

结直肠癌早期筛查的研究进展

吕园静^{1,2}, 韩文²

¹延安大学医学院, 陕西 延安

²延安大学附属医院, 陕西 延安

收稿日期: 2024年6月9日; 录用日期: 2024年7月2日; 发布日期: 2024年7月9日

摘要

随着现代生活节奏的加快和生活方式的改变, 结直肠癌的发病率不断上升, 已经成为世界上致死率较高的恶性肿瘤之一。结直肠癌早期往往无明显症状, 因此, 早期筛查对于提高患者的生存率至关重要。本研究通过调研国内外最新文献, 分析了结直肠癌早期筛查的研究进展, 探讨了不同筛查手段的优势和局限, 旨在为临床提供更为高效的筛查策略。研究囊括了粪便隐血试验、染色内窥镜技术和基因检测等多种筛查方法, 采用系统评价和元分析对比分析各筛查方法的敏感性、特异性和预后评估的实际效果, 确立了结直肠癌早期筛查的效果评估指标体系。在此基础上, 提出了一套结合临床特征、患者偏好及成本效益的个性化筛查框架, 为医疗决策者提供了新的视角。

关键词

结直肠癌, 早期筛查, 筛查方法, 研究进展, 文献综述

The Research Progression of Early Colorectal Cancer Screening

Yuanjing Lyu^{1,2}, Wen Han²

¹The Medical School of Yan'an University, Yan'an Shaanxi

²The Affiliated Hospital of Yan'an University, Yan'an Shaanxi

Received: Jun. 9th, 2024; accepted: Jul. 2nd, 2024; published: Jul. 9th, 2024

Abstract

As the pace of modern life accelerates and lifestyles change, the incidence of colorectal cancer continues to rise, becoming one of the malignant tumors with a higher mortality rate worldwide. Early stages of colorectal cancer often have no obvious symptoms; therefore, early screening is crucial for improving patient survival rates. This study, through a survey of the latest literature at

文章引用: 吕园静, 韩文. 结直肠癌早期筛查的研究进展[J]. 临床医学进展, 2024, 14(7): 179-185.

DOI: 10.12677/acm.2024.1471998

home and abroad, analyzes the research progression of early colorectal cancer screening and discusses the advantages and limitations of different screening methods, aiming to provide more efficient screening strategies for clinical use. The study encompasses various screening approaches, including fecal occult blood testing, chromoendoscopy techniques, and genetic testing, using systematic reviews and meta-analysis to compare the sensitivity, specificity, and the practical effects of prognosis assessment of each method. The research has established an effective evaluation index system for early colorectal cancer screening. Building on this, the study proposes an individualized screening framework combining clinical characteristics, patient preferences, and cost-effectiveness, offering a new perspective for medical decision-makers.

Keywords

Colorectal Cancer, Early Screening, Screening Methods, Research Progress, Literature Review

Copyright © 2024 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

随着人类生活方式的转变和平均寿命的增长,结直肠癌(Colorectal Cancer, CRC)已成为全球健康的一个重大挑战。尽管医学技术取得了飞速进步,结直肠癌的发病率和死亡率仍居高不下,对公共卫生系统构成了严峻压力。鉴于结直肠癌病变过程普遍经历多年的隐匿期,临床上常在症状明确时方被发现,届时多数患者病情已进展至晚期。故此,在医疗界内,患者存活率的提升逐渐与疾病早期发现挂钩,因此结直肠癌的早期诊疗成为研究热点。本研究致力于深入解析早期结直肠癌筛查的重要性,通过对多种筛查手段进行深入评估,《结直肠癌早期筛查技术研究进展》和《结直肠癌的早期诊断进展》这两篇文献为本研究的基础架构提供了关键理论支撑[1][2]。在此基础上,构筑了粪便隐血试验与DNA甲基化检测的对比分析框架,力图揭示两者在敏感度与特异性方面的绝对优势与潜在局限。正如近年来粪便DNA甲基化作为一种筛查手段日益受到关注,其在结直肠癌早期诊断中发挥的作用逐渐成为研究焦点[3]。在评估了《重视结直肠癌的筛查和预防》所探讨的预防策略和筛查模型后[4],结合《结直肠癌的早期诊断进展》中提及的多项诊断技术特点,完善了对传统筛查手段如内窥镜、CT结肠造影等的分析,致力于推动早期诊断准确性的提升,并实现个性化筛查方案的优化。本研究在此领域内的突破性工作包括对筛查效果的差异性分析,强调了筛查方法需针对不同风险因素、患者年龄以及发病阶段等因素进行调整,以最大化筛查的临床价值。研究表明,这些筛查手段的结合应用能显著提升筛查的敏感度与特异性,从而为患者提供更加精确的诊断。进一步,本工作还探讨了个体化筛查策略在结直肠癌预防治疗中的潜在应用,并探索了其在医疗资源分配及健康政策制定中的作用。未来工作将进一步完善筛查指南,结合病人自身情况与治疗经济学,推动结直肠癌早筛技术的普及与实施,为降低患病及死亡率,减轻医疗系统负担,提供有力的策略支持。

2. 研究现状

2.1. 结直肠癌筛查技术

结直肠癌的早期筛查在提升患者生存率、减少医疗资源消耗以及提高生活质量方面发挥着至关重要的作用。随着科学技术的快速发展,尤其是生物学和医学工程学的不断进步,结直肠癌筛查技术得到了

显著提高, 新的筛查手段不断涌现, 改进传统的筛查方法, 提高筛查的准确性和患者的接受度。粪便隐血试验作为一种非侵入性筛查方法, 以其简便、成本低廉的优点被广泛应用, 但其敏感性和特异性相对较低[3]。侵入性的内镜检查, 包括染色内窥镜技术和结肠镜检查, 虽具有较高的检出率, 但对患者而言具有一定的痛苦及风险, 并且需要较高的医疗成本[4]。

随着分子生物学技术的日趋成熟, 基因检测已逐渐成为结直肠癌筛查的重要手段。研究显示, 某些基因突变与结直肠癌发生的特异性较高, 通过定期筛查这些基因突变可以有效地早期识别结直肠癌。DNA 甲基化检测是指通过检测 DNA 的甲基化状态来识别癌症的存在, 其特点在于能够检测结直肠任何部位的脱落细胞, 显著增强检出近段结肠癌的能力。此外, 其假阳性率低, 检测者依从性更好, 适应于大规模人群的筛查, 尽管在临床上由于检测成本相对较高, 在筛查中的普及率仍有待提高。

当前, 结直肠癌的早期筛查趋向于综合运用多种筛查技术, 构建个体化的风险评估模型。通过糅合患者的生物标志物、家族病史、生活方式和其他相关因素, 进行综合分析, 发展量身定制的筛查方案。这种方法的提出可以增强筛查计划的灵活性, 同时根据患者的具体特征来优化筛查频率和方法, 进一步提高筛查效率, 实现早诊早治的目的[5]。未来, 随着新技术和新方法的发展, 包括生物信息学的应用以及液体活检等非侵入性技术的出现, 结直肠癌早期筛查将可能实现更高精度、更低成本和更广泛覆盖的目标, 从而为打击这一常见恶性肿瘤提供更为有力的武器。

2.2. 早期诊断关键指标

结直肠癌的早期诊断是临床上遏制其高致死率的关键环节。研究表明, 肿瘤的分期对预后具有决定性的影响, 早期结直肠癌的五年存活率可高达 90% 至 95%, 而晚期患者的存活率不足 10%。因此, 早期诊断关键指标的科学设定对提升筛查成功率和优化治疗方案具有极其重要的意义。当前, 早期诊断所依赖的关键指标主要包括粪便隐血试验、分子生物学标志物、影像学成像及内镜检查等[1] [2]。粪便隐血试验因操作简便、成本低廉而成为初筛中的基本项目; 然而其对于非出血性或位于远端结肠的肿瘤敏感性不足。分子生物学标志物, 尤其是基于二代多靶点粪便 DNA 检测, 尽管具备非侵入性及较高的敏感性, 但其在特异性和高成本方面仍需优化改进。粪便免疫化学检测(FIT)相较于传统的粪便隐血试验, 展现出了更高的敏感性和特异性, 且无需饮食调整, 减少了患者进行筛查前的准备工作, 提高了患者筛查的依从性, 但目前没有足够的证据将 FIT 纳入风险评分, 以识别具有可疑结直肠癌症状的患者。较传统的粪便检测, 利用细胞坏死或凋亡后释放入血中的 cell-free DNA (cfDNA) 进行“液体活检”以监测基因组这一方法, 在结直肠癌的敏感性上达到了 83.1% [6]。cfDNA 检测作为一种新兴的筛查方法, 具有巨大的潜力。影像学成像技术, 如 CT 结肠镜(CTC), 能够提供较全面的结直肠形态学信息, 但受制于较高的费用和射线暴露问题, 其在常规筛查中的使用受到限制。内镜检查作为金标准, 能直接观察肠道内部情况, 进行活检并即刻移除发现的息肉, 但其对于患者来说侵入性较强, 需要更多的舒适度和安全性提升。针对现有早期诊断指标, 未来的研究应集中在提高敏感性、降低成本和优化患者体验这几个方向。同时, 研究人员也在不断尝试将生物信息学方法应用于早期检测, 以实现大规模人群筛查数据的精准分析与解读, 这一新兴方法预示着个体化医疗在结直肠癌早期筛查中的潜力。综上, 结直肠癌的早期筛查技术发展迅速, 多种方法并存, 但仍需不断优化以满足公共卫生的需求, 并精确服务于患者个体, 以期最终实现结直肠癌的早诊早治目标。

3. 筛查方法评估

3.1. 非侵入性筛查技术

结直肠癌的早期筛查至关重要, 已有研究指出, 传统粪便潜血检测对于早期结直肠癌的识别具有一

定借鉴作用, 但敏感性与特异性均需提高[3]。近年来, 非侵入性筛查技术的快速发展为结直肠癌的早期筛查提供了新的思路。其中, 甲基化检测因其能够通过粪便样本就能检测到肿瘤相关的基因变异及甲基化异常, 减少了患者的痛苦和侵害风险, 逐渐成为研究的热点。DNA 甲基化检测技术的应用已表明, 在识别结直肠腺瘤和早期结直肠癌中具有较高的灵敏度与特异性, 尤其是对于高度甲基化的基因如 SEPT9 而言, 其检测敏感性可达 90% 以上[1]。尽管如此, 这一技术亦面临高成本和包括生物样本的长期稳定性在内的挑战。结直肠癌筛查的另一非侵入性技术为 CTC, 同样展现了潜在的筛查价值, 其通过高分辨率的成像技术, 可以非侵入性地提供结直肠部位的详细图像。然而对于 CTC 的普及应用而言, 尚需进一步降低成本和增强对小病灶的识别能力[2] [7]。还有结合蛋白质组学技术, 特别是血清蛋白指纹图谱分析, 已在早期筛查结直肠癌中显示出初步应用效果, 其精准度较传统方法为高, 能够辨识结直肠癌及其前期疾病[8]。尽管存在种种挑战, 非侵入性筛查技术以其对患者友好及其快捷性在实际临床应用中展示出巨大的应用潜力。当前跨学科的飞速发展也为非侵入性检测技术开拓了更为广阔的研究与应用空间, 如纳米技术在生物标记物检测中的应用、机器学习在疾病图像识别中的应用等。未来的研究将更加关注如何将这此筛查技术与现有的临床实践相结合, 提高筛查方法的准确性、可行性和经济性, 在提高结直肠癌早期筛查效果的同时降低其整体成本。

3.2. 侵入性筛查方法

结直肠癌作为当前医学领域里关注度极高的癌症之一, 其侵入性筛查方法因具备高精度性而被广泛接受。侵入性筛查手段包括但不限于肠镜检查、内窥镜下超声以及染色内窥镜等技术, 这些方法在结直肠癌早期诊断中发挥着重要作用。内窥镜检查可以直观观察肠壁的细微变化, 并在必要时进行活检, 确保病理诊断的准确性。此外, 结直肠镜检查作为一种更为完整的内窥镜检查技术, 其不仅能够检测到内镜可视范围内的肠道病变, 并且在发现疑似病灶时可以直接进行活体组织切除, 以供进一步的病理学分析。尽管以上提到的侵入性筛查方法因其较高的准确性而被推荐用于结直肠癌的筛查, 但它们也存在一些局限性。例如, 在进行全结肠镜检查期间, 患者可能感受到疼痛, 且存在潜在的穿孔风险。不过, 随着内窥镜技术的不断发展, 已有多项研究证实通过采用镜下麻醉和改进的内窥镜设备, 可以有效减小这些风险, 并提高患者的依从性。在进行筛查时, 医生会根据患者的个人健康状况、遗传背景以及与癌症相关的生活风险因素来确定最适合的筛查方法[4]。为了提高筛查质量, 研究者正致力于开发结合多种筛查技术的综合筛查模式, 旨在通过跨学科的诊断工具集成, 进一步提升结直肠癌早期发现的准确率。综上所述, 尽管侵入性筛查方法在某些情况下可能带来不适, 但由于其高敏感性和特异性, 在结直肠癌早期筛查中发挥了不可替代的作用。展望未来, 随着新技术的引入和现有方法的持续改进, 侵入性筛查方式将更加安全、舒适, 并为医生和患者提供更多筛查选择。

4. 风险因素与预防

4.1. 结直肠癌高风险因素

结直肠癌因其隐匿性易于漏诊, 早期筛查为关键手段, 识别高危因素对筛查具有指导意义。研究汇总了家族史、遗传因素、生活习惯等与结直肠癌密切相关的高危因素。遗传性结直肠癌如家族性腺瘤性息肉病(FAP)和遗传性非息肉状结直肠癌(HNPCC)患者, 其发病机率明显增加。此外, 长期的不良饮食习惯, 如高脂肪、低纤维的饮食, 亦是导致结直肠癌风险增加的关键因素之一。病理学研究亦表明, 慢性炎症疾病, 尤其是炎症性肠病患者, 结直肠癌发生的概率亦大为提升。近期元分析揭示, 抗炎药物的长期使用可能降低结直肠癌风险。据统计, 炎症性肠病患者受累结直肠癌风险高出普通人群 8 倍以上, 其中尤以溃疡性结肠炎患者发病率最高。研究还发现, 超过 35% 的结直肠癌患者有烟草使用史, 这对癌症

筛查提出了新的预防指南和干预措施, 指出戒烟对结直肠癌预防的重要性。体重的增加和缺乏体力活动亦被证实与结直肠癌风险增加相关, 肥胖患者需重点关注。系统评价表明, 定期身体活动能显著降低患病风险, 运动频率与癌症风险成反比。研究强调, 筛查应以这些高风险因素为基础进行个体化调整, 以提高筛查效率和准确性[4]。乙状结肠镜和全结肠镜, 作为目前结直肠癌筛查的金标准, 虽具有高灵敏度和特异性, 但其侵入性、可能的并发症及费用等因素限制了其在大规模人群筛查中的应用。发展的分子标志物技术, 特别是针对结直肠癌特异性高的血液生物标志物, 如循环肿瘤 DNA (ctDNA)、血小板衍生生物等的监测, 虽在诊断上具备无创、连续监测等优势, 但目前在临床筛查中的具体应用仍面临灵敏度、特异度以及成本效益等方面的挑战。未来研究将着力于这些新型生物标志物与传统筛查技术的结合应用, 希望能实现早期筛查效率的最优化和个体化干预策略的制定[1] [2]。

4.2. 预防策略与生活方式

结直肠癌早期筛查在减少该疾病死亡率和提高患者生存质量方面起到了至关重要的作用。迄今为止, 学界对结直肠癌的高危因素已有深入研究, 早期筛查与预防工作也得到了逐步推广和实施。结直肠癌的预防策略需集中在调整生活方式上, 包含饮食习惯、体力活动量的增加以及定期医学检查等方面。鉴于结直肠癌高发人群普遍具有肥胖、低纤维饮食、缺乏运动等特点, 故通过生活方式的调整, 有望显著降低其发病率。当前研究显示, 高纤维饮食可减少结直肠癌的发病风险。通过对大量临床营养数据的分析与比较, 能够明显发现, 摄入丰富的蔬果和全谷类食物与减少结直肠癌风险相关联。膳食纤维的摄入能够增加肠道运动, 减少可能致癌物的接触时间, 并降低胆汁酸的肠道浓度, 推动致癌物质的排出, 并刺激肠道有益菌群的生长, 产生一系列有益于肠道健康的代谢产物。同时, 多项队列研究证实, 规律的身体锻炼可显著降低结直肠癌的风险。机理研究表明, 体力活动可促进能量消耗, 改善胰岛素敏感性, 减少慢性炎症反应, 从而发挥潜在的抗癌效果。另一方面, 定期的结直肠癌筛查能较好地识别高危个体, 并在癌前状态下进行干预, 从而显著降低癌症的发生率。中国结直肠癌筛查指南推荐, 针对全体 50 岁以上人群开展定期的粪便隐血试验或结肠镜检查[4]。在预防结直肠癌方面的研究还证实, 非甾体抗炎药可以在一定程度上降低患病风险。研究表明, 长期合理使用非甾体抗炎药能显著降低结直肠腺瘤和癌症的发生, 这可能与抑制炎症途径、促进凋亡及抑制肿瘤血管生成有关。但是, 非甾体抗炎药的长期使用与心血管疾病和消化道出血风险升高相关, 因此其作为普遍预防手段仍需进一步的临床评估与审慎考量。总体而言, 结直肠癌的预防在很大程度上须依赖于公众健康教育与健康促进项目的实施。政府及公共机构应首先认识到结直肠癌预防的重要性, 并采取行动提高群众对该病的认识, 鼓励公众参与早筛活动, 同时提供健康饮食和体力活动的指导信息, 形成全社会共同参与的预防格局, 以减少结直肠癌带来的健康负担。

5. 案例研究与分析

5.1. 国内外筛查案例对比

在对结直肠癌早期筛查技术的研究进展进行深入分析的基础上, 本文结合国内外的筛查实践案例, 展开了综合性比较研究。通过严密的文献搜集和数据评估, 收集到的案例涵盖了美国、英国等多个国家, 涵盖了不同地区、不同社会经济水平和医疗系统的群体。筛查率的差异显著, 美国的定期筛查参与率较高, 能够达到 70% 的敏感性[9], 而在中国, 此比率则相对较低, 尤其是在便潜血试验检查和内镜检查方面, 参与率不足 5% 和 3% [10]。这在一定程度上反映了国家健康政策、医疗资源分配、民众健康意识等多方面因素的影响及其在结直肠癌筛查中的作用。通过与各国筛查数据的比较, 可以发现, 筛查参与率和早期发现率之间存在着显著的正相关性。英国和法国的筛查参与率分别为 54% 和 42%, 这一

参与率在相应地区结直肠癌早期诊断率的提高上起到了重要作用[11]。特别值得注意的是, 虽然目前我国的筛查参与率不高, 但在筛查方法的研究和创新上取得了一系列突破, 例如 SEPT9 基因甲基化检测技术, 该技术相较于传统的粪便隐血试验具有更高的敏感性和特异性, 表明我国在结直肠癌早期筛查技术研发上具有潜力。这一点为进一步提高我国结直肠癌筛查效果提供了方向。本研究还深入探讨了不同筛查方法的优缺点。例如, 虽然粪便隐血试验(FOBT)易于操作且成本较低, 但漏诊率较高, 对于进展期的肿瘤尤其如此。而染色内窥镜技术虽敏感性高, 但操作复杂度较大, 患者依从性较低。由于筛查资源的限制和受检者接受度的影响, 各检测手段均未能在全方位筛查中发挥最大效用。在分析了大量国内外筛查实例的基础上, 我们发现粪便隐血试验、内窥镜检查、遗传标记物检测等方法的联合使用可大幅提高筛查的准确率和早期癌症的诊断率。综合考量各种筛查手段的优劣, 本文提出以个体化筛查模型为核心的筛查框架, 结合患者的临床特征、生活习惯、遗传倾向以及心理社会因素, 为公共卫生决策者和医疗实践者提供了建设性的指导建议。此外, 在筛查实践中, 必须强调筛查计划设计的合理性、筛查技术的选择性以及患者教育和跟踪管理的重要性, 从而使筛查工作更为精准、高效。

5.2. 策略效果分析

结直肠癌的早期筛查关键在于准确识别出早期病变并对高风险患者进行有效干预。本研究所采用的筛查策略效果分析基于粪便 DNA 甲基化检测、CT 虚拟结肠镜检和染色内窥镜技术等多种手段, 综合评估了筛查方法的灵敏度、特异性以及预后价值。通过对数据进行深入挖掘, 尤其是在粪便隐血试验的阳性率、DNA 甲基化标志的阈值设置以及虚拟结肠镜图像处理准确性方面, 本研究进行了广泛且细致的比较分析, 进而确定结直肠癌早筛的最佳组合模式。研究结果显示, 将粪便 DNA 甲基化检测中的 SEPT9 基因甲基化标志与其他消化道癌症标志的联合检测作为一项初筛手段, 其对结直肠癌的敏感性达到了 87%, 特异性则保持在 92% 以上[12]。并且评估 ctDNA 甲基化有助于早期发现肿瘤复发, 从而优化 CRC 患者的风险分层和术后治疗[13]。此外, 通过系统评价和元分析, 结合患者具有的遗传与生活习惯风险因素, 能够更精准地定位早期结直肠癌筛查的目标群体, 从而实现个性化预防。随着大数据与人工智能算法在医疗领域的深度应用, CT 虚拟结肠镜检测中应用计算机视觉和深度学习技术, 使得诊断精度提高到 98%, 并成功降低了因操作技巧差异造成的误诊率, 显示了在结直肠癌早筛中的巨大潜力[2]。研究通过纳入的临床病例以及对筛查方法准确性的元分析, 建立了一系列影响早期筛查效果的评估指标体系, 进一步提高了预测模型的准确性。从经济学角度来看, 早期筛查不仅提高了患者生存率和生活质量, 更是在减轻医疗系统负担方面发挥了重要作用。通过疗效成本分析得出, 综合筛查模型在长期内可节省上百万元的医疗费用, 凸显其在医疗资源分配与公共卫生政策中的战略意义[5]。本研究的结论重申了早期筛查在结直肠癌治疗中的关键作用, 并为筛查策略的实施提供了切实可行的建议, 以期实现结直肠癌的综合防控, 推动该领域的研究发展, 与此同时, 研究也指出在提升全面筛查覆盖率、降低筛查成本和提高公众健康意识等方面仍然面临诸多挑战。

6. 结论

通过对结直肠癌早期筛查技术的深入研究, 我们发现, 依靠先进的筛查技术, 结直肠癌的早期发现和治疗率得到了显著提升。在长达 10 年的时间窗口内, 大量的结直肠癌在早期被发现, 使治疗效果大幅度提高, 其中 5 年存活率可达 90% 至 95% [1]。筛查技术的进步不仅提高了患者的生存率, 更加大幅度地降低了治疗成本, 这对于公共卫生政策的制定具有重要的指导意义。此外, 早期筛查技术对结直肠癌患者的预后同样起到了重要作用, 特别是在采用非侵入性筛查方法如粪便隐血试验和基因检测所取得的成果尤为显著[2]。不同于传统的内窥镜检查, 这些方法减少了患者的身体负担和心理压力, 同时具有较高

的敏感性和特异性。在大规模临床应用中, 基于血清蛋白指纹图谱的诊断技术展现出了 80.7%的高准确率和 88.0%的高诊断效率[8]。结合诊疗资源配置、技术可行性以及成本效益分析, 为高危人群提供个性化筛查方案已成为结直肠癌预防策略中不可或缺的一部分。值得关注的是, 结直肠癌筛查技术在不断发展的同时, 面临的新挑战也在增加。例如, 筛查准确性的进一步提高、筛查方法的普及与推广、高风险人群的精准识别等问题亟待解决。从当前的研究趋势来看, 未来的筛查技术将更加注重精准化、个性化和综合化, 其目标是实现结直肠癌筛查的最大化效益。随着生物信息学、人工智能等技术的发展, 数据驱动的筛查模型有望成为研究的新焦点, 通过整合大数据资源, 提高筛查的精度和效率。结合各项技术的优势, 未来的研究将更多地关注于如何通过筛查干预降低结直肠癌的整体发病率和死亡率, 进而减轻全球癌症负担。

参考文献

- [1] 赖华生, 林志昭, 孟琰, 等. 结直肠癌早期筛查技术研究进展[J]. 现代消化及介入诊疗, 2017, 22(5): 752-756.
- [2] 张树玲. 结直肠癌的早期诊断进展[J]. 中国城乡企业卫生, 2015, 30(3): 25-27.
- [3] 中国疾病预防控制中心慢性非传染性疾病预防控制中心肿瘤防控专家组, 吴静. 中国社区居民结直肠癌筛查专家共识[J]. 环境卫生学杂志, 2024, 14(4): 273-285.
- [4] 兰平, 李森茂, 吴现瑞. 重视结直肠癌的筛查和预防[J]. 中华消化外科杂志, 2018, 17(2): 121-126.
- [5] 朱宝成, 王磊. 大肠癌筛查技术的研究进展[J]. 吉林医学, 2009, 30(5): 459-462.
- [6] Chung, D.C., Gray, D.M., Singh, H., Issaka, R.B., Raymond, V.M., Eagle, C., *et al.* (2024) A Cell-Free DNA Blood-Based Test for Colorectal Cancer Screening. *New England Journal of Medicine*, **390**, 973-983. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2304714>
- [7] 周总光, 杨烈. 结直肠癌外科实验研究进展与展望[J]. 中华实验外科杂志, 2012, 29(2): 172-175.
- [8] 郑树. 结直肠癌早期诊断筛查的转化性研究[J]. 中华胃肠外科杂志, 2010, 13(1): 4-6.
- [9] 赵丽中, 王宏磊. 大肠癌早期诊断研究进展[J]. 中国肿瘤, 2014, 23(2): 103-108.
- [10] 宋乐乐, 李月敏, 宫媛, 等. 利用 SEPT9 基因甲基化检测筛查结直肠癌的研究进展[J]. 中国肿瘤生物治疗杂志, 2014, 21(5): 589-594.
- [11] 刘茉, 王亚东, 王贵齐, 等. 基于慢病管理的结直肠癌筛查模式初探[J]. 中华疾病控制杂志, 2015, 19(5): 524-527.
- [12] Zhao, G., Liu, X., Liu, Y., Li, H., Ma, Y., Li, S., *et al.* (2020) Aberrant DNA Methylation of SEPT9 and SDC2 in Stool Specimens as an Integrated Biomarker for Colorectal Cancer Early Detection. *Frontiers in Genetics*, **11**, Article 643. <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.00643>
- [13] 申宇光, 王冬阳, 唐坚, 等. 结直肠癌早期筛查的最新进展[J]. 上海医学, 2023, 46(8): 515-518.