·调查报告与分析·

亚太结直肠癌风险评分与粪便免疫化学检测在结直肠癌筛查的效果比较：基于山东省 13 个地区的横断面调查

吉君仪[1]，刘彦秀[2,3]，刘博宇[4]，柳言[4]，逯常青[4]，刘儒月[2,3]，张楠[4]

1. 山东第二医科大学公共卫生学院，潍坊 261053；
2. 山东大学齐鲁医学院公共卫生学院卫生管理与政策研究中心，济南 250012；
3. 国家卫生健康委员会卫生经济与政策研究重点实验室（山东大学），济南 250012；
4. 山东第一医科大学附属肿瘤医院（山东省肿瘤防治研究院、山东省肿瘤医院），济南 250117
通信作者：张楠，E-mail：nanzhang@vip.126.com

【摘　要】目的 评价亚太结直肠癌风险评分（APCS）问卷和粪便免疫化学检测（FIT）在人群结直肠癌筛查中单独及联合应用的效果，为结直肠癌精准防控与人群分层管理提供参考依据。**方法** 收集 2024 年山东省结直肠癌筛查项目数据，研究对象为在 13 个地区以社区为单位招募的 6 259 名 40～74 岁、当地居住≥3 年的社区居民。以病理检查结果为金标准，比较单一使用 APCS 问卷、单一使用 FIT（50 ng/mL）、单一使用 FIT（100 ng/mL）、联合使用 APCS 问卷和 FIT（50 ng/mL）、联合使用 APCS 问卷和 FIT（100 ng/mL）、直接进行结肠镜检查 6 种筛查方法的进展期病变检出率以及结肠镜检查负荷。**结果** 单一使用 APCS 问卷、单一使用 FIT（50 ng/mL）、单一使用 FIT（100 ng/mL）、联合使用 APCS 问卷和 FIT（50 ng/mL）、联合使用 APCS 问卷和 FIT（100 ng/mL）、直接进行结肠镜检查 6 种筛查方法的进展期病变检出率分别为 10.50%、46.15%、41.14%、57.98%、52.05%、7.35%，结直肠癌检出率分别为 1.06%、10.38%、15.19%、15.97%、21.90%、0.72%，进展期腺瘤检出率分别为 9.44%、35.77%、25.95%、42.02%、30.14%、6.63%；不同筛查方法进展期病变、结直肠癌和进展期腺瘤检出率差异均有统计学意义（均 P<0.001），联合使用 APCS 问卷和 FIT（50 ng/mL）方法对进展期病变和进展期腺瘤的检出率最高，联合使用 APCS 问卷和 FIT（100 ng/mL）方法对结直肠癌的检出率最高。分层分析结果显示，单一使用 FIT（50 ng/mL）方法对 40～54 岁社区居民进展期病变和进展期腺瘤的检出率最高，单一使用 FIT（100 ng/mL）方法对 40～54 岁和 55～64 岁社区居民结直肠癌的检出率最高，联合使用 APCS 问卷和 FIT（50 ng/mL）方法对男性、女性、55～64 岁和 65～74 岁社区居民进展期病变和进展期腺瘤的检出率最高，联合使用 APCS 问卷和 FIT（100 ng/mL）方法对男性、女性和 65～74 岁社区居民结直肠癌的检出率最高（均 P<0.001）。以每检出 1 例病变所需结肠镜次数作为评价人群筛查时结肠镜检查负荷的指标，联合使用 APCS 问卷和 FIT（50 ng/mL）方法每检出 1 例进展期病变和进展期腺瘤所需的结肠镜次数均最少，分别为 [1.72（95%*CI*=1.41～2.03）] 次和 [2.38（95%*CI*=1.95～2.81）] 次；联合使用 APCS 问卷和 FIT（100 ng/mL）方法每检出 1 例结直肠癌所需的结肠镜次数最少，为 [4.56（95%*CI*=3.52～5.61）] 次。**结论** 在医疗资源有限的地区推荐采用 APCS 问卷和 FIT 联合方法以快速识别结直肠癌高风险人群，但在医疗资源和资金充足的地区则推荐直接进行结肠镜检查以获取更全面且精准的病变检出情况。

【关键词】 结直肠癌；筛查；粪便免疫化学检测；亚太结直肠癌风险评分；结肠镜；山东省

Comparison of effectiveness of Asia-Pacific Colorectal Screening score and fecal immunochemical test in colorectal cancer screening: a cross-sectional study based on 13 regions in Shandong province

JI Junyi[1], LIU Yanxiu[2,3], LIU Boyu[4], LIU Yan[4], LU Changqing[4], LIU Ruyue[2,3], ZHANG Nan[4] (*1. School of Public Health, Shandong Second Medical University, Weifang* 261053, *China*; *2. Center for Health Management and Policy Research, School of Public Health, Cheeloo College of Medicine, Shandong University, Jinan* 250012 *China*; *3. NHC Key Laboratory of Health Economics and Policy Research (Shandong University), Jinan* 250012 *China*; *4. Cancer Hospital of Shandong First Medical University (Shandong Cancer Institute, Shandong Cancer Hospital), Jinan* 250117, *China*)
Corresponding author: ZHANG Nan, E-mail: nanzhang@vip.126.com

【Abstract】 Objective To evaluate the effectiveness of the Asia-Pacific Colorectal Screening (APCS) questionnaire and the fecal immunochemical test (FIT), used alone and in combination,in population-based colorectal cancer screening, and to provide evidence for precision prevention and population stratification management of colorectal

开放获取：CC BY-NC-ND 4.0　DOI：10.11847/zgggws1147002
基金项目：齐鲁卫生与健康杰出青年人才
第一作者：吉君仪（2001—），硕士在读，研究方向：卫生应急管理。
收稿日期：2025-01-24　修回日期：2025-12-13　录用日期：2026-02-13
利益冲突：不存在　伦理审查：已获取　出版授权：全体作者已与编辑部签署作者贡献声明及版权转让协议

cancer. **Methods** Data were collected from the 2024 Shandong Province colorectal cancer screening program.The study population consisted of 6 259 community residents aged 40–74 years who had lived locally for at least 3 years, recruited from 13 regions using community-based sampling. With pathological examination results as the gold standard, the detection rate of advanced neoplasia and the colonoscopy workload were analyzed for six screening methods: APCS, FIT (50 ng/mL), FIT (100 ng/mL), APCS + FIT (50 ng/mL), APCS + FIT (100 ng/mL), and direct colonoscopy. **Results** APCS, FIT (50 ng/mL), FIT (100 ng/mL), APCS + FIT (50 ng/mL), APCS + FIT (100 ng/mL), and direct colonoscopy showed the detection rates for advanced neoplasia being 10.50%, 46.15%, 41.14%, 57.98%, 52.05%, and 7.35%, the detection rates for colorectal cancer being 1.06%, 10.38%, 15.19%, 15.97%, 21.90%, and 0.72%, and the detection rates for advanced adenoma being 9.44%, 35.77%, 25.95%, 42.02%, 30.14%, and 6.63%, respectively. The detection rates for advanced neoplasia, colorectal cancer, and advanced adenoma differed among the screening methods (all $P < 0.001$). APCS + FIT (50 ng/mL) yielded the highest detection rates for both advanced neoplasia and advanced adenoma, while APCS + FIT (100 ng/mL) had the highest detection rate for colorectal cancer. Stratified analysis revealed that FIT (50 ng/mL) had the highest detection rates for advanced neoplasia and advanced adenoma in community residents aged 40–54 years. FIT (100 ng/mL) showed the highest detection rate for colorectal cancer among residents aged 40–54 and 55–64 years. APCS + FIT (50 ng/mL) achieved the highest detection rates for advanced neoplasia and advanced adenoma in males, females, and residents aged 55–64 and 65–74 years. APCS + FIT (100 ng/mL) yielded the highest detection rates for colorectal cancer in males, females, and residents aged 65–74 years (all $P < 0.001$). Using the number of colonoscopies required to detect one lesion as an indicator of colonoscopy workload in population screening. That APCS + FIT (50 ng/mL) required the fewest colonoscopies to detect one case of advanced neoplasia and one case of advanced adenoma, at 1.72 (95%*CI*: 1.41–2.03) and 2.38 (95%*CI*: 1.95–2.81), respectively. APCS + FIT (100 ng/mL) required the fewest colonoscopies to detect one case of colorectal cancer, at 4.56 (95%*CI*: 3.52–5.61). **Conclusions** In regions with limited medical resources, APCS + FIT is recommended to rapidly identify individuals at high risk of colorectal cancer. However, in regions with sufficient medical resources and funding, direct colonoscopy is recommended to achieve more comprehensive and precise lesion detection.

【 **Keywords**】 colorectal cancer; screening; fecal immunochemical test; Asia-Pacific Colorectal Screening score; colonoscopy; Shandong province

结直肠癌是全球范围内高发的恶性肿瘤之一，2022 年全球癌症统计报告显示，中国结直肠癌新发病例 51.71 万例、死亡病例 24.00 万例[1]。近年来，随着人口老龄化、饮食结构西化及生活方式的改变，结直肠癌发病率持续上升，疾病负担日益加重。因此，开展有效的筛查与早诊早治则是降低人群结直肠癌发病率和死亡率的关键措施[2−3]。结肠镜是检测结直肠癌的金标准，可直接观察病变并进行活检，其精准度较高，但操作具侵入性且费用较高，并受医疗资源、地区发展水平和受检者依从性的限制，因此难以实现结直肠镜筛查的全人群覆盖[4]。目前，辽宁省沈阳市[5]和广东省广州市[6]等地区已开展大规模结直肠癌筛查项目，多采用问卷或粪便免疫化学检测等非侵入性方法作为初筛手段，对筛查出的高危人群进行全结肠镜检查，这种联合筛查方法是在当前人口基数大且资源相对受限背景下，提高结直肠癌综合防控效果的较优选择之一，但同时，其最佳组合及其有效性和经济性尚未得到真实世界验证。为探讨亚太结直肠癌风险评分（Asian-Pacific colorectal screening, APCS）问卷和粪便免疫化学检测（fecal immunochemical test, FIT）在人群结直肠癌筛查中单独及联合应用的效果，并为结直肠癌精准防控与人群分层管理提供参考依据，本研究收集了 2024 年山东省结直肠癌筛查项目在 13 个地区以社区为单位招募的 6 259 名 40～74 岁在当地居住≥3 年的居民筛查数据。以病理检查结果为金标准，比较单一使用 APCS 问卷、单一使用 FIT（50 ng/mL）、单一使用 FIT（100 ng/mL）、联合使用 APCS 问卷和 FIT（50 ng/mL）、联合使用 APCS 问卷和 FIT（100 ng/mL）以及直接进行结肠镜检查 6 种筛查方法的进展期病变检出率以及结肠镜检查负荷。结果报告如下。

1 资料与方法

1.1 资料来源　本研究数据来源于 2024 年 1—12 月山东省结直肠癌筛查项目，该项目收集了威海市文登区、烟台市芝罘区、烟台市牟平区、烟台市招远市、淄博市高青县、东营市东营区、青岛市李沧区、泰安市肥城市、东营市广饶县、泰安市岱岳区、临沂市兰山区、聊城市东昌府区和济宁市汶上县 13 个地区以社区为单位招募的 6 259 名 40～74 岁在当地居住≥3 年且无严重器官功能障碍或精神疾病史以及肿瘤病史的常住社区居民的相关数据，内容包括性别、年龄、一级亲属有无结直肠癌病史、有无吸烟史、体质量指数（body mass index, BMI）和采用的结直肠癌筛查方法。有吸烟史指正在吸烟和已经戒烟者[7]；体质量指数根据现场实际测量身高和体重进行计算，即，体质量指数=体重（kg）/[身高（m）]^2。所有受试者均依次完成以下全部筛

查步骤：APCS 问卷评估；FIT 检测；结肠镜检查。结肠镜检查作为结直肠病变诊断的金标准。本研究未对受试者进行实际分组，所有检测项目均在同一人群中完成。在数据分析阶段，研究者基于受试者的实际检测结果，模拟不同筛查方法，比较各方法的筛查效果。6 种模拟筛查方法包括单一使用 APCS 问卷、单一使用 FIT（50 ng/mL）、单一使用 FIT（100 ng/mL）、联合使用 APCS 问卷和 FIT（50 ng/mL）、联合使用APCS 问卷和FIT（100 ng/mL）、直接进行结肠镜检查。在单一使用 APCS 问卷方法中，对 APCS 问卷评估为高风险者进行结肠镜检查；单一使用 FIT 方法中，分别以 50 和 100 ng/mL 为阳性阈值，对阳性者进行结肠镜检查；联合使用 APCS 问卷和 FIT 方法中，使用 APCS 问卷和 FIT 共同判断为高风险者进行结肠镜检查；直接进行结肠镜检查方法中，所有研究对象均直接接受结肠镜检查。APCS 采用由亚太结直肠癌工作组制定的风险评分问卷[8]，由经过统一培训的调查员面对面询问调查，指标及得分包括：女性为 0 分，男性为 1 分；年龄 50～54 岁为 0 分，55～64 岁为 1 分，65～74 岁为 2 分；一级亲属无结直肠癌病史为 0 分，一级亲属有结直肠癌病史为 1 分；无吸烟史为 0 分，有吸烟史为 1 分；BMI<23.0 kg/m^2 为 0 分，BMI≥23.0 kg/m^2 为 1 分；每位筛查者的风险评分为自身危险因素得分总和，得分≥3 分者为结直肠癌高风险人群。FIT 受试者需要在项目医院的公共卫生科领取 FIT 试剂后在肠道准备前严格按照采集要求留取粪便标本，本研究使用的 FIT 是一种适用于体外定量检测人粪便中血红蛋白浓度的试剂，可以直接检测粪便中的血红蛋白浓度，如果粪便中血红蛋白浓度超过特定的阈值则为阳性，检测的真实数值将被如实记录到系统中，在进行样本检测时，研究者会对研究对象的基本信息和内镜检查结果进行盲法处理，以保证数据的客观性和准确性；对于可能导致 FIT 检测出现假阳性的结果，如痔疮出血、女性生理期和服用非甾体抗炎药（如阿司匹林）等情况，另行留取粪便标本重新进行 FIT。结肠镜检查由经验丰富的内镜医师进行，所有检查均按照临床规范化操作流程进行，结肠镜检查期间所发现的病变均需取活检，并以病理结果作为最终诊断依据；内镜医生将结肠镜检查结果记录到系统中，包括病变部位、位置、镜下考虑病变类型、最大直径、形状等信息，对于取活检的病变，则由经验丰富的病理科医生根据病变的病理类型进行评估。本研究的主要指标是进展期病变检出率和结肠镜检查负荷。进展期病变包括结直肠癌和进展期腺瘤，其中进展期腺瘤为具有直径≥1 cm 或伴绒毛状结构或伴高级别上皮内瘤变中任意一种特征的腺瘤[9]；结肠镜检出负荷指每检出 1 例病变所需结肠镜检查次数。本研究经山东第一医科大学附属肿瘤医院伦理委员会审查批准（批号：SDTHEC2024003167），且所有研究对象均签署了知情同意书。

1.2 统计分析 采用 Excel 2019 建立数据库并录入数据，应用 R4.3.2 进行统计分析。采用描述性分析方法描述社区居民的基本人口学特征，采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率检验比较不同筛查方法的进展期病变、结直肠癌和进展期腺瘤检出率（阳性人群中检出率=每一例病变检出数/每种方法识别出的阳性数），并进一步计算结肠镜检查负荷差异。检验水准为双侧检验 α=0.05。

2 结 果

2.1 基本人口学特征 山东省最终纳入分析的 6 259 名社区居民中，男性 2 704 人（43.20%），女性 3 555 人（56.80%）；年龄 40～54 岁 2 586 人（41.31%），55～64 岁 2 320 人（37.07%），65～74 岁 1 353 人（21.62%）；一级亲属有结直肠癌史 132 人（2.11%），无结直肠癌史 6 127 人（97.89%）；无吸烟史 5 129 人（81.95%），有吸烟史 1 130 人（18.05%）；BMI<23.0 kg/m^2 者 1 511 人（24.14%），≥23.0 kg/m^2 者 4 748 人（75.86%）。

2.2 不同结直肠癌筛查方法进展期病变检出情况比较（表 1） 不同结直肠癌筛查方法比较，不同筛查方法进展期病变、结直肠癌和进展期腺瘤检出率差异均有统计学意义（均 P<0.001），其中联合使用 APCS 问卷和 FIT（50 ng/mL）方法对进展期病变和进展期腺瘤的检出率最高，联合使用 APCS 问卷和 FIT（100 ng/mL）方法对结直肠癌的检出率最高。

表 1 不同结直肠癌筛查方法进展期病变检出情况比较
Table 1 Comparison of various colorectal cancer screening methods in the detection of advanced neoplasia

方法	进展期病变			结直肠癌			进展期腺瘤		
	筛查人数	检出数	检出率/%	筛查人数	检出数	检出率/%	筛查人数	检出数	检出率/%
单一APCS问卷	2 448	257	10.50	2 448	26	1.06	2 448	231	9.44
单一FIT（50 ng/mL）	260	120	46.15	260	27	10.38	260	93	35.77
单一FIT（100 ng/mL）	158	65	41.14	158	24	15.19	158	41	25.95

续表 1
Table 1 Continued

方法	进展期病变			结直肠癌			进展期腺瘤		
	筛查人数	检出数	检出率/%	筛查人数	检出数	检出率/%	筛查人数	检出数	检出率/%
APCS问卷+FIT(50 ng/mL)	119	69	57.98	119	19	15.97	119	50	42.02
APCS问卷+FIT(100 ng/mL)	73	38	52.05	73	16	21.90	73	22	30.14
直接结肠镜检查	6 259	460	7.35	6 259	45	0.72	6 259	415	6.63
χ^2值	1 244.74			47.01			1 262.32		
*P*值	<0.001			<0.001			<0.001		

2.3 性别和年龄分层分析(表 2、3) 分层分析结果显示，单一使用 FIT(50 ng/mL)方法对 40～54 岁社区居民进展期病变和进展期腺瘤的检出率最高，单一使用 FIT(100 ng/mL)方法对 40～54 岁和 55～64 岁社区居民结直肠癌的检出率最高，联合使用 APCS 问卷和 FIT(50 ng/mL)方法对男性、女性、55～64 岁和 65～74 岁社区居民进展期病变和进展期腺瘤的检出率最高，联合使用 APCS 问卷和 FIT(100 ng/mL)方法对男性、女性和 65～74 岁社区居民结直肠癌的检出率最高(均 *P*<0.001)。

表 2 不同性别社区居民不同结直肠癌筛查方法进展期病变检出情况比较
Table 2 Comparison of various colorectal cancer screening methods in the detection of advanced neoplasia among community residents of different sexes

性别	方法	进展期病变			结直肠癌			进展期腺瘤		
		筛查人数	检出数	检出率/%	筛查人数	检出数	检出率/%	筛查人数	检出数	检出率/%
男性	单一APCS问卷	1 843	198	10.74	1 843	18	0.98	1 843	180	9.77
	单一FIT(50 ng/mL)	139	74	53.24	139	17	12.23	139	57	41.01
	单一FIT(100 ng/mL)	86	41	47.67	86	14	16.28	86	27	31.40
	APCS问卷+FIT(50 ng/mL)	96	55	57.29	96	14	14.58	96	41	42.71
	APCS问卷+FIT(100 ng/mL)	61	31	50.82	61	11	18.03	61	20	32.79
	直接结肠镜检查	2 704	260	9.62 [a]	2 704	22	0.81 [ab]	2 704	238	8.80 [a]
女性	单一APCS问卷	605	59	9.75	605	8	1.32	605	51	8.43
	单一FIT(50 ng/mL)	121	46	38.02	121	10	8.26	121	36	29.75
	单一FIT(100 ng/mL)	72	24	33.33	72	10	13.89	72	14	19.44
	APCS问卷+FIT(50 ng/mL)	23	14	60.87	23	5	21.74	23	9	39.13
	APCS问卷+FIT(100 ng/mL)	12	7	58.33	12	5	41.67	12	2	16.67
	直接结肠镜检查	3 555	200	5.63 [ab]	3 555	23	0.65 [ab]	3 555	177	4.98 [ab]

注: a 各组内比较，*P*<0.001；b 采用Fisher确切概率法检验。

表 3 不同年龄社区居民不同结直肠癌筛查方法进展期病变检出情况比较
Table 3 Comparison of various colorectal cancer screening methods in the detection of advanced neoplasia among community residents of different ages

年龄/岁	方法	进展期病变			结直肠癌			进展期腺瘤		
		筛查人数	检出数	检出率/%	筛查人数	检出数	检出率/%	筛查人数	检出数	检出率/%
40～54	单一APCS问卷	335	22	6.57	335	1	0.30	335	21	6.27
	单一FIT(50 ng/mL)	91	34	37.36	91	6	6.59	91	28	30.77
	单一FIT(100 ng/mL)	51	15	29.41	51	5	9.80	51	10	19.61
	APCS问卷+FIT(50 ng/mL)	11	4	36.36	11	1	9.09	11	3	27.27
	APCS问卷+FIT(100 ng/mL)	5	1	20.00	5	0	0.00	5	1	20.00
	直接结肠镜检查	2 586	129	4.99 [ab]	2 586	9	0.35 [ab]	2 586	120	4.64 [ab]
55～64	单一APCS问卷	925	101	10.92	925	4	0.43	925	97	10.49
	单一FIT(50 ng/mL)	101	45	44.55	101	6	5.94	101	39	38.61
	单一FIT(100 ng/mL)	64	25	39.06	64	5	7.81	64	20	31.25
	APCS问卷+FIT(50 ng/mL)	48	27	56.25	48	3	6.25	48	24	50.00
	APCS问卷+FIT(100 ng/mL)	30	14	46.67	30	2	6.67	30	12	40.00

续表 3
Table 3 Continued

年龄/岁	方法	进展期病变			结直肠癌			进展期腺瘤		
		筛查人数	检出数	检出率/%	筛查人数	检出数	检出率/%	筛查人数	检出数	检出率/%
65～74	直接结肠镜检查	2 320	178	7.67 ab	2 320	13	0.56 ab	2 320	165	7.11 ab
	单一APCS问卷	1 188	134	11.28	1 188	21	1.77	1 188	113	9.51
	单一FIT(50 ng/mL)	68	41	60.29	68	15	22.06	68	26	38.24
	单一FIT(100 ng/mL)	43	25	58.14	43	14	32.56	43	11	25.58
	APCS问卷+FIT(50 ng/mL)	60	38	63.33	60	15	25.00	60	23	38.33
	APCS问卷+FIT(100 ng/mL)	38	23	60.53	38	14	36.84	38	9	23.68
	直接结肠镜检查	1 353	153	11.31 a	1 353	23	1.70 ab	1 353	130	9.61 ab

注: a 各组内比较，P<0.001；b 采用Fisher确切概率法检验。

2.4 不同筛查方法结肠镜检查负荷(表 4) 结肠镜检查负荷分析结果显示，联合使用 APCS 问卷和 FIT(50 ng/mL)方法每检出 1 例进展期病变和进展期腺瘤所需结肠镜检查次数均最少，分别为 [1.72(95%*CI*=1.41～2.03)] 次和[2.38(95%*CI*=1.95～2.81)]次；联合使用 APCS 问卷和 FIT(100 ng/mL)方法每检出 1 例结直肠癌所需结肠镜次数最少，为[4.56(95%*CI*=3.52～5.61)] 次。

表 4 不同筛查方法结肠镜检出负荷
Table 4 Colonoscopy workload of different screening methods

方法	进展期病变		结直肠癌		进展期腺瘤	
	每检出1例病变所需结肠镜次数/次	95%*CI*	每检出1例病变所需结肠镜次数/次	95%*CI*	每检出1例病变所需结肠镜次数/次	95%*CI*
单一APCS问卷	9.53	9.15 ～ 9.90	94.15	90.42～97.88	10.60	10.18～11.02
单一FIT(50 ng/mL)	2.17	1.90 ～ 2.43	9.63	8.46～10.80	2.80	2.46～3.14
单一FIT(100 ng/mL)	2.43	2.05～ 2.81	6.58	5.56～7.61	3.85	3.25～4.45
APCS问卷+FIT(50 ng/mL)	1.72	1.41～2.03	6.26	5.14～7.39	2.38	1.95～2.81
APCS问卷+FIT(100 ng/mL)	1.92	1.48～2.36	4.56	3.52～5.61	3.32	2.58～4.08
直接结肠镜检查	13.61	13.27～13.94	139.09	135.64～142.53	15.08	14.71～15.46

3 讨 论

本研究基于 2024 年山东省结直肠癌筛查项目，评估 APCS 问卷、FIT(50、100 ng/mL)和 APCS 问卷+FIT(50、100 ng/mL)联合方法的筛查效果。本研究结果显示，单一使用 APCS 问卷、单一使用 FIT(50 ng/mL)、单一使用 FIT(100 ng/mL)、联合使用 APCS 问卷和 FIT(50 ng/mL)、联合使用 APCS 问卷和 FIT(100 ng/mL)、直接进行结肠镜检查 6 种筛查方法的进展期病变、结直肠癌和进展期腺瘤检出率差异均有统计学意义(均 P<0.001)，其中联合使用 APCS 问卷和 FIT(50 ng/mL)方法对进展期病变和进展期腺瘤的检出率最高，联合使用 APCS 问卷和 FIT(100 ng/mL)方法对结直肠癌的检出率最高，联合筛查方法进展期病变的检出率高于单一筛查方法，与国内其他省市研究[10-11]结果一致。在结肠镜检出负荷方面，联合使用 APCS 问卷和 FIT(50 ng/mL)方法每检出 1 例进展期病变和进展期腺瘤所需的结肠镜次数均最少，分别为[1.72(95%*CI*=1.41～2.03)]次和[2.38(95%*CI*=1.95～2.81)] 次；联合使用 APCS 问卷和 FIT(100 ng/mL)方法每检出 1 例结直肠癌所需的结肠镜次数最少，为[4.56(95%*CI*=3.52～5.61)] 次，提示联合筛查方法每检出 1 例进展期病变所需结肠镜检查次数较单一筛查方法少，与浙江省的研究结果一致[12]。

国内外多项共识均推荐在结肠镜筛查前优先采用问卷(如 APCS)或 FIT 等工具进行初步风险分层，之后对识别出的高危个体进行结肠镜筛查[13-14]，这种风险分层方法操作简单、经济可负担，并能显著提高筛查效率并减少资源浪费，尤其适用于资源有限的地区。然而，单一筛查方法的诊断效能存在一定的局限性。问卷评估主要依赖受访者对生活方式、既往病史和家族史等信息的自我报告，易受主观偏差及信息缺失影响，从而降低风险预测的准确性[15-16]；而 FIT 结果则易受检测阈值设定、试剂种类、样本采集和储存条件等多因素影响[17]。与此同时，Dong X S 等[18] 发现问卷联合 FIT 筛查组结直肠癌检出率(0.53%)高于单一问卷组(0.16%)；另一项研究亦表明，与单一 FIT 方法相比，高危因素问卷(High-risk-factors questionnaire, HRFQ)和 FIT 联合筛查的结直肠癌病例增加了 40.00%[19]，与本研究中单一筛查方法的病变检出率低于联合筛查方法的结果一致。

癌及癌前病变检出率是评估筛查效果的关键指标，本研究中 APCS 问卷+FIT 筛查方法进展期病变检出率高于单一 APCS 问卷或 FIT 筛查方法。既往研究表明，结直肠癌筛查效果受性别和年龄等因素的影响[20–21]，本研究结果显示，单一使用 FIT 方法对不同年龄段的社区居民进展期病变的检出率较敏感，尤其是 FIT 阳性阈值 50 ng/mL 对 40～54 岁社区居民进展期病变的检出率最高。Chan F K L 等[22] 发现在年轻人群中使用低阈值的 FIT 有助于尽早发现癌前病变，而联合使用 APCS 问卷和 FIT 方法则对不同性别社区居民进展期病变的检出率较敏感。本研究进一步发现联合使用 APCS 问卷和 FIT 的方法在不同性别人群中的表现更为突出。APCS 问卷与 FIT 的联合应用可在男性和女性中提高进展期病变的检出率，而单一使用 FIT 时这种优势不够明显，说明联合方法在识别不同性别人群中的高危个体方面具有更高的敏感性[23]。

既往研究表明 FIT 阳性阈值设定可直接影响病变检出率和结肠镜负荷[24]，本研究中 FIT 阳性阈值 50 ng/mL 进展期病变检出率（46.15%）高于 100 ng/mL（41.14%）且检出 1 例进展期病变所需结肠镜次数更少，可有效减少资源浪费，与 Dekker E 等[25] 研究中发现 50 ng/mL 的 FIT 能更好地兼具筛查效果和成本效益的结果一致。目前，我国多个省份均已开展结直肠癌筛查项目，并因地制宜地设定了不同的 FIT 阳性阈值，一项全国多中心人群结直肠癌筛查研究发现使用 FIT 阳性阈值为 100 ng/mL 可最大提高病变检出率[26]，浙江省嘉善县结直肠癌早诊早治项目采用 FIT 阳性阈值亦为 100 μg/L [27]，这些研究提示 FIT 阳性阈值的制定要基于病变筛查情况和详细的成本效益。本研究探讨了 APCS 问卷+FIT（50 ng/mL）方法在优化医疗资源分配的实践价值，为进一步探究 FIT 最佳阳性阈值提供了证据支撑。

综上所述，APCS 问卷和 FIT 联合筛查方法在兼顾筛查效率与资源利用方面具有较高的可行性。在实际应用中，应结合当地医疗资源状况和人群特征进行灵活选择：在医疗资源有限的地区，推荐采用联合方法以快速识别出高风险人群，实现资源的合理配置；而在医疗资源和资金充足的地区，则可直接进行结肠镜检查以获取更全面且精准的病变检出情况。同时，本研究通过对性别和年龄分析与阈值优化，不仅提升了筛查效率，也为在不同地区和人群中实施差异化筛查提供了科学依据。

数据可用性声明　本研究数据包含了参与者的个人信息、健康状况等敏感内容。在整个研究过程中，研究团队采取了多重数据保护措施，如数据加密、匿名化处理等，以确保数据的安全性和保密性。鉴于数据的敏感性质，无法公开原始数据。

参考文献

[1] Bray F, Laversanne M, Sung H, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA: A Cancer Journal for Clinicians, 2024, 74(3): 229-263.

[2] Siegel R L, Miller K D, Jemal A. Cancer statistics, 2019[J]. CA: A Cancer Journal for Clinicians, 2019, 69(1): 7-34.

[3] 季杰, 汪宇盈, 卓端, 等. 基于 Markov 模型结直肠癌筛查策略卫生经济学评价 [J]. 中国公共卫生, 2024, 40(11): 1353-1362.

[4] Cheng H R, van Vorstenbosch R, Jonkers D, et al. Study protocol: the 'Endoscope CRC' cohort, a prospective biobank study on the development and evaluation of diagnostic and prognostic biomarker profiles for colorectal cancer and premalignant lesions[J]. BMJ Open, 2024, 14(11): e083229.

[5] 刘运泳, 左婷婷, 于连政, 等. 沈阳市城市居民癌症风险评估及筛查结果分析 [J]. 中国公共卫生, 2020, 36(1): 1-4.

[6] 田唤, 苏启英, 袁茂华, 等. 广州市大东街 2015—2019 年大肠癌人群筛查及伺机性筛查效果及成本效益分析 [J]. 广东医学, 2021, 42(6): 742-745.

[7] VanFrank B, Malarcher A, Cornelius M E, et al. Adult smoking cessation — United States, 2022[J]. MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report, 2024, 73(29): 633-641.

[8] Kong Y X, Zhuo L, Dong D, et al. Validation of the Asia-Pacific colorectal screening score and its modified versions in predicting colorectal advanced neoplasia in Chinese population[J]. BMC Cancer, 2022, 22(1): 961.

[9] 国家癌症中心中国结直肠癌筛查与早诊早治指南制定专家组. 中国结直肠癌筛查与早诊早治指南 (2020, 北京)[J]. 中国肿瘤, 2021, 30(1): 1-28.

[10] 朱柠, 黄彦钦, 宋永茂, 等. 高危因素量化问卷与亚太结直肠癌筛查评分及分别联合粪便免疫化学检测在进展期结直肠肿瘤筛查中效果的比较 [J]. 中华胃肠外科杂志, 2022, 25(7): 612-620.

[11] Yuan Z, Wang S Y, Wang Y Q, et al. Age- and sex-stratified detection rates and associated factors of colorectal neoplasia in the Tianjin colorectal cancer screening program from 2012 to 2020[J]. BMC Gastroenterology, 2023, 23(1): 435.

[12] Hang D, Zhu C, Yang X L, et al. Colorectal cancer screening based on fecal immunochemical test and risk assessment: a population-based study including two million participants in China[J]. Journal of Epidemiology, 2025, 35(6): 297-302.

[13] 国家卫生健康委员会医政司, 中华医学会肿瘤学分会. 中国结直肠癌诊疗规范 (2023 版)[J]. 消化肿瘤杂志 (电子版), 2023, 15(3): 177-206.

[14] 上海市抗癌协会大肠癌专业委员会. 结直肠癌早筛、早诊、早治上海方案 (2023 年版)[J]. 中国癌症杂志, 2024, 34(1): 13-66.

[15] 孔蕴馨, 董栋, 卓朗, 等. 三种结直肠癌筛查评分模型在徐州市人群中诊断效果的验证与比较 [J]. 中国肿瘤, 2021, 30(11): 813-819.

[16] Zhao S B, Wang S L, Pan P, et al. FIT-based risk-stratification model

effectively screens colorectal neoplasia and early-onset colorectal cancer in Chinese population: a nationwide multicenter prospective study[J]. Journal of Hematology and Oncology, 2022, 15(1): 162.

[17] Chen H D, Wang L, Lu M, et al. Comparative yield and efficiency of methods based on risk assessment and fecal immunochemical test in colorectal cancer screening: a cross-sectional population-based analysis[J]. Chinese Journal of Cancer Research, 2021, 33(4): 512-521.

[18] Dong X S, Du L B, Luo Z L, et al. Combining fecal immunochemical testing and questionnaire-based risk assessment in selecting participants for colonoscopy screening in the Chinese National Colorectal Cancer Screening Programs: a population-based cohort study[J]. PLoS Medicine, 2024, 21(2): e1004340.

[19] Cai S R, Huang Y Q, Li Q R, et al. Combining FITs and HRFQ with colonoscopy improve the cost-effectiveness of a 9-year mass colorectal cancer screening program[J]. ESMO Open, 2024, 9(9): 103676.

[20] Hultcrantz R. Aspects of colorectal cancer screening, methods, age and gender[J]. Journal of Internal Medicine, 2021, 289(4): 493-507.

[21] 陶欢青, 李雪, 余炜燕, 等. 上消化道癌和结直肠癌联合筛查结果分析 [J]. 中华肿瘤防治杂志, 2025, 32(17): 1041-1048,1059.

[22] Chan F K L, Wong M C S, Chan A T, et al. Joint Asian Pacific Association of Gastroenterology (APAGE)-Asian Pacific Society of Digestive Endoscopy (APSDE) clinical practice guidelines on the use of non-invasive biomarkers for diagnosis of colorectal neoplasia[J]. Gut, 2023, 72(7): 1240-1254.

[23] Sekiguchi M, Kakugawa Y, Ikematsu H, et al. Risk stratification score improves sensitivity for advanced colorectal neoplasia in colorectal cancer screening: the oshima study workgroup[J]. Clinical and Translational Gastroenterology, 2021, 12(3): e00319.

[24] Randel K R, Botteri E, de Lange T, et al. Performance of faecal immunochemical testing for colorectal cancer screening at varying positivity thresholds[J]. Alimentary Pharmacology and Ther, 2025, 61(1): 122-131.

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

[26] 陈宏达, 廖先珍, 杜灵彬, 等. 结肠镜、免疫法粪便潜血检测及风险分级筛查策略在结直肠癌筛查中的效果研究: 一项多中心随机对照试验 [J]. 协和医学杂志, 2023, 14(1): 114-123.

[27] 杨金华, 贺加贝, 费兴林, 等. 定量粪便免疫化学试验阳性阈值设定对结直肠癌筛查检出结果的影响 [J]. 中国肿瘤, 2025, 34(1): 10-16.