

# 枸杞子活性成分药理作用研究进展

苏保洲

(张家港市中医医院, 江苏张家港 215600)

**摘要** 枸杞子富含枸杞多糖、枸杞总黄酮、类胡萝卜素等多种活性成分。研究表明枸杞子活性成分能保护视功能;改善生殖能力;保护神经细胞,防治神经系统疾病,通过调节神经递质和激素水平以抗抑郁;多环节多靶点防治糖尿病及其并发症;防治肝病,抗肿瘤,保护肺肾;对抗骨质疏松,保护骨关节;清除自由基,抗氧化,调节免疫,延缓衰老。但枸杞子活性成分的上述药理作用源自实验结果和临床总结,且是多种成分的综合性作用,缺乏系统性、针对性和精准性。下一步应进行全方位系统规划,多学科多单位密切配合,只有明晰枸杞子的活性成分、作用靶点、作用路径、作用机制,才能精准高效地发挥枸杞子的治疗效用。

**关键词** 枸杞子;活性成分;药理作用;综述

枸杞子在我国已有2500多年的应用历史,首见于《神农本草经》,云其久服能坚筋骨、轻身不老。枸杞子为茄科植物宁夏枸杞(*Lycium barbarum* L.)的干燥成熟果实,味甘,性平,归肝、肾经,有滋肝补肾、益精明目的功效,可用于虚劳精亏、腰膝酸痛、眩晕耳鸣、阳痿遗精、内热消渴、血虚萎黄、目昏不明<sup>[1]</sup>。本文收集整理近4年来枸杞子的研究文献,探讨枸杞子及其活性成分的药理作用。

## 1 枸杞子的活性成分

枸杞子富含枸杞多糖(LBP)、枸杞总黄酮(TFLB)。LBP是以木糖、葡萄糖、鼠李糖、阿拉伯糖、半乳糖、甘露糖和半乳糖醛酸组成的杂多糖或蛋白质组成的复合多糖为主的水溶性多糖,具有抗氧化、抗肿瘤、抗辐射、调节免疫、减轻炎症等作用。TFLB有清除自由基、降血脂、降血糖、抗衰老、治疗心脑血管疾病等功效。枸杞子含有丰富的色素类物质,主要成分是脂溶性类胡萝卜素类化合物。游离类胡萝卜素包括 $\beta$ -胡萝卜素、 $\beta$ -隐黄质和玉米黄质;类胡萝卜素脂肪酸酯主要为玉米黄质双棕榈酸酯、玉米黄质单棕榈酸酯和 $\beta$ -隐黄质棕榈酸酯。类胡萝卜素是营养性抗氧化剂,还有保肝作用。枸杞子还含有糖脂类、苯丙素类、绿原酸类衍生物、醌类、萜类、含氮类化合物、氨基酸、维生素、花青素、矿物质、微量元素等。根据枸杞子的网络药理学研究,收集到枸杞子活性成分45个,靶点203个,通路119条,主要涉及肿瘤坏死因子(TNF)信号通路、低氧诱导因子信号通路等和癌症、乙肝、白血病等疾病通路<sup>[2]</sup>。

## 2 枸杞子活性成分的药理作用

**2.1 保护视功能** 枸杞子中的类胡萝卜素类即玉米黄质、叶黄素、 $\beta$ -胡萝卜素和LBP、TFLB、甜菜碱等多种生物活性成分,具有协同保护视力的作用。胡萝卜素在人体内转换成维生素A,主要包括视黄醇、视黄醛和视黄酸3种分子形态,视黄醛与视蛋白结合形成视紫红质,在弱光的作用下视紫红质转变成其同分异构体,产生暗视力。胡萝卜素能有效调节视神经,促进视网膜内视紫红质的合成或再生,维持机体的正常视力。枸杞子提取物对视网膜光损伤有保护作用。LBP通过抗氧化,稳定血眼屏障,调节神经免疫,发挥保护视神经的作用。LBP能激活视网膜相关因子2和血红素加氧酶-1的蛋白信号通路,改善糖尿病(DM)大鼠视网膜的氧化应激状态,保护视网膜神经细胞<sup>[3]</sup>;LBP通过升高视网膜抑凋亡基因Bcl-2 mRNA和蛋白的表达水平,降低视网膜细胞Caspase(凋亡蛋白酶)基因-3Bax mRNA和蛋白表达水平,从而减少视网膜神经节细胞凋亡,以防治糖尿病视网膜病变<sup>[4]</sup>;枸杞子的潜在作用靶点在晚期糖基化终末产物(AGE)及其受体(RAGE)协同的AGE-RAGE信号通路和细胞衰老信号通路上大量聚集,以抑制糖尿病视网膜病变由非增生期向增生期的进展<sup>[5]</sup>。LBP通过提高晶状体的抗氧化功能,促进晶状体上皮细胞热休克蛋白27的表达,从而降低DM性白内障大鼠的晶状体混浊度<sup>[6]</sup>;LBP通过调节RAGE表达和淀粉样蛋白的产生,介导视网膜神经胶质细胞活动,维护血-视网膜屏障,提高神经元存活率,进而保护急性高血压小鼠的视网膜神经元和血管<sup>[7]</sup>。枸杞子中

的36个活性成分和10个基因的关键靶点,通过调控信号网络,或作用于虹膜色素上皮(IPE)细胞与视网膜色素上皮(RPE)细胞的差异性基因表达谱,促进IPE细胞分化为RPE细胞,对视网膜色素变性有治疗作用<sup>[8]</sup>。枸杞子中的88个活性成分通过调控血管内皮生长因子A、白介素(IL)-8、IL-6、TNF、基质金属蛋白酶(MMP)-9等靶点,参与氧化应激、炎症反应等生物学过程,影响AGE-RAGE、IL-17等信号通路,改善年龄相关性黄斑变性<sup>[9]</sup>。

**2.2 改善生殖能力** 枸杞子及其活性成分能通过调节下丘脑-垂体-性腺轴和微量元素代谢,以保护生殖系统。枸杞汁能升高成年男性血清睾酮浓度,改变睾酮/皮质醇比值水平,从而提高成年男性性欲、勃起功能和性交满意度,增强成年男性的性功能和总体满意度。LBP通过抗氧化应激、清除自由基,抑制细胞凋亡,增强细胞免疫,调节激素平衡,发挥修复男女性腺损伤的作用;LBP能显著增加白消安生精障碍模型小鼠的生精干细胞、附睾精子质量和睾丸精子生成量<sup>[10]</sup>;LBP能提高精子数量及活动度、肾阳虚大鼠的性激素水平,改善肾阳虚大鼠的生殖功能<sup>[11]</sup>;LBP能保护DM大鼠阴茎海绵体的氧化应激损伤,明显改善内皮功能,提高勃起能力,对勃起功能障碍有治疗作用<sup>[12]</sup>。

**2.3 防治神经系统疾病** 枸杞子水提物能保护神经元细胞免受A $\beta$ 淀粉样蛋白神经毒性的影响,减弱同型半胱氨酸诱导的神经元细胞死亡,发挥抗衰老、保护神经和抗阿尔茨海默病的作用。LBP通过下调TNF- $\alpha$ 、核因子(NF)- $\kappa$ B、Caspase-9基因转录活性及Bax蛋白表达,增强I- $\kappa$ B $\alpha$ (抑制性核因子)基因转录活性及Bcl-2蛋白表达,抑制缺氧缺氧损伤诱导的神经细胞凋亡的发生<sup>[13]</sup>;LBP能降低帕金森病(PD)小鼠脑氧化应激损伤,保护黑质致密部多巴胺能神经元<sup>[14]</sup>。枸杞子中的一种酸性杂多糖LFP-1具有神经营养和神经保护作用,对1-甲基-4-苯基吡啶离子(MPP+)诱导的PD模型PC12细胞神经毒性具有明显的保护作用,在PC12细胞体外模型中能促进神经元的分化和突起生长,可用于防治PD的神经退行性病变<sup>[15]</sup>。LBP能干预DM认知功能障碍的多种发病机制,从而改善老年痴呆动物模型的学习记忆障碍<sup>[16]</sup>。枸杞子-五味子药对的活性成分通过多成分、多靶点、多通路调控机体类固醇激素代谢、神经递质代谢、中枢神经系统调节和免疫调节,以治疗注意缺陷多动障碍<sup>[17]</sup>。LBP通过抗感染、增强抗氧化应激、保护海马神经元细胞,从而提高癫痫大鼠的学习记忆能力<sup>[18]</sup>。LBP能保护周围神经,通过提高DM大鼠脊髓神经中热休克蛋白B8,促进自噬,进而缓解DM神经病理性疼痛<sup>[19]</sup>。

**2.4 抗抑郁** 抑郁症是以显著而持久的情感低落、思维迟缓和精神运动性抑制三大症状为基本特征,伴失眠焦虑甚至出现自杀倾向的精神疾患。枸杞子能明显改善抑郁大鼠的行为学,调节抑郁大鼠下丘脑-垂体-肾上腺轴的功能,使抑郁大鼠血清中皮质醇含量明显下降,减低大鼠海马区谷氨酸受体的表达水平,从而保护海马神经元<sup>[20]</sup>。枸杞子甲醇提取物能降低焦虑和抑郁水平,对女性的作用超过男性<sup>[21]</sup>。

**2.5 保肝** 枸杞子通过刺激人体内源性因子来增加抗氧化活性,提升抗氧化酶的活力,减少脂质过氧化物的发生,保护肝细胞膜,从而提高机体能量储备,有利于抵御外来物质对肝脏的损害。LBP对化学性肝损伤、乙醇诱导的肝细胞损伤有修复和保护效应<sup>[22]</sup>;LBP还能降低非酒精性脂肪肝(NAFLD)大鼠的脂代谢紊乱程度,降低肝脏氧化应激水平<sup>[23]</sup>。枸杞子提取物通过抑制肝组织ROR $\gamma$ t(转录因子)基因表达,降低外周血辅助性T细胞(Th)17细胞含量,升高调节性T细胞(Treg)含量,调整Th17/Treg的平衡,从而抑制非酒精性脂肪肝的发生和发展<sup>[24]</sup>。

**2.6 保护肾脏** LBP对乙醇诱导的小鼠酒精性肾脏损伤有保护作用<sup>[25]</sup>;LBP能减轻DM大鼠早期肾组织损伤,明显改善糖尿病肾病(DN)兔足细胞的凋亡情况,减少足突的融合和基底膜的增厚,拮抗DM所导致的nephrin蛋白(足细胞间裂隙膜之结构蛋白)表达的下降,防治DN<sup>[26]</sup>;LBP能够改善单侧输尿管梗阻(UUO)大鼠肾组织的病理损伤,减少丙二醛(MDA)的释放,提高超氧化物歧化酶(SOD)水平,减轻UUO大鼠肾脏组织中的氧化应激状态<sup>[27]</sup>。LBP能降低炎症因子、TNF- $\alpha$ 及IL-1 $\beta$ 含量,升高肾组织SOD活性,降低MDA含量,改善因缺血-再灌注引起的大鼠肾组织损伤<sup>[28]</sup>。

**2.7 肺保护** LBP能抑制肺部炎症反应,减轻氧化应激,减少细胞凋亡,缓解急性呼吸窘迫综合征肺微血管内皮屏障的损伤<sup>[29]</sup>;LBP能调节硫酸铍致人胚肺成纤维细胞凋亡相关蛋白及原癌基因的表达<sup>[30]</sup>;LBP通过抑制I型胶原和 $\alpha$ 平滑肌肌动蛋白等基因的表达,降低肺组织羟脯氨酸(HYP)的含量,从而抑制小鼠肺纤维化的发展<sup>[31]</sup>。

**2.8 防治糖尿病,改善代谢** LBP的主要组分甘露糖及其潜在靶标代谢物肌醇,能改善葡萄糖转运蛋白4的表达水平,提高外周细胞对葡萄糖的摄取,肌醇还能上调葡萄糖激酶表达水平,提高胰岛素敏感性,改善葡萄糖代谢<sup>[32]</sup>;LBP通过弱化巨噬细胞 $\kappa$ B抑制蛋白磷酸化,抑制细胞核因子NF- $\kappa$ B核转位,从而抑制髓样分化因子88基因敲除小鼠2型糖尿病模型的部分促炎症因子<sup>[33]</sup>。TFLB能延缓血糖升高速度,调节血脂代

谢紊乱,明显保护DM大鼠胰岛功能,进而改善大鼠的胰岛素抵抗<sup>[34]</sup>;TFLB能改善高血糖对血管内皮细胞的损伤,调节血管损伤相关因子的含量改变,延缓DM及其并发症的进展<sup>[35]</sup>。枸杞子乙酸乙酯提取物能明显降低肥胖大鼠氧化应激和炎症反应,降低MDA、TNF- $\alpha$ 、IL-1 $\beta$ 、IL-6水平,提高SOD、过氧化氢酶和谷胱甘肽过氧化物酶活性,显著降低体重和血脂水平,降低血清胰岛素和葡萄糖水平,发挥抗肥胖的作用<sup>[36]</sup>。

2.9 抗肿瘤 网络药理学“化合物-预测靶点”研究表明,枸杞子中发挥抗癌作用的活性化合物有22个,可直接作用的抗癌靶点有6个,京都基因与基因组百科全书通路共28条,涉及癌症通路、炎症通路和免疫通路等<sup>[37]</sup>。LBP能够抑制肝癌组织细胞增殖,促进细胞凋亡<sup>[38]</sup>。GRIN3A(NMDA受体3A)基因具有成为前列腺癌靶向治疗位点的潜能,其在枸杞子对前列腺癌的治疗机制中发挥重要作用<sup>[39]</sup>。

2.10 骨关节保护 枸杞子提取物能有效调节骨质疏松大鼠体内的细胞因子,缓解大鼠骨分解情况,达到治疗骨质疏松的目的<sup>[40]</sup>。LBP能抑制骨性关节炎中抗人CD151(单克隆抗体)和MMP-3的高表达,从而减缓骨性关节炎的发生<sup>[41]</sup>。含LBP的血清能增加经成骨诱导的骨髓间充质干细胞的成骨活性和矿化能力<sup>[42]</sup>。

2.11 抗氧化 枸杞子中原花青素和TFLB都有很强的抗氧化活性<sup>[43]</sup>。枸杞子发酵液能清除细胞内活性氧自由基的含量<sup>[44]</sup>。LBP可通过抗氧化和抗凋亡,对过氧化氢所致的主动脉血管内皮细胞损伤发挥保护作用<sup>[45]</sup>。

2.12 调节免疫 LBP能降低坐骨神经损伤小鼠的机体免疫反应,进而促进受损神经的功能恢复<sup>[46]</sup>;LBP-X能激活单核细胞,并能增强单核细胞的抗原呈递功能<sup>[47]</sup>。

2.13 延缓衰老 枸杞子能通过清除自由基,显著增加SOD、过氧化氢酶和谷胱甘肽过氧化物酶水平,增加HYP含量,降低MDA,发挥延缓衰老的作用<sup>[48]</sup>。LBP能提高大脑皮层抗氧化酶活性,抑制海马神经元老化,从而改善衰老小鼠的学习记忆能力<sup>[49]</sup>;LBP可通过提高衰老皮肤抗氧化酶的活性,降低氧化产物含量,进而延缓皮肤衰老<sup>[50]</sup>。

### 3 结语

综上,枸杞子对多系统多种疾病有效。如《药性论》所言:“枸杞能补精气,治多种不足,能使颜面光泽,白发变黑,并能明目安神,使人长寿。”但综合分析枸杞子的研究现状,其药理作用大多源自实验结果和临床总结,而且是多种成分的综合性作用,缺乏系统性、针对性和精准性。如何让枸杞子与现代医学融为一体,精准高效地发挥作用,需要全方位系统规划,多学科、多单位协作,将活性成分提取、药

理研究、动物实验和临床应用相结合,通过大样本观察、大数据分析,明晰枸杞子的活性成分与优化组合、作用靶点、作用路径、作用机制,进一步挖掘优势制剂,提升枸杞子治疗“虚劳精亏”的效用,更大程度地发挥枸杞子在养生、防病、治病方面的作用。

### 参考文献

- [1] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:2020年版.一部[M].北京:中国医药科技出版社,2020:260.
- [2] 谭真真,刘颖,马丽杰.基于网络药理学的枸杞子药理作用及其机制研究[J].中国医药导刊,2020,22(1):28.
- [3] 潘虹,施真,杨泰国,等.枸杞多糖对糖尿病大鼠视网膜神经元的保护作用及其机制[J].中国应用生理学杂志,2019,35(1):55.
- [4] 王海彬,董志军,郭立涛,等.枸杞多糖对糖尿病大鼠视网膜caspase-3、Bcl-2和Bax表达的影响[J].中国老年学杂志,2019,39(20):5070.
- [5] 柯坤茂,安美霞.基于网络药理学分析黄芪与枸杞子在糖尿病视网膜病变中的作用[J].眼科新进展,2020,40(12):1119.
- [6] 刘求红,张梅珍,余杨桂,等.枸杞多糖对糖尿病性白内障大鼠晶状体上皮细胞热休克蛋白27表达及氧化应激产物的影响[J].中国临床药理学杂志,2018,34(7):831.
- [7] MI X S, FENG Q, LO A C Y, et al. Lycium barbarum polysaccharides related RAGE and A $\beta$  levels in the retina of mice with acute ocular hypertension and promote maintenance of blood retinal barrier[J]. Neural Regen Res, 2020, 15(12):2344.
- [8] SONG H P, ZENG M Y, CHEN X J, et al. A network pharmacology approach to uncover the molecular targets and associated potential pathways of lycii fructus for the treatment of retinitis pigmentosa[J]. Digital Chinese Medicine, 2019, 2(3):136.
- [9] 郑慧丽,曹程,王颖异,等.基于“成分-靶点-通路”的枸杞子调控年龄相关性黄斑变性作用机制研究[J].中草药,2021,52(4):1039.
- [10] 周贤伟,暴国,王尚明,等.枸杞多糖对生精障碍模型小鼠生精能力作用的研究[J].中华生殖与避孕杂志,2017,37(7):566.
- [11] 南亚昀,李卿慧,赵飞,等.枸杞多糖对肾虚大鼠勃起功能及性激素的影响[J].山西中医,2019,35(8):52.
- [12] 戴锋,鞠文.枸杞多糖对糖尿病大鼠阴茎海绵体氧化应激损伤的保护作用[J].国际泌尿系统杂志,2018,38(4):617.
- [13] 马琳,张蓓,胡秀娟,等.枸杞多糖对小鼠海马神经元细胞系缺糖缺氧损伤保护作用及机制研究[J].药物评价研究,2020,43(4):683.
- [14] 陈浩,张皓洁,师亮,等.枸杞多糖对帕金森病小鼠的抗氧化作用和神经保护效应[J].中国神经精神疾病杂志,2018,44(10):613.

- [15] ZHANG F, ZHANG X, GUO S, et al. An acidic heteropolysaccharide from *Lycii fructus*: Purification, characterization, neurotrophic and neuroprotective activities in vitro[J]. *Carbohydr Polym*, 2020, 249: 116894.
- [16] 杜欣同, 刘波, 李晓秀. 枸杞多糖对糖尿病认知功能障碍干预作用的探讨[J]. *医学综述*, 2017, 23(16): 3281.
- [17] 吴静静, 邓家琳, 于庆洋, 等. 基于网络药理学对枸杞子-五味子治疗注意缺陷多动障碍的机制探究[J]. *世界中医药*, 2021, 16(3): 397.
- [18] 陈博, 宋小娜, 宋彦, 等. 枸杞多糖对癫痫大鼠学习记忆能力的影响及抗氧化应激作用[J]. *中国中医药科技*, 2020, 27(2): 204.
- [19] 刘思阳, 马巧丽, 李艳萍, 等. 枸杞多糖通过调节热休克蛋白B8介导的自噬改善糖尿病神经病理性疼痛的研究[J]. *中国糖尿病杂志*, 2020, 28(5): 373.
- [20] 李龙龙, 周亚兰, 高丽娟, 等. 补肾药抗抑郁的研究进展[J]. *中医研究*, 2020, 33(8): 73.
- [21] 孙文丽, Mohamad Hesam ShahraJabian, 程奇. 枸杞化学成分及药用价值国外研究现状[J]. *中医药信息*, 2020, 37(3): 116.
- [22] 李永盛, 王茂鹤, 刘建飞, 等. 枸杞多糖对乙醇诱导肝细胞损伤的保护作用研究[J]. *天然产物研究与开发*, 2020, 32(4): 549.
- [23] 郭怡琼, 吴琼, 吴雅婷, 等. 枸杞多糖和有氧运动对大鼠非酒精性脂肪肝的干预效果及其机制研究[J]. *上海交通大学学报(医学版)*, 2020, 40(1): 30.
- [24] 崔桂玉, 白剑, 苗兰英, 等. 枸杞子对非酒精性脂肪肝辅助性T细胞17和相关细胞因子的影响[J]. *中国临床药理学杂志*, 2020, 36(3): 309.
- [25] 魏芬芬, 王文娟, 张波. 枸杞多糖对酒精性肝损伤小鼠肾脏的保护作用[J]. *癌变·畸变·突变*, 2019, 31(2): 148.
- [26] 张晓速, 常玲玲, 王颖. 枸杞多糖对糖尿病肾病足细胞形态结构和nephrin蛋白的影响研究[J]. *临床和实验医学杂志*, 2018, 17(4): 358.
- [27] 周欢, 田娜, 吴丽华, 等. 枸杞多糖缓解单侧输尿管梗阻模型大鼠肾损伤及氧化应激反应[J]. *中华肾脏病杂志*, 2018, 34(5): 377.
- [28] 董付存, 单铁英, 栗志英, 等. 枸杞多糖对大鼠肾缺血-再灌注后血清中TNF- $\alpha$ 和IL-1 $\beta$ 含量的影响[J]. *职业与健康*, 2019, 35(3): 313.
- [29] 李雯, 陈兰, 戚迪, 等. 枸杞多糖通过Akt/eNOS通路减轻LPS致ARDS小鼠肺损伤[J]. *中国药理学通报*, 2018, 34(9): 1258.
- [30] 王和静, 周慈, 张娜, 等. 枸杞多糖对硫酸铍致人胚肺成纤维细胞bcl-2、bax及c-fos表达的影响[J]. *宁夏医科大学学报*, 2017, 39(1): 14.
- [31] 刘舵, 董玲娟, 雷婷, 等. 枸杞多糖对博来霉素致肺纤维化小鼠的干预作用及其机制[J]. *医学研究生学报*, 2016, 29(9): 918.
- [32] 史湘铃, 夏惠, 许登峰, 等. 枸杞多糖主要组分甘露糖及其潜在靶标代谢物肌醇对小鼠胰岛 $\beta$ -TC6细胞的影响[J]. *卫生研究*, 2020, 49(3): 458.
- [33] 王凌霄, 刘婷婷, 杨晓辉, 等. 枸杞多糖对髓样分化因子88基因敲除小鼠2型糖尿病模型炎症因子的影响[J]. *上海交通大学学报(医学版)*, 2019, 39(2): 136.
- [34] 王伟, 尚佳, 廖国玲, 等. 枸杞总黄酮提取物对2型糖尿病大鼠血糖、血脂的影响[J]. *中国医院药学杂志*, 2017, 37(1): 17.
- [35] 王伟, 尚佳, 楚元奎. 枸杞总黄酮提取物对2型糖尿病大鼠血管内皮细胞的保护作用[J]. *重庆医学*, 2017, 46(32): 4481.
- [36] WANG Y, SU H, YUAN J C, et al. Antiobesity effects of lycii fructus in high-fat diet/fructose-induced obese rats[J]. *Phcog Mag*, 2020, 16(68): 87.
- [37] 韩星, 李雪岩, 杨海洋, 等. 基于网络药理学方法研究枸杞子抗癌作用机制[J]. *中国医院药学杂志*, 2020, 40(5): 522.
- [38] 韩永红, 刘兴祥. 枸杞多糖促进大鼠肝癌组织细胞的凋亡[J]. *现代食品科技*, 2020, 36(2): 7.
- [39] 王庆哲, 张恩崇, 宋永胜. 基于对枸杞、姜黄、甘草的生物信息学分析探究GRIN3A在前列腺癌中的治疗意义[J]. *实用药物与临床*, 2020, 23(1): 14.
- [40] 侯娜, 孙晓娟. 枸杞提取物对骨质疏松症大鼠的改善作用[J]. *现代食品科技*, 2019, 35(11): 37.
- [41] 赵飞, 丁冬, 巩凡, 等. 枸杞多糖干预膝关节炎模型兔关节软骨组织CD151和基质金属蛋白酶3的表达[J]. *中国组织工程研究*, 2020, 24(17): 2648.
- [42] 王雨, 苗永霸, 王银, 等. 枸杞多糖含药血清对大鼠骨髓间充质干细胞成骨诱导过程及Wnt信号通路的影响[J]. *宁夏医科大学学报*, 2017, 39(5): 525.
- [43] 黄婷, 周璐, 梅婵, 等. 枸杞中原花青素和总黄酮的抗氧化活性研究[J]. *生物化工*, 2020, 6(1): 72.
- [44] 张瑞雪, 崔欣悦, 马勇, 等. 枸杞发酵液抗氧化和免疫调节作用研究[J]. *食品研究与开发*, 2019, 40(10): 55.
- [45] 吴伟, 薛姝婧, 朱玲勤, 等. 枸杞多糖通过抗氧化及抗凋亡作用对过氧化氢致血管内皮细胞损伤的保护作用研究[J]. *时珍国医国药*, 2019, 30(5): 1047.
- [46] 程爱佳, 李光华, 韩梅. 枸杞多糖对坐骨神经损伤小鼠淋巴细胞增殖转化能力及血清IL-2与IL-12含量的影响[J]. *临床医学工程*, 2019, 26(10): 1337.
- [47] 钱坤, 王松姣, 黄雅君, 等. 枸杞多糖调节单核细胞功能探讨[J]. *湖北中医药大学学报*, 2019, 21(3): 15.
- [48] 郭曼萍, 赵俊男, 施伟丽, 等. 枸杞延缓衰老的研究进展[J]. *中医药导报*, 2019, 25(12): 124.
- [49] 刘青, 李永, 盛世美, 等. 枸杞多糖改善衰老小鼠学习记忆的作用[J]. *兰州大学学报(医学版)*, 2020, 46(3): 38.
- [50] 王彩霞. 枸杞多糖对衰老小鼠皮肤组织总抗氧化能力及脂褐质的影响[J]. *中国民族民间医药*, 2020, 29(6): 7.

第一作者: 苏保洲(1963—), 男, 本科学历, 副主任医师, 主要从事中西医结合诊治心脑血管病研究。1421032329@qq.com

收稿日期: 2021-09-22

编辑: 吴宁 张硕秋