

· 专家共识 ·

颅内夹层动脉瘤的血管内治疗 中国专家共识



中华医学会神经外科学分会神经介入学组
中国医师协会神经外科医师分会神经介入专业委员会

颅内夹层动脉瘤 (intracranial dissecting aneurysm, IDA) 是指颅内动脉的内膜和中膜之间或中膜和外膜之间发生病理性夹层, 导致动脉壁膨出, 发生动脉瘤样扩张的病变^[1]。IDA 可发生于各个年龄段, 但以青年和中年为高发期, 是卒中发生的重要原因之一。IDA 好发于椎动脉, 其次是基底动脉和颈内动脉。该疾病的临床表现多样, 与病变血管壁的病理损伤模式和管腔构型密切相关, 可有头痛、蛛网膜下腔出血 (subarachnoid hemorrhage, SAH)、脑梗死和神经压迫症状等临床表现^[2-4]。IDA 的临床诊断主要依靠影像学检查。2016 年 11 月, 中国医师协会神经外科医师分会神经介入专业委员会、中国卒中学会神经介入分会以及中国医师协会神经外科医师分会青年医师委员会共同组织全国知名专家撰写并发布了《颅内动脉夹层的影像学诊断中国专家共识》。该共识初步提出了颅内动脉夹层的临床影像学诊断和分型标准^[5], 为该疾病提供了规范化的诊断标准。

随着介入材料的不断进步, 血管内治疗逐渐成为 IDA 的主要治疗方式。然而, 血管内治疗的适应证把握、具体治疗方式的选择以及血管内治疗的安全性、有效性等问题临床上尚存争议。临床医生治疗该疾病多依据个人的经验, 业界尚无关于 IDA 的治疗指南或共识, 目前亟需制定行业共识来规范我国对 IDA 的血管内治疗。因此, 中华医学会神经外科学分会神经介入学组、中国医师协会神经外科医师分会神经介入专业委员会组织全国知名专家共同撰写了本共识, 旨在为治疗该疾病提供参考, 规范该疾病的治疗流程, 提高治疗效果。

一、手术适应证的把握

IDA 一旦发生破裂出血, 尤其是在发病后 1 周内再破裂出血的风险很高^[6]。IDA 发生 SAH 的患

者病死率为 19% ~ 50%^[7]。因此, 推荐发生 SAH 的 IDA 患者在条件允许的情况下, 应尽早行血管内治疗或开颅手术干预。治疗适应证和手术方式应多学科会诊讨论, 多数治疗中心建议首选血管内治疗。

多数未破裂 IDA 的首发症状是头痛或缺血性症状, 少数表现为压迫症状。评估及预测未破裂 IDA 发生破裂出血和脑缺血症状的风险有助于优化治疗方案。但目前未破裂 IDA 的出血风险仍无有效的预测手段。有数据显示, 以脑缺血症状起病的 IDA, 后续随访中可出现 SAH, 但总体病死率相对较低 (0% ~ 3%)^[8]。伴有脑干压迫症状的 IDA, 可能出现症状持续进展或发生 SAH, 若无治疗干预, 2 年内的存活率低于 20%^[4,6]。早期的研究多推荐未破裂 IDA 的患者应尽早行手术或血管内治疗, 预防 IDA 破裂出血^[9]。但是, 近年来越来越多的研究认为 IDA 多数呈良性病程, 建议症状较轻的未破裂 IDA 患者先行保守治疗, 同时定期行影像学随访。保守治疗包括轻微症状的观察或对症治疗、急性卒中的治疗和再发缺血性卒中的预防性治疗。

推荐意见: (1) 对于破裂的 IDA, Hunt-Hess 分级 I ~ IV 级能耐受手术的患者, 建议在有条件的医院尽早行血管内治疗; 部分 Hunt-Hess 分级 V 级的患者, 建议先给予生命支持治疗, 病情稳定后再考虑血管内治疗。 (2) 对于未破裂的 IDA, 评估 - 预测未破裂 IDA 发生 SAH 和脑缺血症状的风险有助于优化治疗方案。一般原则是: 无任何相关症状, 且形态规则、体积较小的未破裂 IDA, 不推荐抗血小板聚集药物治疗^[10]; 有新发症状可随时行影像学复查, 无症状者可每 6 个月定期行影像学复查; 有缺血相关症状的患者, 建议口服抗血小板聚集药物治疗; 对于反复缺血发作, 或伴有神经系统 (特别是脑干) 压迫症状, 或 IDA 影像学随访中出现体积增大或形态学变化, 建议行血管内治疗, 以减少缺血发作、减轻症状以及降低破裂风险^[9,11-12]。 (3) 当双侧椎动脉

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-2346.2018.08.001

通信作者: 杨新健, 100050 首都医科大学附属北京天坛医院神经介入科, 北京市神经外科研究所, Email: yangxinjian@voiceoftiantan.org

IDA 合并 SAH 时,如果破裂侧别较易判断,对破裂侧椎动脉进行闭塞不作为首选,因为闭塞破裂侧椎动脉后对侧病变会因血流动力学的改变而增加破裂出血的风险。因此,推荐破裂侧病变采用血管内重建性治疗,对侧未破裂病变可考虑一期重建性治疗或分期重建性治疗^[13];如果患者夹层出血的位置不能确定,为了避免对潜在的、未得到处理的急性出血性夹层造成血流动力学压力的增加,推荐采用一期重建性治疗处理双侧椎动脉夹层^[13]。

二、血管内治疗的方式及技术要点

血管内治疗的目的是减少或阻断 IDA 内的血流,修复破损的内膜,避免 IDA 继续进展或破裂引起 SAH 或脑出血,减少缺血性事件的发生以及减轻对周围脑组织或脑神经等的压迫症状。治疗方式包括闭塞性治疗和重建性治疗。闭塞性治疗即采用栓塞材料闭塞载瘤动脉;而重建性治疗则借助血管内支架保持载瘤动脉通畅,同时利用栓塞材料和支架的血流导向作用促进动脉瘤腔内的血栓形成,达到栓塞动脉瘤并重建夹层病变血管的目的。单纯弹簧圈栓塞 IDA,不易完全闭塞 IDA,且单纯动脉瘤腔内栓塞后有破裂出血的风险(占 33%)^[14],因此不推荐用于治疗 IDA。

(一)血管内闭塞性治疗:血管内闭塞性治疗的目的是阻断血流进入夹层病变段血管内,包括载瘤动脉近端闭塞术和 IDA 及载瘤动脉闭塞术。

1. 载瘤动脉近端闭塞术:目前在临床上应用的越来越少,主要因为载瘤动脉近端闭塞后远端可能出现逆向血流代偿,从而导致夹层继续进展,有动脉瘤复发和再出血的风险^[15]。也有学者认为,如果夹层病变不累及重要分支,载瘤动脉近端闭塞效果较好;累及小脑后下动脉等重要分支则是预后不良的危险因素^[16]。

2. IDA 及载瘤动脉闭塞术:该术式是 IDA 最有效的治疗方式,可以同时闭塞夹层病变近端及远端,避免血流逆流进入 IDA 内引起破裂出血,被认为是治疗出血性 IDA 最可靠的技术。但也存在着术后出血、缺血以及占位效应加重等潜在并发症。选择该术式有前提条件,即要求闭塞后的代偿血供充分^[17]。在永久性闭塞之前,有时需要行球囊闭塞试验评估侧支循环情况,期间需要监测患者的神经功能情况。若侧支循环不完全,闭塞性治疗可能引起脑梗死。当病变累及重要分支(如小脑后下动脉、小脑前下动脉、小脑上动脉、基底动脉大的穿支动脉等);或病变位于优势侧椎动脉,对侧椎动脉发育不良或缺如;或存在其他代偿不充分的情况,则不能单

独施行载瘤动脉闭塞术,可采用支架重建性治疗或载瘤动脉闭塞术联合搭桥手术来治疗。

技术操作要点:该术式先将微导管置入夹层段动脉,使用弹簧圈对动脉瘤腔以及载瘤动脉由远端向近端进行填塞。如果载瘤动脉不影响重要分支,为了避免 IDA 再次复发,强调近心端至少 2 ~ 5 mm 的正常动脉也要进行栓塞^[18]。

(二)血管内重建性治疗

血管内重建性治疗包括支架结合弹簧圈栓塞术和单纯支架置入术。使用支架技术的目的是覆盖夹层病变段的血管和动脉瘤,重塑病变段血管,减少进入夹层病变内的血流。随着材料和技术的进展,目前重建性治疗的可靠程度逐渐提高,临床应用比例也逐渐增加。

1. 支架结合弹簧圈栓塞术:该术式已成为血管内治疗 IDA 的重要方式,理论上不仅可闭塞 IDA,同时可保持载瘤动脉的通畅^[19-20]。许多文献报道显示,应用支架结合弹簧圈栓塞治疗 IDA 取得了良好的效果^[19-20];但该方法仍存在术后出血和复发等风险,其疗效还有待于长期的临床观察。支架置入术治疗 IDA 的原理在于置入支架减缓甚至改变了动脉瘤腔内的血流,促进动脉瘤腔内的血栓形成,同时支架的径向支撑力压迫内膜瓣使其贴附于血管壁,使 IDA 闭塞;另外,支架还可作为新生血管内皮细胞附着的框架,促进内皮的修复,达到解剖愈合^[21]。有研究证实,近年来兴起的新型血流导向装置(Pipeline 支架、Tubridge 支架等)在 IDA 的治疗中取得了良好的治疗效果^[22-24]。但由于 IDA 常发生于穿支动脉较多的区域,血流导向支架置入术后相关穿支事件仍是临床需要关注的风险。近期一项基于破裂椎-基底动脉夹层动脉瘤的回顾性研究显示,血流导向装置治疗与载瘤动脉闭塞术相比,具有相似的有效性和安全性^[25]。因此,血流导向支架在急性破裂 IDA 中的应用仍有待于进一步评估。

2. 单纯支架置入术:该术式一般主要用于未破裂 IDA 的治疗。支架置入术后数月需要口服抗血小板药物治疗,可能会增加出血的风险^[9]。因此,单纯支架应用于破裂性 IDA 目前尚存在较大争议^[26]。有研究报道,采用多支架重叠放置技术、提高支架的金属覆盖率或使用新型血流导向装置能增加血流导向作用,提高支架治疗 IDA 的效果^[27-28],但其作用尚需更多的临床研究来验证。近年来,国产 Willis 覆膜支架以其良好的顺应性在颅内动脉瘤的治疗方面带来了一定的突破^[29-30]。对于夹层节

段较小、无重要分支且血管条件允许支架到位的 IDA,也可选用 Willis 覆膜支架治疗。但因覆膜支架手术适应证的选择较严格,目前在 IDA 治疗中的应用仍较局限。

技术操作要点:IDA 的重建性治疗多采用支架结合弹簧圈栓塞术。选用支架前需精确测量夹层病变段动脉的长度,选用型号合适的支架,保证支架释放后能覆盖到夹层病变的全段,并尽量做到支架超出病变远近端至少各 5 mm,以减少病变复发。如果条件允许,优先选用高金属覆盖率支架或采用多支架重叠释放技术。由于 IDA 在数字减影血管造影(DSA)的形态学表现多样,可表现为梭形扩张(夹层病变环形累及病变段血管)、侧方突出(横断面上夹层病变仅累及部分管壁,未环形累及全部管壁)或不典型扩张(DSA 仅见不典型扩张,可见夹层病变血管段对比剂滞留)。IDA 呈梭形扩张时,破裂出血点常较难判断,多先进行瘤腔内的弹簧圈栓塞,再使用预留的支架导管释放支架(支架后释放技术),能进一步压缩前期释放的弹簧圈,达到动脉瘤瘤腔内弹簧圈分布均匀致密栓塞的目的。当 IDA 呈侧方突出时,出血点一般为侧方最突出部位,因此先重点填塞动脉瘤瘤顶,然后填塞瘤体和瘤颈。为了减少复发,通过提前到位的支架导管在载瘤动脉释放支架;也可以先释放支架,然后通过支架的网眼进行栓塞(Mesh 技术)。而对于 DSA 显示为不典型扩张的 IDA,由于常无足够的空间来释放弹簧圈,或者是支架释放后损伤的内膜贴壁复位致使动脉瘤在 DSA 上不显影,因而无法填塞弹簧圈,建议使用单纯支架置入技术。IDA 常合并动脉瘤近心端或远心端的狭窄,如果载瘤动脉狭窄严重影响血管内操作或影响支架打开,可酌情使用球囊先行载瘤动脉扩张术,然后再行支架置入术^[31]。

三、血管内治疗的手术并发症

血管内治疗 IDA 的主要并发症有术中或术后出血、术中或术后缺血性并发症、术后占位效应加重以及术后复发等。

即使术前评估显示代偿血流充分,载瘤动脉闭塞后仍可能发生缺血性并发症^[11]。支架重建性治疗的患者术后可能出现术中或术后出血、脑缺血、脑神经麻痹等。据一项多中心研究报道,血管内治疗 IDA,脑或脊髓缺血的发生率为 6.2%,术后破裂或再出血的发生率为 1.8%,脑神经麻痹的发生率为 0.9%^[32]。由于多数为回顾性研究,文献报道可能低估了并发症的发生率或出现报道偏倚。

血管内治疗的长期疗效如何,目前还缺少大规模的临床研究来证实,血管内治疗后的复发是值得重视的问题。据报道,采用支架重建治疗 IDA 的复发率为 5%~26%^[33]。文献报道,影响 IDA 血管内治疗后复发的相关因素有:IDA 的大小、动脉瘤瘤腔内弹簧圈的栓塞程度、动脉瘤是否累及重要分支、支架的数量、病变区支架的金属覆盖率以及上述因素之间的交互作用等^[34-35]。

四、IDA 个体化分型的治疗原则

IDA 的临床影像学表现多种多样,不同病变类型的患者其临床表现、治疗方法和临床预后均存在较大差异。2016 年,《颅内动脉夹层的影像学诊断中国专家共识》将 IDA 分为 4 种亚型(图 1):经典型(I 型)、节段扩张型(II 型)、延长扩张型(III 型)以及局部巨大占位型(IV 型)^[34]。该分型方法在实践中证明能很好地指导 IDA 手术适应证的把握和治疗方式的选择,以下分别叙述各型的治疗原则。

1. 经典型(I 型):该型是 IDA 最常见的亚型,病理上以动脉壁的内弹力层断裂形成破口与血管腔相通,同时不伴内膜的增厚为特点^[4]。DSA、CT 血管成像(CTA)或磁共振血管成像(MRA)上表现为不规则梭形或瘤样扩张,伴近端和(或)远端狭窄

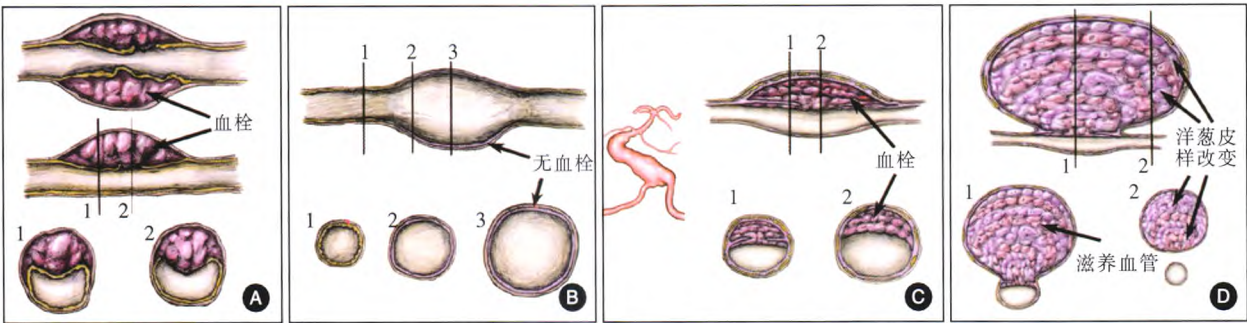


图 1 2016 年《颅内动脉夹层的影像学诊断中国专家共识》推荐的分型 A.经典型(I 型);B.节段扩张型(II 型);C.延长扩张型(III 型);D.局部巨大占位型(IV 型)(1、2、3 代表轴位的截面)

(串珠或线样征);高分辨率磁共振成像(HR-MRI)可见典型的内膜瓣和壁内血肿,壁内血肿直径常 ≤ 10 mm。临床上可表现为急性SAH、短暂性脑缺血发作或慢性头痛等症状。大多数破裂性病变呈急性病程,出血量较大时病情凶险,若不及时治疗,再出血的风险极大,可高达64.6%^[4]。但是,未破裂型病变大多呈良性病程,有的甚至能自愈^[36]。

治疗推荐意见:(1)破裂出血的I型IDA患者发生SAH后,如果能耐受手术,主张尽早行手术治疗。如果代偿血供充分,在目前的技术和材料条件下,血管内载瘤动脉闭塞术仍是防止再出血最可靠的手术方式,推荐首选。当载瘤动脉闭塞术应用受限时,推荐选择支架结合弹簧圈重建治疗。如果有向一侧突出的囊袋状动脉瘤结构,应尽量致密填塞。特别强调术后即刻出现可疑破裂点不显影时,采用多支架结合弹簧圈的重建性治疗比单支架结合弹簧圈治疗在降低再出血和复发方面具有优势。(2)未破裂I型IDA患者如果症状不严重或病变较小,建议先保守观察,定期行影像学随访。如果患者频繁出现症状或不断加重,或影像学上发现病变不断进展,则应行血管内治疗,支架辅助弹簧圈栓塞常可取得较好的效果。

2. 节段扩张型(II型):此型病变多数稳定,处于慢性修复期,大多可行保守观察。该型病理学特点为颅内动脉节段性梭形扩张,结构较对称,管腔内壁光滑无附壁血栓^[4]。但也有研究发现,此类病变并不一定稳定,在随访中发现病变直径不断增大,甚至有发生破裂的可能^[4]。II型患者的手术效果良好,但尚需进一步的、更大样本的研究来评估手术的获益和风险。

治疗推荐意见:(1)少量出血的病例,处理原则同出血性I型IDA。(2)未破裂II型IDA,若病变体积较小、形态规则,建议保守治疗并定期随访;若病变体积较大、形态不规则,在评估手术风险和获益后可进行提前干预,预防破裂出血。(3)对于缺血或压迫症状反复发作或进行性加重、或影像学上病变不断进展的患者,建议积极行血管内治疗。(4)未破裂II型IDA的血管内治疗应首选重建性治疗,支架辅助弹簧圈栓塞常可取得较好的效果。

3. 延长扩张型(III型)(巨长型):此型患者临床治疗较棘手,手术风险较高,患者能否从手术中获益,尚无明确的证据。该型多见于椎-基底动脉,受累及动脉异常迂曲、延长和扩张,内膜明显增厚伴内膜内和内膜外广泛血栓形成。该型的诊断主要依据

影像学检查,由于瘤内有血栓形成,DSA常不能显示病变全貌,需要结合MRI进一步评估。III型病变预后一般较差,可以出现脑干缺血和神经压迫症状,病变扩张到一定程度还可发生破裂出血。

目前,对该型病变的病因和危险因素缺乏有效的防治措施。无论是药物还是血管内治疗或手术治疗,均无系统的大规模研究。曾有过对椎-基底动脉延长扩张压迫脑干进行搭桥和减压手术治疗的报道,以及在药物治疗无效时应用血管内治疗有效的个案报道,但尚无业界共识,需要进一步系统地研究来探索^[37-38]。如果症状严重需要手术治疗,在代偿充分的情况下可选择载瘤动脉闭塞术。部分年轻患者,载瘤动脉闭塞术甚至能带来持久的症状缓解,甚至有行基底动脉闭塞成功治疗基底动脉IDA的报道^[39]。但部分病变累及重要动脉,如果闭塞载瘤动脉后代偿不充分,此种情况不得不选择支架重建术,然而,常规支架重建术治疗该型疾病的临床效果并不理想^[21]。近年来,新型血流导向支架的出现为该型IDA的治疗带来了新的希望,有使用新型血流导向支架治疗椎-基底动脉延长扩张症的报道,并取得了较好的临床效果^[40]。国内有报道采用并行支架治疗基底动脉IDA也取得了较好的疗效^[41]。但是无论是常规支架还是新型血流导向支架,重建手术的长期效果均需长期随访和大规模的研究进一步明确。

治疗推荐意见:(1)无症状性III型病变建议以随访为主,定期影像学复查以确定病变是否进展及进展速度。(2)以缺血症状起病的病例以抗血小板药物治疗为主。(3)对以出血或占位效应起病的病例,应充分评估病变的风险及治疗的风险,结合患者的预期寿命、基础状况、治疗意愿等综合因素后谨慎考虑进行干预性治疗。(4)在目前的技术条件下,如果代偿充分,载瘤动脉闭塞术可能是少数病例(特别是青少年患者)惟一的治愈方式,建议在神经电生理监测下首先进行球囊闭塞试验,如果试验阴性,可选择载瘤动脉闭塞术。(5)基于支架的重建治疗是可选择的治疗方法,短期内控制病变的发展可能有一定的作用,但长期的安全性和有效性均需进一步评估。(6)无论选择闭塞术还是支架重建术,术后均需影像学定期随访,监测IDA是否继续增大。

4. 局部巨大占位型(IV型):该型存在明显的巨大壁间血肿,壁间血肿内可见不同时期的出血,MRI上呈“洋葱皮”样改变,压迫周围脑组织,占位效应

明显。DSA 表现多样,也可无明显改变,动脉瘤腔也可部分显影,受累动脉可出现明显移位。DSA 有时能显示出代偿增粗的巨大壁间血肿的供血动脉^[42]。病理切片上有时能发现壁间血肿内滋养血管增生^[43]。该型病变治疗非常棘手。理论上,病变切除(伴或不伴动脉搭桥手术)是最彻底的治疗方式,但多数病变位于颅后窝,压迫脑干,开颅病变切除必要时联合血管搭桥术能解决占位效应,但常常伴随极大的手术风险^[43]。若代偿充分,载瘤动脉闭塞术是首选的治疗方式,对部分患者有效,症状能部分改善,且影像学随访病变稳定。但对于少数患者,虽然采取了载瘤动脉闭塞术,但症状仍持续加重,随访 MRI 显示占位效应不断增大^[44]。该型 IDA 使用传统支架重建性治疗效果不可靠,极易复发^[34]。目前,使用新型血流导向支架治疗该型疾病的报道很少,有效性需要进一步评估。该型患者最后常死于不断增大的占位效应导致脑干功能衰竭^[34]。

治疗推荐意见:(1)手术切除是理论上最有效的治疗方法,但要结合病变的解剖部位评估开颅手术切除的风险和获益后谨慎选择。(2)有充分代偿血流时,载瘤动脉闭塞术对部分病例可能有效,但术后需定期行 MRI 随访。(3)若不宜行开颅切除或载瘤动脉闭塞时,普通支架辅助弹簧圈栓塞效果常不理想,复发率较高。选用重叠支架或金属覆盖率高的支架可能在一定程度上降低复发率。(4)也可考虑使用新型血流导向装置,但目前的临床应用经验较少,且并发症的发生率相对较高,应慎重选择。

五、结语

1. 破裂出血的 I 型和 II 型 IDA:原则上只要患者能耐受手术,应尽早行血管内治疗。如动脉代偿良好,可首选血管内载瘤动脉闭塞术,疗效确切^[18]。但随着材料和技术的进步,临床上首选支架重建性治疗的病例占比逐渐增多。如果选择支架重建治疗,应通过瘤腔内致密栓塞、重叠支架等手段降低再出血的风险,并加强术后随访,及时发现复发。血流导向装置结合弹簧圈栓塞也是治疗选择之一。

2. 未破裂的 I 型和 II 型 IDA:首选保守治疗,同时行规律的 MRI 和 MRA 随访。其中,有缺血症状的患者给予抗血小板药物治疗;有头痛表现或其他不典型症状的患者给予对症治疗。经过保守治疗后,如果患者的症状持续不缓解或症状加重、或随访 MRI 显示病变不断增大,则需经过手术风险获益评估后方可考虑血管内治疗;当载瘤动脉闭塞术和支架重建性治疗(结合或不结合弹簧圈)均可选择的

情况下,推荐首选支架重建性治疗。

3. 无症状的 III 型 IDA:建议定期影像学随访。以缺血症状起病的病例建议行抗血小板药物治疗;对以出血或占位效应起病的 III 型患者,应充分评估病变的风险及治疗风险后谨慎考虑进行干预性治疗,如果代偿供血良好,首选载瘤动脉闭塞术。使用传统支架行重建性治疗的效果常不理想^[21]。血流导向装置的应用可能对部分病例效果较好,但尚需临床进一步研究来证明。

4. 未破裂的 IV 型 IDA:应尽早治疗,因为该型的壁间血肿有进行性增大的特点^[45]。手术切除是最有效的治疗方法,但要结合病变的解剖部位评估开颅手术切除的风险和获益后谨慎选择。无法开颅切除或切除风险极大时可考虑血管内载瘤动脉闭塞术,其次为支架结合弹簧圈栓塞术或单纯支架成形术。部分治疗棘手的病例,目前的各种血管内治疗方式均不能完全避免壁间血肿的持续增长^[44]。

IDA 的血管内治疗相对复杂,随着血管内治疗技术和材料的迅猛发展,治疗理念也在不断更新。本共识的内容是对该领域治疗经验的阶段性认识,需要不断更新。临床医生在处理该疾病时应参考本共识,使 IDA 的治疗更加规范化。本共识仅代表参与编写讨论专家的观点,不具备法律效力,解释权在本共识编写委员会。

共同执笔 杨新健(首都医科大学附属北京天坛医院)、刘建民(海军军医大学附属长海医院)、张义森(首都医科大学附属北京天坛医院)

共识专家组成员(按姓氏汉语拼音排序)

陈长青(中南大学湘雅医院)、陈铿(厦门大学附属中山医院)、陈健龙(海南省人民医院)、曹向宇(解放军总医院)、戴琳孙(福建医科大学附属第一医院)、范一木(天津市环湖医院)、冯大勤(广西医科大学第一附属医院)、冯文峰(南方医科大学南方医院)、高国栋(空军军医大学附属唐都医院)、高旭(沈阳军区总医院)、杭春华(南京大学医学院附属鼓楼医院)、黄德俊(宁夏医科大学总医院)、黄昌仁(西南医科大学附属医院)、何伟文(广州医科大学附属第二医院)、韩巨(山东省千佛山医院)、洪景芳(解放军福州总医院)、姜维喜(中南大学湘雅医院)、姬云翔(广州医科大学附属第二医院)、吕明(首都医科大学附属北京天坛医院)、李佑祥(首都医科大学附属北京天坛医院)、李侠(空军军医大学附属西京医院)、李宗正(宁夏医科大学总医院)、李宝民(解放军总医院)、李桂林(首都医科大学宣

武医院)、李永利(哈尔滨医科大学附属第二医院)、李森(吉林大学中日联谊医院)、梁传声(中国医科大学附属第一医院)、梁国标(沈阳军区总医院)、刘建民(海军军医大学附属长海医院)、刘新峰(南京军区总医院)、冷冰(复旦大学附属华山医院)、罗祺(吉林大学附属第一医院)、莽婧(吉林中日联谊医院)、买买提·艾力(新疆医科大学第一附属医院)、潘剑威(浙江大学附属第一医院)、秦超(广西医科大学附属第一医院)、任少华(山西省人民医院)、史怀璋(哈尔滨医科大学附属第一医院)、舒航(广东省人民医院)、万杰清(上海交通大学医学院附属仁济医院)、吴科学(西藏自治区人民医院)、吴红星(新疆维吾尔自治区人民医院)、汪阳(南昌大学附属第一医院)、王大明(北京医院)、王志刚(山东大学齐鲁医院)、王智(哈尔滨医科大学附属第四医院)、徐善才(哈尔滨医科大学附属第一医院)、徐斌(复旦大学附属华山医院)、徐翔(唐山工人医院)、许璟(浙江大学医学院附属第二医院)、谢晓东(四川大学华西医院)、肖福顺(天津医科大学总医院)、云强(内蒙古自治区人民医院)、杨新健(首都医科大学附属北京天坛医院)、杨大为(秦皇岛市第一医院)、杨铭(解放军武汉总医院)、张昌伟(四川大学华西医院)、张扬(安徽省立医院)、张义森(首都医科大学附属北京天坛医院)、张晓龙(复旦大学附属华山医院)、张鑫(南京军区总医院)、张鸿祺(首都医科大学宣武医院)、朱刚(陆军军医大学第一附属医院)、朱卿(苏州大学附属第二医院)、赵振伟(空军军医大学附属唐都医院)、邹建军(辽宁省人民医院)

参 考 文 献

- [1] Sikkema T, Uyttenboogaart M, Eshghi O, et al. Intracranial artery dissection[J]. Eur J Neurol, 2014, 21(6): 820-826. DOI: 10.1111/ene.12384.
- [2] Mizutani T. Natural course of intracranial arterial dissections[J]. J Neurosurg, 2011, 114(4): 1037-1044. DOI: 10.3171/2010.9.JNS10668.
- [3] Ahn SS, Kim BM, Suh SH, et al. Spontaneous symptomatic intracranial vertebrobasilar dissection: initial and follow-up imaging findings[J]. Radiology, 2012, 264(1): 196-202. DOI: 10.1148/radiol.12112331.
- [4] Mizutani T, Miki Y, Kojima H, et al. Proposed classification of nonatherosclerotic cerebral fusiform and dissecting aneurysms[J]. Neurosurgery, 1999, 45(2): 253-259; discussion 259-260.
- [5] 中国医师协会神经外科医师分会神经介入专业委员会, 中国卒中学会神经介入分会, 中国医师协会神经外科医师分会青年医师委员会. 颅内动脉夹层层的影像学诊断中国专家共识[J]. 中华神经外科杂志, 2016, 32(11): 1085-1094. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-2346.2016.11.003.
- [6] Schievink WI, Wijdicks EF, Piepgras DG, et al. The poor prognosis of ruptured intracranial aneurysms of the posterior circulation[J]. J Neurosurg, 1995, 82(5): 791-795. DOI: 10.3171/jns.1995.82.5.0791.
- [7] DeBette S, Compter A, Labeyrie MA, et al. Epidemiology, pathophysiology, diagnosis, and management of intracranial artery dissection[J]. Lancet Neurol, 2015, 14(6): 640-654. DOI: 10.1016/S1474-4422(15)00009-5.
- [8] Ono H, Nakatomi H, Tsutsumi K, et al. Symptomatic recurrence of intracranial arterial dissections: follow-up study of 143 consecutive cases and pathological investigation[J]. Stroke, 2013, 44(1): 126-131. DOI: 10.1161/STROKEAHA.112.670745.
- [9] Kim BM, Kim SH, Kim DI, et al. Outcomes and prognostic factors of intracranial unruptured vertebrobasilar artery dissection[J]. Neurology, 2011, 76(20): 1735-1741. DOI: 10.1212/WNL.0b013e31821a7d94.
- [10] Kai Y, Nishi T, Watanabe M, et al. Strategy for treating unruptured vertebral artery dissecting aneurysms[J]. Neurosurgery, 2011, 69(5): 1085-1091; discussion 1091-1092. DOI: 10.1227/NEU.0b013e3182262adf.
- [11] Kashiwazaki D, Ushikoshi S, Asano T, et al. Long-term clinical and radiological results of endovascular internal trapping in vertebral artery dissection[J]. Neuroradiology, 2013, 55(2): 201-206. DOI: 10.1007/s00234-012-1114-9.
- [12] Jeon P, Kim BM, Kim DI, et al. Emergent self-expanding stent placement for acute intracranial or extracranial internal carotid artery dissection with significant hemodynamic insufficiency[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2010, 31(8): 1529-1532. DOI: 10.3174/ajnr.A2115.
- [13] Zhao WY, Zhao KJ, Huang QH, et al. Single-stage endovascular treatment of subarachnoid hemorrhage related to bilateral vertebral artery dissecting aneurysms[J]. Interv Neuroradiol, 2016, 22(2): 138-142. DOI: 10.1177/1591019915617325.
- [14] Nakajima S, Tsukahara T, Minematsu K. A study of vertebrobasilar artery dissection with subarachnoid hemorrhage[J]. Acta Neurochir Suppl, 2010, 107: 45-49. DOI: 10.1007/978-3-211-99373-6_7.
- [15] Lubicz B, Leclerc X, Gauvrit JY, et al. Giant vertebrobasilar aneurysms: endovascular treatment and long-term follow-up[J]. Neurosurgery, 2004, 55(2): 316-323; discussion 323-326.
- [16] Ahn JY, Han IB, Kim TG, et al. Endovascular treatment of intracranial vertebral artery dissections with stent placement or stent-assisted coiling[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2006, 27(7): 1514-1520.
- [17] Kai Y, Hamada JI, Morioka M, et al. Endovascular coil trapping for ruptured vertebral artery dissecting aneurysms by using double microcatheters technique in the acute stage[J]. Acta Neurochir (Wien), 2003, 145(6): 447-451; discussion 451. DOI: 10.1007/s00701-003-0012-7.
- [18] Zhang Y, Lv M, Zhao C, et al. Endovascular treatment of ruptured vertebrobasilar dissecting aneurysms: Review of 40 consecutive cases[J]. Neurol India, 2016, 64 Suppl: S52-61. DOI: 10.4103/0028-3886.178043.
- [19] Wakhloo AK, Mandell J, Gounis MJ, et al. Stent-assisted reconstructive endovascular repair of cranial fusiform atherosclerotic and dissecting aneurysms: long-term clinical and angiographic follow-up[J]. Stroke, 2008, 39(12): 3288-3296. DOI: 10.1161/STROKEAHA.107.512996.
- [20] Wang Y, Yang X, Youxiang L, et al. Treatment of symptomatic fusiform aneurysm in basilar artery by stenting following coiling technique[J]. Turk Neurosurg, 2014, 24(1): 44-47. DOI: 10.5137/1019-5149.JTN.8017-13.1.
- [21] Li C, Li Y, Jiang C, et al. Stent alone treatment for dissections and dissecting aneurysms involving the basilar artery[J]. J Neurointerv Surg, 2015, 7(1): 50-55. DOI: 10.1136/

- neurintsurg-2013-010967.
- [22] Narata AP, Yilmaz H, Schaller K, et al. Flow-diverting stent for ruptured intracranial dissecting aneurysm of vertebral artery[J]. Neurosurgery, 2012, 70 (4): 982-988; discussion 988-989. DOI: 10.1227/NEU.0b013e318236715e.
- [23] Fischer S, Vajda Z, Aguilar PM, et al. Pipeline embolization device (PED) for neurovascular reconstruction: initial experience in the treatment of 101 intracranial aneurysms and dissections[J]. Neuroradiology, 2012, 54 (4): 369-382. DOI: 10.1007/s00234-011-0948-x.
- [24] Fang YB, Wen WL, Yang PF, et al. Long-Term Outcome of Tubridge Flow Diverter (S) in Treating Large Vertebral Artery Dissecting Aneurysms-A Pilot Study [J]. Clin Neuroradiol, 2017, 27 (3): 345-350. DOI: 10.1007/s00062-015-0494-8.
- [25] Fang YB, Lin A, Kostynskyi A, et al. Endovascular treatment of intracranial vertebrobasilar artery dissecting aneurysms: Parent artery occlusion versus flow diverter[J]. Eur J Radiol, 2018, 99: 68-75. DOI: 10.1016/j.ejrad.2017.12.009.
- [26] Yoon WK, Kim YW, Kim SR, et al. Angiographic and clinical outcomes of stent-alone treatment for spontaneous vertebrobasilar dissecting aneurysm [J]. Acta Neurochir (Wien), 2010, 152 (9): 1477-1486; discussion 1486. DOI: 10.1007/s00701-010-0693-7.
- [27] Natarajan SK, Lin N, Sonig A, et al. The safety of Pipeline flow diversion in fusiform vertebrobasilar aneurysms: a consecutive case series with longer-term follow-up from a single US center [J]. J Neurosurg, 2016, 125 (1): 111-119. DOI: 10.3171/2015.6.JNS1565.
- [28] Wang K, Tian Z, Chen J, et al. Risk Factors of Recurrence after Stent (s)-Assisted Coiling of Intracranial Vertebrobasilar Dissecting Aneurysms: A Multicenter Study [J]. Front Neurol, 2017, 8: 482. DOI: 10.3389/fneur.2017.00482.
- [29] Li MH, Li YD, Tan HQ, et al. Treatment of distal internal carotid artery aneurysm with the willis covered stent: a prospective pilot study [J]. Radiology, 2009, 253 (2): 470-477. DOI: 10.1148/radiol.2532090037.
- [30] Zhu YQ, Li MH, Fang C, et al. Application of the Willis covered stent in the treatment of aneurysm in the cisternal segment of the internal carotid artery: a pilot comparative study with midterm follow-up [J]. J Endovasc Ther, 2010, 17 (1): 55-65. DOI: 10.1583/09-2688.1.
- [31] Shapiro M, Becske T, Riina HA, et al. Non-saccular vertebrobasilar aneurysms and dolichoectasia: a systematic literature review [J]. J Neurointerv Surg, 2014, 6 (5): 389-393. DOI: 10.1136/neurintsurg-2013-010793.
- [32] Lee JM, Kim TS, Joo SP, et al. Endovascular treatment of ruptured dissecting vertebral artery aneurysms--long-term follow-up results, benefits of early embolization, and predictors of outcome [J]. Acta Neurochir (Wien), 2010, 152 (9): 1455-1465. DOI: 10.1007/s00701-010-0683-9.
- [33] Kim BM, Shin YS, Kim SH, et al. Incidence and risk factors of recurrence after endovascular treatment of intracranial vertebrobasilar dissecting aneurysms [J]. Stroke, 2011, 42 (9): 2425-2430. DOI: 10.1161/STROKEAHA.111.617381.
- [34] Zhang Y, Tian Z, Sui B, et al. Endovascular Treatment of Spontaneous Intracranial Fusiform and Dissecting Aneurysms: Outcomes Related to Imaging Classification of 309 Cases [J]. World Neurosurg, 2017, 98: 444-455. DOI: 10.1016/j.wneu.2016.11.074.
- [35] Zhao KJ, Zhao R, Huang QH, et al. The interaction between stent (s) implantation, PICA involvement, and immediate occlusion degree affect symptomatic intracranial spontaneous vertebral artery dissection aneurysm (sis-VADA) recurrence after reconstructive treatment with stent (s)-assisted coiling [J]. Eur Radiol, 2014, 24 (9): 2088-2096. DOI: 10.1007/s00330-014-3225-7.
- [36] Pozzati E, Padovani R, Fabrizi A, et al. Benign arterial dissections of the posterior circulation [J]. J Neurosurg, 1991, 75 (1): 69-72. DOI: 10.3171/jns.1991.75.1.0069.
- [37] Ferreira M, Walcott BP, Nahed BV, et al. Vertebral artery pexy for microvascular decompression of the facial nerve in the treatment of hemifacial spasm [J]. J Neurosurg, 2011, 114 (6): 1800-1804. DOI: 10.3171/2010.12.JNS10891.
- [38] Wu X, Xu Y, Hong B, et al. Endovascular reconstruction for treatment of vertebrobasilar dolichoectasia: long-term outcomes [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2013, 34 (3): 583-588. DOI: 10.3174/ajnr.A3248.
- [39] Zhang YS, Wang S, Wang Y, et al. Treatment for Spontaneous Intracranial Dissecting Aneurysms in Childhood: A Retrospective Study of 26 Cases [J]. Front Neurol, 2016, 7: 224. DOI: 10.3389/fneur.2016.00224.
- [40] Bhogal P, Pérez MA, Ganslandt O, et al. Treatment of posterior circulation non-saccular aneurysms with flow diverters: a single-center experience and review of 56 patients [J]. J Neurointerv Surg, 2017, 9 (5): 471-481. DOI: 10.1136/neurintsurg-2016-012781.
- [41] Wang J, Liu XF, Li BM, et al. Application of parallel stent placement in the treatment of unruptured vertebrobasilar fusiform aneurysms [J]. J Neurosurg, 2017, 126 (1): 45-51. DOI: 10.3171/2015.12.JNS151716.
- [42] Krings T, Piske RL, Lasjaunias PL. Intracranial arterial aneurysm vasculopathies: targeting the outer vessel wall [J]. Neuroradiology, 2005, 47 (12): 931-937. DOI: 10.1007/s00234-005-1438-9.
- [43] Nakatomi H, Segawa H, Kurata A, et al. Clinicopathological study of intracranial fusiform and dolichoectatic aneurysms: insight on the mechanism of growth [J]. Stroke, 2000, 31 (4): 896-900.
- [44] Zhang Y, Wang Y, Sui B, et al. Magnetic Resonance Imaging Follow-Up of Large or Giant Vertebrobasilar Dissecting Aneurysms After Total Embolization on Angiography [J]. World Neurosurg, 2016, 91: 218-227. DOI: 10.1016/j.wneu.2016.04.024.
- [45] Krings T, Alvarez H, Reinacher P, et al. Growth and rupture mechanism of partially thrombosed aneurysms [J]. Interv Neuro-radiol, 2007, 13 (2): 117-126. DOI: 10.1177/159101990701300201.

(收稿: 2018-05-21 修回: 2018-05-30)

(本文编辑: 刘岩红)