

# 基于骨肉不相亲理论探讨补肾健脾中药影响骨髓间充质干细胞治疗肌少 - 骨质疏松症

游高冉

成都中医药大学临床医学院, 四川 成都

收稿日期: 2025年1月17日; 录用日期: 2025年3月3日; 发布日期: 2025年3月19日

## 摘要

影响老年人的常见疾病肌少 - 骨质疏松症, 大大增加了老年人跌倒、骨折、住院等情况的发生, 加重社会经济和医疗负担。在社会人口老龄化加剧的情况下, 人们逐渐开始重视肌少 - 骨质疏松症。肌少 - 骨质疏松症可供选择的药物较少, 疗效存在不确定性。骨髓间充质干细胞(bone mesenchymal stem cells, BMSCs)作为最理想的组织工程研究的种子细胞, 可向成骨细胞、成肌细胞分化, 对治疗肌少 - 骨质疏松症有潜在的临床意义。中医药是中国传统文化瑰宝, 研究表明中药及其有效成分可有效促进BMSCs增殖分化, 本文从中医“骨肉不相亲”机理讨论肌少 - 骨质疏松症, 研究补肾健脾中药对骨髓间充质干细胞的影响, 期望为中药干预BMSCs治疗肌少 - 骨质疏松症提供新的方向和思路。

## 关键词

肌少 - 骨质疏松症, 骨肉不相亲, 骨髓间充质干细胞, 中药治疗

## Exploring the Influence of Kidney and Spleen Tonifying Herbs on BMSCs for Sarcopenia-Osteoporosis Based on the Theory of Incompatibility of Flesh and Blood

Gaoran You

School of Clinical Medicine, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu Sichuan

Received: Jan. 17<sup>th</sup>, 2025; accepted: Mar. 3<sup>rd</sup>, 2025; published: Mar. 19<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

A common disease affecting the elderly, sarcopenia-osteoporosis, greatly increases the incidence of falls, fractures, and hospitalization among the elderly, adding to the socioeconomic and medical burden. In the context of an aging society, attention is gradually being paid to sarcopenia-osteoporosis. There are fewer drugs available for sarcopenia-osteoporosis, and there is uncertainty about efficacy. Bone marrow mesenchymal stem cells (BMSC), as the most ideal seed cells for tissue engineering research, can differentiate into osteoblasts and myoblasts, and have potential clinical significance for the treatment of sarcopenia-osteoporosis. Traditional Chinese medicine is a treasure of Chinese traditional culture, and studies have shown that it and its active ingredients can effectively promote the proliferation and differentiation of BMSC. In this paper, we discussed sarcopenia-osteoporosis from the mechanism of the incompatibility of flesh and blood theory in traditional Chinese medicine, and investigated the effects of kidney-healthy and spleen-healthy conventional Chinese medicines on bone marrow MSCs, with the expectation of providing new directions and ideas for the intervention of traditional Chinese medicines in the treatment of sarcopenia-osteoporosis with BMSCs. We hope to offer new directions and ideas for Chinese medicine to intervene in the BMSCs treatment of sarcopenia-osteoporosis.

## Keywords

Sarcopenia-Osteoporosis, Incompatibility of Flesh and Blood, BMSCs, Traditional Chinese Medicine Treatment

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

据 2020 年第 7 次全国人口普查：我国 60 岁以上人口为 2.64 亿(约占总人口的 18.7%)，65 岁以上人口超过 1.9 亿(约占总人口的 13.5%)，是世界上老年人口最多的国家[1]。随着社会人口老龄化的加剧，各种老年慢性疾病引起了医务工作者和社会各界的重视，其中 7.5% 的老年性疾病约为骨骼和肌肉类疾病[2]。肌少症是以肌肉量减少、肌肉质量、力量下降、伴有躯体功能减退为特征的老年综合征[3]。骨质疏松症是一种全身性骨病，以骨量降低，骨组织微结构损坏，导致脆性增加，易发生骨折为特征[4]。两者具有相似的病理生理基础，是密切相关的退行性疾病，2009 年，Binkley N 等[5]提出了肌少 - 骨质疏松症的概念，主要指存在肌量和/或功能下降，并同时符合骨质疏松症的诊断标准的患者。肌肉与骨骼都起源于间充质干细胞，组织发育同源，两者退化在功能上都会造成躯体平衡障碍、跌倒、骨折以及进一步丧失机体功能。目前没有单一的已批准的药物治疗该疾病，且因骨质疏松症、肌少症共同靶点的药物较少且疗效不确定，迄今为止的几种药物疗效有限[6]-[9]。研究表明，BMSCs 移植对骨质疏松症的疗效肯定[10]，对骨骼肌萎缩疾病的防治有潜在的临床意义[11]。但是，BMSCs 移植目前仍面临着许多风险，遏制了其在临床上的运用。BMSCs 的来源、转化与中医学说的“肾精学说”相一致[12]。BMSCs 属“肾精”，为先天之本，而 BMSCs 可向成肌细胞分化，提示 BMSCs 可向后天之本“脾”转化[13]，与肌少 - 骨质疏松症的中医病因病机密切相关。中药具有延缓 BMSCs 衰老、促进 BMSC 增殖、向成肌细胞、成骨细胞分化，促进 BMSCs 归巢，可为治疗肌少 - 骨质疏松症之痿症提供新依据。现基于“骨肉不相亲”理论，

认识肌少 - 骨质疏松症, 探讨补肾健脾中药对骨髓间充质干细胞的影响, 以为中药干预 BMSCs 治疗肌少 - 骨质疏松症的深入研究提供新思路。

## 2. 中医对肌少 - 骨质疏松症的认识

中医方面, 肌少 - 骨质疏松症无对应中医病名, 根据其症状可归为“肉痿”、“骨痿”范畴, 也可从“虚劳”、“痹症”论治。《素问·痿论》曰: “肉痿者, 得之湿地也。有所远行劳倦, 逢大热而渴, 渴则阳气内伐, 内伐则热舍于肾, 肾者水脏也, 今水不胜火, 则骨枯而髓虚, 故足不任身, 发为骨痿。”由此记载可知, 古代先贤认识到肉痿与骨痿两病之间的密切联系。

肌少 - 骨质疏松症病机的中医病因病机可归纳为“脾肾两虚, 骨肉不相亲”。“骨肉不相亲”一词最早可追溯至《黄帝内经·灵枢·经脉》: “足少阴气绝, 则骨枯。少阴者, 冬脉也, 伏行而濡骨髓者也, 故骨不濡则肉不能著也, 骨肉不相亲则肉软却, 肉软却故齿长而垢, 发无泽, 发无泽者骨先死”。日·丹波元简所著《灵枢识》中对《灵枢·癫狂篇》的骨痲疾作具体阐释时提到: “骨居者, 骨肉不相亲也。”明楼英《医学纲目》中提到了: “……尺濡则骨肉不相亲, 尺弱则阴气内绝。”尺部代表肾, 濡脉则主虚、主湿。肾主骨生髓, 肾虚会直接导致骨痿的发生。而脾主肌肉, 主运化水湿, 濡脉的出现预示着水湿运化失常, 脾失健运, 最终导致“骨肉不相亲”。由此记载可知, 古代先贤认识到“骨”、“肉”之间存在紧密联系: 骨肉互为根本, 难以分离, 相互依存, 骨伤肌短, 骨枯肉软, 肉软骨死, 这为后者提出“骨肉不相亲”奠定理论基础, 亦揭示“骨肉不相亲”理论是从“脾”、“肾”进一步挖掘升华而来。

《素问·痿论》中记载“脾主身之肌肉”“肾之身之骨髓”, 脾作为后天之本, 脾气健运, 则水谷精微得以运化, 气血生化有源, 精微输布津液全身, 向内灌溉五脏, 向外输筋骨肌肉, 濡养四肢百骸, 则骨强劲肌肉壮硕有利; 肾作为先天之本, 肾精充满, 封藏有时, 适度开泄, 温阳化水功能正常, 则骨髓充满, 发挥滋养四肢肌肉之功, 是保持人体肌肉丰满的基础, 因此脾肾先天后天之本的正常运行, 是骨肉相亲的前提。反之, 脾肾虚弱, 气血精微枯, 生化乏源, 骨骼肌肉失于濡养而日渐消瘦枯萎不用, 发为“肉痿”与“骨痿”, 治疗应强调以健脾补肾为主。

## 3. 间充质干细胞移植疗法及存在的问题

在科技不断进步、医疗手段不断升级的背景下, 以间充质干细胞为主的细胞疗法被应用于治疗各类临床难治性疾病, 成为当前研究的热点之一。通过干细胞移植并向成肌细胞、成骨细胞转化再生, 对肌肉骨骼疾病的治疗提供了新的方法和思路。骨髓间充质干细胞(bone mesenchymal stem cells, BMSCs)是当前组织工程研究理想的种子细胞, 它是一种存在于骨髓组织中, 能够自我增殖、并分化为多种细胞的多功能干细胞, 具有高分化潜能、低免疫原性以及强免疫调节能力的优势, 是当前组织工程研究理想的种子细胞, 已在多种创伤性、炎症性、自身免疫性和退行性疾病的研究与治疗中被广泛应用且效果良好[14]。

但 BMSCs 移植目前仍面临着许多问题, 在体内的细胞生物学和分子生物学作用机制仍不清楚、移植后存活率及归巢率低、免疫排斥风险、对细胞进行修饰具有潜在的突变和致癌风险[15]、人类病原体的传播风险等一系列问题也在一定程度上遏制了其在临床上的运用。

## 4. 中医对骨髓间充质干细胞的认识

现代医学认为机体生长、发育、衰老是胚胎干细胞及多能干细胞分化的过程, 这与中医“精气”学说中“生长壮老已”理论一致。BMSCs 在中医理论中归属“精”“髓”范畴。BMSCs 分化为其他成体干细胞功能与先天之精化生后天之精类似。因为 BMSCs 作为“精”主要来自于骨髓(髓), 而在特定环境下能向成骨转化, 即实现“髓生骨”, 这与中医“肾藏精, 精生髓, 髓生骨”的理论有较高的吻合。

肾为先天之本，藏先天之精；脾为后天之本，藏后天之精。肾中精气有赖于脾化生之水谷精微的培育；而脾之健运，精微化生，必须借助肾阳的推动、温煦；二者之间相得益彰。研究表明，以健脾法“治痿独取阳明”为理论依据的强肌健力口服液可以促使骨髓间充质干细胞向成肌方向转化[16]。补脾法能促使干细胞的生长，为“后天济先天”理论提供了一定依据。由此可认为，健脾与补肾治疗均能够滋养精气，促进 BMSCs 增殖与分化。

## 5. 补肾健脾中药对 BMSCs 的影响

1) 淫羊藿 淫羊藿功效为补肾阳、强筋骨、祛风湿。其主要成分为淫羊藿苷。吴涛等通过[17]细胞学体外观察发现，淫羊藿苷可通过增加 S 期和 G<sub>2</sub>/M 期的细胞数量，缩短细胞群体倍增时间，有效促进羊骨髓间充质干细胞的增殖；并可通过诱导碱性磷酸酶、骨钙素的表达和钙化结节形成促进羊骨髓间充质干细胞的成骨分化。李磊等[18]以兔的 BMSCs 为研究对象进行实验，结果显示不同浓度和时间段的淫羊藿苷刺激下，BMSCs 的增殖和成骨分化均得到了增强，而 1 μmol/L 淫羊藿苷刺激 48 h 的情况下细胞增殖及分化效果最好。淫羊藿苷不仅能够增强 BMSCs 的增殖，还能够促进 BMSCs 的分化。张锦明等[19]通过动物实验发现，淫羊藿苷可促进小鼠骨髓间充质干细胞的成骨分化，抑制其成脂分化，改善骨髓微环境，促进骨小梁形成。袁顺翎等通过实验[20]发现淫羊藿可以通过抑制 KLF4/P38 通路轴，改善 BMSCs 线粒体损伤，延缓 BMSCs 衰老；抑制 BMSCs 成脂分化能力，增强自然衰老原代 BMSCs 的 ALP 活性，并有效促进其成骨矿化过程。

2) 骨碎补 骨碎补具有活血续伤、补肾强骨的功效。经研究，骨碎补可促进 BMSCs 增殖、成骨分化以及延缓其衰老。薛海鹏等[21]的研究表明骨碎补水能够促进 BMSCs 的增殖，呈浓度相关性，且在一定程度上延缓 BMSCs 的衰老。舒晓春等[22]通过实验观察到骨碎补总黄酮能体外诱导兔骨髓间充质干细胞增殖和骨向分化，并发现骨碎补总黄酮高、中、低剂量组细胞培养液中 ALP 含量均显著升高，且矿化结节最先出现于集落中央细胞聚集区，矿化结节的数目、平均值也显著升高。

3) 补骨脂 补骨脂的功效为补肾助阳、纳气平喘、温脾止泻。主要成分包括香豆素类、单萜酚类、黄酮类化学成分以及苯并呋喃类和其他类化合物[23]。张洪跃等[24]通过动物实验发现，成骨诱导 BMSCs 在补骨脂素的作用下，ALP 染色呈阳性反应，且补骨脂素浓度为 15 μmol/L 时阳性反应最强，说明补骨脂素具有增强 BMSCs 成骨分化的作用。李洪波等[25]的实验表明结果补骨脂素可有效促进大鼠 BMSCs 向成骨分化，且成骨诱导后给予 15 μmol/L 补骨脂素对大鼠 BMSCs 的增殖作用最佳，ALP 活性、Runx-2 表达和钙化结节数目最高，效果最佳。

4) 牛膝 牛膝的功效为补肝肾、强筋骨、逐瘀通经。其主要成分为甾体类、三萜皂苷类、多糖类成分等[26]。研究表明，牛膝可通过促进 BMSCs 归巢、存活、增殖，起到抗凋亡的作用[27]。牛膝脱皮甾酮能够明显促进原代培养去卵巢大鼠骨髓间充质干细胞的增殖，此过程由 PKR IB 与 Msx2 介导[28]。

5) 鹿茸 鹿茸具有补肾阳、益精血、强筋骨的功效。张博等[29]用最佳起效浓度的鹿茸多糖提取液培养两种细胞 24 h、48 h、72 h 后，用 CCK-8 检测细胞的增殖活性，结果表明鹿茸多糖提取液能够促进骨髓间充质干细胞与成骨细胞与的增殖，上调成骨细胞内 ALP 蛋白酶活性。孟晨阳等[30]通过提取鹿茸血清，干预地塞米松作用的 BMSCs，发现鹿茸血清可以下调由激素引起的 miR-141 高表达，从而促进骨髓间充质干细胞增殖。

6) 杜仲 杜仲的功效为补益肝肾、强筋健骨。杜仲水提物可以通过 Nur77/MDM2/p53 途径促进人源和鼠源骨髓间充质干细胞的增殖和成骨分化，抑制凋亡和成脂分化[31]。曾建春等[32]将含杜仲大鼠血清和地塞米松诱导剂分别加入大鼠 BMSCs 培养液中，进行传代分化，结果杜仲组较地塞米松组早出现细胞增殖，且增殖较明显，第 10 天杜仲组及地塞米松组 ALP 染色阳性，第 13 天起可见白色钙结节，第 20 天

茜素红染色阳性。该实验证明杜仲能促进 BMSCs 增殖, 并促进其向成骨细胞分化。

7) 人参 人参具有益气健脾的功效。其主要成分为人参皂苷。张春玲等[33]使用特异性抑制 PI3K/Akt 抑制剂 LY294002 处理骨髓间充质干细胞, 检测人参皂苷 Rh2 对细胞增殖的影响, 结果表明人参皂苷 Rh2 可能通过 PI3K/Akt 信号通路促进大鼠骨髓间充质干细胞增殖。汪子铃等[34]通过实验发现人参皂苷 Rg1 可通过抑制 Wnt/ $\beta$ -catenin 信号通路激活, 进而调控人骨髓间充质干细胞 hBMSCs 衰老, 显著延缓 hBMSCs 衰老, 提高 hBMSCs 增殖能力, 促进成骨、成软骨分化, 降低成脂分化。王力等[35]研究表明人参皂苷 Rg1 可通过上调 GATA1 和 GATA2 的表达以及其与 DNA 的结合活性调控 BMSC 细胞增殖, 促进其下游相应生长因子进而促进 BMSCs 增殖分化。

8) 黄芪 归脾、肺经。本品甘温。善补中益气, 升阳举陷, 用治脾肺气虚。彭小娟等[36]通过研究表明黄芪甲苷可通过其促进 hBMSC 对 SCF、VEGF、SDF-1 mRNA 表达, 促进 hBMSC 体外增殖。田启会等研究发现[37]黄芪可能通过激活 PI3K/AKT 信号通路维持缺氧条件下 BMSCs 的增殖活性。黄芪多糖、黄芪皂苷和黄芪异黄酮可通过提高 SOD 的活性表达来降低 ROS 水平, 减少氧化应激、改善线粒体功能和维持代谢平衡, 进而抑制 BMSCs 衰老并促进其成骨分化[38] [39]。黄芪皂苷可激活 Nrf2 及其下游抗氧化酶的表达来降低 ROS 水平, 并抑制 NF- $\kappa$ B 信号通路来减少 SASP 因子分泌, 同时调节自噬过程, 最终实现对 BMSCs 衰老的抑制[40]。

## 6. 问题及展望

综上所述, 研究发现许多健脾补肾单味中药的主要成分可以显著促进 BMSCs 的增殖、分化, 抗衰老, 基于“骨肉不相亲”理论, 为中药干预 BMSCs 治疗肌少-骨质疏松症提供了新的思路与方向, 具有广泛的应用前景。但仍然存在一些尚需解决的问题: 1) 目前, 以研究中药促进骨髓间充质干细胞的成骨分化为多, 虽已有研究证实不同中医治法可促进骨髓间充质干细胞成肌分化[41], 但关于单味中药促进成肌分化作用靶点、分子机制的研究相对缺乏。2) 目前的研究涉及 BMSCs 增殖、存活、分化、归巢, 研究了其中少量信号通路和关键蛋白的表达, 对中药治疗骨髓间充质干细胞的交互调控网络在整体层面缺乏理解, 其作用靶点及机制仍不十分清楚。因此, 继续深入研究肌少-骨质疏松症 BMSCs 增殖, 成骨、成肌分化, 衰老的病理机制及中医药的治疗机制。对充分发挥中药独特优势影响 BMSCs 治疗肌少-骨质疏松症具有重要意义, 为中医药防治肌少-骨质疏松症提供临床治疗理论根据。

## 参考文献

- [1] 第七次全国人口普查公报(第五号)——人口年龄构成情况[J]. 中国统计, 2021(5): 10-11.
- [2] 许一帆, 樊炳楷, 黄金山, 等. 肌少-骨质疏松症的研究进展[J]. 中医正骨, 2019, 31(5): 22-25.
- [3] 刘娟, 丁清清, 周白瑜, 等. 中国老年人肌少症诊疗专家共识(2021) [J]. 中华老年医学杂志, 2021, 40(8): 943-952.
- [4] Bijlsma, A.Y., Meskers, C.G.M., Westendorp, R.G.J. and Maier, A.B. (2012) Chronology of Age-Related Disease Definitions: Osteoporosis and Sarcopenia. *Ageing Research Reviews*, 11, 320-324. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2012.01.001>
- [5] Binkley, N., Krueger, D. and Buehring, B. (2013) What's in a Name Revisited: Should Osteoporosis and Sarcopenia Be Considered Components of "Dysmobility Syndrome?" *Osteoporosis International*, 24, 2955-2959. <https://doi.org/10.1007/s00198-013-2427-1>
- [6] 蔡苗苗, 高艳虹. 肌少-骨质疏松症的研究进展[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2021, 41(5): 678-683.
- [7] 陈群群, 黄宏兴. “肌少-骨质疏松症”的研究现状与进展[J]. 中国骨质疏松杂志, 2018, 24(10): 1346-1352.
- [8] 王欢, 贾秋蕾, 石晶晶, 等. 应用 CiteSpace 对肌少-骨质疏松症的可视化分析[J]. 中国骨质疏松杂志, 2021, 27(5): 683-688.
- [9] Kirk, B., Miller, S., Zanker, J. and Duque, G. (2020) A Clinical Guide to the Pathophysiology, Diagnosis and Treatment

of Osteosarcopenia. *Maturitas*, **140**, 27-33. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2020.05.012>

- [10] 洗群泽, 季兴华, 霍建忠, 等. 骨髓间充质干细胞对骨质疏松的治疗作用[J]. 中国骨质疏松杂志, 2021, 27(11): 1694-1698.
- [11] 杨勇琴, 张步振, 潘兴华. 骨髓干细胞的可塑性及其在疾病治疗中的应用[J]. 中国临床康复, 2006(5): 117-121.
- [12] 卞琴, 沈自尹, 王拥军. 骨髓间充质干细胞在中医理论中的归属[J]. 中国中医基础医学杂志, 2011, 17(7): 794-797.
- [13] 李鹏, 郭修田. 骨髓间充质干细胞成肌分化在骨骼肌再生中的应用[J]. 中华细胞与干细胞杂志(电子版), 2018, 8(3): 187-191.
- [14] Makram, M., Rania, M.E., Laurence, L., *et al.* (2021) The Therapeutic Potential of Mesenchymal Stromal Cells for Regenerative Medicine: Current Knowledge and Future Understandings. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, **9**, Article 661532.
- [15] 李焕萍, 刘春蓉, 张永亮. 骨髓间充质干细胞在医学领域中的研究与应用[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2007(28): 5622-5625.
- [16] 陈凯佳, 肖莹, 刘小斌, 等. 强肌健力口服液含药血清对大鼠骨髓间充质干细胞成肌分化的影响[J]. 现代医院, 2009, 9(8): 15-16.
- [17] 吴涛, 徐俊昌, 南开辉, 等. 淫羊藿苷促进羊骨髓间充质干细胞的增殖和成骨分化[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2009, 13(19): 3725-3729.
- [18] 李磊, 郑怀亮, 寇玉, 等. 淫羊藿苷诱导骨髓间充质干细胞成骨细胞分化的研究[J]. 中华中医药杂志, 2018, 33(6): 2599-2601.
- [19] 张锦明, 田滢舟, 赵玲, 等. 淫羊藿苷促进骨髓间充质干细胞成骨分化缓解小鼠骨质疏松的机制[J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(19): 2991-2996.
- [20] 袁顺翎. 淫羊藿素通过延缓骨髓间充质干细胞衰老治疗骨质疏松症的作用机制研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 中国人民解放军海军军医大学, 2024.
- [21] 薛海鹏, 刘国岩, 吴燕, 等. 骨碎补促进骨髓间充质干细胞增殖及成骨分化[J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26(11): 1035-1040.
- [22] 舒晓春, 胡向阳, 张丽娟. 骨碎补总黄酮对经诱导的兔骨髓间充质干细胞增殖和钙沉积的影响[J]. 中国中药杂志, 2010, 35(20): 2760-2763.
- [23] 魏蒙蒙, 王树瑶, 杨维, 等. 补骨脂的化学成分及主要毒性研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2019, 25(7): 207-219.
- [24] 张洪跃, 周潘宇, 汪洋, 等. 补骨脂素对大鼠骨髓间充质干细胞成骨及成脂分化的影响[J]. 现代生物医学进展, 2017, 17(15): 2813-2816+2832.
- [25] 李洪波, 魏云鹏, 杨芳, 等. 补骨脂素对大鼠骨髓间充质干细胞成骨分化的影响[J]. 解剖科学进展, 2020, 26(1): 18-21+26.
- [26] 韩永光, 谭雅兰, 张超云, 等. 牛膝化学成分和药理作用研究进展及其质量标志物(Q-Marker)预测分析[J]. 天然产物研究与开发, 2024, 36(8): 1432-1444.
- [27] 徐鹏, 于栋华, 周琦, 等. 牛膝引经功效与骨髓间充质干细胞相关性研究进展[J]. 中药药理与临床, 2024, 40(7): 118-123.
- [28] 董群伟, 陈志峰, 孙奋勇. 牛膝脱皮甾酮促进去卵巢大鼠间充质干细胞的增殖[J]. 广东医学, 2010, 31(1): 61-63.
- [29] 张博, 冯天璞, 刘元媛. 鹿茸多糖对 MC3T3-E1 成骨细胞与 BMSCs 骨髓间充质干细胞增殖与分化的作用研究[J]. 中国民族民间医药, 2022, 31(10): 10-14.
- [30] 孟晨阳, 薛飞, 贾燕飞, 等. 鹿茸血清调控 miR-141 影响地塞米松对骨髓间充质干细胞的促增殖作用[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(19): 2991-2996.
- [31] 贺自克, 王上增. 杜仲水提物上调 Nur77 表达促进骨髓间充质干细胞增殖和成骨分化[J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(15): 2371-2378.
- [32] 曾建春, 樊粤光, 刘建仁, 等. 杜仲含药血清诱导骨髓间充质干细胞定向分化的实验研究[J]. 时珍国医国药, 2009, 20(9): 2136-2138.
- [33] 张春玲, 王贺玲, 卢艳. 人参皂苷 Rh2 调控 PI3K/Akt 促进大鼠骨髓间充质干细胞增殖的作用[J]. 吉林中医药, 2020, 40(12): 1642-1646.
- [34] 汪子铃. 1.人参皂苷 Rg1 延缓人骨髓间充质干细胞衰老与调控 Wnt/ $\beta$ -catenin 信号通路的机制研究. 2.人参皂苷

- Rg1 对衰老模型鼠睾丸结构与功能的影响[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆医科大学, 2018.
- [35] 王力, 吴鑫, 卢新政, 季鹏, 王俊宏, 侯麦花, 张晓文. 人参皂苷 Rg1 对培养大鼠骨髓间充质干细胞增殖影响的机制研究[J]. 中国药理学通报, 2007, 23(11): 1480-1484.
- [36] 彭小娟, 白海, 王存邦, 等. 黄芪甲苷对人骨髓间充质干细胞体外增殖及细胞因子表达的影响[J]. 现代生物医学进展, 2014, 14(8): 1452-1455.
- [37] 田启会, 张亮, 龙亚丽. 黄芪影响缺氧微环境中骨髓间充质干细胞增殖活性的 PI3K-AKT 信号通路分析[J]. 畜牧兽医学报, 2024, 55(1): 346-354.
- [38] 王焕珍, 田永松, 杨殿忠, 等. 黄芪含药血清对 D-半乳糖诱导大鼠衰老骨髓间充质干细胞维生素 D-FGF23-Klotho 轴的影响[J]. 时珍国医国药, 2020, 31(8): 1833-1836.
- [39] 李文, 顾春松, 管连城, 等. 黄芪对 D-半乳糖诱导骨髓间充质干细胞钙结节数、骨钙素 mRNA 及蛋白表达水平的影响[J]. 时珍国医国药, 2020, 31(11): 2586-2590.
- [40] 周若宇, 孙曼婷, 刘静, 等. 中药有效成分在抗衰老与抗肿瘤作用机制中的研究进展[J]. 药学报, 2021, 56(7): 1856-1864.
- [41] 刘彤, 李俊儒, 付夜平, 等. “脾肾相赞”理论探讨不同治法对大鼠骨髓间充质干细胞成肌分化中 TNF- $\alpha$ 、JNK 含量影响[J]. 中国骨质疏松杂志, 2024, 30(4): 469-473.