

本文引用: 黎小龙, 肖亚运, 王瑞华, 等. 髂分支支架重建髂内动脉的研究进展[J]. 中国动脉硬化杂志, 2025, 33(10): 901-906. DOI: 10.20039/j.cnki.1007-3949.2025.10.010.

[文章编号] 1007-3949(2025)33-10-0901-06

· 文献综述 ·

髂分支支架重建髂内动脉的研究进展

黎小龙¹, 肖亚运¹, 王瑞华², 张郁林¹, 张立伟¹

1. 三峡大学第一临床医学院(宜昌市中心人民医院)胸心血管外科, 湖北宜昌市 443003;

2. 上海交通大学医学院附属第九人民医院血管外科, 上海市 200011

[摘要] 腹主动脉瘤目前最常见的治疗方式是腹主动脉瘤腔内修复术(EVAR)。然而, 当髂总动脉存在扩张或动脉瘤时, 支架远端可能会发生内漏现象。在这种情况下, 理想的腔内修复应该在完整隔绝动脉瘤的前提下保证盆腔脏器血供。使用髂分支支架(IBD)来保留单侧或双侧髂内动脉是可行且安全的, 其技术和临床效果与标准的 EVAR 手术相当。然而, IBD 存在一定的解剖适应性要求。本文就目前应用 IBD 保存髂内动脉的现状做一系统综述。

[关键词] 腹主动脉瘤; 髂分支支架; 髂内动脉; 腹主动脉瘤腔内修复术

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

Research progress in reconstruction of internal iliac artery with iliac branch device

LI Xiaolong¹, XIAO Yayun¹, WANG Ruihua², ZHANG Yulin¹, ZHANG Liwei¹

1. Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, the First College of Clinical Medical Science, China Three Gorges University (Yichang Central People's Hospital), Yichang, Hubei 443003, China; 2. Department of Vascular Surgery, Shanghai Ninth People's Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200011, China

[ABSTRACT] Endovascular aneurysm repair (EVAR) is the most common treatment for abdominal aortic aneurysm.

However, when the common iliac artery has expansion or aneurysm, there may be internal leakage at the distal end of the stent. In this case, the ideal endovascular repair should ensure the pelvic blood supply on the premise of complete exclusion of the aneurysm. It is feasible and safe to use iliac branch devices (IBD) to preserve unilateral or bilateral internal iliac arteries, and its technology and clinical results are equivalent to standard EVAR. But IBD has certain anatomical adaptability. In this paper, the current status of preservation of internal iliac artery with IBD is systematically reviewed.

[KEY WORDS] abdominal aortic aneurysm; iliac branch device; internal iliac artery; endovascular aneurysm repair

腹主动脉瘤腔内修复术(endovascular aneurysm repair, EVAR)为腹主动脉瘤(abdominal aortic aneurysm, AAA)的治疗带来了革命性的变革。与开放手术相比, EVAR 能显著减少出血量、手术时间和住院时间, 降低术后并发症和死亡率, 目前已成为 AAA 的一线治疗方案^[1]。据相关报道, AAA 患者中合并髂总动脉瘤的比例大约为 40%, 其中主髂动脉瘤合并髂内动脉瘤的患者比例约为 30%^[2]。这提示约三分之一的 AAA 采用经典的 EVAR 手术仍面临挑战。首先, 解剖限制是其挑战之一: 当髂总动脉瘤累及分支血管[如髂内动脉(internal iliac artery,

IIA)]时, 支架远端锚定区不足可能导致内漏发生^[3]。其次, 技术局限性显著影响手术成功率, 腹主动脉及髂动脉严重扭曲(成角 $>60^\circ$)或广泛钙化会显著增加导丝和支架的通过难度, 并导致术后内漏等并发症风险升高^[4]。此外, 对于合并严重动脉粥样硬化的老年患者, 由于盆腔侧支循环的代偿能力减弱, IIA 栓塞后发生缺血性并发症(如臀肌跛行、结肠缺血)的风险显著升高^[5]。因此, 在保证瘤体隔绝效果的同时, 保留 IIA 血流已成为优化 EVAR 临床疗效的关键目标。一种常见的方法是将覆膜支架的锚定区延伸至髂外动脉, 同时对 IIA 进

[收稿日期] 2025-01-03

[修回日期] 2025-05-27

[基金项目] 国家自然科学基金项目(82170411); 宜昌市医疗卫生研究项目(A24-2-031)

[作者简介] 黎小龙, 主治医师, 主要从事主动脉及外周血管疾病的诊断和研究, E-mail: 1137460285@qq.com。通信作者张立伟, 副主任医师, 主要从事主动脉及外周血管疾病的诊断和研究, E-mail: wlzwlzhappy@163.com。

行相应的封堵或重建。重建髂内血流的方式包括“反向烟囱”技术、“三明治”技术以及自制髂内分支支架技术^[6-8]。随着器械的发展,目前诞生了模块化的髂动脉分支支架,能全腔内完成一侧或两侧 IIA 重建^[9]。其中,欧美国家开发了由三家公司各自制造的三种商用髂分支支架(iIiac branch device, IBD),即 Cook Medical、W. L. Gore & Associates 和 JOTEC,而中国的 Lifetech 公司也为亚洲患者设计了一种髂分支支架^[10-12]。

1 IIA 重建的重要性

IIA 为盆腔器官和臀部肌肉提供关键血流,是许多胃肠道和泌尿生殖系统结构的主要流入血管,如乙状结肠、直肠、卵巢、子宫和阴囊。由于双侧 IIA 之间存在大量的跨盆腔侧支系统,手术栓塞或者结扎一侧 IIA,对侧 IIA 可通过侧支代偿,患者可能无明显不良临床表现。然而,若采取手术结扎、血管内栓塞或慢性硬化闭塞双侧 IIA 的治疗方式,可能会引发显著的临床并发症,包括结肠缺血、臀肌跛行、勃起功能障碍甚至脊髓缺血^[13-14]。尽管 IIA 结扎曾是盆腔创伤或产科急诊手术中的常见操作,但 IIA 闭塞引起的盆腔缺血相关风险(如臀肌跛行、勃起功能障碍或结肠缺血)的临床重要性在过去十年间才得到系统性的研究和重视。研究表明,创伤及产科急诊 IIA 结扎后,盆腔缺血并发症的发生率相对较低^[15]。相比之下,众多临床研究报道了在主动脉-髂动脉支架移植修复过程中,IIA 栓塞所引发的严重并发症,尤其是双侧 IIA 闭塞^[16-18]。以下两个原因可能是导致 IIA 结扎术和介入血管内栓塞术之间盆腔缺血的差异:第一个原因可能与 AAA 患者合并动脉粥样硬化有关。动脉粥样硬化是引发心脑血管疾病的主要因素,其危险因素包括衰老、肥胖和生物钟紊乱等^[19]。患有动脉粥样硬化性动脉瘤的老年患者,由于缺乏正常的盆腔侧支血管,可能会增加 IIA 栓塞后盆腔缺血的风险。第二个原因是选择性弹簧圈栓塞 IIA 与手术结扎不同。由于弹簧圈这个异物存在,IIA 的弹簧圈栓塞可能导致微小的血栓碎片形成,这些小血栓扩散到毛细血管床可能会阻止大量的侧支血管,从而加重盆腔缺血。Lin 等^[20]报道,在接受单侧栓塞的患者中,臀肌跛行的发生率为 28%;在双侧栓塞后,臀肌跛行的发生率上升至 42%;单侧栓塞和双侧栓塞患者的勃起功能障碍发生率分别为 19% 和 24%。AAA 腔内修复可能引发肠系膜下动脉血供中断,同时 IIA

栓塞会导致结肠血管侧支循环丧失,综合来看,结肠缺血性坏死的总体发生率为 3.4%^[20]。另一个严重的并发症是脊髓缺血,其总体发生率大约为 0.3%^[21]。鉴于 IIA 闭塞后可能引发的严重并发症,特别是双侧闭塞后盆腔缺血并发症的发生率及其严重程度始终高于单侧闭塞的情况,美国和欧洲血管外科学会的临床实践指南明确指出,在不影响动脉瘤排除的前提下,强烈建议保留至少一侧 IIA^[22-23]。

2 IIA 重建方式

IIA 重建的方式主要包括开放手术、杂交手术和腔内技术。由于开放手术和杂交手术的侵入性较强,它们已逐渐被微创的腔内技术所取代。腔内重建技术涵盖了多种方法,如“喇叭口”技术、“三明治”技术、“反向烟囱”技术及 IBD 技术等。本中心已成功应用 IBD 技术、“三明治”技术以及“喇叭口”技术,以保留 IIA。研究表明,这三种技术均能有效维持 IIA 的血供,且联合使用有望进一步缩短手术时间并降低治疗成本(图 1)。

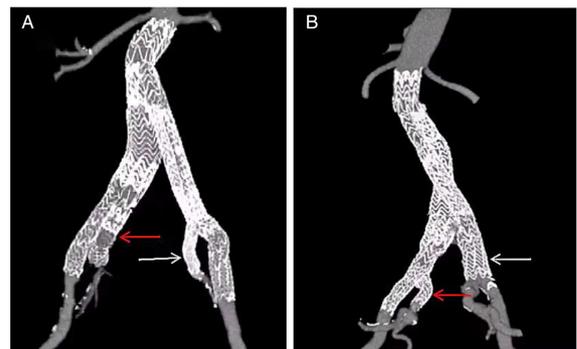


图 1. IIA 保留技术示例

A 图中,红色箭头表示 IBD 技术保留 IIA,白色箭头表示“三明治”技术保留 IIA;B 图中,红色箭头表示 IBD 技术保留 IIA,白色箭头表示“喇叭口”技术保留 IIA。

Figure 1. IIA retained technical examples

2.1 IBD 技术

IBD 技术在临床应用已逾 20 年,Ziegler 等^[24]对该技术进行了详尽报道,随访结果显示该技术不仅术中表现优异,且长期疗效显著。该分支支架依据髂动脉的解剖形态设计,通过髂分叉支架保留同侧的 IIA 开口,随后导入覆膜支架至 IIA 远端,并与 IBD 进行桥接,从而实现瘤腔的隔绝和 IIA 的重建(图 2A)。因此,在临床应用中,对上述动脉的解剖结构有一定的要求。尽管 IBD 能够为患者带来显

著的疗效和良好的体验,但其局限性在于面对解剖条件不佳的患者时,例如腹主动脉分叉呈锐角、髂动脉严重扭曲,以及腹主动脉和髂动脉内存在血栓形成的患者,这些情况均会显著增加 IBD 植入的难度。Schneider 等^[7]报道了在美国开展的一项前瞻性、多中心研究,旨在评估 IBD 在主髂动脉瘤和髂总动脉瘤血管内修复中的应用效果。该研究共纳入 63 名患者,其中 36 名患者完成了 5 年的随访。结果显示,IIA 和髂外动脉分支的 5 年通畅率分别达到 95.1% 和 100%,且未出现新发臀肌跛行及勃起功能障碍,免于二次干预的比率为 90.5%。这一前瞻性多中心研究的 5 年随访结果,充分证实了 IBD 装置在治疗主髂动脉瘤和髂动脉瘤方面的安全性、有效性和耐用性。

2.2 “三明治”技术

“三明治”技术治疗 AAA 最早于 2011 年由 Lobato 等^[25]报道。该技术与“反向烟囱”技术原理相似,主要由髂总、髂内和髂外分支覆膜支架构成。其操作步骤为先在髂总动脉植入覆膜支架,随后在髂内和髂外动脉分别植入覆膜支架,最终使两枚覆膜支架的近端同时套入髂总动脉支架内(图 2B)。“三明治”技术的优点与 IBD 技术相似,包括符合人体正常生理解剖、顺应血流方向以及易于推广。然而,其缺点亦不容忽视:操作过程中需使用上肢动脉,存在左侧肱动脉和腋动脉损伤的风险;术中还可能面临脑卒中的风险。此外,该技术对髂总动脉、IIA 及髂外动脉的直径有特定要求,若不满足,覆膜支架可能无法展开,进而导致血管闭塞。且由于存在连接部位,可能会出现连接部位内漏。2021 年 Mizoguchi 等^[26]对这项技术进行了评价。该研究纳入了 21 例 AAA 合并髂动脉瘤的患者,采用“三明治”技术进行治疗,手术成功率达到 100%。中位随访期为 18 个月,期间未观察到 I 型及 II 型内漏的发生。“三明治”技术在 EVAR 治疗中展现出良好的前景,然而相关文献报道较为有限,仍需积累更多临床病例经验以进一步验证其效果。

2.3 “喇叭口”技术

“喇叭口”技术,又称 Bell-Bottom 技术,于 2001 年由 Karch 等^[27]学者报道。其核心设计在于将 AAA 支架的髂支末端设计成喇叭形(图 2C),旨在保留 IIA 血流的同时,有效隔绝髂总动脉瘤体。该技术主要适用于髂总动脉小范围扩张,且髂外动脉及 IIA 无明显瘤样扩张的患者。Giese 等^[28]开展了一项研究,该研究纳入了 924 名受试者,对比了接受“喇叭口”技术和 IBD 技术保留 IIA 的内漏、支架

移植物移位等发生率。总体来看,“喇叭口”技术在内漏率、支架移植物迁移、动脉瘤囊动力学及主动脉破裂率等指标上,与 IBD 技术相比并无显著差异,展现出令人满意的研究成果。当然,这种支架也有应用的限制性^[29],其适应证为:(1)髂总动脉瘤径 <26 mm;(2)距 IIA 开口处锚定区长度 >15 mm;(3)锚定区无明显血栓形成及钙化。因此,在临床应用时,用于解剖条件理想的病例,避免超适应证使用。

2.4 “反向烟囱”技术

2013 年 Wu 等^[30]报道了“反向烟囱”技术在 AAA 及髂动脉瘤患者中的应用。该技术的核心在于通过“烟囱”效应,即通过反向技术在一个主支架外部植入一个较小的支架(图 2D),以保持 IIA 的通畅,从而减少术后并发症,如臀肌跛行、勃起功能障碍等。该技术的优势在于对解剖结构的要求相对较低,受髂总动脉直径大小及是否存在血栓的影响较小;在分叉型支架外通过反向技术植入烟囱支架的操作相对简便;支架选择范围广泛,无需定制特定支架;具有相对经济实惠的特点;无需通过肱动脉入路,从而避免了对主动脉弓的潜在影响。有研究报道,由于该技术采用了长烟囱设计,存在支架闭塞的风险。24 个月的随访数据显示,短期内该技术的通畅率与 IBD 相似,然而其远期通畅效果仍需进一步观察和验证^[31]。

2.5 IIA 重建杂交技术

杂交技术最早于 2000 年代初提出,并逐步推广应用。该技术通常在 EVAR(AAA 腔内修复术)的基础上,通过开放手术方式重建或保留 IIA(图 2E)。这种技术特别适用于那些解剖结构复杂、无法通过标准 EVAR 技术安全重建 IIA 的患者。但是,该操作较为复杂,创伤较大。杂交技术包括切断 IIA 开口并行端侧吻合、人工血管旁路转流等手术方式。尽管存在一定的挑战和限制,但随着技术的发展和经验的积累,杂交技术有望在未来发挥更大的作用。

3 重建 IIA 的 IBD 器械

3.1 Cook IBD

Cook IBD 是一种分叉型的分支血管内移植物,有 2 个分叉支架开口,将髂总动脉连接到髂内侧支和髂外段。它具备三种独特的结构形式:直线型、螺旋型和双分叉型(图 3A、3B、3C 和 3D),能够灵活

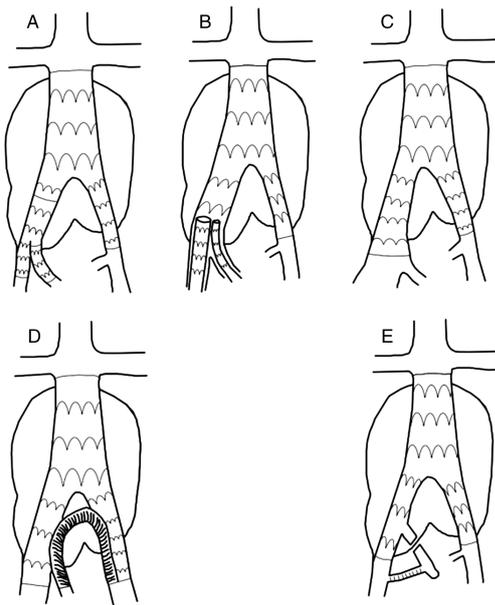


图 2. IIA 重建技术示意图

A 为 IBD 技术, B 为“三明治”技术, C 为“喇叭口”技术, D 为“反向烟囱”技术, E 为杂交技术(同侧髂外-髂内旁路)。

Figure 2. Schematic diagram of IIA reconstruction technique

适应各类解剖结构和多样化的手术需求。Cook ZBIS 内移植术采用了镍钛诺不锈钢 Z 支架设计, 并与聚丙烯缝合至聚酯织物上; 髂内分支的近端通过镍钛环与主体支架相连, 这一设计不仅有效维持了支架在植入过程中的管腔通畅性, 还确保了桥接支架移植物的密封效果。髂外分支则从髂总动脉延伸而出, 拥有恰当的长度, 有效降低了术后内漏的发生风险。

3.2 Gore IBD

Gore IBD 由两部分组成: 髂支部分和髂内支部分(图 3E)。Gore IBD 装置是由膨胀的聚四氟乙烯和氟化乙烯丙烯连接到不对称的镍钛合金支架上构成。该系统有 2 个展开旋钮: 一个外部白色旋钮和一个内部灰色旋钮。拉动外部白色旋钮以释放近端内假体, 使其越过分支开口, 此时可重新定位装置。内部灰色旋钮展开后, 不允许再重新定位。临床文献报道, 该支架具有很好的柔顺性, 即使在严重弯曲的情况下也能提供抗扭伤能力, 可降低肢体血栓形成风险^[32]。

3.3 Jotec IBD

Jotec IBD 由分叉支架移植术组成, 包括一个主髂支和一个用于侧支的额外分支(图 3F)。该装置的设计结合了不对称的弹簧圈配置, 可实现高 3D 灵活性, 同时也保持适当的纵向刚度。这使得该支架即使在成角的髂动脉中也能适用。且该装置具

有挤压释放构造, 用于逐步或连续释放, 具有比较好的精准定位和安全操作。在治疗髂动脉瘤时, Jotec IBD 的近端直径有三种不同的尺寸(14、16 和 18 mm)。这使得该装置能够适应不同直径的解剖血管, 增加了手术的灵活性^[11]。

3.4 Lifetech IBD

Lifetech IBD 是由国内公司设计的一款针对亚洲人的髂动脉分支支架系统。该系统由髂动脉分叉支架系统(G-iliac)和髂内覆膜支架系统(Silver-Flow)组成(图 3G)。该支架采用镍钛合金及 PET 覆膜材质构成, 柔顺性好, 分支的末端多个 Mark 标记, 方便定位操作。支架的规格型号丰富, 适配绝大多数腹主动脉支架。该支架系统可单独用于具有足够近端着陆区的孤立髂总动脉瘤, 对于近端着陆区长度小于 15 mm 或者腹主动脉直径超过 30 mm, 则可通过配合腹主动脉分叉支架完成手术。据报道, 对于东亚地区需要进行 IIA 重建的患者, Lifetech IBD 的解剖适应性是最高的^[33]。

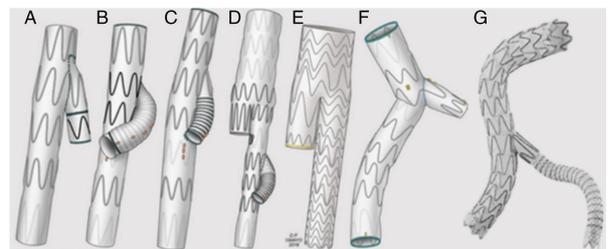


图 3. 重建 IIA 的 IBD 器械

A 为直线型, B、C 为螺旋型, D 为分叉型, E 为 Gore IBD, F 为 Jotec IBD, G 为 Lifetech IBD。

Figure 3. IBD instrument for reconstructing IIA

4 IBD 的解剖适应性

限制 IBD 在临床广泛使用的主要障碍在于其对患者髂动脉解剖学结构的严格要求。然而, 最新的研究数据显示, 在实际病例中, 高达 60% 的患者属于超说明书使用 IBD 的情况^[34]。IBD 的一个常见局限性在于合并 IIA 动脉瘤, 导致远端着陆区不足。然而, 这并非绝对的使用禁忌证, 因为通过将远端锚定区延伸至健康分支, 仍可进行修复。当然, 在此过程中, 需要对其他分支进行栓塞^[35]。因此, 术前必须严格规划, 识别一些特殊的解剖难题, 如入路极度成角或弯曲、直径小、长度不足以及严重钙化, 并准确选用相应的分支支架及器械, 以避免不必要的髂内栓塞^[36]。目前几种 IBD 的解剖学排除情况见表 1^[37]。为了防止并发症的发生, 必须

根据患者各自不同的解剖学尺寸,精心挑选恰当的 IBD。对于一些孤立性髂总动脉瘤的患者,使用 IBD 重建具有很好的安全性和稳定性^[38]。对于这类患者,不仅避免了覆盖健康的主动脉,还节省了时间并降低了手术成本。然而,针对这些患者,更需精

准测量病变血管,选择合适的支架,以预防内漏或栓塞等并发症^[39]。由于 IBD 没有固定倒钩,仅依靠径向支撑力贴合。建议选用 Oversize 约为 10% ~ 20% 的支架,并在术后进行后扩,以减少内漏的发生。

表 1. 四种 IBD 解剖学要求

Table 1. Anatomical requirements for four IBD

单位:mm

类型	Cook IBD	Gore IBD	Lifetech IBD	Jotec IBD
CIA 长度	<50	<40	<40	<40
CIA 直径	<16	<17	<18	<18
EIA 长度	<20	<10	<15	<15
EIA 直径	<8 或>11	<6.5 或>25	<8.5 或>14.5	<8 或>13
IIA 长度	<10	<10	<10	<15
IIA 直径	<6 或>11.4	<6.5 或>13.5	<5 或>11.4	<6 或>11.4

注:CIA 为髂总动脉,EIA 为髂外动脉,IIA 为髂内动脉。

5 结 论

应用 IBD 重建 IIA 被证实为安全、可行且有效,其技术和临床效果与标准的 EVAR 手术相当。然而,IBD 对解剖学条件有较为严格的要求,仅适用于部分主髂动脉瘤患者,其中 IIA 直径未达标是主要限制因素。这一发现提示,下一代 IBD 的设计与开发应着重提升对髂内直径的适应性,以适应更多的患者。

[参考文献]

- [1] VIKAN K K, SETERNES A, NILSEN L H, et al. Peri-operative mortality and survival after repair of abdominal aortic aneurysm in advanced age patients: a national study from the norwegian registry for vascular surgery focused on nonagenarians[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2024, 67(3): 427-433.
- [2] LI Y, HU Z, ZHANG J, et al. Iliac aneurysms treated with endovascular iliac branch device: a systematic review and meta-analysis [J]. *Ann Vasc Surg*, 2019, 56: 303-316.
- [3] CAO Z, ZHU R, GHAFARIAN A, et al. A systematic review and meta-analysis of the clinical effectiveness and safety of unilateral versus bilateral iliac branch devices for aortoiliac and iliac artery aneurysms[J]. *J Vasc Surg*, 2022, 76(4): 1089-1098.
- [4] CHAIKOF E L, DALMAN R L, ESKANDARI M K, et al. The society for vascular surgery practice guidelines on the care of patients with an abdominal aortic aneurysm [J]. *J Vasc Surg*, 2018, 67(1): 2-77.
- [5] YANO O J, MORRISSEY N, EISEN L, et al. Intentional internal iliac artery occlusion to facilitate endovascular repair of aortoiliac aneurysms[J]. *J Vasc Surg*, 2001, 34(2): 204-211.
- [6] LIAO H, ZHOU E, TANG Y, et al. Endovascular repair of bilateral

isolated common iliac artery aneurysms with unsuitable anatomy utilizing an aortic bifurcated unibody endograft and modified sandwich technique to preserve pelvic blood flow: a case series[J]. *J Cardiothorac Surg*, 2024, 19(1): 210.

- [7] SCHNEIDER D B, MATSUMURA J S, LEE J T, et al. Five-year outcomes from a prospective, multicenter study of endovascular repair of iliac artery aneurysms using an iliac branch device[J]. *J Vasc Surg*, 2023, 77(1): 122-128.
- [8] IWAKOSHI S, INAGAKI M, YOSHIYAMA Y, et al. Modifying the "eye of the tiger" technique: preserving gluteal artery perfusion in the treatment of an aneurysm of the hypogastric artery[J]. *Vasc Endovascular Surg*, 2021, 55(3): 277-281.
- [9] VERZINI F, PARLANI G, VARETTO G, et al. Late outcomes of different hypogastric stent grafts in aortoiliac endografting with iliac branch device: results from the pELVIS registry[J]. *J Vasc Surg*, 2020, 72(2): 549-555.
- [10] ZAHID M N, ELSHIKHAWODA M S M, JARARAA S, et al. Early experience with the iliac branch endoprosthesis (IBE) in managing iliac aneurysms[J]. *Cureus*, 2024, 16(8): e65915.
- [11] ANTON S, WIEDNER M, STAHLBERG E, et al. Initial experience with the e-liac® iliac branch device for the endovascular aortic repair of aorto-iliac aneurysm[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2018, 41(5): 683-691.
- [12] ZHANG H, ZHANG H, DAI X, et al. Endovascular repair of aorto-iliac or common iliac artery aneurysm using the lifetech iliac bifurcation stent graft system: a prospective multicenter clinical study [J]. *Ann Vasc Surg*, 2020, 63: 136-144.
- [13] BAE M, LEE C W, CHUNG S W, et al. Failure to preserve the internal iliac artery during abdominal aortic aneurysm repair is associated with mortality and ischemic complications [J]. *J Vasc Surg*, 2022, 76(1): 122-131.
- [14] JI J, BI J, CHEN Y, et al. Mid-term outcomes of different treatments of internal iliac artery in endovascular aneurysm repair[J].

- Sci Prog, 2024, 107(3): 368504241274998.
- [15] PAPILLON-SMITH J, HOBSON S, ALLEN L, et al. Prophylactic internal iliac artery ligation versus balloon occlusion for placenta accreta spectrum disorders: a retrospective cohort study[J]. *Int J Gynaecol Obstet*, 2020, 151(1): 91-96.
- [16] KIM H J, HWANG D, KIM H K, et al. Clinical outcomes of internal iliac artery interruption during endovascular aneurysm repair [J]. *Vasc Specialist Int*, 2023, 39: 19.
- [17] KANG J, CHUNG B H, HYUN D H, et al. Clinical outcomes after internal iliac artery embolization prior to endovascular aortic aneurysm repair[J]. *Int Angiol*, 2020, 39(4): 323-329.
- [18] BENNETT K M, HURLEY L, KYRIAKIDES T C, et al. Analysis of repair type and hypogastric artery antegrade perfusion and erectile function following repair of abdominal aortic aneurysms [J]. *Ann Vasc Surg*, 2023, 94: 186-194.
- [19] 张瑜, 涂均楚, 李玉洁, 等. 动脉粥样硬化危险因素衰老、肥胖、生物钟紊乱与核糖体新生的研究进展[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2023, 31(11): 921-928.
ZHANG Y, TU J C, LI Y J, et al. Research progress of atherosclerosis risk factors like aging, obesity, circadian clock disorders and ribosome biogenesis[J]. *Chin J Arterioscler*, 2023, 31(11): 921-928.
- [20] LIN P H, CHEN A Y, VIJ A. Hypogastric artery preservation during endovascular aortic aneurysm repair: is it important? [J]. *Semin Vasc Surg*, 2009, 22(3): 193-200.
- [21] GLOVICZKI P, CROSS S A, STANSON A W, et al. Ischemic injury to the spinal cord or lumbosacral plexus after aorto-iliac reconstruction[J]. *Am J Surg*, 1991, 162(2): 131-136.
- [22] ROKOSH R S, WU W W, DALMAN R L, et al. Society for vascular surgery implementation of clinical practice guidelines for patients with an abdominal aortic aneurysm: endoleak management [J]. *J Vasc Surg*, 2021, 74(6): 1792-1794.
- [23] WANHAINEN A, VAN HERZEELE 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.
- [24] ZIEGLER P, AVGERINOS E D, UMSCHIED T, et al. Branched iliac bifurcation: 6 years experience with endovascular preservation of internal iliac artery flow[J]. *J Vasc Surg*, 2007, 46(2): 204-210.
- [25] LOBATO A C. Sandwich technique for aortoiliac aneurysms extending to the internal iliac artery or isolated common/internal iliac artery aneurysms: a new endovascular approach to preserve pelvic circulation[J]. *J Endovasc Ther*, 2011, 18(1): 106-111.
- [26] MIZOGUCHI T, MORIKAGE N, TAKEUCHI Y, et al. Treatment results of endovascular aneurysm repair using the parallel stent-graft double D technique for distal saccular abdominal aortic aneurysms and common iliac aneurysms [J]. *Ann Vasc Surg*, 2021, 71: 392-401.
- [27] KARCH L A, HODGSON K J, MATTOS M A, et al. Management of ectatic, nonaneurysmal iliac arteries during endoluminal aortic aneurysm repair[J]. *J Vasc Surg*, 2001, 33(2 Suppl): S33-S38.
- [28] GIESE A, HEYLIGERS J M M, MILNER R. Five-year outcomes for Bell-Bottom, iliac branch endoprosthesis, and coil and cover approaches from the GREAT registry[J]. *J Vasc Surg*, 2024, 79(6): 1369-1378.
- [29] ALVAREZ MARCOS F, GARCIA DE LA TORRE A, ALONSO PEREZ M, et al. Use of aortic extension cuffs for preserving hypogastric blood flow in endovascular aneurysm repair with aneurysmal involvement of common iliac arteries[J]. *Ann Vasc Surg*, 2013, 27(2): 139-145.
- [30] WU I H, CHAN C Y, CHEN Y S, et al. Crossover chimney technique to preserve the internal iliac artery in abdominal aortic aneurysm with common iliac artery aneurysms[J]. *J Endovasc Ther*, 2013, 20(3): 298-302.
- [31] GU Y T, KUO T T, CHEN P L, et al. Internal iliac artery preservation outcomes of endovascular aortic repair for common iliac aneurysm: iliac branch device versus crossover chimney technique [J]. *Heart Vessels*, 2021, 36(2): 235-241.
- [32] DELLA SCHIAVA N, ARSICOT M, BOUDJELIT T, et al. Conformability of GORE excluder iliac branch endoprosthesis and COOK zenith bifurcated iliac side branched iliac stent grafts [J]. *Ann Vasc Surg*, 2016, 36: 139-144.
- [33] WU M, REN L, WANG H, et al. Anatomical suitability of iliac branch devices for east Asian patients with abdominal aortic aneurysm [J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2025, 69(5): 704-711.
- [34] SCHNEIDER D B, MILNER R, HEYLIGERS J M M, et al. Outcomes of the GORE iliac branch endoprosthesis in clinical trial and real-world registry settings [J]. *J Vasc Surg*, 2019, 69(2): 367-377.
- [35] BOSIERS M J, PANUCCIO G, BILDAS T, et al. Longer bridging stent-grafts in iliac branch endografting does not worsen outcome and expands its applicability, even in concomitant diseased hypogastric arteries[J]. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, 2020, 61(2): 191-195.
- [36] JORDANO L, ROBINSON E C, MIRZA A, et al. Effects of iliac tortuosity index on fenestrated endovascular aortic aneurysm repair for pararenal and thoracoabdominal aortic aneurysms[J]. *J Endovasc Ther*, 2025, 32(2): 382-388.
- [37] LI Z, ZHOU M, WANG G, et al. A multicenter assessment of anatomic suitability for iliac branched devices in eastern Asian patients with unilateral and bilateral aortoiliac aneurysms[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 8: 763351.
- [38] FARGION A T, MASCIELLO F, PRATESI G, et al. Results of iliac branch devices in octogenarians within the pELVIS registry [J]. *J Endovasc Ther*, 2021, 28(1): 157-164.
- [39] PITOULIAS A G, D'ORIA M, DONAS K P, et al. Iliac branch endoprosthesis for endovascular treatment of complex aorto-iliac aneurysms-from device design to practical experience: how to translate physiology considerations into clinical applications [J]. *Exp Physiol*, 2024, 110(4): 543-549.

(此文编辑 文玉珊)