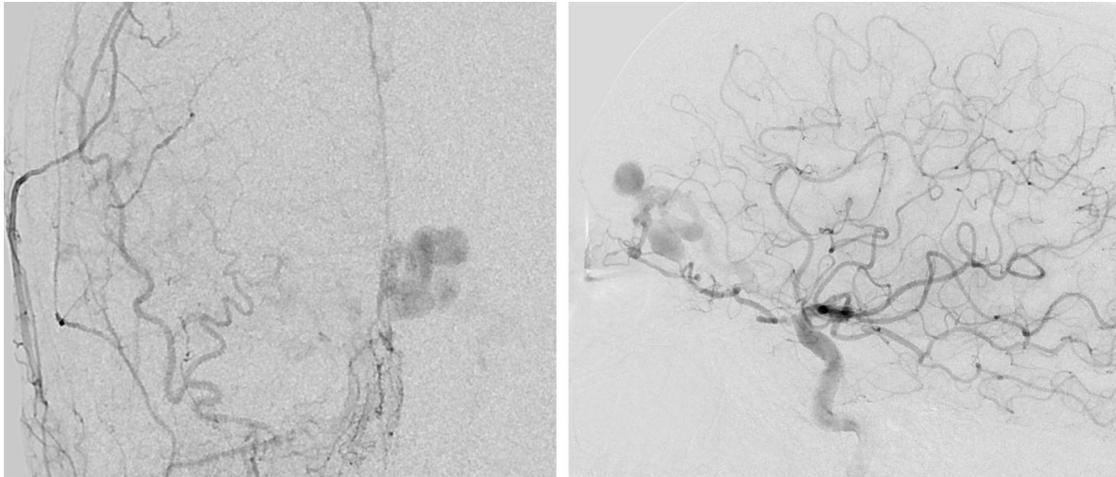


图 2：左侧颈外动脉前后位血管造影（左）和左侧颈内动脉侧位造影（右）显示一个筛部 dAVF，由筛前动脉和镰动脉供血，向皮层静脉引流伴静脉曲张。

筛部瘘位于前颅底，由筛前动脉、眼动脉脑膜支和大脑镰前动脉供血。也可能有脑膜中动脉前支供血。额叶底部、大脑镰的硬膜可与皮层静脉（嗅和额静脉）形成瘘。

曲张的动脉化静脉出血风险很高，可达 57%。由于是皮层静脉，不能经静脉途径到达。经动脉途径需通过眼动脉，因此有导致失明的风险。然而，手术治疗不仅简单，而且风险小，将会在[幕上动静脉瘘](#)章节描述。

幕下动静脉瘘

大部分适合手术的幕下 dAVFs 是岩上 dAVFs。

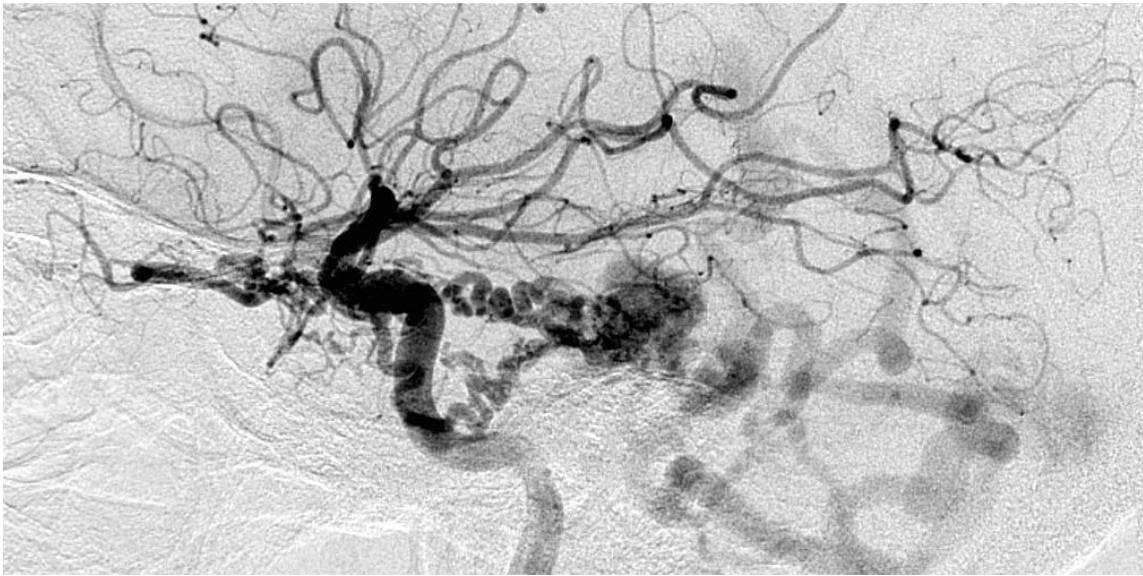


图 3：侧位颈内动脉血管造影显示天幕/岩部 dAVF，由来自颈内动脉的天幕动脉供血，向岩静脉引流，伴后颅窝静脉动脉化。

不论是静脉途径还是动脉途径，都很难经血管内处理岩上窦 dAVFs。其供血动脉来自 ICA 天幕支，如 Bernasconi-Casinari 动脉，下外侧干和脑膜垂体干。也可来自颈外动脉分支，如脑膜中动脉和咽升动脉。向岩静脉引流，可导致幕上或幕下动脉化的静脉曲张。通常情况下，此类病变经乙状窦后入路夹闭动脉化的岩上窦比较容易。具体会在[幕下动静脉瘘](#)章节探讨。

大型的静脉曲张可因压迫三叉神经入脑干区导致三叉神经痛。

颈内动脉海绵窦瘘

颈内动脉海绵窦瘘(CCF)是颅内 dAVF 的一种特殊类型，是颈内动脉与海绵窦的异常连通。这种连通可能直接从海绵窦到颈内动脉，通常是继发于外伤的高流量瘘。也可能间接由颈内或颈外动脉的分支供血。

虽然 CCFs 可表现为皮层静脉反向引流的症状，其独特的临床表现是眼部症状。初始症状包括眼睑下垂，结膜充血伴眼压（IOP）升高。青光眼（IOP>20）可导致失明，是需要处理的急症。

CCFs 也可表现为Ⅲ、Ⅳ、Ⅵ颅神经麻痹，最佳治疗手段是经岩上窦、眼上静脉或者基底静脉丛栓塞海绵窦。有时为了到达病灶，需经翼点开颅行眼上静脉或海绵窦穿刺。

手术指征

鉴于其自然史，未经治疗伴有皮层静脉引流的 dAVFs 有较高的发病率和死亡率。此类 dAVFs 治疗时应夹闭其静脉端，单纯阻断供血动脉不能有效和持久治愈。

无皮层静脉引流的病变不需要治疗，除非合并无法忍受的耳鸣、视力下降和/或眼痛。对于这种情况，治疗目的是姑息而不是治愈。

不像动静脉畸形（脑实质内有病灶，在供血动脉阻断前阻塞引流静脉可导致出血），dAVF 的病灶（或者瘘）位于较厚的硬脑膜间。因此，阻断引流静脉是安全、有效的。

有三个显微手术策略可处理 dAVFs。一种策略是经静脉途径直接栓塞静脉窦（翼点开颅和海绵窦穿刺）。另一种策略是切除 dAVF 与相关的硬膜和静脉窦。第三种是最实用和最常用的策略，仅切断动脉化的软膜引流静脉，

不切除病灶。

无经动脉或经静脉（无静脉窦引流）途径治疗的 dAVFs 需行显微手术。需手术治疗的有筛部或前颅窝 dAVFs，岩上窦或天幕 dAVFs。这些部位几乎均有皮层静脉引流，因为它们无优势静脉窦引流。仅切断动脉化的静脉即可达到预防出血的目的。

手术切断 dAVFs

关于手术夹闭[幕上](#)和[幕下](#) dAVFs，可参照相关章节。

对于急性出血的患者，笔者不认为需急诊手术，除非有血肿已导致明显占位效应。如果不需要急诊清除血肿，我会按计划择期（2-3 天）行瘘阻断。与破裂动脉瘤不同，不需要急诊处置。

替代方案

目前，血管内治疗是大多数 dAVFs 的治疗选择。经静脉途径是首选，虽然在 Onyx 时代经动脉途径更常用（因为如果导管接近病灶，Onyx 常可推至静脉端）。

如果导管可进入瘘内，经动脉栓塞可不栓塞静脉窦（用一个静脉球囊保持液体栓塞过程中窦腔通畅）。

对于某些血管内或手术均难以处理的情况，可应用立体定向放射外科。有 γ

刀治愈的报道。然而对于高流量 dAVFs，需要更多的研究证实放射外科的效果。此外，从放疗到效果显现有较长的间期，可给患者带来 15-20% 的年出血风险。

手术切除 dAVFs

手术切除 dAVFs 包括切断血供动脉和动脉化的皮层静脉，切除病理性硬脑膜和阻塞的/非功能性静脉窦。如果受累的静脉窦不引流正常脑组织则予切除。笔者推荐术前经动脉途径栓塞供血动脉以减少术中失血。尽管采取上述措施，在开皮和去骨瓣的过程中也可大量出血。

由于数量众多的穿经颅骨的动脉需大量骨蜡封堵，开颅或去骨瓣时常需要分层次钻孔。受累的硬膜和静脉窦应从各个方位充分暴露。然后，严格电凝供血动脉和受累硬膜，夹闭并将其切断。如果可安全牺牲受累静脉窦，应在静脉窦两侧沿平行静脉窦的方向切除硬膜。最终，结扎受累静脉窦段的近端和远端，沿着病变的硬膜将其切除。

所有的动脉化皮层引流静脉在进入静脉窦处切断。笔者常规利用术中血管造影确认瘘已完全阻断。如果静脉窦有功能且引流正常脑组织，应将其骨骼化并保留。

彻底骨骼化静脉窦需要完全切断硬膜动脉血供，然后切断静脉窦附近的硬脑膜。此种方法可保留静脉窦和非动脉化的皮层静脉。横窦/乙状窦或上矢

状窦后部 dAVFs 需要电凝并切断与静脉窦毗邻的天幕和大脑镰。术中荧光造影可区分动脉化的静脉与正常非动脉化的静脉。

横窦/乙状窦 dAVF

横窦/乙状窦 dAVFs 是颅内最常见的 dAVFs。其主要供血动脉来自枕动脉乳突支、耳后动脉、脑膜中动脉和咽升动脉。静脉引流通过同侧横窦/乙状窦或对侧横窦/乙状窦（若同侧闭塞）。

此部位 dAVFs 最佳治疗策略是血管内治疗。罕见情况下，若血管内治疗无效或受限，可采取手术。术前经动脉栓塞对减少术中出血至关重要。

笔者喜欢长椅位，头向地面倾斜，病变位于头最高位。术中在 CTA 影像指导下，采取马蹄型或“S”型手术切口以充分暴露病变区域。

电凝或夹闭并分离粗大的枕动脉和耳后动脉。头皮和枕下肌肉发出较多的供血动脉，循序渐进地彻底止血至关重要。

开颅暴露乙状窦和其上、下方的硬脑膜。笔者通常采取颅骨切除而非切开，以防止在掀开骨瓣的过程中穿经颅骨供应硬脑膜的动脉突然汹涌出血。可用大块明胶海绵或可吸收止血纱布填塞控制硬膜出血。硬膜动脉出血可以双极电凝或止血夹夹闭。

手术硬膜下操作的实施是根据 dAVF 的具体解剖特点。如果主要目标是切断动脉化的皮层静脉，则需要相应静脉位置处切开硬脑膜。所有动脉化

的静脉都应当找到并切断。术中荧光造影和导管造影可帮助确认病灶已切除。

如果手术目标是切除阻塞的含瘘静脉窦，可用高速磨钻部分磨除单侧乳突。应当暴露乙状窦前方和外侧的硬脑膜。沿长轴在横窦/乙状窦上方和下方切开硬脑膜。循序渐进地电凝或夹闭供血动脉。骨骼化非功能性横窦/乙状窦后，笔者会用两根缝合线结扎目标静脉窦节段。

缓慢释放 CSF 后，笔者轻轻抬起枕叶并牵拉小脑。此步骤可进一步暴露天幕并切断已结扎静脉窦的供血动脉和硬膜。

所有动脉化的软膜静脉也要找到并分离。应注意保护非动脉化的 Labbe 静脉向横窦/乙状窦的引流处。如果 Labbe 静脉已经动脉化，则应当将其电凝并切断。

其他注意事项

对于无皮层静脉引流的患者，观察是合理的。笔者每 3-5 年复查血管造影以评估畸形血管的动态变化，并排除新发皮层静脉引流。

点睛之笔

- 为治愈 dAVF 必须阻断瘘的静脉侧。
- 血管内治疗是大多数 dAVFs 的一线方案，包括 CCF，临近横窦、乙

状窦和上矢状的 dAVFs。因为手术会伴随着大量出血。

- 然而，筛部和岩部 dAVFs 首选手术，因为血管内途径到达病变困难，手术风险小。

(编译：侯坤；审校：于金录)

DOI: <https://doi.org/10.18791/nsatlas.v3.ch03.1>

中文版链接: <http://www.medtion.com/atlas/4413.jsp>

参考文献

Borden JA, Wu JK, Shucart WA. A proposed classification for spinal and cranial dural arteriovenous fistulous malformations and implications for treatment. *J Neurosurg.* 1995;82:166-179.

Cognard C, Gobin YP, Pierot L, et al. Cerebral dural arteriovenous fistulas: clinical and angiographic correlation with a revised classification of venous drainage. *Radiology.* 1995;194:671-680.

Davies MA, Ter Brugge K, Willinsky R, Wallace MC. The natural history and management of intracranial dural arteriovenous fistulae. Part 2: aggressive lesions. *Interv Neuroradiol.* 1997;20:303-311.

Gross BA, Du R. Surgical treatment of high grade dural

arteriovenous fistulae. *J Clin Neurosci.* 2013;20:1527-1532.

Hwang G, Kang HS, Oh CW, Kwon OK. Surgical obliteration in superior petrosal sinus dural arteriovenous fistula. *J Korean Neurosurg Soc.* 2011;49:222-225.

Liu JK, Dogan A, Ellegala DB, Carlson J, Nesbit GM, Barnwell SL, Delashaw JB. The role of surgery for high-grade intracranial dural arteriovenous fistulas: Importance of obliteration of venous outflow. *J Neurosurg.* 2009;110:913-920.

Lucas CP, Zabramski JM, Spetzler RF, Jacobowitz R. Treatment for intracranial dural arteriovenous malformations: a meta-analysis from the English language literature. *Neurosurgery.* 1997;40:1119-1130; discussion 1130-1132.

Javadpour M, Wallace MC. (2012) Surgical Management of Cranial Dural Arteriovenous Fistulas in A Quinones-Hinojosa (Eds.), Schmidek and Sweet ' s Operative Neurosurgical Techniques, Saunders, Philadelphia, PA.

Miller NR. Dural carotid-cavernous fistulas: Epidemiology, clinical presentation, and management. *Neurosurg Clin N Am.*2012;23:179-

192.

Sarma D, ter Brugge K. Management of intracranial dural arteriovenous shunts in adults. (Review). *Eur J Radiol.*2003;46:206-220.

Winn RH. Treatment of other intracranial dural arteriovenous fistulas, in: Youman' s Neurological Surgery. Philadelphia: Saunders,2011.