

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2026.02.006
文章编号: 1005-8982 (2026) 02-0036-06

综述

内镜成像技术在诊断浅表非壶腹部十二指肠上皮肿瘤中的应用进展*

秦晨玮¹, 赖莘秀¹, 常宗宏¹, 李志虎²

(甘肃省肿瘤医院 1. 内镜中心, 2. 消化肿瘤内科, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 浅表非壶腹部十二指肠上皮肿瘤 (SNADET) 是指与 Vater 乳头无关的起源于十二指肠黏膜或黏膜下层的散发性肿瘤。早期 SNADET 较低的淋巴结转移率使大多数患者适合内镜治疗, 但由于十二指肠管腔狭窄、病变形态隐蔽和早期症状缺乏特异性等问题, 导致 SNADET 的漏诊率及误诊率较高, 疾病治疗延误, SNADET 诊断的准确性、及时性仍亟待提高。目前内镜成像技术从白光内镜等常规技术到色素内镜、共聚焦内镜、细胞内镜、胶囊内镜和 AI 辅助内镜等新兴技术可以实时提供更高分辨率、多层次的图像, 在 SNADET 的诊断中具有巨大的发展潜力。该文就现有内镜成像技术在 SNADET 中的研究现状、应用前景作一综述, 旨在为提高疾病检出率、诊断一致性提供新的思路与方法。

关键词: 浅表非壶腹部十二指肠上皮肿瘤; 色素内镜; 共聚焦内镜; 细胞内镜; 胶囊内镜; 人工智能
中图分类号: R574.5 **文献标识码:** A

Advances in endoscopic imaging techniques for the diagnosis of superficial non-ampullary duodenal epithelial tumors*

Qin Chen-wei¹, Lai Xin-xiu¹, Chang Zong-hong¹, Li Zhi-hu²

(1. Endoscopy Center, 2. Department of Gastrointestinal Oncology, Gansu Provincial Cancer Hospital, Lanzhou, Gansu 730050, China)

Abstract: Superficial non-ampullary duodenal epithelial tumors (SNADETs) are sporadic neoplasms arising from the mucosa or submucosa of the duodenum, independent of the Vater papilla. Early-stage SNADETs are characterized by a low rate of lymph node metastasis, making most cases suitable for endoscopic treatment. However, the narrow duodenal lumen, subtle lesion morphology, and lack of specific early symptoms contribute to high rates of missed diagnosis and misdiagnosis, leading to delayed management. Improving the accuracy and timeliness of SNADET diagnosis remains an urgent clinical need. Endoscopic imaging techniques, ranging from conventional white light endoscopy to chromoendoscopy, confocal laser endomicroscopy, endocytoscopy, capsule endoscopy, and AI-assisted endoscopy, now offer real-time, high-resolution, and multi-layered visualization. These advances provide significant potential for improving the detection and characterization of SNADETs. This review summarizes the current status and clinical applications of existing endoscopic imaging techniques in SNADET diagnosis, aiming to provide new strategies and insights for enhancing lesion detection and diagnostic consistency.

Keywords: SNADET; chromoendoscopy; confocal laser endomicroscopy; endocytoscopy; capsule endoscopy; artificial intelligence

浅表非壶腹部十二指肠上皮肿瘤 (superficial non-ampullary duodenal epithelial tumor, SNADET) 是

收稿日期: 2025-04-28

* 基金项目: 甘肃省卫生健康行业科技创新重大项目 (No: GSWSQNPY2024-07)

[通信作者] 李志虎, E-mail: zhihu_li666@163.com

与 Vater 乳头无关的起源于十二指肠黏膜或黏膜下层的散发性肿瘤,其在临床上较为少见,发病率仅 0.02%~0.5%^[1]。尽管其在消化道肿瘤中占比<1%,但在小肠肿瘤中却占到了约 50%^[2]。随着内镜筛查策略的普及和技术的进步, SNADET 发病率有所增加。但由于十二指肠管腔狭窄、病变形态隐蔽和早期症状缺乏特异性,加上内镜医生诊断水平不一, SNADET 的早期诊断仍面临诸多挑战。据报道,初次胃镜检查时 SNADET 的漏诊率高达 45%,这些漏诊患者有 60% 的因症状加重行二次内镜或影像学检查才被发现^[1]。内镜检查的高漏诊率使得 SNADET 疾病不断进展,5 年总生存率为 27%,仅为十二指肠壶腹部肿瘤 5 年生存率的一半^[3]。对于晚期患者,5 年生存率更是降至 10%~20%,这不仅对人类健康构成了巨大威胁,也给社会带来了沉重的经济负担。近年来,随着内镜成像技术的进步,包括窄带成像(narrow-band imaging, NBI)技术、放大内镜(magnifying endoscopy, ME)、共聚焦内镜(confocal laser endomicroscopy, CLE)、细胞内镜(endocytoscopy, EC)和胶囊内镜(capsule endoscopy, CE)等在内的多种辅助实时诊断技术已被用于开发和探索 SNADET 病变的实时诊断。

1 SNADET 概述

SNADET 通常由发育异常的腺上皮构成,类似于结肠腺瘤的发展模式,十二指肠腺瘤的自然病程多遵循腺瘤至癌症的演变序列,但其进展周期更为漫长。TSUJI 等^[4]研究报告指出,在接受上消化道内镜检查的患者中,有 0.3%~4.6% 被诊断患有 SNADET。该研究还发现,约 4.7% 的十二指肠腺瘤可能会进展为腺癌,且癌变的风险随着病灶直径的增加以及病灶组织学分级的恶化而上升。OKADA 等^[5]在长达 28 个月的观察期内发现未经治疗的低度不典型增生腺瘤(low-grade dysplasia, LGD)有 16% 演变为高度不典型增生腺瘤(high-grade dysplasia, HGD),而 4.9% 进展为腺癌。根据新修订的维也纳分类法,基于组织病理学将 SNADET 划分为 LGD、HGD、原位癌和浸润癌 4 种亚型,其中腺瘤的患病率为 0.03%~0.04%,而腺癌的发生比例为 23.7/百万^[6-7]。SNADET 还可根据免疫组织化学染色分为两种主要亚型:肠型(I 型)

和幽门腺分化型(亦称胃型、G 型)^[8]。I 型 SNADET 是最普遍的亚型,其可以在十二指肠内任何部位出现,治疗进展相对缓慢并遵循典型的腺瘤-癌变发展路径,这涉及的可能机制是 APC(一种肿瘤抑制基因)、KRAS 或 TP53 基因突变导致 Wnt/ β -catenin 通路抑制被解除,进而促进腺瘤的形成和发展^[9]。G 型 SNADET 的特点是多位于十二指肠近端,呈绒毛状结构,腺体密度较低,可能与十二指肠胃黏膜异位、胃小凹上皮化生或 Bruner's 腺增生共存,多见于 GNAS 等基因突变,并具有更高的恶性潜能^[10]。这些不同的病变类型决定后续治疗方案和预后情况。因此,在内镜下早期诊断病变并确定病变类型至关重要。

2 内镜下诊断 SNADET 目前存在的挑战

2.1 内镜检查容易漏诊

常规的胃镜筛查有助于降低十二指肠肿瘤的发病率和病死率。但在实际操作中,仍有一些 SNADET 病灶可能由于位置隐蔽或形态不明显而难以被发现,从而增加了漏诊的可能性^[11]。尽管建议对所有可疑病变进行前瞻性活检,但取样误差导致活检漏诊率可达到 15%~56%^[4]。同时,患者在进行胃镜检查时的不适感和操作医师的经验水平也对诊断结果的准确性产生显著影响。因此,尽管白光内镜是内镜诊断 SNADET 的基石,但在实际应用中仍需辅以其他内镜成像技术,以确保诊断的全面性和准确性。

2.2 活检病理准确率欠佳

内镜引导下的活检病理分析被认为是明确诊断 SNADET 的金标准,然而利用活检对腺瘤和早期癌症进行病理诊断同样充满挑战。KINOSHITA 等^[12]研究表明, SNADET 活检的准确性并不令人满意,其特异性为 83.1%,而敏感性仅为 37.5%。一项多中心研究中,使用活检对 HGD 和浅表腺癌组织学进行术前诊断的敏感性、特异性和准确性分别为 58%、93% 和 68%^[4]。TSUJI 等^[13]也指出,敏感性和特异性分别为 89% 和 14%,这表明活检病理诊断仍可能漏诊高达 20%。此外,频繁的活检可能会导致黏膜下纤维化,从而增加内镜治疗的难度。

综上所述, SNADET 的内镜漏诊及误诊受多种因素的影响,包括肿瘤的生物特性、内镜检查

技术质量和病变的解剖部位等。这些研究结果强调了提高内镜检查质量、增加对 SNADET 认识的紧迫性，以及熟练掌握内镜成像技术对其诊断的必要性。

3 内镜成像技术在 SNADET 的应用研究

3.1 白光内镜在 SNADET 中的应用

从硬式内镜到电子光纤内镜的发展，白光内镜的清晰度得以大幅度提升，其因操作简便、敏感性及特异性高和病变成像直观等特点被认为是目前发现和诊断 SNADET 最基本的方法。病变大小、颜色、大体类型和活检结果是内镜诊断 SNADET 的重要评估指标，其中白色绒毛、乳白色黏膜和白色不透光物质是 SNADET 的特征，其个体特征也可用于初步区分 SNADET 病变的组织学级别，如乳白色黏膜边缘型的频率与病变恶性程度呈正相关。此外，一项监测研究（46 处病变随访 ≥ 6 个月）报告称，直径 ≥ 20 mm 的病变和其首次病理诊断为 HGD 是进展为腺癌风险较高的 2 个关键指标^[9]。在另一个涉及 396 例 SNADET 的多中心病例系列中，直径 > 5 mm 和病变色泽发红是 HGD 和浅表腺癌（包括原位癌和浸润性癌）的可能预测因子^[14]。此外，KAKUSHIMA 等^[15]提出了一种简单的内镜评分系统，以区分 SNADET 的组织学性质，其中评分 ≥ 3 分表示 HGD 或病理级别更高的病变，评价的敏感性和特异性分别为 88% 和 86%。在后续研究中，白光内镜观察到的黏膜下肿瘤样外观和病变部位是 SNADET 黏膜下浸润的内镜特征。总体而言，白光内镜联合活检仍然是 SNADET 内镜诊断的基石，但鉴于活检对后续病变观察和治疗程序的影响，SNADET 的内镜检查敏感性及特异性还需要通过积累丰富经验、改进成像技术和完善内镜设备等措施进一步提高。

3.2 色素内镜技术在 SNADET 中的应用

随着电子内镜的发展，数字色素内镜 NBI 和 ME 已经得到了许多指南和共识的认可，并且广泛应用于临床工作中^[16]。作为一种新的光学图像增强技术，NBI 通过窄谱滤光片限制光源处聚集蓝色和绿色特定光线来增加腺管及血管的结构可见性。NBI 联合 ME 更能清晰地显示浅表解剖结构，在区分 SNADET 亚型分类方面显示出独特的价值，可作为白光内镜的重要补充工具^[8]。ISHII 等^[17]基于大量

的临床病例和数据分析建立一个十二指肠非壶腹部肿瘤的内镜评分系统，该系统基于 ME-NBI 观察从肿瘤的直径、色泽，表面腺管和血管的规整度来进行肿瘤性质的判定，其敏感性和特异性分别为 95% 和 93%，说明 ME-NBI 的应用大大提高了 SNADET 的内镜诊断准确性，从而解决了活检准确性欠佳、活检纤维化影响内镜治疗难度的困境。KIKUCHI 等^[18]也提出了 SNADET 的 ME-NBI 诊断算法，将迂曲扩张或直径、形状不规则的血管定义为“未分类模式”，多属于 HDG 或腺癌病变的特征表现。除了光学染色，利用化学染色技术的色素染色内镜以另一种视角提供了 SNADET 病变的更多细节，以提高诊断效率和准确性。TOYA 等^[11]认为结晶紫染色联合 ME-NBI 是最适合鉴别诊断 SNADET 分类的成像技术，其将病变表面结构进行分类，低级别病变更可能表现为单一表面型和规则结构型，而高级别病变或腺癌为多表面型或不规则结构型。但此结论是基于小规模研究分析，组织病理学类型和 ME-NBI 观察结果之间的一致性还没有得到证实。后续应扩大研究样本量及跨中心调查，验证结论的准确性和临床实践可行性。使用导管在十二指肠黏膜表面均匀喷洒靛胭脂红也是临床上常用的染色方式，以显示所有的黏膜异常情况^[9]。这种简便、经济的技术有效性及安全性得到广泛证实。其中一项单中心的前瞻性研究结果显示，化学染色内镜将十二指肠腺瘤的检出率提高了 3 倍，佐证了化学染色在早期诊断 SNADET 方面的临床参考价值^[20]。此外，靛胭脂红与色彩增强成像技术联合使用有助于实现 SNADET 病变的表面结构可见性，并可能辅助病变的术前诊断^[21]。多种不同的染色技术也在 SNADET 的检出和诊断逐渐发挥重要作用，如醋酸染色合并 ME-NBI、联动彩色和蓝色激光成像技术等都是 SNADET 病变的潜在检查策略^[22-24]。

3.3 共聚焦激光内镜显微镜和细胞内镜在 SNADET 中的应用

CLE 和 EC 是一种新型内镜技术，在细胞和亚细胞水平提供了前所未有的高分辨率评估，理论上可实现消化道任何可接近部位的腔内表面“光学活检”。CLE 内镜技术在术前静脉注射荧光素等对比剂，荧光素通过毛细血管扩散并促使表面上皮细胞染色，通过聚焦镜头辅以激光束实时观察

病变黏膜的动态特征,如血流、对比剂摄取及渗漏,最高放大倍数可达1 000倍。目前为止,CLE主要分为两类,包括基于显微内镜系统的整合式共聚焦内镜(endoscope-based confocal laser endomicroscopy, eCLE)和基于探针的探头式共聚焦内镜(probe-based confocal laser endomicroscopy, pCLE),而pCLE在十二指肠内更为实用。有研究分别将pCLE与NBI用于十二指肠腺瘤诊断,证实pCLE的敏感性优于NBI(92% vs 83%, $P = 0.8$)。TAHARA等^[25]指出深色的上皮细胞和扭曲的隐窝结构是SNADET肿瘤的典型特征,其敏感性和特异性接近100%。pCLE不只用于活体组织上,TASHIMA等^[26]将其应用于离体的内镜黏膜剥离术标本中也得到了与病理诊断高度契合的结果。但CLE受限于扫描深度有限、无法标记细胞核、“点对点”类型的检查无法全面筛查消化道等方面,临床工作中还未普及。与CLE相同的是,EC也可以高倍数的实时观察病变,其通过接触式显微镜原理设计,根据活体内细胞对于染色剂的着色情况进行性质判定。一项日本的EC对SNADET诊断的研究表明,亚加蓝染色后EC对诊断SNADET疾病提供了高准确性和一致性^[27]。MURAMOTO等^[28]前瞻性研究招募了100例SNADET患者,分别将EC的诊断结果及术前活检诊断与最终的组织病理结果做比对,得到的结论是EC的准确率要优于活检诊断。但其相应的操作要求高、成本昂贵、检查时间长等问题仍是未来扩大内镜技术普及率及实用性所要考量的重要因素。

3.4 胶囊内镜及人工智能在SNADET中的应用

CE是目前小肠检查的一线方式,但传统CE在十二指肠的停留时间过短且难以把控,导致其检查十二指肠的能力有限^[29]。2013年首台磁控CE问世并应用于临床,相比于传统CE,磁控CE可利用体外的磁头控制胶囊的运动轨迹和视野,增加了十二指肠CE的停留时间、提高了SNADET的检出率^[30-31]。此外,随着现代计算机技术的飞速发展,人工智能(artificial intelligence, AI)为精准医疗带来巨大的发展潜力^[32]。POPA等^[33]对比了AI联合视频CE与小肠镜在自动检测小肠疾病之间的差异,结果表明两者的诊断准确性明显提高,且诊断性能相当。后续的研究还应探索应用视频CE数据创建胃肠道3D重建的AI系统开发,这将能够更好实现SNADET病变的多维空间可视化,潜在地优化临

床工作流程,实现疾病的精准诊疗。

此外,许多用于医学图像分析的智能算法,包括自动编码器、深度信念网络、卷积神经网络和深度残差网络等,已被证明在医学诊断领域是有效可行的。将AI结合到消化内镜的检查中代表了胃肠病学的多方位及多层次的发展趋势^[34-35]。据调查胃肠病学已有40多项AI辅助消化内镜方面发表的随机对照试验和众多正在进行的临床试验^[36]。用于识别结直肠息肉的计算机辅助检测算法已获得监管部门的批准并常规临床使用,AI对其他小肠疾病(包括血管瘤、溃疡、糜烂和出血等)高敏感性的诊断与预测也不断推动研究的日益成熟^[37-38]。INOUE等^[39]基于深度学习自动分析1 080张内镜图像(其中SNADET病变图像399张),构建了能够自动识别SNADET的卷积神经网络模型,其诊断敏感性达到94.7%,特异性为87.4%。且模型仅在12 s内成功验证所有SNADET病灶图像。内镜辅助诊断技术作为消化病学AI研究焦点所在,其优势体现在检测病变、指导治疗方案等方面。AI的出现可快速实现对病变的自动判断和分类,在解决内镜检查质量良莠不齐、漏诊误诊和培训成本高昂等问题的同时,优化内镜下诊断SNADET及选择治疗方案。虽然现阶段SNADET检测模型还处于可行性研究的早期阶段,但未来随着数据集的容量及可用性增加、大规模前瞻性临床研究的开展,成熟的AI模型将逐渐应用于临床研究及实践。

4 总结与展望

综上所述,SNADET疾病虽较为少见,但高误诊率、漏诊率导致其病情进展,治愈难度加大,严重影响患者治疗及预后。高质量的内镜检查及组织学检测对于提高SNADET的早期检测率至关重要。内镜成像技术的进步为SNADET的诊疗带来了新的选择:白光内镜以其简便、经济、快速、安全的优势成为SNADET诊断的首选,其进一步诊断更倾向于采用色素内镜结合ME进行内镜成像辅助诊断。在未来条件允许的情况下,CLE、CE、AI辅助技术等多模式内镜成像技术的应用将创造临床多样化需求,在SNADET的研究和临床诊治中发挥愈加重要的作用,推动制定更加科学化、标准化及精确化的诊疗策略。此外,其他的新兴内镜成像技术,如生物分子学、自体荧光成像等也会

在后续的研究中逐渐探索, 构建多层次、立体化的诊疗体系, 同时制定共识准则来规范临床流程, 实现对 SNADET 患者的个体化诊疗。

参 考 文 献 :

- [1] ZHAO Z, JIAO Y, YANG S Y, et al. Endoscopic diagnosis and treatment of superficial non-ampullary duodenal epithelial tumors: a review[J]. *J Transl Int Med*, 2023, 11(3): 206-215.
- [2] CULVER E L, MCINTYRE A S. Sporadic duodenal polyps: classification, investigation, and management[J]. *Endoscopy*, 2011, 43(2): 144-155.
- [3] TESARIKOVA J, SKALICKY P, KURFURSTOVA D, et al. Surgical treatment of duodenal adenocarcinoma: ampullary vs. non-ampullary, short- and long-term outcomes[J]. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub*, 2022, 166(3): 290-296.
- [4] TSUJI S, DOYAMA H, TSUJI K, et al. Preoperative endoscopic diagnosis of superficial non-ampullary duodenal epithelial tumors, including magnifying endoscopy[J]. *World J Gastroenterol*, 2015, 21(41): 11832-11841.
- [5] OKADA K, FUJISAKI J, KASUGA A, et al. Sporadic nonampullary duodenal adenoma in the natural history of duodenal cancer: a study of follow-up surveillance[J]. *Am J Gastroenterol*, 2011, 106(2): 357-364.
- [6] YOSHIDA M, YABUUCHI Y, KAKUSHIMA N, et al. The incidence of non-ampullary duodenal cancer in Japan: the first analysis of a national cancer registry[J]. *J Gastroenterol Hepatol*, 2021, 36(5): 1216-1221.
- [7] 卡迪尔娅·艾克拜尔, 程永波. 浅表非壶腹部十二指肠上皮肿瘤的诊断及治疗进展[J]. *胃肠病学和肝病学杂志*, 2025, 34(2): 288-291.
- [8] KURATA Y, HIROSE T, KAKUSHIMA N, et al. Endoscopic diagnosis of epithelial subtypes of superficial non-ampullary duodenal epithelial tumors using magnifying narrow-band imaging[J]. *Dig Dis*, 2024, 42(5): 399-406.
- [9] NIWA A, KUWANO S, TOMITA H, et al. The different pathogenesis of sporadic adenoma and adenocarcinoma in non-ampullary lesions of the proximal and distal duodenum[J]. *Oncotarget*, 2017, 8(25): 41078-41090.
- [10] SAKAGUCHI Y, YAMAMICHI N, FUJISHIRO M. The categorization and molecular mechanism of tumorigenesis of non-ampullary duodenal tumors[J]. *Nihon Shokakibyō Gakkai Zasshi*, 2022, 119(2): 103-111.
- [11] TOYA Y, ENDO M, SUGAI T, et al. Current status and perspectives for endoscopic diagnosis of superficial nonampullary duodenal epithelial tumors[J]. *Dig Endosc*, 2023, 35(5): 574-583.
- [12] KINOSHITA S, NISHIZAWA T, OCHIAI Y, et al. Accuracy of biopsy for the preoperative diagnosis of superficial nonampullary duodenal adenocarcinoma[J]. *Gastrointest Endosc*, 2017, 86(2): 329-332.
- [13] TSUJI S, DOYAMA H, TSUYAMA S, et al. Does previous biopsy lead to cancer overdiagnosis of superficial non-ampullary duodenal epithelial tumors? [J]. *Endosc Int Open*, 2021, 9(1): E58-E65.
- [14] GODA K, KIKUCHI D, YAMAMOTO Y, et al. Endoscopic diagnosis of superficial non-ampullary duodenal epithelial tumors in Japan: multicenter case series[J]. *Dig Endosc*, 2014, 26 Suppl 2: 23-29.
- [15] KAKUSHIMA N, YOSHIDA M, IWAI T, et al. A simple endoscopic scoring system to differentiate between duodenal adenoma and carcinoma[J]. *Endosc Int Open*, 2017, 5(8): E763-E768.
- [16] 王子奇, 谭诗云. 内镜成像技术在诊断溃疡性结肠炎中的应用进展[J]. *胃肠病学和肝病学杂志*, 2024, 33(9): 1237-1241.
- [17] ISHII R, OHATA K, SAKAI E, et al. Simple scoring system for the diagnosis of superficial non-ampullary duodenal epithelial tumors[J]. *Dig Endosc*, 2021, 33(3): 399-407.
- [18] KIKUCHI D, HOTEYA S, IIZUKA T, et al. Diagnostic algorithm of magnifying endoscopy with narrow band imaging for superficial non-ampullary duodenal epithelial tumors[J]. *Dig Endosc*, 2014, 26 Suppl 2: 16-22.
- [19] HÜNEBURG R, HELING D, KACZMAREK D J, et al. Dye chromoendoscopy leads to a higher adenoma detection in the duodenum and stomach in patients with familial adenomatous polyposis[J]. *Endosc Int Open*, 2020, 8(10): E1308-E1314.
- [20] HURLEY J J, THOMAS L E, WALTON S J, et al. The impact of chromoendoscopy for surveillance of the duodenum in patients with MUTYH-associated polyposis and familial adenomatous polyposis[J]. *Gastrointest Endosc*, 2018, 88(4): 665-673.
- [21] OKIMOTO K, MATSUMURA T, MARUOKA D, et al. Magnified endoscopy with texture and color enhanced imaging with indigo carmine for superficial nonampullary duodenal tumor: a pilot study[J]. *Sci Rep*, 2022, 12(1): 10381.
- [22] TANAKA Y, FUJII S, OKADA K, et al. Magnifying narrow-band imaging with acetic acid spray for superficial non-ampullary duodenal epithelial tumors based on the mucin phenotype[J]. *Digestion*, 2022, 103(6): 421-427.
- [23] MIURA H, TANAKA K, UMEDA Y, et al. Usefulness of magnifying endoscopy with acetic acid and narrow-band imaging for the diagnosis of duodenal neoplasms: proposal of a diagnostic algorithm[J]. *Surg Endosc*, 2022, 36(11): 8086-8095.
- [24] KITAE H, DOHI O, NAITO Y, et al. Linked color imaging and blue laser imaging for the diagnosis of superficial non-ampullary duodenal epithelial tumors[J]. *Dig Dis*, 2022, 40(6): 693-700.
- [25] TAHARA T, HORIGUCHI N, TERADA T, et al. Diagnostic utility of probe-based confocal laser endomicroscopy in superficial non-ampullary duodenal epithelial tumors[J]. *Endosc Int Open*, 2019, 7(11): E1515-E1521.
- [26] TASHIMA T, NONAKA K, RYOZAWA S, et al. Successful ex-vivo probe-based confocal laser endomicroscopy of a superficial

- nonampullary duodenal epithelial tumor with dripping of food additives: a case of tubular adenocarcinoma[J]. *VideoGIE*, 2019, 4(3): 128-130.
- [27] KUBO M, ONO S, YOKOTA I, et al. Quantitative diagnostic algorithm using endocytoscopy for superficial nonampullary duodenal epithelial tumors[J]. *J Gastroenterol Hepatol*, 2023, 38(9): 1496-1502.
- [28] MURAMOTO T, OHATA K, SAKAI E, et al. A new classification for the diagnosis of superficial non-ampullary duodenal epithelial tumors using endocytoscopy: a prospective study[J]. *J Gastroenterol Hepatol*, 2021, 36(11): 3170-3176.
- [29] 吴向玲, 王芬. 胶囊内镜全小肠检查完成率影响因素的研究进展[J]. *中华消化内镜杂志*, 2023, 40(3): 243-247.
- [30] HU J L, WANG X Y, SUN S Y. Comparison between the widely used magnetically controlled capsule gastroscopy and conventional gastroscopy: a meta-analysis[J]. *Minim Invasive Ther Allied Technol*, 2022, 31(4): 496-504.
- [31] 吴晓倩, 崔子瑾, 孟翠巧, 等. 磁控胶囊内镜的临床应用[J]. *河北医药*, 2024, 46(23): 3551-3555.
- [32] 王立坤, 郝琦, 金炜涵, 等. 多组学与人工智能在预测和诊断结肠直肠癌肝转移中的应用[J]. *实用医学杂志*, 2025, 41(7): 1070-1078.
- [33] POPA S L, STANCU B, ISMAIEL A, et al. Enteroscopy versus video capsule endoscopy for automatic diagnosis of small bowel disorders-a comparative analysis of artificial intelligence applications[J]. *Biomedicines*, 2023, 11(11): 2991.
- [34] 张娴, 王庆国, 程云章, 等. 人工智能在结肠直肠癌内镜与影像学诊断中的应用现状与进展[J]. *中华消化外科杂志*, 2024, 23(4): 622-628.
- [35] 窦维佳, 康林, 刘喜, 等. 人工智能技术在早期胃癌内镜诊断中的应用进展[J]. *中国现代医学杂志*, 2023, 33(6): 37-42.
- [36] ELAMIN S, JOHRI S, RAJPURKAR P, et al. From data to artificial intelligence: evaluating the readiness of gastrointestinal endoscopy datasets[J]. *J Can Assoc Gastroenterol*, 2025, 8(Suppl 2): S81-S86.
- [37] AFONSO J, SARAIVA M M, FERREIRA J P S, et al. Automated detection of ulcers and erosions in capsule endoscopy images using a convolutional neural network[J]. *Med Biol Eng Comput*, 2022, 60(3): 719-725.
- [38] CHOI K S, PARK D, KIM J S, et al. Deep learning in negative small-bowel capsule endoscopy improves small-bowel lesion detection and diagnostic yield[J]. *Dig Endosc*, 2024, 36(4): 437-445.
- [39] INOUE S, SHICHJO S, AOYAMA K, et al. Application of convolutional neural networks for detection of superficial nonampullary duodenal epithelial tumors in esophagogastroduodenoscopic images[J]. *Clin Transl Gastroenterol*, 2020, 11(3): e00154.

(李科 编辑)

本文引用格式: 秦晨玮, 赖莘秀, 常宗宏, 等. 内镜成像技术在诊断浅表非壶腹部十二指肠上皮肿瘤中的应用进展[J]. *中国现代医学杂志*, 2026, 36(2): 36-41.

Cite this article as: QIN C W, LAI X X, CHANG Z H, et al. Advances in endoscopic imaging techniques for the diagnosis of superficial non-ampullary duodenal epithelial tumors[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2026, 36(2): 36-41.