

血管战创伤救治专家共识

全军血管外科学组, 中国研究型医院学会血管医学专业委员会, 中国医疗器械行业协会血管器械分会

[指南与共识注册编号] PREPARE-2025CN920

[中图分类号] R654.3

[文献标志码] A

[DOI] 10.11855/j.issn.0577-7402.1070.2025.0807

[声明] 本文所有作者声明无利益冲突

[引用本文] 全军血管外科学组, 中国研究型医院学会血管医学专业委员会, 中国医疗器械行业协会血管器械分会. 血管战创伤救治专家共识[J]. 解放军医学杂志, 2025, 50(10): 1209-1218.

[收稿日期] 2025-05-31

[录用日期] 2025-07-02

[上线日期] 2025-08-07

[摘要] 战时血管创伤常伴随骨折、内脏损伤、失血性休克等严重并发症, 是战场伤残和死亡的重要原因。针对血管战创伤的高发生率和复杂性, 由全军血管外科学组、中国研究型医院学会血管医学专业委员会、中国医疗器械行业协会血管器械分会牵头, 邀请我军主要从事血管外科专业及血管战创伤救治药械研发的专家结合当前血管战伤救治领域的最新研究成果及相关文献, 广泛征求军队医疗和科研单位专家意见, 聚焦血管战创伤的基本救治理念及原则、火线救治、早期血管损伤控制手术及不同部位出血的处理原则, 共同制定了《血管战创伤救治专家共识》。本共识包括8个部分, 共计42条推荐意见, 旨在建立一套覆盖血管战伤救治全流程、针对性和可操作性强的救治规范, 为战场不同层级、不同解剖部位的血管损伤处置提供明确、实用的参考依据。

[关键词] 血管伤; 战伤; 失血性休克; 止血

Chinese expert consensus on the management of vascular combat injuries

Vascular Surgery Group of Chinese PLA; Vascular Medicine Professional Committee of China Research Hospital Association; Vascular Devices Branch of China Association for Medical Devices Industry

*Corresponding author, Guo Wei, E-mail: guoweiplagh@sina.com

This work was supported by the National Key Research and Development Program of China (2024YFC2419000)

[Abstract] Vascular trauma in wartime is often accompanied by severe complications such as fractures, visceral injuries, and hemorrhagic shock, and it is a major cause of disability and death on the battlefield. In response to the high incidence and complexity of combat-related vascular trauma, "Chinese expert consensus on the management of vascular combat injuries" has been jointly formulated by the Vascular Surgery Group of the Chinese People's Liberation Army (PLA), the Vascular Medicine Professional Committee of China Research Hospital Association, and the Vascular Devices Branch of China Association for Medical Devices Industry. Leading experts in vascular surgery and medical device development for vascular trauma treatment from the PLA were invited to participate, and they integrated the latest research findings and relevant literature in the field of combat vascular trauma management. After extensive consultation with experts from military medical and research institutions, this consensus focuses on fundamental treatment concepts and principles of vascular trauma care, frontline care, early vascular damage control surgery, and bleeding management protocols for different anatomical regions. The consensus comprises 8 sections with 42 recommendation statements, aiming to establish a comprehensive, highly targeted, and operationally feasible treatment protocol covering the entire continuum of combat vascular trauma care. It provides clear and practical references for managing vascular injuries at different levels and anatomical locations on the battlefield.

[Key words] vascular injuries; combat wounds; hemorrhagic shock; hemostasis

血管战创伤是指在战争或其他暴力冲突环境中, 由爆炸、枪弹、锐器伤及闭合性骨折等因素造成的四肢及躯干动静脉损伤^[1]; 其损伤形式包括血管的完全断裂、部分破裂、管壁挫伤、内膜撕裂及动脉痉挛等, 既有开放性也有闭合性损伤, 且常伴有骨折、内脏损伤、组织感染或创面缺损等多种合并伤。血管战创伤是导

[基金项目] 国家重点研发计划(2024YFC2419000)

[通信作者] 郭伟, E-mail: guoweiplagh@sina.com

致战场伤残和死亡的主要原因之一。急性失血性休克可使机体有效循环血容量骤降,诱发组织灌注不足及多器官缺血缺氧等连锁反应,若不及时控制,将发展为急性循环衰竭或多器官功能障碍,最终威胁伤员的生命安全。据报道,血管战创伤所致大出血约占战时死亡原因的90.9%^[2]。随着现代战争形态的演变,血管战创伤的发生率呈大幅上升态势——由第一次世界大战时期的0.4%~1.3%升高至21世纪的18.2%,且直接导致80%以上的战场即时死亡^[1-3]。

目前,血管战创伤的及时与有效救治依然是军事卫勤救治的难点与挑战。虽然国内外战创伤救治指南多有提及血管损伤救治,但限于专科视角,尚缺乏系统、具体的专业指导。基于“血管损伤为中心”的理念,本共识拟建立一套针对性、操作性强的血管战创伤救治规范,旨在为战场不同层级、不同解剖部位的血管损伤处置提供明确、实用的参考依据,提高血管战创伤的救治水平,降低伤残率和死亡率。

目标人群: 本专家共识主要面向我军各级卫勤救治力量,包括承担火线、战术及战略战役层级救治任务的军队医疗人员。同时,鉴于血管战创伤不仅局限于军事冲突,而且国际上在恐怖袭击等突发事件中亦屡见不鲜,因此本共识对于民用医疗体系(包括非军事医疗机构的医护人员)也具有重要的参考和借鉴价值。另外,应该认识到这些建议仅为专家共识,不能替代临床判断。

共识方向: 血管战创伤救治涵盖预防、诊断、治疗、后送及远期康复等多个环节,其中早期止血和修复尤为关键,本共识主要基于动脉血管损伤的部位、特点,重点从“火线急救止血”和“血管损伤控制手术”两个方面进行阐述,并提出相应的救治意见。关于静脉损伤的处理遵循动脉损伤的救治原则,不再单列。需要强调的是,血管损伤往往存在多部位的合并损伤,救治时需根据医疗专业救治能力、条件及伤者情况,遵循先保生命再保功能的原则,灵活应用本共识提出的处理建议。

共识形成方法: 本专家共识由全军血管外科学组、中国研究型医院学会血管医学专业委员会、中国医疗器械行业学会血管器械分会联合制定,参考了2025年欧洲血管外科学会血管创伤治疗临床实践指南的最新指导意见^[4],围绕关键问题系统开展文献检索与筛选,提出相关推荐意见,于2025年2月达成共识,完成4轮讨论后于4月定稿。本共识的证据等级和推荐强度参考推荐分级的评价、制订与评估(grading of recommendations assessment, development and evaluation, GRADE)方法^[5],详细内容见表1、2。

表1 循证证据等级
Tab.1 Evidence-based level

证据等级	分级释义
A	基于多个随机对照试验的荟萃分析或系统评价;大样本随机对照试验
B	基于至少一个质量较高的随机对照试验;设计规范、结果明确的观察性研究或横断面研究;前瞻性队列研究
C	基于设计良好的非随机病例对照研究;观察性研究;非前瞻性队列研究
D	基于非随机的回顾性研究;病例报告;专家共识

表2 临床推荐强度分级
Tab.2 Classification and description of clinical recommendation

推荐等级	强度	释义及临床建议
I	强	循证证据肯定或良好(A-B级);循证证据一般(C-D级),但在国内外指南中明确推荐,能够改善健康结局。利大于弊
II	中等	循证证据一般(C-D级);可改善健康结局
III	弱	循证证据不足或矛盾;无法明确利弊,但可能改善健康结局

1 血管战创伤的基本救治理念及原则

推荐意见1: 建议根据血管损伤程度对血管战创伤的严重程度进行分级(推荐等级I,证据等级C)

目前,国际上趋向于将血管损伤分为4级(图1)^[4],I—IV级的动脉壁损伤程度和出血风险逐渐增加。I级:部分损伤,仅累及血管内膜,血管未断裂。主要表现为钝性或牵拉性损伤后的内膜破损或壁内血肿等。此类损伤不会影响远端血流或终末器官的灌注。I级损伤通常无需手术,临床上应密切观察,辅以影像学随访,必要时进行抗血栓治疗。II级:血管壁完全断裂,但无外部出血或出血被局限。可能表现为血管外膜断裂导致血管壁外膨或形成局限性出血,如假性动脉瘤或动静脉瘘。II级损伤应考虑开放或腔内手术处理。III级:血管壁完全断裂并伴有未被局限的活动性出血。III级损伤应注意抗休克,维持患者生命体征,积

极进行手术，尽快止血。**IV级**：闭塞性损伤，损伤部位远端无血流，也可表现为动脉完全断裂，由于动脉痉挛限制了出血并促进了血栓形成；或者原本是内膜撕裂，随后血栓形成导致血管闭塞。对于**IV级**损伤，应根据肢体或器官缺血梗死的风险来决定是否进行手术干预以恢复血流。

推荐意见2：建议对血管战创伤采用分级阶梯救治的原则(推荐等级**I**，证据等级**C**)

历史经验表明，血管战创伤救治的关键在于分级救治。结合我军现有卫勤救治力量的实际分布，可将救治环节大致划分为火线、战术战区及战略战役区3级。在不同阶段，应根据血管损伤的实际情况采取最为适宜的救治策略，并以最快速度将伤员转运至具备救治能力的医疗机构，最大限度地降低院前失血和死亡的风险。不同阶段所处环境、技术条件及支撑资源各不相同，血管损伤的治疗原则和措施也需灵活调整。需要指出的是，随着现代战场形态的演变，“火线-战术-战役”各级救治的界限正逐渐变得模糊，尤其在战术与战役区之间，随着战场纵深的缩小和后送能力的提升，两者之间往往难以严格区分，但大致可分为火线救治和战术(役)救治为主的两个救治阶段。图2对血管战创伤的分级救治流程进行了归纳总结。

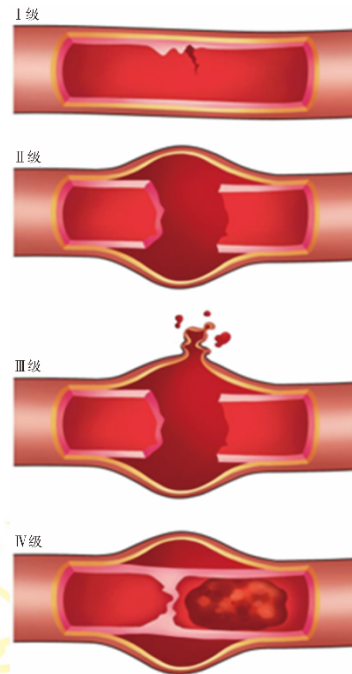


图1 血管损伤的严重程度分级^[4]

Fig.1 Severity grading of vascular injuries^[4]

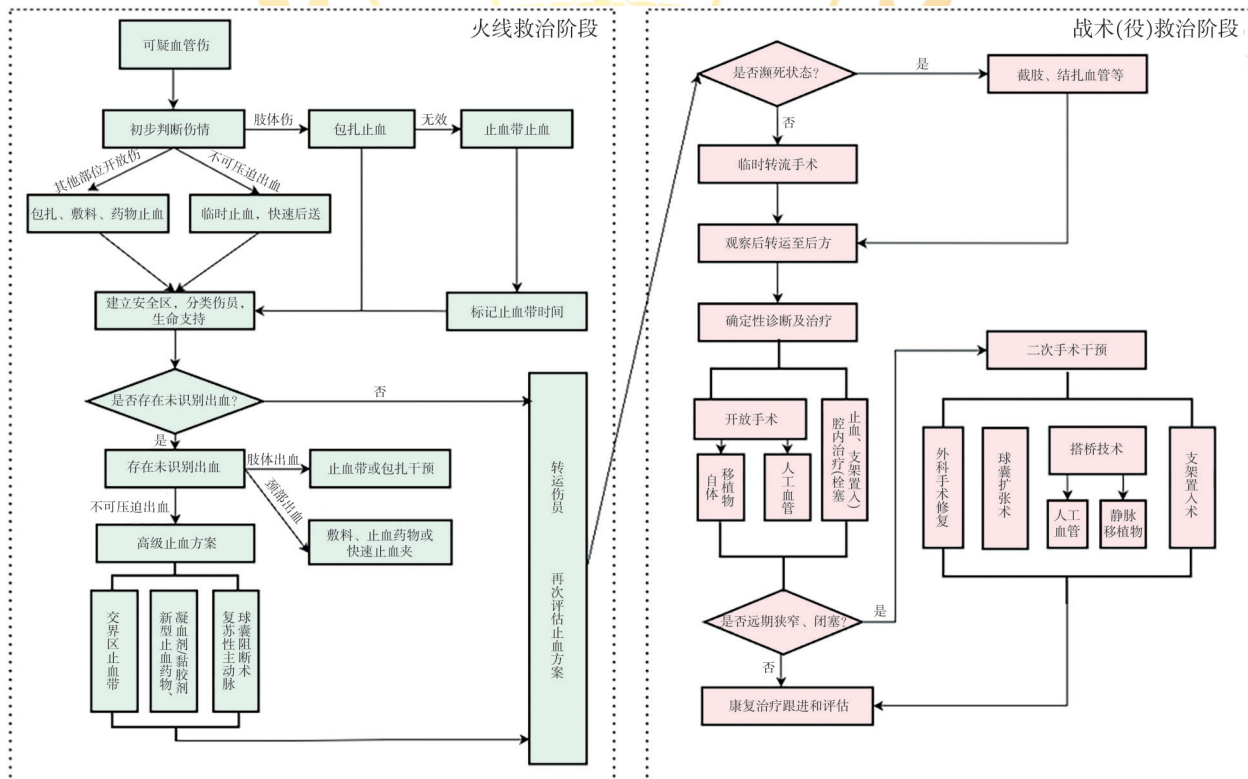


图2 血管战创伤的分级救治流程

Fig.2 Tiered management of vascular combat injuries

2 火线急救止血

推荐意见3：敷料和各类止血药物对于可压迫的出血效果良好，建议作为止血带的辅助手段，或者充当

延缓不可压迫性出血伤情进展的手段(推荐等级 I, 证据等级 C)

常用的敷料和止血药物包括:(1)矿物和沸石类,如沸石粉,可迅速吸收水分,使血小板和凝血因子更紧密地接触^[6];(2)多糖衍生物和黏胶剂,主要为壳聚糖等生物相容性材料,通过在出血部位周围形成一个密封空间,从而促进凝固^[7];(3)促凝因子补充剂,通过提供高浓度的局部凝血因子而激活凝血级联反应^[8-9];(4)其他止血材料,如聚氨基酸、聚环氧乙烷(PEO)、聚环氧丙烷(PPO)、聚丙烯酸、白蛋白-戊二醛、纤维蛋白溶解酶抑制剂等,此类物质具有潜在的军用价值。其中所有止血药物对于浅表开放血管伤效果均较好,对于不可压迫性出血应选择黏胶剂止血颗粒或类似新型药物。

推荐意见4:止血带的应用需遵循阶梯止血策略,如常规的敷料包扎、压迫抬高、局部止血药物均不能有效控制出血,则应使用止血带(推荐等级 I, 证据等级 B)

止血带的应用原则包括:(1)当存在肢体离断、致命性出血等必要情况时,应立刻使用止血带。(2)除非身处交火区或核生化环境中,否则应将止血带直接置于出血部位上方 5.0~7.5 cm 处的皮肤上,必要时放置于制服外。(3)持续收紧止血带直至出血停止,对于肢体断端骨面的少量渗血应通过加压控制。(4)对于出血控制效果不佳或将止血带用于膝上截肢时,应施加双止血带止血。(5)记录止血带的使用时间,2 h 内应松开止血带至少 1 次,尽量在 30 min 内松开 1 次^[10-11]。记录止血带的使用时间至关重要。(6)对于交界区出血,不能使用经典的肢体止血带(因其止血不确切并可能造成远端缺血),条件允许的情况下可使用交界区止血带或复苏性主动脉球囊阻断(resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta, REBOA)技术(详见下文),或直接填塞压迫止血并尽快转运伤员。

推荐意见5:止血带的去除原则包括:(1)在移除止血带和得到更高级的治疗前,应预先准备敷料和绷带等进行临时止血;(2)去除止血带的操作只能在安全环境中进行;(3)避免迅速完全移除止血带,应将止血带松开后观察,若替代的临时止血控制方法未能奏效,则应重新拉紧止血带(推荐等级 I, 证据等级 C)

推荐意见6:REBOA 技术可用于腹部、骨盆、近端下肢和内脏的严重出血,对于收缩压 < 80 mmHg 且无禁忌证的患者,应尽早使用(推荐等级 III, 证据等级 C)

REBOA 技术的主要步骤包括:(1)动脉通道建立和鞘管放置。常用的 3 种导管为 Coda[®]球囊导管、ER-REBOA[™]导管或 L-REBOA[™]导管。Coda[®]导管需要使用 12F 的鞘管,而 ER-REBOA[™]导管则需要使用 7F 的鞘管,L-REBOA[™]是中国研发的球囊鞘管一体化的 7F 导管。(2)对于腹腔内或腹膜后出血,采用主动脉 I 区阻断,球囊放置在从主动脉弓下端到腹腔干上方的区域。(3)对于骨盆或近端下肢出血,采用主动脉 III 区阻断,球囊放置在从肾动脉下方到主动脉分叉的区域。(4)球囊扩张。在 I 区为 8 ml, III 区为 3 ml,应缓慢充气并仔细观察,以避免主动脉损伤, I 区和 III 区最长阻断时间分别不超过 60 min 和 90 min^[12]。

推荐意见7:对于以下伤员禁用 REBOA:(1)因胸外伤而出现失血性休克的伤员,应接受开胸手术;(2)伴随创伤性脑损伤的伤员,REBOA 的安全性尚不明确;(3)腹部出血且血压 > 80 mmHg 的患者,可暂缓置入阻断球囊,如血压 ≤ 90 mmHg,可预先置入鞘管(推荐等级 II, 证据等级 C)

3 血管损伤控制手术的价值定位

推荐意见8:建议早期行血管损伤控制手术(vascular damage control surgery, VDACS),以提高伤员的保肢率及战场生存概率(推荐等级 I, 证据等级 C)

早期及时完成 VDACS 可使伤员截肢风险降低 30%~50%。广义上,VDACS 包括了开放手术和腔内修复技术,其中开放手术包括血管修补、血管吻合及临时转流管置入等,腔内修复技术包括 REBOA 置入、支架置入及栓塞等应急止血手段。

推荐意见9:建议开展民用和军用血管损伤控制手术课程及专门培训,以培养和维持血管创伤的决策能力和技术技能(推荐等级 I, 证据等级 C)

血管创伤手术涉及快速暴露和控制全身主要动静脉,采用血栓切除、一期修复、分流、结扎、筋膜切开及截肢等损伤控制技术,并辅以血管内介入和移植物修复。此类技能已超出常规血管外科的范畴,且手术环境复杂,要求外科医师能在急诊大出血及失代偿状态下进行熟练操作。因技能发展和维持难度大,推荐通过模拟、尸体及动物模型培训,结合跨专业团队训练,并在民用和军用体系中推行专项血管创伤课程,以系统提升血管损伤控制的决策和技术能力。

4 颈部血管损伤救治策略

推荐意见10: 颈部血管损伤主要包括颈动脉、椎动脉及颈静脉损伤,其中以颈动脉损伤最为常见。对于颈部贯通伤患者,如果生命体征尚能维持,首选计算机断层血管造影(computed tomography angiography, CTA)作为诊断手段(推荐等级 I, 证据等级 B)

推荐意见11: I级颈动脉和椎动脉损伤(仅为动脉内膜损伤,常见于枪伤引起的邻近损伤)建议采用单一抗血小板药物进行非手术治疗,并加以密切随访,随访期间需关注抗血小板治疗过程中其他致伤部位或器官的致命性出血(推荐等级 III, 证据等级 C)

推荐意见12: II级颈动脉和椎动脉损伤(动脉壁全层损伤,形成假性动脉瘤或包裹性血肿)伤员的生命体征通常尚能维持,对于颈动脉创伤患者,结扎颈总动脉或颈内动脉有很高的卒中和死亡风险,应尽可能进行修复,建议紧急行开放手术或腔内覆膜支架修复术;对于椎动脉创伤患者,由于解剖血管极具挑战性,因此建议多数患者首选弹簧圈栓塞或覆膜支架修复等腔内技术进行治疗。此外,由于椎动脉较为纤细,单侧椎动脉闭塞后卒中发生率较低,因此弹簧圈栓塞技术更为常用(推荐等级 I, 证据等级 C)

推荐意见13: III级颈动脉和椎动脉损伤(动脉壁全层损伤,合并活动性出血)时,由于颈动脉出血速度快,情况紧急,应立即填塞纱布并加压,并行开放手术止血;而对于椎动脉损伤导致的严重出血,建议立即行腔内栓塞治疗,若无法实施,建议采用开放手术,包括椎动脉结扎、修复、转位及填塞止血等(推荐等级 I, 证据等级 C)

推荐意见14: IV级颈动脉和椎动脉损伤时,如为颈动脉闭塞,建议结合伤员的个体化神经症状采取动脉重建、结扎及非手术抗凝或抗血小板药物治疗,椎动脉闭塞则建议行非手术抗血小板药物治疗(推荐等级 I, 证据等级 C)

推荐意见15: 对于颈静脉创伤,如为颈内静脉损伤建议尽量修复,但在血流动力学不稳定的情况下可直接结扎,如为双侧颈内静脉损伤,至少应尝试修复一侧;颈外静脉损伤可直接结扎(推荐等级 I, 证据等级 C)

5 胸主动脉损伤救治策略

5.1 钝性胸主动脉损伤

推荐意见16: 推荐使用主动脉CTA来诊断和评估钝性胸主动脉损伤(推荐等级 I, 证据等级 B)

胸部CTA现已成为诊断钝性胸主动脉损伤的主要工具。多层CTA结合三维重建的敏感度和特异度几乎达到100%,阳性预测值为90%,阴性预测值为100%,整体诊断准确率为99.7%^[13]。

推荐意见17: 对于较为稳定的胸主动脉损伤,应首先通过医疗后送将伤员转运至设施较为完善的战区医院或后方医疗中心(推荐等级 I, 证据等级 C)

钝性胸主动脉损伤的管理需具备与其他主动脉疾病同等的专业水平,应在配备专业主动脉外科医师且能开展开放及主动脉腔内修复的创伤中心进行治疗,以确保最佳预后^[14]。

推荐意见18: 在无低血容量性休克或创伤性脑损伤的情况下,可使用 β 受体阻滞剂适当降低伤员的血压和心率(收缩压控制在90~110 mmHg,心率控制在100次/min以内),以降低主动脉破裂的风险(推荐等级 I, 证据等级 C)

绝大多数钝性胸主动脉损伤患者无明显症状,通常需通过影像学检查才能确诊。对于发生破裂的病例,风险集中在受伤后的最初几小时内。通过严格的血压控制,破裂风险可显著降低至约1.5%^[15]。一般建议将收缩压控制在90~110 mmHg,具体目标应根据患者是否存在低血容量性休克或创伤性脑损伤进行调整,同时将心率维持在100次/min以下,以降低血管壁剪切应力,进而降低主动脉扩张或破裂的风险。静脉给予 β 受体阻滞剂并配合严密的心血管监测是目前急性期控制血压和心率的首选方案^[16]。

推荐意见19: 对于I级钝性胸主动脉损伤,如果患者不合并严重的创伤性脑损伤,建议采用非手术治疗,控制血压并进行影像随访;如果存在严重的创伤性脑损伤且无法控制血压,可考虑采用腔内修复(推荐等级 I, 证据等级 C)

I级钝性胸主动脉损伤为主动脉内膜撕裂和(或)壁内血肿,且无外部轮廓异常。此类损伤宜通过血压控制和密切观察进行非手术治疗,并定期进行CTA随访,直至主动脉病变得缓解或消退。应在入院后72 h内复查CTA以评估病变的稳定性。对于伴有严重颅脑损伤的患者,胸主动脉腔内修复术可能有助于维持较高的

血压以保障脑灌注^[17]。

推荐意见 20: 对于Ⅱ级钝性胸主动脉损伤的患者, 如果不合并高危因素(如中纵隔出血、左侧血胸、主动脉狭窄、大的假性动脉瘤、收缩压<90 mmHg、创伤性脑损伤), 应考虑延迟(>24 h)行腔内修复; 如果合并高危因素, 则应即刻行腔内修复(推荐等级Ⅰ, 证据等级C)

Ⅱ级钝性胸主动脉损伤指存在任何主动脉外壁轮廓异常(如假性动脉瘤)者, 通常需行腔内修复术治疗, 但修复的最佳时机临床上仍存在争议。被认为需要紧急修复的高危因素包括低血压(收缩压<90 mmHg)、左侧血胸、较大的纵隔血肿, 以及因压迫作用导致的主动脉缩窄等影像学表现, 这些均提示更严重的胸主动脉损伤^[18]。

推荐意见 21: 对于Ⅲ级钝性胸主动脉损伤的患者, 建议立即行开放手术修复, 如条件允许也可行腔内修复(推荐等级Ⅱ, 证据等级C)

严重主动脉损伤(Ⅲ级)伴有主动外渗(完全断裂和自由破裂)者应立即进行修复。若条件允许并能迅速调动资源, 腔内修复是强烈推荐的首选治疗方式。与开放手术相比, 腔内修复在早期预后方面表现出显著优势。腔内修复组死亡率显著低于开放手术组, 同时输血需求明显减少, 术后截瘫和卒中发生率也显著降低^[19]。

5.2 穿透性胸主动脉损伤

推荐意见 22: 在血管战创伤救助中较为少见, 因伤员往往在火线战场迅速死亡, 如果存在此类伤员, 应行开胸手术、单肺通气以显露主动脉(推荐等级Ⅱ, 证据等级C)

穿透性胸主动脉损伤发生率低于钝性胸主动脉损伤。尽管大多数患者在到达医院前或急诊科时即已死亡, 但院内死亡率仍高达43%。对于不稳定的患者, 急诊开胸手术存在一定争议。可应用 Satinsky 钳或大的 Wiley J 夹来控制活动性胸主动脉出血, 以4-0聚丙稀缝线进行连续或间断缝合修补主动脉, 必要时应用涤纶或特氟龙补片^[20]。

6 腹腔出血损伤救治策略

推荐意见 23: 对于处于休克状态且持续出血、怀疑有重大腹部血管损伤的患者, 建议立即行外科手术探查和止血处理, 条件允许时应首先完善CTA检查(推荐等级Ⅰ, 证据等级C)

处于休克状态且持续出血、怀疑存在重大腹部损伤的患者, 应立即送往手术室进行开腹探查、止血处理, 并按照大出血救治方案进行复苏^[21]。CTA是腹部血管损伤及腹部创伤的主要影像学检查手段。动脉期成像能够清晰显示动脉结构及出血情况, 结合门静脉期成像, 有助于区分动脉性和静脉性出血^[22]。

推荐意见 24: 建议选择内脏内侧旋转技术暴露腹主动脉及分支血管(推荐等级Ⅰ, 证据等级C)

开放手术的入路包括右侧内脏内侧旋转术(Cattell-Braasch技术, 用于显露肠系膜下区所有腹膜后器官, 包括下腔静脉、右肾蒂、右髂血管、十二指肠及胰头)或者左侧内脏内侧旋转术(Mattox技术, 用于从膈肌裂孔至髂血管水平全程显露腹主动脉), 以暴露腹主动脉及分支血管^[23]。

6.1 腹主动脉损伤

推荐意见 25: 小的主动脉裂伤可用3-0或4-0聚丙烯缝线缝合, 采用侧方主动脉缝合技术。如果主动脉存在缺损或狭窄, 则应考虑使用补片或人工血管移植物。对于肾下型腹主动脉损伤, 首选腹主动脉瘤腔内修复(endovascular aneurysm repair, EVAR)技术(推荐等级Ⅰ, 证据等级C)

6.2 下腔静脉损伤

推荐意见 26: 对于腹部下腔静脉损伤, 如腔静脉的管腔受损不超过1/3, 则采用侧方缝合技术; 如果下腔静脉的阻塞导致了低血压, 可暂时阻断腹主动脉以增加灌注(推荐等级Ⅰ, 证据等级C)

腹部下腔静脉损伤暴露应使用 Catell-Brash 和 Kocher 技术, 切开十二指肠第二段及第三段侧方的腹膜附着部, 从而将十二指肠及胰头向左侧游离^[24]。

6.3 门静脉及肝动脉损伤

推荐意见 27: 建议采用止血钳夹闭肝十二指肠韧带以控制肝门区血管创伤出血, 不建议进行门静脉结扎(推荐等级Ⅰ, 证据等级C)

对于肝门区的血管创伤, 可夹闭肝十二指肠韧带以限制通过肝动脉和门静脉的血液流入、控制肝出血^[25], 然后探查肝门, 如果门静脉通畅, 可结扎损伤的肝动脉; 门静脉结扎的死亡率高达80%, 可能导致肝功能损害、肠道水肿、全身性血容量减少和内脏高压等并发症, 应十分谨慎。

6.4 肠系膜上动脉损伤

推荐意见 28: 建议对肠系膜上动脉的损伤根据损伤分区进行处理, 必要时进行二次剖腹探查, 以避免肠缺血坏死(推荐等级 I, 证据等级 C)

Fullen 法^[26]将肠系膜上动脉走行分为 4 个区域, I 区为肠系膜上动脉起始部至胰十二指肠下动脉, II 区为胰十二指肠下动脉至结肠中动脉, III 区为结肠中动脉远端, IV 区为节段性分支。对于 Fullen I、II 区的损伤应优先采用 6-0 聚丙烯缝线一期修复; III 区损伤必要时可采取结扎治疗, 但应警惕节段性肠缺血; IV 区损伤可采用结扎和肠切除治疗。必要时行二次剖腹探查。

6.5 肠系膜下动脉损伤

推荐意见 29: 采用结扎或介入栓塞进行处理, 术后需密切观察, 及早发现可能出现的肠坏死, 必要时行肠切除(推荐等级 I, 证据等级 C)

6.6 肾动脉损伤

推荐意见 30: 建议根据肾脏缺血时间和损伤复杂程度处理肾动脉损伤, 优先保证伤员存活(推荐等级 I, 证据等级 C)

对于单侧肾动脉损伤, 应通过血管造影或手动触诊确定对侧肾脏的状态, 优先考虑“救命”, 对于复杂损伤需尽早行肾切除或肾动脉栓塞。如果肾热缺血时间 >30 min, 应优先考虑恢复血供; 肾脏血运重建的效果通常不佳, 其绝对指征是孤立性功能肾损伤或双侧肾动脉损伤。无论非手术治疗还是手术治疗, 均有超过 30% 的伤员会出现迟发性高血压, 建议加强血压管理^[27]。

6.7 髂动脉损伤

推荐意见 31: 禁止在远端血流未行分流或解剖外重建的情况下结扎髂总动脉和髂外动脉。建议填塞骨盆后行介入栓塞处理髂内动脉出血(推荐等级 I, 证据等级 C)

建议优先进行临时转流术以避免发生远端缺血, 髂动脉手术解剖复杂, 损伤较轻时可直接进行一期修复。对于污染创口, 建议使用静脉补片或膨体聚四氟乙烯(expanded Polytetrafluoroethylene, ePTFE)人工补片^[28]。对于横断伤, 建议采用端-端吻合修复。手术期间应持续检测是否存在肢体缺血情况并进行预防性抗凝, 但对于危重患者应禁止行全身抗凝。对于髂内动脉损伤, 单纯结扎止血效果可能不佳, 盆腔填塞和介入栓塞应作为首选处理方法。

7 上肢血管损伤救治策略

7.1 锁骨下动脉损伤

推荐意见 32: 建议优先选择腔内覆膜支架置入止血, 条件不允许时行开放手术进行血流重建(推荐等级 I, 证据等级 C)

早期快速止血可选择开胸手术, 或在伤口内插入气囊导管(必要时使用导尿管)。开放手术修复锁骨下动脉应采用直径 8 mm 的膨体聚四氟乙烯或涤纶人造血管; 如伤员病情相对稳定, 应优先选择腔内覆膜支架置入^[29]。

7.2 腋动脉损伤

推荐意见 33: 修复手段包括大隐静脉/人造血管移植, 可使用覆膜支架进行腔内治疗(推荐等级 I, 证据等级 C)

腋动脉侧支循环丰富, 可选择临时分流延迟修复。如软组织损伤严重, 优先选择血管移植修复。对于钝性伤和部分穿透伤, 建议首先进行腔内治疗, 术中可根据需要中转开放手术^[30]。

7.3 肱动脉损伤

推荐意见 34: 可使用静脉补片或更常见的自体静脉移植, 对于病情危重的患者可结扎或行截肢(推荐等级 I, 证据等级 C)

7.4 桡动脉/尺动脉损伤

推荐意见 35: 建议根据手部血供情况选择治疗方案, 优先选择自体血管移植(推荐等级 I, 证据等级 C)

由于手部为多重血供, 因此如果在损伤血管闭塞的情况下掌弓处仍有超声血流信号, 可选择结扎损伤血管。如果手部完全缺血, 则至少应修复桡动脉或尺动脉中的一条。通常选择自体血管移植, 优先选择修复动脉以保障术后长期的通畅性^[31]。

7.5 交界区的上肢血管伤

推荐意见 36: 对于交界区的复杂血管伤, 伤情稳定时应先行腔内治疗以避免手术造成的周围血肿和神经损伤, 可根据需要中转开放手术(推荐等级 I, 证据等级 C)

交界区血管损伤多数可使用介入或杂交技术治疗, 对于无名动脉、腋动脉和锁骨下动脉损伤等优先采用自膨或球扩式覆膜支架, 对于内膜撕裂和夹层等损伤优先采用金属裸支架^[32]。

8 下肢血管损伤救治策略

8.1 股总动脉损伤

推荐意见 37: 修复手段为 6~8 mm 人造血管或大隐静脉移植, 如条件不允许, 可放置转流管, 以保持股深动脉血供, 对于股总动脉伤应同时探查并排除其分支损伤情况(推荐等级 I, 证据等级 C)

股总动脉和股深动脉是下肢重要的供血血管, 损伤后若不及时修复, 可能导致严重的肢体缺血及截肢风险。6~8 mm 人造血管(如聚四氟乙烯覆膜血管)和自体大隐静脉是目前常用且有效的重建材料, 具有良好的血流动力学性能及远期通畅率^[33]。若条件受限, 使用转流管维持股深动脉血供可暂时保障重要组织的灌注, 减轻缺血性损伤。同时, 对股总动脉损伤需要探查其分支, 以防止遗漏分支血管损伤, 进而造成远端缺血及假性动脉瘤形成^[34]。

8.2 孤立股深动脉损伤

推荐意见 38: 对于近端损伤应进行重建; 对于远端损伤, 在确定股浅动脉通畅后可经由对侧股总动脉以介入方式进行栓塞(推荐等级 I, 证据等级 C)

近端股深动脉损伤因其对膝关节及周围组织的主要供血作用, 通常需要进行手术重建以避免严重缺血。对于远端损伤, 在保证股浅动脉通畅的基础上, 通过介入技术栓塞远端出血点既能有效控制出血, 又能避免外科手术暴露创伤大带来的风险^[33]。

8.3 股浅动脉损伤

推荐意见 39: 优先选择开放手术, 使用自体移植物进行重建(推荐等级 I, 证据等级 C)

股浅动脉损伤的治疗首选自体静脉移植物, 尤其是大隐静脉移植, 因为自体移植物血管相容性好、耐感染且长期通畅率高。开放手术暴露血管更充分, 有助于准确评估损伤范围和周围组织情况, 确保修复的完整性和稳定性^[35]。虽然腔内介入技术已应用于部分复杂损伤的患者, 但自体移植仍是下肢动脉修复的金标准^[36]。

8.4 腘动脉损伤

推荐意见 40: 最常见的术式是膝上至膝下的旁路手术, 近端和远端的吻合可采用端-端或端-侧吻合。对于胫骨平台骨折, 应注意腘动脉远端和胫腓干的损伤; 对于腘动脉损伤, 转流管的应用效果较好(推荐等级 I, 证据等级 C)

腘动脉损伤的治疗多采用膝上膝下旁路术, 绕过受损段, 恢复下游血供。吻合方式应根据血管直径和损伤性质灵活选择, 端-端吻合适用于直径匹配好的血管, 端-侧吻合则适用于直径差异较大的情况^[35]。胫骨平台骨折时由于骨折断端邻近腘动脉及胫腓干, 容易引发血管损伤及血肿, 需加强评估。转流管可暂时维持血流, 减少缺血时间, 提高组织存活率^[37]。

8.5 胫动脉损伤

推荐意见 41: 应确保至少有一条胫动脉完好且通畅, 以保障足踝的血流, 避免截肢风险(推荐等级 I, 证据等级 C)

胫动脉是足踝主要的血流来源, 至少保证一条胫动脉通畅可维持足部稳定的灌注压力, 是预防截肢的重要条件。未恢复胫动脉血流的创伤患者截肢率显著增高, 因此在临床实践中应优先确保至少一侧胫动脉重建成功^[38]。

8.6 对于造成失血和肢体严重缺血的下肢创伤

推荐意见 42: 应优先采用开放方式治疗, 条件允许时结合腔内技术进行覆膜支架置入。对于此类伤情的远期并发症(如假性动脉瘤或动静脉瘘)应优先采用腔内技术进行治疗; 如合并有交界区出血, 则应该首先采用腔内技术进行 REBOA 置入控制出血, 然后行手术治疗(推荐等级 I, 证据等级 C)

下肢因创伤造成失血和严重缺血时, 开放手术是直接且有效的血管修复手段, 但近年来结合腔内技术(如覆膜支架)能减少切口创伤, 缩短恢复时间, 同时治疗复杂病变。对于其远期并发症如假性动脉瘤和动静脉

脉痿,腔内修复治疗更加安全便捷^[33-34]。REBOA技术在急性大出血控制上具有明显优势,能够快速控制出血,为后续开放手术创造良好条件^[4]。

9 总结与展望

随着现代战争形态的演变及武器杀伤力的提升,血管战创伤的发生率和复杂程度明显增高,对卫勤保障能力提出了更高的要求。在血管战创伤救治体系的建设中,血管外科专业人才的系统性培训已成为核心环节。首先,必须针对全军卫生人员分层分级开展血管外科基础和高级技能培训,尤其应加强火线与战术层级医务人员对血管直接修补、血管吻合及止血带等急救技术的掌握,力求实现救治手段的规范化、标准化和高效化。其次,随着战地便携化、模块化数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)手术车的研发,针对腔内复杂技术的培训也尤为重要,军队医疗体系应系统引进腔内微创技术的操作培训与模拟演练,使前线及后方医疗人员均能在多种复杂战创伤环境下灵活应用,提高对腹部、骨盆及大血管损伤的救治能力。最后,未来应进一步推动军民融合创新发展战略,应用原始创新成果转化和先进制造技术,以丰富血管伤救治器材、构建多功能手术平台,早日实现“战术区出血伤情全覆盖”的目标。

同时,血管战创伤仍面临着救治决策和远期康复的问题,特别是在复杂肢体血管创伤的救治中,选择积极行血管修复还是截肢亟需一套客观的评分准则。此外,大多数血管战创伤患者在救治成功后仍面临肢体缺血后功能障碍、感染、假性动脉瘤、深静脉血栓等远期并发症,严重影响官兵的职业回归和生活质量。建设跨学科综合康复团队,并加强出院后的跟踪、功能训练、心理干预和远程监测,是提升伤员整体预后的关键。未来,血管战创伤救治体系应实现“前线急救-专科救治-远期康复”的无缝衔接,推动血管外科理论、技术与康复服务一体化发展,全面保障新时代卫勤任务和国防医疗的需求。

执笔人: 张宏鹏(解放军总医院第一医学中心血管外科)、曹龙(解放军总医院第一医学中心血管外科)、联勤保障部队第983医院普外科)、殷健瀚(解放军总医院第一医学中心血管外科)

专家组成员(排名不分先后): 郭伟(解放军总医院第一医学中心血管外科)、张宏鹏(解放军总医院第一医学中心血管外科)、田磊(解放军总医院普通外科学部腹部创伤外科)、郭清旭(解放军总医院第七医学中心血管外科)、顾洪斌(解放军总医院第九医学中心血管外科)、窦桂芳(军事科学院军事医学研究院)、甘慧(军事科学院军事医学研究院)、郝迎学(陆军军医大学第一附属医院血管外科)、陆清声(海军军医大学第一附属医院血管外科)、曲乐丰(海军军医大学第二附属医院血管外科)、周建(海军军医大学第一附属医院血管外科)、左健(空军军医大学第一附属医院心脏大血管外科)、张章(空军军医大学第二附属医院血管外科)、何长生(东部战区总医院普通外科研究所血管外科组)、王俊(南部战区总医院心血管外科)、何思毅(西部战区总医院心脏血管外科)、姜伊昆(新疆军区总医院血管外科)、郭曙光(联勤保障部队第902医院血管外科)、徐屹立(联勤保障部队第960医院血管外科)、赵堂海(联勤保障部队第970医院血管外科)、王小微(联勤保障部队第967医院血管外科)、林晨(联勤保障部队第900医院普通外科)、辛群(海军第971医院普通外科)

【参考文献】

- [1] Patel JA, White JM, White PW, *et al.* A contemporary, 7-year analysis of vascular injury from the war in Afghanistan[J]. *J Vasc Surg*, 2018, 68(6): 1872-1879.
- [2] Eastridge BJ, Mabry RL, Seguin P, *et al.* Death on the battlefield (2001-2011): implications for the future of combat casualty care[J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2012, 73(6 Suppl 5): S431-S437.
- [3] Bowlby A, Wallace C. The development of British surgery at the front[J]. *Br Med J*, 1917, 1(2944): 705-721.
- [4] Wahlgren CM, Aylwin C, Davenport RA, *et al.* Editor's choice: European society for vascular surgery (ESVS) 2025 clinical practice guidelines on the management of vascular trauma[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2025, 69(2): 179-237.
- [5] Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, *et al.* GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations[J]. *BMJ*, 2008, 336(7650): 924-926.
- [6] King DR. Thirty consecutive uses of a hemostatic bandage at a US Army combat support hospital and forward surgical team in Operation Iraqi Freedom[J]. *J Trauma*, 2011, 71(6): 1775-1778.
- [7] Pozza M, Millner RWJ. Celox (chitosan) for haemostasis in massive traumatic bleeding: experience in Afghanistan[J]. *Eur J Emerg Med*, 2011, 18(1): 31-33.
- [8] Fonouni H, Kashfi A, Majlesara A, *et al.* Analysis of the hemostatic potential of modern topical sealants on arterial and venous anastomoses: an experimental porcine study[J]. *J Mater Sci Mater Med*, 2017, 28(9): 134.
- [9] Docimo G, Tolone S, Ruggiero R, *et al.* Total thyroidectomy with harmonic scalpel combined to gelatin-thrombin matrix hemostatic agent: Is it safe and effective? A single-center prospective study[J]. *Int J Surg*, 2014, 12 (Suppl 1): S209-S212.
- [10] Moorhouse I, Thurgood A, Walker N, *et al.* A realistic model for catastrophic external haemorrhage training[J]. *J R Army Med Corps*, 2007, 153(2):

- 99-101.
- [11] Lee C, Porter KM, Hodgetts TJ. Tourniquet use in the civilian prehospital setting[J]. *Emerg Med J*, 2007, 24(8): 584-587.
- [12] Jansen JO, Hudson J, Cochran C, *et al.* Emergency department resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in trauma patients with exsanguinating hemorrhage: the UK-REBOA randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2023, 330(19): 1862-1871.
- [13] Parker MS, Matheson TL, Rao AV, *et al.* Making the transition: the role of helical CT in the evaluation of potentially acute thoracic aortic injuries[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2001, 176(5): 1267-1272.
- [14] Harik L, Lau C. Open and endovascular repair of thoracoabdominal aortic aneurysm-a narrative review[J]. *J Thorac Dis*, 2023, 15(7): 3984-3997.
- [15] Hemmila MR, Arbabi S, Rowe SA, *et al.* Delayed repair for blunt thoracic aortic injury: is it really equivalent to early repair?[J]. *J Trauma*, 2004, 56(1): 13-23.
- [16] Arbabi CN, DuBose J, Charlton-Ouw K, *et al.* Outcomes and practice patterns of medical management of blunt thoracic aortic injury from the Aortic Trauma Foundation global registry[J]. *J Vasc Surg*, 2022, 75(2): 625-631.
- [17] Rabin J, DuBose J, Sliker CW, *et al.* Parameters for successful nonoperative management of traumatic aortic injury[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2014, 147(1): 143-149.
- [18] Demetriades D, Velmahos GC, Scalea TM, *et al.* Operative repair or endovascular stent graft in blunt traumatic thoracic aortic injuries: results of an American Association for the Surgery of Trauma Multicenter Study[J]. *J Trauma*, 2008, 64(3): 561-570.
- [19] Tang GL, Tehrani HY, Usman A, *et al.* Reduced mortality, paraplegia, and stroke with stent graft repair of blunt aortic transections: a modern meta-analysis[J]. *J Vasc Surg*, 2008, 47(3): 671-675.
- [20] Clarke DL, Quazi MA, Reddy K, *et al.* Emergency operation for penetrating thoracic trauma in a metropolitan surgical service in South Africa[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2011, 142(3): 563-568.
- [21] Tyburski JG, Wilson RF, Dente C, *et al.* Factors affecting mortality rates in patients with abdominal vascular injuries[J]. *J Trauma*, 2001, 50(6): 1020-1026.
- [22] Hamilton JD, Kumaravel M, Censullo ML, *et al.* Multidetector CT evaluation of active extravasation in blunt abdominal and pelvic trauma patients[J]. *Radiographics*, 2008, 28(6): 1603-1616.
- [23] Heo Y, Kim DH. Medial visceral rotations: the Cattell-Braasch vs. the Mattox maneuvers[J]. *Trauma Image Proced*, 2020, 5(1): 39-41.
- [24] Livani A, Angelis S, Skandalakis PN, *et al.* The story retold: the Kocher manoeuvre[J]. *Cureus*, 2022, 14(9): e29409.
- [25] Man K, Fan ST, Ng IO, *et al.* Prospective evaluation of Pringle maneuver in hepatectomy for liver tumors by a randomized study[J]. *Ann Surg*, 1997, 226(6): 704-711.
- [26] Fullen WD, Hunt J, Altemeier WA. The clinical spectrum of penetrating injury to the superior mesenteric arterial circulation[J]. *J Trauma*, 1972, 12(8): 656-664.
- [27] Haas CA, Spirnak JP. Traumatic renal artery occlusion: a review of the literature[J]. *Tech Urol*, 1998, 4(1): 1-11.
- [28] Nekooei N, Brabender D, Park S, *et al.* Original scientific paper in-hospital and post-discharge outcomes with autologous versus prosthetic repair of traumatic abdominal vascular injuries: a 10-year review of the PROOVIT registry[J]. *Am J Surg*, 2025, 248: 116413.
- [29] Castelli P, Caronno R, Piffaretti G, *et al.* Endovascular repair of traumatic injuries of the subclavian and axillary arteries[J]. *Injury*, 2005, 36(6): 778-782.
- [30] DuBose JJ, Rajani R, Gilani R, *et al.* Endovascular management of axillo-subclavian arterial injury: a review of published experience[J]. *Injury*, 2012, 43(11): 1785-1792.
- [31] Temming JF, van Uchelen JH, Tellier MA. Hypothenar hammer syndrome: distal ulnar artery reconstruction with autologous descending branch of the lateral circumflex femoral artery[J]. *Tech Hand Up Extrem Surg*, 2011, 15(1): 24-27.
- [32] Branco BC, Boutros ML, DuBose JJ, *et al.* Outcome comparison between open and endovascular management of axillosubclavian arterial injuries[J]. *J Vasc Surg*, 2016, 63(3): 702-709.
- [33] O'Shea AE, Lee C, Kauvar DS. Analysis of concomitant and isolated venous injury in military lower extremity trauma[J]. *Ann Vasc Surg*, 2022, 87: 147-154.
- [34] Kauvar DS, Propper BW, Arthurs ZM, *et al.* Impact of staged vascular management on limb outcomes in wartime femoropopliteal arterial injury[J]. *Ann Vasc Surg*, 2020, 62: 119-127.
- [35] Kauvar DS, Thomas SB, Schechtman DW, *et al.* Predictors and timing of amputations in military lower extremity trauma with arterial injury[J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2019, 87(1S Suppl 1): S172-S177.
- [36] Urrechaga E, Jabori S, Kang N, *et al.* Traumatic lower extremity vascular injuries and limb salvage in a civilian urban trauma center[J]. *Ann Vasc Surg*, 2022, 82: 30-40.
- [37] Laverty RB, Brock SG, Walters TJ, *et al.* Outcomes of arterial grafts for the reconstruction of military lower extremity arterial injuries[J]. *Ann Vasc Surg*, 2021, 76: 59-65.
- [38] Lee CS, Scheidt J, Causey MW, *et al.* Vascular reconstruction and limb loss in military tibial artery injuries[J]. *Ann Vasc Surg*, 2024, 102: 223-228.