

中药黄芪的化学成分及药理作用研究进展

聂娟, 谢丽华, 马港圆, 林兴丽, 钟良, 赵毅锦, 唐标

(湖南中医药大学, 湖南长沙, 410208)

[关键词] 黄芪; 化学成分; 药理作用; 综述; 学术性

[中图分类号] R282.71 [文献标识码] A DOI:10.16808/j.cnki.issn1003-7705.2018.07.095

黄芪, 又名黄耆、绵黄耆、箭芪。药用黄芪为豆科植物黄芪或内蒙古黄芪的根, 味甘性微温, 归脾、肺经^[1], 具有补气升阳、固表止汗、利水消肿、生津止渴、行滞通痹、托毒排脓、敛疮生肌之功效^[2]。临床上常用于治疗脾肺气虚所致之气虚乏力、咳喘气短、表虚自汗、中气下陷所致之久泻脱肛、内脏下垂、脾虚水湿失运导致的尿少水肿、气血不足所致的痈疮内陷、脓成不溃及久溃不敛、内热消渴、中风后遗症等疾病。现代医学分析黄芪所含主要的化学成分为黄芪多糖类、皂苷类、黄酮类化合物等, 具有免疫调节、抗感染、抗氧化、抗病毒、抗肿瘤作用、降血糖和双向调节血压及多种脏器保护等多种作用。本文对近年来黄芪的化学成分及药理作用研究进展综述如下。

1 化学成分

1.1 黄芪多糖 近年来对黄芪多糖 (Astragalus Polysaccharides, APS) 的化学成分进行了大量研究并取得了一定的进展。黄芪多糖主要有葡聚糖和杂多糖。其中葡聚糖又分为水溶性葡聚糖和水不溶性葡聚糖, 分别是 $\alpha(1\rightarrow4)$ (1 $\rightarrow$ 6) 葡聚糖和 $\alpha(1\rightarrow4)$ 葡聚糖。黄芪中所含的杂多糖多为水溶性酸性杂多糖, 主要由葡萄糖、鼠李糖、阿拉伯糖和半乳糖组成, 少量含有糖醛酸, 由半乳糖醛酸和葡萄糖醛酸组成; 而有些杂多糖仅由葡萄糖和阿拉伯糖组成^[3]。研究表明: 黄芪多糖具有显著的抗感染活性^[4], 还可通过影响机体的免疫调节特性发挥抗肿瘤作用^[5]。

1.2 黄酮类化合物 黄酮类化合物 (Astragalus Flavonoids, AFS) 是黄芪的又一活性部分, 多达 30 种余。迄今已从黄芪属植物中分离得到黄酮 (5 种)、异黄酮 (12 种)、异黄烷 (12 种) 和紫檀烷 (4 种)、二氢异黄酮、紫檀烷等 6 大类, 主要有山奈酚、槲皮素、异鼠李素、鼠李异柠檬素、熊竹素、芒柄花素、毛蕊异黄酮、二甲氧基异黄酮、异黄烷苷、二甲氧基二氢异黄酮、红芪木脂素、异甘草素、二甲氧基异黄烷、二异戊烯基异黄酮等 30 多种^[6]。李瑞芬等^[7]还首次从蒙古黄芪属中分离得到 5,7,4'-三羟基异黄酮和 4,2',4'-三羟基查尔酮。黄芪黄酮类物质主要具有清除氧自由基、抗辐射损伤、增强免疫等作用, 对病毒性心肌炎亦有较好的心脏保

护作用。

1.3 皂苷类化合物 皂苷类化合物 (Astragalus Membranaceus Saponins, AMS) 是黄芪中重要的有效成分之一, 随着分离提取、结构鉴定技术的发展, 已经先后从膜荚黄芪和蒙古黄芪及其同属近缘植物中分离出 40 多种三萜皂苷类化合物, 主要有黄芪皂苷 I-VIII、乙酰基黄芪皂苷、异黄芪皂苷 I-IV、大豆皂苷等四大类^[8]。黄芪皂苷 IV (亦称黄芪甲苷) 是 AMS 主要的有效成分, 含量最高, 因此黄芪甲苷常作为黄芪药材的定性定量指标^[9]。目前已分离出的黄芪皂苷除 Soyasaponin I, Astragaloside VIII 以及大豆皂苷元 (Soyasapogenol) B 为苷元之外, 其余均以 9,19-环羊毛甾烷型的四环三萜为苷元。黄芪皂苷具有强心、降胆固醇、抗抑郁、抑菌作用以及免疫调节活性^[10]。

1.4 其他成分 黄芪中还有氨基酸、蛋白质、核黄素、叶酸、维生素 D、甾醇类物质、胡萝卜苷、咖啡因、绿原酸、麻酸、亚油酸、甜菜碱、羽扇豆醇、正十六胆碱、香豆素、尼克酸、维生素 P、淀粉 E 及微量元素等多种成分, 所含微量元素包含铁、镁、钙、铜、锰、锌等^[11]。

2 药理作用

2.1 免疫调节活性

2.1.1 固有免疫 固有免疫又称非特异性免疫, 主要是机体第二道防线淋巴细胞和单核巨噬细胞系统中的各种巨噬细胞产生的非针对某种特定的病原体的防御功能。溶菌酶是天然免疫系统中的体液成分之一。研究表明甘草和 1% 黄芪合剂可显著增加溶菌酶活性、降低超氧化物歧化酶 (SOD) 和过氧化氢酶 (CAT) 活性, 并增加谷胱甘肽过氧化物酶 (GPx) 和脂质过氧化物酶 (LPx) 活性, 从而提高黄鲈鱼的免疫调节功能^[12]。此外, 张峰等^[13]研究表明黄芪多糖与黄芪甲苷可增加小鼠体内的巨噬细胞吞噬结核杆菌的 TB-DNA 拷贝数以及上清液中 IFN- γ 和 IL-1 β 的含量。故提示黄芪及其组分可破坏机体第二道防线淋巴细胞和单核巨噬细胞系统从而调节机体的固有免疫作用。

2.1.2 体液免疫 机体的特异性体液免疫系统是一个抵御异物抗感染, 从而使机体免于患病的一个重要屏障。黄芪

基金项目: 湖南中医药大学研究性学习和创新性实验计划项目 (编号: 2016-22)

第一作者: 聂娟, 女, 医学硕士, 助理实验师, 研究方向: 心脑血管疾病中医药防治的实验研究

通讯作者: 唐标, 男, 副教授, 研究方向: 心脑血管疾病中医药防治的实验研究, E-mail: 195942654@qq.com

可升高机体抗体和补体含量增强机体的体液免疫作用。赵晓峰等^[14]对免疫功能低下的小鼠连续给药10d后,通过检查动物血清溶血素结果显示试验组溶血素均高于模型组,提示给予免疫功能低下的小鼠一定剂量的黄芪注射液可提高其对山羊红细胞的体液免疫应答能力。腹腔注射黄芪有效成分可以促进特异抗体水平的提高,在体内黄芪组分能提高荷瘤鼠及环磷酰胺免疫抑制鼠的免疫功能,提示黄芪具有广泛的免疫增强作用^[15]。

2.1.3 细胞免疫 黄芪含有的主要成分可使免疫细胞活化、增殖分化为效应细胞,并产生多种细胞因子,间接或直接杀伤靶细胞来发挥细胞免疫作用,这种作用以提高T淋巴细胞功能为主。陆鹏等^[16]对HAART治疗的免疫无应答的艾滋病患者加用中药黄芪联合治疗1年,结果显示黄芪可提高患者的CD4⁺T淋巴细胞功能,对艾滋病患者的细胞免疫重建有积极作用。黄芪多糖能多条途径提高机体免疫功能,通过显著提高机体产生 γ 干扰素(IFN- γ)和白细胞介素-2(IL-2)的能力,增加T淋巴细胞、巨噬细胞的数量,同时可减少T淋巴细胞中CD8⁺亚群的数量,上调CD4⁺/CD8⁺亚群的比例等途径提高机体免疫调节活性^[17]。

2.2 抗感染 肾纤维化以炎症细胞浸润为特征,通过采用单侧输尿管梗阻模型体内诱导方法研究黄芪甲苷对肾纤维化的改善作用,结果表明黄芪甲苷可显著减少细胞外基质的积累和炎性细胞的浸润,抑制促炎性细胞因子,也可通过抑制体内体外的TLR4和核因子NF- κ B信号通路抑制炎症反应^[18]。黄芪多糖可降低NF- κ B的磷酸化活性、下调TNF- α ,IL-1 β ,IL-6,IL-17的表达和过氧化物酶的活性,对肠炎性疾病有较好的治疗效果^[4]。此外,黄芪总黄酮亦可通过调节核因子NF- κ B信号通路抑制炎症反应^[19]。黄芪主要成分对体内、体外的炎症反应都具有一定的抑制作用,其作用机制及途径多样,进一步深入研究该作用对开发黄芪临床运用具有很好的前景。

2.3 抗氧化 氧化应激是机体遭受各种有害刺激时,体内高活性分子产生过多,氧化系统和抗氧化系统失衡,从而导致组织损伤。自由基产生的脂质过氧化反应而导致的疾病已经成为较严重的问题,防止脂质过氧化对细胞内生物大分子破坏作用一直引起高度重视。黄芪多糖能提高SOD的活力,降低血浆中脂质过氧化物含量,并提高过氧化氢酶的活性,减少自由基生成和增加自由基清除^[20],且其对自由基和过氧化氢的清除率与黄芪多糖的用量有着良好的相关关系^[21]。

2.4 抗肿瘤 已有研究表明黄芪可以通过多途径抗肿瘤,除了通过调节机体的免疫功能产生抗肿瘤作用外^[5],还可通过miRNA调控抑制肿瘤细胞的生长和增殖^[22],促进肿瘤细胞的凋亡,抑制肿瘤血管生成,影响机体氨基酸代谢等。同时有研究表明黄芪亦可以促进新生细胞生长,甚至促进肿瘤细胞增殖以及肿瘤生长,提示黄芪在肿瘤临床中的应用尚待进一步的深入研究^[23]。

2.5 降血糖 近年来对于黄芪在糖尿病防治中的作用及其机制已有大量研究。黄芪多糖能显著降低2型糖尿病大鼠的血糖、三酰甘油、低密度脂蛋白,同时显著升高血清高密度脂蛋白水平。且能降低2型糖尿病大鼠胰岛素抵抗,改善脂代谢紊乱^[24]。目前,有研究表明,黄芪多糖可能是糖尿病记忆障碍的潜在候选治疗药物,其对糖尿病大鼠记忆有明显改善作用,潜在的作用机制可能与其对葡萄糖和脂质代谢的影响以及抗氧化和胰岛素抵抗有关^[25]。

2.6 双向调节血压 研究表明,大剂量黄芪可引起大鼠收缩压与舒张压短时间明显下降,其降压的主要成分是 γ -氨基丁酸、黄芪甲苷、 α -络氨酸,其机制与扩张血管、利尿、激活中枢神经肽及肾素-血管紧张素-醛固酮系统等有关联。而小剂量黄芪又可升高血压,用于低血压的治疗,其机制尚不明确,目前认为黄芪的升高血压机制是改善心功能,增加心搏出量^[26]。

2.7 保护心脑血管 近年来黄芪在抗缺血性脑损伤作用方面的有效性受到了极大的关注,其作用于缺血性脑损伤的各个环节。黄芪主要通过抑制脑缺血再灌注损伤后的炎症反应、清除氧自由基、增加脑组织血流量、保护血管内皮细胞、降低微血管通透性、维持神经胶质细胞的正常表达、减少兴奋性氨基酸的生成,降低热休克蛋白70的表达、抑制凋亡相关基因表达等途径抗脑缺血再灌注损伤^[27]。中药黄芪对心肌活性亦有保护作用,它已用于慢性心力衰竭的治疗,已有研究证明其成分黄芪甲苷是正性肌力作用的主要活性成分。黄芪对心力衰竭患者具有改善心肌舒缩功能、排钠利尿、抑制心肌重构、改善心肌能量代谢、抑制心肌细胞凋亡、抑制氧化应激、抑制纤维化等多种作用^[28]。黄芪总黄酮可通过阻止mRNA和calumenin蛋白水平的损失,减低该蛋白与萨尔科/内质网Ca²⁺-ATP酶2结合对病毒性心肌炎起到心脏保护作用^[29]。

2.8 其他作用 此外,黄芪及其有效成分还具有很多其他方面的药理作用。如黄芪多糖的水溶性部分对临床分离的多药耐药菌具有明显的抗菌活性^[30]、对流感病毒、腺病毒、乙肝病毒、柯萨奇病毒等有抑制或直接灭活作用,并随着其浓度的升高,灭活作用增强,其机制可能是抑制病毒核酸复制或阻止病毒蛋白质合成^[31];黄芪总提物可通过抑制体内血栓形成和体外直接溶解血凝块发挥抗血栓作用^[32];黄芪多糖还可提高超氧化物歧化酶的活性,降低小鼠血清丙二醛的含量,发挥抗衰老的作用^[33];黄芪利尿作用效果好,且持久稳定,对电解质的影响较小,不容易造成电解质紊乱,在高剂量长疗程的治疗中较为适用^[34];此外,对肝^[35]、肾^[36]、肺脏^[37]、中枢神经系统^[38]具有明显保护作用等。

3 小结与展望

本文对黄芪的化学成分和大部分药理作用做了较全面的阐述。黄芪是一种常用中药,含有许多化学成分,近年来对其成分分离提取、结构鉴定、色谱分析等研究开展了不少的实验,越来越多的提取物和化学成分被分离鉴

定,多糖类、皂苷类、黄酮类等具有生理活性的有效成分陆续被发现,为研究其药理作用奠定了基础。黄芪具有广泛的药理作用,其免疫调节、抗感染活性、抗氧化活性,抗病毒、抗肿瘤作用、降血糖和双向调节血压及多种脏器保护等多种作用得到了广泛的认可,由此也使黄芪及其复方药广泛应用于养生保健食品、畜禽生产及其相关疾病的临床治疗。尽管目前对黄芪进行了大量的定性与定量分析研究,但黄芪的临床应用仍处于较初级阶段,其化学成分和活性之间的关系仍不甚清楚。对黄芪的机制研究也还存在一些问题,如黄芪抗感染活性作用的相关研究相对较少;其对血压的双向调节作用的机制还不能确定,尤其是黄芪升高血压方面的机制仍需进一步研究;其与其他食物和药物可能的协同作用或禁忌研究甚少。故有必要对黄芪生理活性和药理作用进行深入研究,有助于黄芪的进一步开发和利用。

参考文献

- [1] 李经纬,邓铁涛. 中医大辞典[M]. 北京:人民卫生出版社,1995:5.
- [2] 钟赣生. 中药学[M]. 北京:中国中医药出版社,2012:5.
- [3] Huang QS, Lu GB, Li YC, et al. Studies on the Polysaccharides of "huang - qi" [J]. Acta Pharm Sin. 1982, 17(3):200 - 206.
- [4] Lv J, Zhang Y, Tian Z, et al. Astragalus polysaccharides protect against dextran sulfate sodium induced colitis by inhibiting NF - κ B activation [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2017(98):723 - 729.
- [5] Lai X, Xia W, Wei J, et al. Therapeutic Effect of Astragalus polysaccharides on hepatocellular carcinoma H22 - Bearing Mice [J]. Dose response; apublication of International Hormesis, 2017, 15(1):15593258 - 16685182.
- [6] 温燕梅. 黄芪的化学成分研究进展 [J]. 中成药, 2006, 28(6):879 - 883.
- [7] 李瑞芬, 周玉枝, 乔莉, 等. 蒙古黄芪化学成分的分离与鉴定 [J]. 沈阳药科大学学报, 2007, 24(1):20.
- [8] 郭怡祯, 庞文静, 孙素琴, 等. 黄芪及其提取物的红外光谱鉴别 [J]. 国际中医中药杂志, 2015, 37(5):431 - 434.
- [9] 段亚丽, 谢梅冬. 黄芪化学成分及其有效成分黄芪甲苷含量测定的研究现状 [J]. 中国兽药杂志, 2005, 39(3):35 - 38.
- [10] Linnek J, Mitaine - Offer A, Miyamoto T, et al. Cycloartane glycosides from three species of Astragalus (Fabaceae) [J]. Helv Chim Acta, 2011(94):230 - 237.
- [11] Li M, Liu X. Determination of eight metal elements in Astragalus by microwave digestion - flame atomic absorption spectrometry [J]. Fenxi Kexue Xuebao, 2009(25):605 - 608.
- [12] Elabd H, Wang HP, Shaheen A, et al. Feeding Glycyrrhiza glabra (Liquorice) and Astragalus membranaceus (AM) alters innate immune and physiological responses in yellow perch (Perca flavescens) [J]. Fish & Shellfish Immunology, 2016(54):374 - 384.
- [13] 张峰, 高鹏, 彭俊华. 黄芪多糖及黄芪甲苷对巨噬细胞结核杆菌作用的研究 [J]. 西北国防医学杂志, 2005, 26(6):434 - 436.
- [14] 赵晓峰, 何海根, 章建萍, 等. 黄芪对免疫功能低下小鼠免疫功能的影响 [J]. 浙江中医药大学学报, 2012, 36(6):749 - 751.
- [15] Cho WC, Leung KN. In vitro and in vivo immunomodulating and immunore - sultant effects of Astragalus membranaceus [J]. Ethnopharmacol, 2007, 113(1):132 - 141.
- [16] 陆鹏, 莫让辉, 梁柱石. 黄芪对免疫无应答艾滋病患者 CD4⁺ T 淋巴细胞数的影响 [J]. 中华实验和临床感染病杂志:电子版, 2014, 8(2):267 - 268.
- [17] Qiu HH, Cheng GL, Xu JQ, et al. Effects of astragalus polysaccharides on associated immune cells and cytokines in immunosuppressive dogs [J]. Procedia Vaccinol, 2010, 2(1):26 - 33.
- [18] Zhou X, Sun X, Gong XX, et al. Astragaloside IV from Astragalus membranaceus ameliorates renal interstitial fibrosis by inhibiting inflammation via TLR4/NF - κ B in vivo and in vitro [J]. International Immunopharmacology, 2017(42):18 - 24.
- [19] Liu XY, Xu L, Wang Y, et al. Protective effects of total flavonoids of Astragalus against adjuvant - induced arthritis in rats by regulating OPG/RANKL/NF - κ B pathway [J]. International Immunopharmacology, 2017(44):105 - 114.
- [20] 钟灵, 王振富, 文德鉴. 黄芪多糖抗衰老作用实验研究 [J]. 中国应用生理学杂志, 2013, 29(4):350 - 352.
- [21] Niu Y, Wang H, Xie Z, et al. Structural analysis and bioactivity of a polysaccharide from the roots of Astragalus membranaceus (Fisch) Bge. var. mongolicus (Bge.) I. Isiao [J]. Food Chemistry, 2011(128):620 - 626.
- [22] Ailun T, Yang CH, Chen CH, et al. An in vivo molecular response analysis of colorectal cancer treated with Astragalus membranaceus extract [J]. Oncology reports, 2016(35):659 - 668.
- [23] 胡兵, 沈克平. 黄芪抗肿瘤作用及机制研究 [J]. 中药材, 2008, 31(3):461 - 464.
- [24] Liu HF, Guo XM. The effect of APS to f FPG and blood lipids on insulin resistance of rats with type 2D diabetes [J]. Mudanjiang Med College, 2007, 28(5):18 - 20.
- [25] Changping Dun, Junqian Liu, Fucheng Qiu, et al. Effects of Astragalus polysaccharides on memory impairment in a diabetic rat model [J]. Neuropsychiatric Disease and Treatment, 2016(12):1617 - 1621.
- [26] 李世明, 李培彩. 黄芪及其制剂对血压的双相调节作用研究进展 [J]. 延安大学学报, 2010, 33(2):152 - 154.
- [27] 刘明杰, 夏佐清, 高维娟. 黄芪抗脑缺血再灌注损伤的作用机制 [J]. 河北医科大学学报, 2011, 32(1):122 - 124.
- [28] 桑震池, 刘宗军. 黄芪对改善心力衰竭的作用及其机制研究 [J]. 系统医学, 2016, 1(12):163 - 165.
- [29] Zhou X, Xin Q, Wang Y, et al. Total Flavonoids of Astragalus Plays a Cardioprotective Role in Viral Myocarditis [J]. Acta Cardiol Sin, 2016(32):81 - 88.
- [30] Ma Y, Liu C, Qu D, et al. Antibacterial evaluation of silver nanoparticles synthesized by polysaccharides from Astragalus membranaceus roots [J]. Biomedicine & Pharmacotherapy, 2017(89):351 - 357.

中药抗结核治疗体外实验研究进展

陆连第^{1,2}, 王义义^{1,2}

(1. 天津市海河医院, 天津, 300350;

2. 国家中医药管理局中医药防治传染病重点研究室, 天津, 300350)

[关键词] 结核性脑膜炎; 中医药治疗; 综述; 学术性

[中图分类号] R285.6 [文献标识码] A DOI: 10.16808/j.cnki.issn1003-7705.2018.07.096

结核性脑膜炎是一种由结核杆菌引起的脑膜非化脓性炎症性疾病, 具有高病死率和高致残率的特点, 患者临床预后差, 并发症复杂, 脑积水、颅底黏连、脊髓结核瘤、脊髓炎、自身免疫性脑炎、颅内脱髓鞘仍常见, 药物毒副作用发生率高, 影响临床抗痨药物应用, 严重者甚至危及生命。中医药在减轻抗结核药物毒副作用、逆转结核杆菌耐药情况以及抑菌、调整感染结核分枝杆菌的免疫水平方面取得了很好的疗效, 现将中医药抗结核治疗的体外实验研究进展综述如下。

1 中药单体

1.1 青蒿素提取物 詹能勇等^[1]研究青蒿提取物二氢青蒿素或青蒿琥酯逆转耐药结核分枝杆菌的作用, 其采用液体培养基, 作用于结核分枝杆菌菌株, 以刃天青显色法进行判定, 结果显示该中药提取物单独使用时无杀菌作用, 但联合利福平或者异烟肼时, 可以使利福平、异烟肼耐药结核分枝杆菌变为敏感, 且青蒿琥酯比二氢青蒿素的敏感率高。

1.2 黄芩苷 邵世峰等^[2]通过配置不同浓度梯度的含黄芩苷培养基, 将结核分枝杆菌悬液接种该含药培养基, 37℃温箱孵育4周, 观察其抑菌浓度 (MIC) 最低为 1.5g/L, 最高 >48g/L, 全敏感菌株在 MIC 为 6g/L 时数量比例最大, 随着 MIC 值向两侧递减。结果提示黄芩苷在体外有抑菌作用。在结核杆菌感染过程中, TLR2 和 MyD88 发挥着关键的作用^[3-4]。吴燕燕等^[5]研究表明黄芩苷能够上调 TLR2 蛋白和 MyD88mRNA 表达, 黄芩苷抗结核治疗机制可能与此

相关。

1.3 狼毒提取物 赵奎君等^[6]采用改良罗氏 (Lowenstein - Jensen) 培养基上生长良好的强毒人型结核杆菌 (H37Rv) 为试验菌, 观察其对结核杆菌的作用, 结果显示, 狼毒类中药乙醇提取物在 1/100 稀释度下均有一定的抑菌作用, 其中以狼毒大戟的抑菌作用最强, MIC 为 1/3200; 月腺大戟亦呈现较好的抑菌作用, MIC 为 1/400; 但瑞香狼毒抑菌作用不明显。陆军等^[7]研究中药狼毒提取物对 MDR - TB 感染小鼠细胞免疫的调节作用, 结果显示, 狼毒提取物组与模型组相比 TNF - γ 、IL - 12 含量明显上升, IL - 4、IL - 10 水平显著下降, mRNA 水平研究单个核细胞中 TNF - γ 、IL - 12 颗粒裂解肽 (GLS) 含量明显上升, IL - 4、IL - 10 mRNA 表达明显下降。表明狼毒提取物可以通过上调基因转录水平增强小鼠的细胞免疫功能, 具有较明显的抗痨作用。

1.4 其他单体 赵中夫等^[8]研究巴豆油抗多耐药结核杆菌, 其应用巴豆油的豆浸液结核分枝杆菌培养基, 观察菌落生长, 研究结果显示, 1:160 以上浓度的巴豆油培养基有体外抗耐药结核菌的作用, 并且没有诱导耐药菌株的产生。王淑英等^[9]研究白头翁提取物对结核分枝杆菌标准菌株、多药耐药菌株以及速生菌株的影响, 结果显示, 白头翁提取物组 (1:10 ~ 1:20) 均对新鲜结核菌和速生菌生长有抑制作用, 其中白头翁提取物 1:10 对多药耐药菌株到培养终止期 (40d) 仍无细菌生长, 初步推测白头翁正丁醇提取物有抗结核分枝杆菌作用。刘金伟等^[10]研究大蒜素对结核分枝杆菌

[31] 高蕾, 曲章义, 宁莉莉, 等. 黄芪甲苷体外抗腺病毒作用研究[J]. 2013, 29(6): 854 - 858.

[32] 朱虹, 吴强, 徐明, 等. 黄芪总提取物体内外抗血栓作用的实验研究[J]. 中国临床药理学与治疗学, 2005, 10(8): 917 - 919.

[33] Gao X, Li L, Liu B. Effect of Astragalus polysaccharides on stress response ability and regulation of free radicals in mice [J]. Zhongguo Yufang Yixue Zazhi, 2010(11): 120 - 121.

[34] 李森, 谢人明, 孙文基. 茯苓、猪苓、黄芪利尿作用的比较[J]. 中药材, 2010, 33(2): 264 - 267.

[35] Dang SS, Zhang X, Jia XL, et al. Protective effects of emodin and astragalus polysaccharides on chronic hepatic injury in rats [J]. Chin

Med J (Ensl), 2008, 121(11): 1010.

[36] Yi Y, Li S, Nie Y, et al. Effect of astragalus injection on renal tubular epithelial transdifferentiation in type 2 diabetic mice [J]. Complementary and Alternative Medicine, 2016(16): 222.

[37] Zhou Y, Liao SP, Zhang Z, et al. Astragalus injection attenuates bleomycin - induced pulmonary fibrosis via down - regulating Jagged1/Notch1 in Lungs [J]. Journal of Pharmacy and Pharmacology, 2016(68): 389 - 396.

[38] 张力, 杨石照, 张辉. 黄芪促进中枢神经系统再生与修复的研究进展[J]. 医学综述, 2014, 20(3): 398 - 400.

(收稿日期: 2017 - 08 - 02)