DOI:10.13193/j.issn.1673-7717.2026.03.005

白头翁汤的研究进展及质量标志物预测分析

陈思思[1,2,3,4],梁洁[1,2,3,4],韦佳丽[1,2,3,4],马志东[1,2,3,4],彭嘉文[1,2,3,4],
谢晶晶[1,2,3,4],马玉明[1,2,3,4],孙正伊[5]

(1.广西中医药大学,广西壮瑶药重点实验室,广西 南宁 530200;2.壮瑶药协同创新中心,广西 南宁 530200;
3.广西壮族自治区民族药资源与应用工程研究中心,广西 南宁 530200;4.广西高校中药提取纯化与质量分析重点实验室,广西 南宁 530200;5.广西中医药大学附属瑞康医院,广西 南宁 530011)

摘要:白头翁汤是治疗热毒血痢的经典方剂,具有抗炎、抗菌、抗肿瘤、免疫调节、抗腹泻等药理作用,临床上常用于治疗肠炎、结直肠癌、细菌性痢疾、腹泻等疾病。对近年来白头翁汤的化学成分、药理作用和临床应用研究进行综述,从质量传递与溯源、成分特有性、有效性、可测性和复方配伍环境等5个方面对白头翁汤的质量标志物进行预测分析,筛选出白头翁皂苷A3、白头翁皂苷B4、白头翁皂苷D、秦皮素、小檗碱、巴马汀、黄连碱、黄柏碱、秦皮甲素、秦皮乙素作为白头翁汤的质量标志物,为白头翁汤质量控制体系的建立和完善提供科学参考。

关键词:白头翁汤;化学成分;药理作用;临床应用;质量标志物

中图分类号:R289.5 **文献标志码**:A **文章编号**:1673-7717(2026)03-0026-08

Research Progress of Baitouweng Decoction(白头翁汤) and Pedictive Analysis on Quality Markers

CHEN Sisi[1,2,3,4],LIANG Jie[1,2,3,4],WEI Jiali[1,2,3,4],MA Zhidong[1,2,3,4],PENG Jiawen[1,2,3,4],
XIE Jingjing[1,2,3,4],MA Yuming[1,2,3,4],SUN Zhengyi[5]

[1. Guangxi University of Chinese Medicine,Guangxi Key Laboratory of Zhuang and Yao Ethnic Medicine,Nanning 530200,Guangxi,China;
2. Collaborative Innovation Center of Zhuang and Yao Ethnic Medicine,Nanning 530200,Guangxi,China;
3. Guangxi Zhuang Autonomous Region Ethnic Medicine Resources and Application Engineering Research Center,Nanning 530200,Guangxi,China;
4. Key Laboratory of TCM Extraction and Purification and Quality Analysis (Guangxi University of Chinese Medicine),
Education Department of Guangxi Zhuang Autonomous Region,Nanning 530200,Guangxi,China;
5. Ruikang Hospital Affiliated to Guangxi University of Chinese Medicine,Nanning 530011,Guangxi,China]

Abstract:Baitouweng Decoction(白头翁汤) is a classic prescription for the treatment of heat-toxin-blood dysentery. It has pharmacological effects such as anti-inflammatory,antibacterial,anti-tumor,immunomodulatory and anti-diarrhea activities. In clinical practice,Baitouweng Decoction is mainly used to treat enteritis,colorectal cancer,bacillary dysentery,diarrhea and other diseases. In this article,it summarized the chemical constituents,pharmacological effects and clinical applications of Baitouweng Decoction in recent years,and the quality markers of Baitouweng Decoction were predicted and analyzed from the aspects of quality transfer and traceability,component specificity,effectiveness,measurability and compound compatibility environment. The quality markers of Baitouweng Decoction,such as anemoside A3,anemoside B4,pulsatilla saponin D,fraxetin,berberine,palmatine,coptisine,phellodendrine,esculin and esculetin,which provided the scientific reference for establishing and improving the quality control system of Baitouweng Decoction.

Keywords:Baitouweng Decoction(白头翁汤);chemical composition;pharmacological effects;clinical application;quality marker

---

基金项目:国家自然科学基金项目(82160771);国家中医药管理局高水平中医药重点学科建设项目-少数民族药学(壮药学)(zyyzdxk-2023165);广西中医药重点学科壮药学项目(GZXK-Z-20-64);广西一流学科中药学(民族药学)项目(桂教科研〔2018〕12号);广西重点研发计划项目(桂科AB21196016);广西科技基地和人才专项(桂科AD20238058,桂科AD21238031);广西壮族自治区高校黄大年式教师团队"中药学传承创新教师团队"项目(桂教教师〔2023〕31号);广西高等学校千名中青年骨干教师培育计划项目(桂教人〔2019〕5号);广西中医药大学第三批"岐黄工程"高层次人才团队培育项目(202406)

作者简介:陈思思(2001-),女,广西贺州人,硕士在读,研究方向:中药分析学。

通讯作者:梁洁(1979-),女,广西梧州人,教授,博士研究生导师,博士,研究方向:中药药效物质基础与质量控制。E-mail:liangjie1101@126.com。孙正伊(1987-),女,山东威海人,副研究员,硕士,研究方向:中药民族药质量分析。E-mail:287818652@qq.com。

白头翁汤出于东汉张仲景编撰的《伤寒论》,组方含白头翁、黄连、黄柏、秦皮,其中白头翁清痢退毒为君药;黄连黄柏降火解毒,燥湿止泻为臣药;秦皮为佐药能收涩止血,还可助白头翁除肠道湿热止痢。现代药理学研究表明,白头翁汤具有抗肿瘤、抗腹泻、抗炎抗菌,同时具有增强免疫系统、保护肝脏等作用,临床上以治疗肠炎、结直肠癌、细菌性痢疾和腹泻等疾病为主,应用广泛[1]。但目前对于白头翁汤的相关理论研究集中于药理及临床疗效方面,而针对白头翁汤复方有效成分、质量控制等方面研究较少,且局限于单味药及少许成分研究,无法全面准确地评价汤剂质量。本文在概括白头翁汤化学成分、药理作用及临床疗效研究的基础上,结合质量标志物(Quality Marker,Q-Marker)的核心理论,预测分析白头翁汤的质量标志物,旨在为白头翁汤的质量控制和临床研究提供参考。

1 化学成分研究

1.1 单味中药化学成分

白头翁主要化学成分有三萜皂苷、三萜酸和香豆素类等,其中主要生物活性成分是三萜皂苷类,具有软化血管、抗病原微生物、抗阴性毛滴虫等作用。许慧君[2]使用多种色谱法对中药白头翁提取物进行系统分离,采用高效液相色谱-质谱(high performance liquid chromatography-mass spectrometry,HPLC-MS)技术测定齐墩果酸、白头翁皂苷A3、白头翁皂苷B4、筋骨草甾酮等9个化合物的含量。王勇等[3]采用反相高效液相色谱法(reverse phase high performance liquid chromatography,RP-HPLC)测定白头翁中23-羟基白桦酸的含量。ZHANG X Q等[4]从白头翁地上部位,鉴定出肌醇、莽草酸、4,7-二甲氧基-5-甲基香豆素等化合物。

黄连主要含有生物碱、苯丙素和黄酮类等。生物碱类是发挥药效的重要基础,迄今从黄连中分离出高达50种生物碱,以小檗碱含量最高[5]。李春霞等[6]建立一种准确稳定的HPLC法测定10批黄连中生物碱类成分小檗碱、表小檗碱、黄连碱、巴马汀,发现其所含成分种类相似,含量存在差别。张丹等[7]运用多种色谱技术检测黄连不同部位酚酸类含量,结果发现2年生黄连茎叶中绿原酸、阿魏酸含量远高于其他部位。郝艺铭等[8]运用超高效液相色谱-飞行时间质谱法(ultra performance liquid chromatography-quadrupole-time of flight mass spectrometry,UPLC-Q-TOF/MS)鉴定出黄连的4个黄酮类成分,分别为漆黄素、木犀草素、鼠李素和山姜素。

黄柏化学成分主要有生物碱、内酯类、酚酸类等,其中发挥作用的物质基础是生物碱类。何巧玉等[9]建立测定黄柏中的3个代表性成分的HPLC法,对盐酸小檗碱、4-O-阿魏酰奎宁酸和黄柏碱成分进行定量分析。张凡等[10]建立HPLC法对2个内酯类成分黄柏酮、黄柏内酯的含量测定,发现黄柏内酯含量较高,经炮制后两者含量均降低。CHEN Y等[11]将多波长和色谱法相结合,建立同时测定黄柏中酚酸类成分丁香苷、3-O-阿魏酰奎宁酸和4-O-阿魏酰奎宁酸含量的方法,该法简便快速,重复性好。

秦皮主要含有香豆素、酚类、黄酮和环烯醚萜类等,其中关键活性物质是香豆素类。叶皓等[12]建立了测定秦皮有效成分的HPLC法,对秦皮素、秦皮苷、秦皮甲素、秦皮乙素进行定量分析,该法简便可靠,线性关系好。闫佳靓等[13]使用超高效液相色谱-四极杆-静电场轨道阱高分辨质谱法(ultra performance liquid chromatography-quadrupole-Exactive Orbitrap mass spectrometry,UPLC-Q-Exactive Orbitrap MS)快速鉴定秦皮醇提物,指认了橙皮苷、金丝桃苷等17个黄酮类成分,绿原酸、原儿茶醛等16个有机酸类成分,橄榄苦苷、Ligustaloside A等8个环烯醚萜类成分。

1.2 整方化学成分

白头翁汤中发挥作用的功效成分为皂苷类、生物碱类、香豆素类、甾醇类及柠檬苦素等。范卓文等[14]建立10批次醇提白头翁汤的HPLC指纹图谱,鉴定出秦皮甲素、秦皮乙素、白头翁皂苷B4、黄柏碱和小檗碱等5个共有峰成分。朱华旭等[15]采用波谱学手段对白头翁汤复方成分进行研究,得到14个化合物,分别为3个生物碱、3个香豆素、3个白头翁皂苷、2个甾醇类、1个柠檬苦素、1个甜醇、1个木脂素。WANG Y[16]应用高效液相色谱-紫外法(high performance liquid chromatography-ultraviolet spectroscopy,HPLC-UV)测定白头翁汤中4个生物碱成分黄连碱、非洲防己碱、盐酸巴马汀、盐酸小檗碱和4个香豆素成分秦皮素、秦皮苷、秦皮甲素、秦皮乙素的含量,所得结果准确度、稳定性好,可为白头翁汤的质量控制带来有效参考。

2 药理作用

2.1 抗炎作用

大量研究阐明白头翁汤对多种类型的肠炎有显著的治疗效果。杨昌文等[17]研究发现白头翁汤组与对照组相比,耳廓肿胀值差异具有统计学意义(P值),抗炎作用时间较长,可见白头翁汤可明显改善小鼠肿胀程度,缓解炎性症状。HUA Y L等[18]将小鼠随机分组建立溃疡性结肠炎模型,检测小鼠肠道菌群和胆汁酸水平,发现白头翁汤可上调肝脏中法尼酯衍生物X受体(farnesoid x receptor,FXR)和G蛋白偶联受体(g-protein-coupled bile acid receptor,TGR5)的表达水平,减轻小鼠结肠缩短、组织学损伤的临床症状。赵杨等[19]对急性放射性直肠炎大鼠模型灌胃白头翁汤合槐花散治疗,发现经治疗后的大鼠模型能改善微循环障碍,促进肠黏膜愈合。

2.2 抗肿瘤作用

肿瘤是一类以机体细胞异常增殖为特点的疾病,白头翁汤可诱导细胞凋亡、调节肿瘤生长微环境等发挥作用。金燊懿等[20]建立体外细胞肺腺癌模型,应用CCK8法、流式细胞术和Western Blot法等评价肿瘤细胞生长及周期调控的影响,发现白头翁汤具有一定影响肺腺癌细胞无限增殖、下调细胞凋亡相关蛋白表达的作用,从而刺激肺腺癌细胞凋亡。马成勇等[21]将小鼠随机分组建立移植瘤模型,通过观察瘤体体积、计算抑瘤率,发现加味白头翁汤组瘤体体积最小,抑瘤率最高,证实加味白头翁汤可抑制小鼠肿瘤体积的生长,提示其药效机制与增加免疫细胞浸润程度、调节肿瘤免疫微环境有关。

2.3 抗菌作用

白头翁汤对痢疾杆菌、念珠菌、大肠杆菌等细菌表现出较强的生长抑制作用。王丽等[22]研究表明白头翁汤可影响志贺氏菌的细胞结构,降低细菌DNA含量及琥珀酸脱氢酶(SDH)、苹果酸脱氢酶(MDH)活性,从而抑制志贺氏菌的生长。王亚东等[23]研究发现经白头翁汤治疗后,肠炎小鼠各项体征得到改善,肠道白念珠菌菌落总数下调,提示白头翁汤可抑制白念珠菌增殖。杨明凡等[24]使用试管法测定复方体外最小抑菌浓度,结果表明白头翁汤对分离大肠杆菌具有较好对抗作用。

2.4 免疫调节作用

白头翁汤有一定的免疫调节作用,能够影响免疫细胞因子、黏附分子及淋巴细胞的表达增强机体免疫功能。MIAO Z W等[25]发现白头翁汤能够逆转葡聚糖硫酸钠(DSS)诱导的免疫损伤、调节Th17/Treg细胞之间的平衡,保护肠黏膜屏障,抑制肠炎小鼠的病理变化。毕文秋[26]对肠炎患者以白头翁汤结合针灸治疗30 d,发现患者溃疡及黏膜情况明显好转,血清中免疫抗体、细胞因子水平均降低,起到改善患者肠道炎症反应、提高免疫功能的作用。

2.5 其他作用

白头翁汤还具有抗腹泻、保肝、杀精、溃疡修复、抗氧化、抗病毒、抑制肠管运动、镇痛、止血等作用。王秋玲[27]研究发现复方白头翁制剂对腹泻小鼠有一定的预防及肠道保护作用。傅晔柳等[28]研究阐明白头翁汤能够显著降低小鼠血清中转氨酶水平,有效缓解糖尿病小鼠肝损伤。孟祥虎等[29]研究证明白头翁可抑制精子的活力和各项运动参数,通过干扰精子细胞结构来达到杀精的作用。

3 临床应用

白头翁汤具有止血痢、解热毒、利肛肠的功效,主治厥阴热证之热毒痢疾。基于《伤寒论》的白头翁汤方剂,通过适当的加减配伍,或与西医联合治疗,或者在原有方剂基础上加入一味或数味药材,对于消化系统疾病、泌尿系统疾病和生殖系统疾病等多种疾病都有良好的疗效,具体内容见表1。

4 白头翁汤质量标志物的预测分析

Q-Marker主要从有效、特有、可测、传递与溯源及复方配

表1 白头翁汤临床应用

疾病名称	治疗药物	临床效果	文献
溃疡性结肠炎(ulcerative colitis,UC)	白头翁汤合益脾祛湿理肠汤加减	86例大肠湿热型UC患者随机分为研究组和对照组各43例,研究组在对照组方案上加用益脾祛湿理肠汤加减治疗,结果研究组总有效率、不良反应率评分均优于对照组,提示二者合用可发挥协同作用,抑制患者机体炎症介质释放,改善免疫微环境,提高临床疗效。	[30]
放射性直肠炎(radiation proctitis,RP)	白头翁汤灌肠疗法结合重组人粒细胞巨噬细胞刺激因子	观察对96例经宫颈癌放射后直肠炎患者的临床疗效,观察组在常规化疗下加用白头翁汤灌肠治疗,结果观察组能改善RP患者腹泻、便血的临床症状,提高患者生活质量,具有良好的疗效。	[31]
肠道易激综合征(irritable bowel syndro-me,IBS)	变通白头翁汤(葛根、苏叶、紫胡、黄连、高良姜、秦皮、白头翁、广木香、醋香附、蒲公英)	以80例肠道易激综合征患者为研究对象,结果使用白头翁汤加味治疗IBS临床总有效率达96.2%以上,起效迅速,同时还可改善患者睡眠状况。	[32]
感染性腹泻(infectious diarrhea,ID)	白头翁汤合葛根芩连汤加减灌肠	研究白头翁汤合葛根芩连汤加减灌肠对20例儿童感染性腹泻患者的影响,结果给药治疗组能够缩短患者发热、呕吐、腹痛、脱水等症状的持续时间,有效提高患者的治疗率。	[33]
细菌性痢疾(bacterial dyse-ntery,BD)	白头翁汤合芍药汤加减联合左氧氟沙星	以60例BD患者为研究对象,对照组给予单用左氧氟沙星片治疗,观察组加用白头翁汤合芍药汤加减治疗,结果观察组病原菌清除率高于对照组,且能提高BD患者的临床治疗率,不良反应少,安全有效,值得临床推广。	[34]
结直肠癌(colorectal cancer,CRC)	mFOLFOX6化疗联合白头翁汤加味	探究白头翁汤加味联合化疗对80例结直肠癌患者的治疗作用,结果观察组临床总有效率为72.5%,显著高于单纯化疗组的35.0%,可见白头翁汤联合西医治疗CRC效果良好。	[35]
急性肾盂肾炎(acute pyelonephritis,APN)	加味白头翁汤(白头翁、黄连、黄柏、秦皮、车前草、白花蛇舌草、萹蓄、瞿麦)	32例急性肾盂肾炎患者在西药治疗基础上给予加味白头翁汤治疗,结果共有31例痊愈,临床治疗率高达96.88%,疗效显著。	[36]
淋病性尿道炎(gonococcal urethritis,GU)	蒲灰散合白头翁汤	对36例淋病性尿道炎患者进行研究,发现治疗2个疗程后,患者尿道炎临床症状好转,总治疗有效率为91.67%,复发率低。	[37]
输卵管阻塞性不孕症(tubal obstruction infertility,TOI)	白头翁汤灌肠	对30例TOI患者进行研究,结果灌肠治疗组共有8例痊愈,18例有效,临床疗效率为86.7%,显著高于常规手术治疗组。	[38]
复发性念珠菌性阴道病(recurrent vulvovaginal candidiasis,RVVC)	白头翁汤中药综合疗法	200例RVVC患者随机分组,研究组采取加味白头翁汤治疗,对照组给予氟康唑片口服治疗,结果研究组可减轻患者外阴瘙痒、疼痛等症状,疗效稳定,安全性高,不易复发。	[39]

伍等5个方面对白头翁汤进行解析，旨在推动白头翁汤质量控制和质量溯源体系的建立。白头翁汤Q-Marker发现的研究路径。见图1。

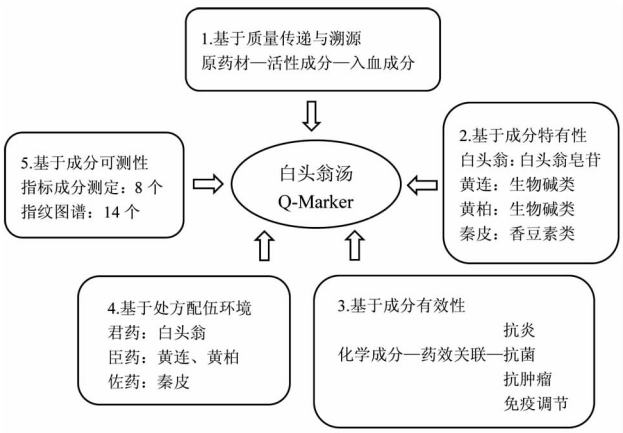


图1 白头翁汤Q-Marker发现的研究路径

4.1 基于质量传递与溯源的白头翁汤Q-Marker预测分析

在中药系统药理学数据库(TCPSM)中，以汤中四味药“白头翁”“黄连”“黄柏”和“秦皮”作为检索关键词，结果白头翁汤含有266个化学成分，其中白头翁57个、黄连48个、黄柏140个、秦皮21个。根据药物的生物利用度(oral bioavailability，OB)≥30%，类药性(drug-likeness，DL)≥0.18的推荐标准，选出白头翁11个成分(异鼠李素、金鱼草素等)，黄连14个成分(小檗红碱、黄连碱等)，黄柏37个成分(小檗碱、巴马汀等)，秦皮3个成分(秦皮甲素、AIDS214634等)，共计65个活性成分。经过对重复的成分的检查合并，实际上得到白头翁汤活性成分共53个[40]。

药物进入人体后，要经历一系列的生物转化过程，才能作用于疾病靶点发挥作用，其中复方的入血成分是汤剂的药效基础，是质量传递过程的最后环节，也是Q-Marker选择的重要标准[41]。韩倩[42]采用液相色谱-质谱(liquid chromatography-mass spectrometry，LC-MS)联用技术分析经白头翁汤灌胃给药一周后UC小鼠血浆的活性成分，结果在小鼠血浆中共检测白头翁皂苷A3、白头翁皂苷B4、小檗碱、秦皮甲素、巴马汀、黄连碱、药根碱和黄柏碱等8个成分。YANG L等[43]利用超高效液相色谱-电喷雾-四极杆质谱法(ultra performance liquid chromatography-electrospray ionization-tandem mass spectrometry，UPLC-ESI-MS/MS)同时测定服用白头翁汤后的正常和UC大鼠血浆中的白头翁皂苷B4、黄柏酮、秦皮甲素等主要生物活性成分，该法快速准确，分辨率高。OUYANG H等[44]通过液相色谱-串联质谱法(liquid chromatography-tandem mass spectrometry，LC-MS/MS)测定大鼠血浆中的潜在抗肿瘤成分白头翁皂苷D，该法简单准确，可用于评价白头翁皂苷D在大鼠体内的药动学过程。LI Y Y等[45]利用液相色谱-电喷雾电离-串联质谱法(liquid chromatography-electrospray ionization-tandem mass spectrometry，LC-ESI-MS/MS)测定大鼠血浆中秦皮甲素及其糖苷元代谢产物秦皮乙素，为完善二者的药动学研究提供实验依据。XU Q Q等[46]建立一种快速、灵敏的超高效液相色谱-串联质谱法(ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry，UPLC-MS/MS)，对服用白头翁汤后的猪血浆中秦皮素、巴马汀、非洲防己碱、黄柏酮等成分进行定量分析。

综上，白头翁皂苷A3、B4、D、小檗碱、秦皮甲素、秦皮乙素、巴马汀、黄连碱、黄柏酮、非洲防己碱、药根碱、黄柏碱和秦皮素等入血成分可能是白头翁汤潜在的药效基础。

4.2 基于成分特有性的白头翁汤Q-Marker预测分析

4.2.1 白头翁成分的特有性分析 白头翁是毛茛科多年生草本植物白头翁*Pulsatilla chinensis*(Bge.)Regel的干燥根，主要含有三萜酸、香豆素、三萜皂苷类等成分[47]。白头翁皂苷及其含量是评价白头翁药材和产品质量的重要指标，其中可选择白头翁皂苷A3、白头翁皂苷B4作为白头翁的特有性成分[48]。

4.2.2 黄连成分的特有性分析 黄连是毛茛科黄连属植物的干燥根茎，化学成分主要有生物碱类、苯丙素类、黄酮类等成分，其中生物碱类是黄连的标志性成分，具有抗心律失常、降血压、抑菌等作用[49]。余玖霞等[50]对不同产地的黄连建立HPLC指纹图谱，基于化学计量法标定了黄连碱、小檗碱、巴马汀和表小檗碱4个共有峰，可作为黄连的特有性成分。

4.2.3 黄柏成分的特有性分析 黄柏是芸香科乔本植物黄皮树*Phellodendron chinense* Schneid.的干燥树皮，主要含有生物碱类、内酯类、酚酸类、甾醇类等成分，一般认为生物碱类是发挥药用价值的重要成分，故选择黄柏碱、小檗碱作为黄柏的特有性成分[51]。

4.2.4 秦皮成分的特有性分析 秦皮为木犀科多年生木本植物苦彻白蜡树*Fraxinus rhynchophylla* Hance、白蜡树*Fraxinus chinensis* Roxb.、尖叶白蜡树*Fraxinus szaboana* Lingelsh.或宿柱白蜡树*Fraxinus stylosa* Lingel sh.的干皮或枝皮，主要含有香豆素类、酚类、环烯醚萜类和黄酮类等成分，其中以香豆素类活性最强[52]。徐蓓蕾等[53]通过筛选药材活性成分及网络药理学分析，其中秦皮苷、秦皮甲素、秦皮素、秦皮乙素具有一定的差异性，可作为秦皮的特有性成分。

基于以上分析，白头翁皂苷A3、B4、黄连碱、小檗碱、秦皮素、秦皮苷、巴马汀、黄柏碱、表小檗碱、秦皮甲素、秦皮乙素可作为白头翁汤Q-Marker的筛选依据。

4.3 基于成分与药效关联的白头翁汤Q-Marker预测分析

中药复方的有效性是方中各单味药的化学成分相互作用产生的，质量控制的核心目的是保证中药的有效性，因此，对有效性的研究也是Q-Marker选择的重要方向。本文将从抗炎、抗肿瘤、抗菌、调节免疫等主要药理活性出发，结合其关联成分确定白头翁汤Q-Marker。

4.3.1 与抗炎关联的白头翁汤Q-Marker 多项研究报道，白头翁汤方中的多个成分均具有较强的抗炎作用。韩倩[42]探讨白头翁汤主要成分对急性UC小鼠的影响，结果发现白头翁皂苷B4、小檗碱、秦皮甲素单用或联用均可改善小鼠体质量减轻、结肠肿胀、粪便稠度低及便血的症状。马宁宁等[54]研究阐明巴马汀、黄连碱及小檗碱等能够干扰炎症信号传递，产生抗炎作用。白珊泽等[55]建立白头翁汤治疗UC“成分-靶点-通

路”的网络关系,提示白头翁皂苷B4、异鼠李素、β-谷甾醇、小檗碱等成分可作用于多个炎症信号通路缓解UC的临床症状。

4.3.2 *与抗肿瘤关联的白头翁汤Q-Marker* 白头翁汤含有多种发挥抗肿瘤作用的活性成分,包括白头翁皂苷、香豆素、生物碱类等。有研究指出,白头翁皂苷A3、B4、D对癌症细胞的无限增殖有一定的抑制作用[56-57]。吴松涛[58]研究发现秦皮的抗肿瘤活性部位为乙酸乙酯部位,在该部位中,鉴定出抗肿瘤的潜在活性成分为秦皮乙素、东莨菪苷、秦皮甲素等。高兴华等[59]研究阐明小檗碱可辅助吉西他滨治疗膀胱癌,其作用机制与影响PI3K/AKT通路干扰Rad51重组酶的表达有关。

4.3.3 *与抗菌关联的白头翁汤Q-Marker* 段强军等[60]研究表明白头翁皂苷B4、黄柏酮、小檗碱等能够降低真菌载量及干扰菌体形态转化,减轻小鼠黏膜脱落的外阴阴道念珠菌病(vulvovaginal candidiasis,VVC)症状。LI X等[61]研究发现小檗碱与抗生素合用比单药抗菌效果好,提示小檗碱可辅助抗生素,增加耐药性细菌感染的敏感程度,可作为对抗多重耐药鲍曼不动杆菌(multidrug-resistant acinetobacter baumannii,MDR-AB)感染的一个方向。刘丽梅等[62]研究指出秦皮素、秦皮甲素和秦皮乙素等5种香豆素单体对绿脓杆菌、大肠杆菌、卡他球菌等9种细菌有一定抑制和杀灭作用。

4.3.4 *与免疫调节关联的白头翁汤Q-Marker* 白头翁汤中发挥免疫调节作用的核心成分有白头翁皂苷B4、黄柏碱、秦皮甲素等。云云等[63]研究发现白头翁皂苷B4、小檗碱、秦皮甲素组分可下调F-肌动蛋白的表达,有效抑制一线免疫细胞向阴道聚集,缓解VVC引起的免疫损伤。高妍等[52]表明黄柏碱、木兰花碱表现出一定的抑制细胞免疫应答的作用。DENG L R等[64]使用分子对接技术鉴定白头翁汤作用于UC治疗靶点的潜在免疫调节剂,结果发现白头翁皂苷A3、巴马汀、秦皮甲素能与相应靶点相互作用,具有一定的免疫调节活性。基于以上分析,可将发挥作用的成分作为白头翁汤Q-Marker的选择依据。

4.4 *基于复方配伍环境的白头翁汤Q-Marker预测分析*

配伍是中医药理论的核心,同一味药材在不同的方剂作用不同,治疗效果也有所差异。中药复方并非单味药的简单相加,而是将中药的四气五味和性味归经结合起来,有目的、正确地配伍组合,让药物发挥更好疗效,促进中药合理用药。因此,对复方配伍环境的研究也是确定白头翁汤Q-Marker的重要环节。

方中白头翁味苦性寒,入大肠经,善清脏腑热;黄连以苦燥湿,以寒除热,黄柏清热祛湿,二者配伍加强祛大肠湿热之效;秦皮苦涩微寒,擅收敛燥湿,全方均为寒凉药,性味苦,合用则共奏清利湿热止痢之功。谭小青等[65]采用HPLC法对白头翁汤合煎液、白头翁药材与去白头翁汤阴性汤中的主要成分进行研究,结果发现白头翁汤合煎液会降低白头翁皂苷(A3、B4、B5等)、生物碱类成分(小檗碱、黄柏碱、黄连碱、巴马汀)的溶出,提高香豆素类成分(秦皮乙素、秦皮素)的溶出。夏娜等[66]研究白头翁、黄连以不同配比时对活性成分溶出率和家兔肠道收缩作用的影响,发现经方配比时,出膏率最高,有效成分白头翁皂苷B4、小檗碱溶出率产生变化,且抑制离体肠道收缩效果显著,证实复方配伍的合理性。杨卫贤等[67]利用多种光谱法比较白头翁汤不同配伍组合时化学成分的含量变化,发现当四味药合用时,方中小檗碱、秦皮乙素的变化不是单味药间的堆砌相加,提示白头翁汤配伍有其科学性。张启迪等[68]探究白头翁汤不同配伍组合对沉淀量的影响,发现白头翁汤整方合煎时产生的沉淀量最低(6%),显著低于单味药沉淀量(12%),提示复方化学成分群存在增溶作用。徐倩倩等[69]研究秦皮与方中三味药分别配伍时对主要成分溶出率的影响,发现方中其余三味药与秦皮配伍时,汤剂中秦皮甲素、秦皮乙素、秦皮苷溶出率均有所提高。基于以上分析,可将白头翁皂苷、生物碱、香豆素类等成分作为白头翁汤Q-Marker的参考标准。

4.5 *基于成分可测性的白头翁汤Q-Marker预测分析*

中药复方成分复杂,一般通过测定指标性成分和构建指纹图谱来分析复方的化学成分、监测中药质量。2020年版《中华人民共和国药典》中规定方中四味药含量测定的8个质控成分有白头翁皂苷B4、小檗碱、表小檗碱、黄连碱、巴马汀、黄柏碱、秦皮甲素、秦皮乙素[70]。宣颖超等[71]建立RP-HPLC法测定白头翁汤中盐酸小檗碱、盐酸药根碱、盐酸巴马汀的含有量,发现汤剂中这些成分含量百分比相差较大。何燕飞等[72]运用RP-HPLC法,在多波长梯度洗脱下对白头翁汤水提液中盐酸小檗碱、表小檗碱、巴马汀、黄连碱、黄柏碱、秦皮甲素、秦皮乙素、白头翁皂苷B4进行定量分析,其中以白头翁皂苷B4、盐酸小檗碱含量最大。何琼姿等[73]利用超高效液相色谱-四极杆-飞行时间质谱(ultra high performance liquid chromatography-quadrupole-time of flight mass spectrometry,UHPLC-Q-TOF/MS)联用技术,比对照品保留值,检测出10个化学成分,其中包括白头翁皂苷B4、秦皮甲素、盐酸巴马汀、柠檬苦素等,该法准确可靠,灵敏度高。钱江平[74]选择白头翁皂苷A3、B4、D作为白头翁的质控指标,并对这3个指标性成分进行定量分析,为保证白头翁药材品质提供可靠参考。丘海芯等[75]对15批白头翁汤样品建立HPLC指纹图谱,鉴定出21个化学成分,通过谱图比对,指认出白头翁皂苷B4、B5、小檗碱、巴马汀、黄连碱、黄柏碱、秦皮甲素、秦皮素、秦皮乙素9个成分,该法简便稳定,分离度好,为白头翁汤质量评价提供有效手段,有助于规范白头翁汤剂整体质量。黄春跃等[76]建立10批白头翁汤颗粒剂的HPLC指纹图谱,在25个共有峰中明确归属了盐酸巴马汀、白头翁皂苷B4、盐酸药根碱、黄连碱、秦皮甲素、盐酸小檗碱、秦皮乙素等成分,该法稳定可靠,相似度高,可作为反映白头翁汤制剂质量的重要指标。

综上所述,基于Q-Marker五原则分析,白头翁汤中的白头翁皂苷A3、白头翁皂苷B4、白头翁皂苷D、秦皮素、小檗碱、巴马汀、黄连碱、黄柏碱、秦皮甲素、秦皮乙素等成分灵敏度高,可测性强,可看作白头翁汤的Q-Marker,具体信息见表2和图2。

5 结语

白头翁汤是治疗热利下重的仲景名方,具有止血痢、解热毒、利肛肠的功效,不仅能治疗肠炎、结直肠癌、细菌性痢疾和

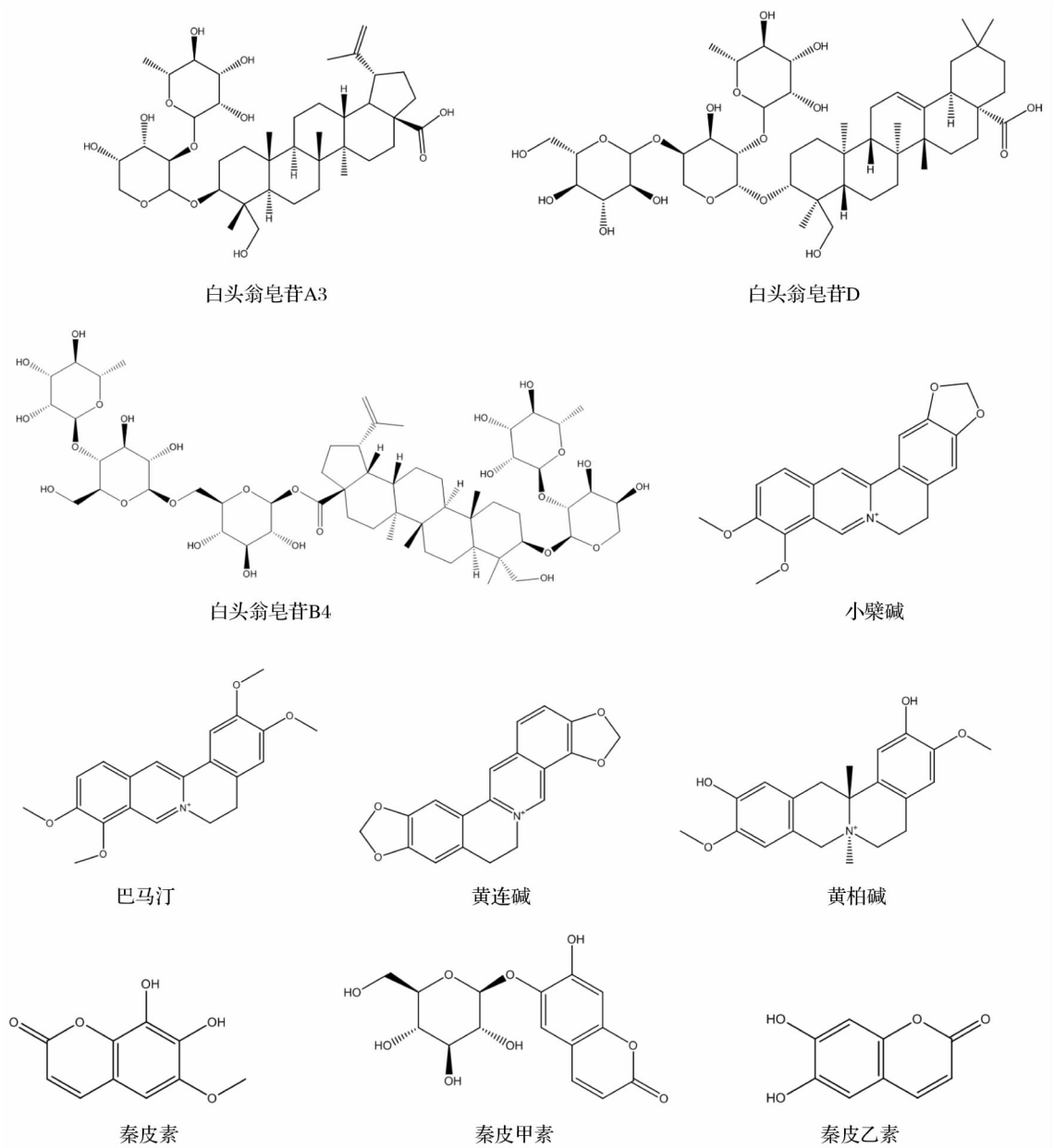


图 2 白头翁汤 Q - Marker 结构式

表 2 白头翁汤的质量标志物信息

类别	化合物	分子式	CAS	相对分子质量
白头翁皂苷	白头翁皂苷 A3	$C_{41}H_{66}O_{12}$	129724 - 84 - 1	750.96
	白头翁皂苷 B4	$C_{59}H_{96}O_{26}$	129741 - 57 - 7	1 221.38
	白头翁皂苷 D	$C_{47}H_{76}O_{17}$	68027 - 15 - 6	913.10
生物碱类	小檗碱	$C_{20}H_{18}NO_4^+$ ♁	2086 - 83 - 1	336.37
	巴马汀	$C_{21}H_{22}NO_4^+$ ♁	3486 - 67 - 7	352.40
	黄连碱	$C_{19}H_{14}NO_4^+$ ♁	3486 - 66 - 6	320.32
	黄柏碱	$C_{20}H_{24}NO_4^+$ ♁	6873 - 13 - 8	342.41
香豆素类	秦皮素	$C_{10}H_8O_5$	574 - 84 - 5	208.17
	秦皮甲素	$C_{15}H_{16}O_9$	531 - 75 - 9	340.28
	秦皮乙素	$C_9H_6O_4$	305 - 01 - 1	178.14

腹泻等疾病，还具有一定保肝和抗幽门螺杆菌作用。近年来，发现白头翁汤有一定抗 VVC 的作用，但由于临床上氟康唑、伊曲康唑等抗真菌药物的过度使用，导致对中药治疗的迫切需求。同时，对白头翁汤的研究聚焦于药理作用和临床应用上，对其整方的活性成分、质量评价等基础研究报道较少，且局限于单味药和少许成分研究，无法全面反映汤剂的整体质量。因此，有必要进一步探究白头翁汤复方药效基础，明确其有效成分，完善白头翁汤质量评价体系，保证临床用药的有效、准确和安全。

本文概括了白头翁汤化学成分、药效作用和临床疗效研究，依据质量标志物“五原则”的核心内容对白头翁汤 Q - Marker 进行整体性的分析，可将白头翁皂苷 A3、白头翁皂苷 B4、白头翁皂苷 D、秦皮素、小檗碱、巴马汀、黄连碱、黄柏碱、秦皮甲素、秦皮乙素等成分作为白头翁汤 Q - Marker 的分析对象，为白头翁汤临床用药提供理论依据，有助于建立完善白头翁汤质量控制体系。

参考文献

[1] 杨娜娜,吴迪,胡扬,等. 中药方剂白头翁汤历史沿革及研究概况[J]. 辽宁中医药大学学报,2022,24(12):146-152.
[2] 许慧君. 白头翁质量评价与五环三萜皂苷类成分的药物代谢动力学研究[D]. 石家庄:河北医科大学,2012.
[3] 王勇,王国才,赵慧男,等. RP-HPLC 法测定白头翁中 23-羟基白桦酸的含量[J]. 药物分析杂志,2007,27(1):13-15.
[4] ZHANG X Q,SHI B J,LI Y L,et al. Chemical constituents in aerial parts of Pulsatilla chinensis[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs,2008,39(5):651-653.
[5] 蒋丽施,李潇彧,罗曦,等. 黄连的研究进展及其质量标志物预测分析[J]. 中华中医药学刊,2023,41(8):97-109.
[6] 李春霞,何巧玉,刘静,等. 基于网络药理学和多元统计分析的黄连质量标志物预测分析[J]. 中国中药杂志,2021,46(11):2718-2727.
[7] 张丹,钟国跃,瞿显友,等. 不同生长年限黄连不同部位中酚酸类成分动态的研究[J]. 世界科学技术-中医药现代化,2015,17(5):1025-1030.
[8] 郝艺铭,霍金海,王涛,等. UPLC-Q-TOF/MS 技术分析黄连中非生物碱类成分[J]. 中药材,2020,43(2):354-358.
[9] 何巧玉,刘静,李春霞,等. 基于网络药理学和指纹图谱的黄柏质量标志物预测分析[J]. 中草药,2021,52(16):4931-4941.
[10] 张凡,史辑,赵佳丽,等. HPLC 法测定两种黄柏及其炮制品中黄柏内酯和黄柏酮[J]. 中成药,2011,33(4):634-637.
[11] CHEN Y,ZHANG Z,ZHANG Y,et al. A new method for simultaneous determination of phenolic acids,alkaloids and limonoids in phellodendri amurensis cortex[J]. Molecules,2019,24(4):709.
[12] 叶皓,李敬伟,曾博文,等. HPLC 法测定秦皮 4 种有效成分的含量[J]. 沈阳药科大学学报,2019,36(12):1087-1092.
[13] 闫佳靓,王海超,张玲,等. 基于 UPLC-Q-Exactive Orbitrap MS 的秦皮成分分析[J]. 中国现代应用药学,2023,40(8):1009-1020.
[14] 范卓文,张丽杰,张哲锋,等. 白头翁汤剂的 HPLC 指纹图谱研究[J]. 黑龙江畜牧兽医,2016(12):164-166,280-281.
[15] 朱华旭,丁林生. 白头翁汤汤剂化学成分的分离研究[J]. 中成药,1999,21(6):313-317.
[16] WANG Y,XU Q,SHEN Z,et al. Simultaneous determination of eight active compounds in baitouweng decotion and its single herbs[J]. Journal of Chromatographic Science,2019,57(6):502-510.
[17] 杨昌文. 白头翁汤及拆方对模型小鼠抗炎作用的实验研究[J]. 中国中医急症,2016,25(9):1737-1739.
[18] HUA Y L,JIA Y Q,ZHANG X S,et al. Baitouweng Tang ameliorates DSS-induced ulcerative colitis through the regulation of the gut microbiota and bile acids via pathways involving FXR and TGR5[J]. Biomedicine & Pharmacotherapy,2021,137(6):111320.
[19] 赵杨,张玉双,王玉祥,等. 槐花散白头翁汤合用对急性放射性直肠炎大鼠的治疗作用及其机制研究[J]. 中国应用生理学杂志,2021,37(3):313-317.
[20] 金燊懿,许玲. 白头翁汤对人肺腺癌细胞增殖及周期调控的影响[J]. 中国中医药信息杂志,2020,27(5):48-52.
[21] 马成勇,张宝云,邓蓓蕾,等. 从 CSF1R/STING/TBK1 信号调控肿瘤相关巨噬细胞(TAMs)表型极化探究加味白头翁汤治疗结直肠癌的效应机制[J]. 中国实验方剂学杂志,2023,29(17):96-108.
[22] 王丽,陶兴宝,欧阳净,等. 白头翁汤对痢疾杆菌的体外抑菌作用研究[J]. 中医药信息,2020,37(5):49-53.
[23] 王亚东,徐志庆,夏丹,等. 基于 NLRP3 炎症小体研究白头翁汤正丁醇提取物对白念珠菌定植下小鼠溃疡性结肠炎的作用机制[J]. 中草药,2022,53(13):3997-4006.
[24] 杨明凡,高航,万博,等. 猪源大肠杆菌分离鉴定及白头翁汤对其抑菌试验[J]. 中国兽医杂志,2019,55(5):55-57,121.
[25] MIAO Z W,CHEN L P,FENG H,et al. Baitouweng decoction ameliorates ulcerative colitis in mice partially attributed to regulating Th17/Treg balance and restoring intestinal epithelial barrier[J]. Frontiers in Pharmacology,2021,11:531117.
[26] 毕文秋. 白头翁汤结合针灸治疗溃疡性结肠炎对患者免疫功能及 IL-1β、IL-17 的影响[J]. 现代医学与健康研究电子杂志,2020,4(10):96-98.
[27] 王秋玲. 复方中药白头翁制剂小鼠大肠杆菌性腹泻肠道损伤的保护效果研究[D]. 沈阳:沈阳农业大学,2023.
[28] 傅晔柳,诸梦露,楼霆. 白头翁汤对链脲佐菌素诱导的糖尿病肝损伤的保护作用研究[J]. 药物评价研究,2018,41(8):1430-1435.
[29] 孟祥虎. 复方苦参凝胶杀精避孕及抗炎的实验研究[D]. 武汉:华中科技大学,2015.
[30] 杨苏琴,陈光华,吴云翔,等. 白头翁汤合益脾祛湿理肠汤加减对大肠湿热型溃疡性结肠炎患者的临床疗效[J]. 中国医学创新,2024,21(10):38-42.
[31] 宋洪杰. 白头翁汤灌肠疗法联合 rhGM-CSF 在宫颈癌患者放疗后放射性直肠炎中的疗效分析[J]. 世界复合医学,2022,8(7):111-115.
[32] 岑小龙. 变通白头翁汤加减治疗肠道易激综合征 80 例临床观察[J]. 四川中医,2012,30(7):91.
[33] 马五杰,张圆圆,盛巧妮. 白头翁汤联合葛根芩连汤加减灌肠治疗小儿感染性腹泻 20 例临床观察[J]. 湖南中医杂志,2019,35(10):56-58.
[34] 汪金华,张敏. 白头翁汤合芍药汤加减联合左氧氟沙星对细菌性痢疾患者细菌清除率及 CRP 和 TNF-α 水平的影响[J]. 中国微生态学杂志,2020,32(2):183-186.
[35] 马建仁. 白头翁汤加味辅助 mFOLFOX6 化疗治疗晚期结直肠癌湿热蕴结型疗效观察[J]. 实用中医药杂志,2022,38(7):1203-1205.
[36] 刘金芝,柴润芳. 加味白头翁汤为主治疗急性肾盂肾炎 32 例[J]. 陕西中医,2003,24(4):308-309.
[37] 史宏. 蒲灰散合白头翁汤化裁治疗淋菌性尿道炎 36 例[J]. 广西中医药,1997,20(3):16-26.
[38] 翁时秋,李娟. 白头翁汤保留灌肠治疗输卵管阻塞性不孕症 30 例临床观察[J]. 江苏中医药,2013,45(12):42-43.
[39] 李翠菊. 加味白头翁汤治疗复发念珠菌性阴道病的临床效果[J]. 临床医学研究与实践,2017,2(14):115-116.
[40] 吕智豪,刘华熙,莫德龙. 基于网络药理学结合实验验证分析白头翁汤治疗结直肠癌的作用机制[J]. 沈阳药科大学学报,2024,41(12):1562-1574.
[41] 赵鸿鹏,许浚,张洪兵,等. 基于质量传递与溯源的中药质量标

志物(Q-Marker)的发现策略及应用[J]. 中草药,2021,52(9):2557-2565.

[42] 韩倩. 白头翁汤及主要成分抗溃疡性结肠炎的作用和机制研究[D]. 广州:华南理工大学,2023.

[43] YANG L, MENG X, YU X, et al. Simultaneous determination of anemoside B_4, phellodendrine, berberine, palmatine, obakunone, esculin, esculetin in rat plasma by UPLC-ESI-MS/MS and its application to a comparative pharmacokinetic study in normal and ulcerative colitis rats[J]. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 2017,134:43-52.

[44] OUYANG H, GUO Y C, HE M Z, et al. A rapid and sensitive LC-MS/MS method for the determination of Pulsatilla saponin D in rat plasma and its application in a rat pharmacokinetic and bioavailability study[J]. Biomed Chromatogr, 2015,29(3): 373-378.

[45] LI Y Y, SONG Y Y, LIU C H, et al. Simultaneous determination of esculin and its metabolite esculetin in rat plasma by LC-ESI-MS/MS and its application in pharmacokinetic study[J]. J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci, 2012,907:27-33.

[46] XU Q Q, GAO H L, FU Q Z, et al. Pharmacokinetic properties of baitouweng decoction in bama miniature pigs: implications for clinical application in humans[J]. International Journal of Analytical Chemistry, 2024,2024: 5535752.

[47] 普乔丽,於文博,马丽婷,等. 白头翁的化学成分、药理作用研究进展及质量标志物的预测分析[J]. 中药材,2021,44(4):1014-1020.

[48] 苏晓悦,徐驰,杜鑫,等. 白头翁化学成分及其药理作用研究进展[J]. 中医药信息,2023,40(3):76-82.

[49] 王倩琳,邢志华,周游. 黄连的化学成分及药理作用研究进展[J]. 黑龙江农业科学,2024(3):102-109.

[50] 余玖霞,郭爽,苏联麟,等. 基于高效液相色谱指纹图谱结合化学计量学评价不同产地黄连药材质量[J]. 中国医院用药评价与分析,2022,22(10):1153-1156,1163.

[51] 高妍,周海芳,刘朵,等. 黄柏化学成分分析及其药理作用研究进展[J]. 亚太传统医药,2019,15(4):207-209.

[52] 聂安政,林志健,张冰. 秦皮化学成分和药理作用研究进展[J]. 中草药,2016,47(18):3332-3341.

[53] 徐蓓蕾,孙文斌,王昊,等. 基于指纹图谱和网络药理学的秦皮质量标志物(Q-Marker)预测分析[J]. 中草药,2023,54(15):5019-5032.

[54] 马宁宁,李欣,金华,等. 延胡索不同提取物抗炎作用的谱效关系及机制研究[J]. 中草药,2019,50(10):2413-2419.

[55] 白珊泽,姚万玲,纪鹏,等. 白头翁汤治疗溃疡性结肠炎"成分-靶标-通路"网络分析及效应机制预测[J]. 动物医学进展,2022,43(6):69-78.

[56] 黄小波. 基于 PI3K/AKT/mTOR 信号通路探讨白头翁皂苷对结直肠癌细胞 HCT116 的作用机制[D]. 南京:南京中医药大学,2020.

[57] 潘巧虹,周影,颜卫文,等. 白头翁皂苷 D 通过调控 circ_0001178/miR-885-5p 对甲状腺癌细胞的生物学行为的影响[J]. 河北医药,2024,46(9):1296-1300.

[58] 吴松涛. 秦皮抗肿瘤活性成分筛选及其抑制 Warburg 效应的分子机制研究[D]. 武汉:湖北中医药大学,2022.

[59] 高兴华. 小檗碱增强吉西他滨在膀胱癌中的抗肿瘤作用及机制研究[D]. 济南:山东大学,2023.

[60] 段强军,戴一,黄茸茸,等. 基于网络药理学和动物实验探讨白头翁汤通过 IL-23/IL-17 轴对外阴阴道念珠菌病的治疗作用[J]. 中国医院药学杂志,2024,44(13):1513-1519.

[61] LI X, SONG Y, WANG L, et al. A potential combination therapy of berberine hydrochloride with antibiotics against multidrug-resistant acinetobacter baumannii[J]. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, 2021,11:660431.

[62] 刘丽梅,王瑞海,陈琳,等. 不同基原秦皮、香豆素单体抗菌作用对比研究[J]. 中国中医药信息杂志,2009,16(5):39-42.

[63] 云云,姜晶晶,王亚东,等. 白头翁汤正丁醇提取物主要组分对中性粒细胞趋化抑制作用的比较研究[J]. 中国中药杂志,2021,46(16):4201-4207.

[64] DENG L R, HAN Q, ZOU M, et al. Identification of potential immunomodulators from Pulsatilla decoction that act on therapeutic targets for ulcerative colitis based on pharmacological activity, absorbed ingredients, and in-silico molecular docking[J]. Chinese medicine. 2022,17(1):132.

[65] 谭小青,丘海芯,高红伟,等. HPLC MS/MS 法同时测定白头翁汤中 13 种成分及其配伍前后含量变化[J]. 中成药,2023,45(9):2832-2838.

[66] 夏娜,邓雁如,肖婷婷. 白头翁和黄连不同配比下有效成分溶出量和量效关系的研究[J]. 中国医药指南,2013,11(20):478-479,481.

[67] 杨卫贤,杭玉秋,毛文学. 白头翁汤中药物配伍对化学成分的影响[J]. 中国中药杂志,1991,16(10):604-605.

[68] 张启迪,张慧,邹明,等. 白头翁汤提取工艺的研究及薄层鉴别优化[J]. 中国兽医杂志,2014,50(10):79-82.

[69] 徐倩倩,王艳萍,王学艳,等. 白头翁汤中秦皮甲素、秦皮乙素、秦皮素和秦皮苷同时检测高效液相色谱法的建立及各药味对其溶出的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医,2018(5):191-195.

[70] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 北京:中国医药科技出版社,2020:108,282-283,316-318.

[71] 宣颖超,吴洁,张涛,等. RP-HPLC 法同时测定白头翁汤中盐酸小檗碱、盐酸药根碱、盐酸巴马汀的含量[J]. 中兽医医药杂志,2011,30(3):28-31.

[72] 何燕飞,闫先超,康佑汐,等. RP-HPLC 法同时测定白头翁汤中 8 种成分[J]. 中成药,2016,38(9):1943-1947.

[73] 何琼姿. 基于亮氨酸调控 mTORC1 通路探讨白头翁汤防治溃疡性结肠炎的作用机制[D]. 南京:南京中医药大学,2023.

[74] 钱江平. 白头翁及同属混伪品资源调查及其鉴别与质量评价研究[D]. 合肥:安徽中医药大学,2018.

[75] 丘海芯,甘金月,王宝林,等. 仲景名方白头翁汤的指纹图谱及功效关联物质预测分析[J]. 中草药,2022,53(6):1740-1750.

[76] 黄春跃,杨义芳,唐博雅,等. 白头翁汤颗粒剂指纹图谱与组方药材及其提取物的相关性[J]. 中国医药工业杂志,2013,44(2):175-179.