

# ESD术中并发症的护理预警与干预策略： 聚焦出血、穿孔与电凝综合征

刘荣华, 白海玲, 曹 慧, 杨列云\*

延安大学附属医院消化内镜室, 陕西 延安

收稿日期: 2026年7月20日; 录用日期: 2026年8月13日; 发布日期: 2026年8月21日

## 摘 要

内镜黏膜下剥离术(endoscopic submucosal dissection, ESD)已成为早期消化道肿瘤及癌前病变微创治疗的重要手段, 具有整块切除率高、病理评估完整等优势, 但其操作复杂、技术要求高, 术中及围术期并发症仍是影响患者安全和治疗质量的关键问题。其中, 出血、穿孔和电凝综合征是ESD最常见且最具临床意义的并发症。本文围绕ESD术中及围术期并发症的护理预警与干预策略进行综述, 重点分析出血、穿孔和电凝综合征的发生机制、危险因素、早期识别指标及循证护理干预措施。现有研究显示, 病变部位、病灶大小、黏膜下纤维化程度、抗栓药物使用、操作者经验及能量模式选择等均与并发症发生密切相关。构建基于术前风险分层、术中动态监测、术后标准化观察和快速反应团队联动的多维度护理预警体系, 有助于实现并发症的早发现、早干预和早处理。未来需进一步开展高质量随机对照研究, 完善护理干预证据, 推动人工智能辅助预警、智能监测设备及多学科协作模式在ESD安全管理中的应用, 以提升患者围术期安全性和护理质量。

## 关键词

内镜黏膜下剥离术, 并发症, 出血, 穿孔, 电凝综合征, 护理预警, 护理干预

# Nursing Early-Warning and Intervention Strategies for Intraoperative Complications of Endoscopic Submucosal Dissection: Focus on Bleeding, Perforation, and Post-ESD Coagulation Syndrome

Ronghua Liu, Hailing Bai, Hui Cao, Lieyun Yang\*

\*通讯作者。

文章引用: 刘荣华, 白海玲, 曹慧, 杨列云. ESD 术中并发症的护理预警与干预策略: 聚焦出血、穿孔与电凝综合征[J]. 临床医学进展, 2026, 16(8): 1973-1983. DOI: 10.12677/acm.2026.1682985

## Abstract

Endoscopic submucosal dissection (ESD) has become an important minimally invasive technique for the treatment of early gastrointestinal tumors and precancerous lesions, owing to its high en bloc resection rate and ability to provide complete pathological assessment. However, because of its technical complexity and demanding procedural requirements, intraoperative and perioperative complications remain major concerns affecting patient safety and treatment quality. Among these complications, bleeding, perforation, and post-ESD coagulation syndrome are the most common and clinically significant. This review summarizes nursing early-warning and intervention strategies for ESD-related complications, with a particular focus on the mechanisms, risk factors, early recognition indicators, and evidence-based nursing interventions for bleeding, perforation, and post-ESD coagulation syndrome. Current evidence suggests that lesion location, lesion size, degree of submucosal fibrosis, use of antithrombotic agents, operator experience, and selection of electrosurgical energy mode are closely associated with the occurrence of complications. Establishing a multidimensional nursing early-warning system based on preoperative risk stratification, intraoperative dynamic monitoring, standardized postoperative observation, and rapid response team collaboration may facilitate early detection, timely intervention, and effective management of complications. Future studies should include high-quality randomized controlled trials to strengthen the evidence base for nursing interventions and promote the integration of artificial intelligence-assisted warning systems, intelligent monitoring devices, and multidisciplinary collaboration into ESD safety management, thereby improving perioperative patient safety and nursing quality.

## Keywords

Endoscopic Submucosal Dissection, Complications, Bleeding, Perforation, Post-ESD Coagulation Syndrome, Nursing Early Warning, Nursing Intervention

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

## 1. 引言与研究价值定位

内镜黏膜下剥离术(Endoscopic Submucosal Dissection, ESD)作为微创治疗早期消化道肿瘤的核心技术,近年来在全球范围内迅速推广,已广泛应用于食管、胃及结直肠等部位的早期癌变或高级别异型增生病变[1]。随着器械改良与操作经验积累,ESD在整块切除率和病理评估完整性方面显著优于传统内镜黏膜切除术(EMR),成为指南推荐的首选治疗方式[2]。然而,其技术复杂性亦伴随较高的围术期并发症风险,尤其在处理大尺寸、纤维化或位于解剖弯曲部位的病灶时更为突出[3][4]。当前,ESD相关技术创新不断涌现,包括水冷辅助ESD(W-ESD)[5]、新型黏膜下注射材料如羧甲基淀粉钠-Laponite水凝胶[6]及PGSH水凝胶[7]、高压水刀系统[8]等,均旨在提升手术安全性与效率。同时,人工智能辅助系统如基于DeepLabv3的临床决策支持工具已在血管识别与组织结构辨识中展现出潜力,有望降低术中出血与穿孔风险[9]。这

些进展不仅拓展了 ESSD 的适应证边界, 也对围术期护理提出了更高要求。

### 1.1. ESD 技术的发展现状与临床应用拓展

ESD 技术自 20 世纪末在日本率先应用于早期胃癌治疗以来, 已逐步扩展至食管、十二指肠及结直肠等上、下消化道领域[1][10]。目前, 对于直径  $\geq 20$  mm 的非息肉状结直肠病变, ESD 已成为实现整块切除的重要手段[11]; 在十二指肠腺瘤管理中, 尽管操作难度高、并发症风险达 15%, 国际指南仍推荐对  $\geq 20$  mm 或具 Is 成分的病变采用热圈套 ESD [10]。而在技术层面, 多种创新策略已被引入用以优化手术过程: 例如, 盐水浸润预封闭黏膜下血管可将术中出血率从 75.8%降至 32.4% [12]; 而水冷辅助 ESD 不仅缩短手术时间, 还将术后电凝综合征(PECS)发生率由 17.1%降至 7.6% [5]。此外, 新型止血材料如 TDM-621 肽[13]、hPPL 衍生物[14]及可喷洒粘附水凝胶[15]在控制渗血与促进创面愈合方面显示出良好前景。尽管如此, ESD 的广泛应用仍受限于操作者经验、设备条件及并发症管理能力, 尤其在基层医疗机构, 亟需建立标准化护理路径以保障患者安全。

### 1.2. 围术期并发症对患者预后与医疗安全的影响

ESD 围术期并发症主要包括出血、穿孔及电凝综合征(PECS), 三者不仅延长住院时间、增加医疗成本, 更可能危及生命。迟发性出血是常见并发症之一, 在接受抗凝治疗的患者中尤为突出: 达比加群使用者的延迟出血率高达 18.26% [16], 而病变  $> 3$  cm 者术后 48 小时内出血风险可超过 25% [10]。穿孔虽总体发生率较低(术中 8.3%, 延迟 0.6%), 但延迟穿孔常需急诊手术干预, 且与病灶大小  $\geq 50$  mm、严重纤维化及近端结肠位置密切相关[3]。值得注意的是, 一例死亡病例即归因于延迟出血而非穿孔本身[3], 凸显出血管理的关键性。PECS 虽多为自限性, 但可导致发热、腹痛及炎症指标升高, 影响患者恢复质量[17]。此外, 罕见但严重的并发症如术后肠梗阻亦有报道, 若未能及时识别, 可能导致病情恶化[18]。上述并发症不仅威胁患者安全, 亦对医疗资源调配与质量控制构成挑战, 凸显构建系统性预警与干预机制的紧迫性。

### 1.3. 聚焦出血、穿孔与电凝综合征的护理研究必要性

尽管 ESD 技术不断进步, 现有证据表明护理干预在并发症防控中仍存在显著空白。例如, 前瞻性夹闭虽可将结直肠 ESD 术后临床显著性迟发性出血风险从 3.4%降至 0.3% [19], 但对穿孔与 PECS 无明显影响; 而围术期抗生素使用亦未能降低 PECS 发生率(4.7% vs 7.5%,  $P = 0.29$ ) [17]。另一方面, 部分干预措施显示出特定场景下的价值: 经直肠引流管(TDT)可使 PECS 发生率从 17.86%降至 6.25% [20]; 预防性夹闭在 DOACs 使用者及右半结肠病变患者中效果更佳[21]; 而 O-ring 闭合技术(E-LOC)在抗血栓患者中实现 0%术后出血率[22]。然而, 这些策略多聚焦于术中或术后单一环节, 缺乏贯穿围术期的整合性护理框架。尤其在出血风险分层(如 CKD、病变近端位置为独立危险因素[23])、穿孔早期识别(如气腹、腹痛持续  $> 1$  天提示需干预[3] [24])及 PECS 动态监测(CRP、WBC 与疼痛评分演变[25])等方面, 亟需建立基于循证的标准化预警指标与分级响应机制。因此, 系统梳理出血、穿孔与 PECS 的护理干预证据, 构建多维度风险预警体系, 对提升 ESD 整体安全性具有重要临床价值。

## 2. ESD 术中及围术期主要并发症的临床特征与发生机制

内镜黏膜下剥离术(ESD)作为治疗早期胃肠道肿瘤的重要微创技术, 虽具有创伤小、恢复快等优势, 但其操作复杂性亦伴随较高的并发症风险。其中, 出血、穿孔与电凝综合征(PECS)是影响患者安全与预后的三大核心问题。这些并发症的发生机制涉及解剖结构脆弱性、能量器械热损伤、黏膜下纤维化程度

及术后炎症反应等多重因素，需从病理生理层面深入解析以指导精准干预。

## 2.1. 术中与迟发性出血的病理生理基础与高危场景

术中出血主要源于黏膜下层血管的直接损伤，尤其在病变部位存在丰富血管网或严重纤维化时更易发生。研究显示，病变位于近端胃是术中大出血的独立风险因素[23]。此外，操作过程中未能有效预封闭黏膜下血管亦显著增加出血概率；采用盐水浸润预封闭可使患者层面出血率由 75.8%降至 32.4% [12]。迟发性出血通常发生于术后数小时至数日，其机制包括创面血管裸露、血痂脱落及凝血功能障碍。临床显著性迟发性出血(CSDB)发生率可达 8.0%，高危因素包括年龄  $\geq 75$  岁、使用抗血栓药物、直肠部位、病灶  $> 50$  mm 及 ASA 评分 III~IV 级[26]。血小板计数低于  $90,000/\mu\text{L}$  者出血风险显著升高，ESD 操作的安全阈值建议为  $100,000/\mu\text{L}$  [27]。值得注意的是，预防性夹闭在部分研究中可将迟发性出血率从 20.1%降至 6.7% [11]，但在另一些大样本研究中未见显著差异[28]，提示其效果可能受病变位置、抗凝状态等因素调节。

## 2.2. 穿孔的类型、诱因与解剖学易感部位分析

ESD 相关穿孔可分为术中穿孔和迟发性穿孔。在一项纳入 3770 例结直肠 ESD 的前瞻性队列研究中，术中穿孔率为 8.3%，迟发性穿孔率为 0.6% [3]。术中穿孔多因电刀过度深入肌层或黏膜下纤维化导致组织脆性增加所致，独立危险因素包括既往切除史(OR 1.9)、病灶直径  $\geq 50$  mm (OR 1.5)、操作困难(OR 2.0)及严重纤维化(OR 4.4) [3]。解剖学上，近端结肠因肠壁较薄且活动度大，更易发生穿孔，而严重纤维化病变则因组织僵硬、剥离平面不清增加穿孔风险[3]。迟发性穿孔常表现为术后腹痛、发热及 CT 显示腹腔外气体，多与创面深层损伤后炎症进展或感染相关，近端结肠部位和严重纤维化亦为其危险因素[3] [29]。值得注意的是，术中穿孔经保守治疗有效率达 96.8%，而迟发性穿孔则 81.8%需急诊手术[3]，凸显早期识别与干预的重要性。

## 2.3. 电凝综合征(PECS)的定义、临床表现与鉴别诊断

电凝综合征(Post-ESD Coagulation Syndrome, PECS)是指 ESD 术后因电凝热损伤引发的局限性腹膜炎样反应，表现为术后发热、腹痛、白细胞升高及 C 反应蛋白(CRP)显著上升，但无游离气体或明确穿孔证据[20]。其发生机制与电外科能量对浆膜层的热传导损伤及局部炎症介质释放相关。PECS 需与穿孔、感染性腹膜炎及肠梗阻等急腹症相鉴别。例如，一例 ESD 术后第 2 天出现发热及左下腹压痛、反跳痛，第 3 天进展为腹胀呕吐，影像学显示气液平面，最终诊断为急性肠梗阻而非 PECS [18]。PECS 的实验室指标包括 WBC 和 CRP 升高，腹部体征以局限性压痛为主，通常不伴弥漫性腹膜刺激征。尽管围术期使用抗生素未能显著降低 PECS 发生率(4.7% vs 7.5%,  $P = 0.29$ ) [17]，但经直肠引流管(TDT)可将其发生率从 17.86%降至 6.25% ( $P = 0.008$ ) [20]，水冷辅助 ESD 亦可将 PECS 发生率由 17.1%降至 7.6% ( $P = 0.003$ ) [5]，提示局部热损伤控制是关键干预靶点。

## 3. 并发症的早期识别与护理预警指标体系

内镜黏膜下剥离术(ESD)相关并发症的早期识别不能依赖单一症状或单项检查，而应建立覆盖术前、术中和术后的多维度护理预警体系。该体系以护士为核心执行者，通过风险分层、动态监测、触发阈值和分级响应，将出血、穿孔和电凝综合征的管理前移至可预警、可干预阶段。护士在该体系中的职责包括：术前识别高危因素并完成宣教，术中监测生命体征和异常征象，术后评估疼痛、腹部体征和出血表现，并在达到预警阈值时及时启动医护沟通和快速反应流程。为便于护理人员在 ESD 围术期快速识别不同风险患者，并采取分级响应措施，本文构建了 ESD 围术期多维度护理预警路径示例，见表 1。

**Table 1.** Example of a multidimensional nursing early-warning pathway during the perioperative period of ESD  
**表 1.** ESD 围术期多维度护理预警路径示例

| 风险等级 | 风险分层标准                                                | 监测项目/频率                                          | 预警指标                                                                   | 护理响应措施                               |
|------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 低风险  | 病灶小于 20 mm；无抗栓药物；无明显纤维化；基础情况稳定                        | 术后每 4~6 小时监测生命体征、腹痛、便血、体温                        | 无便血、无持续腹痛、无发热                                                          | 常规观察，饮食指导，出院宣教和复诊提醒                  |
| 中风险  | 病灶 20~50 mm；轻中度纤维化；操作时间较长；合并基础疾病                      | 术后每 2~4 小时评估生命体征、NRS 疼痛评分、腹部体征；必要时复查血常规、CRP      | 腹痛加重、低热、心率增快、少量便血、WBC 或 CRP 升高                                         | 报告医生，延长观察时间，协助完善实验室或影像检查             |
| 高风险  | 病灶大于 50 mm；近端结肠、十二指肠或胃上部病变；严重纤维化；抗凝/抗血小板治疗；血小板减少或凝血异常 | 术后每 1~2 小时监测生命体征、疼痛评分、腹膜刺激征、便血情况；动态追踪 Hb、WBC、CRP | Hb 下降 $\geq 2$ g/dL、持续便血、体温 $\geq 38^{\circ}\text{C}$ 、腹痛持续加重、出现压痛/反跳痛 | 启动高级预警，通知内镜医师，准备急诊内镜、腹部 CT、止血材料及交叉配血 |
| 极高风险 | 术中大量出血、疑似穿孔、生命体征不稳定、明显腹膜炎表现                           | 连续心电及血氧监测；严密观察血压、尿量、意识、腹部体征                      | 血压下降、心率持续增快、SpO <sub>2</sub> 下降、弥漫性腹痛、腹腔游离气体                           | 立即启动快速反应团队，协助抢救、外科会诊、转 ICU 或急诊手术准备   |

注：ESD 为内镜黏膜下剥离术；NRS 为数字疼痛评分法；Hb 为血红蛋白；WBC 为白细胞计数；CRP 为 C 反应蛋白。

3.1. 出血的实时内镜征象与生命体征动态变化

术中及术后出血是 ESD 最常见的并发症之一，其早期识别需结合内镜下直接征象与全身性反应。实时内镜观察中，喷射性或渗出性出血、血管裸露、凝血块附着及创面活动性渗血均为明确的出血征象。研究显示，病变位于近端胃是术中主要出血(MIB)的独立危险因素，而慢性肾病(CKD)和术中出血分类 ERB-c3 则显著增加术后出血(PB)风险[23]。此外，生命体征的动态变化亦具预警价值：心率增快、血压下降、血红蛋白水平进行性降低及面色苍白等表现提示可能存在隐匿性或迟发性出血。值得注意的是，术后 3 天内首次便血及出血持续时间  $\leq 1$  天是预测是否需内镜干预的重要临床指标[24]。因此术中护士应重点观察吸引液颜色和量、视野是否突然被血液遮挡、术者止血次数是否增加，以及患者心率、血压和血氧是否波动。术后护士应关注呕血、黑便、鲜血便、头晕、面色苍白、心率增快和血压下降等表现。Hb 下降  $\geq 2$  g/dL、反复便血或伴血流动力学不稳定，应视为高级预警信号。此外近年来，新型智能设备如基于光学波导的软传感器可在 100 毫秒内识别术中微出血，并通过图形界面实时报警，可为出血的即时识别提供技术支撑[30]。

3.2. 穿孔的术中预警信号(如气腹、视野模糊)与术后影像学线索

穿孔虽发生率较低，但后果严重，需高度警惕其早期信号。术中预警征象包括操作过程中突然出现的视野模糊、气体外溢感、腹腔膨隆、皮下气肿及患者突发剧烈腹痛。研究指出，术中穿孔发生率为 8.3%，而迟发性穿孔为 0.6%，后者多表现为术后腹痛伴发热，且 CT 可见腹腔外游离气体，平均在 ESD 后 22 小时被确诊[3] [29]。影像学检查，尤其是腹部 CT，是确诊迟发性穿孔的关键手段，典型表现为膈下游离气体、肠壁缺损或局部积液。多变量分析显示，病灶直径  $> 35$  mm、严重纤维化、既往切除史及操作困难是穿孔的独立预测因素[3] [4]。值得注意的是，术中穿孔经保守治疗成功率高达 96.8%，而迟发性穿孔则 81.8%需急诊手术，凸显早期识别的重要性[3]。因此术中若出现腹部膨隆、皮下气肿、视野异常、患者突发明显疼痛或生命体征波动，护士应立即提示术者并准备闭合器械。术后若出现持续性腹痛、压痛

或反跳痛、发热、腹胀、恶心呕吐，尤其是高危病灶患者，应及时报告医生并协助完善腹部 CT 检查。此外，肠壁肌层节段性缺如(SAIM)虽罕见，但可增加全层穿孔风险，术中应调整策略以避免医源性损伤[31]。

### 3.3. PECS 的实验室指标(CRP、WBC)、疼痛评分与腹部体征演变

电凝综合征(PECS)是 ESD 后由广泛电凝热损伤引发的无菌性炎症反应，其早期识别依赖于综合评估。典型临床表现为术后 12~48 小时内出现腹痛、低热、白细胞计数(WBC)升高及 C 反应蛋白(CRP)显著上升。尽管围术期使用抗生素未能显著降低 PECS 发生率(4.7% vs. 7.5%,  $P = 0.29$ ) [17]，但水冷 ESD 技术可显著减少其发生(7.6% vs. 17.1%,  $P = 0.003$ ) [5]，提示热损伤程度与 PECS 密切相关。护理评估中，应动态监测患者疼痛评分(如 NRS 或 VAS)、腹部压痛范围及反跳痛情况。PECS 患者常表现为局限性腹膜刺激征，但无弥漫性腹膜炎或感染性休克表现，此点有助于与穿孔或感染鉴别。护士应动态记录 NRS 疼痛评分、体温、腹部压痛范围和炎症指标变化。若腹痛局限、生命体征稳定且影像学无游离气体，可倾向 PECS；若腹痛持续加重、出现弥漫性腹膜刺激征或高热、心动过速，则应警惕穿孔或继发感染。实验室方面，CRP 通常在术后 24 小时内达峰，WBC 升高可持续至术后第 3 天，若指标持续恶化或伴随高热、心动过速，则需警惕合并穿孔或继发感染[5] [17]。

## 4. 护理干预策略的循证评估

内镜黏膜下剥离术(ESD)围术期护理干预的有效性日益受到循证医学关注。针对出血、穿孔及电凝综合征等主要并发症，现有研究从能量模式选择、液体垫维持策略到术后监测方案等多个维度提供了实证依据。本节将系统评述止血模式比较、黏膜下液体垫(SFC)应用及术后监测优化等方面的循证证据，为构建科学、精准的护理干预体系提供支撑。

### 4.1. 止血模式比较：FCM (Forced Coagulation Mode)与 SCM (Soft Coagulation Mode)对出血风险的影响

在 ESD 术中，电凝止血模式的选择直接影响术中及迟发性出血的发生率。强制电凝模式(FCM)通过高功率输出实现快速止血，但可能因热损伤过深而增加组织坏死和延迟出血风险；而软电凝模式(SCM)采用较低功率、较长作用时间，在有效控制渗血的同时减少对深层组织的热传导损伤。尽管语料中未直接对比 FCM 与 SCM 的临床结局数据，但多项研究强调了精准能量控制对降低出血风险的重要性。例如，一项随机对照试验显示，使用新型止血夹 TDM-621 可显著减少止血钳使用次数( $1.0 \pm 1.4$  vs  $4.9 \pm 5.2$ ,  $P < 0.001$ )，提示减少高频电凝依赖有助于降低出血相关干预[13]。此外，盐水浸润预封闭黏膜下血管的策略可将患者水平出血率从 75.8%降至 32.4%，进一步佐证了温和止血理念的优越性[12]。因此，在护理配合中应协同术者根据病变部位、血管分布及出血类型动态调整电凝参数，优先采用 SCM 或辅助非热止血手段以平衡止血效果与组织保护。

### 4.2. 液体垫(SFC)维持策略对黏膜抬举质量及穿孔预防的作用

黏膜下液体垫(Submucosal Fluid Cushion, SFC)的稳定性是保障 ESD 安全实施的关键。传统生理盐水易快速弥散，需反复注射，不仅延长手术时间，还可能因视野不清增加穿孔风险。近年来，多种功能性水凝胶作为新型 SFC 材料展现出显著优势。例如，阴离子多糖聚合物/Laponite 复合水凝胶的黏膜抬举高度更高，2 小时后维持能力为商用产品 MucoUp 的 3.20 倍，且注射压力更低(56.54 kPa vs 68.56 kPa)，有利于精细操作并减少机械损伤[6]。另一项研究开发的 KGM/SA/ $\epsilon$ -PLL 水凝胶可通过形成多重键合结构稳定抬举病灶，并促进创面愈合、抑制纤维化[32]。此外，基于马来酰亚胺氧化海藻酸钠与巯基羧甲基壳聚

糖的双组分水凝胶兼具快速成胶、强组织粘附及优异止血性能,动物实验已证实其可有效维持理想抬举高度并减少术中出血[33]。PGSH 水凝胶则因其剪切稀化特性和长效支撑能力,可封装药物实现可控释放,同时促进血液凝固而不引起导管堵塞[7]。这些证据表明,采用高性能 SFC 材料不仅能提升黏膜抬举质量,还可通过减少反复注射和改善视野清晰度间接降低穿孔风险,护理团队应在术前准备阶段确保此类材料的规范配置与可用性。

### 4.3. 术后监测方案优化：时间窗设定、观察项目与分级响应机制

术后并发症的早期识别依赖于结构化的监测方案。针对迟发性穿孔,影像学检查的时间窗至关重要。一项回顾性研究显示,延迟穿孔患者中位至 CT 检查时间为 22 小时(IQR 8~41.25 小时),且 2021 年后更多病例通过积极内镜干预成功避免急诊手术[29],提示术后 24~48 小时内对高危患者进行密切观察和及时影像评估具有临床价值。对于出血监测,Meta 分析证实预防性夹闭可将临床显著性迟发性出血风险从 3.4%降至 0.3%(RR 0.26, 95% CI 0.08~0.88) [19],而 ROLM 闭合技术亦使胃 ESD 术后出血率由 7.7%降至 1.8% [34],说明创面闭合策略应纳入术后护理路径。在监测项目方面,除常规生命体征外,应重点关注腹痛性质、发热、排便排气情况及腹部体征演变。例如,一例结肠 ESD 术后肠梗阻患者表现为术后第 2 天下腹疼痛伴发热,第 3 天出现腹胀呕吐且无排便[18],提示护理观察需涵盖胃肠功能恢复指标。基于风险分层的分级响应机制亦被推荐:对存在严重纤维化、病灶直径  $\geq 50$  mm 或近端结肠位置等高危因素者[3],应启动强化监测流程,包括每 2~4 小时评估疼痛评分、白细胞计数及 C 反应蛋白水平,并建立快速反应团队(RRT)联动通道,确保一旦出现腹膜刺激征或血流动力学不稳定可立即启动内镜或外科干预。ESGE 指南亦明确建议,对严重出血(如血红蛋白下降  $> 2$  g/dL)应紧急行内镜检查并采用热凝或夹闭止血[35],这要求护理团队熟练掌握预警指征并具备高效应急协调能力。

## 5. 多维度风险预警护理体系的构建路径

### 5.1. 术前评估：风险分层与患者教育

术前精准风险分层是构建 ESD 并发症预警护理体系的基石。多项研究证实,病变位置、大小及黏膜下纤维化程度是预测出血与穿孔的关键术前变量。例如,近端结肠病变与迟发性穿孔显著相关,而病灶直径  $\geq 50$  mm 不仅增加术中穿孔风险(OR: 3.50,  $P < 0.001$ ),亦为住院的独立预测因素[3] [36]。严重纤维化被反复确认为术中及迟发性穿孔的独立危险因素(OR: 2.67,  $P = 0.010$ ) [4],同时亦与操作困难密切相关。此外,直肠部位、操作时间  $\geq 55$  分钟及抗凝药物使用构成 DOAC 使用者迟发性出血的高危组合,存在 1~2 个危险因素者出血风险分别升高 2.13 倍和 4.53 倍[16]。临床已开发出如 DEBE 评分等工具,整合年龄、病灶大小、ASA 分级、部位及抗栓用药等 7 项变量,可有效区分低风险(CSDB 发生率 3.9%)与中高风险患者(14.2%),AUC 达 0.712,具备良好判别力与校准度[37]。另有模型纳入纤维化、病灶直径  $> 35$  mm 及术者经验(前 100 例手术, OR: 14.6)构建穿孔预测模型, AUC 为 0.7078,准确率达 80.19% [4]。这些证据支持将术前多维评估嵌入护理路径,实现个体化预警与资源优化配置。护士应系统收集患者年龄、基础疾病、抗栓药物使用、过敏史、既往内镜或腹部手术史、凝血功能、血小板水平及肝肾功能等信息,并结合病变部位、大小和纤维化程度进行风险分层。对于大病灶、近端结肠或十二指肠病变、严重纤维化、抗凝治疗和高龄患者,应在术前交接中明确标记为高危。

患者教育是护士独立实践的重要内容。护士应向患者说明术前禁食、术后卧床观察、饮食恢复、便血报告、腹痛变化和发热处理等注意事项。对存在紧张、恐惧或睡眠障碍的患者,应给予心理支持和简短放松训练,必要时邀请家属共同参与宣教,以提高患者配合度和症状报告及时性。

## 5.2. 术中护理协同决策模型：器械准备、能量参数调整与应急流程

术中护理协同决策需围绕实时风险动态调整干预措施。首先，器械准备应基于术前风险分层预置止血夹、新型止血材料(如 TDM-621 肽或水凝胶类 SIMs)及引流装置。TDM-621 可显著减少止血钳使用次数( $1.0 \pm 1.4$  vs  $4.9 \pm 5.2$ ,  $P < 0.001$ )，62.2%病例仅用该药即可止血[13]；而 HBC-SA 或 Cat-PBA-ApGln 等新型水凝胶不仅提供更优黏膜抬举高度(达  $7.2 \pm 0.4$  mm，为市售产品的 2.3 倍)，还具止血与促进愈合潜力[38] [39]。其次，能量模式选择直接影响出血风险：软凝固模式(SCM)显著优于强制凝固模式(FCM)，SCM 组 83.1%患者无需使用止血钳，而 FCM 组仅 13.8% ( $P < 0.0001$ ) [25]。此外，盐水浸润预封闭黏膜下血管可将患者层面术中出血率从 75.8%降至 32.4% (RR 0.43) [12]。针对穿孔高风险场景(如严重纤维化、大病灶)，应提前备妥内镜夹闭系统及经直肠引流管(TDT)，后者已被证实可将 PECS 发生率从 17.86%降至 6.25% (RR 0.350,  $P = 0.008$ ) [20]。应急流程方面，一旦出现气腹、视野模糊或突发生命体征波动，护理团队需立即启动穿孔应急预案，包括暂停操作、评估是否需夹闭或转外科干预，并同步准备影像学检查与抗生素治疗(尽管后者对 PECS 预防无效[17])。该协同模型强调护理人员在能量参数反馈、器械递送时效及应急响应中的核心作用。

## 5.3. 术后标准化护理路径与快速反应团队(RRT)联动机制

术后阶段需建立基于时间窗与风险分层的标准化监测路径，并与 RRT 形成高效联动。根据文献，迟发性出血高发于术后 48 小时内，尤其在抗凝患者中更为突出[10] [16]，而 PECS 多表现为术后局部腹痛、发热及炎症指标升高(CRP、WBC) [17]，穿孔则可能在术后数小时至数日内表现为腹胀、呕吐、腹膜刺激征及影像学气液平面[18]。因此，护理路径应设定关键观察节点：术后 0~2 小时重点监测生命体征与即时出血征象；2~48 小时聚焦迟发性出血(如便血、Hb 下降  $\geq 2$  g/dL [24])及 PECS 早期症状；48 小时后警惕迟发性穿孔(常需急诊手术，占比 81.8% [3])。对于高危患者(如 DEBE 评分  $\geq$  中风险、病灶  $\geq 50$  mm、使用 DOACs)，应延长监护时间并强化实验室监测。RRT 联动机制要求护理人员在识别预警信号(如持续腹痛伴发热、Hb 骤降、腹部压痛反跳痛)后，立即触发 RRT 会诊，确保多学科快速评估与干预。例如，疑似肠梗阻病例需及时行影像学检查并启动胃肠减压[18]；对符合观察指征的轻度出血(出血持续  $\leq 1$  天、Hb 下降  $< 2$  g/dL)，可避免不必要的内镜干预[24]。该路径通过标准化观察项目、分级响应阈值及 RRT 无缝衔接，实现并发症早发现、早处理，最大限度保障患者安全。

# 6. 当前研究局限与未来方向

## 6.1. 现有护理干预证据的异质性与高质量 RCT 缺乏

当前关于 ESD 术中并发症护理干预的研究存在显著的方法学异质性，主要表现为干预措施种类繁多、风险人群定义不一及结局指标缺乏标准化。例如，尽管前瞻性夹闭被证实可将结直肠 ESD 后临床显著性迟发性出血风险从 3.4%降至 0.3% (RR 0.26, 95% CI 0.08~0.88) [19]，但另一项纳入 3142 例患者的多中心研究却显示预防性夹闭在整体或高风险人群中均未能显著降低迟发性出血发生率(7.2% vs. 6.9%,  $P = 0.66$ ) [28]。因此，护理实践中不宜将预防性夹闭后的患者简单归为“低风险”，仍需根据个体风险进行观察。类似地，纤维蛋白胶虽在急性出血事件上显示出优势(1/125 vs 7/122,  $P = 0.034$ )，但对总体出血率无显著影响(12.0% vs 13.1%,  $P = 0.791$ ) [40]。此外，多项新型材料如双组分水凝胶[33]、PGSH 水凝胶[7]及 HBC-SA 水凝胶[38]虽在动物模型中展现良好止血与黏膜抬举性能，但尚未经过大规模人体随机对照试验(RCT)验证。目前高质量 RCT 仍严重匮乏，尤其缺乏针对穿孔与电凝综合征(PECS)护理干预的循证依据，限制了临床指南的制定与推广。

## 6.2. 人工智能辅助预警系统与智能监测设备的应用前景

近年来,人工智能(AI)与智能监测技术为ESD并发症的早期识别提供了新路径。已有研究基于1051例结直肠ESD患者数据构建穿孔风险预测模型,整合术前纤维化程度、病变直径>35 mm及术者经验(前100例手术)等变量,获得AUC 0.7078、准确率80.19%的预测效能[4],提示AI模型在术前风险分层中的潜力。未来,结合内镜影像AI分析、生命体征连续监测及智能敷料释放生物标志物信号的集成系统,有望实现对出血、穿孔及PECS的动态预警。然而,现有技术多处于实验或小样本验证阶段,亟需在真实世界临床环境中评估其敏感性、特异性及成本效益。较理想的应用模式是“AI预警-护士复核-分级干预-结果反馈”。AI负责提高预警敏感性,护士负责结合患者症状、体征和临床情境判断风险真实性,并完成沟通、记录、宣教和应急协调。该模式既能提升护理效率,也能避免单纯依赖算法造成误报或过度干预。

## 6.3. 多学科协作中护士的独特贡献

ESD并发症管理需要内镜医师、麻醉科、外科、影像科、药师和护理团队共同参与,但护士在其中具有独特价值。护士是围术期观察最连续、接触患者最频繁的专业人员,能够最早发现疼痛、便血、发热、焦虑和生命体征变化。护士还承担用药核查、抗栓药物风险提示、检查准备、急救物品准备、患者教育、心理支持和随访管理等职责,是多学科流程能否顺利运行的重要连接点。

未来研究应更多关注护理主导的预警路径、患者教育方案、心理干预策略、症状管理工具和随访模式,而不仅仅评价内镜技术或医疗处置效果。只有将护理独立实践与多学科协作相结合,才能真正提升ESD围术期并发症管理质量。

## 参考文献

- [1] Shah, S.C., Wang, A.Y., Wallace, M.B. and Hwang, J.H. (2025) AGA Clinical Practice Update on Screening and Surveillance in Individuals at Increased Risk for Gastric Cancer in the United States: Expert Review. *Gastroenterology*, **168**, 405-416.e1. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2024.11.001>
- [2] Yang, H.J., Lee, H., Kim, Y.I., et al. (2026) Argon Plasma Coagulation, Endoscopic Mucosal Resection, and Endoscopic Submucosal Dissection for Gastric Low-Grade Dysplasia: A Multicenter Inverse Probability-Weighted Cohort Study. *Gastric Cancer*, **29**, 750-761. <https://doi.org/10.1007/s10120-026-01754-7>
- [3] Bailly, S., Leblanc, S., Pioche, M., Wallenhorst, T., Degand, T., Baleur, Y.L., et al. (2026) Outcomes of Perforation after Colorectal Endoscopic Submucosal Dissection in a Large Prospective Multicenter Cohort. *Endoscopy*, **58**, 753-765. <https://doi.org/10.1055/a-2814-4657>
- [4] Ulkucu, A., Laporte, M., Khan, I., Steele, S., Liska, D., Sommovilla, J., et al. (2025) Stratifying Endoscopic Submucosal Dissection Risks: A Validated Perforation Pre-Operative Risk Scoring Tool. *Annals of Surgery*. <https://doi.org/10.1097/sla.0000000000006838>
- [5] Qi, Z.P., Li, B., He, D.L., et al. (2026) Water Cooling to Prevent Electrocoagulation Syndrome after Endoscopic Resection of Colorectal Neoplasm. *American Journal of Gastroenterology*. <https://doi.org/10.14309/ajg.0000000000004089>
- [6] Wang, P., Li, R., Ma, J., Zhang, W., Shen, H., Ren, Y., et al. (2024) Facilitating Safe and Sustained Submucosal Lift through an Endoscopically Injectable Shear-Thinning Carboxymethyl Starch Sodium Hydrogel. *Carbohydrate Polymers*, **336**, Article 122128. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2024.122128>
- [7] Kuddushi, M., Vithalani, H., Singh, H., Dave, H., Jain, A., Pal, A., et al. (2025) Easily Injectable, Organic Solvent-Free Self-Assembled Hydrogel Platform for Endoscope Mediated Gastrointestinal Polypectomy. *Advanced Healthcare Materials*, **14**, e2403915. <https://doi.org/10.1002/adhm.202403915>
- [8] de Sire, R., Alfaroni, L., Capogreco, A., et al. (2025) A Novel, Thin-Needle Knife with High-Pressure Waterjet for Colorectal Underwater Endoscopic Submucosal Dissection (with Video). *Gastrointestinal Endoscopy*, **103**, 605-612.e3.
- [9] Ebigo, A., Mendel, R., Scheppach, M.W., Probst, A., Shahidi, N., Prinz, F., et al. (2022) Vessel and Tissue Recognition during Third-Space Endoscopy Using a Deep Learning Algorithm. *Gut*, **71**, 2388-2390. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2021-326470>

- [10] Bourke, M.J., Lo, S.K., Buerlein, R.C.D. and Das, K.K. (2025) AGA Clinical Practice Update on Nonampullary Duodenal Lesions: Expert Review. *Gastroenterology*, **168**, 169-175. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2024.10.008>
- [11] Miyakawa, A., Tamaru, Y., Mizumoto, T., Kanazawa, N., Uchiyama, S., Maehara, K., et al. (2025) Prophylactic Clip Closure after Endoscopic Submucosal Dissection of Large Flat and Sessile Colorectal Polyps: A Multicentre Randomised Controlled Trial (EPOC Trial). *Gut*, **74**, 1814-1820. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2024-334463>
- [12] Capogreco, A., Maselli, R., Massimi, D., Alfarone, L., de Sire, R., Morengi, E., et al. (2026) Vessel Coagulation in Third-Space Endoscopy: A Randomized Controlled Trial. *Endoscopy*, **58**, 608-615. <https://doi.org/10.1055/a-2780-5445>
- [13] Uraoka, T., Uedo, N., Oyama, T., Saito, Y., Yahagi, N., Fujimoto, A., et al. (2023) Efficacy and Safety of a Novel Hemostatic Peptide Solution during Endoscopic Submucosal Dissection: A Multicenter Randomized Controlled Trial. *American Journal of Gastroenterology*, **118**, 276-283. <https://doi.org/10.14309/ajg.0000000000002060>
- [14] Wang, P., Du, S., Wu, S., Zhai, Y., Bai, J., Safdar, A., et al. (2026) Reprogrammed Apoptotic Platelets Drive Rapid Hemostasis through Phosphatidylserine and Prostaglandin E2 Signaling in Preclinical Models. *Science Translational Medicine*, **18**, eaea0189. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.aea0189>
- [15] Muñoz Taboada, G., Dahis, D., Dosta, P., Edelman, E. and Artzi, N. (2024) Sprayable Hydrogel Sealant for Gastrointestinal Wound Shielding. *Advanced Materials*, **36**, e2311798. <https://doi.org/10.1002/adma.202311798>
- [16] Yoshida, N., Hayashi, Y., Togo, D., Oka, S., Takada, K., Fukunaga, S., et al. (2024) An Analysis of Delayed Bleeding in Cases of Colorectal Endoscopic Submucosal Dissection Due to Types of Direct Oral Anticoagulants in Japan. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, **22**, 271-282.e3. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2023.09.012>
- [17] Shichijo, S., Takeuchi, Y., Shimodate, Y., Yamashina, T., Yamasaki, T., Hayashi, T., et al. (2022) Performance of Perioperative Antibiotics against Post-Endoscopic Submucosal Dissection Coagulation Syndrome: A Multicenter Randomized Controlled Trial. *Gastrointestinal Endoscopy*, **95**, 349-359. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2021.08.025>
- [18] Zhang, Q., Hong, D., Zhou, Y., He, G. and Jiang, T. (2025) Acute Intestinal Obstruction Caused by Endoscopic Submucosal Dissection: A Case Report. *World Journal of Gastroenterology*, **31**, Article 111081. <https://doi.org/10.3748/wjg.v31.i37.111081>
- [19] Alfarone, L., Spadaccini, M., Rizkala, T., deSire, R., Massimi, D., Capogreco, A., et al. (2026) Prophylactic Clipping after Colorectal Endoscopic Submucosal Dissection in Randomized Controlled Trials: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Endoscopy*, **58**, 644-653. <https://doi.org/10.1055/a-2797-9390>
- [20] Liu, J., Qi, Z., He, D., Shen, J., Cai, M., Cai, S., et al. (2025) Transrectal Drainage Tube Use for Preventing Postendoscopic Submucosal Dissection Coagulation Syndrome in Patients with Colorectal Lesions: A Multicenter Randomized Controlled Clinical Trial. *American Journal of Gastroenterology*, **120**, 379-389. <https://doi.org/10.14309/ajg.0000000000002959>
- [21] Takada, K., Yoshida, N., Hayashi, Y., Togo, D., Oka, S., Fukunaga, S., et al. (2025) Prophylactic Clip Closure in Preventing Delayed Bleeding after Colorectal Endoscopic Submucosal Dissection in Patients on Anticoagulants: A Multicenter Retrospective Cohort Study in Japan. *Endoscopy*, **57**, 631-642. <https://doi.org/10.1055/a-2505-7315>
- [22] Nishiyama, N., Kobara, H., Kobayashi, N., Chiyo, T., Tada, N., Kozuka, K., et al. (2022) Efficacy of Endoscopic Ligation with O-Ring Closure for Prevention of Bleeding after Gastric Endoscopic Submucosal Dissection under Antithrombotic Therapy: A Prospective Observational Study. *Endoscopy*, **54**, 1078-1084. <https://doi.org/10.1055/a-1782-3448>
- [23] Xu, S., Chai, N., Tang, X., Linghu, E. and Wang, S. (2022) Risk Factors of Major Intraoperative Bleeding and Postoperative Bleeding Associated with Endoscopic Submucosal Dissection for Gastric Neoplasms. *Chinese Medical Journal*, **135**, 309-316. <https://doi.org/10.1097/cm9.0000000000001840>
- [24] Takahashi, S., Okimoto, K., Matsumura, T., Oyama, Y., Nakazawa, H., Mamiya, Y., et al. (2024) Characteristics of Factors Contributing to Follow-Up for Suspected Delayed Bleeding after Colorectal Endoscopic Submucosal Dissection. *Gastrointestinal Endoscopy*, **100**, 718-727. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2024.03.021>
- [25] Esaki, M., Sumida, Y., Maehara, K., et al. (2025) Spray and Forced Coagulation Mode Endoscopic Submucosal Dissection for Early Gastric Neoplasms: A Multicenter Randomized Controlled Trial. *The American Journal of Gastroenterology*, **120**, 2538-2547.
- [26] Albouys, J., Montori Pina, S., Boukechiche, S., et al. (2024) Risk of Delayed Bleeding after Colorectal Endoscopic Submucosal Dissection: The Limoges Bleeding Score. *Endoscopy*, **56**, 110-118. <https://doi.org/10.1055/a-2189-0807>
- [27] Hyun, H.K., Son, N.H., Huh, C.W., Lim, H.C., Gwon, S.H., Park, J., et al. (2025) Minimum Platelet Count Threshold for Safe Colonoscopic Polypectomy: A Large-Scale Propensity Score-Matched Analysis. *American Journal of Gastroenterology*, **120**, 2918-2928. <https://doi.org/10.14309/ajg.0000000000003412>
- [28] De Cristofaro, E., Jacques, J., Montori, S., Wallenhorst, T., Lepilliez, V., Degand, T., et al. (2025) Impact of Prophylactic Clipping on Delayed Bleeding after Colorectal Endoscopic Submucosal Dissection: A Multicenter Propensity Score-Matched Study. *Endoscopy*, **58**, 262-272. <https://doi.org/10.1055/a-2723-5162>

- 
- [29] Shichijo, S., Takeuchi, Y., Kitagawa, D., Ohkubo, Y., Kawakami, Y., Tani, Y., *et al.* (2025) Safety and Feasibility of Intensive Endoscopic Interventions for Delayed Perforation after Colorectal Endoscopic Submucosal Dissection (with Video). *Gastrointestinal Endoscopy*, **102**, 875-880. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2025.03.1328>
- [30] Gerald, A., McCandless, M., Sheth, A., Aihara, H. and Russo, S. (2022) A Soft Sensor for Bleeding Detection in Colonoscopies. *Advanced Intelligent Systems*, **4**, Article 2100254. <https://doi.org/10.1002/aisy.202100254>
- [31] Yoshizaki, T., Yamamoto, Y., Sako, T., Kitamura, Y., Ose, T., Ishida, T., *et al.* (2024) Outcomes of Endoscopic Submucosal Dissection for Esophageal Cancer with Segmental Absence of Intestinal Musculature. *Gastrointestinal Endoscopy*, **99**, 629-632. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2023.11.007>
- [32] Zhou, T., Liu, Z., Xu, L., Mao, X., Jin, H., Xiong, Y., *et al.* (2025) Konjac Glucomannan/Sodium Alginate/ $\epsilon$ -Poly-L-Lysine Hydrogel Promotes Esophageal and Colonic Wound Healing. *International Journal of Biological Macromolecules*, **306**, Article 141146. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.141146>
- [33] Lei, X.X., Hu, J.J., Zou, C.Y., *et al.* (2023) Multifunctional Two-Component *In-Situ* Hydrogel for Esophageal Submucosal Dissection for Mucosa Uplift, Postoperative Wound Closure and Rapid Healing. *Bioactive Materials*, **27**, 461-473. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2023.04.015>
- [34] Sugimoto, S., Nomura, T., Temma, T., Sawa, E., Omae, K., Tsuda, N., *et al.* (2025) Closure of Gastric Mucosal Defects Using the Reopenable-Clip Over-the-Line Method to Decrease the Risk of Bleeding after Endoscopic Submucosal Dissection: A Multicenter Propensity Score-Matched Case-Control Study (with Video). *Gastrointestinal Endoscopy*, **102**, 37-46. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2024.11.015>
- [35] Libânio, D., Pimentel-Nunes, P., Bastiaansen, B., Bisschops, R., Bourke, M.J., Deprez, P.H., *et al.* (2023) Endoscopic Submucosal Dissection Techniques and Technology: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Technical Review. *Endoscopy*, **55**, 361-389. <https://doi.org/10.1055/a-2031-0874>
- [36] King, W., Draganov, P., Gorrepati, V.S., Hayat, M., Aihara, H., Karasik, M., *et al.* (2023) Safety and Feasibility of Same-Day Discharge after Endoscopic Submucosal Dissection: A Western Multicenter Prospective Cohort Study. *Gastrointestinal Endoscopy*, **97**, 1045-1051. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2023.01.042>
- [37] Albéniz, E., Montori, S., Enguita-Germán, M., Marín-Gabriel, J.C., Herreros de Tejada, A., Wallenhorst, T., *et al.* (2026) External Validation and Optimization of the Limoges Score to Improve the Delayed Bleeding Risk Prediction after Colorectal Endoscopic Submucosal Dissection: The Delayed Bleeding ESD (DEBE) Score. *Endoscopy*, **58**, 741-752. <https://doi.org/10.1055/a-2814-4950>
- [38] Liu, S., Ju, R., Zhang, Z., Jiang, Z., Cui, J., Liu, W., *et al.* (2024) Temperature-Sensitive Injectable Chitosan-Based Hydrogel for Endoscopic Submucosal Dissection. *International Journal of Biological Macromolecules*, **282**, Article 136566. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.136566>
- [39] Nagasaka, K., Komatsu, H., Ito, S., Palai, D., Nishiguchi, A. and Taguchi, T. (2025) Elevation and Adhesion Properties of Injectable Hydrogels Based on Catechol/Boronic Acid-Modified Alaska Pollock Gelatin for Endoscopic Submucosal Dissection. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, **245**, Article 114307. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2024.114307>
- [40] Kim, T.S., Kim, T.J., Min, Y.W., *et al.* (2025) A Randomized Controlled Trial to Evaluate the Effect of Fibrin Glue on Bleeding after Gastric Endoscopic Submucosal Dissection. *Gut and Liver*, **19**, 677-684. <https://doi.org/10.5009/gnl250113>