

腹主动脉瘤的相关危险因素及诊疗进展

伊斯马伊力江·阿卜杜喀迪尔*, 王护国#

新疆医科大学第一附属医院血管甲状腺外科, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2023年3月1日; 录用日期: 2023年3月28日; 发布日期: 2023年4月6日

摘要

腹主动脉瘤(Abdominal aortic aneurysm, AAA)是最常见的动脉瘤之一, 病变位置通常发生在肾脏下腹主动脉。AAA的诊断需结合临床症状和体征, 关键是要利用影像学检查对动脉直径进行测量以综合判断。SVS、ESVS以及NICE3项指南均将腹主动脉瘤体直径 ≥ 3 cm作为AAA的诊断标准, 并且均建议采用多普勒超声作为AAA筛查的首选方法, 这一建议得到多数证据的支持。大多数患有这种疾病的患者在早期阶段没有明显的症状, 也不会短期内对患者造成严重后果。一旦破裂, 它可能会导致严重出血、严重腹痛、低血压和其他症状, 甚至导致死亡。目前, 手术是主要的治疗方法。与传统的开腹手术相比, 腹主动脉瘤腔内修复术(Endovascular aneurysm repair, EVER)修复因其轻微创伤、快速恢复、术后并发症和低死亡率而被广泛使用和认可。在此基础上, 还拓宽了手术指征, 使大量AAA病人得到及时救治。国内EVAR技术日趋成熟, 逐渐向国际水平看齐, 并且近年来国内各中心报告的EVAR预后也在稳步提升。使某些不宜行开放手术的患者也得到了有效的治疗。本文通过总结有关腹主动脉瘤腔内修复术的文章进行综述。

关键词

腹主动脉瘤, 腔内修复, 危险因素, 专家共识

Risk Factors Associated with Abdominal Aortic Aneurysm and Advances in Treatment

Yisimayilijiang Abudukadier*, Huguo Wang#

Department of Vascular Thyroid Surgery, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

Received: Mar. 1st, 2023; accepted: Mar. 28th, 2023; published: Apr. 6th, 2023

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 伊斯马伊力江·阿卜杜喀迪尔, 王护国. 腹主动脉瘤的相关危险因素及诊疗进展[J]. 临床医学进展, 2023, 13(4): 5100-5107. DOI: 10.12677/acm.2023.134723

Abstract

Abdominal aortic aneurysm (AAA) is one of the most common aneurysms, usually located in the lower abdominal aorta of the kidney. The diagnosis of AAA needs to be combined with clinical symptoms and signs, and the key is to use imaging examinations to measure the artery diameter for comprehensive judgment. The SVS, ESVS, and NICE guidelines all use abdominal aortic aneurysm diameter ≥ 3 cm as the diagnostic criteria for AAA, and all recommend using Doppler ultrasound as the preferred method for AAA screening, which is supported by most evidence. Most patients with this disease have no obvious symptoms at an early stage and will not have serious consequences for the patient in the short term. Once ruptured, it can cause severe bleeding, severe abdominal pain, hypotension, and other symptoms, even leading to death. Currently, surgery is the main treatment. Compared with traditional open surgery, abdominal aortic aneurysm endovascular repair (EVAR) is widely used and recognized for its mild trauma, rapid recovery, post-operative complications, and low mortality. On this basis, the surgical indications have also been broadened, enabling a large number of AAA patients to receive timely treatment. The domestic EVAR technology is becoming increasingly mature, gradually aligning with the international level, and in recent years, the prognosis of EVAR reported by domestic centers has also been steadily improving. Some patients who are not suitable for open surgery have also received effective treatment. This article summarizes the articles on endovascular repair of abdominal aortic aneurysm.

Keywords

Abdominal Aortic Aneurysm, Endoluminal Repair, Risk Factors, Expert Consensus

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

AAA 是一种常见的血管退行性疾病,其特征是整个腹主动脉不可逆扩张[1]。AAA 是指腹主动脉呈瘤样扩张,扩张程度超过正常直径的 50%或内腔直径 ≥ 3 厘米[2]。近年来发达国家的流行病学研究表明,50 岁以上男性的发病率为 3.5‰ [3],65 岁男性的 AAA 流行率从 $>5\%$ 下降到 1%下降到 2% [4]。然而,在全球范围内,每年仍有 15 万至 20 万人死于腹主动脉瘤破裂[5]。AAA 中老年人发病率高,破裂后死亡率高,特别是习惯吸烟的老年男性,并给中国乃至世界各地的医疗保健系统带来了巨大的经济负担。AAA 的诊断应与临床症状和体征相结合,动脉直径应通过成像检查进行测量,以获得完整的判断。美国血管外科学会(Society for Vascular Surgery, SVS)、欧洲血管外科学会(European Society for Vascular Surgery, ESVS)和英国卫生与临床优化研究所(National Institute for Health and Clinical Excellence, NICE)的三项准则都考虑了腹主动脉瘤的体直径 ≥ 3 厘米作为 AAA [6]的诊断标准。这三项指南实际上指出,没有证据表明药物对抑制 AAA 生长和破裂有显著影响,各指南中推荐的药物治疗更基于控制 AAA 风险因素。过去,腹主动脉瘤的临床治疗主要基于开腹手术。传统手术用于治疗 AAA 创伤、高风险和许多并发症,致使开腹修复术有很大的局限性。近年来,腔内修复已逐渐取代开腹手术成为首选手术方案。越来越多的最新研究表明,腔内治疗比开放式手术具有更大的优势[7]。

2. AAA 的发病危险因素

AAA 是一种受遗传和环境因素影响的复杂疾病, 通常发生在老年人身上。肾动脉下的腹主动脉是动脉粥样硬化的常见部位, AAA 通常与动脉粥样硬化有关; 然而, 与其他动脉粥样硬化疾病不同的是 AAA 的变化是瘤样扩张, AAA 和动脉粥样硬化性闭塞性疾病有一些共同的风险因素, 包括吸烟、老年和男性 [8] [9]。吸烟被认为是腹主动脉瘤的主要危险因素。吸烟的数量和持续时间与 AAA 的发生呈正相关, 戒烟的时间与 AAA 的开始呈负相关, 此外, 在男性人口中, AAA 的发病率在 60 岁后显著增加。女性人群的分界年龄为 70 岁。同样, 高血压、高脂血症、冠状动脉疾病和家族史也是 AAA 的高风险因素 [10]。然而, 近年来, 越来越多的研究发现动脉粥样硬化和 AAA 的发作是不同的病理过程 [11]。女性人群中发病率最低, 女性肿瘤进展缓慢可能与性激素有关, 因为雌激素对许多其他心血管疾病有保护作用 [12]。研究发现, 女性吸烟者比男性吸烟者更容易发病, 这可能是由于吸烟对生殖功能的影响、从而导致激素保护作用的丧失以及对脂质的影响 [13]。

3. AAA 的诊断

3.1. 临床表现

大多数临床症状是隐藏的, 没有明显的临床症状。这些患者通常在进一步检查其他疾病时意外发现 AAA, 如冠状动脉疾病、脑血管疾病和外周血管疾病, 或者是体检时发现。如果瘤体很大, 它可以压迫肠系膜上、下动脉, 会导致腹胀、呕吐或排便不适等胃肠道症状; AAA 患者最典型的症状是出现无痛、搏动性的腹部包块。先兆破裂或破裂性 AAA 通常有疼痛症状。疼痛通常出现在中腹部或腰部和背部, 主要呈钝痛, 持续数小时甚至数天。腹部和背部突发剧烈疼痛, 并且伴有低血压休克和腹部搏动性包块则高度表明 AAA 破裂。如果 AAA 破入腹腔, 疼痛通常难以忍受, 通常会出现大量出血导致休克甚至猝死。ESVS 指南 [3] 针对破裂性 AAA 提出了“30 min-30 min-30 min”的时间框架, 认为患者初步诊断、迅速转移以及评估手术 3 个阶段均需要短于 30 min。所以中间的过度期是治疗的关键。

3.2. 影像学检查

1) 血管多普勒超声具有无创、费用低和无辐射的优势, 是用于 AAA 筛查的最有效的检查方法。基于 4 项年龄在 65~79 岁之间患者的随机对照研究(RCT 研究)。研究人员发现, AAA 筛查可以使 13 年的随访中将 AAA 相关死亡率降低 42% [14]。多普勒血管超声对 AAA 的首次诊断和直径 < 3.5 厘米的小动脉瘤的随访具有很高的敏感性和特异性 [15]。2) CT 血管造影(CTA)可以准确测量 AAA 各项数据, 是最常用的术前评估和术后随访手段, 可以较为精确地判断动脉瘤直径、范围、形态、附壁血栓、分支血管通畅性和瘤体外组织器官状况。炎性 AAA 的 CTA 表现常呈现典型的“灯罩征”。感染性 AAA 的典型 CTA 表现为瘤体不规则型或分叶型、可伴有明显的钙化灶、感染区富含气泡等。先兆破裂的征象包括动脉瘤外壁不完整、附壁血栓呈现龟裂征、Draped-aorta 征、高密度新月征、腹主动脉内造影剂外渗、后腹膜血肿、腹腔内血肿、主动脉肠瘘、腹主动脉下腔静脉瘘时均提示 AAA 已破裂。3) 人工智能(Artificial Intelligence, AI)通过对 CTA 影像的 3D 成像技术可以提供通过有限元分析的方法估算 AAA 破裂的风险。这种技术可以根据 3D 影像建立模型, 估算在主动脉壁上的压力、AAA 扩张和破裂风险。通过回顾性分析, 已经证实有限元分析可以预测腹主动脉瘤是否破裂 [16]。唯一的缺憾是目前并没前瞻性研究来探究有限元分析的预测效果, 并且, 因为在这个模型中, 并没有将血流动力学及血管壁改变导致的局部薄弱很好的利用和解释。根据最新 AI 医疗研究推出的 AORTIST (Artificial intelligence Online Research platform Targeting Individualized aortic Stent-grafting Therapy) 3.0 主动脉人工智能精准诊疗系统, 将人工智能深度学习技术应用到主动脉三维重建、分割、中心线提取等环节, 实现完成主动脉和髂动脉整体、瘤腔、血

栓及钙化及内脏动脉的自动分割测量; AORTIST 基于锚定区位置输出 CTA 垂直动脉直径, 自动输出主动脉各区最大、最小、平均动脉直径和近端锚定区至主动脉各分支曲面重建距离, 并在短时间内生成手术方案供参考。

4. AAA 的治疗

4.1. 非手术治疗

对于药物治疗, 三项指南指出没有证据表明药物对抑制 AAA 生长和预防破裂有显著影响。各指南中推荐的药物治疗更多地依赖于控制 AAA 风险因素[17]。例如, 已经发现 β 受体阻滞剂可以改善 AAA 患者的围手术期死亡率, 但对抑制 AAA 瘤体进一步生长没有作用。同样, 血管紧张素受体抑制剂对抑制 AAA 生长也没有很好的效果[18]。他汀类药物可以降低心血管疾病的总体发病率, 降低 AAA 手术后的死亡率, 但对抑制 AAA 生长和预防破裂没有明显影响[19]。罗红霉素和多西环素被认为可以抑制 AAA 的进展, 因为血管壁可能是继发于衣原体感染, 并促进 AAA 的发展。关于 AAA 增长的临床风险因素的最大规模研究[20] (多达 15, 475 名患者) 报告称, 在调整其他风险因素后, 检查的处方药, 包括他汀类药物、血管紧张素转换酶抑制剂、 β 受体阻滞剂、钙通道阻滞剂和抗血小板药物, 均与 AAA 生长或破裂减少无关。几项随机安慰剂对照试验已经完成, 显示六种不同药物在限制腹主动脉瘤生长方面无效[21]。除了药物治疗外, 戒烟可以将动脉瘤的生长速度降低约 20%, 并将动脉瘤破裂的风险降低约 50%。对于不需要手术的 AAA 患者, 我们应该强调控制风险因素和戒烟对提高患者依从性的重要性[22] [23]。

4.2. AAA 的手术治疗

4.2.1. 手术指征

AAA 患者是否应该接受手术治疗需要全面考虑许多因素, 如动脉瘤状况、生存预期和手术风险。1) AAA 直径是决定是否手术的决定性因素。ESVS 指南建议通常直径大于 5.5 厘米的男性或直径 > 5.0 厘米的女性患者应考虑择期手术[3]。然而, 近年来, 也有人提出, 如果患者获益明确、手术风险可以控制, 也可以考虑对直径 > 5.0 厘米的男性或直径 > 4.5 厘米的女性 AAA 患者进行择期手术[24]。关于我国人群针对腹主动脉直径的调查研究发现, 我国人群腹主动脉直径小于国外人群, 推荐手术适应证为男性 AAA 直径 > 5.0 cm, 女性 > 4.5 cm [25]。2) AAA 生长速度是决定是否手术的第二个因素。无论瘤体的大小, 只要 AAA 瘤体的直径增长速度加快(每年超过 10 毫米), 请尽快进行手术干预治疗。3) 症状是决定是否进行手术的第三个因素。无论瘤体的大小, 如果患者出现动脉瘤引起疼痛, 不能排除破裂的可能性也建议及时进行手术治疗。4) 瘤体血栓脱落引起栓塞是决定是否手术的第四个因素[26]。此外, 手术适应症还应考虑年龄、性别、伴随疾病、预期寿命、肿瘤形态和器官组织压迫等因素。所有先兆破裂和破裂性 AAA 都是手术治疗的绝对适应证。炎症性腹主动脉瘤和传染性腹主动脉瘤的手术时间需根据患者的一般情况和炎症控制的具体情况来决定[27]。

4.2.2. 手术方式

1) AAA 切除和人造血管移植术是 AAA 的经典开放修复术(openrepair)。AAA 开放修复术切除和人造血管移植术起源于 20 世纪 60 年代, 经过半个多世纪的发展, 不断演变成熟, 已经成为血管外科经典手术之一。欧洲血管外科学会(European Society for Vascular Surgery) ESVS 指南[3]则是建议对于全身状况良好、血管解剖不佳、手术耐受性好的中年 AAA 病人, 预期寿命在 10~15 年的患者进行开放修复, 其依据是体内支架再植入体内 8~10 年后会有较高的并发症发生率和死亡率, 并且具有更高的再干预率。英国国家卫生与临床优化研究所(National Institute for Health and Clinical Excellence) NICE 指南[6]。推荐将开

放手术作为未破裂 AAA 患者的一线外科治疗方法, 对于有麻醉风险或存在开放修复禁忌证的患者, 可考虑 EVAR 或保守治疗。NICE 委员会认为, 尽管 EVAR 手术的围手术期死亡率更低、住院时间更短, 但是长期并发症较多且再干预率高。开放手术的作用仍不可替代, 尤其对于不适合腔内技术的病例、感染性 AAA、需要中转开放手术以及需要开放手术处理的腔内修复术后并发症等。2) 腹主动脉瘤 EVAR 由于其微创、安全等优势越来越多地被用于临床。1991 年 Yao 等[28]成功完成了国际首例 AAA 腔内修复手术(EVAR), 为 AAA 的治疗带来了新的思路, 不仅大大减少了手术创伤, 降低了麻醉风险, 缩短了术后恢复期, 还拓宽了手术指征, 使大量 AAA 病人得到及时救治。我国在 1996 年开展了国内首例 EVAR [29]。目前, 国内 EVAR 成功率达 99.8%, 围手术期 30 d 死亡率为 2.5%, 远期全因死亡率为 4.5% (其中动脉瘤相关死亡率为 0.6%), 随访期并发症发生率为 15.8%, 二次干预率为 3.0% [30]。以上数据与国外多项大规模临床试验结果报道相比差异不大甚至更低, 近年来国内各中心报告的 EVAR 预后也在稳步提升。传统主动脉覆膜支架适应证局限于: 1) 近端瘤颈长度 ≥ 15 mm。2) 近端瘤颈直径 < 28 mm。3) 近端瘤颈与动脉瘤长轴夹角 $\leq 60^\circ$ 。4) 瘤颈钙化范围 \leq 瘤颈周长 25%。5) 瘤颈附壁血栓范围 \leq 瘤颈周长 50%。6) 瘤颈形态规则(非梯形、锥形等不规则形态瘤颈)。以上常规 EVAR 适应证依据不同支架产品即不同中心的手术技术水平存在一定差异, 也有经验丰富的学者通过术中重塑瘤颈, 改善近端瘤颈的解剖形态, 即在主体支架血管释放完以后, 在近端增加一节或几节带膜支架(Cuff)血管或 Palmaz 支架, 增加瘤颈长度、纠正瘤颈的扭曲与成角。随着各类支架产品的升级, 上述适应证得以逐渐扩大, 例如对近端瘤颈长度下放到 ≥ 10 mm, 瘤颈角度要求下放到 $\leq 75^\circ$ 甚至 90° , 瘤颈钙化程度要求下放到 \leq 周长 50%。随着血管腔内技术和器械的创新, 平行支架技术、开窗和分支支架等新技术逐步应用, 可在隔绝动脉瘤的同时重建重要的分支动脉, 尤其是双侧肾动脉以及髂内动脉等分支。为治疗复杂性 AAA 带来了新的思路, 将 EVAR 的适用范围覆盖到更广泛的病人群体, 为一些一般情况差, 无法耐受开放手术带来的大创伤、麻醉风险的高龄患者带来了福音。因此现在的 EVAR 手术可能比之前的有了更好的预后, 我们仍需要更多更新的研究来讨论开放手术和 EVAR 的优劣性。

5. AAA 的术后并发症

5.1. 内漏

1) I 型内部渗漏定义为血液从近端锚定区(Ia 型)或远端锚定区(Ib 型)流入覆膜支架和瘤腔之间的间隙。根据国外研究发现 I 型内漏发生率约为 9% [31]。Ia 型内部渗漏的发生主要与近端瘤颈的解剖状况不佳有关, 如短瘤颈部(< 15 毫米)、瘤颈严重成角、锥形瘤颈、瘤颈较粗(> 32 mm)以及近端瘤颈锚定区钙化严重或血栓负荷较重。Ib 型内漏的发生与髂动脉扩张、钙化及扭曲相关。ESVS 指南[3]建议腔内治疗作为 I 型内漏的首选干预措施。Ia 型内漏的腔内治疗主要包括使用顺应性球囊扩张近端锚定区, 或使用 Cuff 支架加固近端锚定。针对 Ib 型内漏, 可以选择顺应性球囊贴附在远端腿的分支上或将腿分支延伸到髂外动脉, 首先需要对髂内动脉进行弹簧圈栓塞。2) II 型内漏是 EVAR 术后最常见的内漏类型, 其定义为血液经与瘤腔相通的侧支动脉反流进入瘤腔, 常见反流动脉包括肠系膜下动脉、腰动脉等。II 型内漏发生率为 9%~25% [32]。早期 II 型内漏约 60%的 II 型内漏在术后 6 个月内会自行消失。ESVS 指南[3]建议当存在持续性 II 型内漏并伴有瘤体长大(增大 > 10 mm)时, 应及时干预, 而对于不伴瘤腔增大的 II 型内漏进行随访观察。3) III 型内漏指血液因覆膜支架结构故障或覆膜支架各部分连接处脱节而血流进入瘤腔, 导致瘤腔压力及体积快速增加。随着覆膜支架的更新换代, III 型内漏的发生率显著下降。常用的干预措施为在支架脱节处植入合适尺寸的腿支以连接两端覆膜支架[33]。此外, 在极少数情况下因覆膜支架部分破损而导致的 III 型内漏则需要重新放置新的分叉型覆膜支架或放置单臂支架型血管(aortouniliac, AUI)并

行股-股搭桥解决。5) IV型内漏指血流通过覆膜支架的网眼渗入瘤腔内。IV型内漏通常与过度抗凝有关,呈自限性,无需特殊处理。腔内张力(之前被称为V型内漏):腔内张力指瘤腔内压力增高、瘤腔持续扩大,但未见明显造影剂外渗。随着新一代覆膜支架的出现,腔内张力的发生率也随之下降。对于V型内漏,如果动脉瘤瘤腔持续扩张有破裂的征兆,可考虑手术干预[34]。

5.2. 支架移位

是EVAR术后远期并发症并需要二次手术干预。支架从初始固定位置移位超过10 mm可定义为支架移位[33]。瘤颈较短、瘤颈严重成角以及瘤体直径较大的患者,其近端支架移位风险更高。

5.3. 髂支闭塞

据报道,有2.7%~5.5%的EVAR术后患者发生髂支闭塞,其中约半数患者出现了急性下肢缺血的表现[35]。髂支闭塞可通过腔内或开放手术进行治疗。可在髂支扭结处放置裸支架,或放置覆膜支架适当延长腿支,使用球囊扩张或支架植入以改善远端流出道解剖形态。及时处理髂支闭塞对于减少远端肢体缺血并改善患者的预后尤为重要。

5.4. 覆膜支架感染

支架移植物感染是EVAR术后少见(0.3%~3.6%)的并发症。但其致残、致死率极高(25%~50%) [34] [35]。支架移植物感染需要积极干预,其根治性治疗包括支架移植物移除、感染组织的清创以及血运重建。还需要根据临床情况予以系统性抗感染治疗,抗感染治疗周期视情况而定,甚至可能需要终生抗感染治疗,预后较差。

6. 小结

AAA是一种受环境和遗传因素调控的疾病。尽早戒烟可以降低AAA发生率及延缓AAA瘤腔进一步扩张。所以对高危人群尽早地筛查,对患者进行定时的监测是预防AAA破裂的唯一有效方法。提高AAA破裂风险预测准确性的关键在于术前通过简捷方法尽可能了解瘤体力学情况,更需要有经验的临床大夫对患者进行迅速准确地判断、迅速转移勿错过最佳治疗时机,使真正高危AAA得到及时治疗。此外,随着AI技术的应用越来越广泛,通过AI有限元分析的方法估算AAA破裂的风险以及根据3D影像建立模型,估算在主动脉壁上的压力、AAA扩张和破裂风险,为AAA的精准预防和潜在治疗手段提供了基础。目前限制EVAR术更广泛应用的原因仍是其对腹主动脉瘤解剖结构特别是近端瘤颈的严苛要求,而近端瘤颈与覆膜支架的贴附状态及稳定性决定EVAR的成功率。瘤颈过短、瘤颈角度严重扭曲等这些不良的解剖形态不利于支架与血管壁贴附、支架系统导入,增加内漏、支架移位、变形、断裂、髂支闭塞等并发症的发生[36]。随着腔内技术及器械的不断革新进步,以及医患对腔内理念的不断认可及理解,EVAR术得到不断补充完善,其在复杂瘤颈腹主动脉瘤的应用也越来越广泛,但其疗效和预后尚有争议。通过对比不同指南,我们也发现这指南之间存在一些差异,本文旨在对各学会最新发布的指南进行对比,并根据其循证医学证据进行解读。对于AAA可以选择应用EVAR进行治疗,但需注意其瘤颈的复杂程度,选择合适的支架款式,需要更多针对中国患者的研究来提供更加丰富的循证医学证据,更好地服务于中国AAA患者。

参考文献

- [1] Sakalihan, N., Michel, J.B., Katsargyris, A., et al. (2018) Abdominal Aortic Aneurysms. *Nature Reviews Disease Primers*, 4, 34. <https://doi.org/10.1038/s41572-018-0030-7>

- [2] Wanhainen, A., Verzini, F., Van Herzelee, I., *et al.* (2019) Editor's Choice European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2019 Clinical Practice Guidelines on the Management of Abdominal Aortoiliac Artery Aneurysms. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, **57**, 8-93. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2018.09.020>
- [3] 景在平, 陆清声, 李振江. 腹主动脉瘤腔内治疗的历史与进展[J]. 中华消化外科杂志, 2015, 14(9): 702-706.
- [4] Golledge, J. (2019) Abdominal Aortic Aneurysm: Update on Pathogenesis and Medical Treatments. *Nature Reviews Cardiology*, **16**, 225-242. <https://doi.org/10.1038/s41569-018-0114-9>
- [5] Sampson, U.K.A., Norman, P.E., Fowkes, F.G.R., *et al.* (2014) Global and Regional Burden of Aortic Dissection and Aneurysms: Mortality Trends in 21 World Regions, 1990 to 2010. *Global Heart*, **9**, 171-180. <https://doi.org/10.1016/j.gheart.2013.12.010>
- [6] National Institute for Health and Care Excellence (2020) Abdominal Aortic Aneurysm: Diagnosis and Management. NICE Guideline NG156.
- [7] Improve Trial Investigators (2017) Comparative Clinical Effectiveness and Cost Effectiveness of Endovascular Strategy vs Open Repair for Ruptured Abdominal Aortic Aneurysm: Three Year Results of the Improve Randomised Trial. *BMJ*, **359**, j4859. <https://doi.org/10.1136/bmj.j4859>
- [8] Moll, F.L., Powell, J.T., Fraedrich, G., *et al.* (2011) Management of Abdominal Aortic Aneurysms Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery: The Official Journal of the European Society for Vascular Surgery*, **41**, S1-S58. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2010.09.011>
- [9] Grondal, N., Sogaard, R. and Lindholt, J.S. (2015) Baseline Prevalence of Abdominal Aortic Aneurysm, Peripheral Arterial Disease and Hypertension in Men Aged 65-74 Years from a Population Screening Study (VIVA Trial). *The British Journal of Surgery*, **102**, 902-906. <https://doi.org/10.1002/bjs.9825>
- [10] Tang, W., Yao, L., Roetker, N.S., *et al.* (2016) Lifetime Risk and Risk Factors for Abdominal Aortic Aneurysm in a 24-Year Prospective Study: The ARIC Study (Atherosclerosis Risk in Communities). *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, **36**, 2468-2477. <https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.116.308147>
- [11] Biro, E., Gabel, G., Moran, C.S., *et al.* (2015) Differential Gene Expression in Human Abdominal Aortic Aneurysm and Aortic Occlusive Disease. *Oncotarget*, **6**, 12984-12996. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.3848>
- [12] Villard, C. and Hultgren, R. (2018) Abdominal Aortic Aneurysm: Sex Differences. *Maturitas*, **109**, 63-69. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2017.12.012>
- [13] Ulug, P., Powell, J.T., Sweeting, M.J., *et al.* (2016) Meta-Analysis of the Current Prevalence of Screen-Detected Abdominal Aortic Aneurysm in Women. *The British Journal of Surgery*, **103**, 1097-1104. <https://doi.org/10.1002/bjs.10225>
- [14] Lindholt, J.S., Juul, S., Fasting, H., *et al.* (2005) Screening for Abdominal Aortic Aneurysms: Single Centre Randomised Controlled Trial. *BMJ*, **330**, 750. <https://doi.org/10.1136/bmj.38369.620162.82>
- [15] Long, A., Rouet, L., Lindholt, J.S., *et al.* (2012) Measuring the Maximum Diameter of Native Abdominal Aortic Aneurysms: Review and Critical Analysis. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, **43**, 515-524. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2012.01.018>
- [16] Khosla, S., Morris, D.R., Moxon, J.V., *et al.* (2014) Meta-Analysis of Peak Wall Stress in Ruptured, Symptomatic and Intact Abdominal Aortic Aneurysms. *The British Journal of Surgery*, **101**, 1350-1357. <https://doi.org/10.1002/bjs.9578>
- [17] 李哲响, 王利新, 符伟国. 最新腹主动脉瘤腔内治疗指南解读[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2021, 28(11): 1414-1417.
- [18] Guessous, I., Periard, D., Lorenzetti, D., *et al.* (2008) The Efficacy of Pharmacotherapy for Decreasing the Expansion Rate of Abdominal Aortic Aneurysms: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLOS ONE*, **3**, e1895. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001895>
- [19] Rughani, G., Robertson, L. and Clarke, M. (2012) Medical Treatment for Small Abdominal Aortic Aneurysms. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, **9**, Cd009536. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009536>
- [20] Sweeting, M.J., *et al.* (2012) Meta-Analysis of Individual Patient Data to Examine Factors Affecting Growth and Rupture of Small Abdominal Aortic Aneurysms. *British Journal of Surgery*, **99**, 655-665. <https://doi.org/10.1002/bjs.8707>
- [21] Jusko, M., Kasprzak, P., Majos, A. and Kuczmik, W. (2022) The Ratio of the Size of the Abdominal Aortic Aneurysm to That of the Unchanged Aorta as a Risk Factor for Its Rupture. *Biomedicine*, **10**, 1997. <https://doi.org/10.3390/biomedicine10081997>
- [22] Chaikof, E.L., *et al.* (2018) The Society for Vascular Surgery Practice Guidelines on the Care of Patients with an Abdominal Aortic Aneurysm. *Journal of Vascular Surgery*, **67**, 2-77.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2017.10.044>
- [23] Jahangir, E., Lipworth, L., Edwards, T.L., *et al.* (2015) Smoking, Sex, Risk Factors and Abdominal Aortic Aneurysms: A Prospective Study of 18782 Persons Aged above 65 Years in the Southern Community Cohort Study. *Journal of*

- Epidemiology and Community Health*, **69**, 481-488. <https://doi.org/10.1136/jech-2014-204920>
- [24] Filardo, G., Powell, J.T., Martinez, M.A., *et al.* (2015) Surgery for Small Asymptomatic Abdominal Aortic Aneurysms. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, **2015**, CD001835. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001835.pub4>
- [25] Guo, W. and Zhang, T. (2014) Abdominal Aortic Aneurysm Prevalence in China. *Endovascular Today*, 1-7. <https://evtoday.com/articles/2014-feb/abdominal-aortic-aneurysm-prevalence-in-china>
- [26] Karthikesalingam, A., Vidal-Diez, A., Holt, P.J., *et al.* (2016) Thresholds for Abdominal Aortic Aneurysm Repair in England and the United States. *The New England Journal of Medicine*, **375**, 2051-2059. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1600931>
- [27] 张韬, 郭伟. 腹主动脉瘤诊断和治疗中国专家共识(2022版) [J]. 中国实用外科杂志, 2022, 42(4): 380-387. <https://doi.org/10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2022.04.03>
- [28] Yao, J.S., Eskandari, M.K., Parodia, J., *et al.* (2012) Transfemoral Intraluminal Graft Implantation for Abdominal Aortic Aneurysms, 1991: Two Decades Later. *Annals of Vascular Surgery*, **26**, 895-905. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2012.06.001>
- [29] 陈忠, 吴庆华, 杨耀国. 从北京安贞医院血管外科的发展看腹主动脉瘤治疗方法的变化[J]. 心肺血管病杂志, 2016, 35(10): 780-782.
- [30] 刘昌伟, 陈跃鑫, 叶炜. 中国腹主动脉瘤腔内治疗十二年回顾与展望[J]. 临床外科杂志, 2011, 19(5): 289-291.
- [31] Mascoli, C., Faggioli, G., Gallitto, E., *et al.* (2019) Planning and Endograft Related Variables Predisposing to Late Distal Type I Endoleaks. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, **58**, 334-342. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2019.03.036>
- [32] Higashiura, W., Greenberg, R.K., Katz, E., *et al.* (2007) Predictive Factors, Morphologic Effects, and Proposed Treatment Paradigm for Type II Endoleaks after Repair of Infrarenal Abdominal Aortic Aneurysms. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, **18**, 975-981. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2007.05.019>
- [33] Maleux, G., Poorteman, L., Laenen, A., *et al.* (2017) Incidence, Etiology, and Management of Type III Endoleak after Endovascular Aortic Repair. *Journal of Vascular Surgery*, **66**, 1056-1064. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2017.01.056>
- [34] Daye, D. and Walker, T.G. (2018) Complications of Endovascular Aneurysm Repair of the Thoracic and Abdominal Aorta: Evaluation and Management. *Cardiovascular Diagnosis and Therapy*, **8**, S138-S156. <https://doi.org/10.21037/cdt.2017.09.17>
- [35] de la Motte, L., Falkenberg, M., Koelemay, M.J., *et al.* (2018) Is EVAR a Durable Solution? Indications for Reinterventions. *The Journal of Cardiovascular Surgery (Torino)*, **59**, 201-212. <https://doi.org/10.23736/S0021-9509.18.10388-0>
- [36] Ay, D., Erdolu, B., Yumun, G., *et al.* (2016) The Effect of Anatomical Factors on Mortality Rates after Endovascular Aneurysm Repair. *Cardiovascular Journal of Africa*, **27**, 12-15. <https://doi.org/10.5830/CVJA-2015-057>