

基于补益效应的玉竹药食同源功效研究进展

李 芳¹, 唐海峰¹, 梁永林³, 刘玲娜⁴, 李秋月⁴, 邓 敏¹, 李 钦^{1*}, 赵小芳^{2*}

1. 湖南医药学院, 湖南 怀化 418000

2. 甘肃卫生职业学院, 甘肃 兰州 730030

3. 甘肃中医药大学, 甘肃 兰州 730000

4. 怀化市中医医院, 湖南 怀化 418000

摘 要: 玉竹 *Polygonati Odorati Rhizoma* 作为传统的药食同源中药, 呈现“甘凉滋阴、补而不腻、治养皆宜”的特色, 具有润肺护肺、调理肠胃、益心护心、生津养血、延缓衰老、滋肝补肾等生物活性。目前关于玉竹补益效用的研究丰富, 但缺乏综合指导性文献以拓展玉竹的潜在应用方向。通过查阅 PubMed、Web of Science、中国知网等数据库, 整理近年来玉竹及其成分以补益效用为基础的相关研究, 为深入挖掘玉竹在临床应用、药效机制、养生保健及食药研发等方面的价值提供研究理论和思路。

关键词: 玉竹; 药食同源; 补阴药; 养生保健; 润肺护肺; 调理肠胃; 益心护心; 生津养血; 延缓衰老; 滋肝补肾

中图分类号: R285 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2025)02-0680-16

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2025.02.029

Research progress on food-medicine homology efficacy of *Polygonati Odorati Rhizoma* based on its tonic effects

LI Fang¹, TANG Haifeng¹, LIANG Yonglin³, LIU Lingna⁴, LI Qiuyue⁴, DENG Min¹, LI Qin¹, ZHAO Xiaofang²

1. Hunan University of Medicine, Huaihua 418000, China

2. Gansu Health Vocational College, Lanzhou 730030, China

3. Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China

4. Huaihua Hospital of Traditional Chinese Medicine, Huaihua 418000, China

Abstracts: Yuzhu (*Polygonati Odorati Rhizoma*), a traditional Chinese medicine with both medicinal and edible properties, has excellent effects. It is characterized as sweet and cool, nourishing deficiency, beneficial without being greasy, suitable for both treatment and maintenance. Its biological activities include nourishing and protecting lung, coordinating intestines and stomach, benefiting and protecting heart, nourishing blood and generating body fluids, delaying aging, and nourishing liver and tonifying kidney. Currently, research on the tonic effects of *Polygonati Odorati Rhizoma* is abundant, but there is a lack of comprehensive and guiding literature to further explore its potential applications. This review summarizes and examines recent research on *Polygonati Odorati Rhizoma* and its components, focusing on its tonic effects. It draws on databases such as PubMed, Web of Science and CNKI. The aim is to provide research theories and ideas for the further exploration of the value of *Polygonati Odorati Rhizoma* in clinical applications, pharmacological mechanisms, health care, and food and medicine development.

Key words: *Polygonati Odorati Rhizoma*; food-medicine homology; yin-nourishing medicine; health care; nourishing and protecting lung; coordinating intestines and stomach; benefiting and protecting heart; nourishing blood and generating body fluids; delaying aging; nourishing liver and tonifying kidney

玉竹 *Polygonati Odorati Rhizoma* 为百合科黄精属植物玉竹 *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce 的干燥根茎, 俗名葳蕤、地管子 (河北)、尾参 (湖北)、铃铛菜 (辽宁、河北)、玉参等^[1]。广布欧亚

收稿日期: 2024-09-17

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (82460897); 湖南省教育厅科学研究项目 (24A0758); 甘肃省高校教师创新基金项目 (2025-A401)

作者简介: 李 芳, 医学博士, 研究方向为中药药理与毒理。E-mail: 119232388@qq.com

*通信作者: 李 钦, 医学博士, 教授, 从事中医药防治糖尿病及并发症的基础与临床研究。E-mail: 534742782@qq.com

赵小芳, 硕士, 副教授, 从事中医药防治慢性代谢性疾病的基础与临床研究。E-mail: 804831735@qq.com

大陆温带地区，多生于海拔 500~3 000 m 的林下或山野阴坡，采收生长年限为 2~3 年，春秋采挖质量最佳^[2]，在我国湖北、湖南、辽宁、浙江、江苏等地均有分布^[3]。

玉竹性味甘，微寒，归肺、胃经，养阴润燥、生津止渴，临床常用于治疗肺胃阴伤、燥热咳嗽、咽干口渴、内热消渴等^[4]，是药食同源的传统名贵药材。秦汉时期已被《神农本草经》列为上品补益药。历代本草中玉竹正名多以“女萎”或“葳蕤”记载，直至清代《本草便读》首次将“玉竹”作为正名收载，此后的本草、医书及临床等多用“玉竹”之名^[5-6]。玉竹于 2002 年已被国家卫生健康委员会纳入食药同源物质目录。玉竹含有中性、水溶性及酸性多糖，异黄酮和高异黄酮，螺甾烷醇类和呋甾烷醇类甾体皂苷、生物碱、蒽醌、挥发油、凝集素、木脂素及三萜等化合物^[7-11]；含有碳水化合物 68.32%，其中可溶性膳食纤维 9.53%；含有蛋白质 10.28%，包括 9 种人体必须氨基酸；还含有维生素 A、B 族维生素，维生素 C 及 Fe、Mn、Zn 等微量元素^[12-14]。玉竹及其有效成分具有抗炎^[15]、抗氧化^[16]、抗肿瘤^[17-18]、抗病毒^[19-20]、抗衰老^[21]、抗疲劳^[22]、抗缺氧^[23]、免疫调节^[24]、保护心血管^[25]、调节肠道菌群^[26]、降血糖^[27]、调血脂^[28]等药理活性。目前玉竹的物质基础、药理药效和临床应用等研究日益丰富，而作为津血兼顾、补治皆宜的滋阴良药，基于其补益效应的探究仍有空白，尚无综合性、指导性、前瞻性文献。故本文从其补益活性和药食应用等方面进行系统归纳，旨在为玉竹在慢病防治、药效挖掘、养生保健及食品研发等领域的未来研究和应用提供参考价值 and 理论基础。

1 补益效应与补益活性

1.1 滋肺护肺

肺为“娇脏”，喜润勿燥，质地脆弱，易受外邪^[29]。玉竹入肺经，气味和缓而药性醇良，养阴生津而无寒无凉，滋肺护肺而调和五脏，滋益有度，调补适宜，对肺炎、肺癌、肺纤维化等肺阴不足型疾病均有疗效^[30]。

1.1.1 改善肺功能 玉竹可通过调节肺脏代谢以改善肺阴虚证候。占阮娟等^[30]发现玉竹水提取物 0.9 g/kg 可有效改善甲状腺片联合烟熏建立肺阴虚大鼠症状，显著降低肺阴虚大鼠血清总胆固醇（total cholesterol, TC）、三酰甘油（triglycerides, TG）、尿素、三碘甲腺原氨酸（triiodothyronine, T3）、T4、

环磷酸腺苷（cyclic adenosine monophosphate, cAMP）、环磷酸鸟苷（cyclic guanosine monophosphate, cGMP）表达，升高血清总蛋白、白蛋白水平，提示玉竹甘凉入肺，或可通过拮抗甲状腺激素、环核苷酸表达，调节物质代谢异常，增益肺脏功能，治疗肺阴虚证候。

1.1.2 保护肺损伤 玉竹抑制炎症反应、调节肠道菌群及抗氧化等作用，可有效保护肺病理性损伤。Liu 等^[31]通过尾静脉注射脂多糖诱导肺炎性损伤小鼠模型，ig 玉竹多糖（*Polygonatum odoratum* polysaccharide, POP）100、200、400 mg/kg 可明显提高小鼠存活率，改善肺功能、肺部病理病变和免疫炎症反应，高剂量 POP 还可显著重塑肠道菌群，提高乳酸杆菌、Muribaculaceae 和 Prevotellaceae UCG-001 等有益菌丰度，抑制大肠杆菌和克雷伯氏菌等有害菌生长增殖，抑制内毒素产生，减少肿瘤坏死因子- α （tumor necrosis factor- α , TNF- α ）、白细胞介素-1 β （interleukin-1 β , IL-1 β ）和 IL-6 等炎症因子释放，从而保护肠道屏障平衡，改善结肠功能障碍，提示 POP 可能通过抑制诱导型一氧化氮合酶阳性 M₁ 巨噬细胞调节肺部促炎分子分泌，是潜在多靶点微生态调节剂。梁亚男等^[32]通过 SiO₂ 诱导人肺癌 A549 细胞损伤模型，以玉竹总多酚和 80% 甲醇-水提取物 1~100 μ mol/L 处理 24 h，总多酚和多数化合物均表现良好的抗氧化活性，对 A549 细胞损伤具有显著保护作用，提示玉竹可能对消除环境微粒所致肺损伤具有潜在作用。

1.2 滋补肠胃

《素问》曰：“脾胃充盛，五脏安和；脾胃受损，则五脏不安。”过食生冷寒凉、肥甘厚腻或饥饱无常、饮食不节、情志紊乱等因素皆先伤脾胃，故脾胃之病临床发病最为频繁^[33-34]。近年来，玉竹已被证明具有改善胃肠动力、调节肠道菌群等疗效，在防治脾胃虚弱证型疾病方面潜力巨大。

1.2.1 增益胃肠动力 玉竹归经于胃，可显著增强胃肠蠕动，加速胃排空和消化。欧阳征海等^[35]采用热性中药（附子、干姜和肉桂）提取液制备阴虚大鼠模型，使用玉竹多糖和总提取物干预 28 d，均可有效拮抗阴虚型大鼠胃排空率、小肠推进率、胰高血糖素样肽-1（glucagon-like peptide-1, GLP-1）、胃动素、钙-镁 ATP 酶（calcium-magnesium ATPase, Ca²⁺-Mg²⁺-ATPase）、水通道蛋白 3（aquaporin 3, AQP3）、味觉受体 3（taste receptor type 1 member 3,

T1R3) 等指标的失衡, 且多糖疗效优于总提取物, 表明玉竹可能通过刺激甜味受体表达, 助推胃肠激素分泌, 增强能量代谢, 推动肠胃蠕动, 促进消化吸收, 呈现“补而不腻”的特点。

1.2.2 调节肠道菌群 肠道菌群是指栖息动物消化道的共生微生物群, 包括细菌、真菌、古菌及病毒等, 平衡的菌群环境可生成短链脂肪酸 (short-chain fatty acids, SCFAs)、维生素、氨基酸、胆汁酸衍生物等, 调节胃肠稳态、促进营养吸收、增强新陈代谢、维持免疫调节、加速毒素清除等功能^[36-42]。董钰均等^[43]在抗菌药物所致菌群失调小鼠模型中, 玉竹水提物 1.56、3.12 g/kg 可有效增加小鼠菌群丰度, 恢复 3 种差异菌门 (上调厚壁菌门, 下调变形菌门和拟杆菌门) 与 7 种差异菌属水平, 促进紧密连接蛋白-1 (zonula occludens-1, ZO-1) 蛋白表达, 提高乳糖酶活性, 降低结肠 IL-6 和血清脂多糖浓度, 改善结肠组织病理损伤, 提示玉竹可能通过调节肠道菌群结构以促进胃肠蠕动, 提高消化功能, 加速肠道修复。玉竹多糖也具有调节肠道菌群的活性, 可被分解成甘露糖、葡萄糖、半乳糖等成分, 从而促进乳杆菌生长, 抑制大肠杆菌繁殖^[44]。

1.2.3 保护黏膜屏障 胃肠黏膜屏障是胃肠道阻挡攻击因子 (胃酸、消化酶、乙醇) 侵蚀的首要防线, 对保持胃内酸碱平衡, 维持胃肠环境稳态, 促进黏膜修复再生, 保障消化吸收功能, 调节局部血

流及抵御病原体侵袭具有重要作用^[45-49]。玉竹具有保护黏膜屏障、修复胃肠损伤的作用, 呈现抗溃疡的潜力。Mariod 等^[50]给玉竹提取物 (*P. odoratum rhizome extract*, PORE) 250、500 mg/kg, 1 h 后各组大鼠给予无水乙醇诱发胃溃疡, 结果显示 PORE 可显著提高胃 pH 值和黏液含量, 减少白细胞浸润、减小黏膜层溃疡面积、修复胃黏膜病理损伤, 增加超氧化物歧化酶 (superoxide dismutase, SOD)、过氧化氢酶 (catalase, CAT) 水平, 抑制活性氧释放, 降低 TNF- α 和 IL-6 分泌, 提高 IL-10 含量, 显著上调过碘酸希夫染色 (periodic acid-schiff staining, PAS) 和热休克蛋白 70 (heat shock protein 70, HSP70) 表达, 抑制 Bax 合成, 提示玉竹或可能通过抑制细胞凋亡、降低氧化应激、调节炎症因子等机制促进胃肠道溃疡黏膜修复、再生及重建。玉竹还可能通过调节肠道菌群丰度改善溃疡性结肠炎。Ye 等^[26]以 3% 葡聚糖硫酸钠 (dextran sulfate sodium, DSS) 诱导结肠炎模型小鼠, 给予玉竹甲醇提取液 200、400 mg/kg 能够有效逆转 DSS 所致弯曲杆菌、脱硫杆菌丰度升高及放线菌丰度降低, 提高 Chao 1、Shannon 指数和 Simpson 指数, 增加 SCFAs 浓度, 抑制肠道气体 H₂S 和 NH₃ 产生, 从而改善黏膜形态, 预防肠道损伤, 抵抗结肠缩短, 揭示玉竹可能通过调节菌群丰度与肠道产气间的关系, 缓解溃疡性结肠炎。玉竹调理胃肠的作用机制见图 1。

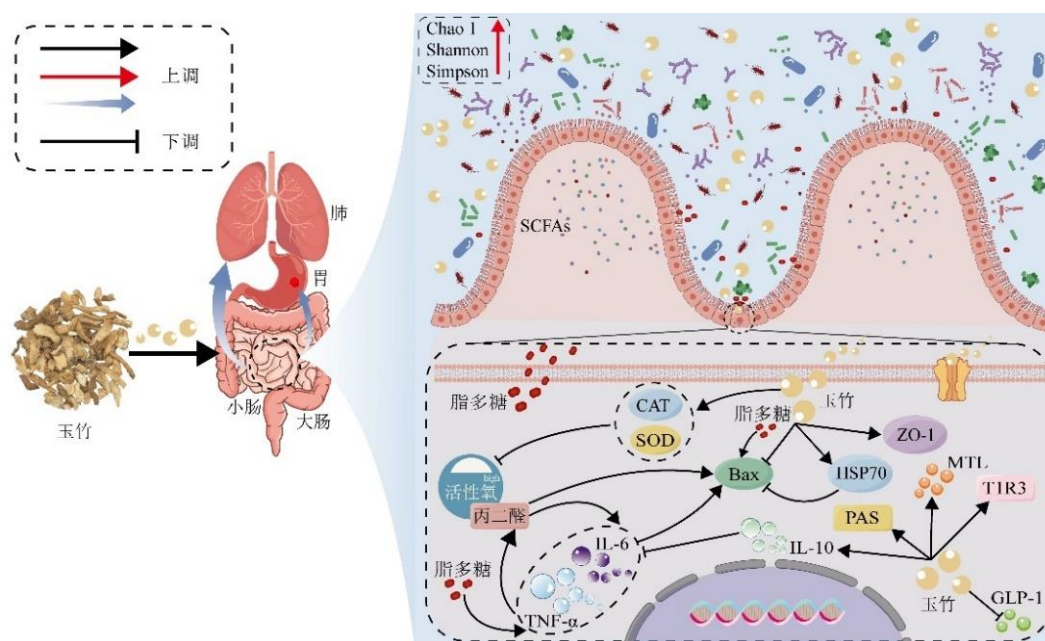


图 1 玉竹调理胃肠的作用机制

Fig. 1 Mechanisms of *Polygonati Odorati Rhizoma* in regulating gastrointestinal function

1.3 滋阴生津

1.3.1 生津消渴 糖尿病在中医范畴属于“消渴证”，是以多饮、多食、多尿和消瘦为主要特征的疾病，与肺、胃、肾等脏腑“气阴亏虚”而致结构损伤和功能紊乱密切相关。玉竹滋养肺阴、健脾和胃、生津止渴、平衡阴阳，能够改善阴虚内热和津液亏虚的状态，对糖尿病的治疗具有显著的疗效和潜力。张立新等^[51]探讨玉竹对链脲佐菌素（streptozotocin, STZ）-枸橼酸钠溶液诱导 1 型糖尿病（type 1 diabetes mellitus, T1DM）小鼠模型的血糖调节机制，ig 玉竹醇提物 4、8 g/kg 可使小鼠血糖明显降低、脾细胞 γ 干扰素和 γ 干扰素/IL-4 水平降低、胰岛炎性浸润缓解、细胞存活数目增加，提示玉竹改善 T1DM 的机制，可能通过调节辅助性 T 细胞 1（helper T cell 1, Th1）的极化程度，提高胰岛 β 细胞存活。此外，玉竹经果胶酶、纤维素酶和木瓜蛋白酶组成的复合酶酶解改性后，显著增强对 α -淀粉酶的抑制作用，提高降血糖活性^[52]。

多糖类成分可能是玉竹补益滋阴、调节血糖的核心成分之一。王晓彤等^[53]使用高脂饲料联合 STZ-枸橼酸钠溶液构建 T2DM 大鼠模型，发现玉竹多糖 0.50 g/kg 和玉竹 1.35、2.70 g/kg 均可改善大鼠胰岛细胞排列，降低细胞坏死率、血糖及 TG 水平，增加神经生长因子（nerve growth factor, NGF）mRNA 表达，证明玉竹及其多糖可改善胰脏功能，促进降糖调脂，该机制或与上调 NGF 通路表达相关。杨华生等^[54]在糖尿病大鼠模型中，通过 ig 玉竹多糖 100、200、400 mg/kg 治疗 8 周，中、高剂量组大鼠的胰岛和肝组织细胞损伤修复，空腹血糖、时间-血糖曲线下面积下降，血清 TG、TC 和低密度脂蛋白胆固醇（low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C）含量减少，GLP-1、胰岛素和回肠组织 TIR3、瞬时感受器电位通道 M5 mRNA 表达上调，高剂量还可升高血清高密度脂蛋白胆固醇（high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C）水平及回肠组织 TIR2 等 mRNA 表达，推测玉竹多糖可能通过调控甜味信号分子表达发挥血糖调节作用。周骏等^[55]发现玉竹多糖可呈剂量相关性上调糖尿病大鼠核因子 E2 相关因子 2（nuclear factor E2 related factor 2, Nrf2）介导的血红素加氧酶-1（heme oxygenase-1, HO-1）参与磷脂酰肌醇 3-激酶（phosphatidylinositol-3-kinase, PI3K）/蛋白激酶 B（protein kinase B, Akt）途径的蛋白表达，下调 JNK 活化水平，显著抑制丙

氨酸氨基转移酶（alanine aminotransferase, ALT）、天冬氨酸氨基转移酶（aspartate aminotransferase, AST）、TC、TG、LDL-C、肌酐、血尿素氮（blood urea nitrogen, BUN）、糖化血红蛋白（glycated hemoglobin, GHb）、丙二醛合成，有效提升 HDL-C、C 肽、胰岛素、SOD、CAT、谷胱甘肽过氧化物酶（glutathione peroxidase, GSH-Px）水平，从而调节细胞脂代谢过程，改善肝脏细胞病变程度。玉竹多糖还可通过调节胰腺氧化应激反应，有效保护大鼠胰岛 β 细胞免受四氧嘧啶损伤^[56]。

玉竹黄酮、皂苷、生物碱等成分亦具有良好的降血糖活性。Shu 等^[27]在 T2DM 大鼠模型中，发现玉竹总黄酮 50~200 mg/kg 可显著降低 T2DM 大鼠空腹血糖，提高胰岛素水平，抑制 α -糖苷酶活性。Wang 等^[57]发现从玉竹分离的 5 种同型异黄酮类化合物可能是新型强效的葡萄糖转运蛋白 2（glucose transporter 2, GLUT2）抑制剂。另有证明，玉竹高异黄酮还可拮抗糖尿病大鼠体内肾脏晚期非酶糖基化终产物（advanced glycation end products, AGEs）积累^[58]。Deng 等^[59]通过人肝癌 HepG2 细胞葡萄糖摄取试验，证明玉竹抗糖尿病潜力成分中皂苷>黄酮>多糖，继而连续给药玉竹皂苷 500 mg/kg 治疗糖尿病大鼠，可有效逆转血糖升高、体质量减轻及多饮多食等糖尿病症状，显著抑制 α -糖苷酶活性。此外，玉竹的水溶性成分多羟基生物碱类也可通过抗 α -葡萄糖苷酶活性发挥调节血糖的作用^[60]。玉竹通过生津消渴以防治糖尿病的作用机制，见图 2。

1.3.2 滋阴降火 玉竹养阴生津之力强，适用于调理阴虚火旺所致甲亢。张智敏等^[61]发现玉竹水提醇沉上清液可调节甲亢阴虚型大鼠的 T3、T4、cAMP、cGMP 水平，平衡羟基丁酸、半乳糖、软脂酸和胆固醇代谢紊乱。周亚敏等^[62]在 T3 诱导的甲亢阴虚型大鼠模型中，以玉竹多糖 400 mg/kg 干预可显著降低 T3、T4、cAMP 含量及 cAMP/cGMP 的值，升高 cGMP 水平，进一步血清代谢组学研究显示，玉竹多糖可以调节丙酸、3-羟基丁酸、尿素、赖氨酸、软脂酸、硬脂酸、胆固醇、半乳糖和葡萄糖等内源性代谢物水平。提示玉竹可能通过调控糖代谢、能量代谢、氨基酸代谢及脂类代谢等机制，行滋阴生津、降火退热之效，从而防治阴虚甲亢证。

1.4 益心护心

1.4.1 保护心肌损伤 玉竹可通过抗氧化、抗凋亡、改善血液流变及调节能量代谢等机制增强心肌

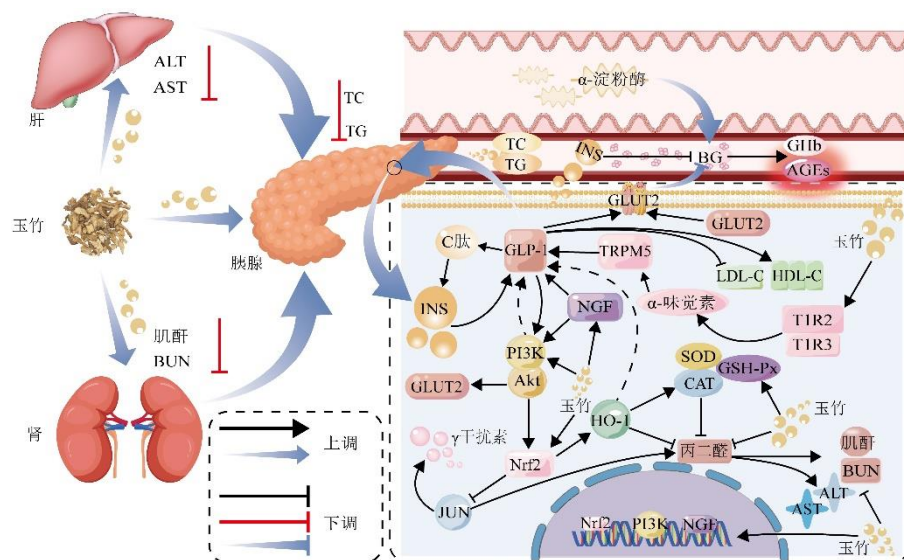


图 2 玉竹降血糖的作用机制

Fig. 2 Mechanisms of *Polygonati Odorati Rhizoma* in hypoglycemic effect

保护。黄春香等^[63]探究玉竹对力竭大鼠心肌的保护机制,发现玉竹水煎液可抵抗力竭运动致使血清心肌钙蛋白 I、肌酸激酶同工酶、AST、丙二醛含量升高,逆转 GSH-Px 和 SOD 活性降低,改善心肌超微结构、减轻线粒体肿胀、保护肌膜损伤,呈现稳定的心肌保护作用。杨禹晗^[25]采用可逆性左前降支结扎法建立心肌缺血再灌注大鼠模型,缺血前 30 min,给药组 ip 玉竹乙醇提取物 100、200、300 mg/kg,而后各组大鼠均先缺血 30 min,再灌注 120 min,结果表明玉竹各剂量皆可改善血流动力学指标、心肌细胞凋亡程度及心肌线粒体病理变化,降低心肌组织游离脂肪酸、乳酸含量,升高 ATP/AMP,下调半胱氨酸天冬氨酸蛋白酶-3 (cystein-aspartate protease-3, Caspase-3)、Caspase-9 和 Caspase-12 蛋白表达,证明玉竹可能通过增强线粒体保护、促进能量代谢、抑制心肌细胞凋亡等机制发挥心肌缺血再灌注损伤的保护作用。

1.4.2 改善心率过快 玉竹还具有调节心率平衡、增强心肌收缩力等活性。吴美平等^[64]通过结扎冠状动脉前降支构建心肌梗死后心力衰竭大鼠模型,尾静脉注射玉竹乙醇提取物 0.3、3.0、6.0 g/kg 可有效减慢心率,促使左室收缩压最大压 (left ventricular systolic pressure, LVSP) 下降,左心室压力最大上升速率、左心室压力最大下降速率减慢,左室舒张末压上升至正常水平,推测玉竹通过发挥负性肌力、负性频率作用,稳定心跳节律,减少心肌耗氧,调节心肌血供,改善心室重构。临床研究发现,生

脉散配以玉竹 6~10 g,可有效减慢心率,延缓心衰发展^[65]。此外,有研究发现正常大鼠 iv 玉竹皂苷 300、600、800 mg/kg,可呈剂量相关性降低收缩压、舒张压和左室舒末压,增加 LVSP 等,表现正性肌力作用,提示玉竹皂苷能够增强心肌收缩力,降低外周血管阻力,改善血流动力学^[66]。

1.5 滋肾养肝

1.5.1 保护肾脏 肾为先天之本,密切关联人体的生长、发育和生殖,及化髓造血、水液代谢和抵御外邪等功能^[67]。玉竹表现一定的肾脏保护活性。师海波等^[68]在糖尿病大鼠模型中,分别 ig 玉竹乙醇提取物 1、2 g/kg 和三氯甲烷 32、64 mg/kg、正丁醇 76、152 mg/kg 分离部位,结果发现玉竹乙醇提取物和三氯甲烷分离部位可有效降低糖尿病大鼠血清 GHb 水平和尿白蛋白排泄率,抑制肾皮质蛋白质 AGEs 形成,修复肾脏组织病变,减轻肾小球肥大和系膜细胞增生,缓解灶性炎症和空泡变性。Ma 等^[69]以玉竹乙醇提取物 12.5、25.0、50.0 μg/mL 处理高糖诱导人肾小管上皮 HK-2 细胞损伤模型 24 h,可显著上调 p-Caspase3、Nrf2、HO-1 蛋白表达,升高谷胱甘肽、SOD 血清含量,减少丙二醛释放,抑制 HK-2 细胞凋亡,提示玉竹乙醇提取物通过激活 Nrf2/抗氧化反应元件信号通路,减轻氧化应激,增强肾脏保护作用。姜方阳等^[70]探讨玉竹多糖对顺铂诱导的急性肾损伤小鼠模型的作用,研究发现玉竹多糖 400 mg/kg 可显著降低小鼠血清肌酐和 BUN 水平,减少肾组织丙二醛含量,升高谷胱甘肽活性,

上调肾组织铁死亡抑制蛋白 1、铁蛋白重链 1、谷胱甘肽过氧化物酶 4、Nrf2 和 HO-1 蛋白表达,改善肾脏病理形态,逆转肾小管管腔扩张和上皮细胞肿胀,抑制肾细胞无序坏死、凋亡,提示玉竹通过激活 Nrf2/HO-1 信号通路,抑制铁死亡,抵抗氧化损伤,发挥保护肾脏作用。

1.5.2 补益肝脏 玉竹养阴生津、调养五脏,具有拮抗氧化应激、改善炎性浸润、保护肝脏损伤等药理活性^[71]。赵良中等^[72]采用刀豆蛋白 A 诱导免疫性肝损伤小鼠模型,玉竹醇提物 A 可明显降低 ALT、 γ 干扰素、TNF- α 水平,促进 IL-10 分泌,抑制脾 T 淋巴细胞增殖,阻止淋巴细胞募集,改善肝组织形态,减轻肝窦淤血和肝细胞肿胀、疏松、坏死、凋亡,展现抗免疫性肝损伤的活性。朱琪等^[73]在酒精诱导 HepG2 细胞损伤模型中,玉竹多糖 400、600 $\mu\text{mol/L}$ 干预可有效下调 ALT 和 AST 活性,显著减少活性氧、丙二醛、IL-1 β 和 TNF- α 含量释放,上升谷胱甘肽水平,促进 p-Nrf2 和醌氧化还原酶 1 蛋白表达,降低 Bax/Bcl-2 指数,抑制 Kelch 样 ECH 相关蛋白 1 (Kelch-like ECH-associated protein 1, Keap1) 和 cleaved-Caspase-3 活化,推测玉竹多糖可通过调控 Nrf2/Keap1 信号通路,保护酒精诱导 HepG2 细胞损伤,抑制氧化应激,降低炎症反应,调节细胞凋亡,从而促进肝细胞存活和增殖。玉竹多糖还可促进肝细胞脂肪代谢,肖作奇等^[74]研究发现玉竹多糖 50 $\mu\text{g/mL}$ 预处理 2 h,后以 0.25 mmol/L 油酸诱导脂肪堆积模型,共孵育 24 h,可明显抑制 HepG2 细胞脂滴堆积,减少 TC/TG 含量,降低活性氧水平,提高 SOD 活性,上调 NF- κB /TLR4 蛋白表达,提示玉竹多糖可能基于调控 NF- κB /TLR4 信号通路,改善肝脂肪堆积,维持肝功能正常。

1.6 延年益寿

1.6.1 抗器官衰老 衰老是生物体细胞、组织和器官必经的过程,伴随多种生物功能不可逆性衰退,包括端粒缩短、DNA 损伤、线粒体自噬、免疫减弱、血管硬化、肌肉萎缩等,通常涉及慢性炎症、氧化应激及代谢紊乱等机制^[75-77]。玉竹对脑、心脏、皮肤、免疫等组织器官均有抗衰老活性,可有效延缓细胞老化、抑制炎症进展、维持基因组稳定和优化线粒体功能。

玉竹可提高衰老脑组织活力,增强学习记忆,改善认知障碍。周卫华等^[78]观察玉竹提取物对 D-半乳糖 (D-galactose, D-gal) 复制衰老小鼠模型学习

记忆能力的影响,发现玉竹提取物可呈剂量正相关提高脑组织 SOD 活性,抑制丙二醛分泌,缩短 Morris 水迷宫逃避潜伏期,提示玉竹具有增强智力和延缓脑衰老的作用。何超平等^[79]以玉竹多糖 2 g/kg 治疗衰老小鼠,收集海马组织 RNA 测序并联合 RT-qPCR 验证,结果显示玉竹多糖可逆转衰老小鼠海马组织 19 个 mRNAs 的表达,调控氧化应激、炎症反应和蛋白水解等多种代谢,调节血管内皮生长因子及过氧化物酶体增殖物激活受体 (peroxisome proliferator-activated receptor, PPAR) 信号通路,从而发挥改善认知功能障碍,提升衰老脑组织活力。彭壮等^[80]在衰老小鼠认知障碍模型中,玉竹多糖 1、2 g/kg 可显著改善小鼠认知记忆能力,提高海马组织 SOD 和总抗氧化能力 (total antioxidant capacity, T-AOC) 活性,抑制丙二醛异常释放,降低 IL-1 β 、IL-6、TNF- α 水平,修复海马区病理损伤,表明玉竹可能通过缓解氧化应激和炎症水平而呈现改善衰老认知障碍的作用。包照日格图等^[81]认为玉竹改善学习、记忆、认知等障碍可能与上调脑 M-受体相对表达量有关。王凤玲等^[82]证明从玉竹中提取的单体化合物 4',5,7-三羟基-6-甲基-8-甲氧基-高异黄酮和 N-反式阿魏酸酯酰胺对 PC12 细胞的氧化损伤具有保护和修复作用,也有研究表明玉竹甲醇馏份对 β -淀粉样蛋白诱导 PC12 细胞氧化性死亡具有保护作用^[83],故玉竹发挥神经保护机制亦可能与抗脑组织衰老相关。

玉竹可改善心肌细胞衰老损伤,李明慧等^[21]以玉竹多糖干预 D-gal 诱导大鼠胸大动脉平滑肌 A7r5 细胞所致的衰老细胞模型,可显著保护 A7r5 细胞存活,相较于模型组存活率提高 (226.87 $\pm$ 12.58)%,减少 β -半乳糖苷酶 (senescence-associated- β -galactosidase, SA- β -gal) 含量,抑制活性氧生成,增加 JC-1 荧光染色阳性细胞数,维持线粒体膜电位稳定,推测玉竹可能通过拮抗氧化应激,调节能量代谢,延缓心肌衰老。

玉竹具有抗皮肤衰老的潜质。王业秋等^[84]以中波紫外线照射人永生花表皮 HaCaT 细胞构建光老化细胞模型,发现玉竹水提液 100、200 $\mu\text{g/mL}$ 可显著升高 SOD、GSH-Px 活性,降低丙二醛水平,减少氧化损伤,抑制 TNF- α 、IL-6 分泌,阻止炎症侵袭,增强 HaCaT 细胞活力。此外,在长波紫外线照射人皮肤成纤维 ESF-1 细胞诱导光老化细胞模型中,玉竹水提液亦可增强抗氧化能力,修复光老化

损伤, 保护 ESF-1 细胞存活^[85]。

玉竹可改善胸腺、脾脏等免疫器官衰老损伤, 李盛青等^[86]通过 *D*-gal 构建亚急性衰老小鼠模型, ig 玉竹石油醚、醋酸乙酯、无水乙醇、80%乙醇及水提取物治疗 56 d, 结果表明水提物疗效最佳, 显著预防衰老小鼠胸腺和脾脏萎缩, 改善胸腺及脾脏病理形态, 促使胸小叶分明, 皮质淋巴细胞排列整齐有序及网状细胞清晰, 保持脾小体结构完整和中央动脉周围淋巴细胞密集均匀。

1.6.2 抗生殖衰老 玉竹对卵巢和睾丸等生殖器官亦呈现抗衰老活性。滕秀香等^[87]通过梳理治疗卵巢早衰的 993 首中药方剂, 发现玉竹出现频次达 294 次, 占比 29.61%, 主要发挥滋阴养血、补肺启肾之功效。车玄等^[88]在来曲唑复制多囊卵巢综合征 (polycystic ovary syndrome, PCOS) 大鼠模型中, 玉竹提取物 1、2、3 g/kg 可以恢复 PCOS 模型大鼠动情周期, 增加卵巢黄体数量, 减少囊性卵泡, 下调血清睾酮水平, 缓解糖耐量异常, 抑制卵巢 IL-1 β 、TNF- α 过度分泌, 从而改善卵巢组织结构, 平衡卵巢微环境, 调节卵巢功能紊乱。杨艳凤^[89]研究证明玉竹水提醇沉物 C 对子宫内膜异位症患者在内膜细胞作用 48、72 h, 可抑制细胞异常增生的活性, 改善病变细胞结构形态, 保持胞核、胞膜完整, 而对正常妇女子宫内膜细胞无明显影响。此外, 玉竹水提物还可抵抗睾丸萎缩, 提高血浆 SOD 水平, 降低肝组织丙二醛含量, 表明玉竹或可用于改善男性生殖器官衰老损伤^[90]。玉竹延缓器官衰老的作用机制, 见图 3。

1.7 消倦提神

玉竹通过滋阴生津、抗氧化和调节代谢等途径提高精神状态, 呈现显著抗疲劳作用。牛友芽^[22]通过 ig 玉竹多糖 100、200、400 mg/kg 于小鼠, 后开展负重游泳实验, 发现玉竹多糖可呈剂量相关性提高肝糖原水平, 中、高剂量可显著降低血清乳酸脱氢酶 (lactate dehydrogenase, LDH)、肌酸激酶 (creatine kinase, CK) 和 BUN 含量, 升高 SOD、CAT 和谷胱甘肽水平, 减少丙二醛释放, 增强脾肾功能, 有效延长小鼠负重游泳时间, 表现消除氧化损伤、加速产物代谢、增强疲劳抵抗的作用。王梦娇等^[91]采用超声波-酶法提取玉竹多糖, 搭配安赛蜜、泡腾剂和其他辅料研制成泡腾片, 对正常小鼠以 0.5~2.5 g/kg 干预 28 d, 可使负重游泳时间显著延长, 肝糖原含量提高, BUN 水平下降, 增强抗疲劳效果。此外, 许超等^[92]以高脂诱导肥胖大鼠模型,

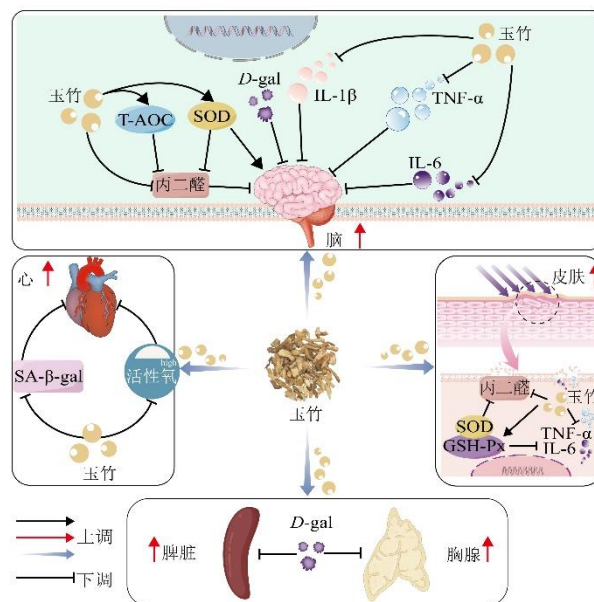


图 3 玉竹抗衰老的作用机制

Fig. 3 Mechanisms of *Polygonati Odorati Rhizoma* in anti-aging effect

玉竹多糖溶液 1 g/kg 可有效提高低氧训练过程中肥胖大鼠骨骼肌 Ca^{2+} - Mg^{2+} -ATP 酶活性, 调节骨骼肌代谢紊乱, 加速氧自由基降解, 提高抗疲劳和抗缺氧能力。

1.8 扶正固本

《黄帝内经》曰: “正气存内, 邪不可干”。正气与机体 T 淋巴细胞亚群水平、免疫球蛋白分泌、Th17/调节性 T 细胞平衡、巨噬细胞极化及炎症因子含量等免疫功能调节密切相关^[93-95]。玉竹滋补益虚、扶正固本, 对机体固有免疫和适应性免疫均有调节作用, 见图 4。吴国学^[96]研究发现玉竹水煎液 12.5 g/kg 可有效逆转环磷酰胺 (cyclophosphamide, CTX) 诱导的小鼠免疫抑制, 提高胸腺、脾脏指数, 促进淋巴细胞转化, 增强巨噬细胞吞噬活性, 促进溶血素、溶血斑形成。蒋春茂等^[97]证明玉竹多糖可协同植物血凝素增强鸡外周血 T 淋巴细胞活性。郭秀珍等^[98]研究显示玉竹活性成分 C 可促进小鼠脾 $\alpha\beta\text{T}$ 和 $\gamma\delta\text{T}$ 细胞增殖, 并降低 $\text{CD4}^+/\text{CD8}^+$ 的值, 增加 CD8^+ 数量, 刺激 Th1 分泌 γ 干扰素, 增强细胞免疫, 调节免疫失衡。此外, 玉竹多糖 0.5、1.0、2.0 g/kg 可有效预防 *D*-gal 诱导小鼠免疫衰老损伤, 促进脾 B 淋巴细胞转化, 增加 CD8^+ 数目及降低 $\text{CD4}^+/\text{CD8}^+$ 的值, 高剂量玉竹多糖还可提高脾 T 淋巴细胞转化刺激指数, 抑制脾淋巴细胞凋亡^[99]。鲁振国等^[100]探究以玉竹多糖、板蓝根多糖治疗 CTX

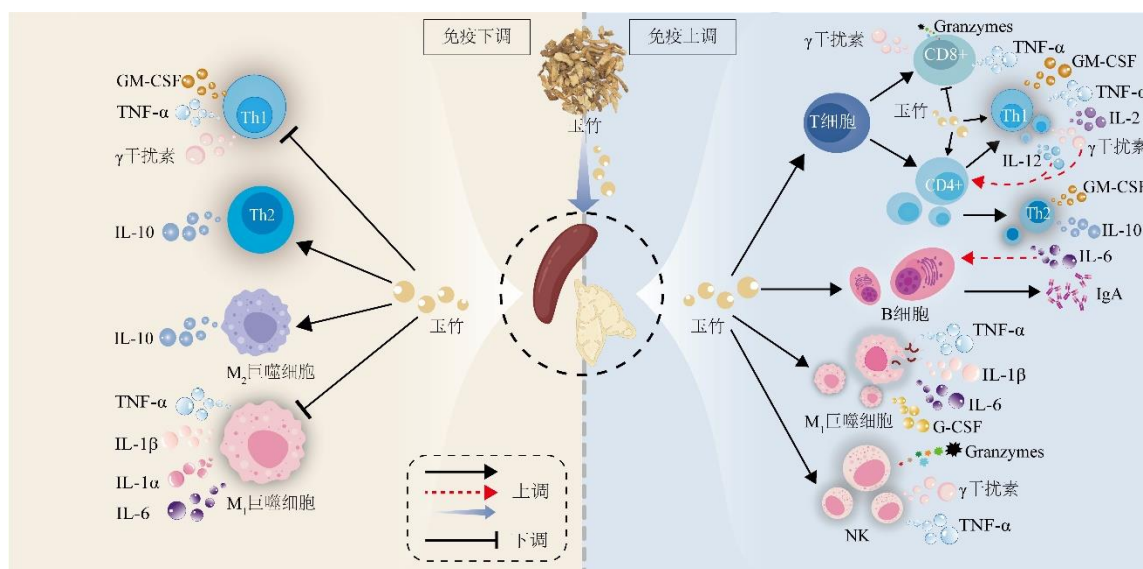


图 4 玉竹发挥免疫调节的作用机制

Fig. 4 Mechanisms of *Polygonati Odorati Rhizoma* in immunomodulation

致免疫抑制雏鸡模型的作用机制，通过 35 d 连续给药治疗，结果证明玉竹多糖和板蓝根多糖均可有效提高血清免疫球蛋白 A (immunoglobulin A, IgA) 含量和免疫器官指数，促进外周淋巴细胞增殖，推测玉竹具有解除免疫抑制，强化免疫系统的活性。

赵守彰等^[24]在接种直肠癌的小鼠模型中，ip 玉竹醇提取物 1、2、3 g/kg 可显著提高自然杀伤 (natural killer, NK) 细胞杀伤活性，上调促炎因子 IL-2、IL-12 及 TNF- α 水平，增强非特异性免疫。Li 等^[101]研究发现源自玉竹的果胶多糖和异聚甘露聚糖能够刺激小鼠巨噬细胞产生特定的免疫反应，促进 IL-1 α 和造血生长因子粒细胞-巨噬细胞集落刺激因子 (granulocyte-macrophage colony-stimulating factor, GM-CSF) 和粒细胞集落刺激因子 (granulocyte colony-stimulating factor, G-CSF) 释放。有趣的是，韩日新等^[102]研究显示玉竹提取物 A (包含多糖、单糖、生物碱等成分) 可呈剂量相关性抑制巨噬细胞分泌 IL-1 和 TNF- α 。综上，玉竹或许可以“双向调节”机体免疫功能。

1.9 调脂排毒

玉竹通过调节脂质代谢、改善胰岛素敏感性、抗氧化、抗炎和抑制脂肪细胞增生等机制，在预防和治疗肥胖方面表现巨大潜力，或将成为一种天然、安全、有效的抗肥胖药物或保健品^[103-105]。

Gu 等^[103]发现，在预防实验中，通过连续 56 d 将高脂饮食和 1% 玉竹乙醇提取物同时饲喂小鼠，可阻止体质量增加，降低 TC、TG 和空腹血糖，改

善葡萄糖耐量测试和胰岛素耐量测试，降低血清胰岛素和瘦素水平，升高血清脂联素水平；在治疗研究中，连续 14 d 给药 1% 玉竹乙醇提取物治疗肥胖小鼠，可增加小鼠肝脏、脂肪组织和 HepG2 细胞中 PPAR γ 和 α 及其下游靶基因水平。朱琪等^[104]在肥胖大鼠模型中施用玉竹多糖水溶液 200、400、600 mg/kg 可降低肥胖大鼠体质量和肾周脂肪质量，增加血清 HDL-C 含量，降低 TC、TG、LDL-C 水平；提高肝脏 SOD、CAT 和 GSH-Px 活性，降低丙二醛、AST 和 ALT 水平，抑制 TNF- α 、IL-6 释放，下调 NF- κ B 蛋白表达，推测玉竹多糖改善非酒精性脂肪肝型肥胖，可能与增强肝功能，调节脂质正常代谢，减轻炎症反应，降低氧化损伤等机制关联。王艳等^[28]研究 POP 对小鼠脂肪代谢关键基因表达的影响，发现 POP 可显著降低高脂小鼠脂蛋白脂酶 (lipoprotein lipase, LPL)、乙酰辅酶 A 羧化酶 (acetyl-coa carboxylase, ACC)、脂肪酸合成酶 (fatty acid synthase, Fas)、固醇调节元件结合蛋白-1c (sterol regulatory element-binding protein-1c, SREBP-1c) mRNA 表达，促进激素敏感性甘油三酯脂肪酶 mRNA 表达，降低 Lee's 指数、脂肪和肝脏系数、血清 TG、TC 和 LDL-C 浓度；提高 HDL-C 浓度，促进脂肪氧化分解，减少脂肪酸合成，从而预防肥胖发生。此外，玉竹多糖还可通过调节肠道微生物群改善机体肥胖特征，Wang 等^[106]发现 POP 可显著降低肥胖大鼠体质量，脂肪堆积、附睾脂肪细胞大小及肝脏 TG 和 TC 含量降低，肠道微生物群落结

构重塑,梭菌、肠球菌、粪杆菌、乳球菌和萨特菌的相对丰度降低,促进异丁酸、丁酸和戊酸等 SCFAs 合成,且上调参与脂肪细胞分化 (*Pparg*、

Cebpa、*Cebpb*) 和脂肪分解 (*Ppara*、*Atgl*) 的基因表达,下调脂质合成 (*Srebp1l*、*Fabp4*、*Fas*) 的基因表达。玉竹预防和治理肥胖的作用机制,见图 5。

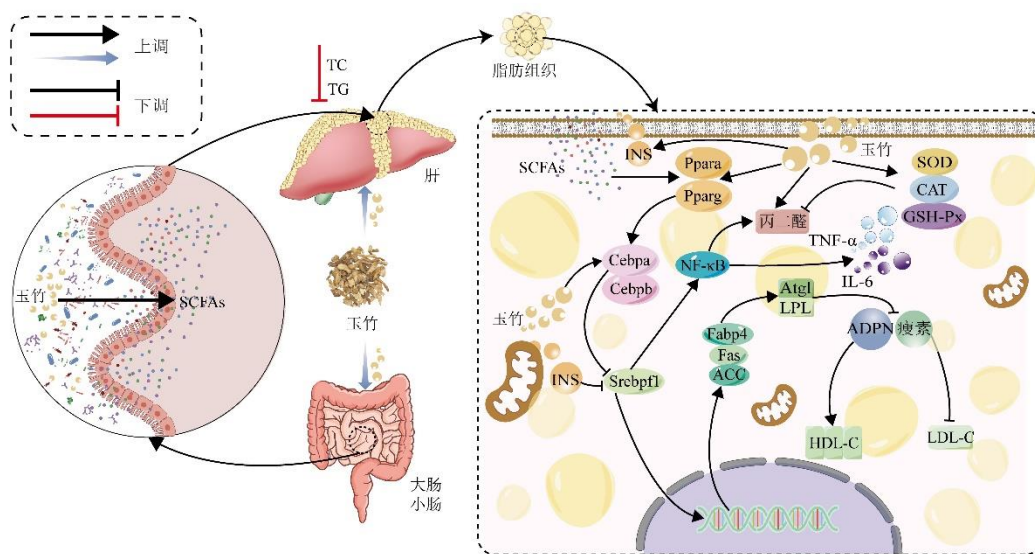


图 5 玉竹防治肥胖的作用机制

Fig. 5 Mechanisms of *Polygonati Odorati Rhizoma* in preventing and treating obesity

2 补益效应与临床应用

玉竹甘凉清润, 气味平缓, 营养丰富, 具有养脾胃之阴, 调津血之和, 退热而不伤津, 滋阴而不留邪, 润燥止渴、宁心安神、延年益寿之功效。作为临床常用中药, 玉竹与不同中药配伍, 或所处君臣佐使位置不同, 侧重功效多有差异。《太平圣惠方》记载玉竹配伍芭蕉根, 可治小便猝淋; 配伍炙甘草、生犀角, 用于乳石发热。《圣济总录》记载, 玉竹与薄荷、生姜和蜂蜜相伍, 适用于眼见黑花, 赤痛昏暗; 与葵子、龙胆、茯苓、前胡等相伍, 治疗痢后虚肿。《本草纲目》记载, 玉竹搭配赤芍、当归、黄连等治疗赤眼涩痛。《本草新编》认为, 玉竹合用人参可治中风、惊狂之病; 合用漆叶而乌须发。《温病条辨》中益胃汤, 玉竹与麦冬、生地黄、沙参合用, 甘凉清润、滋而不寒、润而不膩, 益阴生津之功显著, 可用于治疗胃阴不足型慢性萎缩性胃炎或胃癌。

现代研究发现, 玉竹配伍沙参、麦冬、知母等中药, 具有清胃热、滋胃阴之效, 治疗燥伤胃阴、口干舌燥、胃热消渴、食欲不振等证; 玉竹-麦冬相伍, 共显清胃生津之功, 治疗胃肠阴液枯竭所致便秘有奇效^[107]。玉竹合用苦杏仁, 养阴清肺。玉竹同北沙参、麦冬、天花粉等配伍, 共奏滋阴润肺、降火清肺之功, 临床常用于治疗中晚期肺癌^[108]。玉竹配伍桑叶、大沙参、甜杏仁、生甘草, 具有润肺化痰止咳

于内, 疏散风热燥驱邪于外的功效, 可治疗风燥犯肺证^[109]。刘尚义教授使用玉竹配伍醋鳖甲、石斛、莪术、冬凌草等, 益气养阴、清热解毒、软坚散结, 可治疗鼻咽癌^[110]。雷忠义运用角药玉竹-淫羊藿-制附子治疗心衰, 三者相配, 阴中求阳, 阴阳相制, 则心之阴阳平衡, 心衰逐渐得愈^[111]。玉竹-天花粉配伍, 一以补阴为主, 一以清热为要, 一清一补, 相辅相成, 共奏清心热、除心火、养心阴之功, 治疗冠心病房颤。玉竹、竹茹、白芷三者合用, 可行使养阴、降逆、祛湿、化痰之效, 多用于慢性肾脏病治其痰浊水饮之标^[112]。黄精、玉竹、桑叶三药同用, 益气养阴、润肺生津、脾肺肾三脏俱调, 气阴两虚之证自消, 符合中医治疗糖尿病的准则^[113]。玉竹配伍薄荷、淡豆豉, 解表与清热同行, 滋阴与润燥共享, 治阴虚之体感受风温、冬温咳嗽、咽干痰结等证^[114]。玉竹与黄精相伍, 意在补脾益肾、滋阴养血、养膜助孕, 可用于治疗子宫内膜菲薄、发育不良等^[115]。玉竹搭配北沙参, 气阴双补、补肺启肾, 适用治疗卵巢早衰^[87]。玉竹配伍黄芪, 既补气生津, 又平补气阴, 对气阴两虚型干燥综合征疗效较好^[116]。玉竹配伍麦冬、沙参、太子参等中药, 清热养阴、益气生津, 扶正不留邪, 滋阴不滞湿, 治阴虚证型的风湿性心脏病。通过浏览国家药品监督管理局、华柄数据等中医药网站, 检索含玉竹为主原料的经典方剂, 见表 1。

表 1 含玉竹的经典方剂
Table 1 Classic formulations containing *Polygonati Odorati Rhizoma*

方剂	功效	适用证
沙参麦冬汤	清养肺胃、生津润燥	适宜慢性支气管炎、慢性咽炎、晚期非小细胞肺癌、功能性便秘、小儿阴虚咳嗽等
宣肺扶土方	宣肺益气	用于治劳嗽
清金保肺汤	养阴润肺	适宜肺受燥热，发热咳嗽，甚则喘而失血
润燥泻肺汤	养阴润肺、清热化痰	适宜肺火自本经而发者，缘燥气相逼，清肃之令不能下行，故肺气焦满，微喘而咳，烦渴欲饮，鼻端微红，肌肤作痒
滋肺生津汤	养肺化痰	适宜久嗽肺虚，痰白而多，阴亏者
调气汤	止咳化痰、润肺养阴	适宜疹后肺气受伤而呛者
金水八物汤	滋养肺肾、益气养阴	适宜喉哑，因伤气者
养正汤	养阴生津、清热解毒、滋补肝肾	用于治白喉
罗汉果玉竹颗粒	养阴润肺、止咳生津	用于肺燥咳嗽，咽喉干痛
玉竹膏/颗粒	补中益气、润肺生津	用于热病伤津，咽干口渴，肺痿干咳，气虚食少
痧后清热汤	清肺胃热	用于治疗痧后伏火未清，内热身痛
益胃汤	益阴生津	适宜慢性胃炎、小儿厌食症、口糜、呃逆等胃阴亏损者，及热病后胃阴未复，胃气不和等
养津益胃汤	益胃生津、平肝风息	适宜风阳走于肢体，消灼血液，肌肉萎缩而游走作痛
金玉保和汤	健脾和胃、清热解毒	适宜感燥下利，咽干作渴，腹痛，下利白滞
补脾益气汤	补中益气	适宜伤酒吐血，发晕，面色黄浮，饮食减少
养阳济阴汤	滋胃阴、补肾阳	适宜酒伤黄肿，气喘发咳，小腹胀满膨胀等
扶元逐疫汤	健脾益胃、扶正托邪	治疫证
玉石清胃汤	益胃、清热、生津	治疗胃受燥热，津液干枯，渴饮杀吞
玉竹汤	养肝熄风、养血生津	柔润，熄肝风，适宜历节风，久服辛热之药不愈
润燥涩精汤	滋肝肾、补脾肺、涩精止遗	治疗遗精，不时悬饥，畏闻人声，烦躁昏倦，溺时作痛等
化坚汤	疏肝解郁、化痰散结	治疗乳心疽，即妇女乳中生结核，初如梅，渐如李，不大痛，延久始能化脓
参芪消渴颗粒	益气养阴	适宜消渴证，精神不振，头昏及 T2DM 者
女贞寄生汤	益气养阴、扶正培本	适宜癌症气虚、阴虚证
益气固阴汤	补气血、固阴津	适用小儿头软块
养阴甘桔汤	养阴扶脾、和血解毒	适宜体虚肿胀者
祛烦养胃汤	润燥化痰	清阳明之热，适用中消

3 补益效应与食疗保健

伴随亚健康及慢性疾病多样化，全球健康意识日益提升及大健康产业持续推进，众多药食同源中药逐渐成为养生保健产品的配方原料。玉竹甘、平、无毒，富含膳食纤维，具有极高的营养价值和治疗特性^[117]。近年来，玉竹出口量逐年增加，在东南亚、新加坡、日本、朝鲜、韩国、蒙古、俄罗斯、欧洲和北美洲等地，已被用作食品、饮料、保健品及化妆品的原料^[118-120]。玉竹的浆果有毒不可食，其根茎、幼苗均可食用^[14]，在中国常作为粥、茶、汤、菜、酒、火锅等膳食原料^[121-122]。玉竹还被开发成品种多样、口感良好，质优价廉、健康休闲的功能性食品和饮料，如玉竹保健饮料^[123-124]、山药-玉竹-红景天运动饮料^[125]、玉竹发酵酒^[126-127]、玉竹罐头^[128]、玉竹奶羹^[129]、玉竹多糖玉米面馒头^[130]、玉竹茶、玉竹面条、玉竹果脯^[131-132]、玉竹果糖、玉竹饼、玉

竹米粉^[14]、玉竹多糖泡腾片^[91]，营养丰富，药食兼用，保健养生，具有养阴润肺、滋补胃阴、健脾调胃、增强免疫、抗疲劳、抗衰老等功效。此外，玉竹也是多种常用保健产品的重要原料，截至 2024 年 12 月，通过查询国家市场监督管理总局特殊食品信息查询平台保健食品选项下的玉竹，我国以玉竹为主要原料的保健品有 131 种，包括“国食健字”46 种、“国食健注”66 种、“卫食健字”19 种，剂型包括胶囊剂、片剂、酒剂、口服液、颗粒剂、冲剂、丸剂、膏剂、茶饮、鸡精、饼干、果汁、饮液，保健功能主要涉及辅助降血糖、调血脂、增强免疫力、缓解疲劳、延缓衰老、美容养颜、清咽润喉、润肠通便、改善贫血、增加骨密度等。

4 补益效应与炮制方法

现今玉竹广泛用于食品、药品及保健等领域，市场需求大，全国年总产量超 7 万 t，种植总面积

近 8 000 hm², 仅湖南邵东一带玉竹产量约占全国 60%^[133]。常用商品规格, 包括湘玉竹(湖南)、关玉竹(东北)、东玉竹(江苏、浙江)、海门玉竹(江苏海门)、南玉竹或安玉竹(安徽)及连玉竹或西玉竹(广东连州)等, 以根条粗壮, 色泽黄亮, 质地柔润, 无僵皮、不泛油者为佳^[131,134]。依据临床应用和补益效应的不同, 玉竹存在多种炮制方法和工艺。净玉竹长于滋阴生津止渴, 炒玉竹健脾和胃之力增强, 蜜炙玉竹宜于补中、润肺、止咳, 蜜蒸玉竹强化润肺、养阴、生津之功, 清蒸玉竹缓补肺胃之阴, 酒炙玉竹偏于滋阴润燥, 酒蒸玉竹适宜和胃健脾、润肺滋阴。玉竹不同炮制品间的功效差异, 或因炮制前后多糖、皂苷、黄酮、醇溶物、水溶物等成分发生变化。综上, 玉竹的炮制方法、工艺、标准、标志物及成分变化等内容仍缺乏系统全面深入的研究, 且需进一步融合现代科技优化传统炮制工艺, 制定科学规范的炮制标准, 构建稳定有效的质控体系, 明确炮制前后药性成分和潜在活性物的变化。

5 毒理学

玉竹养阴生津, 滋胃润肺, 成分多样, 营养丰富, 是补治兼顾、药食两用、应用广泛的传统中药, 对其进行细致全面的毒理学研究和安全性评价, 有助于为临床、药膳及保健等方面合理安全使用提供科学依据。

Mariod 等^[50]以 PORE 开展急性毒性试验, 未见任何异常或毒性迹象, 且低高剂量组大鼠的胃、肝、肾组织结构均未出现任何影响或损伤。Fathi 等^[135]对大鼠进行急性毒性试验, 给药玉竹乙醇提取物 2、5 g/kg, 分别观察 0.5~48 h 及 14 d, 所有动物均存活且未表现出任何毒性, 且临床观察、血液生化和组织病理学无明显差异。

玉竹对癌细胞具有一定促凋亡作用^[17-18,117], 而对正常细胞无明显不良反应。朱琪等^[73]发现玉竹多糖处理 HepG2 细胞 24 h, 均不影响细胞存活率, 且显著降低 4%酒精所致细胞毒性。李明慧等^[21]发现玉竹多糖对 A7r5 细胞无毒害作用, 且呈剂量相关性提高细胞活力, 促进细胞增殖。王业秋等^[85]证明不同剂量玉竹水提液均不影响人皮肤成纤维细胞存活率。郭秀珍等^[98]发现玉竹生物活性成分 C 对小鼠淋巴细胞均有增殖作用, 且无直接细胞毒性。有趣的是, 还有研究表明玉竹醇水提取物干预子宫内膜细胞 48 和 72 h, 1 000 μg/mL 质量浓度时显示正

常子宫内膜细胞活力降低^[89]。

6 结语与展望

据调查, 因环境污染、饮食安全、生活节奏、情志压力等因素, 导致全球亚健康群体激增, 发病率约 60%^[136], 且伴随老龄化进程加剧, 人们普遍更加需要增益脏腑、调和气血、平衡阴阳、安全稳定、无副作用的养生保健产品。玉竹是一味补而不腻、药食同源的滋阴良药, 具有滋肺护肺、滋补肠胃、滋阴生津、益心护心、滋肾养肝、延年益寿、消倦提神、扶正固本、调脂排毒等多重补益效应, 在养生产品和保健药品的研发上潜力巨大。

本文基于玉竹现有研究梳理归纳, 提出以下展望: (1) 药理活性层面, 目前玉竹的研究主要集中于动物和细胞实验, 临床研究尚少, 且药理机制研究多从病理、蛋白、基因等评价, 结合代谢组学、转录组学及蛋白组学等新型组学技术的研究较少, 体内药效成分的吸收、转化、分布、代谢和排泄等变化尚不明确。中医注重“治未病”, 玉竹作为养阴生津、治防兼顾的补虚药, 目前缺乏其针对肿瘤、糖尿病、心血管疾病、阿尔茨海默病等预防性药理研究。玉竹归“肺”经, 而关于其滋肺护肺的研究类别尚少, 故可拓展至肺阴不足型慢性支气管炎、慢性阻塞性肺疾病、肺纤维化等研究方向。玉竹在临床上具有生津养血之功^[115], 中医认为“津血同源”, 目前已有研究证明玉竹具有抗动脉粥样硬化、抗凝血、消除血栓及改善血流动力学等作用^[137-138], 所以玉竹滋阴生血是基于补充血液还是促进血流有待进一步验证。玉竹保护心肌细胞、调节心律紊乱作用显著, 故可进一步挖掘其治疗心血管疾病的化合物。玉竹还具有保肝护肾、改善卵巢和生殖系统的作用, 或许含有用于津血亏虚型妇科病的药效基础。值得注意的是玉竹的活性研究还要结合现代食品加工技术, 如酶解法、超临界流体萃取、微波辅助提取等绿色提取方法, 提高其活性成分的提取率、安全性和口服利用度, 避免有机试剂的残留干扰体内外实验结果。(2) 物质基础层面, 现阶段玉竹的活性物质基础的挖掘多以水煎剂(水提取物)、醇提物及多糖成分为主, 而皂苷类、黄酮类、生物碱类等成分及单体化合物的药理机制仍有待深入研究。通过硒化、磷酸化、甲基化等化学修饰及采用包埋、纳米、微乳等新技术应用, 优化玉竹多糖、黄酮、皂苷等滋补性药效基础的稳定性、生物利用度和疗效, 或是未来研究的热点之一。采用发酵及

酶解改性等工艺,可促进玉竹多糖成分积累,增加生物利用度,提高抗氧化活性^[52,139],为其炮制工艺创新和药效成分挖掘提供思路和方向。玉竹具有多组分、多靶点、多途径的作用特点,然常因复方中所处君臣佐使位置不同,其功效突出有所差异,故研究时也应多从药对或配伍出发,探究其参与配伍反应的主要物质基础,并结合分子探针、质谱成像等示踪技术揭示内在关联性。(3) 养生保健层面,由于玉竹保湿性良好^[140],含有多种抗氧化、清除自由基的活性成分^[141-142],还可修复光老化损伤,且对皴裂皮肤呈现缓解和愈合效果^[143],未来有望被开发成保湿护肤、美容养颜、无刺激性的面膜及护肤品等产品。玉竹免疫增强作用已被证明,还可改善烧伤所致免疫受损^[144],因此其有可能研发成适用于免疫力低下的老年、妇女、儿童等群体或放化疗、术后及康复期患者的免疫调节剂。目前肥胖人群和肥胖类疾病呈倍增趋势,而玉竹调节血糖、调血脂、促进脂肪分解代谢等效果显著,后续可开发成减肥调脂茶预防或改善肥胖。此外,玉竹及其成分用于开发保健产品时,既要关注滋补功效和药理活性,也应加强毒理学和安全性研究,明确适用人群、服用剂量及使用禁忌。(4) 食品研发层面,玉竹口感甘甜清脆,养阴润燥生津,有望成为多种补益性食品的主要成分。玉竹滋阴效果突出,而秋冬之际、干燥之地及新冠复阳等易致肺阴虚损,搭配沙参、百合、麦冬等滋阴药,可开发成滋阴润肺的保健食品。玉竹具备益生元潜质,调节肠道菌群平衡,增强胃肠动力,故未来可通过微生物发酵、酶解联合物理及深层发酵等工艺制成益生元类的调肠胃食品。玉竹可从降血糖、抗氧化、调剂脂质代谢、保护胰岛细胞等机制改善糖尿病症状,故通过配伍滋阴药或辅料,制成饼干、面包、果脯等休闲食品,可用于日常防治糖尿病。玉竹能够增强衰老脑组织功能,提高学习记忆能力,巩固认知障碍,可开发成老少皆宜的提神醒脑、增强记忆的口服液或乳制品、奶制品,用于预防或缓解阿尔茨海默病等神经记忆衰退性疾病。玉竹还呈现抗疲劳、耐缺氧的作用,故未来可能成为多种运动型功能饮品或压缩饼干的主原料之一。玉竹叶含有香草酸、反式-对羟基桂皮酸、芹菜素和异牡荆素等成分,但还需进一步探索地上部分的活性成分和药理作用,以加强其在食药应用和养生保健的开发,弥补玉竹资源的稀缺。

综上,玉竹滋阴益虚,治养皆宜,成分丰富,

营养价值高,然其实验验证和临床研究主要集中于降血糖、抗衰老、调节免疫及防治肥胖等方面,对肠胃、心肺、肝肾、免疫、生血等生理功能的作用机制探究仍需深入完善。后续如何将玉竹的“高精深”实验研究转化应用于临床治疗与日常生活,亦是当下深挖玉竹补益效用的重难点。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 卜静,王冬梅,李登武.不同产地野生玉竹种质资源多样性与亲缘关系的 ISSR 分析 [J]. 中草药, 2012, 43(9): 1824-1828.
- [2] 王雅琪,王荷,奚广生.不同生长年限及不同生长时期玉竹多糖含量的比较分析 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2015(19): 198-200.
- [3] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志 (第七卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1978: 61.
- [4] 中国药典 [S]. 一部. 2020: 86.
- [5] 李子,郝近大.女萎的本草考证 [J]. 时珍国医国药, 2009, 20(5): 1264-1265.
- [6] 张素红.白茅根、玉竹的质量标准研究 [D]. 北京: 北京中医药大学, 2018.
- [7] 刘学铭,王思远,黄建伟,等.药食同源中药材玉竹功能成分甾体皂苷的研究进展 [J]. 食品与药品, 2023, 25(4): 369-375.
- [8] 孟庆龙,崔文玉,刘雅婧,等.玉竹的化学成分及药理作用研究进展 [J]. 上海中医药杂志, 2020, 54(9): 93-98.
- [9] 刘佳蕊,崔天怡,吕彬,等.玉竹的有效成分、药理活性及资源开发研究进展 [J]. 食品与药品, 2023, 25(1): 96-103.
- [10] 王一诺,李娜,陈露茜,等.两种同属食药同源植物黄精与玉竹代谢组学比较分析 [J]. 台州学院学报, 2024, 46(3): 16-22.
- [11] Wang D M, Li D W, Zhu W, et al. A new C-methylated homoisoflavanone and triterpenoid from the rhizomes of *Polygonatum odoratum* [J]. Nat Prod Res, 2009, 23(6): 580-589.
- [12] 张凯,张昭,范永芳,等.药食同源药材黄精玉竹营养及生物活性成分分析 [J]. 中国现代中药, 2022, 24(8): 1463-1472.
- [13] 蒋智林,拜如霞,桂富荣,等.玉竹药理功效及其开发利用研究进展 [J]. 特产研究, 2012, 34(3): 73-76.
- [14] 晏春耕,曹瑞芳.玉竹的研究进展与开发利用 [J]. 中国现代中药, 2007, 9(4): 33-37.
- [15] 卢颖,李会,金艳书,等.玉竹提取物 A 对内毒素血症小鼠血清中肿瘤坏死因子 α 及一氧化氮水平影响的量效依赖性 [J]. 中国临床康复, 2006, 10(3): 104-106.
- [16] 徐大量,林辉,李盛青,等.玉竹水提液体内外抗氧化的实验研究 [J]. 中药材, 2008, 31(5): 729-731.
- [17] Wu L, Liu T, Xiao Y, et al. *Polygonatum odoratum* lectin

- induces apoptosis and autophagy by regulation of microRNA-1290 and microRNA-15a-3p in human lung adenocarcinoma A549 cells [J]. *Int J Biol Macromol*, 2016, 85: 217-226.
- [18] Ouyang L, Chen Y, Wang X Y, *et al.* *Polygonatum odoratum* lectin induces apoptosis and autophagy via targeting EGFR-mediated Ras-Raf-MEK-ERK pathway in human MCF-7 breast cancer cells [J]. *Phytomedicine*, 2014, 21(12): 1658-1665.
- [19] Pang X, Zhao J Y, Liu N, *et al.* Anthraquinone analogues with inhibitory activities against influenza A virus from *Polygonatum odoratum* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2021, 23(8): 717-723.
- [20] Pang X, Zhao J Y, Wang Y J, *et al.* Steroidal glycosides, homoisoflavanones and cinnamic acid derivatives from *Polygonatum odoratum* and their inhibitory effects against influenza A virus [J]. *Fitoterapia*, 2020, 146: 104689.
- [21] 李明慧, 侯俊宇, 胡迪, 等. 玉竹多糖对 D-半乳糖诱导 A7r5 细胞衰老的保护作用 [J]. *食品工业科技*, 2022, 43(6): 380-388.
- [22] 牛友芽. 玉竹多糖对小鼠的抗疲劳作用 [J]. *天然产物研究与开发*, 2018, 30(7): 1202-1207.
- [23] 王长松, 朱欣佚, 谢建军. 玉竹对缺氧模型小鼠抗缺氧作用的实验研究 [J]. *长春中医药大学学报*, 2007, 23(4): 13-14.
- [24] 赵守彰, 马强, 权冬梅. 玉竹醇提取物 B 调控免疫代谢抗结直肠癌的药理机制研究 [J]. *实用医学杂志*, 2022, 38(15): 1908-1912.
- [25] 杨禹晗. 玉竹提取物对心肌缺血再灌注损伤大鼠心肌细胞的保护作用 [D]. 武汉: 武汉大学, 2018.
- [26] Ye X W, Pi X E, Zheng W X, *et al.* The methanol extract of *Polygonatum odoratum* ameliorates colitis by improving intestinal short-chain fatty acids and gas production to regulate microbiota dysbiosis in mice [J]. *Front Nutr*, 2022, 9: 899421.
- [27] Shu X S, Lv J H, Tao J, *et al.* Antihyperglycemic effects of total flavonoids from *Polygonatum odoratum* in STZ and alloxan-induced diabetic rats [J]. *J Ethnopharmacol*, 2009, 124(3): 539-543.
- [28] 王艳, 林禹翔, 康劲翮, 等. 玉竹多糖对高脂饲料喂养的小鼠脂代谢的影响 [J]. *营养学报*, 2018, 40(4): 353-359.
- [29] 王小乐, 朱洁, 李泽庚, 等. 肺系病的时间节律与择时治疗 [J]. *中医杂志*, 2018, 59(8): 636-639.
- [30] 占阮娟, 陈素红, 吕圭源, 等. 三味甘凉归肺经中药对肺阴虚模型大鼠 cAMP、cGMP 的影响 [J]. *中药药理与临床*, 2012, 28(6): 85-87.
- [31] Liu J R, Chen B X, Jiang M T, *et al.* *Polygonatum odoratum* polysaccharide attenuates lipopolysaccharide-induced lung injury in mice by regulating gut microbiota [J]. *Food Sci Nutr*, 2023, 11(11): 6974-6986.
- [32] 梁亚男, 姜婉茹, 常文惠, 等. 玉竹多酚成分及其对二氧化硅诱导的 A549 细胞损伤的保护作用研究 [J]. *沈阳药科大学学报*, 2023, 40(3): 300-308.
- [33] 张乃霖, 关胜江, 梁笑妍, 等. 从“通调五脏安脾胃”辨治多汗症 [J]. *中医杂志*, 2023, 64(8): 857-860.
- [34] 崔松香, 陆为民. 国医大师徐景藩教授从“刚柔”理论辨治脾胃病经验探微 [J]. *时珍国医国药*, 2022, 33(9): 2241-2242.
- [35] 欧阳征海, 吴璐, 李婷, 等. 从甜味受体的角度探讨玉竹治疗阴虚证“补而不腻”作用机制 [J]. *中草药*, 2023, 54(10): 3179-3188.
- [36] Shen X Y, Xie A J, Li Z J, *et al.* Research progress for probiotics regulating intestinal flora to improve functional dyspepsia: A review [J]. *Foods*, 2024, 13(1): 151.
- [37] Zou Y Q, Wang S L, Zhang H H, *et al.* The triangular relationship between traditional Chinese medicines, intestinal flora, and colorectal cancer [J]. *Med Res Rev*, 2024, 44(2): 539-567.
- [38] Cheng J Y, Venkatesh S, Ke K, *et al.* A human gut *Faecalibacterium prausnitzii* fatty acid amide hydrolase [J]. *Science*, 2024, 386(6720): eado6828.
- [39] Ran X, Li Y T, Guo W W, *et al.* *Angelica sinensis* polysaccharide alleviates *Staphylococcus aureus*-induced mastitis by regulating the intestinal flora and gut metabolites [J]. *J Agric Food Chem*, 2024, 72(44): 24504-24517.
- [40] Dong X D, Sun S J, Wang X K, *et al.* Structural characteristics and intestinal flora metabolism mediated immunoregulatory effects of *Lactarius deliciosus* polysaccharide [J]. *Int J Biol Macromol*, 2024, 278(Pt 4): 135063.
- [41] Li X Y, Zhu R R, Liu Q, *et al.* Effects of traditional Chinese medicine polysaccharides on chronic diseases by modulating gut microbiota: A review [J]. *Int J Biol Macromol*, 2024, 282(Pt 2): 136691.
- [42] Chen J, Zhang X R, He Z Q, *et al.* Damage on intestinal barrier function and microbial detoxification of deoxynivalenol: A review [J]. *J Integr Agric*, 2024, 23(8): 2507-2524.
- [43] 董钰均, 钟鑫勤, 崔天怡, 等. 玉竹水提取物对抗生素致菌群失调小鼠肠道乳糖酶活性及菌群多样性的影响 [J]. *世界科学技术—中医药现代化*, 2024, 26(7): 1675-1687.
- [44] 景永帅, 孙丽丛, 张瑞娟, 等. 玉竹多糖的体外消化特性及其与乳杆菌和大肠杆菌的相互作用 [J]. *食品研究与开发*, 2023, 44(2): 21-28.
- [45] Lin K W, Wang Z T, Wang E H, *et al.* Targeting TRPV1 signaling: Galangin improves ethanol-induced gastric mucosal injury [J]. *J Ethnopharmacol*, 2024, 335: 118605.

- [46] Ye H Y, Shang Z Z, Zhang F Y, *et al.* *Dendrobium huoshanense* stem polysaccharide ameliorates alcohol-induced gastric ulcer in rats through Nrf2-mediated strengthening of gastric mucosal barrier [J]. *Int J Biol Macromol*, 2023, 236: 124001.
- [47] Zhou F M, Lin Y, Chen S M, *et al.* Ameliorating role of *Tetragastrum hemsleyanum* polysaccharides in antibiotic-induced intestinal mucosal barrier dysfunction in mice based on microbiome and metabolome analyses [J]. *Int J Biol Macromol*, 2023, 241: 124419.
- [48] Chen M L, Wei S C, Wu X H, *et al.* 2'-Hydroxycinnamaldehyde alleviates intestinal inflammation by attenuating intestinal mucosal barrier damage via directly inhibiting STAT3 [J]. *Inflamm Bowel Dis*, 2024, 30(6): 992-1008.
- [49] Li J W, Niu C X, Ai H H, *et al.* TSP50 attenuates DSS-induced colitis by regulating TGF- β signaling mediated maintenance of intestinal mucosal barrier integrity [J]. *Adv Sci*, 2024, 11(11): e2305893.
- [50] Mariod A A, Jabbar A A J, Alamri Z Z, *et al.* Gastroprotective effects of *Polygonatum odoratum* in rodents by regulation of apoptotic proteins and inflammatory cytokines [J]. *Saudi J Biol Sci*, 2023, 30(6): 103678.
- [51] 张立新, 庞维, 付京晶, 等. 玉竹对 STZ 诱导的 1 型糖尿病小鼠的降糖作用 [J]. 中药药理与临床, 2012, 28(2): 107-110.
- [52] 李慧敏, 张芳铭, 徐攀, 等. 玉竹全粉的酶解改性及功能品质评价 [J]. 天然产物研究与开发, 2022, 34(12): 2098-2109.
- [53] 王晓彤, 林海雄, 郭爱琳, 等. 玉竹及其多糖对 2 型糖尿病大鼠血糖血脂及坐骨神经 NGF mRNA 表达的影响 [J]. 中华中医药学刊, 2017, 35(5): 1177-1180.
- [54] 杨华生, 龚芬芳, 柳婷, 等. 基于甜味受体信号通路探讨玉竹多糖的降血糖作用 [J]. 中成药, 2023, 45(12): 3921-3929.
- [55] 周骏, 惠晓亮, 毛滢, 等. 玉竹多糖对 2 型糖尿病大鼠糖脂代谢的影响及机制研究 [J]. 中国现代应用药学, 2021, 38(10): 1181-1187.
- [56] 谢建军, 王长松, 胡蔓菁. 玉竹多糖预处理对糖尿病大鼠胰岛 β 细胞损伤的影响 [J]. 中国医院药学杂志, 2010, 30(14): 1200-1203.
- [57] Wang H J, Fowler M I, Messenger D J, *et al.* Homoisflavonoids are potent glucose transporter 2 (GLUT2) inhibitors: A potential mechanism for the glucose-lowering properties of *Polygonatum odoratum* [J]. *J Agric Food Chem*, 2018, 66(12): 3137-3145.
- [58] Dong W, Shi H B, Ma H, *et al.* Homoisoflavanones from *Polygonatum odoratum* rhizomes inhibit advanced glycation end product formation [J]. *Arch Pharm Res*, 2010, 33(5): 669-674.
- [59] Deng Y F, He K, Ye X L, *et al.* Saponin rich fractions from *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce with more potential hypoglycemic effects [J]. *J Ethnopharmacol*, 2012, 141(1): 228-233.
- [60] 刘梓晗, 李春, 晏仁义. 玉竹水溶性成分分离及其糖苷酶抑制活性 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2016, 22(18): 51-55.
- [61] 张智敏, 胡玉珍, 熊苏慧, 等. 玉竹水提醇沉上清液对甲亢阴虚型大鼠干预的 GC-MS 代谢组学研究 [J]. 中国药理学杂志, 2017, 52(23): 2092-2097.
- [62] 周亚敏, 肖榕, 胡玉珍, 等. 玉竹多糖对甲亢阴虚型大鼠干预的血清代谢组学研究 [J]. 中国药理学杂志, 2017, 52(14): 1263-1268.
- [63] 黄春香, 刘秀娟, 孙飘, 等. 玉竹对力竭大鼠心肌的保护作用研究 [J]. 南京体育学院学报 (自然科学版), 2017, 16(1): 13-17.
- [64] 吴美平, 熊旭东, 董耀荣, 等. 玉竹乙醇提取物对心梗后心力衰竭大鼠血流动力学的影响 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2009, 15(11): 67-70.
- [65] 刘晓红. 中药玉竹减慢心率的临床观察 [J]. 职业与健康, 2002, 18(5): 139-140.
- [66] 杨立平. 玉竹总苷对大鼠血流动力学的影响 [J]. 湖南中医药导报, 2004(4): 68-69.
- [67] 徐樱, 王柏森, 衣凯, 等. “填精化气法”的中医内涵和应用思考 [J]. 中华中医药杂志, 2024, 39(5): 2616-2619.
- [68] 师海波, 苗艳波, 王力平, 等. 玉竹乙醇提取物和分离部位对糖尿病大鼠肾脏的保护作用 [J]. 中草药, 2007, 38(12): 1846-1849.
- [69] Ma H Y, Bai L. Effect of *Polygonatum odoratum* ethanol extract on high glucose-induced tubular epithelial cell apoptosis and oxidative stress [J]. *Pak J Pharm Sci*, 2021, 34(3(Special)): 1203-1209.
- [70] 姜方阳, 肖静, 昌贺, 等. 玉竹多糖对顺铂诱导小鼠急性肾损伤的作用及其铁死亡机制 [J]. 吉林大学学报 (医学版), 2024, 50(5): 1235-1242.
- [71] 罗灿. 灵芝菌发酵玉竹工艺及对小鼠四氯化碳肝损伤的保护作用研究 [D]. 长沙: 湖南农业大学, 2022.
- [72] 赵良中, 时文艳, 鞠晓红, 等. 玉竹提取物 A 对小鼠免疫性肝损伤治疗作用的研究 [J]. 中国畜牧兽医, 2010, 37(3): 160-163.
- [73] 朱琪, 吴雅雯, 王晓慧, 等. 玉竹多糖对酒精诱导的 HepG2 细胞损伤的保护作用及其机制 [J]. 中国应用生理学杂志, 2022, 38(3): 227-232.
- [74] 肖作奇, 邱盼子, 欧阳波. 玉竹多糖对油酸诱导的 HepG2 脂肪堆积的改善作用及作用机制研究 [J]. 中医药导报, 2021, 27(11): 46-49.
- [75] de Magalhães J P. Cellular senescence in normal physiology [J]. *Science*, 2024, 384(6702): 1300-1301.

- [76] Wang B S, Han J, Elisseeff J H, *et al.* The senescence-associated secretory phenotype and its physiological and pathological implications [J]. *Nat Rev Mol Cell Biol*, 2024, 25(12): 958-978.
- [77] Wang T W, Nakanishi M. Immune surveillance of senescence: Potential application to age-related diseases [J]. *Trends Cell Biol*, 2024: S0962-S8924(24)00121-1.
- [78] 周卫华, 米长忠, 钟飞. 玉竹提取物对 D-半乳糖衰老小鼠模型学习记忆的影响 [J]. 中国民族民间医药, 2009, 18(1): 6-7.
- [79] 何超平, 彭莎, 陈博威, 等. 基于 RNA-Seq 探讨玉竹多糖对 D-半乳糖诱导衰老小鼠的保护作用 [J]. 湖南中医药大学学报, 2022, 42(3): 367-372.
- [80] 彭壮, 李弘, 彭莎, 等. 玉竹多糖对 D-半乳糖诱导衰老小鼠认知障碍的改善 [J]. 中华中医药学刊, 2020, 38(11): 254-258.
- [81] 包照日格图, 胡雅儿, 夏宗勤, 等. 4 种滋阴中药对衰老小鼠脑 M 受体的影响 [J]. 中国老年学杂志, 2005: 795-796.
- [82] 王风玲, 白虹, 郭焕杰, 等. 玉竹单体化合物对 PC12 细胞氧化损伤的保护作用 [J]. 山东医药, 2012, 52(21): 39-40.
- [83] Kim E S, Choi S J, Kang G H, *et al.* Protective effects of *Polygonatum odoratum* extracts on amyloid η -protein-induced death in neuronal cells [J]. *Korean Soc Cancer Prev*, 2008: 197-204.
- [84] 王业秋, 陈巧云, 张宁, 等. 玉竹对 UVB 诱导 HaCaT 细胞损伤的保护作用 [J]. 中国美容医学, 2012, 21(4): 599-601.
- [85] 王业秋, 陈巧云, 鲁光宝, 等. 玉竹水提液对长波紫外线诱导人皮肤成纤维细胞损伤的保护作用 [J]. 时珍国医国药, 2011, 22(5): 1263-1264.
- [86] 李盛青, 林辉, 许晓峰, 等. 玉竹提取物对衰老小鼠脾脏和胸腺的影响研究 [J]. 中国药房, 2008, 19(21): 1616-1617.
- [87] 滕秀香, 李宏田, 佟庆, 等. 柴松岩辨证治疗卵巢早衰中药方剂数据挖掘研究 [J]. 中华中医药杂志, 2015, 30(10): 3709-3712.
- [88] 车玄, 郑标, 成迪, 等. 玉竹提取物对大鼠多囊卵巢综合症的疗效研究 [J]. 生物化学与生物物理进展, 2023, 50(7): 1690-1700.
- [89] 杨艳凤. 玉竹提取物 C 对子宫内膜异位症在位细胞增生的作用 [J]. 医学研究杂志, 2006, 35(3): 23-26.
- [90] 李盛青, 徐大量, 林辉. 玉竹抗衰老有效部位的药效筛选 [J]. 中药新药与临床药理, 2008, 19(3): 177-180.
- [91] 王梦娇, 姜晓坤. 超声波-酶法提取玉竹多糖及其抗疲劳泡腾片研制 [J]. 东北农业科学, 2021, 46(2): 132-137.
- [92] 许超, 蒋珍, 黄徐根. 低氧训练过程中玉竹多糖补充对肥胖大鼠骨骼肌钙镁 ATP 酶活性的影响 [J]. 赤峰学院学报 (自然科学版), 2018, 34(7): 39-41.
- [93] Ma H D, Deng Y R, Tian Z G, *et al.* Traditional Chinese medicine and immune regulation [J]. *Clin Rev Allergy Immunol*, 2013, 44(3): 229-241.
- [94] Ko K M, Leung H Y. The essential role of *zheng qi* in promoting health: From the perspective of Chinese medicine and modern medicine [J]. *Chin Med*, 2024, 15(2): 27-33.
- [95] Xie Z Y, Jiang N H, Lin M Q, *et al.* The mechanisms of polysaccharides from tonic Chinese herbal medicine on the enhancement immune function: A review [J]. *Molecules*, 2023, 28(21): 7355.
- [96] 吴国学. 玉竹对小鼠免疫抑制调节作用的研究 [J]. 中国医学创新, 2013, 10(9): 13-14.
- [97] 蒋春茂, 陈晓兰, 陆广富, 等. 不同中药多糖体外对鸡外周血和脾脏淋巴细胞增殖能力的比较 [J]. 江苏农业学报, 2015, 31(1): 106-111.
- [98] 郭秀珍, 潘兴瑜. 玉竹生物活性成分 C 对小鼠免疫功能的影响 [J]. 微生物学杂志, 2012, 32(3): 61-65.
- [99] 单颖, 姜东, 潘兴瑜, 等. 玉竹多糖对衰老模型鼠免疫功能的影响 [J]. 中国老年学杂志, 2007, 27(1): 20-22.
- [100] 鲁振国, 李美娣, 武力, 等. 玉竹多糖和板蓝根多糖对环磷酰胺致雏鸡免疫抑制的调节作用研究 [J]. 中兽医医药杂志, 2021, 40(1): 74-77.
- [101] Li J, Hsiung S Y, Kao M R, *et al.* Structural compositions and biological activities of cell wall polysaccharides in the rhizome, stem, and leaf of *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce [J]. *Carbohydr Res*, 2022, 521: 108662.
- [102] 韩日新, 关玲敏, 潘兴瑜. 玉竹提取物 A 对小鼠巨噬细胞白细胞介素-1 和肿瘤坏死因子产生的影响 [J]. 检验医学与临床, 2010, 7(20): 2198-2199.
- [103] Gu M, Zhang Y, Fan S J, *et al.* Extracts of *Rhizoma Polygonati Odorati* prevent high-fat diet-induced metabolic disorders in C57BL/6 mice [J]. *PLoS One*, 2013, 8(11): e81724.
- [104] 朱琪, 李庚喜, 曾立, 等. 玉竹多糖对高脂饮食诱导的大鼠肥胖和非酒精性脂肪肝的作用 [J]. 中成药, 2021, 43(6): 1612-1617.
- [105] 许超, 洪卫星, 蒋珍, 等. 玉竹多糖补充对肥胖大鼠血清自由基代谢的影响 [J]. 长春工业大学学报, 2018, 39(1): 90-93.
- [106] Wang Y, Fei Y Q, Liu L R, *et al.* *Polygonatum odoratum* polysaccharides modulate gut microbiota and mitigate experimentally induced obesity in rats [J]. *Int J Mol Sci*, 2018, 19(11): 3587.
- [107] 李文豪. 严光俊教授治疗功能性便秘的临床经验总结和数据研究 [D]. 武汉: 湖北中医药大学, 2016.
- [108] 张东, 冯贞贞, 王露, 等. 基于隐结构结合关联规则的中晚期肺癌方药规律分析 [J]. 中国中药杂志, 2022, 47(1): 235-243.

- [109] 曹安琪.《临证指南医案》肺病治法研究 [D]. 南昌:江西中医药大学, 2023.
- [110] 李娟, 杨柱, 龙奉玺, 等. 基于数据挖掘分析刘尚义教授治疗鼻咽癌用药经验研究 [J]. 中医肿瘤学杂志, 2019, 1(2): 23-28.
- [111] 时岩, 袁润, 范虹, 等. 国医大师雷忠义运用角药治疗心衰经验探析 [J]. 四川中医, 2024, 42(2): 1-5.
- [112] 常健. 基于数据挖掘技术探讨张守琳教授从脾胃论治慢性肾脏病 3-5 期的学术思想 [D]. 长春: 长春中医药大学, 2023.
- [113] 韩笑, 匡宇, 张舜杰, 等. 黄精、桑叶和玉竹配伍的降血糖药效学研究 [J]. 四川中医, 2018, 36(5): 62-65.
- [114] 耿秀娟. 玉竹的药效炮制、配伍、鉴别及在兽医临床上的应用 [J]. 养殖技术顾问, 2014(10): 264.
- [115] 孔德佳. 基于数据挖掘傅萍名中医治疗不孕症的用药规律研究 [D]. 杭州: 浙江中医药大学, 2018.
- [116] 律英华, 王朝旭, 刘维, 等. 基于文献的干燥综合征方药关联分析研究 [J]. 天津中医药, 2019, 36(4): 374-377.
- [117] Lan G S, Chen H X, Chen S H, *et al.* Chemical composition and physicochemical properties of dietary fiber from *Polygonatum odoratum* as affected by different processing methods [J]. *Food Res Int*, 2012, 49(1): 406-410.
- [118] Bi J Y, Fang H Y, Zhang J Y, *et al.* A review on the application, phytochemistry and pharmacology of *Polygonatum odoratum*, an edible medicinal plant [J]. *J Future Foods*, 2023, 3(3): 240-251.
- [119] 刘塔斯, 杨先国, 龚力民, 等. 药食两用中药玉竹的研究进展 [J]. 中南药学, 2008, 6(2): 216-219.
- [120] Zhao P, Zhao C C, Li X, *et al.* The genus *Polygonatum*: A review of ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology [J]. *J Ethnopharmacol*, 2018, 214: 274-291.
- [121] 谢果珍, 刘浩, 王智, 等. 黄精属药食两用中药玉竹与黄精的比较 [J]. 中国现代中药, 2020, 22(9): 1447-1452.
- [122] 黄艳, 杨浩, 胡婷婷, 等. 一种药膳火锅底料的研制及挥发性成分分析 [J]. 中国调味品, 2023, 48(4): 96-100.
- [123] 杨大伟, 邓放明. 澄清型玉竹保健饮料的研制 [J]. 食品工业科技, 2006(10): 142-144.
- [124] 谷春梅, 顾岩, 赵洪梅, 等. 混浊型玉竹饮料配方及稳定性研究 [J]. 食品科技, 2011, 36(12): 69-71.
- [125] 许飞虎, 王经健. 山药-玉竹-红景天复合运动饮料研制及其抗疲劳功能研究 [J]. 粮食与油脂, 2018, 31(11): 67-72.
- [126] 姜晓坤. 玉竹发酵酒的工艺研究 [J]. 北方园艺, 2014(22): 141-143.
- [127] 刘露, 蒲根, 罗丽, 等. 玉竹薏米酒的酿造工艺研究 [J]. 安徽科技学院学报, 2023, 37(2): 73-79.
- [128] 李硕, 金晶, 胡龙, 等. 野生软枣猕猴桃玉竹罐头的研制 [J]. 中国果菜, 2020, 40(3): 24-27.
- [129] 姜兰柳, 李安琦, 夏光辉. 玉竹奶羹的研制 [J]. 粮食与食品工业, 2023, 30(5): 50-53.
- [130] 白雪, 赵秀红. 玉竹多糖玉米面复合馒头品质特性影响因素研究 [J]. 农业科技与装备, 2020(1): 39-42.
- [131] 刘莹, 李启艳, 刘慧香, 等. 玉竹保健食用价值的研究及其应用前景 [J]. 现代食品, 2021(11): 66-70.
- [132] 赵静, 欧思阳, 赵秀红. 超声波提取玉竹多糖及在面条中的应用研究 [J]. 食品研究与开发, 2016, 37(20): 41-44.
- [133] 梁超全, 钟灿, 肖深根. 发展湖南玉竹产业的几点思考 [J]. 湖南农业科学, 2010(14): 31-33.
- [134] 刘学铭, 王思远, 黄建伟, 等. 玉竹的化学成分、药理作用及其食品开发研究进展 [J]. 食品与药品, 2024, 26(2): 203-212.
- [135] Fathi F M, Harita H, Mahmood A A, *et al.* Acceleration of wound healing activity by *Polygonatum odoratum* leaf extract in rats [J]. *J Med Plants Res*, 2014, 8(13): 523-528.
- [136] Wang Y, Lou J D, Li J, *et al.* Relationship chains of subhealth physical examination indicators: A cross-sectional study using the PLS-SEM approach [J]. *Sci Rep*, 2023, 13(1): 13640.
- [137] Liu F, Chen S R, Ming X Y, *et al.* Sortilin-induced lipid accumulation and atherogenesis are suppressed by HNF1b SUMOylation promoted by flavone of *Polygonatum odoratum* [J]. *J Zhejiang Univ Sci B*, 2023, 24(11): 998-1013.
- [138] Zhang H, Chen L, Kou J P, *et al.* Steroidal sapogenins and glycosides from the fibrous roots of *Polygonatum odoratum* with inhibitory effect on tissue factor (TF) procoagulant activity [J]. *Steroids*, 2014, 89: 1-10.
- [139] 罗灿, 刘玉洁, 陈劭舒, 等. 灵芝菌液体发酵玉竹产水溶性多糖的工艺优化和抗氧化性研究 [J]. 中国酿造, 2022, 41(11): 180-186.
- [140] 彭永健, 张安强, 马新, 等. 玉竹多糖超声提取工艺优化及其保湿性研究 [J]. 食品科学, 2012, 33(14): 96-99.
- [141] Xia G H, Li X H, Zhang Z, *et al.* Effects of fermentation treatments on *Polygonatum odoratum* flavones' antioxidant activities [J]. *Saudi J Biol Sci*, 2021, 28(9): 5011-5016.
- [142] 王艳, 胡一鸿, 陈秋志, 等. 玉竹糖蛋白分离纯化及其体外抗氧化能力 [J]. 食品科学, 2015, 36(2): 52-56.
- [143] 孙文晔, 闫慧军, 朱文萍. 玉竹汤外洗治疗皲裂的疗效观察 [J]. 辽宁中医杂志, 2006, 33(1): 72.
- [144] 肖锦松, 崔风军, 宁廷选, 等. 玉竹、菟丝子醇提物对烧伤小鼠免疫功能的影响 [J]. 中国中药杂志, 1990, 15(9): 45-47.

[责任编辑 赵慧亮]