

# 黄精补益肾气在老年高血压病辨治中的临床应用

马旭<sup>1</sup>,于杰<sup>2</sup>,刘迎迎<sup>2</sup>,张磊<sup>2</sup>

(1. 山东中医药大学, 山东 济南 250355; 2. 山东中医药大学附属医院, 山东 济南 250014)

**摘要:**老年高血压病是现代社会危害老年人健康的重要因素,随着中药降压在老年高血压病中的广泛应用,补益肾气法辨治老年高血压病正得到大力发展。黄精作为重要的补益肾气药材,具有补气养阴、健脾、润肺、益肾的功效,但当前缺乏黄精补益肾气在辨治老年高血压病中的系统阐释。文章通过查阅古今文献,对黄精的补益肾气功效进行考证,并通过精气互化、先后天相互资生、金水相生理论对其补益肾气功效系统阐释,完善其在补益肾气法治疗老年高血压病中的应用价值。同时结合化学成分及现代药理学研究,阐述其在治疗高血压病中抑制氧化应激、改善胰岛素抵抗、调节肠道内稳态、调节性激素的作用。旨在为进一步研究及药物开发提供理论指导。

**关键词:**黄精;老年高血压病;眩晕;补益肾气

**中图分类号:**R259

**文献标志码:**A

**DOI:** 10.13194/j.issn.1673-842X.2025.01.016

## Clinical Application of Huangjing ( Polygonati Rhizoma ) of Tonifying Kidney Qi in the Identification and Treatment of Elderly Hypertension

MA Xu<sup>1</sup>, YU Jie<sup>2</sup>, LIU Yingying<sup>2</sup>, ZHANG Lei<sup>2</sup>

(1. Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250355, Shandong, China; 2. Affiliated Hospital of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250014, Shandong, China)

**Abstract:** Elderly hypertension is an important factor that jeopardizes the health of the elderly in modern society. With the wide application of traditional Chinese medicine to lower blood pressure in elderly hypertension the method of replenishing kidney Qi in the treatment of elderly hypertension is being vigorously developed. As an important herb to replenish kidney Qi, Huangjing ( Polygonati Rhizoma ) has the efficacy of replenishing Qi and nourishing Yin, strengthening the spleen, moistening the lungs and benefiting the kidneys, but there is a lack of systematic interpretation of the method of replenishing kidney Qi by Huangjing ( Polygonati Rhizoma ) in the treatment of hypertension in the elderly. In this paper, we reviewed the ancient and modern literature to verify the kidney Qi tonifying effect of Huangjing ( Polygonati Rhizoma ), and systematically interpreted its kidney Qi tonifying effect through the theories of essence-Qi mutualization, successive heavens mutual capitalization, and Jin-water phasicity, so as to improve its value in the treatment of elderly hypertension by tonifying the kidney Qi method. Meanwhile, its effects of inhibiting oxidative stress, improving insulin resistance, regulating intestinal homeostasis, and regulating sex hormones in the treatment of hypertension were also explained in the light of its chemical composition and modern pharmacological studies. It aims to provide theoretical guidance for further research and drug development.

**Keywords:** Huangjing ( Polygonati Rhizoma ); elderly hypertension; vertigo; tonifying kidney Qi

高血压病是现代社会威胁老年人健康的重要疾病之一,据《中国心血管健康与疾病报告2021》显示心血管疾病已经成为中国人口死亡的首位原因,而高血压病作为心血管疾病的主要发病因素,其患病率仍在不断升高。报告中引用2015年统计数据,54.92%的高血压患者为60岁以上的老年人,且比例一直居高不下<sup>[1]</sup>。有效防治老年高血压病成为当前社会医疗健康领域亟待解决的重要问题之一。中医药应用于老年高血压病的治疗在我国有着悠久的历史,并具有不良反应小、接受度高、依从性好等优势。中医药防治老年高血压病正发挥日益重要的作用。

高血压病作为现代医学名词,虽未在中医古籍

中出现,但根据其临床表现可将其归类到“眩晕”一类,眩晕又有“眩冒”“头眩”“掉眩”“眩瞥”“目眩”“风眩”等别称。从《黄帝内经》中便有记载,《素问·至真要大论篇》中曰:“诸风掉眩,皆属于肝”,《素问·六元正纪大论篇》中曰:“木郁之发……甚则耳鸣眩转”<sup>[2]</sup>。记载有“眩晕”的中医古籍更是不计其数。在现代社会,随着西药的应用,老年高血压病的中医证型分布逐渐发生改变。苟福月<sup>[3]</sup>通过对山东省高血压病区域性分布规律进行研究,发现18.3%的高血压病患者中医证型为肾气亏虚证,且老年高血压病组其中医证型更倾向于发展成为肾气亏虚证,肾气亏虚正成为老年

**基金项目:**国家自然科学基金面上项目(81974561);山东省自然科学基金博士基金项目(ZR2017BH091, ZR2021MH410);中国博士后科学基金项目(2017M612342);山东省中医药科技发展计划项目(2017-048, 2017-055);齐鲁医派中医学术流派传承项目;山东省卫生与健康杰出青年人才项目;中西医结合心血管泰山学者工程专项经费资助项目。

**作者简介:**马旭(2000-),男,山东临沂人,硕士在读,研究方向:心血管内科疾病。

**通讯作者:**张磊(1982-),男,山东莱芜人,主任医师,硕士研究生导师,博士,研究方向:心血管内科疾病。

高血压病的重要发病机制。黄精为百合科植物滇黄精 (*Polygonatum kingianum* Coll.et Hemsl)、黄精 (*Polygonatum sibiricum* Delar.ex Redoute) 或多花黄精 (*Polygonatum cyrtoneura* Hua) 的根茎, 作为一种药食两用的中药材, 在中医药治疗老年高血压病肾气亏虚证中正发挥重要的作用。本文通过查阅古今文献, 从理论发展、实践应用、现代药理学研究等方面对黄精补益肾气在老年高血压病的临床辨治进行论述, 以期为黄精治疗老年高血压病的进一步研究提供理论依据。

## 1 补益肾气法论治老年高血压病的理论与实践

### 1.1 老年高血压病肾气亏虚的病机理论发展

在《黄帝内经》中便认识到肾中精气亏虚与高血压的相关性。《灵枢·口问》曰:“上气不足, 脑为之不满, 耳为之苦鸣, 头为之苦倾, 目为之眩”<sup>[4]</sup>, 《灵枢·海论》曰:“髓海不足, 胫酸眩冒”<sup>[4]</sup>, 肾中精气亏虚不能上荣头面, 导致清窍失养, 引起一系列头晕耳鸣的症状; 肾藏精, 精生髓, 脑为髓之海, 髓海不足本质上即为肾中精气的不足。杨士瀛在《仁斋直指方论·眩运方论》中指出:“淫欲过度, 肾家不能纳气归元, 使诸气逆奔而上, 此眩晕之出于气虚也”<sup>[5]</sup>, 提出了肾气亏虚不能纳气归元能够引发眩晕。元代医家朱丹溪虽强调“无痰不作眩”, 重视痰火致眩, 但也指出了肾虚在眩晕致病中的重要性。在《丹溪心法·头眩六十七》中指出:“淫欲过度, 肾家不能纳气归元, 使诸气逆奔而上, 此气虚眩晕也”<sup>[6]</sup>。张介宾在《景岳全书·杂症谟·眩运》中主张“无虚不能作眩, 当以治虚为主而酌兼其标”<sup>[7]</sup>。提出眩晕当以治虚为本, 治实为标, 擅用大补元煎等大补元阴元阳之品。还提出病程较长者, 多有元气之虚, 重在补其虚。元气是肾气的先天部分, 元气亏虚即意味着肾气亏虚。清代陈世铎认为肝风肝火所致头痛眩晕多由肾水亏虚所致, “无肾水以润肝, 则肝木之气燥, 木中龙雷之火, 时时冲击一身, 而上升于巅顶, 故头痛而且晕也”<sup>[8]</sup>。冯兆张认为眩晕乃气血虚, 化火生痰所致, 治疗上当“急则治痰火, 缓则补元气”<sup>[9]</sup>。历代医家在《黄帝内经》肾虚、髓海不足所致眩晕理论基础上, 将肾气亏虚致眩的理论思想进一步地发展和深化。

随着近现代中医的发展, 近代医家对老年高血压病的病因病机的认识逐步加深。郭维琴教授<sup>[10]</sup>认为老年高血压病大多因肝肾亏虚、水不涵木、肝阳上亢所致, 其中部分患者兼有脾虚湿阻、清阳不升, 瘀血为贯穿老年高血压病全程的病理因素。刘茂甫教授<sup>[11]</sup>认为肾虚血瘀为老年高血压病的基本病因病机, 并提出了补肾化瘀通络来治疗老年高血压病的方法。张铁钟教授认为老年高血压病脾肾亏虚为基本病因, 肝失疏泄为病情变化或加重的主要诱因<sup>[12]</sup>。

首批全国名老中医专家周次清教授认为辨治老年高血压病不应单从肝阴肝阳着手, 应从老年高血压病患者整体的虚衰情况来考虑。周老认为补益肾气、燮理阴阳的整体疗法是治疗老年高血压病的有效方法<sup>[13]</sup>。郭伟星教授<sup>[14]</sup>认为运用清肝泻火、滋阴潜阳、息风止痉等治法辨治老年高血压病忽视了老年人在生理、病理方面的特点。《素问·上古天

真论篇》曰:“七八……天癸竭, 精少, 肾藏衰, 形体皆极”<sup>[2]</sup>。随着年龄的增大, 肾中精气逐渐虚损, 先天之精的亏虚无以化生肾气, 濡养脏腑形体官窍, 脏腑的虚衰导致机体阴阳平衡的失调, 气血津液代谢紊乱, 导致了疾病的产生。由此可见, 肾中精气减少是老年人的基本生理特点, 肾气亏虚是老年人的基本病理特点。治病必求于本是中医治疗疾病的基本原则, 在辨治老年高血压病时也应当遵守基本原则抓住老年人的生理病理特点, 阴阳并补, 化生肾气。所以补益肾气, 燮理阴阳是治疗老年高血压病肾气亏虚证的基本大法。

### 1.2 老年高血压病肾气亏虚证的实质

肾气是人体的重要组成成分, 由肾精所化生, 是一身之气分布于肾中的部分, 具有推动人体生长发育和生殖机能的功能, 其通过三焦布散全身则称为元气。肾气亏虚是人体中肾阴肾阳等量虚损, 既无寒象, 也无热象, 使肾之阴阳处于一种相对低水平的平衡状态, 这种状态虽然也具备肾之阴阳低水平的平衡, 但这种肾阴肾阳等量亏损的平衡早已破坏了肾正常的阴平阳秘的生理状态。肾气具有推动各脏腑功能正常运行的作用, 肾气亏虚会导致心、肝、胆、脾、胃等脏腑的功能失常, 引发风、火、痰、瘀等病理因素产生, 二者相互作用于血脉, 导致机体气血津液运行失调, 供求失衡, 气血逆乱, 产生老年高血压病, 故老年高血压病病位在血脉, 主于心, 根于肾, 关乎肝、胆、脾、胃; 其基本病机为本虚标实, 其中肾气亏虚为本, 是原发病机; 风、火、痰、瘀为标, 为继发病机, 二者相互影响, 直接作用于血脉, 导致机体气血津液运行失调, 供求失衡, 气血逆乱, 从而形成以眩晕、头痛、血压增高为主要表现的老年高血压病。<sup>[14]</sup>

肾气亏虚型老年高血压病患者临床主要表现为头晕, 耳鸣, 健忘, 神疲懒言, 肢体倦怠, 乏力, 不耐寒热, 腰膝酸软, 男子阳痿、早泄、遗精、性欲减退, 女子月经不调、闭经、不孕, 尿后余沥或失禁, 舌淡苔白, 脉沉迟等。肾气是推动人体生命活动的原动力, 肾气亏虚则五脏六腑之气皆虚, 故神疲懒言、肢体倦怠、乏力; 脑髓是由肾精化生, 肾气的亏虚反映了肾精的不足, 肾精不足引起髓海亏虚, 故出现头晕、健忘的表现; 肾在窍为耳, 肾气亏虚使耳窍失养, 引起耳鸣; 肾主骨, 肾气亏虚无以充养骨骼, 则腰酸膝软; 肾主水, 肾气亏虚导致水液代谢失常, 引起尿后余沥或失禁; 肾主生殖, 肾气亏虚会影响正常的生殖功能, 在男子表现为阳痿、早泄、遗精、性欲减退, 在女子则表现为月经不调、闭经、不孕; 在舌脉上则表现为舌淡苔白, 脉沉迟。

肾气亏虚可以出现偏于阴阳的转化, 这种偏于阴阳的转化是在肾阴肾阳低水平的平衡基础上发生的, 有别于肾中阴阳一方虚损引起的单纯肾阴虚或肾阳虚。肾阴虚或肾阳虚导致阴损及阳、阳损及阴引起的肾阴阳两虚, 亦有别于肾气亏虚, 二者的区别主要体现在病理变化过程中, 但最后形成的证候表现是相同的, 所以肾气亏虚是一种特殊的肾阴阳两虚。当由于情志不遂、久病耗伤等因素导致这种低水平的阴阳平衡被打破, 引起肾阴或肾阳的进一步耗伤, 便会出现老年高血压病向偏于阴或阳的一

方转化,出现偏寒或偏热的症状变化,便出现肾气亏虚偏阴虚、肾气亏虚偏阳虚等诸多变证。

综上所述,老年高血压病的产生是肾之阴阳等量虚损的结果,肾气亏虚是老年高血压病发生、发展的根本病理环节,在此基础上,可以出现偏于阴或偏于阳的病理变化,引起诸多变证。所以老年高血压病的根本环节是肾气亏虚,肾气亏虚偏阴虚、肾气亏虚偏阳虚等皆为肾气亏虚基础上出现的变证。

### 1.3 补益肾气法辨治老年高血压的临床应用

胡芳等<sup>[15]</sup>通过研究补肾活血稳压颗粒对原发性高血压合并早期肾损害患者的影响,发现其通过补益肾气、活血化瘀能在西药基础上进一步降低血压,保护肾功能,可以减少内皮素(ET-1)、同型半胱氨酸(Hcy)的产生,增加血浆一氧化氮(NO)的产生。王琳琳<sup>[16]</sup>通过研究补肾化痰通络方对肾气亏虚型高血压病合并痰瘀阻络证的患者的疗效,发现加用补肾化痰通络方降压效果更加明显,并具有逆转心肌肥厚、减小脉压差的作用。李明等<sup>[17]</sup>研究发现补肾填精方治疗肾精亏虚型老年高血压病能够取得良好的降压效果,并具有减轻炎症损害、改善血管内皮功能的作用。于艺<sup>[18]</sup>研究发现肾气亏虚偏阴虚型老年高血压病合并睡眠障碍的患者,在西药降压基础上加用苁蓉牛膝汤,能提高降压有效率、降压幅度,并改善患者睡眠质量。贾丽燕<sup>[19]</sup>研究真武汤加味治疗高容量负荷老年高血压病(肾气亏虚偏阳虚证)的临床疗效,发现真武汤加味方合用西药能有效地调控容量负荷,降压效果更平稳、更有效。由此可见,补益肾气法广泛应用于老年高血压病中,并常在补益肾气的基础上加入滋阴补阳、活血化瘀、化痰祛湿等药物。

## 2 黄精补益肾气的理论探讨

黄精为2015年版《中华人民共和国药典》收录的常用中药材,其中以“九蒸九晒”的炮制方法应用最为广泛。黄精之名始见于《名医别录》,为百合科植物滇黄精(*Polygonatum kingianum* Coll.et Hemsl)、黄精(*Polygonatum sibiricum* Delar.ex Redoute)或多花黄精(*Polygonatum cyrtoneura* Hua)的根茎。性甘、平,归脾、肺、肾经,具有补气养阴、健脾、润肺、益肾的功效。

### 2.1 黄精的药效考证

刘京晶等<sup>[20]</sup>通过对黄精的本草考证,追根溯源“黄精”应始载于《神农本草经》,又名“女萎”。《神农本草经·上品》记载女萎:“味甘,平。主中风,暴热,不能动摇,跌筋结肉,诸不足。久服去面黑,好颜色,润泽,轻身,不老”<sup>[21]</sup>。肾虚则面色黑,久服润泽、轻身、不老等,可见黄精有补肾之功效。《名医别录·上品》中记载黄精:“味甘,平,无毒。主补中益气,除风湿,安五脏。久服轻身、延年、不饥”<sup>[22]</sup>。具有补益五脏的功效。《本草纲目·草部》中记载:“黄精受戊己之淳气,故为补黄宫之胜品”<sup>[23]</sup>。黄精具有补益脾土的功效。《滇南本草·鹿竹》记载黄精“能辟谷、补虚、添精,服之效矣”<sup>[24]</sup>,具有补益肾精的功效。《本草征要·补益药》补充黄精具有气阴双补、肺脾同补的功效:“肺燥干咳,气馁消渴。体虚乏力,用以服食。味甘气和,为益脾阴之剂,土旺则湿除,故又能祛湿”<sup>[25]</sup>。历朝历代虽然对黄精的功效记载不尽相

同,但大体可以归结为养阴润肺、补脾益气、滋肾填精等<sup>[26]</sup>。

### 2.2 黄精的炮制沿革

从古至今,黄精的炮制方法多种多样,如切制、单蒸、重蒸、九蒸九晒、黑豆制等<sup>[27]</sup>。其中以“九蒸九晒”的炮制方法应用最为广泛、历史最为悠久,经过生用、单蒸、重蒸、九蒸九晒的演变,其炮制工艺可以实现降低毒性、增强疗效、改变归经、有利于贮存、杀灭病菌等目的<sup>[28]</sup>。《本草纲目·草部》记载黄精:“单服九蒸九晒食之,驻颜断谷。补诸虚,止寒热,填精髓”<sup>[23]</sup>,九蒸九晒能够增强黄精的补益肾气的功效,应用“九蒸九晒”黄精能增强其治疗老年高血压病肾气亏虚证的疗效。

### 2.3 黄精补益肾气的理论解释

(1)精气互化:精能生气,气能化精,精与气相互资生、相互依存,称之为精气互化。正如汪绮石在《理虚元鉴·心肾论》提出:“以先天生成之体论,则精生气,气生神。以后天运用之主宰论,则神役气,气役精”<sup>[29]</sup>。肾气是一身之气分布于肾中的部分,由肾精所化生。当肾精亏虚时,肾气生化乏源,会引起肾气亏虚;肾气亏虚导致气不摄精、气不生精也会引起肾精亏虚。由此可见,补充肾精即可补充肾气。黄精归肾经,能补虚填精、化生肾气,肾精亏损得到补充,肾气化生来源充盛,肾气亏虚便能得到补充。

(2)先后天相互资生:肾为先天之本,脾为后天之本,二者具有相互资生、相互依存的关系。《灵素节注类编·卷四下经解·真脏死脉》提出:“五脏皆赖胃中水谷之气滋养,故胃为五脏之本。而胃之所以能消化出入者,又藉脾气之鼓运,而脾则以肾中元阳为根,此先后天之互相生化,而不可偏失也”<sup>[30]</sup>。这便体现出了脾肾二者的重要关系,若脾肾二者亏虚,功能上不再协调,便会导致疾病的产生。一方面:肾气是由肾精所化生,肾精包括肾中封藏的先天之精与脾运化的后天之精。肾气来源于先天之精,并依赖于脾气所运化的后天之精滋养,脾气亏虚会导致运化后天水谷精微的功能减弱,导致后天之精生化不足,后天之精亏虚无以滋养肾气,引起肾气亏虚;肾气虚衰无力资助和调节脾气的运化功能,也会引起脾气亏虚。另一方面:元气是由禀受于父母的先天之精所化生的,即肾气中的先天部分。元气通过三焦自下而上分布全身,从而激发和调控人体各脏器的功能活动,元气分布到脾胃则激发其运化、腐熟之能,助脾胃化生水谷精微。宗气是由脾胃所运化的水谷精气与自然界的清气相结合而成,宗气具有贯心脉行气血,走息道司呼吸,资先天的作用,宗气对先天元气有重要的资助作用。元气自下而上运行,以助后天之宗气;宗气自上而下分布,以资先天元气。若宗气亏虚则元气失于濡养而亏虚;元气也能激发和促进宗气的产生,元气的亏虚亦会影响宗气的产生。黄精归脾经,能健脾益气,脾气亏虚得到补充,运化水谷精微的能力增强,后天之精源源不断化生并滋养先天之精,先后天之精得到补充便能化生肾气,弥补肾气虚损;并且脾气健运则宗气化生充足,能够源源不断滋养元气,使肾气亏虚得到补充。

(3)金水相生:肺属金,肾属水,二者相互资生称为“金水相生”。《素问·水热穴论篇》曰:“少阴者,冬脉也,故其本在肾,其末在肺”<sup>[2]</sup>,肺肾二者的经络相通,二者之间密切相关。金能生水,肾气化生所需要的自然界的清气依赖于肺的吸入,当肺气亏虚时,吸入自然界的清气不足,便会引起肾气亏虚;水亦能生金,肾作为脏腑之本,肺的功能的正常运行也依赖于肾的滋养,肾主纳气的功能也能帮助肺吸入自然界的清气。同时肺主一身之气,肾气功能的发挥也有赖于肺的呼吸作用。《类证治裁·喘证》曰:“肺为气之主,肾为气之根,肺主出气,肾主纳气,阴阳相交,呼吸乃和”<sup>[31]</sup>。只有肺肾二者的功能协调,一身之气才能正常运行。黄精具有润肺、补气养阴的功效。肺气得到补充,通过宣降功能把自然界的清气下纳于肾,以资肾气。肾气也得以通过肺的呼吸作用散布全身、发挥功能。

### 3 黄精的现代药理学研究

黄精的药理成分复杂多样,现代药理学研究显示黄精属植物的主要活性成分有多糖、甾体皂苷、三萜皂苷、高异黄酮酮和凝集素等,其中皂苷、黄精多糖和凝集素为黄精主要药理成分。黄精提取物及部分化合物具有抗高血压、抗衰老、抗糖尿病、抗疲劳等功效<sup>[32]</sup>。黄精主要通过抑制氧化应激、改善胰岛素抵抗、调节肠道内稳态、调节性激素来调节血压,保护心肌。

#### 3.1 调节肠道内稳态

代谢紊乱不仅会极大提高高血压的发病风险,而且会直接导致高血压,调节代谢紊乱有助于治疗高血压病。排除掉其他继发因素产生的高血压,通过控制代谢异常有助于高血压的控制,这一类型的高血压称为代谢性高血压。相关研究显示,胃肠道在代谢性高血压发病机制中起着关键作用,可能为代谢性高血压的起始器官<sup>[33]</sup>。代谢性高血压与多种因素有关,主要的致病因素是不良饮食习惯介导的肠道内稳态失衡。黄精通过调节肠道内稳态,增加代谢性高血压大鼠肠道内短链脂肪酸(SCFAs)产生,减少脂多糖(LPS)的产生,保护肠道屏障功能,抑制LPS进入血液,从而改善血管内皮细胞脱落,调节血清内皮素1(ET-1)和一氧化氮(NO)水平,保护血管内皮细胞,来改善代谢性高血压<sup>[34]</sup>。

#### 3.2 抑制氧化应激

炎症和氧化应激在高血压的发生和进展中具有关键的作用。氧化应激是氧化剂与抗氧化剂在机体内的失衡,活性氧(ROS)的升高导致氧化应激,并引起一氧化氮生物利用度降低,导致内皮功能障碍,促进高血压的进展<sup>[35]</sup>。朱秀英等<sup>[36]</sup>研究发现黄精多糖对阿霉素所致的急性心力衰竭大鼠有预防作用,具有抗氧化应激、抗炎、抑制心肌细胞凋亡的作用。马万军等<sup>[37]</sup>研究发现黄精多糖可以减轻D-半乳糖诱导小鼠的心肌脂质过氧化和DNA损伤,来保护心肌细胞,减轻心脏衰老。综上所述,黄精多糖通过抑制氧化应激可以预防高血压病并减轻高血压对心血管的损害,保护心肌细胞。

#### 3.3 改善胰岛素抵抗

胰岛素抵抗与高血压密切相关,且有研究显示

胰岛素抵抗可能是原发性高血压的主要病因。胰岛素抵抗或其后遗症可能是代谢综合征(如高血压、2型糖尿病、动脉粥样硬化、心脏病发作、卒中和肾衰竭)相关疾病的常见病因<sup>[38]</sup>。陈泽夫等<sup>[39]</sup>通过研究发现黄精皂苷能够减轻肝脏胰岛素抵抗,修复胰岛β细胞,使胰岛素正常发挥其生物学作用。它还改善了口服葡萄糖耐量,并降低了糖尿病小鼠血清脂多糖(LPS)和糖化血红蛋白(HbA1c)水平。对链脲佐菌素(STZ)诱导的糖尿病小鼠具有显著改善糖耐量和胰岛素抵抗、降低血糖、降低血脂的作用。黄精皂苷通过改善胰岛素抵抗,改善代谢综合征多种症状,对高血压病的治疗具有重要意义。

#### 3.4 调节性激素

性激素对血压有着潜在的调节作用。现代研究显示,雌二醇通过影响交感神经系统、肾素-血管紧张素-醛固酮系统、体质量、氧化应激、内皮功能和盐敏感性的机制,来调节血压<sup>[40]</sup>。雌激素-孕激素缺乏增加高血压风险的机制已被广泛研究<sup>[41]</sup>。张磊等<sup>[42-43]</sup>研究发现老年高血压病肾气亏虚证与性激素水平紊乱密切相关,血清雌二醇的降低提示老年高血压病肾气亏虚证的发生。李昕燃等<sup>[44]</sup>研究发现九制黄精及九制黄精复方能显著提高抑郁大鼠血清中的雌二醇并明显降低血清中的卵泡刺激素含量。PARK DR等<sup>[45]</sup>研究发现黄精提取液虽然不含雌激素和孕酮,但具有类似雌激素和孕酮作用来调节雌激素和孕酮受体。

### 4 临床应用

我院对补益肾气法在老年高血压病的应用进行了大量研究,并创制多种含有黄精的方剂应用到肾气亏虚型老年高血压病的治疗中。现代药理学研究和临床治疗疗效显示对肾气亏虚型老年高血压病的治疗具有明显作用。

#### 4.1 院内方剂

(1)益肾降压方:郭伟星教授秉承周次清教授的学术思想,在查阅古今文献并结合临床经验的基础上创制益肾降压方,益肾降压方以槲寄生、女贞子、淫羊藿为君,臣以黄芪、黄精,佐以泽泻、酸枣仁,以怀牛膝为使,以补益肾气,调和阴阳。宋观礼<sup>[46]</sup>通过研究老年高血压病肾气亏虚证患者经益肾降压方治疗前后性激素水平的变化,发现较正常老年人相比,男性老年高血压病肾气亏虚证患者T水平及T/E2比值均明显降低;女性老年高血压病肾气亏虚证患者E2水平明显降低,T/E2比值升高。经益肾降压颗粒治疗后不仅能降低血压,改善心肌缺血,纠正血脂和血糖代谢紊乱,改善患者临床症状,而且男性老年高血压病肾气亏虚证患者T水平及T/E2比值均显著升高;女性老年高血压病肾气亏虚证患者E2水平升高,T/E2比值降低。益肾降压方具有明显调节性激素代谢紊乱的作用。赵立群<sup>[47]</sup>通过研究益肾降压方对老年高血压病患者血管内皮的调节作用,发现益肾降压方不仅能降低血压、降低血脂、改善临床症状,在西药治疗基础上加服益肾降压方还能够显著降低血浆内皮素1(ET-1)、血栓素B2(TXB2)和血管紧张素II(Ang II),升高一氧化氮(NO)、前列环素(PGI2)及降钙素基因相关肽(CGRP)。在对自

发性高血压大鼠(SHR)实验中亦有相同作用。由此可见益肾降压方可以调节血管内皮功能发挥降压作用,其机制可能与抑制AngII和ET的合成,降低血浆TXB<sub>2</sub>水平同时升高NO、PGI<sub>2</sub>、CGRP水平有关。

(2)补肾和脉方:相关人员通过临床实践结合“络病学理论”创制补肾和脉方,方以熟地、黄芪、桑寄生为君药,黄精、川芎、防风、泽泻为臣药,钩藤、威灵仙、牛膝为佐药,以达补肾益气、疏风和络之功。张鹏<sup>[48]</sup>通过研究补肾和脉方改善老年自发性高血压大鼠(SHR)肾损害的机制,发现补肾和脉方作用的主要靶细胞是Th17细胞和Treg细胞,并能够通过调节Th17/Treg细胞平衡改善老年高血压病肾损害,Treg细胞的降压作用与Treg细胞所产生的IL-10等抗炎因子相关。IL-6是诱导Th17细胞分化,抑制Treg细胞分化,影响Th17细胞/Treg细胞平衡的重要因子。补肾和脉方有效提高了老年自发性高血压大鼠IL-10表达,减少了IL-6、IL-17A的释放,临床试验也显示补肾和脉方能降低患者的血压,并改善肾功能和临床症状。杨传华<sup>[49]</sup>研究发现在应用西药基础上,加用补肾和脉方能进一步降低高血压患者的收缩压和脉压差,并能够降低左室重量指数,逆转向心性肥厚。

(3)补肾活血方:杨传华教授<sup>[49]</sup>结合多年临床经验提出老年患者肾气亏虚日久,血瘀症状显著,在补肾和脉方合丹参饮基础上进行加减,创制补肾活血方。本方以黄芪、黄精、丹参共为君药,桑寄生、淫羊藿、杜仲、女贞子、怀牛膝共为臣药,当归、川芎、地龙、砂仁、泽泻为佐使药,来补肾益气、活血化瘀。庞茜<sup>[50]</sup>通过研究补肾活血方对老年高血压病合并射血分数保留型心衰的患者的疗效,发现补肾活血方合并西药治疗能有效降低患者血压和NT-proBNP水平,改善患者临床症状,提高6 min步行实验距离。

#### 4.2 病案举例

(1)王某,男,68岁,2021年11月11日就诊。主诉:头昏沉1年。现病史:患者自述头部昏沉感,偶头痛,头晕,耳鸣。平素血压不稳定。120~150/65 mm Hg。昨日查血脂偏高。略乏力,气短,心慌,胸闷,无畏寒。汗多,冷时汗出,眠浅,易复睡。纳可,无胃胀,无口干口苦,大便不成形,日1次,小便调。今日BP:150/88 mm Hg HR:85次/min。中医望闻切诊:表情自然,面色红润,形体正常,语气清,气息平;无异常气味,舌红、苔薄白,舌下络脉无异常,脉细。诊断:眩晕(高血压病)。辨证:肾气亏虚,治法:补益肾气。处方:炒杜仲15 g,淫羊藿12 g,女贞子12 g,黄芪15 g,黄精12 g,炒酸枣仁30 g,郁金12 g,石菖蒲9 g,龙骨15 g,降香12 g,佛手12 g。

方解:淫羊藿、炒杜仲温肾助阳、强筋壮骨;黄芪、黄精、女贞子可补气养阴、滋阴补肾,炒酸枣仁可调和心肝、安神安眠;郁金有疏肝理气、活血化瘀的作用;石菖蒲可开窍醒脑、祛风除湿;龙骨镇静安神;降香、佛手能疏肝理气、开胃健脾。本方可补益肾气、阴阳双补、调理肝脾、安神定志。

二诊:患者头部昏沉感减轻,偶有头晕头痛,乏力气短改善,近期血压平稳,136/85 mm Hg左右,原方继服7剂以巩固疗效。

(2)马某,女,59岁,2023年2月28日就诊。主诉:阵发性胸闷、心慌2月,加重2 d。现病史:患者于2月前因感染新型冠状病毒出现阵发性胸闷、心慌,夜间及活动后加重伴左前胸部灼热感,就诊于当地医院,诊为冠状动脉粥样硬化性心脏病、高血压、腔隙性脑梗死,予保护心脏、调脂药物治疗,具体不详,病情好转后出院。患者2 d前出现上述症状加重,就诊于我院急诊科,给予营养心肌、活血化瘀、抑酸护胃治疗。现症见:阵发性胸闷心慌,伴左前胸部灼热感,头晕头痛,乏力,口干,反酸,自汗,怕冷,食少,眠差,小便调,大便干。既往史:既往高血压病史2月,最高157/96 mm Hg,未规律服用降压药物,血压控制不佳。月经史:既往月经正常,现已绝经。中医望闻切诊:表情自然,面色红润,形体正常,望态,语气清,气息平,无异常气味,舌黯红、苔薄白,脉沉弱。诊断:胸痹(冠心病,高血压病)。辨证:气虚血瘀,治法:补肾益气,活血化瘀。处方:槲寄生15 g,酒黄精15 g,牛膝15 g,酒女贞子15 g,白芍30 g,天麻15 g,钩藤30 g,葛根30 g,合欢皮30 g,首乌藤30 g,黄芪30 g,酒萸肉15 g,龙骨30 g,牡蛎30 g,浮小麦30 g,丹参30 g,郁金15 g,石斛15 g,玄参15 g,火麻仁30 g。

方解:酒黄精、酒女贞子滋补肾阴;槲寄生、牛膝补肝益肾;白芍养血止痛,天麻钩藤平肝潜阳,葛根解肌止痛;合欢皮、首乌藤滋肾养肝,安神助眠;黄芪补气养血,酒萸肉活血化瘀、舒筋活络;龙骨、牡蛎平肝降火、安神定惊。浮小麦健脾开胃、利湿化痰,丹参、郁金活血化瘀。石斛、玄参滋阴清热、养肺生津;火麻仁润肠通便。本方可补肾益气活血化瘀、养血止痛、舒筋活络、清热解毒、安神定惊。

二诊:患者近期血压平稳,胸闷心慌减轻,头晕头痛改善。

(3)郭某,男,63岁,2023年7月2日就诊。主诉:阵发性头晕十余年,加重3 d。现病史:患者于十余年前无明显诱因出现头晕,血压最高达208/120 mm Hg,口服硝苯地平缓释片,血压控制一般。患者3 d前因房屋装修头晕加重。现症见:阵发性头晕,无头痛头胀,无耳鸣耳聋,无口干口苦,劳累后心慌。偶胸闷胸痛,偶有乏力汗出,无胃胀反酸,纳眠可,二便调。既往史:高血压病史10年,2型糖尿病病史3年余,口服二甲双胍治疗。脑梗死病史11年。中医望闻切诊:表情自然,面色红润,形体正常,语气清,气息平;无异常气味,舌淡红、苔薄白,舌下络脉无异常,脉沉细。诊断:眩晕(高血压病)。辨证:肾气亏虚,治法:补肾益气。处方:黄芪30 g,酒黄精15 g,槲寄生15 g,酒女贞子15 g,天麻15 g,钩藤30 g,川芎15 g,丹参30 g,泽泻30 g,牛膝15 g,茯苓24 g,白术18 g,首乌藤30 g,夏枯草15 g,炒麦芽15 g。

方解:黄芪、酒黄精、酒女贞子补气养阴,滋补肝肾;槲寄生可以活血化瘀;天麻、钩藤平肝潜阳;川芎、丹参活血通络;泽泻化浊降脂;槲寄生、牛膝补益肝肾,活血舒筋;茯苓、白术利水渗湿,健脾和胃;合欢皮、首乌藤解郁安神;夏枯草可清热解毒;炒麦芽健脾益气。

二诊:患者近期血压平稳,头晕改善,胸闷胸痛缓解,乏力改善,近期睡眠不佳,加以合欢皮解郁安神。

## 5 小结

我国已经进入到老龄化社会。据预测,从2015—2035年的20年内,我国老年人口占总人口的比例将超过20%,老年人口数目庞大。我国高血压发病率正逐年升高,老年高血压病患者数量庞大,而高血压的控制率、治疗率仍处于较低水平<sup>[51]</sup>,加强对高血压的治疗和控制成为社会发展过程中的重要问题。虽然西药降压得到了大力发展,但由于对不良反应的担忧、不能按时坚持服药等原因导致降压西药不能在我国老年人群得到良好的推广。中药作为中国传统药物,具有接受度高、不良反应小等优点,并能取得良好的降压效果。黄精作为一种药食两用中药材,在中国具有丰富的资源,具有补气养阴、健脾、润肺、益肾的功效,能良好改善高血压病的症状。现代药理学研究也表明黄精通过抑制氧化应激、改善胰岛素抵抗、调节肠道内稳态、调节性激素来调节高血压的作用。由此可见,研究黄精在老年高血压病中的应用具有重要意义。在日后研究中,对于黄精在肾气亏虚型老年高血压病的研究应注意以下方面:发挥黄精的药食两用特点,探索黄精食品、制品的研发;补充黄精单味药材治疗肾气亏虚型老年高血压病的疗效统计;基于黄精化学成分、作用靶点,应用转录、蛋白、代谢等各种组学的方法,继续研究黄精治疗高血压病的潜在机制;进一步深化研究黄精的有效药理学成分,以及与高血压的相关性。◆

## 参考文献

- [1] 马丽媛,王增武,樊静,等.《中国心血管健康与疾病报告2021》关于中国高血压流行和防治现状[J].中国全科医学,2022,25(30):3715-3720.
- [2] 王冰.黄帝内经素问[M].傅景华,陈心智,点校.北京:中医古籍出版社,1997:107.
- [3] 苟福月.山东省高血压病中医证型区域性分布规律研究[D].济南:山东中医药大学,2023.
- [4] 郭霁春.黄帝内经灵枢校注语译[M].天津:天津科学技术出版社,1989:252.
- [5] 杨士瀛.新校注杨仁斋医书仁斋直指方论[M].福州:福建科学技术出版社,1989:345.
- [6] 朱震亨.丹溪心法[M].彭建中,点校.沈阳:辽宁科学技术出版社,1997:76.
- [7] 张景岳,刘孝培,等.景岳全书杂证谟选读[M].邱宗志,点校.重庆:重庆大学出版社,1988:55.
- [8] 陈士铎.辨证录[M].北京:中国中医药出版社,2020:78.
- [9] 冯兆张.冯氏锦囊秘录[M].田思胜,校注.北京:中国中医药出版社,1996:25.
- [10] 李倩倩,樊晓丹,赵一霖,等.郭维琴教授治疗老年高血压病的临床经验[J].现代中医临床,2020,27(4):39-42.
- [11] 刘永惠,华莎,王瑞,等.刘茂甫教授补肾化痰通络法治疗老年高血压病的学术思想探讨[J].陕西中医,2013,34(12):1651-1652.
- [12] 李求兵.张铁忠补益脾胃、升降气机治疗老年病学术思想和经验总结[D].北京:中国中医科学院,2013.
- [13] 高洪春.周次清[M].北京:中国中医药出版社,2004:76.
- [14] 张磊.补益肾气法干预老年人高血压病肾气亏虚证性激素水平及性激素受体表达的机制研究[D].济南:山东中医药大学,2013.
- [15] 胡芳,沈金峰,胡良伟,等.补肾活血稳压颗粒对原发性高血压合并早期肾损害患者ET-1、NO、Hey及生活质量影响[J].

- 时珍国医国药,2022,33(1):148-150.
- [16] 王琳琳.补肾化痰通络方延缓原发性高血压左室重构的疗效观察[D].济南:山东中医药大学,2015.
- [17] 李明,王硕.补肾填精方治疗老年原发性高血压的疗效及对血管重塑、炎症状态的影响[J].四川中医,2023,41(3):75-79.
- [18] 于艺.苁蓉牛膝汤治疗老年高血压病合并睡眠障碍(肝肾阴虚型)的临床观察[D].济南:山东中医药大学,2021.
- [19] 贾丽燕.真武汤加味方治疗高容量负荷老年性高血压病(肾阳虚证)临床研究[D].济南:山东中医药大学,2022.
- [20] 刘京晶,斯金平.黄精本草考证与启迪[J].中国中药杂志,2018,43(3):631-636.
- [21] 徐树楠,牛兵占.神农本草经[M].石家庄:河北科学技术出版社,1996:14.
- [22] 陶弘景.名医别录[M].尚志钧,辑校.北京:人民卫生出版社,1986:23.
- [23] 杨孝麒.本草纲目选译[M].长沙:湖南科学技术出版社,1989:76.
- [24] 兰茂.滇南本草[M].昆明:云南人民出版社,2017:80.
- [25] 李中梓.重订本草征要[M].北京:北京科学技术出版社,1986:22.
- [26] 程喜乐,曲寿河,纪宏媛,等.黄精性味归经及功效应用的古今演变[J].中华中医药杂志,2021,36(5):2704-2708.
- [27] 秦宇雯,袁玮,陆兔林,等.九华黄精的炮制工艺沿革及现代研究[J].中草药,2018,49(18):4432-4438.
- [28] 秦宇雯,张丽萍,赵祺,等.九蒸九晒黄精炮制工艺的研究进展[J].中草药,2020,51(21):5631-5637.
- [29] 绮石.理虚元鉴[M].王新华,校注.南京:江苏科学技术出版社,1981:10.
- [30] 章楠.医门棒喝三集灵素节注类编[M].方春阳,孙芝斋,点校.杭州:浙江科学技术出版社,1986:188.
- [31] 林琴.类证治裁[M].刘扈文,主校.北京:人民卫生出版社,1988:97.
- [32] ZHAO P, ZHAO C, LI X, et al. The genus Polygonatum: A review of ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology[J]. Journal of Ethnopharmacology, 2018, 214: 274-291.
- [33] ZHU Z, XIONG S, LIU D. The Gastrointestinal Tract: an Initial Organ of Metabolic Hypertension? [J]. Cellular Physiology and Biochemistry, 2016, 38(5): 1681-1694.
- [34] SU J, WANG Y, YAN M, et al. The beneficial effects of Polygonatum sibiricum Red. superfine powder on metabolic hypertensive rats via gut-derived LPS/TLR4 pathway inhibition[J]. Phytomedicine: International Journal of Phytotherapy and Phytopharmacology, 2022, 106: 154404.
- [35] AMPONSAH-OFFEH M, DIABA-NUHOHO P, SPEIER S, et al. Oxidative Stress, Antioxidants and Hypertension[J]. Antioxidants, 2023, 12(2): 281.
- [36] ZHU X, WU W, CHEN X, et al. Protective effects of Polygonatum sibiricum polysaccharide on acute heart failure in rats 1 [J]. Acta Cirurgica Brasileira, 2018, 33(10): 868-878.
- [37] MA W, WEI S, PENG W, et al. Antioxidant Effect of Polygonatum sibiricum Polysaccharides in D-Galactose-Induced Heart Aging Mice[J]. R. Nucera. BioMed Research International, 2021, 2021: 1-8.
- [38] BEALE E G. Insulin signaling and insulin resistance [J]. Journal of Investigative Medicine, 2013, 61(1): 11-14.
- [39] CHEN Z, LUO J, JIA M, et al. Polygonatum sibiricum saponin Exerts Beneficial Hypoglycemic Effects in Type 2 Diabetes Mice by Improving Hepatic Insulin Resistance and Glycogen Synthesis-Related Proteins [J]. Nutrients, 2022, 14(24): 5222.
- [40] SABBATINI A R, KARARIGAS G. Estrogen-related mechanisms in sex differences of hypertension and target organ damage [J]. Biology of Sex Differences, 2020, 11(1): 31.
- [41] BLACHER J, KRETZ S, SORBETS E, et al. [Epidemiology of hypertension: Differences between women and men] [J]. La Presse Médicale, 2019, 48(11): 1240-1243.
- [42] 张磊,于杰,郭伟星,等.性激素水平与女性老年人高血压病肾气亏虚证的相关性研究[J].辽宁中医杂志,2011,38(10):

# 中医调控自噬防治阿尔茨海默病实验研究进展

张译丹<sup>1</sup>, 张淼<sup>2</sup>, 张思琪<sup>1</sup>, 胡晓阳<sup>1</sup>

(1. 黑龙江中医药大学, 黑龙江 哈尔滨 150006; 2. 黑龙江中医药大学附属第二医院, 黑龙江 哈尔滨 150001)

**摘要:** 阿尔茨海默病 (alzheimer's disease, AD) 是一种进行性神经退行性疾病, 其致病因素多、病理机制复杂, 涉及到多个生物学过程和分子机制的紊乱。中医的治疗理念强调整体观念和个体化治疗, 能够针对AD的多个病理环节进行干预, 提高患者的生活质量。许多研究表明, 自噬在中医治疗AD过程中发挥着重要作用, 文章总结近5年的实验研究, 发现中医的多种干预手段均能够调控自噬及其信号通路, 进而发挥治疗AD的作用。这些干预手段主要包括中药及其复方和针灸治疗。中药及其复方通过其多组分、多靶点的特性, 能够针对AD的多个病理环节进行干预, 既能够促进自噬的活性, 清除异常蛋白的堆积, 也能够抑制过度活跃的自噬, 防止神经元自我损伤。针灸治疗则通过刺激穴位, 调节神经系统的功能, 影响自噬相关基因的表达和信号通路的活性, 进而改善AD的病理状态。文章重点分析了中医手段如何调控自噬来防治阿尔茨海默病的现代病理机制, 旨在从调控自噬的角度为临床改善AD提供新的研究方向和治疗靶点。

**关键词:** 阿尔茨海默病; 自噬; 中医药; 研究进展; 针灸

**中图分类号:** R285

**文献标志码:** A

**DOI:** 10.13194/j.issn.1673-842X.2025.01.017

## Experimental Research Progress on the Regulation of Autophagy in Traditional Chinese Medicine for the Prevention and Treatment of Alzheimer's Disease

ZHANG Yidan<sup>1</sup>, ZHANG Miao<sup>2</sup>, ZHANG Siqi<sup>1</sup>, HU Xiaoyang<sup>1</sup>

(1. Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin 150006, Heilongjiang, China;

2. The Second Affiliated Hospital of Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin 150001, Heilongjiang, China)

**Abstract:** Alzheimer's disease (AD) is a progressive neurodegenerative disease with multiple pathogenic factors and complex pathological mechanisms, involving the disruption of multiple biological processes and molecular mechanisms. The treatment philosophy of traditional Chinese medicine emphasizes a holistic approach and individualized treatment, which can intervene in multiple pathological stages of AD and improve the quality of life of patients. Many studies have shown that autophagy plays an important role in the treatment of AD in traditional Chinese medicine. This article summarizes experimental research in the past five years and finds that various intervention methods in traditional Chinese medicine can regulate autophagy and its signaling pathways, thereby exerting therapeutic effects on AD. These interventions mainly include traditional Chinese medicine and its compounds and acupuncture and moxibustion treatment. Traditional Chinese medicine and its compound formulas, through their multi-component and multi-target characteristics, can intervene in multiple pathological stages of Alzheimer's disease. They can promote autophagy activity, eliminate abnormal protein accumulation, and inhibit excessive autophagy, preventing neuronal self damage. Acupuncture and moxibustion therapy can regulate the function of nervous system by stimulating acupoints, affect the expression of autophagy related genes and the activity of signal pathways, and then improve the pathological status of AD. This article focuses on the modern pathological mechanism of how traditional Chinese medicine regulates autophagy to prevent and treat Alzheimer's disease, aiming to provide new research directions and therapeutic targets for clinical improvement of Alzheimer's disease from

**基金项目:** 国家自然科学基金 (8217152653); 黑龙江省自然科学基金项目 (LH2023H066)

**作者简介:** 张译丹 (1998-), 女, 黑龙江哈尔滨人, 硕士在读, 研究方向: 方剂配伍规律及药物物质基础研究。

**通讯作者:** 胡晓阳 (1979-), 男, 黑龙江哈尔滨人, 教授、主任医师, 博士, 研究方向: 方剂配伍规律及药物物质基础研究。

- 1943-1945.
- [43] 张磊, 郭伟星. 不同中医证型男性老年人高血压病患者性激素水平比较研究[J]. 中华中医药杂志, 2012, 27(4): 1025-1029.
- [44] 李昕燃, 何先元, 章蓝月. 生黄精、九制黄精及九制黄精复方对抑郁雌性大鼠行为学及性激素水平的影响[J]. 中药药理学与临床, 2022, 38(2): 131-136.
- [45] PARK D R, YEO C H, YOON J E, et al. Polygonatum sibiricum improves menopause symptoms by regulating hormone receptor balance in an ovariectomized mouse model[J]. Biomedicine & Pharmacotherapy, 2022, 153: 113385.
- [46] 宋观礼. 益肾降压颗粒对老年高血压病肾气亏虚证临床疗效及性激素影响的研究[D]. 济南: 山东中医药大学, 2011.
- [47] 赵立群. 益肾降压方对老年高血压血管内皮功能的调节作用及机制研究[D]. 济南: 山东中医药大学, 2011.
- [48] 张鹏. 补肾和脉颗粒调节Th17/Treg细胞平衡改善老年高血压肾损害的作用机制研究[D]. 济南: 山东中医药大学, 2023.
- [49] 杨传华, 陆峰, 王震, 等. 补肾和脉方对老年单纯收缩期高血压左室向心性肥厚的影响[J]. 新中医, 2013, 45(12): 29-31.
- [50] 庞茜. 补肾活血方治疗高血压合并射血分数保留型心衰的临床研究[D]. 济南: 山东中医药大学, 2023.
- [51] 刘丹. 我国人口老龄化与老年高血压的研究进展[J]. 产业与科技论坛, 2021, 20(23): 56-57.