

DOI: 10.12235/E20240562

文章编号: 1007-1989 (2025) 07-0031-06

论著

粪便SDC2、ADHFE1和PPP2R5C基因甲基化检测 与粪便隐血试验在结直肠癌筛查中的比较研究

冯娟, 林丽玉, 叶学云, 吴永涛, 邬凤欣, 许丽珠, 周丽香

[厦门大学附属中山医院(厦门市消化内科专业质量控制中心) 消化内镜中心, 福建 厦门 361004]

摘要: 目的 对比粪便SDC2、ADHFE1和PPP2R5C基因甲基化阳性患者与粪便隐血试验阳性患者的结肠镜检查结果, 旨在分析结直肠癌(CRC)筛查效果, 以期CRC筛查风险评估提供科学依据。**方法** 选取2023年12月—2024年5月该院针对40~80岁CRC高危人群发放的SDC2、ADHFE1和PPP2R5C基因甲基化联合检测试剂盒, 共9284份。检测阳性患者841例(9.1%), 电话动员患者进行结肠镜检查, 以结肠镜联合病理诊断为判定标准, 共有495例阳性患者完成电子结肠镜检查。其中, 行粪便SDC2、ADHFE1和PPP2R5C基因甲基化检测阳性, 并完成电子结肠镜检查的患者251例作为观察组, 同期选取粪便隐血试验阳性, 并行电子结肠镜检查的患者244例作为对照组。比较两组患者息肉数量、形态、病变部位和病变类型。**结果** 两组患者息肉数量和部位比较, 差异均无统计学意义($P > 0.05$)。观察组山田I型占比低于对照组, 山田II型占比高于对照组, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。观察组中, 1例CRC(0.4%), 62例进展期腺瘤(24.7%), 78例非进展期腺瘤(31.1%), 20例增生性息肉(8.0%), 90例无异型增生病变(35.9%); 对照组中, 6例(2.5%)CRC, 38例(15.6%)进展期腺瘤, 53例(21.7%)非进展期腺瘤, 19例(7.8%)增生性息肉, 128例(52.5%)无异型增生病变, 对照组非进展期腺瘤占比和进展期腺瘤占比明显低于观察组, 无异型增生病变占比明显高于观察组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** 粪便SDC2、ADHFE1和PPP2R5C基因甲基化检测, 在结直肠非进展期腺瘤和进展期腺瘤中的检出率明显高于粪便隐血试验。值得临床推广应用。

关键词: 结直肠癌(CRC); 非进展期腺瘤; 进展期腺瘤; 基因甲基化; 粪便隐血试验

中图分类号: R735.3

Comparative study of fecal SDC2, ADHFE1, and PPP2R5C gene methylation detection and fecal occult blood test in colorectal cancer screening

Feng Juan, Lin Liyu, Ye Xueyun, Wu Yongtao, Wu Fengxin, Xu Lizhu, Zhou Lixiang

[Digestive Endoscopy Center, Zhongshan Hospital of Xiamen University (Xiamen Municipal Quality Control Center for Gastroenterology), Xiamen, Fujian 361004, China]

Abstract: Objective To compare the colonoscopy results of patients with positive fecal SDC2, ADHFE1, and PPP2R5C gene methylation tests to those with positive fecal occult blood tests, and analyze the effectiveness of colorectal cancer (CRC) screening. This study aims to provide a scientific basis for risk assessment in CRC screening. **Methods** From December 2023 to May 2024, 9284 combined test kits for SDC2, ADHFE1, and PPP2R5C gene methylation were distributed to high-risk individuals aged 40~80 years. Among them, 841 patients (9.1%) tested positive. These patients were encouraged via telephone to undergo colonoscopy, with colonoscopy

收稿日期: 2024-11-25

combined with pathological diagnosis as the gold standard, a total of 495 positive patients completed electronic colonoscopy. Among them, the 251 patients who tested positive for fecal SDC2, ADHFE1, and PPP2R5C gene methylation and completed electronic colonoscopy were the observation group; concurrently, 244 patients who tested positive for fecal occult blood tests and underwent electronic colonoscopy were selected as the control group. Compare two groups of patients with polyp, number, shape, pathological changes and pathological types. **Results** There was no statistically significant difference in number and lesion location of polyps between the two groups of patients ($P > 0.05$). The proportion of Yamada type I in the observation group was lower than that in the control group, while the proportion of Yamada type II was higher than that in the control group. The difference was statistically significant ($P < 0.05$). In the observation group, 1 case (0.4%) of CRC, 62 cases (24.7%) of advanced adenomas, 78 cases (31.1%) of non-advanced adenomas, 20 cases (8.0%) of hyperplastic polyps, and 90 cases (35.9%) with no dysplastic lesions were identified. In the control group, 6 cases (2.5%) of CRC, 38 cases (15.6%) of advanced adenomas, 53 cases (21.7%) of non-advanced adenomas, 19 cases (7.8%) of hyperplastic polyps, and 128 cases (52.5%) with no dysplastic lesions were identified. The proportions of non-advanced adenomas and advanced adenomas were lower in the control group than those in the observation group, while the no dysplastic lesions rate was higher in the control group, the differences were statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion** The detection rate of colorectal non-advanced adenomas and advanced adenomas is higher with fecal SDC2, ADHFE1, and PPP2R5C gene methylation testing compared to the fecal occult blood test.

Keywords: colorectal cancer (CRC); non-advanced adenoma; advanced adenoma; gene methylation; fecal occult blood test

结直肠癌 (colorectal cancer, CRC) 是全球范围内常见且致命的恶性肿瘤之一, 其发病率和死亡率呈逐年上升趋势。根据全球癌症统计数据, 2020年全球新发CRC病例数超过190万, 死亡病例数超过93万, 严重威胁人们的身心健康^[1]。在我国, CRC已成为公共卫生领域亟待解决的问题^[2]。早期发现和诊断是提高CRC治疗效果和生存率的关键。虽然结肠镜检查是目前最常用的筛查方法, 但由于其侵入性、复杂性和高成本, 难以广泛应用于大规模人群的筛查^[3]。因此, 寻找一种非侵入性、简便且高效的筛查方法, 已成为目前研究的重点。

近年来, 随着分子生物学和基因组学技术的快速发展, 基于粪便样本的甲基化基因检测, 成为了一种备受关注的非侵入性筛查手段。DNA甲基化是一种重要的表观遗传修饰, 其在基因表达调控和肿瘤发生发展中, 发挥着关键作用^[4]。有研究^[5]表明, CRC及其癌前病变中存在特定基因的异常甲基化, 这些甲基化标志物可以在粪便中检测到, 为CRC的早期筛查, 提供了新的可能性。SDC2、ADHFE1和PPP2R5C基因的甲基化状态 (以下简称: 三基因甲基化) 在CRC筛查中的潜力, 已被多项研究证实^[6-8]。本研究旨在评估粪便中三基因甲基化检测在CRC筛查中的应用价值, 并与传统的粪便隐血试验进行对比, 以期为临

床提供参考。现报道如下:

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2023年12月—2024年5月厦门大学附属中山医院针对40~80岁CRC高危人群, 发放的由华大生物科技有限公司提供的三基因甲基化联合检测试剂盒, 共9284份。检测结果显示841例(9.1%)患者呈阳性, 通过电话动员, 这些患者均接受了电子结肠镜检查。根据纳入和排除标准, 最终筛选出251例粪便三基因甲基化阳性, 且完成电子结肠镜检查的患者作为观察组; 同期选取粪便隐血试验阳性, 并行电子结肠镜检查的247例患者作为对照组, 排除3例接受结肠癌手术的患者后, 对照组最终纳入244例患者。本研究共计纳入495例参与者。其中, 男275例, 女220例。两组患者一般资料比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 具有可比性。见表1。

纳入标准: 自愿参与本研究; 无恶性肿瘤史。排除标准: 有结肠切除手术史; 有严重心、脑、肺疾病, 或肝肾功能障碍者; 有严重精神疾病者。本研究获得厦门大学附属中山医院医学伦理委员会科研分会的伦理审查批准。

表1 两组患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between the two groups

| 组别 | 性别/例 | | 年龄/岁 |
|--------------|-----------|-----------|-------------|
| | 男 | 女 | |
| 观察组(n=251) | 142(56.6) | 109(43.4) | 60.64±10.45 |
| 对照组(n=244) | 133(54.5) | 111(45.5) | 60.64±10.20 |
| t/χ^2 值 | 0.21 | | 0.00† |
| P值 | 0.644 | | 0.998 |

注: †为t值。

1.2 方法

1.2.1 粪便样本采集和检测方法 观察组采用华大生物科技有限公司提供的三基因甲基化联合检测试剂盒及配套采样器。每位受检者按照采样标准,多点采集粪便样本于采样管中,并及时送至检测中心进行检测。标本接收时,首先判断样本采集是否合格。如不合格,再次告知受检者正确的样本采集方法,并重复采集,直至样本合格^[6]。见表2。对照组采用抗体特异性识别并结合人类血红蛋白,通过免疫层析技术,检测粪便样本中的血红蛋白。

1.2.2 肠镜和病理检查 粪便三基因甲基化检测和粪便隐血试验阳性者,均建议进行肠镜检查,发现病变者需进行病理组织学检测。病理诊断结果包括:结直肠癌、进展期腺瘤、非进展期腺瘤、增生性息肉和异型增生病变。进展期腺瘤包括:最大径≥1 cm或

伴有高级别异型增生的腺瘤和(管状)绒毛状腺瘤;CRC前病变包括:腺瘤、传统锯齿状腺瘤和无蒂锯齿状病变等^[9-10]。

1.3 观察指标

1.3.1 息肉大小和数量 在电子结肠镜检查中,息肉大小分类如下^[3, 11]:微小息肉(0~5 mm)、小息肉(6~9 mm)、大息肉(>10 mm)和未发现息肉。息肉数量分类为:单发息肉、多发息肉(≥2个)和未发现息肉。

1.3.2 息肉形态 高清白光结肠镜检查是发现早期结直肠癌和癌前病变的有效方式,本研究采用山田分型^[12],将息肉形态分为4型:山田I型(隆起的起始部位较平滑,界限不清)、山田II型(隆起的起始部位有明确界限但无蒂)、山田III型(隆起的起始部位见有细颈,形成亚蒂)和山田IV型(隆起的起始部位明显有蒂)。

1.3.3 病理类型 病变包括:结直肠癌、进展期腺瘤、非进展期腺瘤、增生性息肉和无异型增生。

1.3.4 病变部位 包括:升结肠、横结肠、降结肠、乙状结肠及直肠,以及未发现病变。

1.4 统计学方法

采用SPSS 25.0统计学软件分析数据。计数资料以例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验;计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本t检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

表2 目标基因检测结果的阴阳性判断标准

Table 2 Criteria for determining positivity and negativity in target gene testing results

| 内参基因GAPDH判定条件 | 目标基因 | 目标基因的CT值 | 目标基因的 Δ CT值判定条件 | 判定结果 |
|---------------|---------|----------|------------------------|---|
| CT ≤ 37 | SDC2 | CT ≤ 38 | ≤ 9 | 样本中有一个或多个目标基因同时满足上述CT值和 Δ CT值的条件,则判定该样本为阳性 |
| | ADHFE1 | CT ≤ 38 | ≤ 8 | |
| | PPP2R5C | CT ≤ 38 | ≤ 7 | |
| CT > 37 | | 任何值 | 任何值 | 检测无效,需重新检测 |

2 结果

2.1 两组患者息肉数量比较

两组患者息肉数量比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表3。

2.2 两组患者息肉形态比较

观察组中,山田I型47例(18.8%),山田II型68例(27.2%),山田III型27例(10.8%),山田IV型19例(7.6%),未发现息肉89例(35.6%),1例存在缺失值未纳入;对照组中,山田I型63例(26.3%),

山田 II 型 36 例 (15.0%)，山田 III 型 18 例 (7.5%)，山田 IV 型 24 例 (10.0%)，未发现息肉 99 例 (41.2%)，4 例存在缺失值未纳入。观察组山田 I 型占比明显低于对照组，山田 II 型占比明显高于对照组，差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 4。

2.3 两组患者病理类型比较

观察组中，增生性息肉 20 例 (8.0%)，非进展期腺瘤 78 例 (31.1%)，进展期腺瘤 62 例 (24.7%)，结直肠癌 1 例 (0.4%)，无异型增生病变 90 例 (35.9%)；对照组中，增生性息肉 19 例 (7.8%)，非进展期腺瘤 53 例 (21.7%)，进展期腺瘤 38 例 (15.6%)，结直肠癌 6 例 (2.5%)，无异型增生病变 128 例 (52.5%)。观察组中，非进展期腺瘤占比和进展期腺瘤占比明显高于对照组，对照组中无异型增生

病变占比明显高于观察组，差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 5。

2.4 两组患者病变部位比较

两组患者病变部位比较，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 6。

表 3 两组患者息肉数量比较 例 (%)

Table 3 Comparison of polyp number between the two groups n (%)

| 组别 | 单发 | 多发 | 未发现 |
|-------------------|----------|-----------|----------|
| 观察组 ($n = 251$) | 45(17.9) | 116(46.2) | 90(35.9) |
| 对照组 ($n = 244$) | 40(16.4) | 105(43.0) | 99(40.6) |
| χ^2 值 | 1.17 | | |
| P 值 | 0.557 | | |

表 4 两组患者息肉形态比较 例 (%)

Table 4 Comparison of polyp morphology between the two groups n (%)

| 组别 | 山田 I 型 | 山田 II 型 | 山田 III 型 | 山田 IV 型 | 未发现息肉 |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 观察组 ($n = 250$) | 47(18.8) | 68(27.2) | 27(10.8) | 19(7.6) | 89(35.6) |
| 对照组 ($n = 240$) | 63(26.3) | 36(15.0) | 18(7.5) | 24(10.0) | 99(41.2) |
| χ^2 值 | 14.89 | | | | |
| P 值 | 0.005 | | | | |

注：取每位患者危险性最高的息肉做统计。

表 5 两组患者病理类型比较 例 (%)

Table 5 Comparison of pathological pattern between the two groups n (%)

| 组别 | 增生性息肉 | 非进展期腺瘤 | 进展期腺瘤 | CRC | 无异型增生病变 |
|-------------------|---------|----------|----------|--------|-----------|
| 观察组 ($n = 251$) | 20(8.0) | 78(31.1) | 62(24.7) | 1(0.4) | 90(35.9) |
| 对照组 ($n = 244$) | 19(7.8) | 53(21.7) | 38(15.6) | 6(2.5) | 128(52.5) |
| χ^2 值 | 20.66 | | | | |
| P 值 | 0.000 | | | | |

注：取每位患者危险性最高的息肉做统计。

表 6 两组患者病变部位比较 例 (%)

Table 6 Comparison of lesion site between the two groups n (%)

| 组别 | 升结肠 | 横结肠 | 降结肠 | 乙状结肠及直肠 | 未发现病变 |
|-------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|
| 观察组 ($n = 251$) | 65(25.9) | 59(23.5) | 50(19.9) | 108(43.0) | 90(35.9) |
| 对照组 ($n = 244$) | 58(23.8) | 62(25.4) | 42(17.2) | 96(39.3) | 99(40.6) |
| χ^2 值 | 0.30 | 0.24 | 0.60 | 0.69 | 1.38 |
| P 值 | 0.584 | 0.622 | 0.439 | 0.405 | 0.241 |

注：取每位患者大息肉发生部位做统计。

3 讨论

3.1 CRC的临床发展现状

CRC是全球常见的恶性肿瘤之一,其发病率和死亡率在许多国家和地区均位居前列。据统计^[13],CRC在男性和女性中的发病率,分别位列第三位和第二位,且发病率呈逐年上升的趋势。这一发展趋势在发达国家尤为明显,可能与饮食习惯、生活方式和人口老龄化等因素相关^[14]。

3.2 CRC的筛查方法

CRC的危害不仅在于其高发病率,还在于其高致死率和对患者生活质量的严重影响。早期CRC通常无明显症状,导致许多患者在确诊时已处于中晚期,错过了最佳治疗时机^[15]。即使接受治疗,也可能面临术后并发症、复发和转移等问题,严重影响生存率和生活质量。此外,高昂的治疗费用,给患者家庭和社会带来沉重的经济负担^[16]。目前,CRC的筛查方式主要包括:粪便隐血试验、粪便免疫化学试验、结肠镜检查 and 虚拟结肠镜检查等^[17]。其中,结肠镜检查被认为是诊断结直肠癌及其癌前病变的“金标准”,但由于其侵入性和高费用,难以作为大规模筛查的首选方法^[3]。粪便隐血试验和粪便免疫化学试验因其非侵入性和相对低廉的费用,已广泛应用于临床的初步筛查。然而,这些方法的敏感度和特异度较低,容易漏诊和误诊^[18]。

3.3 粪便甲基化检测筛查CRC的优势

3.3.1 病理类型方面 近年来,粪便甲基化检测作为一种新兴的分子生物学筛查方法,因其高敏感度和高特异度,逐渐受到关注和重视。本研究结果显示,甲基化检测在发现肠道非进展期腺瘤和进展期腺瘤方面,较传统的粪便隐血试验具有明显优势。在251例粪便三基因甲基化阳性患者中,非进展期腺瘤和进展期腺瘤的检出率分别为31.1%和24.7%;在244例粪便隐血试验阳性患者中,非进展期腺瘤和进展期腺瘤的检出率分别为21.7%和15.6%。这一结果表明,甲基化检测能够更有效地识别早期腺瘤和进展期腺瘤,其敏感度明显高于粪便隐血试验^[9]。此外,朱云峰等^[20]研究结果也表明,粪便SDC2基因甲基化检测中,进展期肿瘤的病变检出率明显高于粪便隐血试验。甲基化检测的高敏感度,使其能够更早地发现病变,提高患者生存率,并减少治疗费用。与结肠镜

检查比较,甲基化检测的另一个优势在于非侵入性和便捷性,不需要复杂的准备工作,减轻了患者的痛苦和不适感^[18],更适合大规模人群筛查,提高了筛查的覆盖率和依从性。

3.3.2 息肉形态方面 本研究中,粪便隐血试验组的山田I型息肉占比高于甲基化组,而山田II型息肉占比低于甲基化组。粪便隐血试验主要通过检测粪便中的血红蛋白来发现肠道病变,山田I型息肉通常较小且表面光滑,较少出血,更容易被检测到^[17];而山田II型息肉较大且表面不规则,容易出血,但出血量可能不足以被粪便隐血试验检测到,导致其在粪便隐血试验组中的占比较低^[3]。此外,粪便隐血试验的检测结果还可能受上消化道疾病(如:胃溃疡和食管静脉曲张等)引起的出血的影响,导致假阳性的增加,从而降低了特异度^[18]。相比之下,三基因甲基化检测通过检测粪便中的特定基因甲基化状态来发现肠道病变,能够更早、更准确地识别包括山田II型在内的各种类型的息肉^[9]。由于山田II型息肉的细胞增殖和基因表达异常更明显,更容易在甲基化检测中被检测到,从而导致其在甲基化组中的占比较高^[21]。此外,甲基化检测的分子生物学基础,使其能够检测到早期的分子变化,而这些变化在息肉的形态学特征出现之前就已经存在。这使得甲基化检测在发现进展性病变方面,具有独特的优势^[18]。

3.4 本研究的局限性

本研究样本量较小,且为单中心设计,可能限制结果的普遍性和外推性。此外,粪便甲基化检测成本较高,可能影响其大规模应用,且未全面考虑患者的生活方式和遗传背景对检测结果的影响。下一步工作:1)扩大样本量,行多中心试验,以验证甲基化基因检测在不同人群中的适用性和稳定性;2)优化检测技术,以提高敏感度和特异度,从而降低成本;3)探索标志物联合检测,并结合更多基因甲基化和其他分子标志物;4)构建综合性的CRC风险评估模型,以验证其在不同人群中的应用价值;5)优化筛查方法,以降低CRC的发病率和死亡率。

综上所述,粪便甲基化检测在发现肠道非进展期腺瘤和进展期腺瘤方面优于传统的粪便隐血试验,能够更早、更准确地识别CRC及其癌前病变,以提高患者生存率,减少治疗费用,其非侵入性和便捷性的优点,适合大规模筛查。

参 考 文 献 :

- [1] SUNG H, FERLAY J, SIEGEL R L, et al. Global cancer statistics 2020: globocan estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. *CA Cancer J Clin*, 2021, 71(3): 209-249.
- [2] XIA C F, DONG X S, LI H, et al. Cancer statistics in China and United States, 2022: profiles, trends, and determinants[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2022, 135(5): 584-590.
- [3] REX D K, BOLAND C R, DOMINITZ J A, et al. Colorectal cancer screening: recommendations for physicians and patients from the U.S. Multi-Society Task Force on Colorectal Cancer[J]. *Am J Gastroenterol*, 2017, 112(7): 1016-1030.
- [4] JONES P A, BAYLIN S B. The fundamental role of epigenetic events in cancer[J]. *Nat Rev Genet*, 2002, 3(6): 415-428.
- [5] AHLQUIST D A, TAYLOR W R, MAHONEY D W, et al. The stool DNA test is more accurate than the plasma septin 9 test in detecting colorectal neoplasia[J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2012, 10(3): 272-277.
- [6] OH T, KIM N, MOON Y, et al. Genome-wide identification and validation of a novel methylation biomarker, SDC2, for blood-based detection of colorectal cancer[J]. *J Mol Diagn*, 2013, 15(4): 498-507.
- [7] LI B, LIU S L, GAO Y, et al. Combined detection of SDC2/ADHFE1/PPP2R5C methylation in stool DNA for colorectal cancer screening[J]. *J Cancer Res Clin Oncol*, 2023, 149(12): 10241-10253.
- [8] ZENG F, CHEN S, ZHU X L, et al. Analysis of the effect of fecal SDC2, ADHFE1 and PPP2R5C gene methylation test for screening colorectal cancer in the Otog Front Banner[J]. *BMC Gastroenterol*, 2025, 25(1): 324.
- [9] SMITH R A, COKKINIDES V, EYRE H J. American Cancer Society guidelines for the early detection of cancer, 2006[J]. *CA Cancer J Clin*, 2006, 56(1): 11-25.
- [10] 李世荣. 大肠癌早期诊断的基本策略[J]. *继续医学教育*, 2007, 21(9): 22-25.
- [10] LI S R. Basic strategies for early diagnosis of colorectal cancer[J]. *Continuing Medical Education*, 2007, 21(9): 22-25. Chinese
- [11] WOLF A M D, FONTHAM E T H, CHURCH T R, et al. Colorectal cancer screening for average-risk adults: 2018 guideline update from the American Cancer Society[J]. *CA Cancer J Clin*, 2018, 68(4): 250-281.
- [12] YAMADA T, ICHIKAWA H. X-ray diagnosis of elevated lesions of the stomach[J]. *Radiology*, 1974, 110(1): 79-83.
- [13] BRAY F, FERLAY J, SOERJOMATARAM I, et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. *CA Cancer J Clin*, 2018, 68(6): 394-424.
- [14] ARNOLD M, SIERRA M S, LAVERSANNE M, et al. Global patterns and trends in colorectal cancer incidence and mortality[J]. *Gut*, 2017, 66(4): 683-691.
- [15] 吴晓丹, 陈春燕, 巢花香, 等. 结直肠癌患者就诊延误现状及延误时间影响因素分析[J]. *中国全科医学*, 2017, 20(33): 4109-4114.
- [15] WU X D, CHEN C Y, CHAO H X, et al. Status of pre-hospital delay and influencing factors of delay time in patients with colorectal cancer[J]. *Chinese General Practice*, 2017, 20(33): 4109-4114. Chinese
- [16] VAN CUTSEM E, CERVANTES A, ADAM R, et al. ESMO consensus guidelines for the management of patients with metastatic colorectal cancer[J]. *Ann Oncol*, 2016, 27(8): 1386-1422.
- [17] LEVIN B, LIEBERMAN D A, MCFARLAND B, et al. Screening and surveillance for the early detection of colorectal cancer and adenomatous polyps, 2008: a joint guideline from the American Cancer Society, the US Multi-Society Task Force on Colorectal Cancer, and the American College of Radiology[J]. *CA Cancer J Clin*, 2008, 58(3): 130-160.
- [18] IMPERIALE T F, RANSOHOFF D F, ITZKOWITZ S H, et al. Fecal DNA versus fecal occult blood for colorectal-cancer screening in an average-risk population[J]. *N Engl J Med*, 2004, 351(26): 2704-2714.
- [19] AHLQUIST D A, SARGENT D J, LOPRINZI C L, et al. Stool DNA and occult blood testing for screen detection of colorectal neoplasia[J]. *Ann Intern Med*, 2008, 149(7): 441-450.
- [20] 朱云峰, 陈晓飞. 粪便隐血试验与SDC2基因甲基化检测在结直肠癌筛查中的效果评价[J]. *中国肿瘤*, 2022, 31(9): 723-727.
- [20] ZHU Y F, CHEN X F. Evaluation of immunochemical fecal occult blood test and SDC2 gene methylation test in colorectal cancer screening[J]. *China Cancer*, 2022, 31(9): 723-727. Chinese
- [21] CHURCH T R, WANDELL M, LOFTON-DAY C, et al. Prospective evaluation of methylated SEPT9 in plasma for detection of asymptomatic colorectal cancer[J]. *Gut*, 2014, 63(2): 317-325.

(彭薇 编辑)

本文引用格式:

冯娟, 林丽玉, 叶学云, 等. 粪便SDC2、ADHFE1和PPP2R5C基因甲基化检测与粪便隐血试验在结直肠癌筛查中的比较研究[J]. *中国内镜杂志*, 2025, 31(7): 31-36.

FENG J, LIN L Y, YE X Y, et al. Comparative study of fecal SDC2, ADHFE1, and PPP2R5C gene methylation detection and fecal occult blood test in colorectal cancer screening[J]. *China Journal of Endoscopy*, 2025, 31(7): 31-36. Chinese