

覆膜支架在颅颈动脉疾病中的临床应用

上海交通大学附属第六人民医院放射诊断和介入诊疗中心 (200233)

王永利综述 李明华审校

摘要 颅颈动脉应用覆膜支架主要用于治疗巨大或宽颈动脉瘤、各种原因所致的颅颈动脉假性动脉瘤、椎基底动脉梭形动脉瘤、海绵窦动静脉瘘、椎动脉-颈静脉瘘和溃疡性粥样斑块动脉狭窄等。这类病变是目前手术及血管内治疗材料和技术难以解决的。对颅颈动脉病变应用覆膜支架治疗的状况进行综述。

关键词 覆膜支架; 颅颈动脉; 血管内治疗

近 10 a 来,覆膜支架广泛应用于腹主动脉、周围动脉、内脏器官血管和冠状动脉等病变。由于解剖结构的特点,应用于颅颈动脉病变的支架,尤其是颅内动脉病变,仅限于裸支架,包括冠状动脉支架、neuroform 和 neuro Link 支架。自 1997 年起,有覆膜支架应用于颅颈动脉个案报道。但时至今日,仍没有大宗病例做出回顾性分析和前瞻性研究的报道。本文对覆膜支架在颅颈动脉病变中应用的现状、动因、所治疗的疾病部位和类型、治疗效果、覆膜支架对穿支动脉和母体动脉的影响,以及现有问题的对策做一综述。

一、颅颈动脉病变的覆膜支架应用现状

早在 1996 年,Link 等^[1]采用外科技术制作了猪的颈总动脉(CCA)囊性动脉瘤(AN)模型,在此基础上,进行了头颈动脉覆膜支架的基础性研究,旨在观察涤纶(Daxron)覆膜支架的组织相容性。在术后随访 2、3、4 和 5 周进行血管造影观察中发现,2 周时 8 头猪中仅 1 例支架处载瘤动脉堵塞,但以后的随访中 6 例支架处载瘤动脉完全堵塞。所有动脉瘤均完全闭塞,堵塞的载瘤动脉内均可见炎性细胞浸润。由此可见,覆膜支架能有效地遮蔽动脉瘤,但作为支架的覆膜材料——涤纶膜,其组织相容性较差,易致血栓,引起支架植入处载瘤动脉闭塞。此后,再未见有关颅颈动脉的覆膜支架基础性研究的文献报道。相反,关于覆膜支架在颅颈动脉,尤其颅内动脉中的临床应用研究不断有报道。始于 1997 年 3 月 Singer 等^[2]的文献,其采用覆膜支架分别治疗了颈内动脉(ICA)床突段巨大动脉瘤和椎动

脉-颈静脉(VA-JV)瘘。作者使用覆膜支架旨在闭塞 ICA 以达到堵塞 AN 和动静脉瘘(AVF)的瘘口,覆膜支架的功能类似于球囊对 ICA 的闭塞作用,与随后的覆膜支架在颅颈部动脉病变中的运用目的相去甚远,后者主要用于隔绝病变的同时保持母体血管通畅,恢复血管的外形和正常血流动力。直至目前共获得 31 例相关病例报道(见表 1)。

二、现今颅颈动脉覆膜支架的结构和膜的特性

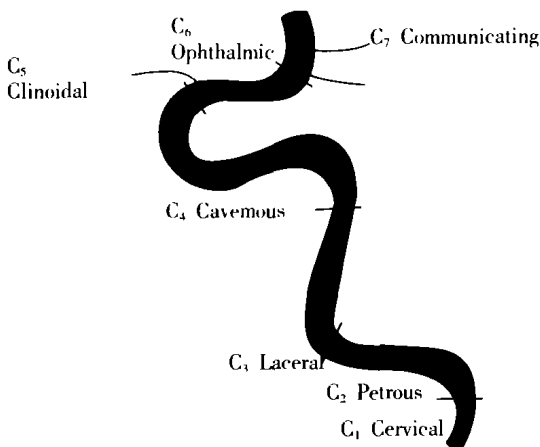
用于颈部和颅内动脉的覆膜支架有 2 类:一类为球囊膨胀性覆膜支架,另一类为自膨胀式覆膜支架。表 1 中显示 3 种覆膜支架:Palmaz 球囊膨胀式覆膜支架 (Johnson & Johnson, New Brunswick, NJ),Jostent 球囊膨胀式冠状动脉覆膜支架 (JoMed, Helsingborg, Sweden)和 Symbiot 自膨式冠状动脉覆膜支架 (Boston Scientific/ Scimed, Maple Grove, MN)。包括 2 种膜性材料:可膨胀聚四氟乙烯 (expandable polytetra fluoroethylene, ePTFE)膜和自体静脉膜。前者 1997 年进入市场^[3,4],被认为具有良好的组织相容性。目前商品化的 ePTFE 膜厚度在 75~80 μm ,制作的覆膜支架已应用于周围动脉、大血管性病变以及管径小的冠状动脉。使用 ePTFE 膜制作的人工血管,用于主动脉-冠状动脉搭桥术,随访 12 a 支架仍然开通^[6]。后者作为膜性材料虽有良好的组织相容性^[7-9],但取材不便,而且较难获得合适的管径。至于用于覆膜支架的 Gortex 膜几乎未见其他报道。

1997 年,Singer 等^[2]报道,使用 10-0 脯氨酸缝

表 1 覆膜支架在颅颈动脉疾病的临床应用概况

时间	例数	作者	支架类型	膜的类型	病变部位	病变类型	随访时间	随访结果
2004年10月	1	Blasco 等	冠状动脉支架 (Jostent), 4 mm × 12 mm	PTFE	C ₁ 段	巨大 AN	11个月	支架和载瘤动脉完全通畅未见内膜增生和再狭窄
2004年9月	11	Fekler 等	周围动脉覆膜支架, 冠状动脉支架	PTFE	C ₁ 段 2例, C ₂ 段 7例, V ₃ 和 V ₄ 段各 1例	2例巨大 AN, 1例 C ₄ 假性 AN, 5例 CCF, 1例 VA-JV 瘘, 2例 VA 梭形 AN 溃疡性动脉粥样斑块狭窄	9例随访 3个月~5a 平均 24个月	支架和母体血管通畅, 1例 V ₃ 段 AN 覆膜支架邻近区 AN 复发, 并未发生; 2例短暂偏瘫, 1例永久偏瘫, 术后与治疗相关的死亡及 ICA 夹层各 1例
2004年8月	3	Barbaros 等	冠状动脉支架 (Jostent), 4 mm × 19 mm	PTFE	C ₁ 段起始	巨大 AN	6个月	3例 C ₁ 段起始部狭窄恢复正常管径, 溃疡未再显影, 支架通畅, 未见内膜增生和再狭窄
2004年4月	1	Burkello	冠状动脉支架, 规格 4 mm × 12 mm	PTFE	V ₃ 段	宽颈、巨大 AN	6个月	无并发症和后遗症, 支架通畅, AN 未见充盈, 无内膜增生所致血管狭窄
2004年2月	1	Huttl 等	冠状动脉支架 (Jostent), 4~9 mm × 48 mm	PTFE	V ₁ 段	VA-JV 瘘	2个月	2个月后造影, 支架堵塞, 支架扭曲为其闭塞原因 透视下发现, 支架中段成角、扭曲, 可能是外科清除血肿时损伤支架, 或外在的机械性压迫
2003年8月	2	Auyeung	4 mm × 20 mm 冠状动脉 Symbol stent	PTFE	C ₂ 段	鼻咽癌放疗后假性 AN	6个月	假性 AN 完全闭塞, 支架通畅, 鼻咽镜及 CT 随访可见支架部分裸露于口咽腔
2002年10月	2	Civan	冠状动脉裸支架 9 mm × 30 mm AVE; Medtronic+覆膜支架 3 mm × 12 mm Jostent/4 mm × 15 mm 冠状动脉裸支架 4 mm × 9 mm Jostent	PTFE	VA 汇合处 延伸至基底动脉中段, C ₆ 段	巨大梭形 AN 和巨大宽颈 AN	梭形 AN 随访 4个月; 宽颈 AN 随访 3个月	梭形 AN 无并发症; 宽颈 AN 3个月后内膜轻度增生, 再狭窄小于 50%
2002年3月	1	Kocer	4 mm × 12 mm Jostent	PTFE	C ₄ 段	医源性 CCF	3个月	CCF 消失, ICA 通畅, 无内膜增生, 血管狭窄
2002年3月	1	Alexander	4 mm × 31 mm Symbol covered stent	PTFE	C ₂ 段	医源性假性 AN	6周	血管通畅, 假性 AN 消失
2002年1月	1	Clinaradio	Jostent stent	PTFE	VA 汇合处	梭形夹层 AN	6个月	AN 消失, 支架和载瘤动脉通畅
2001年	1	Gonzalez	Jostent stent	PTFE	V ₁ 段	医源性 VA-JV 瘘	6个月	AVF 消失, 支架和载瘤动脉通畅
2001年	1	Redekop	Jostent stent	PTFE	V ₁ 段	外伤性 AVF	6个月	AVF 消失, 支架和载瘤动脉通畅
1998年9月	1	Van	AVE; Medtronic	自体静脉	C ₄	医源性假性 AN	3个月	AN 消失, 支架和载瘤动脉通畅
1998年6月	1	Waldman	Jostent stent	PTFE	V ₁ 段	VA 外伤	6个月	AN 消失, 支架和载瘤动脉通畅
1997年6月	1	Ruehben	Jostent stent	PTFE	C ₆	假性 AN	3个月	AN 消失, 支架和载瘤动脉通畅
1997年3月	2	Singer	Gortex -covered Palmaz stent	Gortex	C ₄ 段; V ₁ 段	床旁巨大 AN; VA-JV 瘘	6周	AN 和 AVF 消失, 母体动脉永久性栓塞(覆膜支架旨在闭塞母体血管)

注: 采用 1996 年 Bouthillier 等对 ICA 顺血流分段法



Bothillier 等颈内动脉新分段法(1996年)

颈段(C₁):颈总动脉分叉至颈动脉管颅外口;岩段(C₂):颈动脉管颅外口至破裂孔后缘;破裂(孔)段(C₃):颈动脉管末端至岩舌韧带上线;海绵窦段(C₄):岩舌韧带上缘至近侧硬膜环;床段(C₅):近侧硬膜环至远侧硬膜环;眼段(C₆):远侧硬膜环至后交通动脉起点近侧;交通段(C₇):后交通动脉起点近侧至颈内动脉分叉

合线将 Gortex 管状膜结扎成盲端,使其呈“风袋”状,套覆在 7 mm×20 mm 的 Palmaz 球囊膨胀式支架上,在球囊闭塞 ICA 无效的情况下栓塞了 ICA,从而治疗了 ICA 巨大 AN 和高流量 VA-JV 瘘。膜性材料的高度致栓性导致母体血管闭塞,与其治疗的目的相一致,但该支架与以后报道的覆膜支架实现治疗血管病变的方法截然相反(如前所述)。目前,仍没有颅内动脉的专用覆膜支架,颅内、外动脉病变使用的覆膜支架绝大多数为 Jostent 冠状动脉球囊膨胀式覆膜支架^[10-13]。此型覆膜支架由 2 个金属网孔支架套夹一层 ePTFE 膜,形成“三明治”式膜性管状结构。金属支架由 316 型不锈钢材料经激光镂空而成。由于 Jostent 支架专为冠状动脉设计,规格上最大直径仅为 4 mm^[14],因此,用于 ICA 巨大动脉瘤或椎-基底动脉系统梭形动脉瘤时只能在支架的长度上进行调整。治疗颅内(底) AN 或颈内动脉海绵窦瘘(CCF)时,常用的覆膜支架规格为 4 mm×12 mm~4 mm×20 mm;颅外段 AVF 或 ICA 起始溃疡性狭窄时,使用的覆膜支架规格多为 4 mm×30 mm~4 mm×40 mm。Symbiot 支架也是专为冠状动脉设计,材料为镍钛合金的自膨式覆膜支架。管状镍钛网丝内外覆盖多孔 ePTFE 膜。与 Jostent 支架比,Symbiot 覆膜支架管径偏小、柔顺性好,是进入颅内动脉更为理想的带膜支架,但是截至目前,仅见 2002 年和 2003 年各 1 篇的文献报道^[11,15],规格为 4 mm 直径。尽管冠状动脉支架的柔顺性有所改善,但

现有的进入颅内的覆膜支架在柔顺性上仍不能满足临床需要^[11]。

三、不同覆膜支架在颅颈动脉不同部位的应用情况

目前,文献中应用覆膜支架治疗的颈内动脉系统病变有 21 例,占 67.7%;椎基底动脉系统病变 10 例,占 32.3%。颈段动脉病变 11 例,占 35.5%,分别为 C₁ 段 5 例、V₁ 段 5 例及 V₂ 段 1 例;颅底、颅内段动脉病变 20 例,占 64.5%,分别为 C₂ 段 3 例、C₄ 段 11 例、C₅ 段 1 例、C₆ 段 1 例、V₄ 段 1 例及 V₅ 段 3 例。病变类型:巨大 AN 6 例,占 20.7%;假性 AN 3 例,占 10.3%;CCF 7 例,占 24.1%;VA-JV 瘘 5 例,占 17.2%;梭形 AN 5 例,占 17.2%。ICA 起始部溃疡性粥样斑块狭窄 3 例,占 10.3%;医源性动脉损伤 3 例,占 10.3%,1 例 CCF,2 例假性 AN;放疗后自发性假性 AN 1 例,占 3.4%。

分析上述资料,可得出下列几个特征:①ICA 的海绵窦段(C₄)使用覆膜支架的频率最高,占 35.5%。②病变类型复杂。主要有巨大或宽颈囊性动脉瘤、CCF、梭形动脉瘤、假性动脉瘤、AVF 及动脉溃疡性粥样斑块狭窄。③病因多元化,既有原发的,也有继发性的,如外伤所致 CCF、AVF、医源性的创伤和放疗后的并发症。发生于颈内动脉的多为巨大囊性动脉瘤、CCF 和医源性创伤所致的假性动脉瘤;发生于椎-基底动脉系的多为梭形动脉瘤和外伤性 AVF。

尽管目前有许多较成熟的血管内微创治疗技术和品种繁多的栓塞材料,如支架(neuroform 型)辅助的弹簧圈栓塞、球囊辅助的液体(ONYX)栓塞或单纯球囊栓塞^[16],但对于颅颈动脉的巨大、宽颈囊性动脉瘤、CCF、假性动脉瘤、梭形动脉瘤和高流量的 AVF,这些技术很难获得理想的治疗效果,原因在于:上述技术治疗后,颅内巨大动脉瘤产生占位效应、动脉瘤不能致密填塞、宽颈动脉瘤瘤颈残留和动脉瘤复发等。对于 CCF 和 AVF,球囊不能完全阻塞瘘口,或高速血流使球囊在瘘口处无法滞留。有时,尽管球囊栓塞后即时效果很好,但随访时可有球囊萎陷、瘘口再通或形成假性动脉瘤^[2]。梭形动脉瘤瘤腔形态不规则,瘤腔和正常血管腔无明显的界限,支架辅助弹簧圈的血管内治疗术在梭形动脉瘤中并不能进行有效的管腔再塑形。这些成为文献报道者选择覆膜支架治疗颅颈动脉病变的原因。

此外,还有下列一些原因导致在临床上选择覆

膜支架治疗颅颈动脉的病变:

医源性的颅内动脉海绵窦段创伤常表现为 CCF 和假性动脉瘤,出现在垂体瘤手术。调查 958 位神经外科医师时,有 12%的术者报道经蝶窦入路垂体瘤切除术(TSS)后发生 CCF^[17]。Raymond 等^[18]报道 10%的 TSS 手术损伤 ICA,24%的病人发生显著的 CCF,死亡率 14%。Laws^[19]报道,24 例 TSS 术后出现颈内动脉损伤采取外科修补术,7 例死亡,说明暴露颅底段颈内动脉并进行外科修补非常困难。医源性的岩骨段动脉损伤,常见于手术涉及到中耳或颞骨病变时,如鼓膜切开术,手术入路容易造成颈内动脉破裂,形成颈内动脉假性 AN。鼓膜切开术或颞岩切开术常导致岩骨段颈内动脉创伤^[20,21]。这类医源性颈内动脉创伤,尤其假性动脉瘤,表现为急性大出血,口咽填塞止血无效时,外科修补困难,采用弹簧圈栓塞 ICA 缺口时,或是堵塞内耳道,听力丧失,或是假性动脉瘤无正常瘤壁给予支撑,使治疗失败,因此不得不结扎 ICA,或闭塞 ICA。另一种医源性的 ICA 破裂来自放疗后的并发症。鼻咽癌的照射野大范围涵盖颅底段的 ICA,大剂量的射线使照射野内的 ICA 变性,血管壁脆性增加,血管周围岩骨和软组织坏死或缺失。血压波动或外伤等其他诱因常导致 ICA 破裂,形成假性动脉瘤,破口周围以及假性动脉瘤壁同样没有任何组织支撑,弹簧圈和球囊根本不能在瘤腔内停留。Auyeung 等^[13]报道的个案中,鼻咽癌放疗后大出血的病人使用覆膜支架后,CT 随访和鼻咽镜检查均显示部分覆膜支架裸露于口咽腔内。上述原因造成的动脉损伤或破裂,病情危急、凶险,术者没有足够的时间进行 ICA 的闭塞试验、神经功能缺失评估和从容的支架辅助下的弹簧圈栓塞。没有闭塞试验和神经功能评估的 ICA 球囊闭塞或结扎术是盲目的。即使病人能够耐受闭塞试验,接受球囊闭塞 ICA 术后仍有 5%~20%病人发生脑缺血性的并发症或脑梗塞^[22]。尽管 Willis 环有良好的代偿功能,但废除一侧 ICA 的闭塞术与保留母体动脉的覆膜支架术相比,医患双方可能更愿意接受后者,这也是许多个案报道者在颅颈动脉疾病中使用覆膜支架的原因。

目前,ICA 起始处动脉狭窄的血管内治疗多数采用远端滤器的保护下置放金属网孔支架。即使如此,术后源于栓子脱落造成的同侧神经功能缺失时有发生,原因在于:有些粥样硬化斑块动脉狭窄伴血管壁溃疡性改变时,新鲜、活动性血栓或软斑块

经支架金属丝压裂成碎片,透过支架网孔疝入血管腔^[23,24]。Barbaros 等^[25]使用 4 mm×19 mm 冠状动脉覆膜支架治疗 3 例溃疡性 ICA 狭窄。随访 6 个月,未发生任何神经功能缺失症状,血管造影检查显示溃疡消失,未见支架内再狭窄;MR 扩散加权成像中颅内未见任何新的梗塞灶。与网孔支架相比覆膜支架在 2 个方面突显优越性:治疗狭窄的同时,直接消除一过性脑缺血(TIA)的基础诱因;支架直接释放,不用预置远端滤器,简化了操作程序的同时,降低了治疗费用。

四、覆膜支架对不同病变的封堵结果

多数文章报道,覆膜支架到位率和支架释放成功率达 100%,支架释放后即刻血管造影和随访结果均表明,覆膜支架治疗 AN 或 AVF 瘘口能够获得理想的封堵效果,AN 囊腔不再有对比剂充盈,梭形 AN 的母体动脉恢复良好的管状外形。动脉瘤即刻闭塞率达到 88.9%(16/18)。仅有 2 例术后即刻造影 AN 仍有轻度显影,原因有 2 种:AN 没有完全被覆膜支架遮盖,但术后的长期随访中血管造影 AN 不再显影,原因在于覆膜支架对血管重新塑形后,恢复了血管内的正常血流动力,血液在已塑形的动脉内流动,血栓在 AN 腔内进一步形成;另一种情况出现在血管远、近端的管径不一致时,即远端血管直径显著小于近端血管直径,现有的最大径(4 mm)冠状动脉覆膜支架置放后,支架近端不完全贴壁,血流通过支架近端显影 AN。尽管如此,支架释放后,对支架的不同部位施加不同的球囊充盈压,仍然能够闭塞 AN。Blasco 等^[12]在治疗 1 例颈内动脉巨大 AN 时,覆膜支架准确放置后 AN 仍显影,在支架远端 8 atm(1atm=101.325 kPa)充盈球囊,在支架的近端施以 13 atm 扩张支架(球囊爆破压范围内),使支架近端扩张到 4.6 mm 的直径,消除了覆膜支架和血管壁之间的潜流,彻底隔绝了 AN 的渗漏。动静脉瘘瘘口封堵率达到 100%,随访期内未见复发。随访未见支架移位。

1 例 V₃ 段动脉瘤在覆膜支架端缘呈囊状复发,2 例短暂偏瘫,1 例永久偏瘫,术后与治疗相关的死亡及 ICA 夹层各 1 例。这一系列情况出现在同一位作者的文献中,这可能与颅颈动脉不恰当使用较硬的周围血管支架有关。除此而外,覆膜支架治疗后的其他病例未见神经系统功能缺失和障碍。如剔除 2 例主动栓塞母体血管(通过一头为盲端的覆膜支架闭塞 ICA 和 VA),则仅有 1 例在 2 个月的随访期

内因支架扭曲导致支架和母体动脉闭塞,覆膜支架和母体血管通畅率达到 96.55%(28/29)。在 28 例支架和母体血管通畅的病例中,仅 1 例报道发生支架或母体血管的再狭窄,但狭窄程度小于 50%。3 例溃疡性粥样斑块动脉狭窄,覆膜支架治疗后未再发生短暂性脑缺血。

五、覆膜支架对母体血管和穿支动脉的影响

覆膜支架的并发症主要表现为急性、亚急性血栓形成或支架内再狭窄。支架的管径下降,直径小于 4 mm,支架内急性血栓形成的风险加大^[26],这一点在冠状动脉中已得到证实,但在颅内动脉中还没有文献报道。管径小的血管,血管重度狭窄或亚急性母体血管阻塞,一个重要的原因就是血管内膜过度增生,过度增生的过程最早可发生在支架释放后 2 周,延续至 6 个月^[27]。

Jostent 冠脉覆膜支架在典型的冠状动脉疾病中置放后,亚急性血栓形成率 5.7%,再狭窄率高达 31.6%^[28]。29 例个案报道中,随访最短 6 周,最长为 5 a,多数为术后 6 个月随访结果。除采用覆膜支架主动闭塞母体血管 2 例外,1 例支架释放后 1 周,支架内形成血栓^[29];1 例支架释放后 1 周,透视发现支架扭曲成角,2 个月后多普勒超声显示动脉完全阻塞^[30]。其余支架在随访期内均通畅。现有资料中,覆膜支架在 ICA 的 C₄ 段释放后最长随访时间为 11 个月,覆膜支架内完全通畅,未发现内膜增生所引起的血管再狭窄表现。客观评价覆膜支架对病变血管的最终影响有待对大量的病例进行长期的随访或前瞻性的研究。

覆膜支架在颅内动脉中使用时的最大缺陷在于不可避免地闭塞颅内段动脉的重要分支或穿支动脉,这也是覆膜支架在头颈段动脉疾病中应用时引发争议的最大之处,从而限制了覆膜支架在颈动脉海绵窦段、椎动脉硬膜外段或其他特定段的使用。但就某些动脉分支而言,覆膜支架的闭塞效应又是可以接受的,前提是必须有侧支循环动脉能够在分支或穿支动脉闭塞后提供相应区域的血供,才有可能不产生并发症。在治疗海绵窦部 CCF 或颅内动脉眼段(C₆)AN 时,覆膜支架释放后常导致眼动脉的闭塞。在以往的 CCF 或巨大 AN 的球囊闭塞颈内动脉术中,这是可预料也是可接受的。这有赖于胚胎发育上眼内结构发生于腹、背原始眼部系统和颞骨动脉供血这一特征,因此,眼动脉开口闭塞不

会产生临床症状和问题。然而,当覆膜支架放置于颈内动脉眼段时,需特别谨慎的是不可闭塞脉络膜前动脉。

此外,正常解剖结构中基底动脉干和椎动脉远端有许多穿支动脉,如发生闭塞将产生严重的并发症。然而,病理状态下椎动脉和基底动脉主干的梭形 AN 或假性 AN 常发出许多穿支动脉,这些动脉血栓形成后则丧失原有的功能,这就能够解释为什么覆膜支架遮盖了这类血管并未导致重大并发症。多数病例报道,椎基底动脉覆膜支架释放后,支架紧邻小脑后下动脉或前下动脉,但并未造成动脉开口的闭塞。随着影像设备技术的进步、神经介入医师操作技术的提高,穿支动脉的显示将更加清晰,覆膜支架定位释放也更加精确,因而可避开重要分支或穿支动脉。

六、存在的问题和对策

有作者认为覆膜支架的自然特性决定了支架释放后不可避免覆盖穿支动脉,这已成为覆膜支架在颅内动脉疾病中使用时的争议焦点;其次,现有的冠状动脉覆膜支架缺乏足够的柔顺性,在迂曲的血管内推送的过程中造成医源性的夹层动脉瘤;再有,支架和现有的合成有机膜易造成急性、亚急性血栓形成和再狭窄。

Mehta 等^[31]采用两金属裸支架,以支架内支架治疗 3 例椎动脉夹层 AN。利用支架的金属网杆彼此重叠,以缩小裸支架网孔的大小,降低流入病灶内的血流量。Islak 等^[32]采用稍长的冠状动脉裸支架(AVE Medtronic)套叠稍短的冠脉覆膜支架,治疗巨大宽颈动脉瘤和巨大梭形动脉瘤。作者试图通过该方式克服覆膜支架的上述缺点。治疗后即刻造影和随访显示,血管通畅,动脉瘤完全闭塞。但对此仍有不同看法,因为支架内套叠支架本身也减小了血管的腔径,引起内膜过度增生的效应,增加了血管再狭窄的几率。

选择合适的病例进行覆膜支架的治疗是避免穿支动脉闭塞的有效方法,这成为所有个案报道者的共识;其次,良好的神经介入治疗技术训练、对颅内动脉侧支循环的充分了解、高清晰度的影像设备和对穿支动脉开口的仔细辨别,以及覆膜支架的准确定位释放等,也都是避免穿支动脉闭塞的有效手段。从改进支架的结构和减薄覆膜的厚度来调整支架的柔顺性,研究出颅内动脉专用覆膜支架;对现有 ePTFE 膜进行必要的修饰,如加载血小板抗凝剂

和细胞增殖抑制剂,构成药物缓释体系,有可能在抑制覆膜支架内急性、亚急性血栓形成和内膜过度增生等方面取得突破性进展。

参考文献

- Link J, Feyerabend B, Grabener M, et al. Dacron-covered stent-grafts for the percutaneous treatment of carotid aneurysms: effectiveness and biocompatibility experimental study in swine. *Radiology*, 1996, 200(2):397-401
- Singer RJ, Dake MD, Norbash A, et al. Covered stent placement for neurovascular disease. *Am J Neuroradiol*, 1997, 18(3):507-509
- Sovik E, Klow NE, Brekke M, et al. Elective placement of covered stents in native coronary arteries. *Acta Radiol*, 2003, 44(3):294-301
- Elsner M, Auch-Schweik W, Britten M, et al. Coronary stents covered by a polytetrafluoroethylene membrane. *Am J Cardiol*, 1999, 84(3):335-338
- McLarty AJM, Philips MR, Holmes DRJ, et al. Aortocoronary bypass grafting with expanded polytetrafluoroethylene: 12-year patency. *Ann Thorac Surg*, 1998, 65(5):1442-1444
- Alfke K, Straube T, Dörner L, et al. Treatment of intracranial broad-neck aneurysms with a new self-expanding stent and coil embolization. *Am J Neuroradiol*, 2004, 25(4):584-591
- Marotta TR, Buller C, Taylor D, et al. Autologous vein-covered stent repair of a cervical internal carotid artery pseudoaneurysm: technical case report. *Neurosurgery*, 1998, 42(2):408-412
- Van Nieuwenhove Y, van den Brande P, van Tussenbroek F, et al. Iatrogenic carotid artery pseudoaneurysm treated by an autologous vein-covered stent. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 1998, 16(3):262-265
- Martin JB, Bednarkiewicz M, Christenson JT, et al. Endovascular repair using vein-covered stents in the carotid artery bifurcation. *Cardiovasc Surg*, 2000, 8(6):499-502
- Chiaradio JC, Guzman L, Padilla L, et al. Intravascular graft stent treatment of a ruptured fusiform dissecting aneurysm of the intracranial vertebral artery: technical case report. *Neurosurgery*, 2002, 50(1):213-217
- Alexander MJ, Smith TP, Tucci DL. Treatment of an iatrogenic petrous carotid artery pseudoaneurysm with a Symbiot covered stent: technical case report. *Neurosurgery*, 2002, 50(3):658-662
- Blasco J, Macho JM, Burrel M, et al. Endovascular treatment of a giant intracranial aneurysm with a stent-graft. *J Vasc Interv Radiol*, 2004, 15(10):1145-1149
- Felber S, Henkes H, Weber W, et al. Treatment of extracranial and intracranial aneurysms and arteriovenous fistulae using stent grafts. *Neurosurgery*, 2004, 55(3):631-638
- Burbelko MA, Dzyak LA, Zorin NA, et al. Stent-graft placement for wide-neck aneurysm of the vertebrobasilar junction. *Am J Neuroradiol*, 2004, 25(4):608-610
- Auyeung KM, Lui WM, Lawrence CK, et al. Massive epistaxis related to petrous carotid artery pseudoaneurysm after radiation therapy: emergency treatment with covered stent in two cases. *Am J Neuroradiol*, 2003, 24(7):1449-1452
- Murayama Y, Vinuela F, Tateshima S, et al. Endovascular treatment of experimental aneurysms by use of a combination of liquid embolic agents and protective devices. *Am J Neuroradiol*, 2000, 21(9):1726-1735
- Kocer N, Kizilkilic O, Albayram S. Treatment of iatrogenic internal carotid artery laceration and carotid cavernous fistula with endovascular stent-graft placement. *Am J Neuroradiol*, 2002, 23(3):442-446
- Raymond J, Harl J, Czepko R, et al. Arterial injuries in transsphenoid surgery for pituitary adenoma: the role of angiography and endovascular treatment. *Am J Neurodiol*, 1997, 18(4):655-665
- Laws ER. Vascular complications of transsphenoidal surgery. *Pituitary*, 1999, 2(2):163-170
- Brodish BN, Wooley AL. Major vascular injuries in children undergoing myringotomy for tube placement. *Am J Otolaryngol*, 1999, 20(1):46-50
- Botma M, Kell RA, Bhattacharya J, et al. Aberrant internal carotid artery in the middle-ear space. *J Laryngol Otol*, 2000, 114(10):784-787
- Eckert B, Thie A, Carvajal M, et al. Predicting hemodynamic ischemia by transcranial Doppler monitoring during therapeutic balloon occlusion of the internal carotid artery. *Am J Neuroradiol*, 1998, 19(3):577-582
- Phatouros CCM, Higashida RT, Malek AM, et al. Carotid artery stent placement for atherosclerotic disease: rationale, technique, and current status. *Radiology*, 2000, 217(1):26-41
- Teron J, Guimaraens L, Coskun O, et al. Complications of carotid angioplasty and stenting. *Neurosurg Focus*, 1998, 5(5):1-19
- Cil BE, Akpınar E, Peynircioğlu B, et al. Utility of covered stents for extracranial internal carotid artery stenosis. *Am J Neuroradiol*, 2004, 25(7):1168-1171
- Phatouros CC, Lefler JE, Higashida TR, et al. Primary stenting for high-grade basilar artery stenosis. *Am J Neuroradiol*, 2000, 21(9):1744-1749
- Angelini A, Reimers B, Barbera MD, et al. Cerebral protection during carotid artery stenting: collection and histopathologic analysis of embolized debris. *Stroke*, 2002, 33(2):456-461
- Gereken U, Lansky AJ, Buellesfeld L, et al. Results of the Jostent coronary stent graft implantation in various clinical settings: procedural and follow-up results. *Cathet Cardiovasc Interv*, 2002, 56(3):353-360
- Redekop G, Marotta T, Weill A, et al. Treatment of traumatic aneurysms and arteriovenous fistulas of the skull base by using endovascular stents. *J Neurosurg*, 2001, 95(3):412-419
- Hüttl K, Sebestyén M, Entz L, et al. Covered stent placement in a traumatically injured vertebral artery. *JVIR*, 2004, 15(2Pt1):201-202
- Mehta B, Burke T, Kole M, et al. Stent-within-a-stent technique for the treatment of dissecting vertebral artery aneurysms. *Am J Neuroradiol*, 2003, 24(9):1814-1818
- Islak C, Kocer N, Albayram S. A stent-graft technique: a new method of endoluminal vascular reconstruction for the treatment of giant and fusiform aneurysms. *Am J Neuroradiol*, 2002, 23(9):1589-1595

(收稿 2004-11-25)