

早期胃癌内镜诊断技术的研究进展

徐真¹, 刘兵², 聂娇³, 鲁临³, 张晴晴^{3*}, 杜超^{3*}

¹锦州医科大学临沂市人民医院研究生培养基地, 山东 临沂

²潍坊医学院临床医学院, 山东 潍坊

³临沂市人民医院消化内科, 山东 临沂

收稿日期: 2023年3月24日; 录用日期: 2023年4月18日; 发布日期: 2023年4月27日

摘要

胃癌是我国发病率和病死率较高的恶性肿瘤, 其预后与肿瘤分期密切相关。早期胃癌预后好、病死率低。当前我国早期胃癌诊断率低, 提高对早期胃癌可疑病灶检测和精准活检的能力对早期胃癌的确诊至关重要。随着色素内镜、电子染色内镜、超声内镜、人工智能辅助诊断技术等内镜技术的不断兴起及逐步普及, 早期胃癌的检出率有了明显的提高。了解各项内镜技术在早期胃癌中的应用, 有助于临床医师全面、有效、合理地制订早期胃癌内镜诊断方案。

关键词

早期胃癌, 内镜筛查, 色素内镜, 电子染色内镜, 超声内镜, 人工智能辅助技术

Advances in Endoscopic Diagnosis of Early Gastric Cancer

Zhen Xu¹, Bing Liu², Jiao Nie³, Lin Lu³, Qingqing Zhang^{3*}, Chao Du^{3*}

¹Linyi People's Hospital Postgraduate Training Base, Jinzhou Medical University, Linyi Shandong

²Clinical Medical College, Weifang Medical University, Weifang Shandong

³Department of Gastroenterology, Linyi People's Hospital, Linyi Shandong

Received: Mar. 24th, 2023; accepted: Apr. 18th, 2023; published: Apr. 27th, 2023

Abstract

Gastric cancer is a malignant tumor with high incidence and mortality rate in China, and its prognosis is closely related to tumor stage. Early gastric cancer has a good prognosis and low mortality

*通讯作者。

文章引用: 徐真, 刘兵, 聂娇, 鲁临, 张晴晴, 杜超. 早期胃癌内镜诊断技术的研究进展[J]. 临床医学进展, 2023, 13(4): 6577-6584. DOI: 10.12677/acm.2023.134922

rate. At present, the diagnosis rate of early gastric cancer in China is low, and improving the ability to detect suspicious lesions of early gastric cancer and accurate biopsy is very important for the diagnosis of early gastric cancer. With the continuous rise and gradual popularization of endoscopic technologies such as chromoendoscopy, electronic chromoendoscopy, endoscopic ultrasonography, and artificial intelligence-assisted diagnosis technology, the detection rate of early gastric cancer has been significantly improved. Understanding the application of various endoscopic techniques in early gastric cancer can help clinicians comprehensively, effectively and reasonably formulate endoscopic diagnosis plans for early gastric cancer.

Keywords

Early Gastric Cancer, Endoscopic Screening, Chromoendoscopy, Electronic Chromoendoscopy, Endoscopic Ultrasonography, Artificial Intelligence

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

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

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



Open Access

1. 引言

胃癌系起源于胃黏膜上皮的恶性肿瘤,是严重危害全球人类生命健康的常见癌症类型之一,最新统计数据显示全球新发胃癌病例超过 100 万例,死亡病例达 76.9 万例,是全球癌症发病率排名第五大常见癌症,也是癌症相关死亡的第四大最常见原因[1]。最新研究发现,无论是在低风险国家还是高风险国家,年轻人(50 岁以下)的胃癌发病率都有所增加,年轻人胃癌的死亡率与发病率之比为 0.61,在所有癌症类型中排名第七[1] [2]。据 WHO 最新数据报道,中国胃癌新发病例 47.9 万例,死亡病例 37.4 万例,分别占全球胃癌新发和死亡病例的 44.0%和 48.6% [1] [3] [4]。胃癌患者的预后情况与胃癌的临床分期有密切关系,早期胃癌患者的五年生存率 > 95%,而晚期胃癌的五年生存率明显低于早期胃癌约 20%~30% [5] [6]。因此,探寻早期胃癌的有效诊断方法,提高早期胃癌的诊断率,对减轻我国癌症负担有重要意义。早期胃癌(early gastric cancer, EGC)是指胃癌局限于黏膜层或黏膜下层,不论有无淋巴结转移[4] [7] [8]。由于早期胃癌缺乏特异性的诊断标志物,确诊早期胃癌的主要方式是内镜活检检查。本文对诊断早期胃癌内镜系统中的内镜诊断技术加以阐述。

2. 白光内镜

白光内镜(white light endoscopy, WLE)是传统的内窥镜成像方式,广泛用于早期胃癌的内镜筛查,目前临床通常首选白光内镜结合组织活检方式来确诊早期胃癌。白光内镜可用于识别早期胃癌的一些可疑癌变特征,特别是注意粘膜颜色和形态的细微变化,包括胃黏膜表面的色泽(发红或者发白)、胃黏膜表面的形态学变化(隆起或者凹陷)、粘膜褶皱变细或中断、质地的改变(质地脆或局部僵硬)、局部粘膜混浊(背景血管形态/腺管结构突变)或粘膜光泽度丧失、有无自发性出血及有无溃疡并发[9] [10]。白光内镜对早期胃癌可疑病变部位进行观察,有利于早期胃癌病理类型和浸润深度的判断,对可疑的胃早癌病变部位进行靶向活检从而增加早期胃癌阳性检出率。目前筛查早期胃癌的常用检查方法是使用白光成像的内窥镜,但白光内镜检测早期胃癌的灵敏度并不理想,灵敏度约为 48%~72% [11] [12] [13]。虽然白光内镜简单易操作、检查费用低廉,不仅可以检测可疑病变、评估病变长度、范围和严重程度,还可以进行病变部位的活检和内镜治疗,至今仍为多数胃早癌病人首选的内镜检查手段,但是受图像清晰度、内镜放大倍数

等因素制约,白光内镜在观察早期胃癌癌变部位局部细微结构方面有一定局限性,可能会漏掉表面平坦的细微早期癌变。此外,诊断早期胃癌的准确性也受到操作者专业技能、内镜操作经验等因素的影响。因此,采用白光内镜诊断早期胃癌的效果并不理想,更先进的内窥镜成像技术现在被用于早期胃癌病变检测。

3. 染色内镜

染色内镜又称色素内镜(chromo endoscopy, CE),是在白光内镜的基础上将具有上色性的色素染料(通常是亚甲蓝、靛胭脂和醋酸)喷洒到局部胃黏膜表面以增强组织特征,使得病灶和正常胃黏膜形成鲜明的反差,帮助识别早期胃癌病变和精准活检,提高 EGC 的检出率,并且可以准确判断早期胃癌的病变边缘和癌变范围,从而大大提高早期胃癌内镜下黏膜切除的病变完整性[12] [14] [15]。研究分析显示色素内镜对早期胃癌及癌前病变的诊断有很大优势,检测早期胃癌和癌前病变的敏感性、特异性分别为 90%、82%,明显优于白光内镜[12]。但是染色内镜存在着内镜操作时间较长、对操作医师技能要求高、有些染色剂具有潜在的毒性,同时还有部分患者对染色剂过敏的现象并且制备染色剂没有统一的标准等不足之处。除此之外,内镜医师内镜下观察是否做到细致全面、染色剂喷洒的均匀与否、内镜操作前准备的充足与否都会对早期胃癌诊断准确性造成影响。因而,存在电子染色内镜将逐渐取代染色内镜的趋势。

4. 放大内镜

放大内镜(magnifying endoscopy, ME)技术在白光内镜中加入变焦镜头可将黏膜组织内镜图像放大至上百倍的内镜检查方式。采用 ME 对胃黏膜表面微血管和腺管结构进行观察,有助于对可疑病变组织病理学性质和病变浸润范围进行判定,对可疑病变进行精准活检有助于早期胃癌的诊断和鉴别诊断,在早期胃癌诊断方面有独特优势[16]。传统的白光成像内镜(C-WLI)虽已应用于临床多年,但诊断早期胃癌的准确率仍然很低,诊断早期胃癌的敏感性、特异性差,灵敏度约 48%~72%。放大内镜可与色素染色、电子染色、高分辨率等技术结合可以有效改善 EGC 的检测,显著提高早期胃癌的诊断效率。

5. 电子染色内镜

电子染色内镜或数字染色内镜(electronic chromo endoscopy, ECE)是指分光相和先进的内镜成像技术相结合能够进行电子染色的内镜检查方式。ECE 对黏膜表面微血管和腺管结构进行详细的对比增强,可清晰展示黏膜微血管形态和腺管结构变化并能对可疑病变进行精准的靶向活检,早期胃癌的检出率得到提高。ECE 与白光内镜可重复切换进行比较观察,不需要特殊的组装或染色,内镜医师操作更方便,内镜操作时间短,同时也没有染色剂分布不均匀引起病变错判和染色剂其他有关副作用等弊端。窄带成像内镜技术、智能电子分光内镜技术、联动成像内镜技术、蓝激光成像内镜技术是常见的电子染色内镜技术。

5.1. 窄带成像

窄带成像(narrow band imaging, NBI)是最常用的电子染色内镜检查技术,其内镜检查光学原理是利用旋转光学滤光器将入射光限制为两个不同波长的窄带,宽带光谱经滤光器特殊过滤,仅留下能被血红蛋白吸收的窄带蓝色(415 nm)和绿色(540 nm)光[12] [15] [17]。窄带光具有的组织渗透性可以透过浅表黏膜层,对黏膜表面结构观察有一定帮助,早期胃癌癌病时黏膜血管也随之发生相应变化[1] [15] [17]。NBI 在检测早期胃癌前病变方面优于 WLE,检测早期胃癌癌前病变的敏感性为 69%,特异性为 91% [12]。此外,当与放大内镜结合使用时,NBI 放大内镜(ME-NBI)可以更详细地观察评估黏膜毛细血管和腺体结构。ME-NBI 内镜主要依据“VS 系统”对早期胃癌病灶进行鉴别,该系统需要对微血管结构和表面黏膜微细

结构进行详细观察评估,以确定不规则的结构特征,在存在明显的分界线的前提下,表明存在早期胃癌病灶[12][15][17]。NBI放大内镜(ME-NBI)可以对胃黏膜进行更密切的评估,识别胃黏膜的细微形态学变化、预测组织学和描绘病变的横向扩展,可以检测到白光内镜检查中可能遗漏的可疑病变或黏膜变化。研究表明,NBI放大内镜(ME-NBI)显示出优于传统白光内镜的诊断准确性,敏感性和特异性分别为86%和96%[18],传统白光内镜和放大内镜与NBI的结合产生了更好的灵敏度、特异性和诊断准确性,分别为95.0%、96.8%和96.6%[18]。此外,NBI放大内镜(ME-NBI)在早期胃癌患者行内镜下切除确定肿瘤边缘有重要价值,ME-NBI内镜标记的准确性为97.4%~98.1%[12][19]。

5.2. 智能电子分光技术

智能电子分光技术(flexible spectral imaging color enhancement, FICE)是利用不同波长的光可以穿透到不同深度的组织黏膜,并将接收到的光谱信息进行图像合成的内窥镜技术[20][21]。FICE可通过变焦附件将内窥镜图像放大200倍。此外,该系统能够通过简单地按下内窥镜上的按钮立即在普通图像和FICE图像之间切换,与传统染色方法相比,FICE的使用提高了早期胃癌的可视化程度,减少了染色剂的侵袭性和危害性,也大大节省内镜操作时间[21]。FICE可清楚观察黏膜表面及病变的细微结构、表浅的血管网以及黏膜凹陷,利于发现细小可疑病变、提高内镜下早期胃癌的检出率[20]。FICE联合放大内镜可观察到早期胃癌病灶与周围黏膜的颜色对比鲜明,并可发现血管扭曲变形、部分血管网破坏、结构紊乱,还可观察到病灶表面腺体的凹凸结构异常状态[21]。因此,临床采用放大内镜联合FICE技术可发现一些在普通内镜下难以发现的病灶,更精确地引导活检,从而提高早期胃癌的检出率。

5.3. 联动成像内镜

联动成像内镜(linked color imaging, LCI)是结合白光相和特定波长窄带光的一种新型图像增强内镜技术。LCI检查可疑病变既能在确保有明亮内镜视野的同时又能很好地凸显黏膜腺管和微血管的形态变化[22][23]。LCI采用的是预处理窄带辐射和后处理色彩技术,将进口色彩分为红、绿、蓝三种颜色,处理前后技术的结合增强了肿瘤病变与周围正常黏膜的颜色对比,通过增加内镜下病变黏膜和正常黏膜的对比度来提高对早期胃癌的诊断准确率[22][24][25]。LCI观察可疑病变黏膜微血管和腺管结构变化时,着重突出可疑病灶色泽变化。LCI在诊断可疑病灶色泽改变的基础上与放大内镜对早期胃癌腺管和微血管的诊断标准进一步结合,可以极大提高早期胃癌诊断率。

5.4. 蓝激光成像

蓝激光成像(blue laser imaging, BLI)是使用激光作为光源发出两种波长不同的激光白光观察模式激光(450 ± 10 nm)和窄波段观察模式激光(410 ± 10 nm),通过调整两束激光发射强度实现白光观察和黏膜表层窄带蓝激光的结合观察黏膜微血管和浅部腺管结构的内镜技术[12][15][26]。BLI主要有BLI-contrast和BLI-bright两种观察模式,这两种模式都可以用来观察早期胃癌病变的腺管和微血管形态变化。然而,BLI-contrast模式主要用于可疑病变的近距离观察以及观察放大内镜视野中的腺管和微血管的详细特征,而BLI-bright模式则增加了白光成分,因此主要用于远距离增强对比观察[26]。此外,BLI结合放大内镜能清楚显示可疑病灶腺管和微血管形态学变化,利于对可疑病灶的性质和组织病理学特征进行判定。最新的研究表明,BLI与WLE相比具有较高的敏感性,EGC的检测灵敏度更高约为93%~94%[12]。BLI可根据内镜诊断的不同需求提供BLI、BLI-bright、FICE、LCI四种观察模式,BLI多种内镜观察模式相结合弥补NBI与FICE的缺陷。BLI使用激光光源使深层血管成像的观察得更加清楚了,空前提提高内镜对黏膜表层微细血管的深度检查技术,增加了早期胃癌的辨识度,给早期胃癌的准确诊断和精准治疗带来了更大的可能性。

6. 共聚焦激光显微内镜

共聚焦激光显微内镜(confocal laser endomicroscope, CLE)是使用激光照射黏膜组织检测反射荧光进行高分辨率内镜组织学评估的内镜技术[12] [27]。CLE 有实时组织学数字化成像和检测功能,能够在进行内镜检查的同时检测胃黏膜层的组织细胞,得到放大倍数在 1000 倍以上的内镜图像,从而可以观察胃黏膜层细胞、腺体及微循环血管的微观结构,有利于开展诊断早期胃癌的靶向活检,实现“光学活检”,提高早期胃癌的检出率[12] [15] [27]。CLE 凭借其诊断准确、迅速等优点,在早期胃癌的诊断中具有很大的优越性。最近的荟萃研究分析表明,CLE 检测胃癌前病变和早期胃癌的诊断准确率高,其中对胃癌前病变的检测灵敏度为 92%,检测早期胃癌的灵敏度为 91% [12]。然而,CLE 存在图像采集所需时间较长、部分患者对所需使用的荧光剂有过敏风险以及内镜医师对图像判读的学习周期长等缺点。

7. 自体荧光内镜

自体荧光内镜(auto fluorescence imaging, AFI)利用胃部组织的荧光特性来产生实时的内窥镜图像,主要是依据荧光在光谱上的差异来判断病变性质[15]。AFI 通过利用人体自身荧光团(例如胶原蛋白、黄素类、卟啉类等物质)及其在特定波长发射荧光的能力,AFI 可以捕捉正常、化生、异常癌变的组织变化[15]。正常胃黏膜组织在 AFI 模式下呈现淡绿色,异常癌变胃黏膜组织在 AFI 模式下呈现品红色,胃黏膜深部血管呈现深绿色[15]。AFI 相比普通内镜可提高 10%的早期胃癌的检出率,然而诊断早期胃癌的特异性相比普通内镜明显减低[28]。AFI 未采用特异性靶向造影剂,对胃部炎症和胃肿瘤鉴别困难,同时因为人体自身荧光信号的强度非常弱,容易受激发光混叠等问题影响,诊断早期胃癌假阳性率高,敏感度、特异度差。

8. 细胞内镜

细胞内镜(endocytoscopy, ECS)是一种体内放大技术,可提供超高放大倍率的显微成像,结合染色剂对组织黏膜行活体染色检查,加大黏膜组织细胞之间的对比度,对黏膜浅层上的组织细胞结构进行实时观察,使内镜诊断结果与病理诊断结果无限贴近[15] [18]。ECS 有助于在内镜下对黏膜病变性质进行实时诊断,提高早期胃癌活检准确性,降低活检并发症的发生率,准确鉴别早期胃癌和非癌性病变[15] [18]。ECS 的主要局限性是不能观察到黏膜层上皮层以外的细胞结构,因此仍然无法评估早期胃癌的侵袭深度。尽管 ECS 似乎是一种有前景的内镜技术,但它价格昂贵,仅少数 ECS 投入使用。并且由于内镜操作需正确的染色方法以及规范操作,在获得清晰图像的技术上也具有挑战性,因此 ECS 在诊断早期胃癌的应用中仍需在未来的研究中进一步评估。

9. 超声内镜

超声内镜(endoscopic ultra sonography, EUS)是集内镜和超声扫描作用于一体的消化道内镜检查方式,EUS 在内镜的顶端安置超声高频探头,可在内镜观察可疑病变的同时超声探头实时探查病变的组织层次,使得消化道表面图像和消化道内黏膜下方超声扫描图像能同时呈现,适时由内而外地对消化道黏膜进行深入细致地观察[12] [29] [30]。EUS 其内置高频探头能清楚观察黏膜各层组织,根据超声影像所显示胃黏膜组织的层次结构和回声特点,及时发现早期胃癌病变,初步判断早期胃癌性质和浸润程度[12] [29] [30]。EUS 的宽频扫描功能,使得系统的扫描可以实现更强穿透率,提供更清晰的超声图像。EUS 被推荐用于评估 EGC 的浸润深度,特别是用于区分 T1 和 T2 期病变[12]。

10. 人工智能辅助技术

人工智能辅助技术(artificial intelligence, AI)是指凭借强大运算能力协助识别内镜图像,协助对可疑病变部位定性、定位的诊断技术[31]。人工智能辅助技术协助内镜诊断首先需要计算机识别记忆内镜图像并

且对内镜下病变特征进行归纳总结,接着基于默认的疾病病变特征诊断内镜下图像,最终输出病变诊断结果[32]。这一辅助技术在保留内镜原有全部内镜检查功能的同时,凭借其强大的运算能力可以大大减少内镜操作时间,降低了内镜医师肉眼判断内镜图片的主观性并使早起胃癌诊断率得到很大提高。Hirasawa 等人的一项研究利用人工智能中的卷积神经网络来检测内镜图像中的早期胃癌病变,研究表明人工智能辅助的白光内镜和放大 NBI 检测早期胃癌的灵敏度分别为 92% 和 97% [12] [18] [32] [33]。Niikura 等人的研究表明人工智能辅助技术与内镜专家相比,并没有表现出明显的劣势或优势[18] [34]。然而,一项荟萃研究分析人工智能辅助技术检测早期胃癌的敏感性和特异性分别为 86% 和 93%, 研究结果表明人工智能辅助技术与内镜专家相比检测早期胃癌更加准确[18] [35] [36] [37]。目前大多数研究关于人工智能辅助技术对早期胃癌的诊断不是实时内镜诊断,但 Wu 等人研发的名为 ENDOANGEL 的新系统已被证明人工智能辅助技术在帮助内镜实时检测和诊断早期胃癌方面有很大前景[18] [38]。虽然人工智能辅助技术为早期发现、指导治疗和预测早期胃癌的预后提供了灵敏的方法,但是诊断是否准确和计算机辅助技术识别内镜图像的种类、数量及内镜医师判定的诊断标准相关,容易造成漏诊和错诊现象。随着人工智能辅助技术的日益发展,智能辅助内镜技术有望成为诊断早期胃癌的最佳方式。

11. 小结

中国是胃癌高发国家,胃癌的发病率和死亡率位居世界前列,癌症负担巨大。胃癌的早期诊断和早期治疗是降低癌症病死率及改善预后的重要有效措施。当前内镜诊断技术迅猛发展,有助于更好地发现评估胃黏膜病变和早期胃癌,临床多种新型内镜诊断技术的应用明显提高早期胃癌和胃黏膜病变的检出率。目前早期胃癌的临床诊断已经形成了较为固定的内镜诊断模式先用白光内镜初筛胃癌高危患者,以此为基础兼顾病灶大小、深度、位置及其他因素后再选用相关内镜诊断技术对可疑病变进一步诊断。内镜医师需从实际医疗水平出发,了解各种内镜检查技术自身特有的优点和局限性,将多种内镜诊断技术相结合探寻早期胃癌最佳内镜诊断方式,使早期胃癌的诊断更加快速准确。

基金项目

国家自然科学基金项目(项目编号: 81500425); 山东省自然科学基金项目(项目编号: ZR2021MH183)。

参考文献

- [1] Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R.L., *et al.* (2021) Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, **71**, 209-249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>
- [2] Heer, E.V., Harper, A.S., Sung, H., Jemal, A. and Fidler-Benaoudia, M.M. (2020) Emerging Cancer Incidence Trends in Canada: The Growing Burden of Young adult Cancers. *Cancer*, **126**, 4553-4562. <https://doi.org/10.1002/ncr.33050>
- [3] Cao, W., Chen, H.-D., Yu, Y.-W., Li, N. and Chen, W.-Q. (2021) Changing Profiles of Cancer Burden Worldwide and in China: A Secondary Analysis of the Global Cancer Statistics 2020. *Chinese Medical Journal*, **134**, 783-791. <https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000001474>
- [4] 赫捷, 陈万青, 李兆申, 等. 中国胃癌筛查与早诊早治指南(2022, 北京) [J]. 中国肿瘤, 2022, 31(7): 488-527.
- [5] Xia, J.Y. and Aadam, A.A. (2022) Advances in Screening and Detection of Gastric Cancer. *Journal of Surgical Oncology*, **125**, 1104-1109. <https://doi.org/10.1002/jso.26844>
- [6] Ilic, M. and Ilic, I. (2022) Epidemiology of Stomach Cancer. *World Journal of Gastroenterology*, **28**, 1187-1203. <https://doi.org/10.3748/wjg.v28.i12.1187>
- [7] Japanese Gastric Cancer Association (2011) Japanese Classification of Gastric Carcinoma: 3rd English Edition. *Gastric Cancer*, **14**, 101-112. <https://doi.org/10.1007/s10120-011-0041-5>
- [8] Nagtegaal, I.D., Odze, R.D., Klimstra, D., *et al.* (2020) The 2019 WHO Classification of Tumours of the Digestive System. *Histopathology*, **76**, 182-188. <https://doi.org/10.1111/his.13975>
- [9] Buxbaum, J.L., Hormozdi, D., Dinis-Ribeiro, M., *et al.* (2017) Narrow-Band Imaging versus White Light versus Map-

- ping Biopsy for Gastric Intestinal Metaplasia: A Prospective Blinded Trial. *Gastrointestinal Endoscopy*, **86**, 857-865. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2017.03.1528>
- [10] Muto, M., Yao, K., Kaise, M., *et al.* (2016) Magnifying Endoscopy Simple Diagnostic Algorithm for Early Gastric Cancer (MESDA-G). *Digestive Endoscopy*, **28**, 379-393. <https://doi.org/10.1111/den.12638>
- [11] Yoshida, N., Doyama, H., Yano, T., *et al.* (2021) Early Gastric Cancer Detection in High-Risk Patients: A Multicentre Randomised Controlled Trial on the Effect of Second-Generation Narrow Band Imaging. *Gut*, **70**, 67-75. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2019-319631>
- [12] Young, E., Philpott, H. and Singh, R. (2021) Endoscopic Diagnosis and Treatment of Gastric Dysplasia and Early Cancer: Current Evidence and What the Future May Hold. *World Journal of Gastroenterology*, **27**, 5126-5151. <https://doi.org/10.3748/wjg.v27.i31.5126>
- [13] Niknam, N., Obanor, S. and Lee, L.A. (2022) Endoscopic Methods for the Detection and Treatment of Gastric Cancer. *Current Opinion in Gastroenterology*, **38**, 436-442. <https://doi.org/10.1097/MOG.0000000000000867>
- [14] Numata, N., Oka, S., Tanaka, S., *et al.* (2016) Useful Condition of Chromoendoscopy with Indigo Carmine and Acetic Acid for Identifying a Demarcation Line Prior to Endoscopic Submucosal Dissection for Early Gastric Cancer. *BMC Gastroenterology*, **16**, Article No. 72. <https://doi.org/10.1186/s12876-016-0483-7>
- [15] Canakis, A. and Kim, R. (2021) Endoscopic Advances for Gastric Neoplasia Detection. *Gastrointestinal Endoscopy Clinics of North America*, **31**, 543-561. <https://doi.org/10.1016/j.giec.2021.03.007>
- [16] Le, H., Wang, L., Zhang, L., *et al.* (2021) Magnifying Endoscopy in Detecting Early Gastric Cancer: A Network Meta-Analysis of Prospective Studies. *Medicine*, **100**, e23934. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000023934>
- [17] Kurumi, H., Nonaka, K., Ikebuchi, Y., *et al.* (2021) Fundamentals, Diagnostic Capabilities and Perspective of Narrow Band Imaging for Early Gastric Cancer. *Journal of Clinical Medicine*, **10**, Article No. 2918. <https://doi.org/10.3390/jcm10132918>
- [18] Fujiyoshi, M.R.A., Inoue, H., Fujiyoshi, Y., *et al.* (2021) Endoscopic Classifications of Early Gastric Cancer: A Literature Review. *Cancers*, **14**, Article No. 100. <https://doi.org/10.3390/cancers14010100>
- [19] Horii, Y., Dohi, O., Naito, Y., *et al.* (2019) Efficacy of Magnifying Narrow Band Imaging for Delineating Horizontal Margins of Early Gastric Cancer. *Digestion*, **100**, 93-99. <https://doi.org/10.1159/000494053>
- [20] Jung, S.W., Lim, K.S., Lim, J.U., *et al.* (2011) Flexible Spectral Imaging Color Enhancement (FICE) Is Useful to Discriminate Among Non-neoplastic Lesion, Adenoma, and Cancer of Stomach. *Digestive Diseases and Sciences*, **56**, 2879-2886. <https://doi.org/10.1007/s10620-011-1831-7>
- [21] Negreanu, L., Preda, C.M., Ionescu, D. and Ferechide, D. (2015) Progress in Digestive Endoscopy: Flexible Spectral Imaging Colour Enhancement (FICE)—Technical Review. *Journal of Medicine and Life*, **8**, 416-422.
- [22] 国家消化道早癌防治中心联盟, 联动成像技术临床应用专家组. 消化内镜联动成像技术临床应用建议[J]. 中华消化内镜杂志, 2019, 36(3): 153-159.
- [23] 谢聪颖, 刘岩. 联动成像内镜的原理及临床应用现状[J]. 中华消化内镜杂志, 2017, 34(8): 600-602.
- [24] Shinozaki, S., Osawa, H., Hayashi, Y., Lefor, A.K. and Yamamoto, H. (2019) Linked Color Imaging for the Detection of Early Gastrointestinal Neoplasms. *Therapeutic Advances in Gastroenterology*, **12**, Article ID: 1756284819885246. <https://doi.org/10.1177/1756284819885246>
- [25] Osawa, H., Miura, Y., Takezawa, T., *et al.* (2018) Linked Color Imaging and Blue Laser Imaging for Upper Gastrointestinal Screening. *Clinical Endoscopy*, **51**, 513-526. <https://doi.org/10.5946/ce.2018.132>
- [26] Yang, Z. and Shen, L. (2019) Diagnostic Value of Blue Laser Imaging Combined with Magnifying Endoscopy for Precancerous and Early Gastric Cancer Lesions. *Turkish Journal of Gastroenterology*, **30**, 549-556. <https://doi.org/10.5152/tjg.2019.18210>
- [27] 汤泊夫, 年媛媛, 党彤. 激光共聚焦显微内镜在消化系统疾病中的应用进展[J]. 中华消化内镜杂志, 2022, 39(2): 164-168.
- [28] Imaeda, H., Hosoe, N., Kashiwagi, K., *et al.* (2014) Surveillance Using Trimodal Imaging Endoscopy after Endoscopic Submucosal Dissection for Superficial Gastric Neoplasia. *World Journal of Gastroenterology*, **20**, 16311-16317. <https://doi.org/10.3748/wjg.v20.i43.16311>
- [29] Iglesias-García, J., Lariño-Noia, J., de la Iglesia-García, D. and Dominguez-Munoz, J.E. (2022) Endoscopic Ultrasonography: Enhancing Diagnostic Accuracy. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, **60-61**, Article ID: 101808. <https://doi.org/10.1016/j.bpg.2022.101808>
- [30] Goto, O., Kaise, M. and Iwakiri, K. (2022) Advancements in the Diagnosis of Gastric Subepithelial Tumors. *Gut and Liver*, **16**, 321-330. <https://doi.org/10.5009/gnl210242>
- [31] Hirasawa, T., Ikenoyama, Y., Ishioka, M., *et al.* (2021) Current Status and Future Perspective of Artificial Intelligence

-
- Applications in Endoscopic Diagnosis and Management of Gastric Cancer. *Digestive Endoscopy*, **33**, 263-272. <https://doi.org/10.1111/den.13890>
- [32] Xiao, Z., Ji, D., Li, F., Li, Z. and Bao, Z. (2022) Application of Artificial Intelligence in Early Gastric Cancer Diagnosis. *Digestion*, **103**, 69-75. <https://doi.org/10.1159/000519601>
- [33] Hsiao, Y.-J., Wen, Y.-C., Lai, W.-Y., *et al.* (2021) Application of Artificial Intelligence-Driven Endoscopic Screening and Diagnosis of Gastric Cancer. *World Journal of Gastroenterology*, **27**, 2979-2993. <https://doi.org/10.3748/wjg.v27.i22.2979>
- [34] Niikura, R., Aoki, T., Shichijo, S., *et al.* (2022) Artificial Intelligence versus Expert Endoscopists for Diagnosis of Gastric Cancer in Patients Who Have Undergone Upper Gastrointestinal Endoscopy. *Endoscopy*, **54**, 780-784. <https://doi.org/10.1055/a-1660-6500>
- [35] Anta, J.A. and Dinis-Ribeiro, M. (2021) Early Gastric Cancer and Artificial Intelligence: Is It Time for Population Screening? *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, **52-53**, Article ID: 101710. <https://doi.org/10.1016/j.bpg.2020.101710>
- [36] Jiang, K., Jiang, X., Pan, J., *et al.* (2021) Current Evidence and Future Perspective of Accuracy of Artificial Intelligence Application for Early Gastric Cancer Diagnosis with Endoscopy: A Systematic and Meta-Analysis. *Frontiers in Medicine*, **8**, Article 629080. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.698483>
- [37] Kim, J.H., Nam, S.-J. and Park, S.C. (2021) Usefulness of Artificial Intelligence in Gastric Neoplasms. *World Journal of Gastroenterology*, **27**, 3543-3555. <https://doi.org/10.3748/wjg.v27.i24.3543>
- [38] Wu, L., He, X., Liu, M., *et al.* (2021) Evaluation of the Effects of an Artificial Intelligence System on Endoscopy Quality and Preliminary Testing of Its Performance in Detecting Early Gastric Cancer: A Randomized Controlled Trial. *Endoscopy*, **53**, 1199-1207. <https://doi.org/10.1055/a-1350-5583>