

· 标准与规范 ·

老年患者围手术期监测临床实践指南 (2026 版)

中华医学会麻醉学分会老年人麻醉与围术期管理学组 国家老年麻醉联盟

通信作者:王天龙,首都医科大学宣武医院麻醉手术科,北京 100053, Email: w_tl5595@hotmail.com; 俞卫锋,温州医科大学附属第一医院麻醉科,温州 325000; Email: ywf808@yeah.net; 欧阳文,中南大学湘雅三医院麻醉科 湖南省脑稳态重点实验室,长沙 410013, Email: 2685927382@qq.com

【摘要】 规范老年患者围手术期监测,对系统管控手术风险、优化医疗资源配置及践行“健康老龄化”战略具有重要意义。为此,中华医学会麻醉学分会老年人麻醉与围术期管理学组联合国家老年麻醉联盟,基于我国临床现状与循证证据制订了《老年患者围手术期监测临床实践指南(2026 版)》。本指南涵盖老年患者围手术期基本生命体征与脑、心、肺、凝血、肾及肝功能等围手术期核心监测领域,形成 26 条推荐意见,旨在为老年患者提供围手术期监测的规范化指导,将高龄这一独立风险因素转化为可量化、可干预的临床路径。

【关键词】 老年人; 围手术期监测; 临床实践; 指南

基金项目:国家重点研发计划(2018YFC2001800);科技部国家医学研究中心后补助经费(303-01-001-0272-03);雄安新区科技创新专项(2024XAGG0013);四川省中央引导地方科技发展专项(2023ZYD0168)

实践指南注册:国际实践指南注册与透明化平台(PREPARE-2025CN137)

Clinical practice guidelines for perioperative monitoring in elderly patients (2026 edition)

Geriatric Anesthesia and Perioperative Management Group of the Chinese Society of Anesthesiology; National Alliance of Geriatric Anesthesia

Corresponding authors: Wang Tianlong, Department of Anesthesiology and Operating Theater, Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China, Email: w_tl5595@hotmail.com; Yu Weifeng, Department of Anesthesiology, the First Affiliated Hospital of Wenzhou Medical University, Wenzhou 325000, China, Email: ywf808@yeah.net; Ouyang Wen, Department of Anesthesia, the Third Xiangya Hospital of Central South University Hunan Province Key Laboratory of Brain Homeostasis, Changsha 410013, China, Email: 2685927382@qq.com

【Abstract】 Standardizing perioperative monitoring practices for elderly patients hold significant importance for systematic surgical risk management, optimizing healthcare resource allocation, and implementing the "Healthy Aging" strategy. Accordingly, the Geriatric Anesthesia and Perioperative Management Group of the Chinese Society of Anesthesiology, in collaboration with the National Alliance of Geriatric Anesthesia has developed the "Clinical practice guidelines for perioperative monitoring in elderly patients (2026 edition)" based on China's clinical realities and available evidence. The guideline covers core perioperative monitoring domains, including basic vital signs and cerebral, cardiac, pulmonary, coagulation, renal, and hepatic functions, resulting in 26

DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20251216-03320

收稿日期 2025-12-16 本文编辑 王培琳

引用本文:中华医学会麻醉学分会老年人麻醉与围术期管理学组,国家老年麻醉联盟.老年患者围手术期监测临床实践指南(2026 版)[J].中华医学杂志,2026,106(16):1555-1577. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20251216-03320.



中华医学杂志社
Chinese Medical Association Publishing House

版权所有 违者必究



recommendations. It aims to provide standardized perioperative monitoring guidance for elderly surgical patients, transforming advanced age as an independent risk factor into quantifiable and intervenable clinical pathways.

【Key words】 Aged; Perioperative monitoring; Clinical practice; Guideline

Fund program: National Key Research and Development Program of China (2018YFC 2001800); Post-subsidy funds for National Clinical Research Center, Ministry of Science and Technology of China (303-01-001-0272-03); The Xiongan New Area Science and Technology Innovation Project (2024XAGG0013); Sichuan Science and Technology Program (2023ZYD0168)

Practice guideline registration: Practice Guideline Registration for Transparency (PREPARE-2025CN137)

截至 2024 年底,我国 60 岁及以上的老年人口已经达到了 3.1 亿,占全国总人口的 22%^[1]。伴随人口老龄化不断加深,接受手术治疗的老年患者数量持续增长,这对围手术期的医疗管理提出了更高的要求。当前围手术期监测面临技术应用碎片化、监测指标与干预阈值不统一等问题。对于生理储备下降且常合并多种疾病的老年患者而言,这些问题尤为突出,具体表现为监测场所多样、监测内容复杂,以及不同医疗机构之间监测技术水平参差不齐。为此,中华医学会麻醉学分会老年人麻醉与围术期管理学组联合国家老年麻醉联盟制订了《老年患者围手术期监测临床实践指南(2026 版)》(以下简称“本指南”)。本指南采用系统性方法对现有证据进行评估和分级,为规范老年患者围手术期监测提供科学依据。围绕老年患者围手术期基本生命体征监测与脏器功能监测等核心内容,本指南针对 16 个临床问题,共形成 26 条推荐意见。指南的有效实施依赖于临床医师和患者的共同遵循,通过医患共同决策,结合患者个体情况,选择最适宜的监测策略。

第一部分 指南制订方法学

一、指南发起机构和制订工作组

本指南由中华医学会麻醉学分会老年麻醉与围手术期学组及国家老年麻醉联盟发起。制订工作组由国内老年麻醉围手术期管理领域的 43 位具有资深麻醉学专业背景的专家组成,成员涵盖不同地域、性别及医疗机构类型,以确保广泛的代表性和多样性。指南制订工作于 2024 年 4 月 12 日启动,并于 2025 年 10 月 26 日定稿。本指南已在国际实践指南注册与透明化平台(<http://www.guidelines-registry.cn>)完成前瞻性注册(注册号:PREPARE-2025CN137),计划书明确了本指南的制订流程与方法,确保过程的透明、可追溯。

二、临床问题的遴选与确定

经工作组多次会议审议,最终确定指南涵盖以下 7 个核心监测维度:(1)基本监测;(2)脑功能监测;(3)心功能监测;(4)肺功能监测;(5)凝血功能监测;(6)肾功能监测;(7)肝功能监测。

基于系统性文献回顾,工作组初步遴选出 115 个候选临床问题。随后,采用改良德尔菲法,另外邀请中华医学会麻醉学分会老年麻醉与围术期学组中的 32 位专家,进行了 3 轮正式的问卷调查。专家依据 9 分制 Likert 量表,从“临床重要性”与“证据与实践的差距”两个维度对各问题评分。最终,将符合以下标准的问题确定为核心问题:>70% 的专家评分在 7~9 分,且<15% 的专家评分在 1~3 分。最终形成涵盖 7 个核心维度的 16 个核心临床问题。

三、证据检索与评价方法

1. 检索策略:基于患者人群、干预、对照和结局(population, intervention, comparison and outcome, PICO)原则,检索人员系统检索了 PubMed、EMBASE、Cochrane Library、Web of Science、Google Scholar、ClinicalTrials.gov、中国知网、万方、维普和中国生物医学文献数据库等中英文数据库,检索时间为建库至 2024 年 12 月 1 日。中文文献检索词以“老年”“围手术期”“术前”“手术”“术中”“监测”“全身麻醉”“椎管内麻醉”“局部麻醉”“区域麻醉”“程序镇静镇痛”“肌肉松弛剂”“血压”“脑电”“术后神经认知功能障碍”“脑氧监测”“心功能”“心肌标志物”“脑钠肽”“容量反应性”“液体反应性”“心肌缺血”“肺通气”“肺换气”“气道压”“机械通气”“凝血功能”“肾损伤”“肝功能”等为关键词、篇名和(或)摘要进行检索。英文检索以“aged”“geriatric”“perioperative”“preoperative”“intraoperative”“monitor”“general anesthesia”“spinal anesthesia”“epidural anesthesia”“regional anesthesia”



“procedural sedation and analgesia” “muscle relaxants” “blood pressure” “electroencephalogram” “postoperative cognitive dysfunction” “cerebral oxygen” “cardiac function” “myocardial markers” “brain natriuretic peptide” “volume responsiveness” “fluid responsiveness” “myocardial ischemia” “pulmonary ventilation” “airway pressure” “mechanical ventilation” “coagulation function” “kidney injury” “liver function”等为篇名和(或)摘要进行检索(英文完整检索策略请扫描本文首页二维码查阅附件1)。

2. 文献筛选与数据提取:指南每部分文献筛选均严格遵循系统综述和荟萃分析优先报告条目(preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses, PRISMA)声明,由2名研究者独立完成。首先进行标题与摘要的初步筛选,随后对潜在符合条件的文献进行全文审阅。纳入文献类型包括随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)、队列研究、系统评价、专家共识及临床实践指南。对于同一临床问题,优先纳入直接相关的最新、高质量系统评价;若针对某一结局尚无系统评价,则直接对原始研究进行数据提取和证据综合。筛选过程中的任何分歧均通过协商或由第3名研究者仲裁解决。

3. 文献方法学质量评价:2名研究者独立进行文献方法学的质量评价过程,分歧通过讨论或咨询第3名方法学专家解决。根据文献的设计类型选择合适的国际公认评价工具:采用Cochrane偏倚风险评价工具(RoB 2.0)对纳入的RCT进行方法学质量评估^[2];采用AMSTAR-2(a measurement tool to assess systematic reviews 2)工具进行系统评价的质量评估^[3];采用纽卡斯尔-渥太华量表(newcastle-ottawa scale, NOS)^[4]对观察性研究的偏倚风险进行评价。

四、指南制订的原则、证据质量与推荐强度分级

本指南的制订遵循卫生实践指南报告标准(reporting items for practice guidelines in healthcare, RIGHT)^[5],并参考指南研究与评价工具II(appraisal of guidelines for research and evaluation, AGREE II)^[6]和科学性、透明性和适用性评级工具(scientific, transparent, and applicable rankings, STAR)^[7]中的方法学原则。采用推荐意见分级评价、制订及评估(grading of recommendations, assessment, development and evaluation, GRADE)方

法对证据体进行质量评价与分级^[8](见表1),由2名研究者背对背完成初步评价,分歧通过共识会议或咨询方法学专家解决。

表1 GRADE证据质量与推荐强度分级与定义

分级	定义
证据质量分级	
高(A)	非常确信观察值接近真实值
中(B)	对观察值有中等信心,观察值可能接近真实值,但仍有两者存在很大差别的可能性
低(C)	对观察值的信心有限,观察值可能与真实值有较大差别
极低(D)	对观察值几乎没有信心,观察值与真实值可能有很大差别
推荐强度分级	
强(1)	明确显示干预措施利大于弊或弊大于利
弱(2)	利弊关系不确定,或无论证据质量高低均显示干预措施利弊相当

注:GRADE为推荐意见分级评价、制订与评估

五、推荐意见的形成

1. 推荐意见起草:指南工作组基于证据总结、证据质量、利弊平衡以及中国医疗环境与资源可行性的综合考量,为每个临床问题起草初步的推荐意见,并明确推荐强度与证据等级。

2. 推荐意见形成过程:工作组成员采用改良德尔菲法开展3轮专家投票。第1轮:专家独立评价推荐意见的科学性、临床相关性及实施可行性,本轮共计40位专家参与投票;第2轮:结合第1轮反馈修订推荐意见,再次征求专家意见,本轮共计38位专家参与投票;第3轮:最终确认推荐意见内容,本轮共计43位专家参与投票。该指南将投票支持率>75%的意见视为达到共识程度,并予以推荐。

六、使用者和目标人群

本指南的使用者为各级医疗机构对老年患者实施麻醉诊疗活动的麻醉科医师、外科医师、重症医师以及其他相关医务人员。

本指南的目标人群为接受麻醉医疗的老年患者(≥60岁)。

七、指南的撰写与外审

秘书组会同执笔专家完成初稿撰写后实施外审审阅工作。在整合专家反馈意见的基础上,经过多轮讨论与修订完善最终形成终稿。

八、指南的发布及内容更新计划

本指南将通过学术期刊、学术会议、媒体平台



等渠道进行系统性解读,并计划在全国范围内组织开展推广工作,以确保临床医师充分了解并能够规范使用。同时,指南工作组计划在指南发布后 3~5 年内,将依据国际指南更新流程进行修订,重点关注存在争议或出现新证据的内容。

九、利益冲突与免责声明

1. 利益冲突声明:工作组成员均填写利益冲突声明表。本指南制订工作未接受任何医药企业或医疗器械公司的商业资助。指南制订过程中的核心工作均由工作组成员独立完成。所有推荐意见均未受资助影响。

2. 免责声明:本指南旨在为临床实践提供参考,不具有强制性效力,不作为处理医疗纠纷或进行医疗事故鉴定的法律依据。临床医师在制订诊疗决策时,需结合患者具体病情、自身专业判断及可用医疗资源,并严格遵循相关法律法规。

第二部分 临床问题和推荐意见

一、老年患者围手术期基本监测

临床问题 1:针对不同麻醉方式及临床场景,老年患者围手术期基本监测应包含哪些核心内容?

推荐意见 1:老年患者在麻醉期间应常规持续监测心电图、血压及脉搏血氧饱和度(peripheral oxygen saturation, SpO₂)。建立人工气道和实施程序化镇静镇痛(procedural sedation and analgesia, PSA)的患者均建议在常规监测基础上增加呼气末二氧化碳(end-tidal carbon dioxide, ETCO₂)监测。其他补充监测项目应由麻醉医师结合患者的基础疾病、手术风险及麻醉方式进行综合评估后决定。(1B)

推荐说明:依据英国和爱尔兰麻醉医师协会发布的“麻醉和复苏期间的监测标准建议(2021)”^[9],全身麻醉期间需持续监测心电图、血压及 SpO₂,建立人工气道的患者应持续监测 ETCO₂,使用吸入麻醉药物时还应监测最低肺泡气体浓度(minimum alveolar concentration, MAC),而椎管内麻醉与局部麻醉时同样需要持续监测心电图、血压及 SpO₂。

PSA 是诊断或治疗性操作中应用镇静镇痛药物保障操作顺利实施的技术,其主要风险在于呼吸抑制和循环波动^[10]。常规监测心电图、血压、SpO₂是基础,在有条件时,建议监测 ETCO₂,以便早期识别通气不足。

一项纳入 271 例 PSA 下行超声内镜引导胆道

引流术的回顾性研究显示,与未实施 ETCO₂ 监测相比,ETCO₂ 监测可降低 PSA 过程中不良事件的发生风险($OR=0.317, 95\%CI: 0.143\sim 0.705$)^[11]。一项针对 150 例 PSA 下行经皮内镜胃造口术患者的 RCT 进一步证实,与 ETCO₂ 监测组相比,未监测组低氧血症(57% 比 28%)及严重低氧血症(41% 比 20%)的发生率均更高,凸显了 ETCO₂ 监测对 PSA 安全的重要性^[12]。

推荐意见 2:老年患者的体温监测应贯穿术前、术中及术后恢复期,并实施动态连续监测。建议对老年患者进行低体温风险分层,综合考虑各项危险因素后,确定体温干预策略。(1B)

推荐说明:围手术期低体温是指非医疗目的导致患者核心体温 $<36^{\circ}C$ 的现象,其在老年患者中的发生率显著高于年轻人群,且与术后不良反应密切相关。一项回顾性研究显示,老年患者术后低体温的发生率(93.1%)显著高于其他成年患者(54.5%),且体温下降幅度更为显著[(1.5 ± 0.6) $^{\circ}C$ 比 (1.0 ± 0.4) $^{\circ}C, P<0.001$]^[13]。另有回顾性研究证实,72.5% 的患者(平均年龄为 51 岁)术中发生低体温,年龄是独立危险因素($OR=1.02, 95\%CI: 1.01\sim 1.03$)^[14]。不仅如此,术后低体温($\leq 35^{\circ}C$)使综合不良反应风险增加 52.3% ($OR=1.523, 95\%CI: 1.15\sim 2.0$)^[15]。

我国《围手术期患者低体温防治专家共识(2023 版)》^[16]指出,体温监测应覆盖术前、术中和术后恢复期,常规监测频率为每 15~30 分钟监测 1 次。建议对所有接受全身麻醉或椎管内麻醉且持续时间 >30 min 的患者,采用低体温风险概率评分(Predictors score)进行风险分层,并综合多维度危险因素制订个体化体温保护措施^[16-17]。需特别注意的是,椎管内麻醉导致低体温的原因包括:扩张阻滞区域血管、降低血管收缩及寒战阈值、阻止冷感觉信号传入^[18]。因此,对生理储备较弱的老年患者,更应强化围手术期的体温监测与干预。

新型监测技术通过优化测量部位,实现了围手术期体温的连续监测与数据整合,显著提升了监测的实时性与准确性。研究显示,无创连续体温监测与食道核心温度具有较高的吻合度,二者的平均测量差值为(0.14 ± 0.26) $^{\circ}C$,其连续数据有助于及时识别并干预低体温风险^[19]。

推荐意见 3:围手术期转运过程中的监测应结合患者病情、手术种类及转运场景实施。(2D)

推荐说明:围手术期转运是麻醉管理的关键环



节,需通过必要监测预防呼吸及循环不良反应,如体位变动引发的低血压、舌后坠导致的呼吸道梗阻、通气参数意外改变等,以保障患者转运安全。

对于病情稳定患者的转运,需密切观察患者的意识、呼吸节律等生命体征,条件允许时推荐连续监测 SpO_2 。对机械通气患者,在心电图、血压、 SpO_2 等基础监测外,尚需实时关注气道压力(防范气道梗阻或导管移位)、潮气量及通气频率(保障有效通气),必要时应携带便携式 ETCO_2 监测仪。

需建立“转运前评估-转运中监测-转运后交接”的全流程管理模式。转运前,应确认监测设备功能完好、备用电源充足;转运中,需妥善固定监测管路,避免移位脱落;转运后,应立即核对监测数据并确认患者生命体征稳定,随后进行交接。在此过程中,不得因交接流程而延误生命体征监测与病情评估^[20-21]。

临床问题 2: 肌松监测能否降低老年患者围手术期肌肉松弛药(肌松药)相关不良反应?

推荐意见 4: 鉴于老年患者生理储备减退,其发生残余肌松等肌松药相关不良反应风险显著升高,建议围手术期采用定量肌松监测,以优化肌松药使用,提升临床安全性。(2B)

推荐说明: 目前临床上使用的定量肌松监测设备,其功能主要基于各种传感器技术结合经皮神经电刺激来实现,常用的定量肌松监测方法包括:加速度肌动描记法(acceleromyography, AMG)、肌电图法(electromyography, EMG)和肌压电描记法(kinemyography, KMG)^[22]。肌音描记法(phonomyography, PMG)是目前较新的肌松监测方法,该监测方法的稳定性已在去极化肌松药和非去极化肌松药应用条件下被证实^[23]。未来的肌松监测设备还应向临床便捷性、信号稳定性和多监测位点等方向继续突破。

残余肌松是围手术期常见不良反应,且是术后呼吸抑制、肺部感染等不良事件的独立危险因素。一项纳入 58 项研究(25 277 例患者)的荟萃分析显示,术后残余肌松的中位发病率可高达 30%^[24]。老年患者因肌肉萎缩致药物分布容积减少,标准剂量肌松药的血浆药物浓度相对升高,残余肌松发生率高于年轻人群,因此老年患者对肌松监测的临床需求更为迫切。

尽管针对老年人群的特异性高质量研究数量有限,但现有研究已明确肌松监测的临床价值:一项纳入 80 例老年腹腔镜胆囊手术患者的 RCT 提

示,由定量肌松监测指导拔管组拔管后各时点动脉血氧饱和度均高于临床经验拔管组(拔管即刻: 91.0% 比 82.2%, 拔管后 15 min: 96.7% 比 93.9%)^[25]。另一项针对 84 例老年患者的 RCT 发现,使用定量肌松监测指导的拔管组术后 1 h 残余肌松发生率为 0,显著低于经验拔管组的 23.8%^[26]。

肌松监测在降低肌松相关不良结局方面的有效性已在成年手术人群中获高质量证据支持。一项纳入了 53 项研究(12 664 例成年手术患者)的荟萃分析表明,定量肌松监测组的残余肌松发病率显著低于未监测组(11.5% 比 33.1%)^[27]。结合老年患者残余肌松高风险特点,可合理外推该技术在老年人群中的应用价值。

临床问题 3: 围手术期存在有创动脉血压监测适应证的老年患者,应如何选择有创动脉导管置入的时机,以及应选择监测何种动脉压力参数?

推荐意见 5: 推荐美国麻醉医师学会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级 $\geq$ III 级,预计在麻醉诱导期血流动力学波动显著或需频繁使用血管活性药物,以及脏器终末期疾病需要精确调控血压的老年患者,于麻醉诱导开始前置入有创动脉监测导管;其余具备适应证的患者可在麻醉诱导后尽快置入。围手术期应重点监测并维持平均动脉压(mean arterial pressure, MAP)的稳定。(2C)

推荐说明: 麻醉诱导至手术切皮阶段是术中低血压的高发期,一项纳入 42 825 例患者的回顾性队列研究显示,近 1/2 的术中低血压发生于该时段^[28]。对于 ASA $\geq$ III 级、预计诱导期血流动力学不稳定、需频繁使用血管活性药物及需精准血压调控的患者,诱导前置入有创动脉导管有利于血压实时监测和及时干预。对于 ASA 分级较低(I~II 级)、诱导期血流动力学风险可控,且无紧急监测需求的老年患者,可在麻醉诱导后、循环相对稳定时尽快置入有创动脉导管。

一项纳入 23 140 例成人非心脏手术患者的回顾性队列研究在探索了术中动脉血压与术后心肌损伤和急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)的相关性后发现,收缩压和 MAP 降低与术后急性心肌损伤(acute myocardial injury, AMI)和 AKI 的发生风险呈正相关,而舒张压与上述不良结局无显著关联^[29]。MAP 沿动脉走行变化轻微,其监测数值受测量部位(如桡动脉、股动脉)影响较小;而收缩压与舒张压则随外周动脉延伸呈现规律性变化(收缩



压升高、舒张压下降),表现出更强的部位依赖性^[30]。一项纳入 242 例非心脏手术患者的 RCT 证实,与间歇性血压监测相比,麻醉诱导期间连续有创动脉压监测(以 MAP 为主)可显著降低术中发生低血压[MAP<65 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)]的曲线下面积(area under the curve, AUC)(15 mmHg/min 比 46 mmHg/min, $P<0.001$),且心肌损伤发生率较间歇性无创监测降低 30%^[31],提示重点监测 MAP 对改善老年患者围手术期预后的重要性。

临床问题 4:老年患者围手术期血压管理目标如何确定?

推荐意见 6:应为老年患者制订个体化的围手术期血压管理目标,该目标应综合考虑患者基础血压与重要脏器的灌注需求,降低因心脏负荷过重可能诱发 AMI 的风险。应将患者术前静息态收缩压作为管理基线,推荐将术中收缩压维持在其基线值 $\pm 10\%$ 内,并确保 MAP ≥ 65 mmHg,且收缩压 ≤ 160 mmHg。对于血流动力学不稳定的老年患者,在持续动脉血压监测的基础上,建议采用动态血流动力学指标[如每搏输出量变异度(stroke volume variation, SVV)、脉搏压变异度(pulse pressure variation, PPV)等]以指导精准管理。(1B)

推荐说明:老年患者因心脏储备功能下降和血管顺应性降低,重要脏器对血流动力学变化的耐受性差,面临较高的缺血损伤风险。术中低血压与 AMI、AKI 等不良结局的关联已获证实,然而关于低血压的界定标准目前仍缺乏统一共识。一项系统综述纳入 130 项研究后,识别出多达 140 种不同的术中低血压定义^[32]。这种在阈值与方法学上的显著异质性,导致不同研究结果之间难以直接比较,也限制其临床推广应用。

但多项研究仍为血压管理的安全阈值提供了参考。一项纳入 57 315 例成年手术患者的回顾性研究表明,MAP<65 mmHg 是围手术期 AMI 与 AKI 的独立危险因素^[33]。《围术期质量倡议(POQI)择期手术术中血压、风险与结局专家共识》也指出,MAP<60~70 mmHg 与 AMI、AKI 及死亡率相关^[34]。另有研究提示,当 MAP<80 mmHg 持续 10 min 也可能增加 AMI、卒中、AKI 等脏器损伤风险^[35]。鉴于绝对阈值的局限性,基于基线血压的个体化管理策略显示出优势。一项多中心 RCT 证实,将围手术期收缩压维持在患者正常静息值的 $\pm 10\%$ 以内,可显著降低术后脏器功能障碍发生率(38.1% 比

51.7%)^[36]。

血压管理需同时兼顾低血压与高血压风险。一项纳入 16 079 例非心脏手术患者的队列研究中,分别将高收缩压(>160 mmHg)、低收缩压(<100 mmHg)、快心率(>100 次/min)、慢心率(<55 次/min)进行排列组合后最终发现:低收缩压合并快心率的患者围手术期心肌损伤风险最高(发生率 9.2%, OR=1.42),显著高于无低血压和心动过速的对照组。此外,即使仅存在围手术期收缩压>160 mmHg,也独立增加术后心肌损伤(OR=1.16)和急性心肌梗死(OR=1.34)的风险^[37]。

对于预计存在显著血流动力学波动的高危手术或循环不稳定的老年患者,推荐进行持续动脉血压监测,以实现血压的实时、精准管理。面对难以用血管活性药物纠正的低血压,需鉴别其根本原因,包括心功能不全、外周血管阻力降低或低血容量状态。目前,单纯依赖中心静脉压评估液体反应性的方法已缺乏足够证据支持。一项纳入 43 项研究的荟萃分析主张应用 PPV、SVV、外周血管阻力指数(systemic vascular resistance index, SVRI)等动态指标进行综合评估^[38],以指导目标导向的血压管理。

二、老年患者围手术期脑功能监测

临床问题 5:脑电监测是否具备预防老年患者术后神经认知功能障碍的价值?

推荐意见 7:基于额部的处理后脑电图(processed electroencephalogram, pEEG)进行术中麻醉深度监测,可用于预测和提示老年患者术后神经认知障碍风险。脑电监测在维持理想麻醉深度的同时,有助于避免长时间脑电爆发性抑制和麻醉药物过量或不足。(2A)

推荐说明:pEEG 监测设备通过记录并分析额叶脑电信号,以特定的算法将其量化为 0~100 的无量纲指数,用于评估麻醉深度。临床常用监测内容包括脑电双频指数(bispectral index, BIS)、Narcotrend 指数、脑状态指数、小波指数、熵指数等^[39]。

与术后神经认知障碍相关的脑电指标包括:(1)脑电爆发性抑制:定义为高振幅电活动与等电位脑电图(electroencephalogram, EEG)的准周期性交替。既往观察性研究表明,全身麻醉期间脑电爆发抑制与术后谵妄(postoperative delirium, POD)存在相关性^[40]。一项纳入 14 项研究(6 435 例患者)的荟萃分析显示,术中出现脑电爆发抑制的患者,



POD 风险显著增高 ($OR=1.49$, $95\%CI: 1.02\sim 2.18$), 且谵妄患者的爆发抑制持续时间更长, 但证据质量受限于研究数量和异质性^[41]。(2) BIS: BIS 值 40~60 通常被视为适宜的麻醉深度。有研究报道将 BIS 设定为 50 可降低 POD 风险^[42], 但一项纳入 4 项 RCT (892 例老年患者) 的荟萃分析显示, 深度麻醉与轻度麻醉的 POD 发生率无显著差异, 证据质量较低^[43]。(3) α 振荡 (alpha oscillation) 是 γ -氨基丁酸能麻醉药物诱导的典型脑电特征之一。研究表明, 术中较低的 α 功率与脑电爆发抑制和恢复室谵妄相关^[44-45]。一项纳入 42 项研究的荟萃分析确认, 较低的 α 和 δ 平均功率、较低的 α 峰值频率是 POD 的显著关联因素^[46]。

老年非心脏手术患者 POD 总体发生率高^[47], 但 pEEG 指导管理的获益证据存在异质性。一项纳入 9 项 RCT 的荟萃分析表明, 与接受常规麻醉管理相比, pEEG 引导的全身麻醉或采用 pEEG 引导的浅麻醉管理目标策略可降低 POD 的发生率 (19.0% 比 23.3%) 及术后 30 d 神经认知障碍的发生风险 ($OR=0.59$, $95\%CI: 0.39\sim 0.89$)^[48]。另一项小样本 RCT 显示, 意识指数 (index of consciousness, IoC) 指导的麻醉管理可降低术后认知功能损伤 (postoperative cognitive dysfunction, POCD) 的发生率^[49]。

但目前两项大规模研究得出不同结论。BALANCED 研究的二次分析结果显示: 与术中靶向维持 BIS 35 的麻醉管理策略相比, 靶向维持 BIS 50 的麻醉管理策略可降低 POD 的风险 (19% 比 28%)^[42], ENGAGES 研究提示 EEG 指导的术中麻醉管理策略虽减少了麻醉药用量和脑电抑制时间, 却未降低 POD 的发生率 (26% 比 23%)^[50]。

心脏手术患者术后神经认知障碍风险更高, 理论上 pEEG 监测价值更为显著。但由于研究群体基本特征、手术方式、评估频率和方法等异质性, 心脏及大血管术后谵妄 (postoperative delirium of cardiovascular surgery, POD-CVS) 发生率的报道存在很大的差异, 现有临床证据尚未明确脑电监测的预防价值^[51]。一项纳入 1 140 例心脏手术老年患者的多中心 RCT 发现, pEEG 指导的围手术期麻醉管理策略尽管较常规管理策略相比可缩短脑电抑制的时长, 但并未降低术后早期谵妄的发生率 (18.15% 比 18.10%) 或改善围手术期不良反应、死亡率及住院时长等临床结局^[52]。针对心脏手术人群的另一项荟萃分析也提示, pEEG 指导的围手术

期麻醉管理策略在降低 POD 方面未能证实其有效性^[53]。其根本原因可能在于, 此类高风险人群神经认知损伤的病因及机制复杂, 仅靠优化麻醉深度单一环节难以预防。

临床问题 6: 基于近红外光谱 (near-infrared spectroscopy, NIRS) 技术的无创脑氧监测 (局部脑氧饱和度, regional cerebral oxygen saturation, rScO₂) 能否帮助降低老年患者术后认知功能障碍和谵妄的发生风险?

推荐意见 8: 老年患者围手术期采用 NIRS 技术监测 rScO₂, 并基于监测结果优化麻醉策略, 可能有助于降低术后认知功能障碍和谵妄风险。(2B)

推荐说明: NIRS 技术是一种无创、实时、连续监测局部氧和状态的工具, 通过测量氧合与脱氧血红蛋白比例计算组织局部氧饱和度 (regional oxygen saturation, rSO₂)。利用 NIRS 技术监测局部脑组织的氧合状态 (rScO₂), 为维持围手术期脑氧供需平衡提供重要参考。多项荟萃分析为 rScO₂ 监测的获益提供了支持。一项纳入 6 项 RCT (377 例老年患者) 的荟萃分析显示, rScO₂ 导向管理策略使术后认知功能障碍发生率降低 56% ($OR=0.44$, $95\%CI: 0.25\sim 0.79$)^[54]。在心脏手术中, 一项涵盖 12 项 RCT (1 868 例患者) 的荟萃分析进一步证实, rScO₂ 监测联合相应干预措施可显著降低 POD ($OR=0.28$, $95\%CI: 0.09\sim 0.84$) 和认知功能障碍 ($OR=0.38$, $95\%CI: 0.16\sim 0.93$) 的发生风险, 且年龄 ≥ 65 岁的老年患者获益效应更为显著^[55]。观察性研究也提示, rScO₂ 下降与术后神经认知不良反应密切相关。一项针对 ≥ 70 岁心脏手术患者的研究发现, POD 的发生与 rScO₂ 水平降低的绝对值呈正相关^[56]。同时一项纳入 >65 岁脊柱手术患者的研究表明, 术中 rScO₂ $<60\%$ 的持续时间延长是术后认知功能障碍的独立危险因素 ($OR=1.006$, $95\%CI: 1.00\sim 1.01$), 其预测术后认知功能障碍发生的受试者工作特征曲线的 AUC 为 0.70 ($95\%CI: 0.57\sim 0.82$), 具有中等临床价值, 且以 rScO₂ $<60\%$ 持续 157 min 为预测认知障碍的最优临界值^[57]。然而, 必须指出现有证据存在局限性与异质性。一项后续研究发现, 基于 rScO₂ 降低的优化干预措施并未显著改善 POD 的发生率 (24.4% 比 24.6%; $OR=0.98$, $95\%CI: 0.55\sim 1.76$)^[58]。此外, 该领域的研究普遍存在样本量小、手术类型异质性高、干预策略不统一, 且缺乏对术后长期神经认知结局的评估等问题。综上, 现有证据支持在老年患者 (特别是心脏



手术等高风险人群)中应用 rScO₂监测以优化脑氧供需平衡,并可能降低 POD 及认知功能障碍风险。然而,由于现有研究存在一定的异质性和局限性,将来仍需更多设计严谨的多中心、大样本的 RCT,以进一步明确其临床效益及适用范围。

三、老年患者围手术期心功能监测

临床问题 7: 如何评估老年患者的术前心功能并判定其心功能是否受损?

推荐意见 9: 推荐在术前采用综合评估方法,包括病史采集、体格检查、心电图、超声心动图及必要时结合血清生物标志物检测,以全面判断心功能状态及潜在风险,并预测老年患者围手术期心血管风险。(1B)

推荐说明: 老年患者因年龄相关的心血管变化和常见合并症,术前心功能评估是降低围手术期不良反应的关键。详细的病史采集和体格检查可以识别心功能异常症状。一项纳入 159 327 例老年非心脏大手术患者的研究提示,术前心力衰竭病史预测术后死亡率和再入院率的调整 *HR* 值分别为 1.63 (95%*CI*: 1.52~1.74) 和 1.51 (95%*CI*: 1.45~1.58); 而术前冠心病预测术后死亡率和再入院率的调整 *HR* 值分别为 1.08 (95%*CI*: 1.01~1.16) 和 1.16 (95%*CI*: 1.12~1.20)^[59]。

常规心电图可用于检测心律失常或心肌缺血,一项纳入了 474 例冠心病择期非心脏手术患者的前瞻性研究表明,18% 的患者在住院期间发生了术后心脏事件,包括缺血性事件[心源性死亡、心肌梗死(myocardial infarction, MI)或不稳定型心绞痛,3.2%]、充血性心力衰竭(6.3%)或室性心动过速(8%)^[60]。超声心动图通过测量左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)和左心室舒张功能的相关指标(如 E/A 比值)提供客观依据。一项纳入了 1 005 例老年血管手术患者的研究发现,术前 LVEF<50% 提示收缩功能障碍,其预测术后 30 d 心血管事件的 *OR* 值为 2.3 (95%*CI*: 1.4~3.6), E/A 比值<0.8 或 E/A 比值>2 提示舒张功能障碍,其预测术后 30 d 心血管事件的 *OR* 值为 1.8 (95%*CI*: 1.1~2.9)^[61]。超声心动图检查发现无症状左心室功能障碍对接受开放式血管手术患者心血管结局具有预测价值,因此建议术前常规应用超声心动图对此类患者进行风险评估。围手术期血清生物标志物脑钠肽(brain natriuretic peptide, BNP)或 N 末端 BNP 前体(N-terminal pro-BNP, NT-proBNP)检测可用于预测术后死亡及非致命性

MI 的风险,一项包含 18 项研究,2 179 例非心脏手术患者的荟萃分析发现,术前 NT-proBNP>300 ng/L 预测术后 30 d 死亡或非致命性 MI 的心血管事件的 AUC 为 0.69 (95%*CI*: 0.65~0.73); BNP>92 ng/L 预测术后 30 d 死亡或非致命性 MI 的心血管事件的 AUC 为 0.71 (95%*CI*: 0.63~0.78)^[62]。

临床问题 8: 监测心肌生物标志物对预测老年患者围手术期临床转归有何应用价值?

推荐意见 10: 推荐在老年患者中,动态监测高敏肌钙蛋白(high-sensitivity troponin, hs-Tn)水平(术前和术后单次或连续多次测量),以评估心肌损伤并预测心血管不良事件风险;不建议单独依据常规心肌肌钙蛋白(conventional cardiac troponin, con-cTn)和肌酸激酶同工酶(creatine kinase MB, CK-MB)评估心肌损伤并预测心血管不良事件风险。(1A)

推荐说明: 心肌肌钙蛋白(cardiac troponin, cTn)是心肌细胞中的调节蛋白复合物(包括 cTnT、cTnI、cTnC),因其对心肌损伤具有高特异性,是诊断 MI 的标志物之一,但对早期或微量心肌损伤的分析敏感性不足难以发现亚临床损伤。在缺乏 hs-Tn 检测设备的医疗机构,常规肌钙蛋白可作为替代,适用于临床诊断明确的心肌损伤。一项包含 2 232 例老年非心脏手术患者的研究显示,术后 cTnI>0.06 μg/L 患者中,19% 出现心肌损伤,30 d 死亡 *HR* 值为 2.4 (95%*CI*: 1.3~4.2)^[63]。

而高敏 cTn(hs-cTn)(包括 hs-cTnT 和 hs-cTnI)采用更灵敏的检测技术,能发现微量心肌损伤,即使在无典型症状(如胸痛或心电图异常)时也能检测亚临床损伤。非心脏手术后心肌损伤(myocardial injury after noncardiac surgery, MINS),定义为术后 hs-TnT 绝对升高≥14 ng/L,通常无明显症状,却显著增加 MI 或心源性死亡的风险^[63]。老年或心血管高危患者因心血管储备下降,在手术应激下更易发生心肌损伤。因此,围手术期监测 hs-Tn 对早期识别高危患者和指导干预至关重要。

术前单次 hs-Tn 测量可反映基线心肌状态,例如亚临床缺血或心力衰竭、识别高危人群、指导术前优化。一项对有心血管并发症风险的非心脏手术患者荟萃分析显示,术前 hs-Tn 升高与 30 d 心血管事件和死亡显著相关,且长期死亡风险更大^[64]。

术后单次测量 hs-Tn(通常术后第 1~3 天)能快速检测手术引起的 AMI。一项大型国际性、前瞻性多中心队列研究,纳入了 15 065 例>45 岁接受非心



脏手术的住院患者。该研究发现,术后 cTnT $\geq$ 30 ng/L 的发生率为 8%,是 30 d 死亡的独立预测因素,HR 值为 3.87(95%CI: 2.96~5.08),群体归因风险达 34%^[65]。VISION 研究进一步证实,术后 hs-TnT $>$ 20 ng/L 与 30 d 死亡高度相关,具体而言,当 hs-cTnT 处于 20~65 ng/L 时,死亡 HR 值为 23.63(95%CI: 10.32~54.09);而当 hs-cTnT 超过 1 000 ng/L 时,HR 值为 227.01(95%CI: 87.35~589.92)^[66]。

动态监测 hs-Tn 比单次测量更精准,可捕捉术后心肌应激的动态变化,如持续性损伤或液体过载导致的心肌负荷增加。VISION 研究显示,术后 hs-TnT 绝对变化 $\geq$ 5 ng/L 与 30 d 死亡相关(HR=4.69,95%CI: 3.52~6.25)^[66]。另一项大型前瞻性观察性队列研究(纳入 2 018 例患者,中位年龄 74 岁)发现,围手术期心肌损伤(periooperative myocardial injury, PMI, 定义为 hs-TnT 绝对变化 $\geq$ 14 ng/L)发生率为 16%,PMI 患者 30 d 死亡率(8.9%)显著高于非 PMI 患者(1.5%),(HR=2.7,95%CI: 1.5~4.8);其 1 年死亡率(22.5%)也显著高于非 PMI 组(9.3%),上述关联在无典型缺血症状的患者中依然存在^[67]。因此,动态监测能更早识别高危患者,指导及时干预,如抗缺血治疗或调整容量管理。

CK-MB 是一种传统的心肌损伤标志物,主要存在于心肌细胞,少量存在于骨骼肌,在围手术期易受手术创伤等因素干扰,特异性较低。因而仅作为辅助指标,不建议单独用于评估心肌损伤^[68]。

需注意的是,肾功能不全可能导致 hs-Tn 或 cTnT/cTnI 升高,建议结合 BNP 或 NT-proBNP、EEG 或超声心动图进行综合评估,以准确识别心肌损伤并优化管理策略。

临床问题 9: 术前 NT-proBNP 和(或)BNP 监测是否能够有效预测老年患者围手术期的临床转归?

推荐意见 11: 推荐对于拟接受非心脏手术的老年患者,特别是合并心血管疾病或心力衰竭高危因素且肾功能正常或轻度受损者,监测术前 NT-proBNP 和(或)BNP 水平,以评估围手术期心血管风险并预测术后 30 d 内临床转归。(1B)

推荐说明: 术前 NT-proBNP 和(或)BNP 升高反映潜在心肌应激、心功能受损或亚临床心血管疾病,是预测老年患者围手术期临床转归的重要指标之一,这一观点源于其生理机制和临床关联。NT-proBNP 和 BNP 是由心肌细胞在应激或压力时释放的生物标志物,其水平升高通常提示心肌处于

代偿状态或已有功能损害。老年患者因心血管顺应性下降、心肌储备减少及合并症常见,术前 NT-proBNP 和(或)BNP 水平升高可能揭示未被常规检查发现的亚临床心血管疾病,如左心室舒张功能障碍或早期心力衰竭。这种潜在病理状态在围手术期应激下易被放大,导致心血管事件风险增加。

一项纳入 9 项研究(共 3 281 例患者)的荟萃分析显示,24.8% 的患者存在术前 BNP 或 NT-proBNP 升高,术前 BNP 或 NT-proBNP 升高与 30 d 心血管事件(心脏死亡和非致命性 MI 的复合终点、心房颤动)显著相关($OR=19.3$,95%CI: 8.5~43.7)。其中,在以死亡、心血管死亡或 MI 为终点的研究中, OR 值为 44.2(95%CI: 7.6~257.0)^[69]。另一项纳入 15 项研究(共 4 856 例非心脏手术患者)的荟萃分析表明,术前 BNP 或 NT-proBNP 升高是术后短期(<43 d)主要心血管不良事件(major adverse cardiovascular events, MACE)($OR=19.77$,95%CI: 13.18~29.65)、全因死亡($OR=9.28$,95%CI: 3.51~24.56)和心脏死亡($OR=23.88$,95%CI: 9.43~60.43)的危险因素^[70]。一项纳入 7 个针对血管手术患者研究的荟萃分析证实,术前 BNP/NT-proBNP 高于根据受试者工作特征曲线得到的截断值,可增加 30 d 心脏死亡($OR=7.6$,95%CI: 1.33~43.4)、非致命性 MI($OR=6.24$,95%CI: 1.82~21.4)及 MACE($OR=17.37$,95%CI: 3.31~91.15)的风险^[71]。

术前测量 BNP 或 NT-proBNP 可识别高危个体,指导术前临床路径优化。但现有荟萃分析显示,不同研究间存在较高的统计学异质性(I^2 : 51.6%~89.0%)^[69-70],且用于风险分层的最佳诊断阈值尚未统一,解读结果尚需结合临床背景。此外,肾功能也对 BNP 或 NT-proBNP 预测价值有较大影响,Goei 等^[72]研究显示 NT-proBNP 在肾小球滤过率 $<30\text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot(1.73\text{ m}^2)^{-1}$ 时,其对心血管事件的预测能力显著减弱甚至消失。

推荐意见 12: 推荐对于已接受术前评估(包括 BNP 或 NT-proBNP)的高危手术或心血管高危非心脏手术老年患者,在术后进行单次或多次动态 BNP 和(或)NT-proBNP 监测,以评估其与围手术期及长期预后的相关性,特别是预测发生心血管不良事件的风险。(1B)

推荐说明: 术前 NT-proBNP 或 BNP 升高可反映潜在的心肌应激或功能受损,本推荐意见进一步强调,术后对上述指标进行动态监测具有的预测价值。术后水平进一步升高可能提示手术诱发的



AMI 或容量超负荷。老年患者因心血管顺应性下降及合并症患病率高,心脏对围手术期应激的耐受性通常降低,动态监测 NT-proBNP 或 BNP 能及时捕捉这些病理生理变化,从而为术后风险评估和干预提供关键依据。

多项荟萃分析为术后 BNP 或 NT-proBNP 监测的预后价值提供了证据。一项纳入 18 项研究的荟萃分析提示,术后 BNP ≥ 245 ng/L 或 NT-proBNP ≥ 718 ng/L 可独立预测 30 d 内的复合结局(死亡或非致命性心肌梗死),其调整后 OR(adjusted OR, aOR) 为 4.5(95%CI: 2.74~7.4); 同时也可预测 30 d 全因死亡(aOR=4.2, 95%CI: 2.29~7.69)与 ≥ 180 d 的复合结局(aOR=3.3, 95%CI: 2.58~4.3)^[73]。另一项荟萃分析也表明,在术前水平的基础上,术后 BNP 升高能显著增强对 30 d 及 180 d 复合结局的预测能力^[62]。此外,一项针对血管手术患者的队列研究也显示,NT-proBNP 水平从术前[中位数 $M(Q_1, Q_3)$] 314(136, 1 351) ng/L 升高至出院时的 1 505(404, 6 453) ng/L; 其中死亡组患者术后的升高幅度(中位数 5 336 ng/L)显著高于存活组患者(中位数 665 ng/L, $P=0.01$),且术前-术后差值可独立预测长期心血管死亡风险^[74]。

因此,BNP 和(或)NT-proBNP 的术前水平反映基线心血管不良事件风险,术后升高提示围手术期应激,两者结合可识别高危老年患者,指导围手术期管理。

临床问题 10: 围手术期心脏前负荷监测与容量管理如何实施?

心脏前负荷是指心室收缩前室壁所承受的张力,与循环容量密切相关,直接影响心输出量(cardiac output, CO)和组织灌注,在老年患者围手术期管理中尤为关键。老年患者因心血管顺应性降低和肾功能减退,对液体负荷变化更敏感,传统静态指标如中心静脉压(central venous pressure, CVP)或肺动脉楔压常无法准确反映容量状态。动态血流动力学指标通过评估前负荷变化对 CO 的影响,提供更可靠的指导容量管理,有助于优化液体输注策略,减少低容量或容量过负荷相关不良反应。

此外,在老年患者容量管理中,也需要通过临床症状、体征和基本生命监测和实验室检查协助判断容量状态。需注意,基本生命体征(如血压、心率)对容量状态的判断价值有限,应结合其他临床与实验室指标综合评估。心血管基础疾病或血管

活性药物的使用会显著干扰这些指标的解读。此外,血乳酸水平升高提示组织低灌注,可作为评估灌注不足的辅助指标。

推荐意见 13: 推荐使用液体反应性动态指标(而非单一静态指标)结合 CO 变化或每搏输出量(stroke volume, SV)变化百分比($\Delta SV\%$),指导老年患者围手术期液体输注策略,以优化血流动力学,并减少器官灌注不足或液体过负荷风险。(1A)

推荐说明: 老年患者围手术期液体输注需精准管理,以避免低血容量导致的组织缺氧或过负荷引发的肺水肿和心力衰竭。

液体反应性是指患者通过被动抬腿试验(passive leg raising, PLR)或补液试验接受一定量的液体负荷后,CO 或 SV 显著增加的能力。液体反应阳性通常定义为增加幅度 $\geq 10\% \sim 15\%$ 。评估液体反应性的主要用途是指导容量管理,避免过度或不足的液体复苏。临床意义在于优化血流动力学,改善组织灌注,同时减少液体过载导致的心肺不良反应,如急性肺水肿或心功能恶化。常用的评价指标包括 SVV 和 PPV。多项研究表明,准确评估液体反应性并实施以此为依据的目标导向液体治疗可缩短 ICU 住院时间并降低医疗成本^[75],对老年或高危患者尤为重要。

PPV 计算公式为: $PPV = [(PP_{\text{最大}} - PP_{\text{最小}}) / PP_{\text{平均}}] \times 100\%$ (PP 为脉搏压, pulse pressure), $SVV = [(SV_{\text{最大}} - SV_{\text{最小}}) / SV_{\text{平均}}] \times 100\%$, 两者在机械通气患者中随呼吸周期波动。此外,CO 变化百分比($\Delta CO\%$)或 $\Delta SV\%$ 用于评估如液体负荷试验(fluid challenge, FC)或 PLR 等干预措施前后每搏量的变化程度,其计算公式分别为 $\Delta CO\% = [(CO_{\text{后}} - CO_{\text{前}}) / CO_{\text{前}}] \times 100\%$, $\Delta SV\% = [(SV_{\text{后}} - SV_{\text{前}}) / SV_{\text{前}}] \times 100\%$ 。一项纳入了 29 项研究,包含 685 例患者的荟萃分析提示,PPV 和 SVV 预测液体反应性的 AUC 分别为 0.94 (95%CI: 0.93~0.95) 和 0.84 (95%CI: 0.78~0.88),其诊断准确性和特异度均高于 CVP^[76]。一项纳入 120 例高危腹部手术患者[年龄(66.5 $\pm$ 8.1)岁]的 RCT 显示,相比常规治疗,采用基于 SVV 的目标导向液体治疗(即在 8 ml $\cdot$ kg⁻¹ $\cdot$ h⁻¹ 晶体维持输注基础上,当 SVV $\geq 10\%$ 时给予 3 ml/kg 胶体输注)的术后不良反应发生率更低(58.3% 比 30.0%, $P=0.003$),并显著降低术后严重不良反应的发生风险^[77]。

一项关于利用 SVV 或 PPV 预测液体反应性价值的荟萃分析(包含 3 185 次 FC)显示,SVV 预测液体反应性的 AUC 为 0.87(95%CI: 0.84~0.91),最佳



预测阈值约为 12.1% (95%CI: 10.9%~13.3%), 而 PPV 的 AUC 为 0.87 (95%CI: 0.84~0.90), 最佳预测阈值为 11.5% (95%CI: 10.5%~12.4%)^[78]。需要注意的是, SVV 和 PPV 仅适用于接受机械通气的患者, 且要求潮气量 $\geq 6\sim 8$ mL/kg、窦性心律, 限制其在自主呼吸或低潮气量患者中的应用。心律失常、胸腔内压升高或血管顺应性改变可能降低其预测的准确性^[79-80]。

PLR 则是一种无创、可逆的评估方法, 其原理是通过抬高下肢使下肢静脉血回流至中心循环, 短暂增加前负荷, 以模拟液体负荷效应。具体操作建议从 45° 半卧位起始, 随后快速切换至平卧且双腿抬高 45° 的姿势, 持续 30~90 s 并记录 CO 或 SV 的变化。一项纳入 23 项研究、包含 1 013 例患者的荟萃分析证实, PLR 结合 CO 监测预测液体反应性的准确性较高 (AUC 为 0.95)^[81]。另一项荟萃分析也证明了 PLR 在预测急性循环衰竭患者对容量扩增的反应方面具有高度的可靠性^[82]。与补液试验相比, PLR 优点在于无创、可逆, 不增加液体负荷, 适用于心功能受限患者, 且受呼吸模式和心律失常影响较小。

FC 是一种直接评估液体反应性的方法, 通过快速输注一定量液体观察血流动力学反应。传统方法通常为: 在 20~30 min 内通过静脉输注 250~500 ml 晶体液或胶体液, FC 阳性定义为补液后 CO 或 SV 增加 $\geq 10\%\sim 15\%$, 通常通过超声心动图、脉搏轮廓分析或肺动脉漂浮导管测量。需要注意的是, FC 试验不可逆, 一旦液体输入, 无法撤回, 执行前需评估患者基础状态, 避免在已知心功能衰竭或肺水肿患者中盲目使用, 增加不必要的容量负荷风险^[79]。可能的不良反应包括液体过载导致的急性心力衰竭或呼吸窘迫, 尤其在老年患者中。为降低容量过负荷风险, 对心肾储备功能减退的老年患者, 临床亦可采用微量液体负荷试验 (mini-fluid challenge)。

此外, 最新的一项荟萃分析显示, 在自主呼吸 (非机械通气) 患者中, 通过下腔静脉塌陷指数预测液体反应性的 AUC 为 0.83 (95%CI: 0.80~0.86)。尽管灵敏度有限 (63%, 95%CI: 46%~78%), 但其较高的特异度 (83%, 95%CI: 76%~87%) 有助于识别非液体反应阳性患者 (无法从补液治疗中获益), 从而降低因无效补液导致的容量过负荷及诱发心力衰竭的风险^[83]。

推荐意见 14: 不推荐单独使用 CVP 评估老年患者的容量状态, 因其与实际前负荷和液体反应性的相关

性较弱; 建议结合动态指标或临床场景使用。(1A)

推荐说明: CVP 通过中心静脉导管测量, 反映右心房或近端腔静脉压力, 常用于围手术期和 ICU 评估容量状态。其理论意义在于间接提示右心前负荷, 正常范围一般为 2~8 mmHg; CVP<2 mmHg 可能提示容量不足, >12 mmHg 可能提示容量过载或右心功能异常。然而, CVP 受心肺顺应性、胸腔内压、血管张力及测量误差影响, 不能准确反映左心前负荷或液体反应性, 尤其在老年患者中, 因心血管顺应性降低和基础疾病复杂性, 相关性进一步减弱。

一项纳入 69 项研究, 包含 3 185 次液体输注的荟萃分析显示, CVP 预测液体反应性的 AUC 为 0.77 (95%CI: 0.69~0.87), 低于 PPV (AUC=0.87, 95%CI: 0.84~0.90) 和 SVV (AUC=0.87, 95%CI: 0.84~0.91), 其最佳阈值为 9.0 mmHg (95%CI: 7.7~10.1), 敏感性和特异性有限^[78]。另一项纳入 22 项研究, 包含 1 148 例患者的荟萃分析进一步提示, CVP 预测液体反应性在 <8 mmHg 组的 AUC 为 0.57 (95%CI: 0.52~0.62), 8~12 mmHg 和 >12 mmHg 组的 AUC 更低 (95%CI: 下限<0.50), 无论 CVP 范围 (0~20 mmHg), 其预测值均<66%, 提示 CVP 无可靠预测价值^[84]。另有一项荟萃分析 (1 名健康对照、22 例 ICU 患者和 20 例手术患者) 也表明, 总体人群的 CVP 与每搏输出量指数/心脏指数变化的相关系数仅为 0.18 (95%CI: 0.1~0.25)。在亚组分析中, ICU 患者的相关系数为 0.28 (95%CI: 0.16~0.40), 而手术患者为 0.11 (95%CI: 0.02~0.21)。此外, 总体人群 CVP 预测液体反应性的 AUC 为 0.56 (95%CI: 0.54~0.58), 且研究间无异质性, 表明 CVP 与液体反应性之间仅存在较弱的相关性^[38]。现有证据一致显示, CVP 与容量状态和液体反应性的相关性较差, 无法单独用于指导老年患者的容量管理。

推荐意见 15: 推荐将尿量、血乳酸、中心静脉血氧饱和度 (central venous oxygen saturation, ScvO₂) 和 NIRS 测量的 rScO₂ 作为血流动力学的补充评估指标, 用以评估组织灌注、氧供氧耗平衡, 但不建议单独依赖这些参数指导容量管理, 应结合动态指标综合判断。(2B)

推荐说明: 在容量监测中, 尿量、血乳酸、ScvO₂ 和 rScO₂ 是评估组织灌注与氧代谢的重要指标, 但其应用需结合临床背景与其他参数综合分析。

尿量作为反映肾脏灌注的间接指标, 成人正常值通常 ≥ 0.5 ml·kg⁻¹·h, 其恢复可能提示补液有效, 例如休克复苏后^[85]。然而, 尿量变化常滞后于容量状



态的改变,尤其在 AKI 早期,且易受肾功能、利尿剂、血管活性药或尿路梗阻等因素干扰。因此,动态监测尿量趋势(如每小时记录)比单次测量更有意义,同时需结合血肌酐、尿素氮、胱抑素 C 和肾损伤分子 1(kidney injury molecule-1, KIM-1)水平综合评估肾灌注^[86]。

乳酸水平(正常 ≤ 2 mmol/L)升高是组织缺氧和无氧代谢的标志,常见于低血容量性休克或微循环障碍^[87]。乳酸清除率(如在复苏的最初 2~4 h 内,每 2~4 小时下降 $\geq 10\% \sim 20\%$)已被列为感染性休克复苏的指导目标^[88]。但需注意,乳酸升高并非容量不足的特异性表现,肝功能不全、药物(如二甲双胍、肾上腺素)或代谢性疾病亦可导致高乳酸血症^[89]。因此,动态监测乳酸趋势比单次绝对值更具临床价值,且需联合 ScvO₂、血压及毛细血管再充盈时间(capillary refill time, CRT)共同分析^[87]。

ScvO₂通过中心静脉导管测量,正常范围为 70%~80%,其降低提示全身氧供不足或氧耗增加。在感染性休克早期目标导向治疗(early goal-directed therapy, EGDT)中,ScvO₂ $\geq 70\%$ 是核心复苏目标之一^[90]。但 ScvO₂的准确性受导管位置、血栓形成及微循环障碍影响,例如脓毒症患者可能因线粒体功能障碍出现 ScvO₂假性正常。此时需结合动脉乳酸和 ScvO₂进一步鉴别氧代谢异常^[91]。

rScO₂可无创测量前额皮层氧合状态,反映脑组织的氧供需平衡。在围手术期,尤其是心脏手术中,脑作为高代谢需求和对低灌注敏感的“指数器官”,其氧饱和度的变化可能提示全身血流动力学状态,包括容量不足或灌注异常。一项纳入 200 例冠状动脉搭桥手术患者的 RCT 探讨了术中监测 rScO₂的价值,为其作为补充容量监测指标提供了临床依据。干预组在术中实时监测 rScO₂,并采用基于治疗算法的分级管理方案以维持 rScO₂ $\geq$ 基线水平的 75%。结果显示,干预组脑氧低饱和度的持续时间显著缩短,严重器官不良反应发生率降低,ICU 住院时间明显缩短;此外, rScO₂与术后住院时间呈负相关。该研究提示, rScO₂可动态反映灌注不足,作为容量状态的间接指标,尤其适用于心肺储备低的老年或高危患者^[92]。然而,该研究未直接验证 rScO₂与液体反应性的相关性,且 rScO₂受脑血流自调节等影响。因此,建议 rScO₂作为补充指标,与 SVV、PPV 或 PLR 联合使用。为弥补上述指标的局限性,动态血流动力学参数和床旁超声可提供更直接的容量反应性评估^[93]。此外,组织灌注指标如

CRT、静脉-动脉二氧化碳分压差(venous-to-arterial carbon dioxide tension difference, Pv-aCO₂)等,可辅助识别隐匿性组织缺氧^[94]。在特定临床场景中,还需联合 BNP、超声心动图或血红蛋白水平进行个体化判断。

临床问题 11: 围手术期如何监测心肌氧供需平衡?

推荐意见 16: 对于行高危手术的老年患者,除心肌生物标志物外,推荐在围手术期联合应用多导联心电图(优选胸前导联 V3~V5)及经食道超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE),以早期识别心肌缺血或损伤,并预测术后 30 d 内心血管不良事件风险。(1B)

推荐说明: 围手术期心肌氧供需失衡是心肌缺血和损伤的关键机制,多模态监测有助于提高诊断的准确性。术前评估时,对具有指征且能耐受的患者,可考虑行心脏负荷试验(包括运动或药物负荷心电图/超声心动图)评估心肌缺血,以及通过冠状动脉 CTA 或冠状动脉造影评估血管狭窄程度。术中持续监测 EEG 是麻醉监护的基本要求之一^[9]。常规 12 导联心电图 ST 段监测(如 ST 段下降 ≥ 1 mm 或新发 Q 波)是实时检测心肌缺血最常用的指标。

一项前瞻性观察性研究纳入了 185 例血管手术患者,通过连续监测 12 导联心电图 ST 段监测心肌缺血事件(定义为单导联 ST 段偏移 ≥ 0.2 mV 或两相邻导联 ST 段偏移 ≥ 0.1 mV,且持续时间 >10 min),38 例患者(20.5%)共发生 66 次一过性心肌缺血事件,不同导联对不同终点事件的诊断敏感性存在显著差异。在检测心肌缺血方面,V3 导联表现最为敏感,其敏感性达到 86.8%,优于 V4 导联(78.9%)和 V5 导联(65.8%);而针对 MI 的识别,V4 导联的敏感性可达 83.3%。研究进一步证实,若采用 V4 与 V5 导联的联合方案,其对心肌缺血和 MI 的诊断敏感性可分别达到 92.1% 和 100.0%,这一组合监测策略的效能显著优于临床传统的单 V5 导联方案^[95]。一项针对心肌缺血高风险患者的研究($n=50$)表明,使用 TEE 检测到新发节段性室壁运动异常(segmental wall motion abnormality, SWMA)的患者有 24 例(48%),而同期仅有 6 例出现心电图 ST 段改变。术中出现 MI 的 3 例患者均存在持续性 SWMA,其中仅 1 例有 EEG 改变,提示 TEE 检测心肌缺血的敏感性优于 EEG^[96]。另一项纳入了 332 例患有冠心病或具有冠心病高风险的男性非心脏手术患者的队列研究显示,TEE 检测到术中缺



血(39%, 111/285)与心血管结局(心源性死亡、非致命性 MI、不稳定型心绞痛)相关($P \leq 0.02$)^[97]。一项针对冠状动脉旁路移植术患者的前瞻性研究($n=50$)亦显示,术后通过 TEE 检出的新发 SWMA(发生率为 36%, 即 18/50)对不良临床结局的预测能力优于 EEG 监测。在检出 SWMA 的 18 例患者中,有 6 例出现了不良临床结局,而未检出 SWMA 的 32 例患者中无一例发生不良结局($P=0.001$);相比之下,同期 EEG 监测对缺血性改变的检出率仅为 25%。值得注意的是,73% 由 TEE 检出的缺血事件未伴随急性血流动力学变化,提示 TEE 能够识别更具隐匿性但同样具有预后意义的心肌缺血^[98]。该团队的进一步研究揭示,仅 28% 的 TEE 检出的缺血事件发作前伴有血流动力学参数的急性改变,提示围手术期 TEE 检出的缺血事件很少由血流动力学变化触发,而心肌氧供的原发性下降可能是其主要机制^[99]。

综上,多导联 EEG(包含 V3~V5 导联)提供实时缺血监测,TEE 通过识别 SWMA 评估节段性心肌收缩功能异常(经胸超声心动图因无创性可作为 TEE 的替代,但证据较少),心肌生物标志物动态变化反映损伤程度,三者联合使用可全面评估氧供需失衡及预后,指导及时干预。

四、老年患者围手术期肺功能监测

临床问题 12: 老年患者术中肺通气和肺换气功能监测应覆盖哪些指标?

推荐意见 17: 对于全身麻醉患者,推荐常规监测气道压力、呼出气二氧化碳波形及分压,以及吸气-呼气流量环,这些是管理机械通气、评估通气状态的核心指标;同时,肺部听诊是评估通气不可或缺的基础手段。衡量老年患者围手术期肺换气功能的监测指标包括肺氧合指数、肺内分流量、无效腔通气量等,其中氧合指数是临床最常用的监测指标。无法获取动脉血气分析结果时,推荐使用 SpO_2 与吸入氧浓度(fraction of inspired oxygen, FiO_2)比值作为氧合指数的替代指标,以辅助评估患者的肺氧合功能。(1C)

推荐说明: 老年患者的呼吸系统呈增龄性衰退,主要表现为呼吸储备功能下降与气体交换功能降低。其生理基础在于胸壁顺应性降低、呼吸肌肌力减弱、肺弹性回缩力下降及闭合气量增加。同时,肺泡有效表面积减少、肺顺应性下降及呼吸中枢对低氧和高碳酸血症的化学敏感性减退,使得老年患者在围手术期易出现低氧血症、高碳酸血症及

由此引发的酸中毒。此外,老年患者保护性反射(如呛咳、吞咽)减弱,气道廓清能力下降(源于纤毛运动减弱与咳嗽动力不足),若合并基础肺部疾病或接受长时间手术(>180 min),术后肺不张、肺部感染及呼吸衰竭的风险显著增高。因此,对老年患者实施动态、连续的肺通气与换气功能监测,并依据监测结果及时干预,对改善预后至关重要。在评估肺氧合状态时,需理解老年患者(吸入室内空气时)正常动脉血氧分压(partial pressure of oxygen, PaO_2)随年龄增长下降,其估算公式为:坐位时 $\text{PaO}_2 = 104.2 - 0.27 \times \text{年龄}(\text{mmHg})$ 。临床解读 PaO_2 及 SpO_2 时需考虑此生理变化。同时,肺部换气功能是肺通气与血流灌注(V/Q)匹配的结果,故评估时必须综合考虑患者的心功能状态^[100]。

在无法直接监测氧合指数($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$)时, $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ 可作为其有效的替代指标。一项纳入 258 例患者的回顾性研究发现, $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ 与氧合指数对急性呼吸窘迫综合征的严重程度分级具有中度一致性(组内相关系数=0.63)^[101]。另一项临床研究分析表明, $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ 与 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 在特定范围内可呈近线性相关: $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2 = 64 + 0.84 \times \text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ($r=0.89$, $P < 0.0001$)^[102]。因此,在特殊体位、动脉穿刺困难等无法及时获取动脉血气的临床情境下,推荐使用 $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ 替代肺氧合指数,用以评估患者肺氧合功能。

临床问题 13: 机械通气过程中应监测哪些气道压力、气体流量与容量参数以预防肺损伤?

推荐意见 18: 为实施肺保护性通气策略并预防机械通气相关肺损伤,推荐在机械通气过程中实施以下监测:持续监测气道压力、驱动压(driving pressure, ΔP)、平台压(plateau pressure, Pplat)及肺顺应性(lung compliance, CL),以优化通气参数;持续监测呼气末二氧化碳波形及分压;持续监测呼吸频率和节律;建议监测氧合指数以综合评估肺换气功能与氧合状态。(1C)

推荐说明: 在设定潮气量相对恒定的状态下,患者的气道压力在麻醉、手术操作(如体位改变、气腹、胸廓塌陷、单肺通气)、气道痉挛或肺水增加等多种因素影响下升高。因此,对于气道压力及由其衍生的肺力学参数进行综合监测与评估至关重要。

多项研究证实, ΔP [Pplat -呼气末正压(positive end-expiratory pressure, PEEP)]与 Pplat 是预测术后肺部不良反应(postoperative pulmonary complication, PPC)风险的关键指标。 ΔP 升高是 PPC 的独立危险因素($OR=3.11$, 95%CI: 1.39~



6.96)^[103]; 研究指出, 将 ΔP 维持在 16 cmH₂O (1 cmH₂O=0.098 kPa) 以下、 P_{plat} 维持在 ≤ 16 cmH₂O, 与 PPC 风险的显著降低相关^[104-105]。此外, 一项 RCT 证实, 以降低 ΔP 为导向的通气策略可有效降低 PPC 发病率 ($OR=0.42, 95\%CI: 0.19\sim 0.92$)^[106]。

肺顺应性是衡量肺组织扩张能力的重要指标, 例如, 腹腔镜手术中, 气腹可导致肺顺应性显著降低, 这不仅是肺不张和低氧血症的早期标志, 也显著增加了呼吸机相关肺损伤风险^[107]。研究表明, 通过监测顺应性变化来指导优化通气策略(如联合应用 ΔP 与 PEEP), 可有效改善肺力学状态, 并降低相关不良反应发生率^[108-109]。

老年患者呼吸中枢易受残余镇静、镇痛及肌松药的影响, 导致氧合下降, 因此, 呼吸频率与节律监测对于非机械通气患者以及苏醒期拔管前的评估尤为重要。对于气管插管患者, 可通过呼气末二氧化碳分压 (pressure of end-tidal carbon dioxide, $P_{ET}CO_2$) 波形观察拔管前的呼吸节律与潮气量的均一性; 对于非插管患者则可经鼻导管行呼出气二氧化碳监测作为辅助判断^[100]。全面的 $P_{ET}CO_2$ 波形分析应涵盖以下 5 个方面: (1) 基线 (通常为 0); (2) 波形高度 (代表 $P_{ET}CO_2$ 浓度); (3) 形态特征 (正常与异常波形); (4) 频率 (反映呼吸频率); (5) 节律 (提示呼吸中枢或呼吸肌功能)。上述特征对早期识别通气异常至关重要, 例如围手术期若发生支气管痉挛, 结合肺部听诊、气道压力增高及呼气末二氧化碳波形呈现“斜坡样”改变可辅助诊断; 更为危急的“寂静肺”, 表现为呼气末二氧化碳波形消失、气道压力急剧增高且肺部听诊无任何呼吸音。需注意, 老年患者 (尤其是合并慢性肺部疾病时) $P_{ET}CO_2$ 与 $PaCO_2$ 结果差异增加, 建议通过动态动脉血气监测进行校准^[100]。

此外, 除了肺力学监测指标外, 影像学方法如肺部超声、电阻抗断层成像 (electrical impedance tomography, EIT) 也可用于评估全身麻醉机械通气期间肺功能, 包括使用 EIT 引导的个体化 PEEP 水平评估是否发生肺实质塌陷或肺过度充气等, 并可据此调整达到最佳 PEEP 水平以提升肺顺应性和围手术期氧合^[110-111]。肺部超声引导的个体化 PEEP 设定也在老年腔镜手术患者术后肺部不良反应的改善中起到积极作用^[112-113]。然而由于设备应用、人员操作熟练度以及患者个体因素等原因, 肺超声或 EIT 引导的个体化 PEEP 设定在临床应用上仍然存在一定局限性。

五、老年患者围手术期凝血功能监测

临床问题 14: 如何快速筛查老年患者围手术期凝血功能障碍?

推荐意见 19: 推荐术前对老年患者进行常规凝血功能监测, 指标应包括血小板计数、凝血酶原时间 (prothrombin time, PT)、活化部分凝血活酶时间 (activated partial thromboplastin time, APTT)、国际标准化比值 (international normalized ratio, INR)、纤维蛋白原 (fibrinogen, FIB) 和 D-二聚体。对于接受抗凝治疗 (尤其是低分子肝素) 的患者, 有条件的情况下推荐监测抗 Xa 因子活性, 以优化抗凝管理。(2B)

推荐说明: 随着心脑血管疾病发病率升高, 接受抗血栓药物治疗的老年患者日益增多。一项纳入 74 791 例老年髋部骨折患者的队列研究显示, 近 40% 的老年患者入院时正在服用抗血栓药物^[114]。另一项基于丹麦人群的大型队列研究显示: 1996 至 2012 年因髋部骨折住院的老年患者中, 服用抗血栓药物的比例增加了 2.3 倍, 服用抗凝剂的比例增加了 6.8 倍, 服用抗血小板药物的比例增加了 2.1 倍。同时, 直接口服抗凝药或维生素 K 拮抗剂的使用比例也呈上升趋势^[115]。因此, 术前应对老年患者进行常规凝血功能监测, 用以指导手术决策、优化输血输液及防范出血及血栓风险。

常规凝血检测是筛查凝血功能障碍的基础, 主要包括血小板计数、PT、APTT、INR、FIB 及 D-二聚体等。对于使用低分子肝素抗凝的患者, 抗 Xa 因子活性监测能更精准地反映抗凝效果: 一项纳入 6 项 RCT 的荟萃分析显示, 与常规监测相比, 抗 Xa 监测组静脉血栓栓塞事件的发生率显著降低 ($OR=0.44, 95\%CI: 0.29\sim 0.68$)^[116]; 另一项纳入 15 项观察性研究的荟萃分析进一步证实, 抗 Xa 指导的个体化低分子肝素预防策略, 可显著降低深静脉血栓 ($aOR=0.52, 95\%CI: 0.40\sim 0.69$)、肺栓塞 ($aOR=0.48, 95\%CI: 0.30\sim 0.78$) 和总体静脉血栓栓塞症 ($aOR=0.54, 95\%CI: 0.42\sim 0.69$) 的发生风险^[117]。

推荐意见 20: 对于存在复杂出血或血栓风险, 以及拟接受大型手术的老年患者, 建议实施黏弹性凝血功能检测 [如血栓弹力图 (thromboelastogram, TEG) 或旋转血栓弹力测定 (rotational thromboelastometry, ROTEM)], 以全面评估凝血功能并指导输血策略。(2C)

推荐说明: 常规凝血功能检测仅能反映凝血过程的某个环节, 而黏弹性测试 (TEG/ROTEM) 能够



动态、整体地评估从凝血启动、血块形成至纤溶的完整过程。TEG 通过记录血凝块切应力变化生成曲线,其中曲线中的 R 时间、K 时间、最大振幅(maximum amplitude, MA)和 MA 值后 30 min 血凝块溶解百分比(maximum amplitude lysis at 30 minutes, LY30)分别对应凝血因子、纤维蛋白、血小板功能及纤溶状态,从而提供更全面的凝血信息,多项研究支持其在老年患者中的应用价值。一项针对 158 例老年外周血管疾病手术患者的前瞻性队列研究证实,TEG 能可靠地监测外周血管疾病老年患者的凝血状态^[118]。另一项纳入了 628 例创伤患者的前瞻性队列研究表明,TEG 能有效监测老年创伤性凝血病^[119]。此外,一项纳入 1 879 例 ICU 住院患者的回顾性研究发现,实施 ROTEM 监测可显著减少血液制品的使用,且不增加出血风险^[120]。

推荐意见 21:对于术前有出血史、合并可能导致血小板功能减退的疾病,或正在服用抗血小板药物的患者,建议在常规血小板计数基础上进一步进行血小板功能监测,以全面评估手术出血风险并指导术前用药方案的调整。(2C)

推荐说明:鉴于抗血小板药物(如血栓素 A2 抑制剂阿司匹林, P2Y₁₂ 受体拮抗剂氯吡格雷、替格瑞洛、糖蛋白 II b/III a 受体抑制剂等)已广泛应用于动脉血栓性疾病的防治,接受此类治疗的患者在围手术期面临更高的出血风险。现有研究表明,血小板功能监测有助于预测围手术期出血。一项针对主动脉瓣膜置换术患者的研究发现,血小板功能监测可能有助于围手术期血制品输注的术前风险分层^[121]。其他相关研究也提示,血小板功能监测可有效预测术中出血量及围手术期血制品需求^[122-125]。需要指出的是,支持该推荐的相关研究均为观察性研究,且样本量普遍较小,这在一定程度上限制了结论的可靠性与普适性。因此,仍需更多设计严谨的大规模研究予以证实。

六、老年患者围手术期肾脏功能监测

临床问题 15:围手术期如何实施监测预防肾功能损伤?

推荐意见 22:对 AKI 及其高危患者(如接受大手术、术前合并肾功能不全、脓毒症、应用肾毒性药物或血流动力学不稳定),在液体治疗过程中推荐进行目标导向的血流动力学监测,以优化肾脏灌注,同时避免容量过负荷。(1A)

推荐说明:研究证据表明,围手术期容量管理失衡,无论是不足还是过负荷,均增加 AKI 风险。

一项纳入 3 000 例腹部大手术患者的 RCT 显示,限制性液体治疗会增加术后 AKI 风险(0.9% 比 0.3%, $P=0.048$)^[126];而观察性研究也证实容量过负荷是其独立危险因素($OR=1.02$, 95%CI: 1.01~1.03)^[127]。一项大型回顾性研究进一步证实,与液体平衡或负平衡相比,液体正平衡状态组($\geq 5\%$ 体重)与患者 1 年死亡率显著增加相关(分别为 30.3%、21.1% 和 22%, $P<0.001$)^[128]。基于上述证据,对于 AKI 高危患者,围手术期容量管理的目标在于通过目标导向的血流动力学监测,精准调节容量状态,在保障有效肾脏灌注的同时,严格避免容量过负荷,以改善患者转归。

推荐意见 23:对于 AKI 高危患者,建议采用动态指标(如 SVV、PPV)而非静态指标(如 CVP)来评估容量反应性,以优化液体管理,降低 AKI 的发生与进展风险。(1B)

推荐说明:静态指标在评估容量反应性方面价值有限。一项纳入 22 项临床研究的荟萃分析表明,CVP 预测容量反应性的准确性不佳^[84]。因此,不推荐将 CVP 或其他静态指标作为指导围手术期的液体治疗的独立依据。与静态指标相比,动态指标(如 SVV、PPV)基于心肺相互作用机制,能够更可靠地预测容量反应性。通过动态监测指导液体治疗,有助于实现精准容量管理,从而降低因容量失衡导致的 AKI 风险。

推荐意见 24:针对术后 AKI 高危患者,有条件的情况下,建议在传统肌酐与尿量监测基础上,联合监测尿液生物标志物,如中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白(neutrophil gelatinase-associated lipocalin, NGAL)或尿液中组织金属蛋白酶组织抑制剂-2(tissue inhibitor of metalloproteinase-2, TIMP-2)和胰岛素样生长因子结合蛋白-7(insulin-like growth factor-binding protein 7, IGFBP-7),以实现 AKI 早期预警和干预。(2C)

推荐说明:血肌酐值与尿量是监测肾功能的传统指标,但在 AKI 早期诊断中存在延迟,新型尿液生物标志物有助于更早识别肾损伤风险。其中,NGAL 是目前研究最广泛的 AKI 生物标志物之一,血、尿 NGAL 水平均可独立预测 AKI 的发生与预后,但其特异性可能受高血压、全身性感染、炎症性疾病和恶性肿瘤等因素影响^[129]。另外,TIMP-2 和 IGFBP-7 乘积是目前唯一被美国食品药品监督管理局批准用于临床的 AKI 生物标志物,主要用于预测中度至重度 AKI(2~3 期)的风险^[130]。研究表明,



尿 $[\text{TIMP-2}] \cdot [\text{IGFBP-7}] > 0.3$ 对 AKI 2~3 期的发生具有高预测灵敏度(可达 92%),并能辅助进行预后风险分层^[131-134]。一项纳入 121 例大型腹部手术患者的 RCT 显示,基于 $[\text{TIMP-2}] \cdot [\text{IGFBP-7}]$ 监测结果并结合肾脏保护集束化措施,可显著降低中重度 AKI 发生率(27.1% 比 48.0%),并缩短 ICU 及住院时间^[135]。

推荐意见 25: 对于接受高风险手术的老年患者,围手术期采用 NIRS 技术监测肾脏区域组织 rSO_2 可能有助于识别术后 AKI 高危人群。(2C)。

推荐说明: 使用 NIRS 技术监测肾脏区域 rSO_2 , 可直接反映肾组织氧供需平衡,为早期发现肾组织缺氧提供潜在指标。一项多中心前瞻队列研究发现,术中联合低血压与肾 rSO_2 较基线下降 $\geq 20\%$,可显著提升对 AKI 的预测效能(敏感性达 95.7%)^[136]。另一项研究通过动态轨迹分析揭示,肾 rSO_2 呈“高-下降”轨迹模式的患者,其 AKI 发生风险显著高于肾 rSO_2 稳定患者(24.4% 比 7.8%)^[137]。然而,该技术的临床应用仍面临挑战与争议^[138]。不同研究采用的 rSO_2 预警阈值不统一,监测技术本身存在缺陷(如近红外线穿透深度约 3~4 cm,影响肥胖患者监测准确性),且部分研究未能发现其与 AKI 的关联。因此,需进一步开展研究以确立统一阈值、验证效能并优化技术,方能明确其在围手术期肾脏监测中的确切价值。

七、老年患者围手术期肝功能监测

临床问题 16: 术前肝功能监测指标和老年患者预后的关系?

推荐意见 26: 术前肝功能损害显著增加老年患者术后不良反应及死亡风险。Child-Pugh 分级和终末期肝病模型(model for end-stage liver disease, MELD)评分是评估肝功能失代偿程度和预后的核心传统工具。近年来,白蛋白-胆红素(albumin-bilirubin, ALBI)评分与血小板-白蛋白-胆红素(platelet-albumin-bilirubin, PALBI)评分等新型体系,可作为肝功能评估的有效补充。(2B)

推荐说明: 老年患者由于肝脏体积生理性的减小和肝血流病理或功能性的减少,易出现肝功能异常。其手术风险与肝功能受损程度密切相关:轻度肝功能不全通常可耐受麻醉和手术;中度肝功能不全或失代偿期,术后易并发腹水、黄疸、出血、伤口延迟愈合等不良反应;重度肝功能损伤如肝硬化晚期,常合并严重营养不良、凝血功能障碍等,手术风险极高^[100]。

Child-Pugh 分级和 MELD 评分是评估肝功能的常用工具,大量证据证实其与患者预后密切相关。Child-Pugh 分级通过 5 项临床指标(肝性脑病、腹水、胆红素、白蛋白、PT)对肝功能进行量化分级(A~C 级),分级越高预示手术风险越大、预后越差。MELD 评分是基于胆红素、肌酐与 INR 的评分体系,更侧重于评估终末期肝病的短期预后,常用于确定肝移植的优先顺序。ALBI 评分和 PALBI 评分,通过整合常规实验室指标,旨在提供更客观的肝功能评估,作为传统工具的有效补充。

一项纳入了 13 689 例手术患者的队列研究结果显示,高龄($HR=1.4, P=0.006$)和术前肝功能受损($HR=1.02, P=0.02$)均是术后死亡的独立危险因素^[139]。一项纳入了 3 530 例行肝脏切除术患者的回顾性研究提示,肝硬化患者术后不良反应(23.5% 比 15.8%, $P<0.001$)和死亡率(3.9% 比 1.1%, $P<0.001$)均较非肝硬化患者显著增高,而 MELD 评分是预测术后死亡的独立危险因素($OR=1.10, 95\%CI: 1.03\sim 1.18$)^[140]。这种关联在外科领域普遍存在。在胆囊切除术、关节置换术及血管手术中, MELD 评分升高均与死亡率及各类不良反应风险增加显著相关^[141-143]。一项叙述性综述纳入了 87 项有关肝硬化患者围手术期转归的研究,发现肝硬化患者围手术期的死亡率是无肝硬化患者的 2~10 倍,当 MELD >15 分时,围手术期死亡率显著增高^[144]。

除了上述传统评估工具,ALBI 与 PALBI 评分作为新兴工具,也展现了有潜力的预测价值。一项纳入 15 534 例患者的荟萃分析显示,高 PALBI 评分与总生存期($HR=1.71, 95\%CI: 1.46\sim 2.02$)及无复发生存期缩短显著相关($HR=1.31, 95\%CI: 1.11\sim 1.54$)^[145]。多项回顾性研究显示,ALBI 评分在预测术后肝衰竭与总体生存率方面,其效能可能优于 Child-Pugh 分级^[146-147]。

八、总结

围手术期监测是现代麻醉学与重症医学的核心实践。通过构建从宏观循环到细胞代谢的多维度连续监测体系,其在降低围手术期风险、维持器官功能及改善患者远期结局方面具有关键的临床意义。监测的价值不仅在于实时预警,更在于通过数据支持临床决策,引领围手术期管理从经验医学向精准医学的范式转变。

展望未来,生物传感技术与人工智能的持续进步,将推动围手术期监测进一步融入智能化管理闭环。现有研究显示,人工智能在麻醉风险预测、深



度调节与药物个体化管理等环节潜力显著,为“智能麻醉”新模式的建立提供了可能。然而,其全面落地仍面临数据质量、算法可解释性及伦理规范等多方面挑战^[148-149]。

本指南围绕围手术期老年患者监测,系统梳理了7个重点方向,回应了16个核心临床问题,并形成了26条推荐意见。所有意见均基于现有研究证据、专家意见并结合中国临床实际制订,旨在为麻醉、外科、重症及相关学科医务人员提供实用参考,共同提升我国老年手术患者的围手术期管理质量,助力更优的临床结局。

指南制订工作组专家名单

牵头专家:王天龙(首都医科大学宣武医院麻醉科);俞卫锋(温州医科大学附属第一医院麻醉科);欧阳文(中南大学湘雅三医院麻醉科)

执笔专家:李茜(四川大学华西医院麻醉科);梅伟(华中科技大学同济医学院附属同济医院麻醉科)

秘书组:牛望(四川大学华西医院麻醉科);柯希建(华中科技大学同济医学院附属同济医院麻醉科);周磊(中南大学湘雅三医院麻醉科);冯帅(首都医科大学宣武医院麻醉科)

专家组成员(按姓氏汉语拼音排序):曹江北(解放军总医院第一医学中心麻醉科);陈立建(安徽医科大学第一附属医院麻醉科);陈向东(华中科技大学同济医学院附属协和医院麻醉科);董海龙(空军军医大学西京医院麻醉科);方浩(上海市老年医学中心麻醉科);方向明(浙江大学医学院附属第一医院麻醉科);顾卫东(复旦大学附属华东医院麻醉科);顾小萍(南京鼓楼医院麻醉科);郭向阳(北京大学第三医院麻醉科);黄长盛(中南大学湘雅医院麻醉科);李洪(陆军军医大学新桥医院麻醉科);李军(温州医科大学附属第二医院&育英儿童医院麻醉科);李氏(北京大学第三医院麻醉科);李茜(四川大学华西医院麻醉科);刘克玄(南方医科大学南方医院麻醉科);梅伟(华中科技大学同济医学院附属同济医院麻醉科);缪长虹(复旦大学附属中山医院麻醉科);米卫东(中国人民解放军总医院第一医学中心麻醉科);倪新莉(宁夏医科大学总医院麻醉科);欧阳文(中南大学湘雅三医院麻醉科);戚思华(哈尔滨医科大学附属第四医院麻醉科);钱金桥(昆明医学院第一附属医院麻醉科);申乐(中国医学科学院北京协和医院麻醉科);思永玉(昆明医科大学第二附属医院麻醉科);田首元(山西省人民医院麻醉科);王锆(中南大学湘雅医院麻醉科);王东信(北京大学第一医院麻醉科);王古岩(首都医科大学附属北京同仁医院麻醉科);王海英(遵义医科大学附属医院麻醉科);王晟(首都医科大学附属北京安贞医院麻醉科);王天龙(首都医科大学宣武医院麻醉科);王秀丽(河北医科大学第三医院麻醉科);王英伟(复旦大学附属华山医院麻醉科);王月兰(山东第一医科大学附属省立医院麻醉科);肖伟(首

都医科大学宣武医院麻醉科);徐桂萍(新疆维吾尔自治区人民医院麻醉科);徐国海(南昌大学第二附属医院麻醉科);严敏(浙江大学医学院附属第二医院麻醉科);杨建军(郑州大学第一附属医院麻醉科);杨立群(上海交通大学医学院附属仁济医院麻醉科);俞卫锋(温州医科大学附属第一医院麻醉科);曾庆繁(贵州医科大学附属医院白云医院麻醉科);朱涛(四川大学华西医院麻醉科)

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] 国家统计局. 中国统计年鉴 2025 年[DB/OL]. 国家统计局, 2025 [2026-03-14]. <https://www.stats.gov.cn/sj/ndsj/2025/indexch.htm>.
- [2] Sterne J, Savović J, Page MJ, et al. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials[J]. BMJ, 2019, 366:l4898. DOI: 10.1136/bmj.l4898.
- [3] Shea BJ, Reeves BC, Wells G, et al. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both[J]. BMJ, 2017, 358: j4008. DOI: 10.1136/bmj.j4008.
- [4] Stang A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses[J]. Eur J Epidemiol, 2010, 25(9): 603-605. DOI: 10.1007/s10654-010-9491-z.
- [5] Chen Y, Yang K, Marušić A, et al. A reporting tool for practice guidelines in health care: the RIGHT statement [J]. Ann Intern Med, 2017, 166(2):128-132. DOI: 10.7326/M16-1565.
- [6] Brouwers MC, Kho ME, Browman GP, et al. AGREE II : advancing guideline development, reporting and evaluation in health care[J]. CMAJ, 2010, 182(18): E839-E842. DOI: 10.1503/cmaj.090449.
- [7] Yang N, Liu H, Zhao W, et al. Development of the Scientific, Transparent and Applicable Rankings (STAR) tool for clinical practice guidelines[J]. Chin Med J (Engl), 2023, 136(12): 1430-1438. DOI: 10.1097/CM9.0000000000002713.
- [8] 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. DOI: 10.1136/bmj.39489.470347.AD.
- [9] Lucas DN, Russell R, Bamber JH, et al. Recommendations for standards of monitoring during anaesthesia and recovery 2021[J]. Anaesthesia, 2021, 76(10): 1426-1427. DOI: 10.1111/anae.15528.
- [10] Hinkelbein J, Lamperti M, Akeson J, et al. European Society of Anaesthesiology and European Board of Anaesthesiology guidelines for procedural sedation and analgesia in adults[J]. Eur J Anaesthesiol, 2018, 35(1): 6-24. DOI: 10.1097/EJA.0000000000000683.
- [11] Ogura T, Ishiwatari H, Fujimori N, et al. Propensity score matching analysis for adverse events of EUS-guided biliary drainage in advanced elderly patients (PEACE study) [J]. Therap Adv Gastroenterol, 2022, 15: 17562848221092612. DOI: 10.1177/17562848221092612.
- [12] Peveling-Oberhag J, Michael F, Tal A, et al. Capnography monitoring of non-anesthesiologist provided sedation



- during percutaneous endoscopic gastrostomy placement: a prospective, controlled, randomized trial[J]. *J Gastroenterol Hepatol*, 2020, 35(3): 401-407. DOI: 10.1111/jgh.14760.
- [13] Chun EH, Lee GY, Kim CH. Postoperative hypothermia in geriatric patients undergoing arthroscopic shoulder surgery[J]. *Anesthesia and Pain Medicine*, 2019(1). DOI: 10.17085/APM.2019.14.1.112.
- [14] Kleimeyer JP, Harris A, Sanford J, et al. Incidence and risk factors for postoperative hypothermia after orthopaedic surgery[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2018, 26(24): e497-e503. DOI: 10.5435/JAAOS-D-16-00742.
- [15] Sabbag IP, Hohmann FB, Assunção M, et al. Postoperative hypothermia following non-cardiac high-risk surgery: A prospective study of temporal patterns and risk factors[J]. *PLoS One*, 2021, 16(11):e0259789. DOI: 10.1371/journal.pone.0259789.
- [16] 国家麻醉专业质量控制中心. 围术期患者低体温防治专家共识(2023 版)[J]. *协和医学杂志*, 2023, 14(4): 734-743. DOI: 10.12290/xhyxzz.2023-0266.
- [17] Yi J, Zhan L, Lei Y, et al. Establishment and validation of a prediction equation to estimate risk of intraoperative hypothermia in patients receiving general anesthesia[J]. *Sci Rep*, 2017, 7(1):13927. DOI: 10.1038/s41598-017-12997-x.
- [18] Sivevski AG, Karadjova D, Ivanov E, et al. Neuraxial anesthesia in the geriatric patient[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2018, 5:254. DOI: 10.3389/fmed.2018.00254.
- [19] Pei L, Huang Y, Mao G, et al. Axillary temperature, as recorded by the iThermometer WT701, well represents core temperature in adults having noncardiac surgery[J]. *Anesth Analg*, 2018, 126(3): 833-838. DOI: 10.1213/ANE.0000000000002706.
- [20] 中华医学会麻醉学分会. 2017 版中国麻醉学指南与专家共识[M]. 人民卫生出版社:2017 : 655.
- [21] Warren J, Fromm RE, Orr RA, et al. Guidelines for the inter-and intrahospital transport of critically ill patients [J]. *Crit Care Med*, 2004, 32(1):256-262. DOI: 10.1097/01.CCM.0000104917.39204.0A.
- [22] Murphy GS, Brull SJ. Quantitative neuromuscular monitoring and postoperative outcomes: a narrative review[J]. *Anesthesiology*, 2022, 136(2): 345-361. DOI: 10.1097/ALN.0000000000004044.
- [23] Dong Y, Yang Y, Guo W, et al. Comparison of phonomyography prototype with train-of-four watch sx for neuromuscular monitoring: a prospective observational study[J]. *Anesth Analg*, 2026, 142(2): 264-273. DOI: 10.1213/ANE.0000000000007648.
- [24] Raval AD, Anupindi VR, Ferrufino CP, et al. Epidemiology and outcomes of residual neuromuscular blockade: a systematic review of observational studies[J]. *J Clin Anesth*, 2020, 66: 109962. DOI: 10.1016/j.jclinane.2020.109962.
- [25] 吕兰, 陶刚, 魏官峰. 肌松监测下老年患者术后拔管安全性和有效性观察[J]. *西南军医*, 2017, 19(4):321-323. DOI: 10.3969/j.issn.1672-7193.2017.04.007.
- [26] 卢纯玲, 蔚会清. 老年患者在肌松监测下进行气管拔管对血流动力学及肌松残余的影响[J]. *中华保健医学杂志*, 2017, 19(4):351-352. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3245.2017.04.025.
- [27] Carvalho H, Verdonck M, Cools W, et al. Forty years of neuromuscular monitoring and postoperative residual curarisation: a meta-analysis and evaluation of confidence in network meta-analysis[J]. *Br J Anaesth*, 2020, 125(4):466-482. DOI: 10.1016/j.bja.2020.05.063.
- [28] Maheshwari K, Turan A, Mao G, et al. The association of hypotension during non-cardiac surgery, before and after skin incision, with postoperative acute kidney injury: a retrospective cohort analysis[J]. *Anaesthesia*, 2018, 73(10):1223-1228. DOI: 10.1111/anae.14416.
- [29] Ahuja S, Mascha EJ, Yang D, et al. Associations of intraoperative radial arterial systolic, diastolic, mean, and pulse pressures with myocardial and acute kidney injury after noncardiac surgery: a retrospective cohort analysis [J]. *Anesthesiology*, 2020, 132(2):291-306. DOI: 10.1097/ALN.0000000000003048.
- [30] Saugel B, Annecke T, Bein B, et al. Intraoperative haemodynamic monitoring and management of adults having non-cardiac surgery: Guidelines of the German Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine in collaboration with the German Association of the Scientific Medical Societies[J]. *J Clin Monit Comput*, 2024, 38(5):945-959. DOI: 10.1007/s10877-024-01132-7.
- [31] Kouz K, Wegge M, Flick M, et al. Continuous intra-arterial versus intermittent oscillometric arterial pressure monitoring and hypotension during induction of anaesthesia: the AWAKE randomised trial[J]. *Br J Anaesth*, 2022, 129(4):478-486. DOI: 10.1016/j.bja.2022.06.027.
- [32] Bijker JB, van Klei WA, Kappen TH, et al. Incidence of intraoperative hypotension as a function of the chosen definition: literature definitions applied to a retrospective cohort using automated data collection[J]. *Anesthesiology*, 2007, 107(2):213-220. DOI: 10.1097/01.anes.0000270724.40897.8e.
- [33] Salmasi V, Maheshwari K, Yang D, et al. Relationship between intraoperative hypotension, defined by either reduction from baseline or absolute thresholds, and acute kidney and myocardial injury after noncardiac surgery: a retrospective cohort analysis[J]. *Anesthesiology*, 2017, 126(1):47-65. DOI: 10.1097/ALN.0000000000001432.
- [34] Sessler DI, Bloomstone JA, Aronson S, et al. Perioperative quality initiative consensus statement on intraoperative blood pressure, risk and outcomes for elective surgery[J]. *Br J Anaesth*, 2019, 122(5): 563-574. DOI: 10.1016/j.bja.2019.01.013.
- [35] Wesselink EM, Kappen TH, Torn HM, et al. Intraoperative hypotension and the risk of postoperative adverse outcomes: a systematic review[J]. *Br J Anaesth*, 2018, 121(4):706-721. DOI: 10.1016/j.bja.2018.04.036.
- [36] Futier E, Lefrant JY, Guinot PG, et al. Effect of individualized vs standard blood pressure management strategies on postoperative organ dysfunction among high-risk patients undergoing major surgery: a randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2017, 318(14): 1346-1357. DOI: 10.1001/jama.2017.14172.
- [37] Abbott T, Pearse RM, Archbold RA, et al. A prospective international multicentre cohort study of intraoperative heart rate and systolic blood pressure and myocardial injury after noncardiac surgery: results of the VISION study[J]. *Anesth Analg*, 2018, 126(6): 1936-1945. DOI: 10.1213/ANE.0000000000002560.
- [38] Marik PE, Cavallazzi R. Does the central venous pressure predict fluid responsiveness? An updated meta-analysis and a plea for some common sense[J]. *Crit Care Med*, 2013, 41(7): 1774-1781. DOI: 10.1097/CCM.0b013e



- 31828a25fd.
- [39] 李茜, 马维. 围术期麻醉深度脑电监测与病人预后的相关性[J]. 西南医科大学学报, 2023, 46(2): 93-97. DOI: 10.3969/j.issn.2096-3351.
- [40] Fritz BA, Kalarickal PL, Maybrier HR, et al. Intraoperative electroencephalogram suppression predicts postoperative delirium[J]. *Anesth Analg*, 2016, 122(1): 234-242. DOI: 10.1213/ANE.0000000000000989.
- [41] Park SK, Han DW, Chang CH, et al. Association between intraoperative electroencephalogram burst suppression and postoperative delirium: a systematic review and meta-analysis[J]. *Anesthesiology*, 2025, 142(1): 107-120. DOI: 10.1097/ALN.0000000000005255.
- [42] Evered LA, Chan M, Han R, et al. Anaesthetic depth and delirium after major surgery: a randomised clinical trial[J]. *Br J Anaesth*, 2021, 127(5): 704-712. DOI: 10.1016/j.bja.2021.07.021.
- [43] Wang Y, Zhu H, Xu F, et al. The effect of anesthetic depth on postoperative delirium in older adults: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Geriatr*, 2023, 23(1): 719. DOI: 10.1186/s12877-023-04432-w.
- [44] Shao YR, Kahali P, Houle TT, et al. Low Frontal alpha power is associated with the propensity for burst suppression: an electroencephalogram phenotype for a "Vulnerable Brain"[J]. *Anesth Analg*, 2020, 131(5): 1529-1539. DOI: 10.1213/ANE.0000000000004781.
- [45] Hesse S, Kreuzer M, Hight D, et al. Association of electroencephalogram trajectories during emergence from anaesthesia with delirium in the postanesthesia care unit: an early sign of postoperative complications[J]. *Br J Anaesth*, 2019, 122(5): 622-634. DOI: 10.1016/j.bja.2018.09.016.
- [46] Xu A, Arnaout B, Scott DA, et al. Intraoperative electroencephalogram-derived measures and their association with postoperative delirium: a systematic review and meta-analysis[J]. *Br J Anaesth*, 2025, 135(6): 1684-1703. DOI: 10.1016/j.bja.2025.08.038.
- [47] Silva AR, Regueira P, Albuquerque E, et al. Estimates of geriatric delirium frequency in noncardiac surgeries and its evaluation across the years: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2021, 22(3): 613-620.e9. DOI: 10.1016/j.jamda.2020.08.017.
- [48] Sumner M, Deng C, Evered L, et al. Processed electroencephalography-guided general anaesthesia to reduce postoperative delirium: a systematic review and meta-analysis[J]. *Br J Anaesth*, 2023, 130(2): e243-e253. DOI: 10.1016/j.bja.2022.01.006.
- [49] Qi F, Fan L, Wang C, et al. Index of consciousness monitoring during general anesthesia may effectively enhance rehabilitation in elderly patients undergoing laparoscopic urological surgery: a randomized controlled clinical trial[J]. *BMC Anesthesiol*, 2023, 23(1): 331. DOI: 10.1186/s12871-023-02300-z.
- [50] Wildes TS, Mickle AM, Ben Abdallah A, et al. Effect of electroencephalography-guided anesthetic administration on postoperative delirium among older adults undergoing major surgery: the ENGAGES randomized clinical Trial[J]. *JAMA*, 2019, 321(5): 473-483. DOI: 10.1001/jama.2018.22005.
- [51] 中国医疗保健国际交流促进会心脏重症分会. 心脏及大血管术后谵妄的防治中国专家共识[J]. 中华医学杂志, 2023, 103(45): 3635-3644. DOI: 10.3760/cmaj.cn112137-20230719-00028.
- [52] Deschamps A, Ben Abdallah A, Jacobsohn E, et al. Electroencephalography-guided anesthesia and delirium in older adults after cardiac surgery: the ENGAGES-Canada randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2024, 332(2): 112-123. DOI: 10.1001/jama.2024.8144.
- [53] Ding L, Chen DX, Li Q. Effects of electroencephalography and regional cerebral oxygen saturation monitoring on perioperative neurocognitive disorders: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Anesthesiol*, 2020, 20(1): 254. DOI: 10.1186/s12871-020-01163-y.
- [54] Ding X, Zha T, Abudourousuli G, et al. Effects of regional cerebral oxygen saturation monitoring on postoperative cognitive dysfunction in older patients: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Geriatr*, 2023, 23(1): 123. DOI: 10.1186/s12877-023-03804-6.
- [55] Tian LJ, Yuan S, Zhou CH, et al. The effect of intraoperative cerebral oximetry monitoring on postoperative cognitive dysfunction and ICU stay in adult patients undergoing cardiac surgery: an updated systematic review and meta-analysis[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2021, 8: 814313. DOI: 10.3389/fcvm.2021.814313.
- [56] Eertmans W, De Deyne C, Genbrugge C, et al. Association between postoperative delirium and postoperative cerebral oxygen desaturation in older patients after cardiac surgery[J]. *Br J Anaesth*, 2020, 124(2): 146-153. DOI: 10.1016/j.bja.2019.09.042.
- [57] Kim J, Shim JK, Song JW, et al. Postoperative cognitive dysfunction and the change of regional cerebral oxygen saturation in elderly patients undergoing spinal surgery[J]. *Anesth Analg*, 2016, 123(2): 436-444. DOI: 10.1213/ANE.0000000000001352.
- [58] Lei L, Katznelson R, Fedorko L, et al. Cerebral oximetry and postoperative delirium after cardiac surgery: a randomised, controlled trial[J]. *Anaesthesia*, 2017, 72(12): 1456-1466. DOI: 10.1111/anae.14056.
- [59] Hammill BG, Curtis LH, Bennett-Guerrero E, et al. Impact of heart failure on patients undergoing major noncardiac surgery[J]. *Anesthesiology*, 2008, 108(4): 559-567. DOI: 10.1097/ALN.0b013e31816725ef.
- [60] Mangano DT, Browner WS, Hollenberg M, et al. Association of perioperative myocardial ischemia with cardiac morbidity and mortality in men undergoing noncardiac surgery. The Study of Perioperative Ischemia Research Group[J]. *N Engl J Med*, 1990, 323(26): 1781-1788. DOI: 10.1056/NEJM199012273232601.
- [61] Flu WJ, van Kuijk JP, Hoeks SE, et al. Prognostic implications of asymptomatic left ventricular dysfunction in patients undergoing vascular surgery[J]. *Anesthesiology*, 2010, 112(6): 1316-1324. DOI: 10.1097/ALN.0b013e3181da89ca.
- [62] Rodseth RN, Biccard BM, Le Manach Y, et al. The prognostic value of pre-operative and post-operative B-type natriuretic peptides in patients undergoing noncardiac surgery: B-type natriuretic peptide and N-terminal fragment of pro-B-type natriuretic peptide: a systematic review and individual patient data meta-analysis[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2014, 63(2): 170-180. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.08.1630.
- [63] van Waes JA, Nathoe HM, de Graaff JC, et al. Myocardial injury after noncardiac surgery and its association with short-term



- mortality[J]. *Circulation*, 2013, 127(23): 2264-2271. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.002128.
- [64] Zhao BC, Liu WF, Deng QW, et al. Meta-analysis of preoperative high-sensitivity cardiac troponin measurement in non-cardiac surgical patients at risk of cardiovascular complications[J]. *Br J Surg*, 2020, 107(2): e81-e90. DOI: 10.1002/bjs.11305.
- [65] Botto F, Alonso-Coello P, Chan MT, et al. Myocardial injury after noncardiac surgery: a large, international, prospective cohort study establishing diagnostic criteria, characteristics, predictors, and 30-day outcomes[J]. *Anesthesiology*, 2014, 120(3): 564-578. DOI: 10.1097/ALN.000000000000113.
- [66] Writing Committee for the VISION Study Investigators, Devereaux PJ, Biccarrd BM, et al. Association of postoperative high-sensitivity troponin levels with myocardial injury and 30-day mortality among patients undergoing noncardiac surgery[J]. *JAMA*, 2017, 317(16): 1642-1651. DOI: 10.1001/jama.2017.4360.
- [67] Puelacher C, Lurati Buse G, Seeberger D, et al. Perioperative myocardial injury after noncardiac surgery: incidence, mortality, and characterization[J]. *Circulation*, 2018, 137(12): 1221-1232. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.030114.
- [68] Kouvelos GN, Milionis HJ, Arnaoutoglou EM, et al. Postoperative levels of cardiac troponin versus CK-MB and high-sensitivity C-reactive protein for the prediction of 1-year cardiovascular outcome in patients undergoing vascular surgery[J]. *Coron Artery Dis*, 2011, 22(6): 428-434. DOI: 10.1097/MCA.0b013e3283487d96.
- [69] Karthikeyan G, Moncur RA, Levine O, et al. Is a pre-operative brain natriuretic peptide or N-terminal pro-B-type natriuretic peptide measurement an independent predictor of adverse cardiovascular outcomes within 30 days of noncardiac surgery? A systematic review and meta-analysis of observational studies[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2009, 54(17): 1599-1606. DOI: 10.1016/j.jacc.2009.06.028.
- [70] Ryding AD, Kumar S, Worthington AM, et al. Prognostic value of brain natriuretic peptide in noncardiac surgery: a meta-analysis[J]. *Anesthesiology*, 2009, 111(2): 311-319. DOI: 10.1097/ALN.0b013e3181aaeb11.
- [71] Rodseth RN, Padayachee L, Biccarrd BM. A meta-analysis of the utility of pre-operative brain natriuretic peptide in predicting early and intermediate-term mortality and major adverse cardiac events in vascular surgical patients [J]. *Anaesthesia*, 2008, 63(11): 1226-1233. DOI: 10.1111/j.1365-2044.2008.05574.x.
- [72] Goei D, Schouten O, Boersma E, et al. Influence of renal function on the usefulness of N-terminal pro-B-type natriuretic peptide as a prognostic cardiac risk marker in patients undergoing noncardiac vascular surgery[J]. *Am J Cardiol*, 2008, 101(1): 122-126. DOI: 10.1016/j.amjcard.2007.07.058.
- [73] Rodseth RN, Biccarrd BM, Chu R, et al. Postoperative B-type natriuretic peptide for prediction of major cardiac events in patients undergoing noncardiac surgery: systematic review and individual patient meta-analysis[J]. *Anesthesiology*, 2013, 119(2): 270-283. DOI: 10.1097/ALN.0b013e31829083f1.
- [74] Goei D, van Kuijk JP, Flu WJ, et al. Usefulness of repeated N-terminal pro-B-type natriuretic peptide measurements as incremental predictor for long-term cardiovascular outcome after vascular surgery[J]. *Am J Cardiol*, 2011, 107(4): 609-614. DOI: 10.1016/j.amjcard.2010.10.021.
- [75] Dave C, Shen J, Chaudhuri D, et al. Dynamic assessment of fluid responsiveness in surgical ICU patients through stroke volume variation is associated with decreased length of stay and costs: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Intensive Care Med*, 2020, 35(1): 14-23. DOI: 10.1177/0885066618805410.
- [76] Marik PE, Cavallazzi R, Vasu T, et al. Dynamic changes in arterial waveform derived variables and fluid responsiveness in mechanically ventilated patients: a systematic review of the literature[J]. *Crit Care Med*, 2009, 37(9): 2642-2647. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3181a590da.
- [77] Benes J, Chytra I, Altmann P, et al. Intraoperative fluid optimization using stroke volume variation in high risk surgical patients: results of prospective randomized study [J]. *Crit Care*, 2010, 14(3): R118. DOI: 10.1186/cc9070.
- [78] Chaves R, Barbas C, Queiroz V, et al. Assessment of fluid responsiveness using pulse pressure variation, stroke volume variation, plethysmographic variability index, central venous pressure, and inferior vena cava variation in patients undergoing mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis[J]. *Crit Care*, 2024, 28(1): 289. DOI: 10.1186/s13054-024-05078-9.
- [79] Ansari BM, Zochios V, Falter F, et al. Physiological controversies and methods used to determine fluid responsiveness: a qualitative systematic review[J]. *Anaesthesia*, 2016, 71(1): 94-105. DOI: 10.1111/anae.13246.
- [80] Alvarado Sánchez JI, Caicedo Ruiz JD, Diaztagle Fernández JJ, et al. Variables influencing the prediction of fluid responsiveness: a systematic review and meta-analysis[J]. *Crit Care*, 2023, 27(1): 361. DOI: 10.1186/s13054-023-04629-w.
- [81] Cherpanath TG, Hirsch A, Geerts BF, et al. Predicting fluid responsiveness by passive leg raising: a systematic review and meta-analysis of 23 clinical trials[J]. *Crit Care Med*, 2016, 44(5): 981-991. DOI: 10.1097/CCM.0000000000001556.
- [82] Monnet X, Marik P, Teboul JL. Passive leg raising for predicting fluid responsiveness: a systematic review and meta-analysis[J]. *Intensive Care Med*, 2016, 42(12): 1935-1947. DOI: 10.1007/s00134-015-4134-1.
- [83] Cardozo Júnior L, Lemos G, Besen B. Fluid responsiveness assessment using inferior vena cava collapsibility among spontaneously breathing patients: systematic review and meta-analysis[J]. *Med Intensiva (Engl Ed)*, 2023, 47(2): 90-98. DOI: 10.1016/j.medine.2021.12.018.
- [84] Eskesen TG, Wetterslev M, Perner A. Systematic review including re-analyses of 1 148 individual data sets of central venous pressure as a predictor of fluid responsiveness[J]. *Intensive Care Med*, 2016, 42(3): 324-332. DOI: 10.1007/s00134-015-4168-4.
- [85] Palevsky PM, Liu KD, Brophy PD, et al. KDOQI US commentary on the 2012 KDIGO clinical practice guideline for acute kidney injury[J]. *Am J Kidney Dis*, 2013, 61(5): 649-672. DOI: 10.1053/j.ajkd.2013.02.349.
- [86] Ostermann M, Zarbock A, Goldstein S, et al. Recommendations on acute kidney injury biomarkers from



- the acute disease quality initiative consensus conference: a consensus statement[J]. *JAMA Netw Open*, 2020, 3(10): e2019209. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2020.19209.
- [87] Bloos F, Zhang Z, Boulain T. Lactate-guided resuscitation saves lives: yes[J]. *Intensive Care Med*, 2016, 42(3): 466-469. DOI: 10.1007/s00134-015-4196-0.
- [88] Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021[J]. *Crit Care Med*, 2021, 49(11): e1063-e1143. DOI: 10.1097/CCM.0000000000005337.
- [89] Garcia-Alvarez M, Marik P, Bellomo R. Sepsis-associated hyperlactatemia[J]. *Crit Care*, 2014, 18(5): 503. DOI: 10.1186/s13054-014-0503-3.
- [90] Rivers E, Nguyen B, Havstad S, et al. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock [J]. *N Engl J Med*, 2001, 345(19): 1368-1377. DOI: 10.1056/NEJMoa010307.
- [91] Textoris J, Fouché L, Wiramus S, et al. High central venous oxygen saturation in the latter stages of septic shock is associated with increased mortality[J]. *Crit Care*, 2011, 15(4): R176. DOI: 10.1186/cc10325.
- [92] Murkin JM, Adams SJ, Novick RJ, et al. Monitoring brain oxygen saturation during coronary bypass surgery: a randomized, prospective study[J]. *Anesth Analg*, 2007, 104(1): 51-58. DOI: 10.1213/01.ane.0000246814.29362.f4.
- [93] Michard F, Boussat S, Chemla D, et al. Relation between respiratory changes in arterial pulse pressure and fluid responsiveness in septic patients with acute circulatory failure[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2000, 162(1): 134-138. DOI: 10.1164/ajrcm.162.1.9903035.
- [94] Jacquet-Lagrèze M, Pernollet A, Kattan E, et al. Prognostic value of capillary refill time in adult patients: a systematic review with meta-analysis[J]. *Crit Care*, 2023, 27(1): 473. DOI: 10.1186/s13054-023-04751-9.
- [95] Landesberg G, Mosseri M, Wolf Y, et al. Perioperative myocardial ischemia and infarction: identification by continuous 12-lead electrocardiogram with online ST-segment monitoring[J]. *Anesthesiology*, 2002, 96(2): 264-270. DOI: 10.1097/00000542-200202000-00007.
- [96] Smith JS, Cahalan MK, Benefiel DJ, et al. Intraoperative detection of myocardial ischemia in high-risk patients: electrocardiography versus two-dimensional transesophageal echocardiography[J]. *Circulation*, 1985, 72(5): 1015-1021. DOI: 10.1161/01.cir.72.5.1015.
- [97] Eisenberg MJ, London MJ, Leung JM, et al. Monitoring for myocardial ischemia during noncardiac surgery. A technology assessment of transesophageal echocardiography and 12-lead electrocardiography. The Study of Perioperative Ischemia Research Group[J]. *JAMA*, 1992, 268(2): 210-216. DOI: 10.1001/jama.268.2.210.
- [98] Leung JM, O'Kelly B, Browner WS, et al. Prognostic importance of postbypass regional wall-motion abnormalities in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery. SPI Research Group[J]. *Anesthesiology*, 1989, 71(1): 16-25. DOI: 10.1097/00000542-198907000-00004.
- [99] Leung JM, O'Kelly BF, Mangano DT. Relationship of regional wall motion abnormalities to hemodynamic indices of myocardial oxygen supply and demand in patients undergoing CABG surgery[J]. *Anesthesiology*, 1990, 73(5): 802-814. DOI: 10.1097/00000542-199011000-00002.
- [100] 中华医学会麻醉学分会老年人麻醉学组. 中国老年患者围术期麻醉管理指导意见 [J]. 国际麻醉学与复苏杂志, 2014, 35(10): 870-881, 901. DOI: 10.3760/cma. j. issn.1673-4378.2014.10.002.
- [101] Coppola S, Pozzi T, Catozzi G, et al. Clinical performance of $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ and $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ratio in mechanically ventilated acute respiratory distress syndrome patients: a retrospective Study[J]. *Crit Care Med*, 2025, 53(4): e953-e962. DOI: 10.1097/CCM.0000000000006623.
- [102] Rice TW, Wheeler AP, Bernard GR, et al. Comparison of the $\text{SpO}_2/\text{FIO}_2$ ratio and the $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ ratio in patients with acute lung injury or ARDS[J]. *Chest*, 2007, 132(2): 410-417. DOI: 10.1378/chest.07-0617.
- [103] Neto AS, Hemmes SN, Barbas CS, et al. Association between driving pressure and development of postoperative pulmonary complications in patients undergoing mechanical ventilation for general anaesthesia: a meta-analysis of individual patient data[J]. *Lancet Respir Med*, 2016, 4(4): 272-280. DOI: 10.1016/S2213-2600(16)00057-6.
- [104] Ladha K, Vidal Melo MF, McLean DJ, et al. Intraoperative protective mechanical ventilation and risk of postoperative respiratory complications: hospital based registry study[J]. *BMJ*, 2015, 351: h3646. DOI: 10.1136/bmj.h3646.
- [105] Mathis MR, Duggal NM, Likosky DS, et al. Intraoperative mechanical ventilation and postoperative pulmonary complications after cardiac surgery[J]. *Anesthesiology*, 2019, 131(5): 1046-1062. DOI: 10.1097/ALN.0000000000002909.
- [106] Park M, Ahn HJ, Kim JA, et al. Driving pressure during thoracic surgery: a randomized clinical trial[J]. *Anesthesiology*, 2019, 130(3): 385-393. DOI: 10.1097/ALN.0000000000002600.
- [107] Andersson LE, Bååth M, Thörne A, et al. Effect of carbon dioxide pneumoperitoneum on development of atelectasis during anesthesia, examined by spiral computed tomography[J]. *Anesthesiology*, 2005, 102(2): 293-299. DOI: 10.1097/00000542-200502000-00009.
- [108] Almarakbi WA, Fawzi HM, Alhashemi JA. Effects of four intraoperative ventilatory strategies on respiratory compliance and gas exchange during laparoscopic gastric banding in obese patients[J]. *Br J Anaesth*, 2009, 102(6): 862-868. DOI: 10.1093/bja/aep084.
- [109] Cheng M, Ni L, Huang L, et al. Effect of positive end-expiratory pressure on pulmonary compliance and pulmonary complications in patients undergoing robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy: a randomized control trial[J]. *BMC Anesthesiol*, 2022, 22(1): 347. DOI: 10.1186/s12871-022-01869-1.
- [110] Chen L, Yu K, Yang J, et al. Electrical impedance tomography-guided positive end-expiratory pressure titration for perioperative oxygenation and postoperative pulmonary complications: a systematic review and meta-analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2024, 103(52): e40357. DOI: 10.1097/MD.00000000000040357.
- [111] Jiang L, Deng Y, Xu F, et al. Individualized PEEP guided by EIT in patients undergoing general anesthesia: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Clin Anesth*, 2024, 94: 111397. DOI: 10.1016/j.jclinane.2024.111397.
- [112] Ma J, Sun M, Song F, et al. Effect of ultrasound-guided individualized positive end-expiratory pressure on the



- severity of postoperative atelectasis in elderly patients: a randomized controlled study[J]. *Sci Rep*, 2024, 14(1): 28128. DOI: 10.1038/s41598-024-79105-8.
- [113] Liu B, Wang Y, Li L, et al. The effects of laryngeal mask versus endotracheal tube on atelectasis after general anesthesia induction assessed by lung ultrasound: a randomized controlled trial[J]. *J Clin Anesth*, 2024, 98: 111564. DOI: 10.1016/j.jclinane.2024.111564.
- [114] Daugaard C, Pedersen AB, Kristensen NR, et al. Preoperative antithrombotic therapy and risk of blood transfusion and mortality following hip fracture surgery: a Danish nationwide cohort study[J]. *Osteoporos Int*, 2019, 30(3):583-591. DOI: 10.1007/s00198-018-4786-0.
- [115] Madsen CM, Jantzen C, Lauritzen JB, et al. Temporal trends in the use of antithrombotics at admission[J]. *Acta Orthop*, 2016, 87(4):368-373. DOI: 10.1080/17453674.2016.1195662.
- [116] Wu T, Xia X, Chen W, et al. The effect of anti-Xa monitoring on the safety and efficacy of low-molecular-weight heparin anticoagulation therapy: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Clin Pharm Ther*, 2020, 45(4):602-608. DOI: 10.1111/jcpt.13169.
- [117] Tran A, Fernando SM, Gates RS, et al. Efficacy and safety of anti-Xa-guided versus fixed dosing of low molecular weight heparin for prevention of venous thromboembolism in trauma patients: a systematic review and meta-analysis[J]. *Ann Surg*, 2023, 277(5): 734-741. DOI: 10.1097/SLA.0000000000005754.
- [118] Rodriguez Alvarez AA, Cieri IF, Morrow KL, et al. Association of age on thromboelastography coagulation profiles among elderly patients with peripheral arterial disease[J]. *J Vasc Surg*, 2026, 82(1): 173-179. DOI: 10.1016/j.jvs.2025.02.002.
- [119] Mador B, Nascimento B, Hollands S, et al. Blood transfusion and coagulopathy in geriatric trauma patients [J]. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2017, 25(1):33. DOI: 10.1186/s13049-017-0374-0.
- [120] Vymazal T, Astravkhava M, Durila M. Rotational thromboelastometry helps to reduce blood product consumption in critically ill patients during small surgical procedures at the intensive care unit-a retrospective clinical analysis and literature search[J]. *Transfus Med Hemother*, 2018, 45(6): 385-387. DOI: 10.1159/000486453.
- [121] Sucker C, Litmathe J, Feindt P, et al. Platelet function analyzer (PFA-100) as a useful tool for the prediction of transfusion requirements during aortic valve replacement [J]. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2011, 59(4): 233-236. DOI: 10.1055/s-0030-1250375.
- [122] Ellis J, Valencia O, Crerar-Gilbert A, et al. Point-of-care platelet function testing to predict blood loss after coronary artery bypass grafting surgery: a prospective observational pilot study[J]. *Perfusion*, 2016, 31(8): 676-682. DOI: 10.1177/0267659116656774.
- [123] Mishra PK, Thekkudan J, Sahajanandan R, et al. The role of point-of-care assessment of platelet function in predicting postoperative bleeding and transfusion requirements after coronary artery bypass grafting[J]. *Ann Card Anaesth*, 2015, 18(1): 45-51. DOI: 10.4103/0971-9784.148321.
- [124] Schimmer C, Hamouda K, Sommer SP, et al. The predictive value of multiple electrode platelet aggregometry (multiplate) in adult cardiac surgery[J]. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2013, 61(8): 733-743. DOI: 10.1055/s-0033-1333659.
- [125] Vlot EA, Willemsen LM, Van Dongen E, et al. Perioperative point of care platelet function testing and postoperative blood loss in high-risk cardiac surgery patients[J]. *Platelets*, 2019, 30(8): 982-988. DOI: 10.1080/09537104.2018.1542123.
- [126] Myles PS, Bellomo R, Corcoran T, et al. Restrictive versus liberal fluid therapy for major abdominal surgery[J]. *N Engl J Med*, 2018, 378(24): 2263-2274. DOI: 10.1056/NEJMoa1801601.
- [127] Salahuddin N, Sammani M, Hamdan A, et al. Fluid overload is an independent risk factor for acute kidney injury in critically ill patients: results of a cohort study[J]. *BMC Nephrol*, 2017, 18(1): 45. DOI: 10.1186/s12882-017-0460-6.
- [128] Balakumar V, Murugan R, Sileanu FE, et al. Both positive and negative fluid balance may be associated with reduced long-term survival in the critically ill[J]. *Crit Care Med*, 2017, 45(8): e749-e757. DOI: 10.1097/CCM.0000000000002372.
- [129] Shang W, Wang Z. The update of NGAL in acute kidney injury[J]. *Curr Protein Pept Sci*, 2017, 18(12):1211-1217. DOI: 10.2174/1389203717666160909125004.
- [130] Kashani K, Al-Khafaji A, Ardiles T, et al. Discovery and validation of cell cycle arrest biomarkers in human acute kidney injury[J]. *Crit Care*, 2013, 17(1): R25. DOI: 10.1186/cc12503.
- [131] Guzzi LM, Bergler T, Binnall B, et al. Clinical use of [TIMP-2] · [IGFBP7] biomarker testing to assess risk of acute kidney injury in critical care: guidance from an expert panel[J]. *Crit Care*, 2019, 23(1):225. DOI: 10.1186/s13054-019-2504-8.
- [132] Wang Y, Zou Z, Jin J, et al. Urinary TIMP-2 and IGFBP7 for the prediction of acute kidney injury following cardiac surgery[J]. *BMC Nephrol*, 2017, 18(1):177. DOI: 10.1186/s12882-017-0592-8.
- [133] Nalesso F, Cattarin L, Gobbi L, et al. Evaluating nephrocheck® as a predictive tool for acute kidney injury [J]. *Int J Nephrol Renovasc Dis*, 2020, 13: 85-96. DOI: 10.2147/IJNRD.S198222.
- [134] Molinari L, Del Rio-Pertuz G, Smith A, et al. Utility of biomarkers for sepsis-associated acute kidney injury staging[J]. *JAMA Netw Open*, 2022, 5(5):e2212709. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2022.12709.
- [135] Göcze I, Jauch D, Götz M, et al. Biomarker-guided intervention to prevent acute kidney injury after major surgery: the prospective randomized bigpAK study[J]. *Ann Surg*, 2018, 267(6): 1013-1020. DOI: 10.1097/SLA.0000000000002485.
- [136] Yu Y, Wu H, Liu C, et al. Intraoperative renal desaturation and postoperative acute kidney injury in older patients undergoing liver resection: a prospective cohort study[J]. *J Clin Anesth*, 2023, 87: 111084. DOI: 10.1016/j.jclinane.2023.111084.
- [137] Liu C, Wang X, Shi W, et al. The relationship between trajectories of renal oxygen saturation and acute kidney injury: a prospective cohort study with a secondary analysis[J]. *Aging Clin Exp Res*, 2024, 36(1): 46. DOI: 10.1007/s40520-024-02701-1.
- [138] Wang B, Shi H, Yao Y, et al. The association between renal



- desaturation measured using near-infrared spectroscopy and postoperative acute kidney injury: a systematic review[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2024, 38(11): 2606-2612. DOI: 10.1053/j.jvca.2024.08.004.
- [139] Croome KP, Lee DD, Burns JM, et al. Simultaneous liver and kidney transplantation in elderly patients: outcomes and validation of a clinical risk score for patient selection [J]. Ann Hepatol, 2016, 15(6): 870-880. DOI: 10.5604/16652681.1222103.
- [140] Zaydfudim VM, Turrentine FE, Smolkin ME, et al. The impact of cirrhosis and MELD score on postoperative morbidity and mortality among patients selected for liver resection[J]. Am J Surg, 2020, 220(3): 682-686. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2020.01.022.
- [141] Dolejs SC, Beane JD, Kays JK, et al. The model for end-stage liver disease predicts outcomes in patients undergoing cholecystectomy[J]. Surg Endosc, 2017, 31(12):5192-5200. DOI: 10.1007/s00464-017-5587-9.
- [142] Kim MT, Tsouris N, Lung BE, et al. Predicting operative outcomes of total shoulder arthroplasty using the model for end-stage liver disease score[J]. JSES Int, 2024, 8(3): 515-521. DOI: 10.1016/j.jseint.2024.01.001.
- [143] Krafcik BM, Farber A, Eslami MH, et al. The role of model for end-stage liver disease (MELD) score in predicting outcomes for lower extremity bypass[J]. J Vasc Surg, 2016, 64(1):124-130. DOI: 10.1016/j.jvs.2016.01.033.
- [144] Newman KL, Johnson KM, Cornia PB, et al. Perioperative evaluation and management of patients with cirrhosis: risk assessment, surgical outcomes, and future directions [J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2020, 18(11):2398-2414. e3. DOI: 10.1016/j.cgh.2019.07.051.
- [145] Liu R, Li R, Zhang M, et al. Prognostic value of platelet-Albumin-Bilirubin Grade in Child-Pugh A and B patients with hepatocellular carcinoma: a meta-analysis [J]. Front Oncol, 2022, 12: 914997. DOI: 10.3389/fonc.2022.914997.
- [146] Wang YY, Zhong JH, Su ZY, et al. Albumin-bilirubin versus Child-Pugh score as a predictor of outcome after liver resection for hepatocellular carcinoma[J]. Br J Surg, 2016, 103(6):725-734. DOI: 10.1002/bjs.10095.
- [147] Zhao S, Wang M, Yang Z, et al. Comparison between Child-Pugh score and Albumin-Bilirubin grade in the prognosis of patients with HCC after liver resection using time-dependent ROC[J]. Ann Transl Med, 2020, 8(8):539. DOI: 10.21037/atm.2020.02.85.
- [148] Bellini V, Rafano Carnà E, Russo M, et al. Artificial intelligence and anesthesia: a narrative review[J]. Ann Transl Med, 2022, 10(9): 528. DOI: 10.21037/atm-21-7031.
- [149] Singhal M, Gupta L, Hirani K. A Comprehensive analysis and review of artificial intelligence in anaesthesia[J]. Cureus, 2023, 15(9):e45038. DOI: 10.7759/cureus.45038.

·读者·作者·编者·

《中华医学杂志》“看图知病”栏目征稿

医学图像的解读在疾病诊断、疗效评估及预后判断中起着至关重要的作用,是临床医师需要掌握的核心技能。中华医学杂志特开辟“看图知病”栏目,征集对临床实践有重要借鉴意义的典型病例图像资料。

1. 病例选择:(1)特殊、少见病例的典型表现;(2)诊断明确,一般要求有病理诊断;(3)图像可为影像图、病理图、照片图等,对临床工作有实际借鉴价值。

2. 写作格式:(1)文题为“疾病或症状名称”,例如“声带息肉导致气道阻塞”“脂性渐进性坏死”等;(2)简明扼要介绍病例特征,正文字数控制在400~600字为宜(包括年龄、性别、就诊地点、相关体格检查和实验室检查结果、诊疗经过、治疗反应和随访结果等),文中需说明该图像最重要的特征;

(3)不进行讨论;(4)不标注参考文献;(5)不提供摘要;(6)图片数量如非必要不超过2幅,图片清晰、典型,无杂乱背景,图中有箭头或标注者需在文中注解;(7)图片可为jpg、tif、png等格式,原图作为附件上传(如有视频资料也可作为附件上传);(8)作者数量原则上1~2位,提供单位名称和Email。

3. 投稿方式:通过本刊官网(网址:<https://www.nmjcn.net.cn/>)或中华医学会杂志社学术期刊服务平台投稿(网址:<https://medpress.yiigle.com/>),投稿栏目选择“看图知病”。

4. 说明:本栏目稿件不收取审稿费及稿件处理费,将按快速通道流程处理,亦需通过内审、外审及定稿会等三审五定流程,编辑合格后尽快刊出。刊出后付作者稿酬50元/篇。

(本刊编辑部)

