

引用:杨珊,赵暖暖,杨鑫,程引引.人参活性成分及药理作用研究进展[J].中医药导报,2023,29(1):105-107,116.

# 人参活性成分及药理作用研究进展

杨珊,赵暖暖,杨鑫,程引引

(西安交通大学第二附属医院,陕西 西安 710004)

[摘要] 将多年来对人参的活性成分及药理作用等方面的研究情况进行整理归纳,以期对人参的开发利用前景和深度临床应用提供参考。人参中含有的主要活性成分为人参皂苷、多糖、挥发油、蛋白质、氨基酸、有机酸、黄酮类、维生素类及微量元素等,具有兴奋神经中枢、抗肿瘤、保护心脑血管、提高免疫力、延缓衰老、降血脂及抗疲劳等药理作用,同时在使用人参的用法及用量上应根据具体情况谨慎使用。

[关键词] 人参;活性成分;药理作用;综述

[中图分类号] R285 [文献标识码] A [文章编号] 1672-951X(2023)01-0105-03

DOI:10.13862/j.cn43-1446/r.2023.01.019

## Research Progress on Active Ingredients and Pharmacological Effects of Renshen (Ginseng)

YANG Shan, ZHAO Nuannuan, YANG Xin, CHENG Yinyin

(The Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an Shaanxi 710004, China)

[Abstract] This paper summarizes the research situation of active ingredients and pharmacological effects of ginseng over many years, in order to develop and utilize prospects and deep clinical application of Renshen (Ginseng). The main active ingredients in Renshen (Ginseng) include ginsenoside, polysaccharide, volatile oil, protein, amino acids, organic acids, flavonoids, vitamins and trace elements, with pharmacological effects of exciting nerve center, anti-tumor, cerebrovascular protection, increasing immunity, delay aging, lowering blood lipid and fatigue. The usage and dosage of ginseng should be careful according to the specific situation.

[Keywords] Renshen (Ginseng); active ingredients; pharmacological effects; review

人参是东北地区地道药材,入药部位为五加科植物人参干燥的根茎。《神农本草经》记载:“人参,味甘微寒。主补五脏、安精神、定魂魄、止惊悸、除邪气、明目、开心、益智,久服轻身健体。”人参属于传统名贵中药,久服不伤,具有延年不老、大补元气之功,在临床应用被广泛关注<sup>[1-2]</sup>。随着医药分析技术的不断发展,研究发现人参具有广泛的生物活性及复杂的化学成分,并取得一定的研究进展,其有效活性成分主要有皂苷、挥发油、糖类、氨基酸等,具有抗氧化、提高免疫力及抗疲劳等多种药理作用,且被临床广泛应用于抗肿瘤、神经系统和免疫调节等方面,具有良好的改善或调节作用<sup>[3-4]</sup>。

《本草纲目》记载:“人参能治男女一切虚症,自汗眩晕、头痛反胃、痼症、滑泻久痢、小便频数、淋沥劳倦、内伤中风、中暑痹痿、吐血、嗽血、下血、血淋、血崩、胎前产后诸病。”其提出补虚、大补元气是人参主要功效,主要用于五脏气虚证,主治体虚肢冷、惊悸失眠、心力衰竭等<sup>[5]</sup>。人参同时还具有调荣养卫、复脉固脱、安神益智等作用<sup>[6]</sup>。中医临床采用人参配伍用药以利水渗湿、补血、补气、温里为主,人参在方剂中通

过补虚、补气增强不同药物配伍的方剂药效作用,在虚证治疗中具有较好的临床疗效<sup>[7]</sup>。既往研究<sup>[8]</sup>显示,人参与茯苓、山药等配伍在抗衰增寿、补益五脏真气方面发挥着重要作用,并对五脏虚损疾病具有良好的疗效。笔者对中药人参的最新药理学进展进行综述,旨在为临床用药及拓展研究提供有效参考。

### 1 人参的活性成分分析

现代药理研究表明,人参中含有人参皂苷、多糖、挥发油、蛋白质、氨基酸、有机酸、黄酮类、维生素类及微量元素等多种活性成分。

1.1 皂苷类 人参皂苷属于一类连接有糖链的三萜皂苷类物质,是人参中重要的生理活性有效成分,其属于固醇类化合物,可影响多重表达水平<sup>[9]</sup>。人参中皂苷类成分不仅具有抗休克作用,还可以调节人体消化吸收功能,保护胃肠道细胞,从而改善脾虚的证候,能够增强能量物质在脑中的利用,安神益智,增强记忆力,还可改善造血功能、改善心脑血管供血、抗心律失常等。皂苷作为糖苷类成分,人参中总皂苷含量受种类、

数量等多种因素影响,经研究显示根据结构类型的差异可将人参皂苷分为原人参二醇型(Protopanaxadiol,PPD)、原人参三醇型(Protopanaxatriol,PPT)和齐墩果酸型(oleanolic acid,OA)<sup>[10]</sup>。(见表1)

表 1 人参皂苷类别

分类	成分
PPD	人参皂苷Ra1、Ra2、Ra3、Rb1、Rb2、Rb3、Rc、Rd、Rd2、Rg3、Rh2、Rs1、Rs2; 丙二酰人参皂苷Rb1、Rb2、Rc、Rd;西洋参皂苷R1;三七皂苷R4;20(S)-人参皂苷Rg3、Rh2等
PPT	人参皂苷Re、Rf、Rg1、Rg2、Rh1、Rh3、Rf1;20-葡萄糖基人参皂苷Rf;三七皂苷R1;20(R)-人参皂苷Rg2、Rh1等
OA	人参皂苷Ro

1.2 多糖类 人参多糖为一种高分子的葡聚糖,在人参中含量大约为5%,总多糖中淀粉含量占80%,主要成分为淀粉样葡聚糖、果糖且无明显药理活性,而果胶为多糖类中主要活性物质占20%<sup>[11]</sup>。人参中多糖类活性物质的作用主要表现在提高免疫力方面,还可提升血液中白细胞,以人参多糖为基源的制剂——人参多糖注射液不仅可以缓解肿瘤化疗过程中出现的不适症状,还能提升化疗药物的疗效。

1.3 挥发油类 人参中挥发油类活性成分的含量较低,约占总化学成分含量的0.1%~0.5%,其中倍半萜类成分占其40%<sup>[12]</sup>。人参中挥发油类活性成分少量应用具有兴奋神经中枢的作用,适量应用具有镇静作用,而大剂量应用则有麻痹神经的作用<sup>[13]</sup>。另外,人参中挥发油类活性物质还具有抑菌、抗肿瘤、改善心肌缺血等作用。

1.4 蛋白质类 张巍等<sup>[14]</sup>采用中性缓冲液抽提和硫酸铵分级沉淀法提取人参总蛋白,应用超滤、亲和层析、离子交换层析、疏水层析、凝胶过滤层析等方法进行分离、纯化,得到5种水溶性人参蛋白,人参中的蛋白质不仅具有抗癌、抗辐射、提高免疫力作用,还在降血脂及抗疲劳方面发挥着重要作用。

1.5 氨基酸类 杨柳等<sup>[15]</sup>1991年首次从人参中分离纯化并鉴定了一个重要的神经递质—— $\gamma$ -氨基丁酸(GABA)的存在,同时还首次分离鉴定了N端为Glu并以 $\gamma$ -羧基形成肽键的几个寡肽,人参中的氨基酸不仅具有降血压作用,还具有止血作用。

1.6 其他 人参还含有有机酸、黄酮类、维生素类及人体必需微量元素等,在人体中也发挥着重要作用。

## 2 人参的药理作用

2.1 对中枢神经的影响 人参具有显著中枢神经系统兴奋及保护作用,人参皂苷Rg1、Rb1被证明具有改善认知功能障碍的作用<sup>[16-17]</sup>。魏山山等<sup>[18]</sup>的研究结果显示,人参皂苷Rg1和Rb1可通过调节东莨菪碱腹腔注射所致认知障碍模型的脑内不同神经递质和氧化水平,改善短时间学习记忆能力。盛望等<sup>[19]</sup>基于网络药理学结果发现人参皂苷Rg1可通过调节、干预潜在靶点,包括信息丝裂原活化蛋白激酶1(mitogen-activated protein kinase,MAPK1)、磷脂酰肌醇3-激酶(phosphoinositide-3-kinase regulatory subunit 1,PIK3R1)等,抑制细胞凋亡,减少炎症反应,改善脑代谢。人参皂苷Rg1还可通过干扰 $\beta$ -淀粉样蛋白(amyloid  $\beta$ -protein,A $\beta$ )生成,抑制TUA蛋白过度磷酸化以减少A $\beta$ 聚集对神经元的损害,发挥中枢神

经保护作用<sup>[20]</sup>。同时人参皂苷还可降低乙酰胆碱酶活性,增强脑内乙酰胆碱转移酶活性,促进脑内物质代谢及促进脑神经细胞发育和突触传递,从而增强记忆活性<sup>[21]</sup>。此外,人参皂苷还可通过激活缺氧诱导因子1 $\alpha$ /血管内皮生长因子(hypoxia inducible factor-1 $\alpha$ /vascular endothelial growth factor,HIF-1 $\alpha$ /VEGF)通路,使血管新生能力增强从而减轻脑缺血再灌注损伤,保护脑神经细胞不被损害<sup>[22]</sup>。

2.2 抗肿瘤作用 人参中的有效活性成分人参皂苷类具有抑制肿瘤细胞增殖作用,达到抗肿瘤效果,多项研究<sup>[23-25]</sup>表明人参皂苷在肺癌、乳腺癌、结肠癌中分别对Lewis细胞、MCF-7细胞、SW480细胞增殖具有显著抑制作用。基质金属蛋白酶9(MMP-9)是肿瘤细胞转移、迁移的基础,主要同降低细胞与基质间的黏附完成,人参皂苷Rg3通过对MMP-9的抑制作用,抑制肿瘤细胞的侵袭、迁移<sup>[26]</sup>。人参皂苷还具有增强T细胞增殖、抑制凋亡,间接抑制肿瘤细胞作用<sup>[27]</sup>。此外,既往研究<sup>[28]</sup>结果显示,人参多糖可通过影响髓系抑制细胞(Myeloid-derived suppressor cells,MDSCs)、调节性T细胞及免疫因子,改善晚期非小细胞肺癌化疗患者的免疫功能,提高化疗疗效,同时减轻化疗不良反应,改善患者生活质量。人参多糖主要通过诱导细胞因子产生杀伤肿瘤细胞,而诱导肿瘤细胞凋亡。

2.3 对心脑血管的影响 人参有效活性成分对心脑血管具有保护作用,其中以人参皂苷为主要成分。人参皂苷对脑灌注再缺血、阿尔兹海默症记忆下降等具有显著的保护改善作用,起促进神经元再生、血管再生等药理作用。同时人参皂苷具有调节心律失常、改善心肌缺血等药理作用。曹瑀莹等<sup>[29]</sup>在大鼠模型试验中发现人参皂Re可通过调节心肌细胞内环磷酸腺苷(cyclic adenosine monophosphate,cAMP)和蛋白激酶A(protein kinase A,PKA)的含量干预快速型心律失常。且在既往研究<sup>[30]</sup>中,10  $\mu$ mol/L人参皂苷Rb1预处理,反转自噬相关蛋白调控作用,可发挥对心肌缺血再灌注损伤最好的保护作用。通过网络药理学分析,人参有效活性成分可通过抗心肌缺血、抗心肌氧化、抗炎、扩张血管等方面治疗冠心病<sup>[31]</sup>。人参对血管的影响在多种疾病治疗中发挥作用,而在最新研究<sup>[32]</sup>结果显示人参皂苷Rg1能促进内皮祖细胞分泌外泌体,并产生与血管生成相关蛋白,促进血管新生。同时人参皂苷Rg1在缺血性脑卒中大鼠实验中发现其通过抑制MAPK/核转录因子 $\kappa$ B(NF- $\kappa$ B)信号通路发挥保护脑组织作用<sup>[33]</sup>。

2.4 免疫调节作用 人参化学成分中人参多糖最主要的药理作用为机体免疫系统调节及维持免疫系统正常生理功能,且对特异性或非特异性免疫均具有促进作用,通过激活及诱导T、B淋巴细胞增殖,促进脾细胞活化。有研究<sup>[34-35]</sup>显示人参多糖及糖肽复合物均具有提高免疫力作用,且分子量越小体外免疫活性越强,增强免疫力作用越明显。此外,人参皂苷也具有改善免疫功能,上调白介素-2、肿瘤坏死因子- $\alpha$ 、干扰素- $\gamma$ ,减轻免疫抑制病理特征作用<sup>[36]</sup>。

2.5 其他作用 人参还具有延缓衰老、降血脂、抗疲劳、抗氧化应激、抗炎、抗病毒、保护肝脏等多种作用。在氧化应激肝损伤中人参多糖可通过提高三磷酸腺苷酶活性,恢复葡萄糖-6-磷酸酶和磷酸烯醇式丙酮酸羧激酶含量,恢复肝脏正常功能;同时可降低丙二醛水平,升高超氧化物歧化酶水平,

减弱氧化应激带的肝脏损伤<sup>[7]</sup>。人参挥发油成分分子在慢性萎缩性胃炎中具有治疗作用,可促进胃黏膜水通道蛋白3、4水平的上调<sup>[38]</sup>。人参总皂苷是发挥缓解疲劳症状、降血脂、抗衰老的主要成分,且具有明显的改善作用<sup>[39-41]</sup>。

### 3 用药禁忌

《中华人民共和国药典》记载人参不宜与藜芦、五灵脂、皂莢同用。忌用五金炊具煎煮,易产生沉淀物质,降低药效。高血压病患者慎用,健康人群及青少年不宜进补,青少年进补易引起性早熟及雌激素样作用。不可大量服用,大量服用可诱发中枢神经系统兴奋,出现类似皮质类固醇中毒症状,过量人参皂苷能抑制肝细胞增殖,引起肝细胞损伤,对肝细胞可能存在直接的毒副作用<sup>[42]</sup>。人参不宜与黑豆、茶叶、咖啡、萝卜、葡萄等含有鞣酸物质的食物同食,这样可降低人参药用价值。实证、热证、湿热内盛而正气不虚者忌服。阴虚干咳、吐血者须慎用。

### 4 讨论

人参作为一种药食同源的天然资源,它的开发利用一直受到人们的重视,人参的活性成分人参皂苷和人参多糖在人参药理作用中十分重要,主要表现在对神经系统、心脑血管的影响和其免疫调节、抗肿瘤、抗氧化应激作用等,药理作用广泛,涉及多种领域。很多研究成果已被转化为生产力,以人参为基源的制剂在临床中已被广泛应用。近来开始在全球范围内爆发新型冠状病毒感染(Corona Virus Disease 2019, COVID-19),中医中药深度介入疫情防控,中药人参单入煎剂及其复方制剂如参附注射液、参麦注射液等在COVID-19危重型患者的临床治疗中发挥了重要作用。相比于化学合成药物,人参有着取材方便、毒副作用小等优点,且疗效在长期临床实践中已得到广泛肯定。

但人参中有效活性成分含量影响因素较多,不同地区其活性成分含量差异大,且成分复杂,对作用机理的研究缺乏可以量化的现代生物学指标,是构成完整、科学的栽培和医药产业链的重大问题。因此了解人参有效活性成分的含量及构成变化规律,并与其药理学活性密切联系,阐明其生物活性的分子机制,在人参化学成分、药理学研究及临床使用中具有重要意义,有待后续进一步研究。

### 参考文献

- [1] 谢伟,刘晓芳,周鹏,等.人参“开心”意涵之探析与新解[J]. 中医导报,2021,27(5):215-217.
- [2] 王瑞,王键.新安医家吴楚运用人参特色探析[J]. 中华中医药杂志,2020,35(2):833-835.
- [3] 王茹,王培利,王承龙.基于网络药理学研究人参调节能量代谢的作用机制[J]. 中华中医药学刊,2021,39(10):90-93.
- [4] 王中立,干丽君,刘秀秀,等.基于网络药理学研究人参防治创伤性应激障碍药效成分及作用靶点[J]. 中国药理学通报,2021,37(8):1159-1163.
- [5] 李时珍.本草纲目:第一册[M].北京:人民卫生出版社,1977.
- [6] 李晓文,倪青,林兰.白虎加人参汤辨治消渴病理论探微[J]. 世界中医药,2021,16(5):691-695.

- [7] 陈曦,孙旭.温病四大家医案中的人参用药及药症规律研究[J]. 长春中医药大学学报,2020,36(6):1115-1118.
- [8] 蔡芮桐,陈民,齐涵,等.含有人参的中药复方在老年综合征中的应用举隅[J]. 中医导报,2020,35(8):1639-1642.
- [9] 张伟,张艳,李娜,等.基于网络药理学探讨人参治疗心力衰竭的作用机制[J]. 辽宁中医药大学学报,2021,23(6):102-106.
- [10] 燕洁静,高畅,阮静雅,等.东北刺人参化学成分的分离与结构鉴定(I)[J]. 中国药物化学杂志,2020,30(4):236-240.
- [11] 卢梦,王鑫,宋伍,等.人参多糖对乙醇依赖小鼠戒断行为及血浆ACTH和皮质醇的影响[J]. 实用药物与临床,2020,23(2):103-106.
- [12] 翟兵中,曲雪峰,胡文力,等.人参不定根生产、生物活性成分及应用现状[J]. 食品安全质量检测学报,2021,12(15):6097-6104.
- [13] HAN H J, KIM H Y, CHOI J J, et al. Effects of red ginseng extract on sleeping behaviors in human volunteers[J]. Journal of Ethnopharmacology, 2013,149(2):597-599.
- [14] 张巍,李红艳,马晶等.人参水溶性蛋白的纯化工工艺研究[J]. 吉林农业大学学报,2008,30(1):36-39.
- [15] 杨柳,叶韵华,邢其毅,等.人参中 $\gamma$ -氨基丁酸的分离、鉴定及氨基酸的定量分析[J]. 科学通报,1991,36(7):513-515.
- [16] 王利军,何静春,王丽芳,等.人参皂苷Rb-1对阿尔茨海默病模型大鼠的神经保护作用[J]. 中华医学杂志,2020,100(31):2462-2466.
- [17] 贾健,张怡,权乾坤,等.人参皂苷Rg1对阿尔茨海默病大鼠模型脑片神经元自噬小体相关蛋白表达的影响[J]. 中华老年医学杂志,2022,41(1):71-75.
- [18] 魏山山,王孟迪,姜宁,等.人参皂苷Rg1、Rb1、Rg1+Rb1改善东莨菪碱致小鼠认知障碍的作用比较[J]. 中国比较医学杂志,2022,32(4):94-101.
- [19] 盛望,王瑾茜,殷淑婷,等.基于网络药理学和分子对接技术研究人参皂苷Rg1治疗阿尔茨海默病的分子生物学机制[J]. 中医药学报,2020,48(12):54-60.
- [20] 张艳,马莉,杨爽,等.人参皂苷联合骨髓间充质干细胞移植对大鼠阿尔茨海默病模型学习记忆能力及神经元再生的影响[J]. 实用药物与临床,2020,23(2):107-110.
- [21] 李欣,王春玲,包海鹰.人参三醇型皂苷黑根霉发酵产物与人参皂苷的增强记忆活性对比[J]. 吉林农业大学学报,2016,38(1):57-62.
- [22] 智珍,白宇,程记伟,等.人参皂苷通过调节HIF-1 $\alpha$ -VEGF通路对大鼠脑缺血再灌注损伤的保护作用[J]. 四川中医,2019,37(6):43-46.
- [23] 王蔚,王旭,余苏云,等.人参皂苷Rg<sub>3</sub>调节免疫检查点PD-L1抑制肺癌Lewis细胞增殖的作用及机制研究[J]. 中草药,2019,50(01):166-171.
- [24] 任雨贺,田静,刘淑莹,等.人参蛋白质对乳腺癌MCF-7细胞的影响[J]. 中成药,2020,42(2):488-491.(下转第116页)



- [39] 陈星,罗晓,史艳梅,等.槐花散总黄酮提取工艺及抗氧化活性研究[J].时珍国医国药,2020,31(10):2363-2365.
- [40] ROGERS C, FERANADES-ALNEMRI, MAYES L, et al. Cleavage of DFNA5 by caspase-3 during apoptosis mediates progression to secondary necrotic/pyroptotic cell death[J]. Nature Communications, 2017, 8:14128.
- [41] 杨新荣,窦霞,李国峰,等.柚皮苷药理作用及机制的研究进展[J].中草药,2022,53(10):3226-3240.
- [42] 朱思明,于淑娟,杨连生,等.橙皮苷及其衍生物抗氧化活性的机理分析[J].华南理工大学学报:自然科学版,2005,33(4):79-82,91.
- [43] 顾君,孙怡.侧柏叶不同提取部位抑制胰脂肪酶及抗氧化活性筛选[J].中国实验方剂学杂志,2015,21(14):141-144.
- [44] 辛晓芳,刘特津,潘童心.槐花颗粒抗氧化成分提取液体外抗氧化活性及抑菌作用研究[J].中国药业,2022,31(7):33-37.
- [45] 陈兴芬,单承莺,马世宏,等.侧柏叶挥发油抑制真菌实验研究[J].食品研究与开发,2012,33(6):198-201.
- [46] 施学骄,张杰红,樊丹青,等.枳实、枳壳挥发油化学成分及抑菌活性的比较研究[J].中药与临床,2012,3(2):25-27,31.
- [47] 苏畅,赵艳云,冯媛等.荆芥叶及穗的抗菌效果和成分分析.中国新药杂志[J],2022,31(11):1103-1111.
- [48] 熊壮,孟香彤,沈东等.刘铁军“脏毒腑秽学说”的构建与应用.长春中医药大学学报[J],2021,37(4):763-766.
- [49] 刘志威,王学群,李甜甜.槐花散对溃疡性结肠炎急性期糖皮质激素用量影响及疗效[J].牡丹江医学院学报,2017,38(4):69-71.
- [50] CHEN P Y, YUAN L, HONG 2C, et al. Revealing the mechanism of “Huai Hua San” in the treatment of ulcerative colitis based on network pharmacology and experimental study [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2021, 281:114321.
- [51] LIU P, BIAN Y F, LIU T L, et al. Huai Hua San alleviates dextran sulphate sodium-induced colitis and modulates colonic microbiota[J]. Journal of Ethnopharmacology, 2020, 259:112944.
- [52] 赵丹,杨赛,宾东华.槐花散联合马应龙麝香痔疮栓治疗 I、II 期内痔出血 42 例疗效观察[J].湖南中医杂志,2019,35(4):59-60.
- [53] 杨立成,于强,闫玉印.槐花散合肠风汤治疗内痔出血 156 例[J].中国民间疗法,2001,9(8):36.
- [54] 祝普凡.槐花散与槐角丸治疗 I 期内痔出血疗效对比观察[J].吉林中医药,2006,26(11):21-22.
- [55] 阎喜久.槐花散加减治疗过敏性紫癜 15 例[J].吉林中医药,1987,7(6):22.

(收稿日期:2022-08-27 编辑:李海洋)

(上接第107页)

- [25] 孟雪,邱智东,王蕾,等.人参皂苷CK抑制人结肠癌SW480细胞增殖的机制研究[J].中草药,2020,51(6):1567-1574.
- [26] 廖天志,成宏.人参皂苷Rg3联合沉默MMP-9抑制乳腺癌肿瘤细胞的生长和转移[J].河北医药,2020,42(9):1285-1290.
- [27] 郭奕维,郭秀臣,张静波,等.人参皂苷Rg3增强PD-1抑制剂对弥漫大B细胞淋巴瘤免疫治疗作用的体外研究[J].中医药学报,2018,46(5):24-29.
- [28] 张孝钦,喻飒,邬盛昌.人参多糖对晚期肺癌化疗疗效及MDSCs、Treg细胞、免疫因子水平的影响[J].中华全科医学,2019,17(08):1308-1311.
- [29] 曹瑀莹,杜丙秀,李劲恒,等.人参皂苷Re对异丙肾上腺素诱导离体灌流大鼠心脏心律失常的调节作用[J].中草药,2021,52(20):6234-6244.
- [30] 李洋,姜永良,陆地,等.人参皂苷Rb1改善自噬流抗离体大鼠心脏心肌缺血再灌注损伤[J].解剖学报,2020,51(2):265-272.
- [31] 李丽娟,徐文华,杨文娜,等.基于分子对接和网络药理学研究人参治疗冠心病的作用机制[J].辽宁中医杂志,2021,48(3):7-11.
- [32] 熊武,谭梅鑫,邹晓玲,等.人参皂苷Rg1调控内皮祖细胞分泌外泌体及表达血管新生相关miRNAs的影响[J].时珍国医国药,2022,33(2):277-280.
- [33] 容伟,熊静,伍新田,等.人参皂苷Rg1对缺血性脑卒中大鼠的保护作用及其机制研究[J].中国临床药理学杂志,2020,36(14):2021-2024.
- [34] 李珺铭,刘富饶,李波,等.基于分子量探究人参多糖免疫活性构效关系[J].中成药,2021,43(11):3088-3092.
- [35] 俞萍,张庆贺,姜虹延,等.不同分子质量的人参糖肽复合物增强小鼠免疫功能的研究[J].食品与发酵工业,2021,47(22):109-114.
- [36] 郑厚胜,郑斯文,王英平,等.人参皂苷Rg3对环磷酰胺致免疫功能低下小鼠的免疫调节作用[J].中成药,2021,43(11):3202-3206.
- [37] 杨松,王隶书,刘美辰,等.人参多糖对氧化应激损伤肝细胞的保护作用机制研究[J].食品工业科技,2020,41(5):280-285.
- [38] 夏佳,杨雨,张世洋,等.白术配伍人参前后挥发油调控慢性萎缩性胃炎大鼠AQP3、4表达的比较研究[J].天然产物研究与开发,2022,34(1):33-41.
- [39] 刘飞洋,林子璇,张怀亮,等.人参抗疲劳的作用机制和潜在靶点研究[J].中国中药杂志,2019,44(24):5479-5487.
- [40] 孙伟,许桂凤,唐小杭,等.人参总皂苷对高脂模型小鼠的降血脂作用[J].中成药,2020,42(7):1726-1731.
- [41] 汪子铃,肖含先之,王璐,等.人参皂苷Rg1通过调控Wnt/ $\beta$ -catenin信号通路可提高衰老骨髓间充质干细胞分化能力[J].解剖学杂志,2021,44(S01):218-218.
- [42] 刘佳,孔嗣强,张明,等.过量人参皂苷对小鼠原代培养肝细胞的毒性试验[J].中医药导报,2017,23(18):33-36.

(收稿日期:2022-07-26 编辑:李海洋)