

· 综 述 ·

颅内假性动脉瘤的治疗进展

赵曰圆 综述 孙荣辉 马廉亭 审校

【关键词】 颅内假性动脉瘤;分类;治疗  
【文章编号】 1009-153X(2022)02-0121-04 【文献标志码】 A 【中国图书资料分类号】 R 743.9

颅内假性动脉瘤约占颅内动脉瘤的 1%,病死率、致残率较高<sup>[1]</sup>。颅内假性动脉瘤的自然病程仍不清楚。有学者根据对外伤性假性动脉瘤形成的动物模型研究,将外伤性假性动脉瘤的形成分为四个阶段:血管破裂血肿形成期、假性动脉瘤形成前期、假性动脉瘤形成期及假性动脉瘤增大破裂出血期<sup>[2]</sup>。目前,假性动脉瘤的治疗方式仍存争议。降低破裂率与病死率的关键是早期诊断并尽早治疗。本综述概述了颅内假性动脉瘤的病因、病理生理学、临床表现、影像学表现,着重讨论了颅内假性动脉瘤治疗进展。

1 颅内假性动脉瘤的病因分类

1.1 外伤性假性动脉瘤 头颈部外伤是导致颅内假性动脉瘤的主要原因,常见于交通事故伤、锐器穿刺伤、坠落伤以及头部钝挫伤。受伤机制可分为直接损伤以及间接损伤<sup>[3]</sup>。外伤性假性动脉瘤在前循环比较常见,累及后循环的病例较少。大多数发生在颈内动脉床突段以及大脑前动脉及其分支,特别是胼周动脉和胼缘动脉。外伤性假性动脉瘤在儿童中更为常见。

1.2 医源性假性动脉瘤 医源性假性动脉瘤的发生机制与医疗操作相关所致的血管损伤,最常见于经鼻蝶入路手术或鞍区肿瘤经颅手术,也有桥小脑角区手术的报道,还文献报道机械取栓以及支架成形术后发生假性动脉瘤。有报道放置脑室外引流管术后出现大脑前动脉远端假性动脉瘤,并进行夹闭包裹术治疗<sup>[4]</sup>。有报道右侧大脑中动脉分叉部动脉瘤

夹闭术中行终板造瘘,随后出现大脑前动脉假性动脉瘤,最终进行弹簧圈栓塞治疗<sup>[5]</sup>。还有报道极为罕见的动静脉畸形行立体定向放射治疗后发生假性动脉瘤破裂出血<sup>[6]</sup>。

1.3 感染性假性动脉瘤 细菌、真菌以及特殊细菌例如结核杆菌等都可以诱发感染性假性动脉瘤,年轻人多见,好发于前循环,可多发病,病死率更高。这类动脉瘤的诊断除了 DSA 影像证据外,还需感染源的佐证。致病菌以金黄色葡萄球菌及肠杆菌属最多见<sup>[7]</sup>,其次为肠球菌属、假单胞菌属和棒状杆菌属。真菌性颅内假性动脉瘤较为少见,仅见于糖尿病和免疫缺陷病人。有报道 1 例小脑前下动脉远端霉菌感染性假性动脉瘤,临床表现和内听道型听神经瘤相似<sup>[8]</sup>。

1.3 其它原因所致的颅内假性动脉瘤 除了创伤和感染因素外,动脉壁退行性改变,如动脉硬化、马凡氏综合征、囊性坏死、中膜粘液样变性、纤维肌发育不良、节段性溶血性动脉炎等可能是导致假性动脉瘤的原因。Ding 等<sup>[9]</sup>报道 2 例 Wills 环假性动脉瘤,术后病理证实动脉粥样硬化是假性动脉瘤形成的主要原因。

2 颅内假性动脉瘤的形成机制及分期

颅内假性动脉瘤形成是因为血管壁全层损伤或破裂出血,出血外溢形成血肿,血肿腔液化同时周边逐渐机化形成纤维组织包膜。由于动脉搏动压力不断冲击,加之血肿液化使动脉破口与血肿腔相通,形成搏动性血肿,其囊壁没有完整的血管壁结构,最终导致假性动脉瘤破裂。放疗后出现的假性动脉瘤病理检查显示弹性层缺失,慢性炎性细胞浸润,辐射导致的血管壁炎症和血管壁变性可能是诱发假性动脉瘤的原因。依据实验研究提出早期假性动脉瘤的形成过程分成 4 期:动脉损伤血肿形成期,约 3 d 或稍长时间;假性动脉瘤形成前期,4~10 d;假性动脉瘤

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2022.02.018  
作者单位:武汉 430070,中国人民解放军中部战区总医院神经外科、中国人民解放军神经外科研究所、国家级重点学科神经外科(赵曰圆、孙荣辉、马廉亭)  
通讯作者:孙荣辉,E-mail:847900959@qq.com

形成期;瘤体增大期,1 个月左右。

### 3 颅内假性动脉瘤的临床表现

颅内假性动脉瘤可表现为颅内出血、鼻出血、颅神经麻痹、头痛、癫痫等。颅内出血最为常见,可表现为反复的蛛网膜下腔出血、脑内血肿、脑室内出血等。鼻腔出血是颈内动脉海绵窦段假性动脉瘤的常见症状。部分假性动脉瘤病人就诊耳鼻喉科,行活检发现异常的“肿物”而确诊。颈内动脉海绵窦段的假性动脉瘤可出现Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ1~2、Ⅵ颅神经以及眼动脉损伤的临床症状。单侧失明、眼眶骨折和大量鼻出血等典型的三联征几乎是此部位假性动脉瘤的特征性表现<sup>[10]</sup>。

### 4 颅内假性动脉瘤的影像学检查

颅内假性动脉瘤的诊断方法包括彩色多普勒超声、CT、MRI、CTA、MRA、DSA 等,其中 DSA 是诊断假性动脉瘤的金标准。DSA 可清晰地显示颅内假性动脉瘤的部位、大小、形态及与载瘤动脉毗邻关系。第一次 DSA 阴性的病人,但临床症状强烈怀疑假性动脉瘤时,应该在短时间内复查 DSA,建议血管损伤后 1~2 周进行 DSA 检查。近年来,多模态影像融合技术提供的多模态融合影像,如 DSA/CT、DSA/MRI 与 DSA/MRA 可精准判别假性动脉瘤壁厚薄、瘤腔内有无血栓。

### 5 颅内假性动脉瘤的治疗方法

颅内假性动脉瘤的治疗原则是:修复破损的血管壁,隔绝假性动脉瘤的血液,保持载瘤动脉通畅性,保留重要分支血管。颅内假性动脉瘤的治疗方式包括显微手术、血管内治疗、复合手术治疗以及保守治疗。

5.1 显微手术 传统外科治疗包括手术切除瘤体和载瘤动脉重建,包括颈内动脉夹闭结扎、假性动脉瘤孤立术、闭塞载瘤动脉合并血管分流术等。我们曾报道 1 例 25 岁女性交通事故致多发伤病人,术前 DSA 显示左侧大脑前动脉 A2 段及胼周动脉多发假性动脉瘤,3D-DSA 与 MRI 融合影像精确定位,在神经导航指引下,一期手术完成两个动脉瘤夹闭并切除,术后病理证实为假性动脉瘤,术中图像融合技术可以帮助精确定位,缩短手术时间,降低手术难度及风险<sup>[11]</sup>。术中建议采用神经电生理监测、术中荧光造影、术中超声等手段辅助,同时准备合适的开窗夹或跨血管夹,准备术中缝合、血管分流、血管移植替

代等技术以及手术替代方案。

#### 5.2 血管内治疗

5.2.1 单纯弹簧圈栓塞 因为假性动脉瘤缺乏真正的血管壁,单纯弹簧圈栓塞存在穿破瘤壁的风险,甚至移位,血流仍然会搏动性冲击瘤颈,导致复发。因此单纯弹簧圈栓塞并不是治疗颅内假性动脉瘤的首选方案,但在动脉末梢或者皮层分支,闭塞瘤体以及载瘤动脉不会引起重要神经功能缺失的情况下,可以考虑实施此种方法。

5.2.2 应用支架辅助弹簧圈填塞 支架辅助栓塞最为常用,支架会改变瘤体血流动力学。瘤颈处的修复是闭塞瘤体的关键。常用支架包括 Neuroform、LVIS、Solitaire、LEO 和 Enterprise 支架等,为了增加瘤颈处的金属覆盖率,可采用支架重叠技术,或选择网孔较密的支架,比如 LVIS、LVIS Jr、LEO 及 LEObaby 支架等“半密网支架”,增加血流导向的作用,增加瘤颈处的金属网孔覆盖率。在瘤颈处进行支架的“推挤技术”目的也是增加瘤颈处的金属覆盖率。支架置入术后需要密切监测凝血功能、血小板活化功能以及血栓弹力图的指标,完善相关药物代谢基因检测,给与个体化的抗血小板治疗方案。

5.2.3 血流导向装置治疗 新型血流导向装置在临床上应用于颅内复杂动脉瘤的治疗,常见的包括 Silk、Pipeline、Surpass、Fred、P64、P48 及国产 Tubridge 等。PED 具有强大的血流导向作用,能够治疗颅内复杂动脉瘤等,可用于颅内假性动脉瘤的治疗。Faria 等报道 23 例 PED 治疗的颅内夹层动脉瘤,其中 10 例进行至少 6 个月随访,9 例动脉瘤完全闭塞。目前, PED 在颅内假性动脉瘤治疗中的应用缺乏大宗病例报道。Amenta 等<sup>[12]</sup>报道 1 例 64 岁女性在鼻窦手术后发生医源性颈内动脉岩骨段动脉瘤, PED 治疗 4 个月时假性动脉瘤闭塞。Giorginni 等<sup>[13]</sup>报道 1 例 20 岁男性,患有 2 个大脑前动脉瘤外伤性假性动脉瘤, PED 治疗 6 个月 DSA 复查示动脉瘤消失。Zanaty 等<sup>[14]</sup>使用 PED 治疗 1 例 55 岁男性经蝶窦内窥镜手术损伤脉络膜前动脉发生假性动脉瘤,术后即刻造影显示假性动脉瘤闭塞,但没有长期随访。Sami 等<sup>[15]</sup>报道 8 例颅内假性动脉瘤,包括 6 例外伤性、2 例医源性,造影随访显示,除 1 例接近完全闭塞外,另 7 例达到完全闭塞,未观察到缺血或支架相关狭窄事件。有文献报道 1 例病人在 PED 后出现颈内动脉海绵窦瘘,并成功地进行二次 PED 栓塞治疗。应用 PED 治疗颅内假性动脉瘤具有良好的闭塞率,期间需要长时间的抗血小板治疗,有潜在颅内出血的风



险。因此,血流导向装置治疗颅内假性动脉瘤的安全性,需要进行更大样本的前瞻性临床研究。

**5.2.4 Willis 覆膜支架治疗** 覆膜支架的治疗机制是血管腔内隔绝原理,将动脉瘤隔离在血液循环外并重建载瘤动脉管腔,瘤腔内逐渐形成血栓并机化,直至闭塞。若能够避开重要血管穿支并提高柔顺性,理论上是最为理想的治疗方法<sup>[16]</sup>。Van Nieuwenhove 等<sup>[17]</sup>最早报道使用自体静脉覆盖支架成功治疗 20 例医源性外伤性颈内动脉 C4 段假性动脉瘤。文献报道,使用 Willis 覆膜支架存在管腔狭窄、术中支架塌陷入假性动脉瘤腔及“内漏”等问题<sup>[17-19]</sup>。内漏是指支架释放后与载瘤动脉之间存在持续的血流冲击,内漏的潜在原因包括 Willis 覆膜支架型号与载瘤动脉管径不匹配、载瘤动脉管腔粗细不均匀、病变血管迂曲、短暂性的血管痉挛、支架移位以及支架覆膜破裂等<sup>[20,21]</sup>。部分病人可以选择观察,同时辅助性给予颈动脉压迫,远期来看内漏也可以消失。Willis 覆膜支架被限制使用于特定的颈内动脉解剖部位,最常见的是颈内动脉的 C5~C7 段,支架释放时要考虑是否会影响到颈内动脉颅内段重要的血管分支及穿支。有报道称在眼动脉和颈外动脉存在沟通代偿的情况下,必要时可以牺牲眼动脉,因为脉络膜前动脉供血区域在视束、内囊及大脑脚重要区域<sup>[22]</sup>,释放支架时要避开脉络膜前动脉。非胚胎型后交通动脉在后循环血流代偿良好的情况下,闭塞也不会出现严重后果。垂体上动脉分支数量及发出位置均存在差异,有病例报道闭塞后出现严重视力障碍<sup>[23]</sup>。支架内狭窄是 Willis 覆膜支架置入术后远期的并发症之一。内膜增生是支架内狭窄的主要病理基础<sup>[24]</sup>。

**5.3 复合手术** 复合手术是将血管内治疗同开放性手术结合治疗复杂的用单一方法无法治疗的外伤性假性动脉瘤,提高手术成功率,缩短手术时间。“复合手术”这一概念,1996 年由英国学者 Angelini 提出。从概念定义追溯历史,1973 年,Black 就报道用“放风筝”法治疗外伤性颈动脉海绵窦瘘<sup>[25]</sup>。我院 1978 年学习 Black 等方法治疗 3 例外伤性颈动脉海绵窦瘘<sup>[26]</sup>;1979 年又率先用于治疗颅底战伤高位颈内动脉静脉瘘获得成功<sup>[27]</sup>,随访 39 年效果满意<sup>[28]</sup>。2010 年,《中华外科杂志》刊出多篇论著均将“复合手术”译为“杂交手术”,经马廉亭教授多次呼吁并发表评论建议改译为“复合手术”而获得国内认同<sup>[29]</sup>。目前,复合手术治疗复杂脑血管疾病及颅底、颈部、邻近躯干无法使用血管外止血带控制出血的外伤性急诊出血、假性动脉瘤与动静瘘,而创用“血管内止血带”辅

助控制出血安全完成血管修复、假性动脉瘤与瘘切除与血管重建的复合手术<sup>[30]</sup>,也成为一种趋势。对于易破裂的颅内假性动脉瘤而言,无论是手术孤立或夹闭瘤体,亦或是行辅助性血管分流术,术中 DSA 即刻影像都可以帮助迅速确定病变切除有无残留,或者分流血管的通畅性,从而避免反复操作或者二次手术引起的并发症。针对侵袭性颅内肿瘤、颅内大血管被包裹的颅底肿瘤,在复合手术室,可以尽快的明确损伤血管的程度和性质,一边进行临时血管内阻断止血挽救生命,一边可以采取介入手段修复医源性的血管损伤。我们曾报道 1 例经鼻蝶入路切除侵袭性垂体瘤病人,术中损伤颈内动脉海绵窦段,给与压迫止血后,迅速行股动脉插管 DSA 造影示患侧颈内动脉破裂伴出血,紧急予以 Willis 覆膜支架置入,术后病人痊愈出院,DSA 随访示颈内动脉通畅<sup>[31]</sup>。复合手术是解决复杂脑血管疾病最有效、最安全的治疗方法,也是近年来脑血管外科发展的最新理念和最大亮点,是脑血管外科未来发展的方向之一。

**5.4 保守治疗** 虽然颅内假性动脉瘤的病死率很高,但这些数据来源于文献综述及收集的病例报告,没有大宗的假性动脉瘤的病例研究,因此,这些假性动脉瘤的真实自然病程尚不清楚,完全自发消失的假性动脉瘤也相对罕见。闭塞机制可能是因为血管对损伤的重构反应以及自发性血栓形成。出血的颅内假性动脉瘤保守治疗是一种危险的选择。

总之,颅内假性动脉瘤是一种少见的特殊类型的颅内动脉瘤,具有较高病死率和致残率。早期诊断和治疗至关重要。血管内治疗,包括无支架或支架辅助的弹簧圈栓塞、覆膜支架、血流导向装置,在治疗颅内假性动脉瘤时,需根据动脉瘤、载瘤动脉、侧支循环的具体情况,兼顾支架的输送性、顺应性、贴壁性、径向支撑力等来选择适宜的支架及释放技术进行支架辅助栓塞,围手术期采取充分的个体化抗血小板治疗,减少围手术期并发症。显微手术可能是一个合适的替代方案,在无法接受血管内治疗的情况下,显微手术也可以获得良好的临床效果。

我们提供几点建议:①颅内非外伤性动脉瘤破裂后形成假性动脉瘤比较少见,影像学表现为瘤体延迟显影、造影剂延迟循环及滞留,晚期病变周围显影模糊以及易变化的形态,以上 DSA 特征应考虑颅内假性动脉瘤形成的可能。②蝶窦部位手术以及颌面部外伤后的反复鼻腔出血行血管造影是必要的,同时应注意有无假性动脉瘤的发生。③DSA 是诊断

颅内假性动脉瘤的金标准,首次 DSA 阴性的病人,有必要 2 周左右再次复查 DSA,行开颅手术治疗颅内假性动脉瘤的病人,取其病理组织检查,作为诊断假性动脉瘤的金标准。④下列情况应高度重视:闭合性颅脑损伤后出现急性神经功能恶化的病人考虑外伤后假性动脉瘤的存在;假性动脉瘤可发生在轻度闭合性颅脑损伤后,在儿童尤为常见。⑤尽快尽早手术夹闭或血管内栓塞是治疗颅内假性动脉瘤并降低病死率、致残率的关键。

### 【参考文献】

- [1] Larson PS, Reisner A, Morassutti DJ, *et al.* Traumatic intracranial aneurysms [J]. *Neurosurg Focus*, 2000, 8(1): e4.
- [2] 马廉亭,郑玉明,楚宪襄. 创伤性假性动脉瘤与动静脉瘘 [M]. 河南科学技术出版社, 2002. 52-72.
- [3] Aarabi B. Traumatic aneurysms of brain due to high velocity missile head wounds [J]. *Neurosurgery*, 1988, 22: 1056-1063.
- [4] Raygor KP, Mooney MA, Snyder LA, *et al.* Pseudoaneurysm of distal anterior cerebral artery branch following external ventricular drain placement [J]. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*, 2016, 12(1): 77-82.
- [5] Bartoš R, Lodin J, Hejl A, *et al.* The iatrogenic development of an anterior cerebral artery pseudoaneurysm during lamina terminalis fenestration—genesis, diagnosis and therapy: lessons learned [J]. *Brain Sci*, 2020, 10(6): 357.
- [6] Tsang ACO, Wong DPH, Cheuk W, *et al.* Pseudoaneurysm formation and rupture after stereotactic radiotherapy for cerebral arteriovenous malformation: a case report and review of literature [J]. *Br J Neurosurg*, 2021, 35: 116-118.
- [7] Tunkel AR, Kaye D. The neurologic complications of infective endocarditis [J]. *Neurol Clin*, 1993, 11: 419.
- [8] DiMaio S, Mohr G, Dufour JJ, *et al.* Distal mycotic aneurysm of the AICA mimicking intracranial acoustic neuroma [J]. *Can J Neurol Sci*, 2003, 30(4): 388-392.
- [9] Ding H, You C, Yin H. Nontraumatic and noninfectious pseudoaneurysms on the circle of Willis: 2 case reports and review of the literature [J]. *Surg Neurol*, 2008, 69(4): 414-417.
- [10] Halbach VV, Higashida RT, Dowd CF, *et al.* Cavernous internal carotid artery aneurysms treated with electrolytically detachable coils [J]. *J Neuroophthalmol*, 1997, 17: 231-239.
- [11] 赵曰圆,李俊,陈刚,等. DSA, CT 与 MRI 融合影像对颅内多发假性动脉瘤的诊治价值(附 1 例报告并文献复习)[J]. *中国临床神经外科杂志*, 2015, 20(7): 407-409.
- [12] Amenta PS, Starke RM, Jabbour PM, *et al.* Successful treatment of a traumatic carotid pseudoaneurysm with the Pipeline stent: case report and review of the literature [J]. *Surg Neurol Int*, 2012, 3: 160.
- [13] Giorgianni A, Pellegrino C, Minotto R, *et al.* Flow-diverter stenting of post-traumatic bilateral anterior cerebral artery pseudoaneurysm: a case report [J]. *Interv Neuroradiol*, 2015, 21(1): 23-28.
- [14] Zanaty M, Chalouhi N, Jabbour P, *et al.* The unusual angiographic course of intracranial pseudoaneurysms [J]. *Asian J Neurosurg*, 2015, 10(4): 327-330.
- [15] Sami MT, Gattozzi DA, Soliman HM, *et al.* Use of Pipeline™ embolization device for the treatment of traumatic intracranial pseudoaneurysms: case series and review of cases from literature [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2018, 169: 154-160.
- [16] Stager V, Gandhi R, Stroman D, *et al.* Traumatic internal carotid artery injury treated with overlapping bare metal stents under intravascular ultrasound guidance [J]. *J Vasc Surg*, 2011, 53(2): 483-486.
- [17] Van Nieuwenhove Y, Van den Brande P, van Tussenbroek F, *et al.* Iatrogenic carotid artery pseudoaneurysm treated by an autologous vein-covered stent [J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 1998, 16(3): 262-265.
- [18] Li MH, Li YD, Tan HQ. Treatment of distal internal carotid artery aneurysm with the willis covered stent: a prospective pilot study [J]. *Radiology*, 2009, 253(2): 470-477.
- [19] Tan HQ, Li MH, Li YD, *et al.* Endovascular reconstruction with the Willis covered stent for the treatment of large or giant intracranial aneurysms [J]. *Cerebrovascular Dis*, 2011, 31(2): 154-162.
- [20] Zhu YQ, Li MH, Lin F, *et al.* Frequency and predictors of endoleaks and long-term patency after covered stent placement for the treatment of intracranial aneurysms: a prospective, non-randomised multicentre experience [J]. *Eur Radiol*, 2013, 23(1): 287-297.
- [21] Saatci I, Cekirge HS, Ozturk MH, *et al.* Treatment of internal carotid artery aneurysms with a covered stent: experience in 24 patients with mid-term follow-up results [J]. *Am J Neuroradiol*, 2004, 25: 1742.