临床研究 DOI：10.13406/j.cnki.cyxb.003786

粪便SDC2/TFPI2基因甲基化检测在结直肠癌筛查中的临床性能研究

张 朓，郝玉通，文海燕，刘启军
（重庆国际旅行卫生保健中心/重庆海关口岸门诊部，重庆 401147）

【摘 要】目的：探究粪便中蛋白聚糖2（syndecan 2，SDC2）和组织因子通路抑制物2（tissue factor pathway inhibitor 2，TFPI2）基因甲基化检测在结直肠癌前瞻性筛查中的临床性能。**方法：**以常规体检的受试者作为研究对象，收集受试者的粪便样本并用SDC2和TFPI2基因甲基化试剂盒进行检测。试剂盒检测结果为阳性的受试者推荐其进行肠镜检查。**结果：**1 215例受试者接受了粪便SDC2和TFPI2基因甲基化检测，包括708例男性和507例女性，平均年龄为（44.7±13.9）岁。其中有28例受试者的检测结果为阳性，阳性率为2.30%。阳性受试者接受肠镜检查的比例为96.43%（27/28），异常肠镜检查结果的比例为59.26%（16/27）。以肠镜和（或）病理检查作为诊断标准，该试剂盒对结直肠癌、进展期腺瘤和非进展期腺瘤的阳性预测值分别为7.41%、22.22%和7.41%。**结论：**粪便SDC2和TFPI2基因甲基化检测在前瞻性的结直肠癌筛查中展示出良好的性能，为结直肠癌的筛查和辅助诊断提供了一种无创的方法。

【关键词】蛋白聚糖2；组织因子通路抑制物2；甲基化；结直肠癌；筛查
【中图分类号】R735.3 **【文献标志码】**A **【收稿日期】**2024-09-14

Clinical performance of fecal syndecan 2/tissue factor pathway inhibitor 2 gene methylation assay in colorectal cancer screening

Zhang Tiao, Hao Yutong, Wen Haiyan, Liu Qijun
(*Department of Health Management, Chongqing International Travel Healthcare Center/Outpatient Department of Chongqing Customs Port*)

【Abstract】*Objective*: To investigate the clinical performance of fecal syndecan 2 (SDC2)/tissue factor pathway inhibitor 2 (TFPI2) gene methylation assay in prospective colorectal cancer screening. ***Methods*:** The individuals who underwent routine physical examination were enrolled as subjects, and their fecal samples were collected and tested with fecal SDC2/TFPI2 gene methylation assay. In addition, enteroscopy was recommended for the subjects with positive results. ***Results*:** A total of 1215 subjects received fecal SDC2/TFPI2 gene methylation assay, among whom there were 708 male subjects and 507 female subjects, with a mean age of (44.7 ± 13.9) years. Among all subjects, 28 had positive test results, resulting in a positive rate of 2.30%, and among these 28 subjects, 27 (96.43%) underwent enteroscopy, among whom 16 (59.26%) had abnormal findings. With enteroscopy and/or pathological examination as diagnostic criteria, fecal SDC2/TFPI2 gene methylation assay had a positive predictive value of 7.41% for colorectal cancer, 22.22% for progressive precancerous lesion, and 7.41% for non-progressive precancerous lesion. ***Conclusion*:** Fecal SDC2/TFPI2 gene methylation assay shows good clinical performance in prospective colorectal cancer screening and thus provides a noninvasive method for the screening and auxiliary diagnosis of colorectal cancer.

【Key words】syndecan 2; tissue factor pathway inhibitor 2; methylation; colorectal cancer; screening

作者介绍：张 朓，Email：zhangt236@126.com，
研究方向：健康管理、预防接种、旅行医学咨询、传染病、群体性不明原因疾病、妇产科等。
通信作者：刘启军，Email：cqithc_liu@163.com。
优先出版：https://link.cnki.net/urlid/50.1046.R.20250304.1920.002（2025-03-05）

根据全球癌症统计报告2020的数据，结直肠癌的发病率在所有恶性肿瘤中居于第3位，是癌症相关死亡的第二大原因[1]。结直肠癌也是严重威胁我国国民的一种消化道恶性肿瘤，其发病率高、5年生存率低、病死率高，且发病率还呈快速升高的趋势。

2022年，我国每年结直肠癌新发病例和死亡病例分别约占全球的28.8%和30.6%[2]。结直肠癌大多由腺瘤性息肉或无蒂锯齿状病变等前体病变发展为癌，这个过程需要约10年的时间，为结直肠癌的筛查和早诊早治提供了宝贵的时间窗口[3-4]。筛查可发现癌前病变和可根治的早期病变，从而降低结直肠癌的发病率和死亡率[5]。对一般风险及高风险人群开展结直肠癌的筛查和诊断具有重要的社会和经济价值。

肠镜是结直肠癌筛查和诊断的金标准，其为侵入性操作，在肠镜检查前受试者需要进行复杂的肠道准备，且在检查过程中可能出现出血、穿孔等并发症，患者依从性较低，约为14%[6]。另外，我国肠镜资源有限，尚不能满足庞大的筛查需求。非侵入性的筛查方法如免疫法粪便潜血试验（fecal immunochemical test，FIT），其诊断结直肠癌的灵敏度有限，尤其是其对癌前病变的检出率较低，仅为23.8%[7-8]。血清肿瘤标志物如癌胚抗原（carcinoembryonic antigen，CEA）和糖类抗原19-9（carbohydrate antigen 19-9，CA19-9）在临床上较为常见，但是其敏感性和特异性均较低，不适合作为结直肠癌筛查或诊断的标志物，其主要用于预测术后复发。因此，无创的、高性价比的替代性结直肠癌筛查方法仍然是急需的。

有研究表明，蛋白聚糖2（syndecan 2，SDC2）和组织因子通路抑制物2（tissue factor pathway inhibitor 2，TFPI2）基因在结直肠癌患者的组织和粪便样本中的甲基化水平明显增高，在一项多中心病例对照研究中，基于上述标记物研发的基因甲基化联合检测试剂盒诊断结直肠癌和进展期腺瘤的灵敏度分别为95.3%和63.4%，整体特异性为90.3%[9-10]。该方法仅需收集受试者的粪便样本，患者依从性高。然而，使用SDC2和TFPI2基因甲基化联合检测试剂盒进行结直肠癌筛查的临床性能仍然有待评估。本研究为前瞻性队列研究，使用上述试剂盒检测一般风险受试者的粪便样本中SDC2和TFPI2基因的甲基化状态，试剂盒检测结果为阳性者推荐进行肠镜检测，进而了解SDC2和TFPI2基因甲基化联合检测试剂盒在结直肠癌筛查性研究中的临床性能。

1 资料与方法

1.1 研究对象

以在重庆国际旅行卫生保健中心/重庆海关口岸门诊部进行常规体检的受试者作为研究对象。收集受试者的基本资料，如年龄、性别、血清肿瘤标志物CEA、CA19-9检测结果等。纳入标准：①年龄在18岁及以上；② 无明显的不适症状。受试者的排除标准：①确诊的炎症性肠炎；②因任何原因曾进行过结直肠切除术者；③有结直肠癌史或其他恶性肿瘤史；④妊娠者。经过筛选有1 215例受试者入组，其中，男性708例（58.27%），女性507例（41.73%）；受试者的平均年龄为（44.7 ± 13.9）岁。另外，血清肿瘤标志物CEA在正常参考范围内（<4.5 ng/mL）的有1 183例（97.37%），血清CEA升高的有19例（1.56%）；血清肿瘤标志物CA19-9在正常参考范围内（<30 U/mL）的有1 127例（92.76%），血清CA19-9升高的有61例（5.02%）。

1.2 研究方法

收集所有受试者的粪便样本，使用SDC2和TFPI2基因甲基化联合荧光定量PCR（real-time quantitative PCR，qPCR），进行样本检测，该试剂盒由武汉艾米森生命科技有限公司提供。对于该试剂盒检测结果为阳性的患者，推荐其进行肠镜检查，必要时进行病理检查。本临床试验严格遵守2024年修订的《赫尔辛基宣言》的各项原则和要求。

1.2.1 粪便样本收集 取5~15 g新鲜的粪便样本，将其放入装有细胞保存液（鄂汉械备20190974号）的保存管中，避免液体溅出。取样要求：①排便习惯>1次/d，请确保在当天第1次排便时采样；②粪便样本为水样便时请勿采样；③女性请避免在生理期采样；④采样前24 h内，请避免食用过度油腻的食物。

1.2.2 粪便样本保存 用细胞保存液保存的样本可在室温下保存和运输，总时间不应超过15 d；若不能及时处理，可于（-20 ± 5）°C保存12个月或（-80 ± 5）℃保存2年，冻融次数不超过5次。

1.2.3 粪便样本核酸提取和纯化 使用核酸提取试剂（鄂汉械备20200225号）提取粪便悬液中的DNA。洗脱获得的40 μL核酸提取液全部用于亚硫酸氢盐转化和纯化，转化和纯化使用核酸纯化试剂（鄂汉械备20190973）完成。具体的操作步骤参见各试剂盒说明书。

1.2.4 PCR扩增 根据样本数量计算和配置PCR扩增所需反应液的体积，按照20 μL/每管分装至反应孔中。随后向各反应孔中分别加入待测核酸样本、阳性对照品、阴性对照品，每种模板的体积均为5 μL。加样后盖好管盖或封膜，短暂离心30 s，再在ABI7500机型上进行PCR扩增。具体的体系配置方法及扩增程序参见SDC2和TFPI2基因甲基化联合检测试剂盒（荧光PCR法）说明书。扩增结束后，设定基线和荧光阈值，获得待测样本和对照样本的Ct值。

1.2.5 结果判定 对于某一次实验，若阴性对照孔无扩增（Undetermined）或各个基因的Ct值均≥40，阳性对照孔各个基因的Ct值范围为26~30，则认为本次实验有效，可继续进行样本判定。对于某一待测样本，若内控基因ACTB的Ct值≤36，则认为该样本为有效样本。对于某一有效样本，若SDC2和TFPI2基因中的至少1个基因的Ct值≤38，则认为该样本为阳性样本，若SDC2和TFPI2基因的Ct值均>38或无扩增（Undetermined），则认为该样本为阴性样本。

1.3 统计学方法

采用IBM SPSS 22.0统计学软件进行数据分析，符合正态分布的计量资料以均±数标准差（$\bar{x}\pm s$）表示，计数资料采用率（n，%）表示，计数资料组间的比较采用卡方检验，检验水准α=0.05。

2 结 果

2.1 粪便SDC2和TFPI2基因甲基化联合检测试剂盒阳性率

1 215例受试者经历粪便SDC2和TFPI2基因甲基化联合检测后，共有28例受试者检测结果为阳性，阳性率为2.30%；其中SDC2基因为甲基化阳性的例数为23，阳性率为1.89%；TFPI2基因为甲基化阳性的例数为11，阳性率为0.91%。双基因联合检测的阳性率与SDC2基因相比差异无统计学意义（χ^2=0.501，P=0.479）；与TFPI2基因相比，双基因联合检测显示出更高的阳性率，差异具有统计学意义（χ^2=7.531，P=0.006），见表1所示。

表1 甲基化检测阳性率的比较（n，%）

检测靶标	阳性率（%）	χ^2值	P值
SDC2/TFPI2	28（2.30）		
SDC2	23（1.89）	0.501[a]	0.479[a]
TFPI2	11（0.91）	7.531[b]	0.006[b]

注：a，SDC2检测与SDC2/TFPI2检测之间的比较；b，TFPI2检测与SDC2/TFPI2检测之间的比较

2.2 粪便SDC2和TFPI2基因甲基化阳性受试者基本资料和结肠镜检查情况

28例粪便SDC2和TFPI2基因甲基化联合检测结果为阳性的受试者中，男性的比例高于女性，阳性受试者的平均年龄为（54.00±15.19）岁。28例阳性的受试者中，有27例阳性受试者愿意并接受了肠镜检查，肠镜参与率为96.43%（27/28）。阳性受试者中经肠镜和病理检查确诊为结直肠癌患者的平均年龄为（67.00±1.41）岁，确诊为进展期腺瘤患者的平均年龄为（60.00±13.14）岁，确诊为非进展期腺瘤患者的平均年龄为（56.00±29.70）岁（表2）。接受结肠镜检查的受试者中有16例表现出异常的肠镜检查结果，比例为59.26%（16/27）；另外，有12例异常肠镜结果的受试者经历了病理检查，病理检查率为75%（12/16），其余4例有异常肠镜检查结果的受试者在医师的评估下未进行病理活检。12例接受病理检查的受试者中，诊断为结直肠癌的有2例，诊断为进展期腺瘤（直径>1 cm的腺瘤、含绒毛状病变或含高级别上皮内瘤变的腺瘤）的受试者有6例，诊断为非进展期腺瘤的受试者有2例，诊断为肠道良性疾病（肠炎和增生性息肉）的受试者有2例（表2）。

2.3 粪便SDC2和TFPI2基因甲基化阳性受试者中血清学检测结果

在28例粪便甲基化检测结果为阳性的受试者中，有1例受试者其CEA检测结果为阳性，经肠镜和病理检查后，该阳性受试者确诊为结直肠癌患者，即CEA对结直肠癌患者的检出率为50%，CEA对进展期腺瘤和非进展期腺瘤的检出率均为0；另有3例受试者其CA19-9检测结果为阳性，其中有2例受试者接受了病理检查，分别被确诊为结直肠癌患者和进展期腺瘤患者，即CA19-9对结直肠癌和进展期腺瘤的阳性检出率分别为50%和16.67%，其对非进展期腺瘤的检出率为0（表2）。

2.4 粪便SDC2和TFPI2基因甲基化检测阳性预测值

在粪便甲基化检测阳性且经历肠镜检查的受试者中，有

表2 粪便SDC2和TFPI2基因甲基化检测阳性受试者的性别、年龄及肿标结果（n，%；$\bar{x}\pm s$）

特征	阳性结果	肠镜检查	肠镜异常	病理检查	结直肠癌	进展期癌前病变	非进展期癌前病变	肠道良性疾病
样本例数	28	27	16	12	2	6	2	2
性别								
男性	22（78.57）	22（81.48）	15（93.75）	11（91.67）	2（100.00）	5（83.33）	2（100.00）	2（100.00）
女性	6（21.43）	5（18.52）	1（6.25）	1（8.33）	0（0.00）	1（16.67）	0（0.00）	0（0.00）
平均年龄	54.00±15.19	54.00±15.43	57.00±14.96	57.00±16.13	67.00±1.41	60.00±13.14	56（29.70）	37（3.54）
CEA								
阳性	1（3.57）	1（3.70）	1（6.25）	1（8.33）	1（50.00）	0（0.00）	0（0.00）	0（0.00）
阴性	27（96.43）	26（96.30）	15（93.75）	11（91.67）	1（50.00）	6（100.00）	2（100.00）	2（100.00）
CA19-9								
阳性	3（10.71）	3（11.11）	3（18.75）	2（16.67）	1（50.00）	1（16.67）	0（0.00）	0（0.00）
阴性	25（89.29）	24（88.89）	13（81.25）	10（83.33）	1（50.00）	5（83.33）	2（100.00）	2（100.00）

59.26%的受试者确实存在异常的肠镜检查结果，该试剂盒对结直肠癌、进展期腺瘤、非进展期腺瘤和肠道良性疾病的阳性预测值分别为7.41%、22.22%、7.41%和7.41%（表3）。另外，有25%（4/16）出现异常肠镜检查结果的受试者缺少病理诊断结果。

表3 粪便SDC2和TFPI2基因甲基化检测试剂盒的阳性预测值

项目	总例数（n=27）	阳性预测值（%）
异常肠镜结果	16	59.26
结直肠癌	2	7.41
进展期腺瘤	6	22.22
非进展期腺瘤	2	7.41
肠道良性疾病	2	7.41

3 讨 论

侵入性的结直肠癌筛查方式如肠镜往往会导致较低的筛查参与率。即使在已经实施结直肠癌筛查长达40年的美国，其参与率仍然低于国家目标（80%）。研究发现，非侵入性的检查方式可以明显提高结直肠癌的筛查参与率[11]。无创且性能优异的检测方法成为结直肠癌筛查的新兴替代方法。鉴于体液样本中的DNA携带与肿瘤相关的特定遗传和表观遗传信息，液体活检技术的发展使其可以通过检测体液样本中肿瘤来源的DNA进而以无创的方式实现肿瘤的筛查、诊断和预后监测[12-13]。粪便样本中含有大量脱落的肠道上皮细胞，当肠道肿瘤发生时，肿瘤细胞异常增生且细胞间黏附分子表达降低，癌细胞更易脱落，因此可通过检测粪便样本中脱落细胞基因组遗传信息或表观遗传信息的变化来进行结直肠癌的筛查和诊断。该方法克服了传统结直肠癌筛查相关的局限性，为结直肠癌的非侵入性筛查和诊断提供了一条替代性途径[14-15]。

SDC2基因编码的蛋白为一种硫酸肝素蛋白多糖，其参与细胞增殖、分化、迁移和细胞-基质相互作用，TFPI2基因编码一种丝氨酸蛋白酶抑制剂，在阻止肿瘤细胞侵袭和转移方面发挥一定的作用[16-18]。SDC2和TFPI2基因在结直肠癌组织中均为高甲基化状态，其可作为结直肠癌筛查和诊断的甲基化分子标志物。前期研究表明，粪便SDC2和TFPI2基因甲基化联合检测试剂盒在结直肠癌的无创诊断中性能优异，且二者联合检测结直肠癌的性能优于单个基因。在本研究中，前瞻性地评估了该试剂盒在一般风险人群中进行结直肠癌筛查的性能。在1 215例进行粪便甲基化检测的受试者中，有28例受试者检测结果为阳性，阳性率为2.30%。试剂盒检测结果为阳性的受试者其平均年龄为54岁，男性的比例明显高于女性；另外，试剂盒检测结果为阳性的受试者其肠镜参与率高达96.43%。该试剂盒对所有肠道病变（即异常肠镜检查结果）受试者的阳性预测值为59.26%；其对结直肠癌的阳性预测值为7.41%；值得注意的是，其对进展期腺瘤的阳性预测值可达22.22%，有利于结直肠癌前病变的检出和及时治疗。本研究为前瞻性研究，且在一般人群中结直肠癌或癌前病变的发病率较低，因此结直肠癌或癌前病变样本例数较少，这可能是粪便SDC2和TFPI2基因甲基化联合检测的阳性率与SDC2基因相比差异无统计学意义的原因之一（表1），从而与前期研究结果不符。

粪便甲基化检测试剂盒ColoTect与粪便SDC2和TFPI2基因甲基化联合检测试剂盒的检测原理类似，其通过甲基化特异性荧光定量PCR技术检测粪便肠道脱落细胞中SDC2、ADHFE1、PPP2R5C基因的甲基化水平从而进行结直肠癌的辅助诊断。在1项超过10万人的大规模前瞻性研究中，ColoTect的阳性检出率为4.4%，其对结直肠癌、腺瘤和肠道息肉的阳性预测值分别为1.3%、16.3%和21.6%[19]。与ColoTect相比，粪便SDC2和TFPI2基因甲基化联合检测试剂盒的阳性检出率略低，但是其对结直肠癌（7.41% vs. 1.3%）和癌前病变（29.63% vs. 16.3%）的阳性预测值均较高。在另一项招募了30 00例体检人群的前瞻性研究中，研究人员通过检测血液样本中隔膜蛋白9（septin 9，SEPT9）、丝氨酸/精氨酸富集剪接因子1（serine/arginine-rich splicing factor 1，SRSF1）和配对盒基因8（paired box gene 8，PAX8）的甲基化水平来进行结直肠癌的筛查，该方法的阳性检出率为7.1%，其对结直肠癌、进展期腺瘤和非进展期腺瘤的阳性预测值分别为3.4%、16.0%和52.0%[20]。与之相比，粪便SDC2和TFPI2基因甲基化联合检测试剂盒对结直肠癌和进展期腺瘤变的阳性预测值略高，对非进展期腺瘤阳性预测值较低。

本研究的1个局限性在于粪便SDC2和TFPI2

基因甲基化检测结果为阳性的受试者数量较少，进一步导致进行肠镜检查和病理检查的受试者数量较少。为解决这一问题，可以增加受试者的总人数，或侧重于收集年龄在50岁以上的受试者，因为大多数（超过80%）的结直肠癌发生在50岁以上的成年人中[21]。

综上，本研究初步评估了粪便SDC2和TFPI2基因甲基化检测在一般风险人群中进行结直肠癌筛查的性能，该方法取样方便，受试者接受度较高，其对结直肠癌和癌前病变展示出较好的阳性预测值。对于该试剂盒检测结果为阳性的患者，建议及时进行肠镜和（或）病理检查，以便于明确病情并及时进行诊疗。

参 考 文 献

[1] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, 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] 黄 庆, 索彩霞, 何 凤, 等. 结直肠癌的早期诊断策略和治疗进展[J]. 广州医药, 2024, 55(1): 1-8, 53.
Huang Q, Suo CX, He F, et al. Early diagnostic strategies and therapeutic advances in colorectal cancer[J]. Guangzhou Med J, 2024, 55(1): 1-8, 53.

[3] Shaukat A, Levin TR. Current and future colorectal cancer screening strategies[J]. Nat Rev Gastroenterol Hepatol, 2022, 19(8): 521-531.

[4] Dekker E, Tanis P J, Vleugels JLA, et al. Colorectal cancer[J]. Lancet, 2019, 394(10207): 1467-1480.

[5] Cronin KA, Scott S, Firth AU, et al. Annual report to the nation on the status of cancer, part 1: National cancer statistics[J]. Cancer, 2022, 128(24): 4251-4284.

[6] Chen HD, Li N, Ren JS, et al. Participation and yield of a population-based colorectal cancer screening programme in China[J]. Gut, 2019, 68(8): 1450-1457.

[7] Imperiale TF, Ransohoff DF, Itzkowitz SH, et al. Multitarget stool DNA testing for colorectal-cancer screening[J]. N Engl J Med, 2014, 370(14): 1287-1297.

[8] Imperiale TF, Porter K, Zella J, et al. Next-generation multitarget stool DNA test for colorectal cancer screening[J]. N Engl J Med, 2024, 390(11): 984-993.

[9] Zhang WS, Yang CG, Wang SY, et al. SDC2 and TFPI2 methylation in stool samples as an integrated biomarker for early detection of colorectal cancer[J]. Cancer Manag Res, 2021, 13: 3601-3617.

[10] Wang ZX, Shang J, Zhang GN, et al. Evaluating the clinical performance of a dual-target stool DNA test for colorectal cancer detection [J]. J Mol Diagn, 2022, 24(2): 131-143.

[11] Inadomi JM, Vijan S, Janz NK, et al. Adherence to colorectal cancer screening: a randomized clinical trial of competing strategies[J]. Arch Intern Med, 2012, 172(7): 575-582.

[12] Nikanjam M, Kato S, Kurzrock R. Liquid biopsy: current technology and clinical applications[J]. J Hematol Oncol, 2022, 15(1): 131.

[13] Luo HY, Wei W, Ye ZY, et al. Liquid biopsy of methylation biomarkers in cell-free DNA[J]. Trends Mol Med, 2021, 27(5): 482-500.

[14] Porcaro F, Voccola S, Cardinale G, et al. DNA methylation biomarkers in stool samples: enhancing colorectal cancer screening strategies[J]. Oncol Rev, 2024, 18: 1408529.

[15] Zhao FQ, Bai P, Xu JF, et al. Efficacy of cell-free DNA methylation-based blood test for colorectal cancer screening in high-risk population: a prospective cohort study[J]. Mol Cancer, 2023, 22(1): 157.

[16] Oh TJ, Oh HI, Seo YY, et al. Feasibility of quantifying *SDC2* methylation in stool DNA for early detection of colorectal cancer[J]. Clin Epigenetics, 2017, 9: 126.

[17] Glöckner SC, Dhir M, Yi JM, et al. Methylation of TFPI2 in stool DNA: a potential novel biomarker for the detection of colorectal cancer [J]. Cancer Res, 2009, 69(11): 4691-4699.

[18] 储梦真, 唐宜桂, 张 敏, 等. SDC2和TFPI2基因甲基化联合检测在结直肠癌早期筛查中的应用价值[J]. 安徽医科大学学报, 2023, 9(4): 682-686.
Chu MZ, Tang YG, Zhang M, et al. The value of combined SDC2 and *TFPI2* gene methylation testing in the early screening of colorectal cancer[J]. Acta Univ Med Anhui, 2023, 9(4): 682-686.

[19] Liu S, Wang Y, Zhuo D, et al. 564P A large-scale real-world study for colorectal cancer screening[J]. Ann Oncol, 2023, 34: S418.

[20] Li QZ, Jiang WC, Zhang YY, et al. Methylation of Septin9, SRSF1, and PAX8 in early screening of colorectal cancer in the population undergoing physical examinations[J]. Clin Lab, 2023, 69(12): 1189-1203.

[21] Siegel R, Miller KD, Wagle NS, et al. Cancer statistics, 2023[J]. CA Cancer J Clin, 2023, 73: 17-48.

（责任编辑：周一青）

张 朓, 郝玉通, 文海燕, 等. 粪便SDC2/TFPI2基因甲基化检测在结直肠癌筛查中的临床性能研究[J]. 重庆医科大学学报, 2025, 50(7): 983-987.