

· 专家共识 ·

主动脉扩张性疾病腔内修复术中内脏分支动脉重建治疗专家共识(2024版)

中华医学会外科学分会血管外科学组 海峡两岸医药卫生交流协会血管外科分会
中国医师协会血管外科医师分会胸主动脉学组

通信作者:王利新, 复旦大学附属中山医院血管外科, 上海 200032, Email: wang.liixn@zs-hospital.sh.cn; 陈忠, 首都医科大学附属北京安贞医院血管外科中心, 北京 100029, Email: chenzhong8658@vip.sina.com; 符伟国, 复旦大学附属中山医院厦门医院血管外科, 厦门 361015, Email: fu.weiguo@zs-hospital.sh.cn

【摘要】 主动脉扩张性疾病,特别是累及内脏分支动脉的部分病变,其治疗策略的选择和实施对临床医师是巨大挑战。随着腔内修复技术的进步,治疗方式逐渐从开放手术转向微创手术,明显降低了围手术期病死率和并发症发生率。然而,内脏动脉分支重建技术应用尚未普及,对于复杂病例处理方式的选择仍存在争议。鉴于此,中华医学会外科学分会血管外科学组、海峡两岸医药卫生交流协会血管外科分会、中国医师协会血管外科医师分会胸主动脉学组组织国内主动脉扩张性疾病内脏分支腔内重建治疗领域资深专家,基于临床实践和国内外文献的系统回顾,经过深入探讨制定了《主动脉扩张性疾病腔内修复术中内脏分支动脉重建治疗专家共识》。共识重点关注涉及内脏动脉分支重建的腔内技术,旨在为从事相关专业人员提供原则性指导,促进国内该领域诊疗水平的提升。

【关键词】 主动脉疾病; 主动脉瘤; 主动脉夹层; 内脏动脉分支重建; 专家共识

Expert consensus on endovascular reconstruction of visceral branch arteries in the treatment of aortic expansion diseases (2024 edition)

Vascular Surgery Group of Surgery Society of Chinese Medical Association, Vascular Surgery Group of Cross-straits Medicine Exchange Association, Thoracic Aorta Group of Vascular Surgeons Society of Chinese Medical Doctor Association

Corresponding authors: Wang Lixin, Department of Vascular Surgery, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China, Email: wang.lixin@zs-hospital.sh.cn; Chen Zhong, Vascular Surgery Center, Beijing Anzhen Hospital, Capital Medical University, Beijing 100029, China, Email: chenzhong8658@vip.sina.com; Fu Weiguo, Department of Vascular Surgery, Zhongshan Hospital, Fudan University(Xiamen Branch), Xiamen 361015, China, Email: fu.weiguo@zs-hospital.sh.cn

【Abstract】 Aortic expansion diseases, especially those involving visceral branch arteries, pose significant challenges for clinicians in terms of treatment strategy selection and implementation. With the advancement of endovascular repair techniques, the mode of treatment is shifting gradually from open surgery to minimally invasive surgery, significantly reducing perioperative mortality and complication rates. However, the application of techniques for reconstructing visceral artery branches is not yet widespread, and there is considerable controversy in the management of complex cases. In response, the Vascular Surgery Group of Surgery Society of Chinese Medical Association, the Vascular Surgery Group of Cross-straits Medicine Exchange

DOI: 10.3760/cma.j.cn112139-20241003-00450

收稿日期 2024-10-03 本文编辑 郑佳依

引用本文:中华医学会外科学分会血管外科学组,海峡两岸医药卫生交流协会血管外科分会,中国医师协会血管外科医师分会胸主动脉学组. 主动脉扩张性疾病腔内修复术中内脏分支动脉重建治疗专家共识(2024版)[J]. 中华外科杂志, 2025, 63(1): 13-23. DOI: 10.3760/cma.j.cn112139-20241003-00450.



Association and the Thoracic Aorta Group of Vascular Surgeons Society of Chinese Medical Doctor Association convened relevant experts in China with extensive experience in the endovascular reconstruction of visceral branches for aortic expansion diseases, based on systematic reviews of clinical practice and domestic and international literature, and after in-depth discussions, have developed the *Expert consensus on endovascular reconstruction of visceral branch arteries in the treatment of aortic expansion diseases (2024 edition)*. The consensus focuses on endovascular techniques involving the reconstruction of visceral artery branches, aiming to provide principled guidance for clinicians and to promote the improvement of diagnostic and treatment levels in this field within China.

【Key words】 Aortic diseases; Aortic aneurysm; Aortic dissection; Visceral arterial branch reconstruction; Expert consensus

主动脉扩张性疾病包括主动脉瘤(aortic aneurysm, AA)、主动脉夹层(aortic dissection, AD)和假性动脉瘤等,是一类对人类生命健康具有巨大威胁的心血管疾病。主动脉扩张性疾病在普通人群中的总体患病率约3%,而在老年群体中的患病率高达10%^[1-3]。累及内脏动脉的主动脉扩张性疾病一直是血管外科治疗的难点,传统的治疗方法主要依赖于复杂的开胸及开腹手术,切除受累的主动脉病变区,并以人工血管进行置换和完成分支动脉重建。然而,开放手术要求患者接受全身麻醉,且术中需阻断主动脉血流,手术时间长、创伤范围大,术中出血量多,围手术期病死率和并发症发生率较高^[4]。近年来,腔内修复术已成为主动脉扩张性疾病治疗的主要手段,具有创伤小、患者术后恢复快等优势^[5]。胸腹主动脉瘤(thoracoabdominal aortic aneurysm, TAAA)及夹层术后远端动脉瘤患者,由于病变累及内脏动脉,在腔内修复中进行内脏分支动脉的有效重建是确保手术成功的核心要素,亦是近年来血管外科领域研究的难点和热点问题。腔内修复过程中内脏分支动脉的重建经历了病变程度由简单至复杂、修复范围由单分支到多分支等发展历程。近20年来,随着新型腔内技术、手术方式和器械的发展,新的循证医学证据已逐渐积累,且相关成果在临床实践中得到广泛应用。因此,我们组织了国内血管外科领域的相关专家,基于最新的临床研究成果,尤其是基于我国病例的研究数据,结合实际临床经验和临床证据对主动脉扩张性疾病的腔内内脏分支动脉重建治疗进行了总结与讨论,并制定了本共识,旨在为我国从事相关专业人员提供原则性指导和决策依据。

目标人群

本共识的目标人群为累及内脏分支动脉的主

动脉扩张性病变患者。适用人群包括各级医疗机构中从事主动脉扩张性疾病腔内修复术中内脏分支重建治疗相关工作的临床医师、护理人员、技术人员及相关教学、科研工作者等。

检索、评价与分级证据

本研究检索的数据库包括中国知网、万方数据、美国国立医学图书馆及荷兰医学文摘。检索策略采用主题词与自由词相结合的方法,检索范围涵盖各数据库建库以来至2024年8月30日的所有相关文献。以主动脉腔内修复术(endovascular aortic repair)、胸主动脉腔内修复术(thoracic endovascular aortic repair)、内脏动脉(visceral artery)、复合手术(hybrid surgery)、平行支架(parallel stent-graft)、烟囱支架(chimney stent-graft)、潜望镜支架(periscope stent-graft)、八爪鱼技术(octopus technique)、外科医师改良支架(physician modified stent-graft)、分支支架(branched stent-graft)、商品化支架(commercial stent-graft)、成品化支架(off-the-shelf stent-graft)、定制支架(custom-made stent-graft)、自膨式支架(self-expanding covered stents)和球囊扩张式支架(balloon expandable covered stents)等为检索关键词,纳入文献类型包括Meta分析、系统评价、随机对照试验、观察研究、病例报告、指南、共识意见等。

本共识参考GRADE系统对证据等级进行评估^[6],并以此为基础形成相应的推荐策略。本共识的推荐强度通过德尔菲问卷法进行调查汇总^[7]。通过投票体现专家对每条意见的认可程度,包括完全同意;同意,但有一定保留;同意,但有较大保留;不同意,但有保留;完全不同意。若超过2/3的投票者选择“完全同意”,或超过3/4的投票者选择“完全同意”或“同意,但有一定保留”,则表示对该条目达



成共识(表1)。

共识正文

一、内脏分支动脉重建治疗方法

(一)复合手术技术

复合手术技术将腔内微创技术与开放手术方法相结合,以开放手术完成受累内脏分支动脉的重建,并以腔内治疗方式植入人工血管内支架,是一种相对微创的治疗选择(图1)。理论上,复合手术避免了大范围开胸、开腹,能大幅缩短传统术中主动脉阻断导致的内脏器官缺血时间,相比全开放修复对血流动力学的影响更小。复合手术可修复由于解剖结构复杂、病变累及范围广而无法进行全腔内修复的主动脉扩张性疾病,如主动脉扭曲、夹层真腔狭窄等。此外,复合手术术中在旁路建立后内脏分支近端被结扎,从源头上预防了内漏的发生。对于有严重心脏或呼吸系统合并症,无法耐受全开

放修复的患者,可在紧急情况下采用复合手术修复,对术后护理的要求也相对更低。

然而,复合手术技术需要术者同时具备丰富的开放和腔内修复技术经验,操作难度较大;且需通过开腹暴露内脏动脉,仍会造成一定创伤。尤其对于内脏动脉旁路的重建策略、吻合角度以及相对空间位置的处理是手术效果与术后并发症发生的重要影响因素,需要引起外科医师在临床实践中的足够重视。

复合手术中可选择的人流血管有远端腹主动脉起源、单侧髂总动脉起源和双侧髂总动脉起源等,人流血管对病变部位整体的血流动力学模式有重要影响^[8-9]。一般而言,当人流血管起源于腹主动脉时,内脏分支灌注较为充足,但双侧髂总动脉的血流量减少,且可能因腹主动脉局部的血流紊乱增加远期扩张风险;而当人流血管起源于髂总动脉时,内脏动脉的灌注明显减少,腹主动脉的血流不会发生紊乱,但人流血管本身的扩张风险增加。

复合手术可采取分期实施(内脏动脉重建与腔内修复分期)或同期实施(内脏动脉重建与腔内修复同期)两种方式。一项Meta分析结果显示,分期手术与同期手术的脊髓缺血和永久性的术后截瘫发生率无差异,但分期手术可降低术后短期心血管、肠道相关并发症发生率,而同期手术可避免动脉瘤在等待分期手术中发生破裂,二者的中期预后结果无差异^[10]。

推荐意见 1:复合手术主要适用于一般情况较差、合并症较多、不能耐受传统开放修复与内脏动脉重建的患者,或是由于病变累及范围广泛且解剖结构复杂无法进行全腔内修复治疗的患者,并应主要在高容量、技术成熟的中心开展(证据

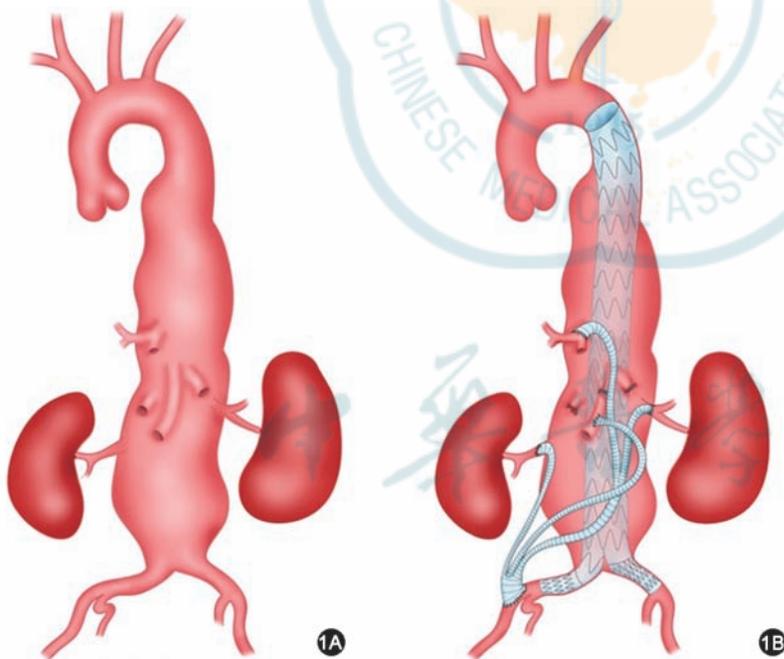


图1 复合手术技术示意图:1A示累及内脏分支动脉的主动脉扩张性疾病;1B示应用复合手术技术行主动脉与内脏分支动脉重建

表1 证据质量描述和推荐强度分级

证据级别	描述	推荐强度	描述
A	数据源于多个随机对照临床研究或此类研究的荟萃分析	强	在达成共识的前提下,超过50%的投票者选择完全同意,适合在多数情况下应用
B	数据源于单个随机对照临床研究,或大样本量非随机对照研究、观察性研究、注册登记研究,或此类研究的荟萃分析	弱	在达成共识的前提下,不超过50%的投票者选择完全同意,可能需要谨慎应用
C	数据源于小样本量非随机对照研究、观察性研究、注册登记研究,或此类研究的荟萃分析,或专家共识		



级别:A;推荐强度:强推荐)。

推荐意见 2:如果条件允许,在应用复合手术技术时应考虑对破裂风险可控的患者采取分期手术的方式进行重建,以减少术后并发症(证据级别:A;推荐强度:强推荐)。

(二)平行支架技术

平行支架技术指将用于内脏动脉重建的分支支架和主体支架轴向平行放置,以在主动脉锚定区有限、主体支架可能覆盖内脏分支时,实现血运重建(图2)。平行支架技术可根据分支支架和主体支架之间的相对位置分为烟囱技术、潜望镜技术等,其中烟囱技术分支支架内血流方向与主体支架内部流向相同,而潜望镜技术中二者的血液流向相反。平行支架技术在累及内脏动脉的急诊病例中显示出可接受的围手术期病死率和内脏分支通畅率^[11]。平行支架的最大优点是操作简单,对技术要求相对较低。此外,平行支架技术对器材的要求也较低,受瘤颈扭曲等因素影响较小,且因植入物不需要提前定制,特别适合在急诊手术中使用,也为在我国不同层级的医疗机构和不同器械设备条件下推广应用提供了一定便利。

平行支架技术修复复杂动脉瘤的内漏、分支支架闭塞等并发症发生率较高,长期效果不确定。美国 Vascular Quality Initiative 数据库的资料显示,平

行支架修复 I~III 型和 IV 型 TAAA 的 IA 型内漏发生率分别为 10% 和 22%,而患者术后 1 年生存率分别为 74% 和 78%^[11]。平行支架术后内漏与支架间口径匹配情况、支架置入数目、支架在血管内或支架内平行,以及主体支架自身特征等因素相关。由于多根支架间存在天然间隙且相互挤压,近端密封不足所致内漏和支架压闭的风险是限制平行支架技术使用的主要缺点^[12]。同时使用多根支架亦增加了患者的经济负担,故建议限制平行支架的数目在 2 支及以下,以降低内漏和支架闭塞的风险。在内漏的处理上,研究结果显示平行支架造成的内漏多为一过性,可随时间自行消退,仅有不到 5% 的患者最终需要接受二次干预^[13]。因此,对于术后存在内漏的患者,建议加强基于影像学检查的规律随访,根据具体情况评估后续处理方式。

综合考虑平行支架技术的优势与潜在缺陷,相比于择期修复,平行支架更适用在开窗支架主动脉瘤腔内修复术和开放手术修复失败时作为替代措施,特别是在需要立即干预的情况下具有重要价值,即使是经验相对较少的介入医师也能相对容易地掌握这一技术,对支架型号或种类依赖性较低的特点也有助于患者得到及时干预。

推荐意见 3:对于主动脉解剖结构合适且一般情况较好的患者,在择期手术时应优先选择使用开窗和分支支架技术进行全腔内修复(证据级别:B;推荐强度:弱推荐)。

推荐意见 4:平行支架技术术后内漏发生率相对较高,但其在急诊和低容量中心的应用是安全且高效的(证据级别:B;推荐强度:强推荐)。

推荐意见 5:建议平行支架重建内脏动脉的平行支架数量控制在 2 支及以下,以尽量避免支架间隙造成内漏发生(证据级别:C;推荐强度:强推荐)。

(三)八爪鱼技术

八爪鱼技术由外科医师采用成品化人工血管内支架和覆膜支架自行组合而成。与前述平行支架技术类似,同样是利用成品化支架对主动脉扩张性疾病内脏分支动脉进行重建。经典的八爪鱼技术指首先在

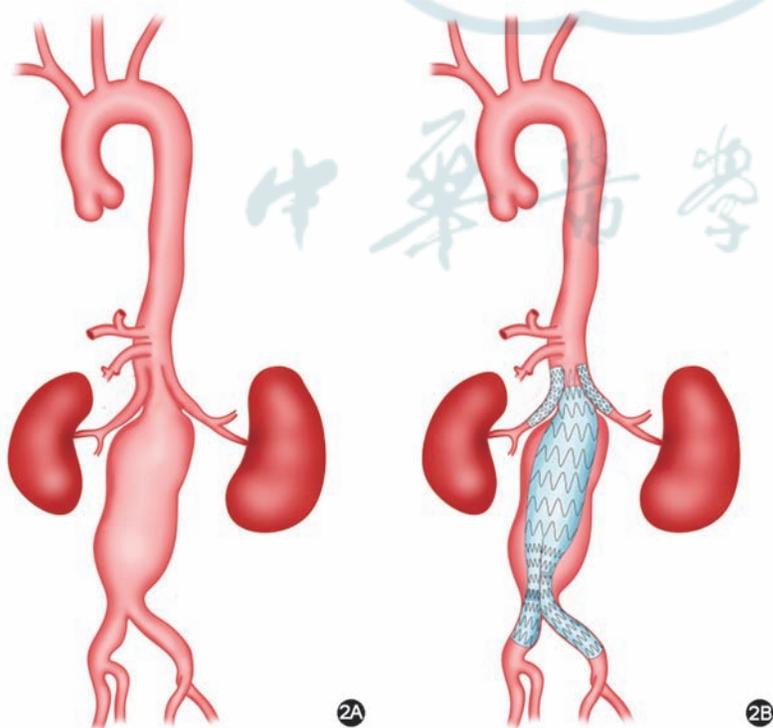


图2 平行支架技术示意图:2A 示累及内脏分支动脉的主动脉扩张性疾病;2B 示平行支架技术重建主动脉及内脏分支动脉



支架主体,短腿支下缘置入位置高于腹腔干动脉,于其中并行植入 3 支覆膜支架用于分别重建腹腔干动脉、肠系膜上动脉和右肾动脉,而长腿支下缘置入位置则高于左肾动脉,连接左肾动脉分支血管支架和另一个腹主动脉分叉主体支架以修复远端瘤腔(图 3)。一般情况下,分叉型主体支架植入处至少需长 2 cm 的近端锚定区;如果需要更长的锚定区,可选择放置胸主动脉主体或限制性覆膜支架(Cuff),确保近端封闭以降低支架移位和内漏的发生率,而桥接分支支架和分叉主体的重叠部分至少需要 3 cm。经典八爪鱼技术实施较为复杂,需要重建 4 条内脏动脉,导致手术时间较长、手术风险增高。因此,有国内学者提出了改良八爪鱼技术,即在仔细评估肠道等器官缺血风险较低的基础上,通过弹簧圈栓塞腹腔干,经短腿支重建肠系膜上动脉和右肾动脉,经分叉长腿重建左肾动脉并修复远端瘤腔^[14]。八爪鱼技术的主要优势为能根据实际临床情况应用成品化支架进行重建。其劣势为手术时间较长,即使是经验丰富的外科医师,平均手术时间为 5 h 以上^[15];技术难度较高,需要型号齐全的桥接支架才能够满足不同患者的重建需求。此外,八爪鱼分支覆膜支架之间的间隙会增加 I A 型内漏等并发症发生率^[15-16],先将覆膜支架预缝在大动脉支架上可能是一种有效的改进方式。

推荐意见 6:八爪鱼技术在无合适的开窗和分支支架可供使用时是可行且安全的手术方式,由于其操作难度大,对桥接支架型号的需求较高,建议于高容量中心在主动脉复杂解剖的高手术风险患者中尝试开展(证据级别:C;推荐强度:弱推荐)。

(四)外科医师改良支架(physician modified stent-graft, PMSG)

PMSG 指由外科医师对商品化的人工血管内支架进行定制化修改后的移植物(图 3)。PMSG 技术目前已成为各类复杂主动脉扩张性疾病的主要腔内修复方式^[17-18]。PMSG 可通过直视下预开窗和(或)缝合分支(内嵌或外分支)等进行改造,以适应不同患者的复杂解剖结构,从而实现在临床工作中快速、个性化支架改造与内脏分支重建。

PMSG 开窗可根据数量分为单开窗、双开窗、三开窗和四开窗等,根据分支与主体支架的位置关系可分为内分支与外分支 2 种。开窗和分支组合的多样性为重建内脏分支动脉带来灵活的解决方案。PMSG 的优势为:(1)快速实用,解决了内脏动脉重建定制化支架等待时间过长的问题;(2)灵活多样,解决了部分患者病理解剖和现有定制化支架匹配性不佳的问题。

PMSG 的制作非常依赖术前对主动脉形态和内脏分支解剖位置的准确评估,尤其重要的是确定

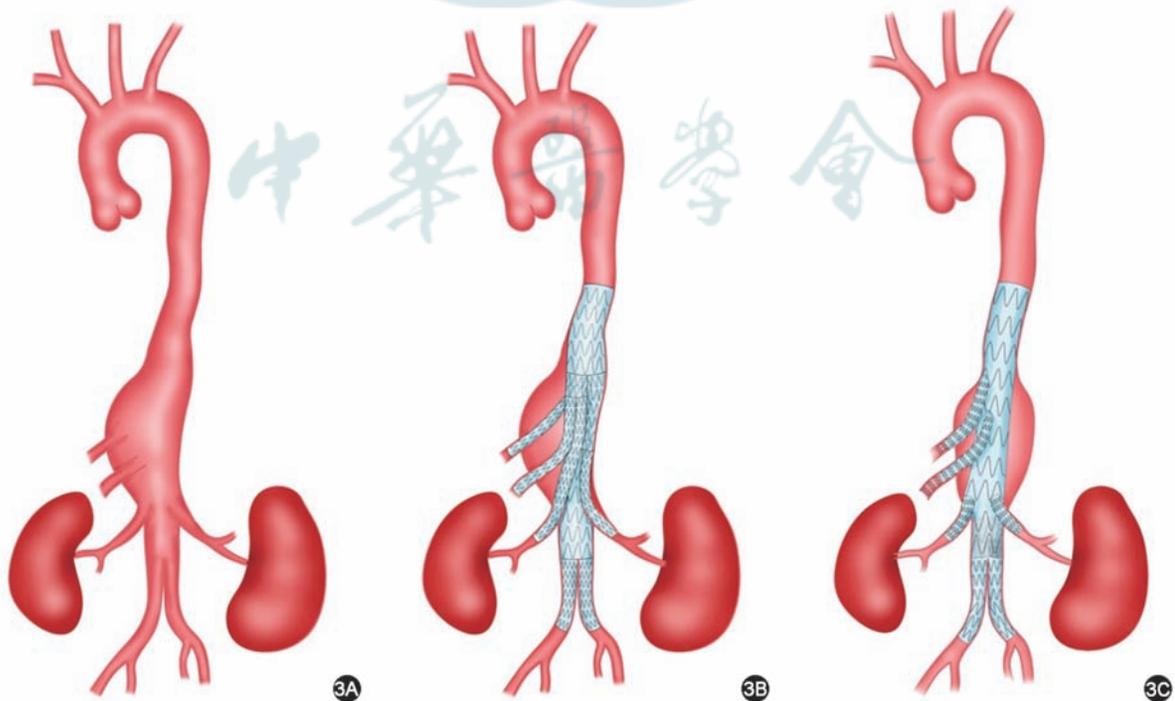


图 3 八爪鱼技术和外科医师改良支架技术示意图:3A 示累及内脏分支动脉的主动脉扩张性疾病;3B、3C 分别示八爪鱼技术、外科医师改良支架技术重建腹主动脉及内脏分支动脉

腹腔主要四分支之间的相对位置、直径、距离和近远端锚定区主动脉直径。目前基于 CT 的三维测量软件如 3-Mensio、Endosize、Aquarius 等各有特点,均提供了高精度三维重建和测量功能,能够从二维 CT 扫描数据中重建出三维血管图像,并实现对血管的直径、长度和曲率等参数的精确测量。其中 3-Mensio 的用户界面较为直观,操作易上手,Endosize 则具有内置的自动化处理工具,有助于提高处理效率,而 Aquarius 的处理速度较快且可处理多种影像。

现已有多种技术手段能够辅助医师完成开窗。其中三维打印可在体外模拟主动脉形态^[19],提供直观的与真实动脉瘤具有相同尺寸的模型,对多部位开窗有一定帮助。但需要注意,目前常见的三维打印模型均由硬质材料构建,无法反映支架在体内释放后的实际情况。与之类似的三维曲面平面拓扑导板技术,可在一定程度上模拟支架在主动脉内的扭曲和真腔形变情况^[20]。在开窗尺寸选择上,开窗上缝制的金属环直径应略小于桥接支架开窗的直径,而开孔的直径也应当略小于金属环的直径,从而能保证开孔小于对应内脏分支动脉的直径,减少术后内漏的发生。基于这些考虑,在开窗方式的选择上一般建议优选电灼笔,使开窗范围更精准、可控。

在内脏分支重建时考虑开窗和分支技术混合使用,需要根据病变特点综合考量的问题。单纯开窗、单纯分支或开窗分支组合分别有各自的适用范围。当分支发自于正常主动脉管壁上,但病变近端距离分支开口长度不足以充分锚定时,通常需进行开窗。分支技术增加了桥接支架和主体支架的重叠长度,适合于内脏动脉直接起源于瘤腔或开口非常靠近瘤腔的病变,其中内嵌设计适合于分支开口处接近瘤体近端或者分支开口已经被瘤体累及的情况;外分支支架则更适合于从瘤腔中起源的内脏动脉,且瘤腔较大,外分支充分展开的情况不贴壁。理论上外分支设计对主动脉支架内部的血流影响更小,同时外分支的存在有助于外科医师术中选入到相应的内脏动脉。

PMSG 在完成开窗和分支的缝制改造后需要进行回装,确保体内再次展开时精准定位并完整再现设计目标。应根据患者的解剖学特征,个性化调整束径大小、束径长度,合理的束径设计不仅有助于提高内脏分支动脉超选的成功率和便利性,同时有助于保持支架的稳定性。合理的束径可在术中

为支架的空间位置调整提供便利,由于束径时主体支架不贴壁,用于超选的导丝导管更容易从开窗口中选出。一般从上肢入路进行内脏动脉重建时,窗口的的位置应略高于分支开口位置,由于开窗口顺应导丝导管的导向,容易实现对内脏分支动脉的超选。同理,当从下肢入路进行重建时,窗口的的位置应略低于分支开口位置。合理的束径同时有助于医师在实际操作中校正微小的位置误差,确保开窗或分支与目标血管精确对接,而即便对位欠准时仍可有充分操作空间允许交换导丝、导管进入窗口。合理的开窗或者分支设计、充分的束径是 PMSG 术前改造阶段的关键,也是决定后续手术成败的重点。

PMSG 技术的内漏发生率和患者术后 1 年生存率均优于平行支架技术^[11]。即使是高难度 PMSG 手术,如四开窗修复,内脏靶动脉发生错位或桥接支架的断裂的发生率均很低^[21-23]。然而,由于 PMSG 较依赖术者自身的经验和技能,且用于改造的主体支架型号各异,导致当前文献中报道的 PMSG 数据质量相对较低^[22]。

总体而言,PMSG 具有以下优势:(1)开窗的位置、形态和大小可控,能在避开支架骨架的同时较好地匹配分支动脉开口位置;(2)能够避免原位开窗技术在破膜时所致的动脉栓塞风险,减少靶血管造成的损伤;(3)体外开窗后能够对窗口缝合加固,且缝制的弹簧圈又可作为术中的定位标志;(4)通过束径技术术中灵活调整开窗定位,便于分支动脉超选并可保证其血供;(5)可根据病变具体情况进行内、外分支的缝合以适应复杂解剖;(6)PMSG 的术后截瘫等并发症风险相对较低,安全性较好^[24]。PMSG 的局限性为对术前精准测量和外科医师的技术的要求较高,且多个窗孔的同时精准对位也是一大挑战。对于开窗和分支技术的选择主要依赖外科医师的经验,当前还存在一些争议,但分支技术可为靶血管的桥接支架提供更大的连接范围,同时为内衬的裸架提供更多方向性和支撑性。推荐将 PMSG 用于部分有症状或动脉瘤破裂的高风险患者。

推荐意见 7:对于复杂主动脉扩张性疾病患者的内脏分支重建,PMSG 技术是一种灵活、安全且有效的择期手术治疗选择,建议在技术成熟的中心作为主要修复方式优先开展(证据级别:B;推荐强度:强推荐)。

推荐意见 8:建议使用电灼笔来作为开窗改造时的主要工具,使范围和位置更加精确,且开孔的



直径应小于金属环和桥接支架以减少内漏(证据级别:C;推荐强度:强推荐)。

推荐意见 9:应根据患者解剖特点和手术方案灵活调整开窗和(或)分支组合的改造方案,并个性化进行 PMSG 的束径等细节调整(证据级别:C;推荐强度:强推荐)。

(五)成品覆膜支架(off-the-shelf endografts, OSEG)

分支支架可分为个性化定制支架和成品化支架两种。前者根据患者主动脉解剖特点个性化设计后由厂家生产,一般耗时 2 周至 2 个月不等。优点是对患者主动脉形态的适应性好,缺点为耗时较长,在患者亟须治疗情况下无法满足临床需求。因此,当前成品化支架是世界研究的焦点。

OSEG 可实现主动脉扩张性疾病及内脏动脉的全腔内修复。OSEG 可提供多种尺寸选择,其中的核心模块尺寸相对固定,各种模块化的组合能兼容不同解剖形态的病变,满足大多数主动脉扩张病变治疗和内脏修复的需求。当前可用于主动脉扩张性疾病内脏分支重建的 OSEG 产品多处于研制和临床试验阶段,均未在我国正式获批上市。

对于不同 OSEG 支架系统解剖适用性的研究是当前热点之一,更是明确 OSEG 能否实现应用成品化支架完成内脏动脉全腔内修复理念的重要前提。OSEG 通常具有模块化、通用化的设计特点,这些模块单元可根据患者的主动脉段解剖特征在体外进行组装固定,检验不同模块支架的选择是否准确,以形成符合患者个体主动脉病变解剖结构的分支支架血管。非定制分支支架的适用性主要受三大要素制约:分支血管的位置与倾斜角度、血管的直径与长度,以及血管的解剖变异程度^[25-26]。既往研究报道的 3 种常见多分支 OSEG 的解剖适用性相近,总体解剖适用性为 50% 左右^[27-28]。目前,尚未见性能优于传统支架的 OSEG,且 OSEG 在我国目前仍处于试验阶段,临床数据具有一定选择性偏倚。除少数特定型号外,其余 OSEG 的适用性数据也尚缺乏。

推荐意见 10: OSEG 具有较好的解剖适用性、较稳定的血流动力学特点,无需定制和改制,推荐以小样本、前瞻性临床试验的形式用于部分有症状或动脉瘤破裂的高风险患者的治疗(证据级别:C;推荐强度:弱推荐)。

二、桥接支架的选择

覆膜支架依据释放机理分为自膨式支架

(self-expanding covered stent, SECS)和球囊扩张式支架(balloon expandable cover stented, BECS),两类支架的优劣一直是学界争议的焦点。SECS 弹性较高,可在后扩张之后保持形态,并随靶血管重塑进一步扩张至合适尺寸,更易于通过曲折的血管且相对不易发生扭折。而 BECS 则拥有更强的径向支撑力,球囊扩张的方式也更容易在完全释放前调整支架定位,保证术中的精确释放;同时释放系统口径通常小于同尺寸的 SECS,与 BECS 配套的鞘管直径更小,从而更容易通过主体支架系统进入到分支动脉。尽管众多覆膜支架系统已投入使用,市场上仍缺少针对复杂主动脉重建的成品化桥接支架,且尚无明确证据表明某种器材在性能具有明显优势,或长期通畅率更佳。

作为内脏动脉桥接支架,部分 BECS 和 SECS 的中期总体通畅率相似,内脏动脉不稳定性和再干预率均较低,但 BECS 的 Ic 型或 IIIc 型内漏的发生率相对较高^[29-32]。BECS 内漏风险较高的原因可能为:(1)与 SECS 相比,超尺寸(oversize)程度小,后扩张不充分;(2)锚定区相对较短;(3)径向力过大,可能导致靶内脏血管扩张;(4)无法顺应术后靶内脏血管直径的持续变化;(5)在球囊扩张过程中往往呈直线形结构,减压后由于血管自身弯曲的性质,回抽可能导致支架逆行性迁移,从而影响其预期定位和效果。这些潜在因素在一定程度上增加了靶内脏动脉重建的不稳定性。

组合使用不同种类桥接支架在一定情况下可提升内脏动脉修复的效果,如 BECS 联合远端 SECS 可提高靶血管的通畅性,而 BECS 远端桥接自膨式裸支架可起到预防或治疗钙化狭窄的效果。然而,上述操作存在潜在风险。有研究指出,使用多个桥接支架或在同一内脏动脉上使用不同类型桥接支架,以及使用裸金属支架远端重衬,均与桥接支架断裂风险增加有关^[33]。同时,更长的桥接支架也可能与靶内脏血管长期通畅性降低有关^[34]。

除开窗、分支支架主动脉腔内修复术外,烟囱、八爪鱼技术中桥接支架的选择也值得深入探讨。由于烟囱技术中使用烟囱支架的数量与内漏的发生率呈正相关,一般建议严格限制烟囱桥接支架的数量以减少内漏发生。此外,在八爪鱼技术中不同直径的桥接支架的组合被证实与支架间隙大小相关^[35],因此,应尽可能最小化支架间隙,降低内漏发生风险。也有学者总结了烟囱技术和八爪鱼技术中桥接支架直径的计算公式,可结合临床实际作为



参考^[16]。

推荐意见 11:应在重建时根据内脏动脉走行等实际情况选择 SECS 或 BECS,建议在 BECS 远端桥接 SECS 或自膨式裸支架以提供支撑,提高靶血管的通畅性(证据级别:C;推荐强度:弱推荐)。

三、入路的选择

合适的动脉入路是主动脉扩张性疾病腔内治疗中成功重建内脏分支的关键因素之一。经腋动脉、肱动脉入路进行修复的有效性和安全性已得到公认,且较经下肢入路在临床上更为常用。根据不同支架系统制造商的使用说明,几乎所有的开窗和分支支架系统都需要至少一条上肢入路以便于术中的顺行分支动脉超选和植入桥接支架。而可调弯鞘器械的出现使完全经下肢动脉入路修复成为可能^[36]。

当前学界关于对上肢或下肢入路的选择仍存在一定争议,主要的焦点为上肢动脉损伤、脑血管事件等并发症的风险问题。上肢入路被认为与脑血管事件发生有关,可能因为在主动脉弓和弓上血管起始处导管、导丝的操作会破坏易损斑块,导致远端栓塞。此外,大尺寸鞘管或多鞘管通过弓部时可引起颈动脉或椎动脉开口部分阻塞,进而导致远端低灌注,若鞘膜上形成血栓也可能在鞘移除后进入脑循环引发栓塞,需要在术中对患者激活全血凝固时间等参数进行规律监测,而下肢入路避免了主动脉弓相关的风险和神经系统并发症。充分肝素化、尽量选用小尺寸鞘、术中脑氧检测和鞘撤除后造影确认颈、脑血管血供等方法的应用使上肢入路围手术期脑卒中和短暂性脑缺血发作等脑血管事件发生率明显降低,但略高于完全经下肢股动脉入路,而两者在技术成功率、围手术期病死率和局部入路相关并发症发生率等方面无差异^[37]。

除主动脉弓结构差、主动脉扭曲程度过高导致无法从上肢入路完成修复的情况,经上肢入路是通用性较好的选择,尤其对于分支设计成开口向下的支架系统或内脏分支向下成角时,上肢入路可为内脏分支血管的超选和桥接支架植入等方面提供便利,同时也可通过“Through-and-Through”等技术克服迂曲的主动脉解剖,对下肢的灌注影响亦较小。而对于部分解剖条件良好、病变不复杂或既往有脑卒中或严重慢性肾脏病病史的患者,应酌情选用下肢股动脉作为主要入路。当前关于上肢应经右侧或左侧入路的研究数量相对较少,经左侧入路较右侧在理论上可能具有一定优势,其原因在于对主动

脉弓和弓上分支动脉影响较小,但现有真实世界证据显示右侧入路与左侧在安全性和有效性上并无差异^[38]。右侧上肢入路时所有导丝、导管等器械都在主操作台的一侧范围内,管理和操作较为便利,也有助于提升手术的成功率和缩短手术时间。

为确定最佳的动脉入路,首先需要借助 CT 血管造影仔细识别主动脉弓钙化、动脉粥样硬化和附壁血栓程度,以确认经上肢入路操作的可行性。其次,三维重建亦有助于评估主动脉迂曲程度、内脏分支的成角、相对位置和形态。

推荐意见 12:在术前仔细评估和术中合理操作的前提下,经上、下肢或左、右侧入路都是安全选择,推荐基于患者的主动脉解剖、病变的累及范围以及所用支架系统的实际情况进行综合考量(证据级别:C;推荐强度:弱推荐)。

四、术后的用药和随访

在改变以吸烟、酗酒为代表等不良生活习惯的基础上,对于所有牵涉到内脏动脉重建的主动脉扩张性疾病患者,在腔内修复术后均应给予针对性、个性化的辅助药物治疗和长期、规律的随访以提升综合疗效。由于主动脉扩张性疾病多伴大量的附壁血栓形成,内脏动脉较多同时合并狭窄,因此建议在术后 6 个月内使用双联抗血小板药物以降低支架内血栓形成风险,6 个月后再单用阿司匹林或氯吡格雷等作为长期治疗,也可配合使用血栓弹力图检测以指导科学用药,同时长期合用他汀类药物^[39]。其他药物治疗如抗凝、降压、抗菌药物治疗等应根据患者个人的合并症酌情进行。需要注意的是,尽管喹诺酮类抗菌药物既往被认为可能与主动脉瘤和主动脉夹层的发生或进展存在关联,但最新的临床证据提示主动脉扩张不应列为喹诺酮类药物使用的禁忌证^[40-42]。

临床随访时除询问主诉和进行体检外,应进行增强 CT 检查。若条件允许,建议分别于术后 1 个月和 12 个月行主动脉弓上分支至股总动脉的动脉期和静脉期 CT 血管造影,以评估支架的修复效果,明确是否存在疾病的持续进展,并将两次随访结果作为决定后续随访问隔的主要参考依据^[43]。若病情稳定,术后 12 个月后可每 6 个月或 1 年行 CT 血管造影检查,重点关注潜在的并发症如支架移位、扭曲、断裂、狭窄闭塞或内漏等,同时进行相关数据的记录。对于肾功能明显受损的患者或 CT 血管造影结果良好的患者,后续随访可应用 CT 平扫和多普勒超声检查,以尽可能减少造影剂肾病的发生风



险。术后 12 个月若未发现明显的不良事件则可延长随访问隔,在术后 2、3、4 年可行彩色多普勒超声检查,在术后 5 年再行 CT 血管造影检查。

推荐意见 13:对于主动脉扩张性疾病内脏分支动脉腔内重建的患者,建议进行规律随访并使用抗血小板药物治疗以减少重大不良心血管事件的发生(证据级别:C;推荐强度:强推荐)。

推荐意见 14:至少分别于术后 1 个月和 12 个月进行一次 CT 和多普勒超声检查,若未发现异常,则可延长随访问隔至每年 1 次(证据级别:A;推荐强度:强推荐)。

推荐意见 15:若于术后前 5 年内,经规律随访未发现任何并发症,建议可将随访时间延长至每 5 年 1 次(证据级别:B;推荐强度:弱推荐)。

推荐意见 16:若于术后任一随访时观察到内漏,建议此后每 6 个月或 12 个月进行一次随访以精准评估处理方式(证据级别:C;推荐强度:弱推荐)。

推荐意见 17:对于术后随访期间出现 I 型或 III 型内漏且长期不消退的患者,建议再次进行腔内治疗以实现密封隔绝(证据级别:B;推荐强度:强推荐)。

推荐意见 18:对于术后随访期间出现 II 型或 IV 型内漏且长期不消退的患者,且术后动脉瘤最大径增长 ≥ 10 mm 时,建议再次进行腔内治疗干预以实现密封隔绝(证据级别:C;推荐强度:弱推荐)。

五、总结与展望

针对累及内脏分支动脉主动脉扩张性疾病的腔内修复,治疗的关键在于各类开窗和分支支架技术的灵活运用、桥接支架与动脉入路的合理选择以及精细的患者术后管理。展望未来,以下几个方面可能是主动脉扩张性疾病中内脏重建技术发展的关键:(1)支架系统创新:继续改进主动脉支架与桥接支架的设计与材料特性,提升操作的便利性和成功率,提高支架系统的临床解剖适应性和长期疗效;(2)个性化治疗:根据患者的具体解剖和病变特点,研发客观合理的辅助评估方法,选择最合适的支架系统和治疗策略;(3)临床研究:开展更多高质量的前瞻性大样本、多中心临床研究,积累数据以指导临床实践;(4)教育和培训:加强术者的教育和培训,提高对新型内脏分支重建技术和治疗策略的掌握;(5)随访策略优化:制定更有效的随访策略,以监测相关疾病进展和提升患者生活质量。

本专家共识讨论和编写工作组成员名单

组长:符伟国(复旦大学附属中山医院厦门医院)

编写成员(按姓氏汉语拼音排序):陈忠(首都医科大学附属北京安贞医院)、戴向晨(天津医科大学总医院)、董智慧(复旦大学附属中山医院)、符伟国(国家放射与治疗临床医学研究中心)、戈小虎(新疆维吾尔自治区人民医院)、谷涌泉(首都医科大学宣武医院)、郭平凡(福建医科大学附属第一医院)、郭曙光(解放军联勤保障部队 920 医院)、郭伟(解放军总医院第一医学中心)、郝斌(山西白求恩医院)、何菊(天津市第一中心医院)、黄建华(中南大学湘雅医院)、姜维良(哈尔滨医科大学附属第二医院)、金辉(深圳大学总医院)、金星(山东第一医科大学附属省立医院)、李雷(清华大学第一附属医院)、李晓强(南京大学医学院附属鼓楼医院)、李拥军(北京医院)、李震(郑州大学第一附属医院)、刘冰(哈尔滨医科大学附属第一医院)、刘昌伟(中国医学科学院北京协和医学院北京协和医院)、刘鹏(中日友好医院)、陆信武(上海交通大学医学院附属第九人民医院)、曲乐丰(海军军医大学第二附属医院)、舒畅(中国医学科学院阜外医院)、覃晓(广西医科大学第一附属医院)、王豪夫(青岛大学附属医院)、王劲松(广东省人民医院)、王利新(复旦大学附属中山医院)、吴丹明(辽宁省人民医院)、肖占祥(海南省人民医院)、辛世杰(中国医科大学附属第一医院)、闫波(银川市第一人民医院)、翟水亭(河南省人民医院)、张福先(首都医科大学附属北京世纪坛医院)、张鸿坤(浙江大学医学院附属第一医院)、张岚(上海交通大学医学院附属仁济医院)、张小明(北京大学人民医院)、章希炜(南京医科大学第一附属医院)、赵纪春(四川大学华西医院)、赵璐(上海交通大学医学院附属第六人民医院)、周为民(南昌大学第二附属医院)

执笔人:王利新、张宇翀(复旦大学附属中山医院)、胡诚凯(复旦大学附属中山医院)

利益冲突 所有编者声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Mazzolai L, Teixido-Tura G, Lanzi S, et al. 2024 ESC Guidelines for the management of peripheral arterial and aortic diseases[J]. Eur Heart J, 2024, 45(36): 3538-3700. DOI:10.1093/eurheartj/ehae179.
- [2] 中华医学会外科学分会血管外科学组. Stanford B 型主动脉夹层诊断和治疗中国专家共识(2022 版)[J/CD]. 中国血管外科杂志(电子版), 2022, 14(2): 119-130. DOI:10.3969/j.issn.1674-7429.2022.02.007.
- [3] 毛乐,董智慧,符伟国,等. 胸降主动脉瘤诊断和治疗中国专家共识(2024 版)[J]. 中华血管外科杂志, 2024, 9(1): 8-15. DOI:10.3760/cma.j.cn101411-20231220-00055.
- [4] Moulakakis KG, Karaolanis G, Antonopoulos CN, et al. Open repair of thoracoabdominal aortic aneurysms in experienced centers[J]. J Vasc Surg, 2018, 68(2): 634-645. e12. DOI:10.1016/j.jvs.2018.03.410.
- [5] Walker KL, Shuster JJ, Martin TD, et al. Practice patterns for thoracic aneurysms in the stent graft era: health care

- system implications[J]. *Ann Thorac Surg*, 2010, 90(6): 1833-1839. DOI:10.1016/j.athoracsur.2010.08.008.
- [6] Atkins D, Best D, Briss PA, et al. Grading quality of evidence and strength of recommendations[J]. *BMJ*, 2004, 328(7454):1490. DOI:10.1136/bmj.328.7454.1490.
- [7] Hsueh C, Sandford A. The delphi technique: making sense of consensus[J/OL]. *PARE*, 2007, 12(1). DOI: 10.7275/PDZ9-TH90. <http://pareonline.net/pdf/v12n10.pdf>.
- [8] Wen J, Yuan D, Wang Q, et al. A computational simulation of the effect of hybrid treatment for thoracoabdominal aortic aneurysm on the hemodynamics of abdominal aorta[J]. *Sci Rep*, 2016, 6: 23801. DOI:10.1038/srep23801.
- [9] Wen J, Ho H, Peng L, et al. Effect of anastomosis angles on retrograde perfusion and hemodynamics of hybrid treatment for thoracoabdominal aortic aneurysm[J]. *Ann Vasc Surg*, 2022, 79: 298-309. DOI: 10.1016/j. avsg. 2021.08.009.
- [10] Wang J, Wang T, Zhao J, et al. Comparison of clinical outcomes following one versus two stage hybrid repair of thoraco-abdominal aortic aneurysms: a comprehensive Meta-analysis[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2021, 61(3): 396-406. DOI:10.1016/j.ejvs.2020.11.033.
- [11] Smith JA, Sarode AL, Stern JR, et al. Physician-modified endografts are associated with a survival benefit over parallel grafting in thoracoabdominal aneurysms[J]. *J Vasc Surg*, 2022, 76(2): 318-325. DOI: 10.1016/j. jvs. 2022.02. 038.
- [12] Wanhainen A, Verzini F, Van Herzele I, et al. Editor's Choice-European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2019 Clinical Practice Guidelines on the Management of Abdominal Aorto-iliac Artery Aneurysms[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2019, 57(1): 8-93. DOI: 10.1016/j. ejvs.2018.09.020.
- [13] 刁永鹏, 李拥军. 复杂腹主动脉瘤内脏分支重建技术评价[J]. *中国普通外科杂志*, 2020, 29(12): 1420-1425. DOI: 10.7659/j.issn.1005-6947.2020.12.002.
- [14] Sun Y, Zhang Y, Sun X, et al. Clinical effect of endovascular repair of complex aortic lesions using optimized Octopus surgery[J]. *Front Bioeng Biotechnol*, 2023, 11: 1240651. DOI:10.3389/fbioe.2023.1240651.
- [15] Wang M, Yao C, Yin HH, et al. Endovascular treatment of ruptured or symptomatic thoracoabdominal and pararenal aortic aneurysms using octopus endograft technique: mid-term clinical outcomes[J]. *J Endovasc Ther*, 2023, 30(2):163-175. DOI:10.1177/15266028221075236.
- [16] Hsu MY, Su TW, Su IH, et al. Use of the octopus technique for endovascular treatment of complex aortic lesions[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2019, 30(4):495-502. DOI:10.1016/j. jvir.2018.10.020.
- [17] Sanders AP, Gomez-Mayorga J, Manchella MK, et al. Ten years of physician-modified endografts[J]. *J Vasc Surg*, 2024: S0741-5214(24)01780-01784 [pii]. DOI: 10.1016/j. jvs.2024.07.108.
- [18] O'Donnell T, Dansey KD, Schermerhorn ML, et al. National trends in utilization of surgeon-modified grafts for complex and thoracoabdominal aortic aneurysms[J]. *J Vasc Surg*, 2024, 79(6): 1276-1284. DOI: 10.1016/j. jvs.2024.01.216.
- [19] Zhou J, Xu J, Wang X, et al. Personalized 3D-print-covered stent for endovascular treatment of complicated abdominal aortic dissection with Marfan syndrome[J]. *Asian J Surg*, 2023, 46(3): 1387-1389. DOI: 10.1016/j. asjsur.2022.08.128.
- [20] Liu YM, Keyoumu R, Shi YH, et al. 3D parametric surface planar topological guide plate to create a PMSG for the emergency endovascular repair of an aortic arch aneurysm[J]. *J Card Surg*, 2022, 37(11): 3955-3957. DOI: 10.1111/jocs.16804.
- [21] Piazza M, Squizzato F, Spertino A, et al. Standardized approach for four-fenestrated physician-modified endograft to treat complex abdominal aortic aneurysms using Valiant Captivia[J]. *J Vasc Surg Cases Innov Tech*, 2024, 10(3):101491. DOI:10.1016/j.jvscit.2024.101491.
- [22] Gouveia E Melo R, Fernández Prendes C, Caldeira D, et al. Systematic review and Meta-analysis of physician modified endografts for treatment of thoraco-abdominal and complex abdominal aortic aneurysms[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2022, 64(2-3): 188-199. DOI: 10.1016/j. ejvs.2022.04.015.
- [23] Tsilimparis N, Gouveia E Melo R, Tenorio ER, et al. Multicenter study on physician-modified endografts for thoracoabdominal and complex abdominal aortic aneurysm repair[J]. *Circulation*, 2024, 150(17):1327-1342. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.123.068587.
- [24] Isselbacher EM, Preventza O, Hamilton BJ, et al. 2022 ACC/AHA Guideline for the Diagnosis and Management of Aortic Disease: A Report of the American Heart Association/American College of Cardiology Joint Committee on Clinical Practice Guidelines[J]. *Circulation*, 2022, 146(24): e334-e482. DOI: 10.1016/j. jtcvs. 2023.04. 023.
- [25] Ferreira M, Ferreira D, Cunha R, et al. Advanced technical considerations for implanting the t-Branch off-the-shelf multibranched stent-graft to treat thoracoabdominal aneurysms[J]. *J Endovasc Ther*, 2018, 25(4): 450-455. DOI: 10.1177/1526602818779826.
- [26] Spath P, Tsilimparis N, Furlan F, et al. Additional aortic coverage with an off the shelf, multibranched endograft compared with custom made devices for endovascular repair of pararenal abdominal aortic aneurysms[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2023, 65(5): 710-718. DOI: 10.1016/j. ejvs.2023.01.030.
- [27] Bertoglio L, Grandi A, Carta N, et al. Comparison of anatomic feasibility of three different multibranched off-the-shelf stent-grafts designed for thoracoabdominal aortic aneurysms[J]. *J Vasc Surg*, 2021, 74(5): 1472-1482. DOI: 10.1016/j.jvs.2021.04.066.
- [28] Bilman V, Rinaldi E, Loschi D, et al. Suitability of current off-the-shelf devices for endovascular TAAA repair: a systematic review[J]. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, 2023, 64(5): 459-469. DOI: 10.23736/S0021-9509.23.12704-2.
- [29] Migliari M, Leone N, Veraldi GF, et al. Comparison of bridging stent grafts in branched endovascular aortic repair[J]. *J Vasc Surg*, 2024, 79(5): 1026-1033. DOI: 10. 1016/j.jvs.2023.12.037.
- [30] Di Domenico R, Esposito D, Speziali S, et al. The Gore Viabahn balloon-expandable stent graft as a bridging stent in complex endovascular aortic procedures at 3 years performs better in fenestrations[J]. *J Vasc Surg*, 2024: S0741-5214(24)01704-01704X [pii]. DOI: 10.1016/ j.jvs.2024.08.011.
- [31] Nana P, Spanos K, Brodis A, et al. Meta-analysis of

- comparative studies between self-and balloon-expandable bridging stent grafts in branched endovascular aneurysm repair[J]. *J Endovasc Ther*, 2023, 30(3):336-346. DOI:10.1177/15266028221083458.
- [32] Bertoglio L, Loschi D, Cambiaghi T, et al. Preliminary outcomes of the lifestream balloon-expandable covered stent in fenestrated and branched thoracoabdominal endovascular repairs[J]. *J Endovasc Ther*, 2018, 25(2): 230-236. DOI:10.1177/1526602817752449.
- [33] Guo W, He Y, Zhang H, et al. Total endovascular repair of complex thoracoabdominal/abdominal aortic aneurysms with a four-branched off-the-shelf G-Branch™ Stent Graft[J]. *Ann Vasc Surg*, 2021, 71: 534. e7-534. e12. DOI: 10.1016/j.avsg.2020.08.155.
- [34] Piazza M, Squizzato F, Xodo A, et al. Effect of branch length and tortuosity on the outcomes of branched endovascular repair of thoracoabdominal aneurysms using self-expandable bridging stent graft[J]. *J Vasc Surg*, 2021, 74(2): 363-371. DOI: 10.1016/j.jvs.2020.12.078.
- [35] Franklin RN, Silveira PG, Timi JR, et al. Tomographic measurement of gutters and analysis of the conformability of stent grafts in the octopus technique for endovascular thoracoabdominal aneurysm repair[J]. *Ann Vasc Surg*, 2016, 33: 202-209. DOI: 10.1016/j.avsg.2015.11.030.
- [36] Wang L, Zhou X, Guo D, et al. A new adjustable puncture device for in situ fenestration during thoracic endovascular aortic repair[J]. *J Endovasc Ther*, 2018, 25(4): 474-479. DOI:10.1177/1526602818776623.
- [37] Chamseddin K, Timaran CH, Oderich GS, et al. Comparison of upper extremity and transfemoral access for fenestrated-branched endovascular aortic repair[J]. *J Vasc Surg*, 2023, 77(3):704-711. DOI:10.1016/j.jvs.2022.10.009.
- [38] Scott CK, Driessen AL, Gonzalez MS, et al. Perioperative neurologic outcomes of right versus left upper extremity access for fenestrated-branched endovascular aortic aneurysm repair[J]. *J Vasc Surg*, 2022, 75(3): 794-802. DOI: 10.1016/j.jvs.2021.08.093.
- [39] Burban A, Idzik A, Gelo A, et al. Platelet function changes in patients undergoing endovascular aortic aneurysm repair: review of the literature[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9:927995. DOI:10.3389/fcvm.2022.927995.
- [40] Newton ER, Akerman AW, Strassle PD, et al. Association of fluoroquinolone use with short-term risk of development of aortic aneurysm[J]. *JAMA Surg*, 2021, 156(3): 264-272. DOI: 10.1001/jamasurg.2020.6165.
- [41] Pasternak B, Inghammar M, Svanström H. Fluoroquinolone use and risk of aortic aneurysm and dissection: nationwide cohort study[J]. *BMJ*, 2018, 360: k678. DOI: 10.1136/bmj.k678.
- [42] Wanhainen A, Van Herzelee I, Bastos Goncalves F, et al. Editor's choice-European society for vascular surgery (esvs) 2024 clinical practice guidelines on the management of abdominal aorto-iliac artery aneurysms[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2024, 67(2): 192-331. DOI: 10.1016/j.ejvs.2023.11.002.
- [43] Upchurch GR Jr, Escobar GA, Azizzadeh A, et al. Society for vascular surgery clinical practice guidelines of thoracic endovascular aortic repair for descending thoracic aortic aneurysms[J]. *J Vasc Surg*, 2021, 73(1S): 55S-83S. DOI: 10.1016/j.jvs.2020.05.076.

中華醫學會

