

中药预防结肠癌的研究进展

徐督辉^{1,2*}, 王 威^{1,2#}

¹天津中医药大学第一附属医院, 天津

²国家中医针灸临床医学研究中心, 天津

收稿日期: 2025年1月1日; 录用日期: 2025年2月5日; 发布日期: 2025年2月14日

摘 要

结肠癌(CRC)作为消化系统中常见的恶性肿瘤,其发病率和死亡率持续上升,已成为全球健康的重大挑战之一。结肠癌的高发病率和死亡率促使对其预防的深入研究,对结肠癌的早期预防和干预不仅可以有效降低发病率,也能改善患者的生活质量。中医药以其独特的治疗机制展现出显著的潜力,中药通过抑制结肠癌前期病变、调控细胞生长、促进细胞凋亡、改善机体免疫功能以及逆转耐药性等多重机制,发挥了预防结肠癌的作用。此外,研究还表明中药在抑制肿瘤细胞转化和转移方面具有积极效果。本文综述了中药在结肠癌预防中的最新研究进展,并展望了中药与现代医学结合的前景,以期推动中药在结肠癌防治中的应用和研究。

关键词

中药预防, 结肠癌, 免疫调节, 细胞凋亡, 耐药机制

Research Progress of Traditional Chinese Medicine in the Prevention of Colorectal Cancer

Duhui Xu^{1,2*}, Wei Wang^{1,2#}

¹First Teaching Hospital of Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin

²National Clinical Research Center for Chinese Medicine Acupuncture and Moxibustion, Tianjin

Received: Jan. 1st, 2025; accepted: Feb. 5th, 2025; published: Feb. 14th, 2025

Abstract

Colorectal cancer (CRC), as a common malignant tumor in the digestive system, has a continuously

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 徐督辉, 王威. 中药预防结肠癌的研究进展[J]. 中医学, 2025, 14(2): 539-546.

DOI: 10.12677/tcm.2025.142080

rising incidence and mortality rate, becoming one of the significant challenges to global health. The high morbidity and mortality of colorectal cancer have prompted in-depth research on its prevention. Early prevention and intervention of colorectal cancer can not only effectively reduce the incidence but also improve the quality of life of patients. Traditional Chinese medicine (TCM) has shown significant potential with its unique therapeutic mechanisms. Chinese herbal medicine plays a role in preventing colorectal cancer through multiple mechanisms, including inhibiting precancerous lesions, regulating cell growth, promoting cell apoptosis, improving immune function, and reversing drug resistance. Additionally, studies have shown that Chinese herbal medicine has positive effects in inhibiting tumor cell transformation and metastasis. This article reviews the latest research progress of Chinese herbal medicine in the prevention of colorectal cancer and looks forward to the prospects of combining Chinese medicine with modern medicine, aiming to promote the application and research of Chinese herbal medicine in the prevention and control of colorectal cancer.

Keywords

Traditional Chinese Medicine Prevention, Colorectal Cancer, Immune Regulation, Cell Apoptosis, Drug Resistance Mechanisms

Copyright © 2025 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

中医药在结肠癌预防中的潜力日益受到关注。中药不仅具有良好的调节作用,还能通过清热解毒、改善脾胃功能等方式,提升机体的免疫力,从而降低癌症发生的风险[1][2]。近年来的研究表明,中药在结肠癌的治疗与预防中展现出独特的优势,如通过对多靶点的干预,抑制肿瘤的生成与发展[1]。

目前,关于中药在结肠癌预防中的研究日益增多。研究者们通过网络药理学等方法筛选出多种具有潜在抗肿瘤活性的中药成分,如槲皮素、姜黄素等,这些成分在调节机体免疫、抑制肿瘤细胞增殖等方面表现出显著效果[1][3]。未来,中药在结肠癌的预防和治疗领域将继续发挥其不可替代的作用。

2. 中药对结肠癌前期病变的影响

2.1. 中药对异常隐窝病灶(ACF)的抑制作用

异常隐窝病灶(ACF)是结肠癌发展过程中最早出现的组织学改变,通常被认为是结肠癌的早期生物标志物。抑制 ACF 的形成与发展,对于预防结肠癌的发生具有重要意义[4]。

中药在抑制 ACF 方面展现出了良好的效果。研究表明,槲皮素作为一种天然化合物,能够通过多种机制来减少 ACF 的发生。首先,它可以抑制隐窝细胞的有丝分裂,从而减少细胞增殖[5]。此外,槲皮素还能够降低炎症介质的水平,这些介质会影响细胞的增殖和凋亡过程,从而进一步抑制 ACF 的形成[6]。

在细胞信号通路方面,槲皮素能够减少 β -连环蛋白的积累,抑制 Wnt/ β -catenin 信号通路的激活,这对于 ACF 的形成也有显著的抑制作用[7]。此外,槲皮素通过调节细胞凋亡相关蛋白的表达,增强促凋亡蛋白 Bax 的表达,降低抗凋亡蛋白 Bcl-2 的水平,从而促进肿瘤细胞的凋亡,进一步减少 ACF 的数量[8]。

此外,木犀草素作为败酱草中的重要成分,也被发现具有抑制 ACF 形成的作用,其机制主要体现在增强抗氧化酶的活性,从而减少肠道内的氧化应激,有效降低 ACF 的发生率[9]。同时,芹菜素通过抑制与炎症相关的细胞信号通路,如 NF- κ B 和 STAT3,来降低结肠内的炎症反应,从而减轻 ACF 的形成风险[10]。

2.2. 中药成分的抗炎作用

中药在减少肠道炎症方面具有重要作用, 从而降低结肠癌风险。慢性炎症是结肠癌发生的重要危险因素之一, 许多中药成分通过调节炎症反应而发挥抗肿瘤作用。例如, PPAR γ (过氧化物酶体增殖物激活受体 γ) 在肠道稳态及溃疡性结肠炎(UC)中起着关键作用。研究表明, 激活 PPAR γ 可以通过下调促炎信号通路(如 NF- κ B、AP-1、MAPK)来抑制炎症反应, 从而减轻小鼠模型中的结肠炎症状[11]。此外, 某些中药成分能够显著降低炎症因子如 TNF- α 、IL-6 和 IL-1 β 的水平, 这种机制可能与改善肠道屏障及调节肠道微生物群相关[12]。

特定的中药在调节炎症介质方面展现了独特的效果。例如, 小柴胡汤通过调节 PI3K/Akt、MAPK 及 IL-17 信号通路, 能够抑制肝癌细胞生长并促进其凋亡, 进而减轻肠道炎症[13]。此外, 四君子汤及其有效成分能通过上调肠道上皮细胞的紧密连接蛋白和黏蛋白分泌, 增强肠道屏障功能, 这对于降低炎症反应和预防肠道肿瘤的发生具有重要意义[14]。这些研究表明, 中药成分通过多种机制调节炎症介质, 从而在降低结肠癌风险方面发挥了潜在的积极作用。

3. 中药调控结肠癌细胞生长与增殖

3.1. 中药对细胞周期的调节

近年来, 研究表明, 中药成分在调控结肠癌细胞周期方面具有显著作用, 能够有效诱导细胞周期停滞, 从而抑制癌细胞的增殖。这一过程涉及多个中药如黄芪多糖和黄芪甲苷被发现能够使结肠癌细胞停滞在 G1 期。例如, 研究表明, 黄芪多糖通过不同浓度处理人结肠癌 HT-29 细胞后, 能够有效使细胞生长停滞在 G1 期[15]。同样, 黄芪甲苷在干预小鼠结肠癌 CT26 细胞时, 也表现出时间相关性地使细胞周期停滞在 G1 期, 这表明其在细胞增殖中的重要作用[16]。这一机制的实现, 主要是通过调控细胞周期蛋白和依赖性激酶的表达, 尤其是细胞周期蛋白 D1 和细胞周期蛋白依赖性激酶 4 (CDK4) 的下调, 进而抑制癌细胞的增殖[17]。

此外, 中药成分还可以通过干扰细胞周期的其他阶段来发挥作用。例如, 黄芪总皂苷可以阻滞细胞周期的 S 期和 G2/M 期, 这种作用通过抑制 p21 的表达和周期相关激酶的活性实现, 从而有效抑制细胞增殖[18]。

3.2. 中药对细胞凋亡的促进作用

中药成分对细胞凋亡的诱导作用主要体现在其通过多种机制调节凋亡相关信号通路。细胞凋亡是一个高度调控的过程, 涉及多种细胞信号通路, 其中以 Caspase 家族、Bcl-2 家族、细胞色素 C 和 p53 等关键分子为中心[19]。中药成分能够通过影响这些关键分子的表达和活性, 进而诱导癌细胞的凋亡。

例如, 某些中药成分通过抑制 PI3K/Akt 信号通路的活性来促进细胞凋亡。在正常情况下, PI3K/Akt 通路的激活可以抑制 Caspase-9 的活性, 阻止 Caspase-3 的激活, 从而抑制凋亡的发生[19]。而某些中药成分则能够有效下降 Akt 的活性, 使得 Caspase 的激活得到促进, 从而激活下游的凋亡信号通路。

另外, 中药成分还可以通过调节 Bcl-2 家族蛋白的表达, 影响细胞的存活与凋亡。例如, 桑椹提取物中的活性成分能够通过调节 Bcl-2/Bax 信号通路, 诱导乳腺癌细胞的凋亡[20]。Bcl-2 家族中的促凋亡因子如 Bax 和 Bak 在细胞凋亡的过程中起着至关重要的作用, 调节这些蛋白的平衡可以显著影响癌细胞的命运。

此外, 许多中药成分还通过激活 p53 抑癌基因, 促进促凋亡蛋白的表达来诱导细胞凋亡。p53 作为重要的抑癌基因, 其表达的增加可以促进 Bax 等促凋亡因子的上调, 从而进一步推动细胞凋亡的进程[21]。

4. 中药抑制肿瘤细胞转化与转移

4.1. 中药对上皮间质转化(EMT)的抑制

上皮间质转化(EMT)是肿瘤细胞转移的重要过程,近年来的研究表明,中药在抑制 EMT 方面展现出了良好的前景。中药成分通过不同机制参与调控 EMT 过程,进而影响肿瘤细胞的侵袭性。例如,研究发现灯盏乙素可以通过抑制 JAK2/STAT3 信号通路,进而上调 E-cadherin 的表达并下调 Vimentin 等相关因子的水平,从而显著抑制肝癌细胞的转移[22]。这一机制表明了中药在抑制 EMT 过程中的多重靶点作用,为肿瘤的治疗提供了新的思路。

此外,中药还通过调控其他信号通路如 NF- κ B 和 Wnt/ β -catenin 通路,进一步影响 EMT 及肿瘤细胞的浸润和转移。NF- κ B 信号通路的研究表明,中药可以通过抑制该通路中的基质金属蛋白酶、血管内皮生长因子等靶基因的表达,起到抗炎及抑制细胞增殖的作用,从而阻滞细胞周期,促进细胞凋亡[23]。

中药在影响肿瘤细胞侵袭性方面的机制也得到了广泛的研究,特别是在抑制肿瘤细胞的增殖与迁移方面。通过多靶点的调控,中药不仅能够直接作用于肿瘤细胞,还能够通过调节肿瘤微环境,减少肿瘤细胞的转移潜力。这种多层次的干预方式使得中药在肿瘤治疗中具有独特的优势,能够有效提升患者的生存质量和延长生存期[1]。

4.2. 中药对血管生成的抑制作用

中药在抑制肿瘤血管生成方面的应用逐渐受到广泛关注。血管生成是肿瘤生长和转移过程中不可或缺的机制,它为肿瘤细胞提供了所需的营养和氧气。因此,抗血管生成成为肿瘤治疗的一个重要靶点。目前,越来越多的研究证实,中药可以通过多种机制抑制肿瘤血管生成,包括抑制促血管生成因子的表达、抑制血管内皮细胞的增殖,以及诱导血管内皮细胞的凋亡等[24]。

具体而言,许多中药成分被发现能够显著影响血管生成因子的表达。例如,姜黄素、大黄素、隐丹参酮等活性成分,均表现出抑制血管生成的潜力。研究显示,姜黄素能够通过调节血管内皮生长因子(VEGF)及其相关信号通路的表达,进而抑制肿瘤血管生成[25]。此外,中药提取物如白头翁、黄花败酱等,单味中药如夏枯草、白花蛇舌草,及中药复方如健脾消癌方、解毒活血方等,均显示出通过抑制血管生成因子表达来治疗结肠癌的效果[24]。

补阳还五汤作为一种经典的中药方剂,研究发现其有效成分中的生物碱和苷类物质能够抑制血管内皮细胞分泌血管生成相关因子,从而保护血管内皮细胞功能。这些成分能够调节组织因子、凝血酶等多种因子的表达,降低血液的黏滞性,进而对抗血管生成[26]。

此外,藤黄酸的研究也显示其在抑制肿瘤血管生成方面的潜力。藤黄酸能够通过抑制人结肠癌细胞中血管生成素样蛋白 4(ANGPTL4)的表达,阻碍肿瘤血管生成,进而发挥有效的抗肿瘤作用[25]。同时,藤黄酸还通过靶向 YAP/STAT3 信号轴,显著抑制 VEGF 诱导的内皮细胞增殖和迁移,这为其抗肿瘤血管生成的机制提供了新的见解[27]。

5. 中药改善机体免疫功能以预防结肠癌

5.1. 中药对特异性免疫的调节

中药在调节特异性免疫方面具有重要的作用,尤其是在影响 T 淋巴细胞功能方面。T 淋巴细胞是机体免疫系统的核心组成部分,主要包括 CD4⁺ T 细胞和 CD8⁺ T 细胞。研究表明,某些中药成分能够促进 T 淋巴细胞的增殖和功能,例如半枝莲的主要活性成分糖蛋白能够诱导淋巴细胞增殖、抗体产生和细胞因子分泌,从而增强机体的免疫反应[28]。此外,研究还发现四君子汤能够通过调节 T 淋巴细胞亚群,改

善免疫功能,尤其是在结直肠癌患者中,能够提升 CD8⁺T 细胞的活性,从而增强抗肿瘤免疫的效果[14]。

中药在增强抗肿瘤免疫方面的作用同样显著。通过调节肿瘤微环境,中药能够抑制肿瘤细胞的生长与转移。例如,研究表明,苦参注射液中的苦参和白土茯苓组合能够清热解毒,增强免疫力,进而抑制结肠癌的发展[1]。此外,中药多糖通过靶向调控肿瘤浸润性淋巴细胞(TILs),如 CD8⁺T 细胞,可以增强机体对肿瘤细胞的免疫反应,有助于提高抗肿瘤治疗的效果[29]。

5.2. 中药对非特异性免疫的调节

中药在调节非特异性免疫方面展现出了独特的作用。其中,中药成分能够有效促进树突状细胞的成熟,为免疫应答提供了重要的支持。树突状细胞(DCs)作为重要的抗原呈递细胞,能够通过多种机制增强免疫系统的功能。例如,某些中药多糖能够通过上调细胞因子的表达、增强抗原呈递能力,来促进 DCs 的成熟。研究表明,桑黄多糖能够诱导 DCs 的表型和功能,通过 Toll 样受体(TLR)介导的信号传导,显著促进 DCs 的成熟,增强其抗肿瘤和自身免疫功能[30]。此外,香菇多糖也被发现能够通过提高 γ -干扰素和 IL-2 的分泌水平,进一步促进 DCs 的成熟[31]。

通过增强免疫相关细胞因子的合成,中药也能有效提升机体的免疫功能。研究表明,黄芪多糖能够显著抑制非小细胞癌小鼠的肿瘤生长,并通过增加 CD80⁺、CD103⁺、CD86⁺细胞的数量,促进 DCs 细胞的成熟,从而激活 T 细胞发挥抗肿瘤作用[32]。同时,枸杞多糖能够刺激 DCs 释放多种细胞因子,如 IL-6、IL-10、 γ -干扰素和 TNF- α ,这些因子的增加有助于进一步促进 DCs 的成熟和免疫应答[33]。

6. 中药逆转结肠癌耐药的机制

6.1. 中药对耐药相关蛋白的抑制作用

结肠癌(CRC)作为一种常见的恶性肿瘤,其治疗过程中常常面临耐药性的问题。中药成分在逆转结肠癌耐药性方面展现出独特的潜力。研究表明,某些中药成分可以有效降低结肠癌细胞对化疗药物的耐药性,主要通过抑制耐药相关蛋白的表达和活性实现。

例如,槲皮素被发现能够增强阿霉素对 P-糖蛋白(P-gp)过表达的结肠癌细胞的抑制作用。槲皮素不仅抑制了 P-gp 的 ATP 驱动的转运活性,还增加了阿霉素在细胞内的积累,从而增强了其抗癌活性[34]。此外,槲皮素与顺铂联合使用时,能够在防止顺铂引起的肾毒性的同时,增强其抗癌效果[35]。

研究显示,芹菜素在逆转结直肠癌细胞的耐药性方面同样发挥了重要作用。它通过靶向 mTOR/PI3K/Akt 信号通路,抑制结直肠癌细胞对顺铂的耐药性,显示出良好的抗肿瘤潜力[36]。

6.2. 中药对干细胞样癌细胞(CSCs)的影响

中药成分在抑制干细胞样癌细胞(CSCs)的增殖方面表现出显著的效果。研究表明,人参皂苷 Rh1 能够有效抑制结直肠癌(CRC)细胞的侵袭和迁移,并在动物模型中显著降低转移灶的体积和重量。这种抑制作用可能与其对基质金属蛋白酶(MMP)-1 和 MMP-3 表达的抑制以及增强基质金属蛋白酶抑制剂 3 (TIMP3)表达水平有关[37]。此外,人参皂苷 Rh2 通过下调受体酪氨酸激酶(Axl)信号通路,显著抑制 CRC 细胞的侵袭和迁移能力,进一步增强了抗肿瘤效果[38]。

中药还通过调控多药耐药基因的表达来影响 CSCs 的特性。研究显示,人参皂苷 Rh2 能够降低多药耐药蛋白 1(MRP1)和谷胱甘肽硫转移酶(GST)的表达,从而诱导 CRC 耐药细胞系(如 LoVo/5-FU 和 HCT-8/5-FU)的凋亡,并抑制其侵袭和迁移能力[39]。此外,白术内酯II能够通过下调长链非编码 RNA XIST、miR-30a-5p 和维甲酸相关核受体 1 (ROR1)的表达,显著逆转 CRC 细胞的化疗耐药性,增强药物的敏感性[40]。

7. 总结与展望

中药在结肠癌预防中的作用机制是多靶点的, 体现了中医药的整体观念和辨证论治的独特优势。研究表明, 中药能够通过多种途径干预结肠癌的发生与发展, 例如通过促进细胞凋亡、抑制细胞增殖、调节免疫反应以及抑制肿瘤细胞的侵袭和转移等机制来发挥其抗肿瘤作用[41]。此外, 中药还能够改善抗肿瘤药物的药代动力学, 增强其疗效并逆转耐药性[41]。这种多靶点的调控特性使得中药在结肠癌的预防和治疗中展现出良好的前景。

展望未来, 中药与现代医学结合的可能性愈发受到重视。中西药的联合应用可以发挥各自的优势, 降低药物的使用剂量和副作用, 同时提高治疗的有效性。中药在调节机体整体状态、增强免疫力方面具有独特的优势, 而现代医学则能够提供精准的靶向治疗, 二者结合有望实现更优的治疗效果[42]。因此, 推动中西医结合的研究与临床应用, 将为结肠癌的防治提供新的思路与方法。

然而, 为了更好地理解中药的作用机制, 还需加强相关研究。建议未来的研究应更加系统化, 探索中药在结肠癌防治中的多靶点作用与机制, 并结合现代科技手段如网络药理学和多组学分析方法, 以便揭示中药的复方作用及其与宿主生物系统的相互关系[43]。此外, 建立标准化的中医药治疗机制实验体系, 结合临床证据, 将有助于进一步推动中药在结肠癌领域的应用研究, 为临床治疗提供更加坚实的理论支持[43]。

参考文献

- [1] 白姣姣, 阿丽亚·依拉木, 阿布都艾则孜·艾尔肯, 等. 中药复方及单体治疗结肠癌药效与机制研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2023, 29(4): 246-252.
- [2] 梁欣宇, 林素琴, 王一斌, 等. 中药干预非酒精性脂肪性肝炎的机制研究进展[J]. 南京中医药大学学报, 2023, 39(4): 384-392.
- [3] 廖韵诺, 赵凯丽, 郭宏伟. 中药网络药理学的应用与挑战[J]. 中草药, 2024, 55(12): 4204-4213.
- [4] Clapper, M.L., Chang, W.L. and Cooper, H.S. (2020) Dysplastic Aberrant Crypt Foci: Biomarkers of Early Colorectal Neoplasia and Response to Preventive Intervention. *Cancer Prevention Research*, **13**, 229-240. <https://doi.org/10.1158/1940-6207.capr-19-0316>
- [5] Gee, J.M., Hara, H. and Johnson, I.T. (2002) Suppression of Intestinal Crypt Cell Proliferation and Aberrant Crypt Foci by Dietary Quercetin in Rats. *Nutrition and Cancer*, **43**, 193-201. https://doi.org/10.1207/s15327914nc432_10
- [6] Warren, C.A., Paulhill, K.J., Davidson, L.A., Lupton, J.R., Taddeo, S.S., Hong, M.Y., et al. (2009) Quercetin May Suppress Rat Aberrant Crypt Foci Formation by Suppressing Inflammatory Mediators That Influence Proliferation and Apoptosis. *The Journal of Nutrition*, **139**, 101-105. <https://doi.org/10.3945/jn.108.096271>
- [7] Tanaka, T., Kawabata, K., Honjo, S., Kohno, H., Murakami, M., Shimada, R., et al. (1999) Inhibition of Azoxymethane-Induced Aberrant Crypt Foci in Rats by Natural Compounds, Caffeine, Quercetin and Morin. *Oncology Reports*, **6**, 1333-1373. <https://doi.org/10.3892/or.6.6.1333>
- [8] Volate, S.R., Davenport, D.M., Muga, S.J. and Wargovich, M.J. (2005) Modulation of Aberrant Crypt Foci and Apoptosis by Dietary Herbal Supplements (Quercetin, Curcumin, Silymarin, Ginseng and Rutin). *Carcinogenesis*, **26**, 1450-1456. <https://doi.org/10.1093/carcin/bgi089>
- [9] Ashokkumar, P. and Sudhandiran, G. (2008) Protective Role of Luteolin on the Status of Lipid Peroxidation and Antioxidant Defense against Azoxymethane-Induced Experimental Colon Carcinogenesis. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, **62**, 590-597. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2008.06.031>
- [10] Ai, X., Qin, Y., Liu, H., Cui, Z., Li, M., Yang, J., et al. (2017) Apigenin Inhibits Colonic Inflammation and Tumorigenesis by Suppressing STAT3-NF- κ B Signaling. *Oncotarget*, **8**, 100216-100226. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.22145>
- [11] 张伟, 邹孟龙, 徐寅, 等. 核受体 PPAR γ 在溃疡性结肠炎中的作用及中医药干预研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2024, 30(8): 233-244.
- [12] 王春霞, 葛俊李, 李芳, 等. 中药治疗溃疡性结肠炎作用及机制研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2023, 29(2): 270-282.
- [13] 赵越, 王文萍, 李晓斌, 等. 小柴胡汤在恶性肿瘤全程管理中的应用研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2024,

- 30(12): 219-231.
- [14] 申佳林, 赵小莹, 肖海娟. 四君子汤及其主要有效成分抗结直肠癌机制研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2024, 30(16): 240-252.
 - [15] 宋鑫, 张俊, 魏立强, 等. 黄芪多糖抑制结肠癌 HT-29 细胞生长作用研究[J]. 重庆医学, 2019, 48(17): 2899-2902.
 - [16] 李志林, 杜位良. 黄芪甲苷对结直肠癌 CT26 细胞的抗癌作用初探[J]. 中国临床研究, 2019, 32(10): 1342-1345.
 - [17] Wang, S., Mou, J., Cui, L., Wang, X. and Zhang, Z. (2018) Astragaloside IV Inhibits Cell Proliferation of Colorectal Cancer Cell Lines through Down-Regulation of B7-H3. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, **102**, 1037-1044. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.03.127>
 - [18] Tin, M.M.Y., Cho, C., Chan, K., James, A.E. and Ko, J.K.S. (2007) Astragalus Saponins Induce Growth Inhibition and Apoptosis in Human Colon Cancer Cells and Tumor Xenograft. *Carcinogenesis*, **28**, 1347-1355. <https://doi.org/10.1093/carcin/bgl238>
 - [19] 李华, 王捷虹. PI3K/Akt 通路调控结直肠癌机制及中医药治疗研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2023, 29(13): 254-263.
 - [20] 韩非若, 李婷, 阿力亚·麦提敏, 等. 桑椹化学成分与药理作用研究进展[J]. 中草药, 2024, 55(15): 5274-5285.
 - [21] 颜梦宇, 沈影, 刘芳媛, 等. 中药诱导卵巢癌凋亡相关基因机制研究进展[J]. 中国中西医结合杂志, 2023, 43(8): 1011-1018.
 - [22] Liu, K., Tian, T., Zheng, Y., Zhou, L., Dai, C., Wang, M., *et al.* (2019) Scutellarin Inhibits Proliferation and Invasion of Hepatocellular Carcinoma Cells via Down-Regulation of JAK2/STAT3 Pathway. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, **23**, 3040-3044. <https://doi.org/10.1111/jcmm.14169>
 - [23] 刘洋, 王宇, 丛晶, 等. 中药调控 NF- κ B 信号通路防治子宫内膜异位症作用机制的研究进展[J]. 上海中医药杂志, 2023, 57(8): 89-95.
 - [24] 张转红, 刘婷, 高飞云, 等. 中药抑制结肠癌血管生成的作用机制研究进展[J]. 中草药, 2023, 54(3): 948-955.
 - [25] 魏建昌, 曹杰, 杨平, 等. 藤黄酸对结直肠癌 LOVO 细胞增殖和血管生成素样蛋白 4 表达的影响[J]. 中国医药导报, 2015, 12(11): 4-6, 10.
 - [26] 李海英, 贺鹏, 李文姣, 等. 补阳还五汤化学成分、药理作用研究进展及质量标志物(Q-Marker)预测[J]. 中草药, 2024, 55(13): 4575-4587.
 - [27] 万莉. 藤黄酸对肿瘤血管生物系统的影响及其机制研究[D]: [博士学位论文]. 南京: 南京中医药大学, 2019.
 - [28] 杨培伟, 刘光伟, 赵文霞. 近十年半枝莲抗肿瘤作用机制研究概况[J]. 环球中医药, 2023, 16(5): 1051-1056.
 - [29] 王迪, 李钧, 侯兵乔, 等. 中药多糖对肿瘤微环境中免疫细胞调节作用研究进展[J]. 中草药, 2023, 54(13): 4346-4358.
 - [30] 李东东, 刘海燕, 宿抱玉, 等. 桑黄多糖对肿瘤微环境影响的研究[J]. 泰山医学院学报, 2020, 41(4): 318-320.
 - [31] 王峻, 周智东, 夏大静. 香菇多糖增强树突状细胞疫苗的抗肿瘤作用及其机制研究[J]. 中国中西医结合杂志, 2007, 27(1): 60-64.
 - [32] Bamodu, O.A., Kuo, K., Wang, C., Huang, W., Wu, A.T.H., Tsai, J., *et al.* (2019) Astragalus Polysaccharides (PG2) Enhances the M1 Polarization of Macrophages, Functional Maturation of Dendritic Cells, and T Cell-Mediated Anti-cancer Immune Responses in Patients with Lung Cancer. *Nutrients*, **11**, Article 2264. <https://doi.org/10.3390/nu11102264>
 - [33] 陈艳平, 廖海峰, 王青, 等. 不同分子量的枸杞多糖组分对树突状细胞成熟的影响[J]. 中国免疫学杂志, 2021, 37(4): 385-388, 394.
 - [34] Zhou, Y., Zhang, J., Wang, K., Han, W., Wang, X., Gao, M., *et al.* (2020) Quercetin Overcomes Colon Cancer Cells Resistance to Chemotherapy by Inhibiting Solute Carrier Family 1, Member 5 Transporter. *European Journal of Pharmacology*, **881**, Article ID: 173185. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2020.173185>
 - [35] Tian, Y., Li, Q., Liang, Y. and Hu, G. (2016) Enhanced Therapeutic Efficacy and Amelioration of Cisplatin-Induced Nephrotoxicity by Quercetin in 1,2-Dimethyl Hydrazine-Induced Colon Cancer in Rats. *Indian Journal of Pharmacology*, **48**, 168-171. <https://doi.org/10.4103/0253-7613.178834>
 - [36] Chen, X., Xu, H., Yu, X., Wang, X., Zhu, X. and Xu, X. (2019) Apigenin Inhibits *in Vitro* and *in Vivo* Tumorigenesis in Cisplatin-Resistant Colon Cancer Cells by Inducing Autophagy, Programmed Cell Death and Targeting m-TOR/PI3K/Akt Signalling Pathway. *Journal of BUON*, **24**, 488-493.
 - [37] Lyu, X., Xu, X., Song, A., Guo, J., Zhang, Y. and Zhang, Y. (2019) Ginsenoside Rh1 Inhibits Colorectal Cancer Cell Migration and Invasion *in Vitro* and Tumor Growth *in Vivo*. *Oncology Letters*, **18**, 4160-4166. <https://doi.org/10.3892/ol.2019.10742>

-
- [38] Zhang, H., Yi, J., Huang, H., Park, S., Kwon, W., Kim, E., *et al.* (2022) 20 (s)-Ginsenoside Rh2 Inhibits Colorectal Cancer Cell Growth by Suppressing the Ax1 Signaling Pathway *in Vitro* and *in Vivo*. *Journal of Ginseng Research*, **46**, 396-407. <https://doi.org/10.1016/j.jgr.2021.07.004>
- [39] Liu, G., Liu, Y., Jiang, G. and Ren, W. (2018) The Reversal Effect of Ginsenoside Rh2 on Drug Resistance in Human Colorectal Carcinoma Cells and Its Mechanism. *Human Cell*, **31**, 189-198. <https://doi.org/10.1007/s13577-017-0189-3>
- [40] Zhang, R., Wang, Z., Yu, Q., Shen, J., He, W., Zhou, D., *et al.* (2019) Atractylenolide II Reverses the Influence of Lncrna XIST/miR-30a-5p/ROR1 Axis on Chemo-Resistance of Colorectal Cancer Cells. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, **23**, 3151-3165. <https://doi.org/10.1111/jcmm.14148>
- [41] 孙嘉玲, 韩克起, 方慧琪, 等. 中药治疗结肠癌药理机制研究进展[J]. 环球中医药, 2024, 17(2): 352-358.
- [42] 徐振娜, 赵逸卿, 陈思宇, 等. 中西药联合用药的优势及风险分析[J]. 中草药, 2023, 54(2): 408-415.
- [43] 李珊珊, 李玮婕, 王萍. 整合药理学在中医药现代研究的若干进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2024, 30(14): 270-278.