

“寒地龙药”鹿茸的化学成分与药理作用研究进展

柳诺男, 乔雨欣, 高泽宇, 姚丽*

哈尔滨医科大学药学院, 黑龙江 哈尔滨 150081

摘要 鹿茸是我国传统名贵动物药材, 已有两千多年的应用历史。黑龙江省的鹿茸产量高、品质上乘, 为寒地龙药“龙九味”之一。鹿茸中富含多肽、脂肪酸、多糖等多种活性成分, 具有改善生殖功能、增强免疫、促进创伤愈合、抗氧化、抗疲劳、抗肿瘤等多种药理活性, 可治疗慢性心力衰竭、骨质疏松症、阿尔茨海默症、肺纤维化、肝纤维化等多种疾病。鹿茸干细胞及其外泌体在促进创口愈合和抗肿瘤等方面也展现出极大的治疗潜力和应用前景。本文梳理了鹿茸的化学成分、药理作用两个方面的研究进展, 以期对鹿茸的深入研究和产品开发提供科学依据。

关键词 鹿茸; 寒地龙药; 化学成分; 药理作用

中图分类号: R284; R285

文献标识码: A

文章编号: 1002-2392(2026)06-0118-09

DOI: 10.19664/j.cnki.1002-2392.260131

鹿茸为我国传统名贵动物药材, 始载于《神农本草经》, 《中国药典》记载鹿茸为鹿科动物梅花鹿 *Cervus nippon* Temminck 或马鹿 *Cervus elaphus* Linnaeus 的雄鹿未骨化密生茸毛的幼角^[1], 具有壮肾阳、益精血、强筋骨、调冲任、托疮毒的功效。“寒地龙药”是黑龙江省道地药材的别称^[2]。“龙九味”是 9 种黑龙江省道地药材五味子、人参、关防风、赤芍、板蓝根、火麻仁、刺五加、鹿茸、西洋参的简称, 是种质纯正、品质优良、产量较大、药性突出的道地药材优势品种^[3]。黑龙江所产鹿茸为寒地龙药“龙九味”之一, 品质上乘。黑龙江省因其独特地理优势, 鹿业发展迅速, 鹿茸产量位居全国第二, 主要产区包括漠河、伊春、七台河等地^[4]。此外, 黑龙江省还培育了勃利梅花鹿和兴凯湖梅花鹿等优质鹿种, 而且拜泉县仙洞山的野生梅花鹿为目前国内野生梅花鹿东北亚种的最大种群^[5]。本文全面整理了鹿茸化学成分及药理作用的研究进展, 以期对鹿茸的创新药物研究及保健品开发提供参考。

1 鹿茸的化学成分

1.1 氨基酸、蛋白质及多肽

鹿茸含 25 种游离氨基酸, 包括 17 种常规氨基酸和 8 种非蛋白质氨基酸活性成分, 含量为 39.12 mg/g^[6-7]。鹿茸的氨基酸质量分数占比为 30%~50%, 以甘氨酸、谷氨酸、脯氨酸含量最高^[8]。鹿茸中粗蛋白质量分数占比 56.60%~82.94%, 其中成人 β -珠蛋白、肌动蛋白、波形蛋白、血清转铁蛋白含量最高^[9-11]。此外, 鹿茸多肽中富含多种生物活性因子, 包括转化生长因子 (Transforming growth factor, TGF)、胰岛素样因子 (Insulin-like growth factor, IGF)、表皮生长因子 (Epidermal growth factor, EGF)、神经生长因子 (Nerve growth factor, NGF) 等, 其中 IGF-1 的含量最高^[12]。

1.2 磷脂和脂肪酸

鹿茸总磷脂含量可作为鹿茸饮片质量评价的指标, 花鹿茸总磷脂含量高于马鹿茸, 表明花鹿茸质量优于马鹿茸^[13-14]。从鹿茸中检测出的磷脂成分有磷脂酰胆碱、磷脂酰乙醇胺、鞘磷脂等^[15]。采用气相色谱-质谱联用检测不同鹿源的脂肪酸含量, 在花鹿茸、马鹿茸样品中均检测到 26 种脂肪酸, 马鹿茸中 C16:0 脂肪酸含量最高, 而花鹿茸中 C18:0 脂肪酸含量最高, 且总饱和脂肪酸的含量随鹿茸生长显著升高^[16-17]。

1.3 多糖

鹿茸多糖为酸性多糖, 由氨基葡萄糖、糖醛酸、半乳糖胺等单糖构成, 多以蛋白聚糖的形式存在, 质量分数占比约为 3.25%^[18]。花鹿茸中多糖占比稍高于马鹿茸, 且含量从顶部到基部递减^[17,19]。

收稿日期: 2024-10-19 修回日期: 2025-09-04

基金项目: 黑龙江省自然科学基金项目 (LH2021H016); 中央高校基本科研业务费专项基金 (22X010201564); 上海交通大学系统生物医学教育部重点实验室开放研究课题基金 (KLSB2022KF-02); 哈尔滨医科大学优势特色学科固强增效计划 (HMUMF-21026); 组分中药重点实验室开放课题 (CBCM2024105)

作者简介: 柳诺男 (2003-), 女, 研究方向: 中药及复方药效物质基础与作用机制研究。

* 通信作者: 姚丽 (1979-), 女, 博士, 教授, 研究方向: 中药及复方药效物质基础与作用机制研究。

1.4 核苷

鹿茸中含有尿苷、次黄嘌呤、鸟嘌呤、胞苷等 13 种核苷成分,13 种核苷总量在花鹿茸与马鹿茸中分别为 2.51 g/kg、1.22 g/kg^[17]。核苷含量可作为判定鹿茸品质的参考标准,通过测定来自 14 个省(区)的 30 批花鹿茸样本中的 5 种主要核苷成分,发现吉林地区和黑龙江地区鹿茸的核苷含量显著高于其他地区,提示东北地区鹿茸品质上乘^[20]。

1.5 生物胺

生物胺是一类含氮的脂肪族或杂环化合物,在鹿茸中检出 10 种生物胺,总量为 129.16 ~ 170.20 mg/kg,含量最高的 3 种成分依次为腐胺、亚精胺和精胺^[21-22]。鹿茸多胺不仅可以促进蛋白质和核酸的合成,还能清除氧自由基,具有抗氧化作用^[23]。

1.6 甾体类化合物

目前在鹿茸中检出 18 种性激素及激素样物质,包

括雌二醇、雌三醇、雌酮、孕酮和睾酮等^[24-25]。研究发现睾酮和雌二醇的含量与光照时间相关,并且影响鹿角的骨化速度^[25]。此外,从鹿茸中检出前列腺素 A1、前列腺素 E1、前列腺素 F2 α 等成分,参与调节内分泌系统和循环系统^[26]。

1.7 无机元素

鹿茸中共检测出 26 种无机元素,包括人体必需 5 种常量元素、11 种微量元素及 10 种一般无机元素^[27]。其中,钙和磷在常量元素中占比最高,铁在微量元素中占比最高^[17]。鹿茸中钙、铜、锌元素含量在生长期内递增,而钾元素含量在生长期递减^[28]。

现代检测技术的进步极大地推动了鹿茸化学成分的解析工作,揭示其富含多肽与蛋白质、磷脂与脂肪酸、多糖、核苷、生物胺、甾体化合物及无机盐等多元组分。为系统阐明其物质基础,现将具体的分类及代表性化学成分归纳于表 1 中。

表 1 鹿茸主要化学成分

分类	名称	参考文献
蛋白质 (含量前 15)	成人 β -珠蛋白;肌动蛋白;波形蛋白;血清转铁蛋白;血红蛋白;含 Ig 样结构域的蛋白;补体 C3;71kDa 热休克同源蛋白;微管蛋白 α 链;心肌肌动蛋白- $\alpha 1$;细丝蛋白-A 异构体;胶原蛋白 $\alpha-1(I)$;脂肪酸结合蛋白;磷酸丙酮酸水合酶;胶原蛋白 $\alpha-1(XII)$	[9-11]
氨基酸	赖氨酸;亮氨酸;缬氨酸;苯丙氨酸;苏氨酸;异亮氨酸;组氨酸;蛋氨酸;谷氨酸;天冬氨酸;精氨酸;丙氨酸;丝氨酸;脯氨酸;甘氨酸;酪氨酸;谷氨酸;天冬酰胺;牛磺酸;谷氨酰胺; γ -氨基丁酸; α -氨基丁酸;羟赖氨酸;半胱氨酸;甲硫氨酸	[6-7,11]
磷脂	磷脂酰胆碱;溶血磷脂酰胆碱;磷脂酰乙醇胺;溶血磷脂乙醇胺;磷脂酰丝氨酸;磷脂酰肌醇;磷脂酰甘油;二磷脂酰甘油;鞘磷脂;磷脂酸	[7,15]
核苷	胞嘧啶;尿嘧啶;鸟嘌呤;腺嘌呤;次黄嘌呤;黄嘌呤;尿苷;胸腺嘧啶;肌苷;鸟苷;腺苷;2'-脱氧鸟苷; β -胸苷	[17,20]
生物胺	色胺;2-苯乙胺;腐胺;尸胺;组胺;5-羟色胺;酪胺;亚精胺;多巴胺;精胺	[21-22]
甾体类化合物	17 α -炔雌醇;17 α -雌二醇;19-去甲睾酮;雌三醇;睾酮;雄甾酮;17 β -雌二醇;雌酮;17 α -羟孕酮;甲羟孕酮;孕酮;醋酸炔诺酮;17-丙酸睾酮;醋酸甲羟孕酮;皮质酮;17-醋酸甲地孕酮;17-乙酸氯地孕酮;17 β -雌二醇苯甲酸酯	[17,24]
无机元素	钙;磷;钠;镁;钾;铁;铬;铜;镉;镍;锌;钼;钴;锰;钒;锡;硼;硅;铝;钡;锂;铅;钛;镉;锆;银	[17,27]

2 鹿茸的药理作用

2.1 对生殖系统的作用

鹿茸能治疗生殖系统疾病,主要活性成分为甾体类化合物和多肽。鹿茸具有生精壮阳功效,鹿茸乙醇提取液能促进大鼠睾丸精原细胞的分裂,促进成年大鼠的生精过程^[29]。鹿茸多肽通过促进睾酮的合成,改善衰老雄性小鼠的性功能^[30]。鹿茸的雌激素样作用可以促进雌鼠生殖系统发育^[31]。鹿茸可通过降低子宫内膜异位细胞基质金属蛋白酶(Matrix metalloproteinase, MMP)、白细胞介素(Interleukin-6, IL-6)和肿

瘤坏死因子(Tumor necrosis factor- α , TNF- α)水平,抑制子宫内膜细胞的黏附和迁移,从而治疗子宫内膜异位症^[32]。鹿茸多肽可改善卵巢早衰大鼠的卵巢功能,维持正常的卵泡发育,并提高其生育能力^[33]。静脉注射鹿茸干细胞也可以修复大鼠卵巢功能衰退^[34]。

2.2 对心血管系统的作用

鹿茸对慢性心力衰竭、冠状动脉粥样硬化性心脏病、心肌损伤等心血管疾病具有良好的治疗作用。鹿茸能改善心力衰竭大鼠的心功能,减少心肌细胞凋亡及心肌胶原沉积,抑制左室重构,抑制衰竭心脏的扩

张,而且还能降低肾脏髓质集合管水通道蛋白 2 (Aquaporin2, AQP2) mRNA 的表达,延缓慢性心力衰竭进程^[35-36]。鹿茸蛋白通过调节线粒体膜电位和细胞凋亡相关蛋白的表达,减轻缺血缺氧条件诱导的心脏血管内皮细胞损伤,从而减缓动脉粥样硬化进程^[37-38]。以鹿茸为主要成分的坤鹿通心汤可以有效缓解冠心病心绞痛患者的胸痛、胸闷、心悸等症状,有效率达 83.33%^[39]。鹿茸对离体蟾蜍的心肌收缩力有双向调节作用,可以减轻高钙、低钙所致的心肌收缩反应,改善低钙血症引起的心肌损伤^[40]。鹿茸多肽基于 TGF- β /Smads 信号通路保护小鼠心肌损伤,通过升高心肌特异性转录因子的含量及促进心肌蛋白表达,缓解阿霉素所致的大鼠心肌损伤^[41-43]。此外,心肌干细胞可以向心肌细胞、内皮细胞及平滑肌细胞分化,是目前最有希望修复缺血性心肌损伤的干细胞类型。鹿茸多肽不仅能促进心肌干细胞分化,还能通过抑制其凋亡和增强细胞膜稳定性来提高心肌干细胞存活率^[44-46]。

2.3 对运动系统的作用

鹿茸具有“强骨”功效,对于骨折、骨质疏松症、骨关节炎等疾病疗效显著。鹿茸蛋白可以加速骨形成和骨折愈合,其疗效与小鼠血清中胰岛素样因子和碱性磷酸酶的浓度相关^[47]。鹿茸多肽能够上调 Runt 相关转录因子 2 和骨形成蛋白水平,改善骨小梁结构,防治绝经后骨质疏松症^[48];通过激活 SIRT1/FOXO1 通路抗氧化应激,并上调 RUNX2 基因的表达,进而促进成骨分化,对治疗骨质疏松症具有积极作用^[49]。鹿茸 I 型胶原通过激活 Wnt/ β -Catenin 信号通路促进成骨分化,提高小鼠的骨密度,治疗骨质疏松症^[50]。鹿茸提取物可有效缓解 TNF- α 刺激的滑膜细胞的炎症反应,显著降低胶原或酵母聚糖诱导的类风湿关节炎小鼠的关节炎评分,保护免疫细胞介导的滑膜和软骨损伤^[51]。鹿茸多肽可对抗软骨细胞的氧化损伤,降低早期软骨细胞凋亡细胞比例,抑制 I 型胶原、X 型胶原、MMP-1 和 MMP-13 mRNA 的表达,并增加细胞外基质中糖胺聚糖(GAG)和 II 型胶原的表达水平,保持软骨基质代谢平衡^[52]。鹿茸干细胞强大的再生能力有助于骨骼结构重建,促进成骨细胞增殖、抑制破骨细胞生成并诱导其凋亡,抑制骨吸收并调节骨代谢^[53-54]。在骨关节炎小鼠模型中,关节内给予鹿茸干细胞来源的外泌体可减轻衰老相关的炎症反应,有助于骨和软

骨再生^[55]。

2.4 对神经系统的作用

鹿茸多肽通过促进神经元生长、神经干细胞分化以及保护受损神经细胞,从而降低脑损伤、神经退行性疾病和抑郁症的发病率^[56]。通过调节 miR-613/HDAC6 通路和 JNK 通路,降低 β -位点淀粉样前体蛋白裂解酶 1 (Beta-site amyloid precursor protein cleaving enzyme 1, BACE1) 表达,升高解整合素样金属蛋白酶 10 (A disintegrin and metalloproteinase 10, ADAM10) 表达,减轻脑细胞损伤,抑制淀粉样斑块形成,预防和治疗 β -淀粉样蛋白 25-35 (A β_{25-35}) 诱导人神经母细胞瘤细胞构建的阿尔茨海默氏症^[57-58];通过 Nrf-2/HO-1/NF- κ B 通路有效减轻缺血/再灌注所致的脑损伤^[59];通过改善肠道屏障功能、抑制氧化应激和炎症反应、治疗缺氧缺血性脑病及其并发症来减轻脑损伤^[60]。鹿茸多肽还可以调节脑神经因子、代谢酶、神经介质以及抗氧化因子水平,从而改善认知障碍大鼠的学习记忆功能^[43]。鹿茸干细胞移植能显著促进大鼠坐骨神经损伤后的再生修复及运动功能恢复^[61]。鹿茸干细胞外泌体可减少与术后大鼠认知功能损害相关的脑损伤、炎症、氧化应激刺激和神经元凋亡^[62]。

2.5 免疫调节作用

鹿茸中具有免疫调节功能的活性成分主要包括鹿茸多肽、鹿茸蛋白和鹿茸多糖等。鹿茸多肽可促进小鼠 T、B 淋巴细胞增殖,增强机体的免疫功能^[63-65];鹿茸多肽能提高超氧化物歧化酶(SOD)水平、降低丙二醛(MDA)含量并抑制炎症因子 IL-1、IL-6 和 TNF- α 的表达,发挥抗氧化与抗炎双重作用,有效减轻肺损伤,其深层机制与抑制 RHO/NF- κ B 信号通路的活化相关^[66]。通过比较鹿茸多糖、鹿茸蛋白和鹿茸水提物的免疫调节能力,发现它们在 12.5 ~ 50 μ g/mL 浓度范围内均能增强小鼠巨噬细胞(RAW 264.7 细胞)的增殖能力和吞噬能力,其中鹿茸多糖的活性最强,其机制与其促进细胞因子分泌和 mRNA 的表达有关^[67]。

2.6 抗纤维化作用

鹿茸多肽能够加速自由基清除,促进肝细胞再生,下调肝组织中 MMP-2 基因和 TGF- β 1 蛋白的表达,加速 I 型、IV 型胶原降解,治疗大鼠肝纤维化^[68];通过 MAPK 和 PI3K/Akt 信号通路,改善肝脏纤维化病理改变,保护四氯化碳诱导的小鼠肝纤维化^[69]。鹿茸干细胞能有效缓解四氯化碳诱导大鼠肝纤维化,减少肝组

织中胶原积累,减少脂肪变性,增加肝细胞再生,减轻炎症,明显增强肝功能。而且,鹿茸干细胞可调控 MMPs、基质蛋白酶抑制剂 1、TGF- β 、平滑肌肌动蛋白 α 和 I 型胶原蛋白 $\alpha 2$ 的表达,抑制肝星状细胞的激活和增殖,延缓肝纤维化进程^[70]。鹿茸干细胞外泌体中的 miRNA let-7a 和 let-7b 能与成纤维细胞中趋化因子-7 (Chemokine ligand-7, CCL-7) 靶向结合,抑制 CCL-7 的合成和分泌,从而抑制成纤维细胞对巨噬细胞的募集,减少 M2 型巨噬细胞浸润,缓解博来霉素诱导的肺纤维化^[71]。

2.7 抗衰老作用

鹿茸醇提物可提高 D-半乳糖诱导的亚急性衰老小鼠血液中 IgG 水平,提高淋巴细胞转化刺激指数,升高 IL-2 和干扰素- γ (Interferon- γ , IFN- γ) 的浓度,降低超氧化物歧化酶活性,减少丙二醛含量,从而改善衰老小鼠的免疫功能,延缓衰老进程^[72-73]。鹿茸具有清除活性氧、羟基自由基、超氧阴离子自由基、1,1-二苯基-2-苦基肼自由基 (DPPH 自由基) 的能力,从而对抗自由基对蛋白质和核酸的损伤,且呈剂量依赖性^[74-78]。在抗衰老化妆品的配方中加入鹿茸干细胞提取物,使用两周后,小鼠皮肤上的皱纹数量明显减少,表皮胶原蛋白密度有所增加,为鹿茸开发抗衰老化妆品提供实验依据^[79]。

2.8 抗疲劳作用

鹿茸多肽是发挥抗疲劳作用的主要活性物质,可以显著延长小鼠抗缺氧生存时间、喘息时间、连续攀爬时间,降低血清乳酸含量,提高体内抗缺氧和抗疲劳能力^[80]。鹿茸可延长小鼠的负重游泳时间和转棒实验时间,通过提高体内糖原及乳酸脱氢酶含量,有效降低血乳酸和血清尿素氮含量,发挥抗疲劳作用,而且鹿茸不同部位的抗疲劳效果不同,顶部的效果明显优于基部,且呈现量效关系^[81-82]。

2.9 抗肿瘤作用

鹿茸对前列腺肿瘤、结直肠癌、恶性肉瘤、人胶质瘤、乳腺癌细胞的生长均有抑制作用。鹿茸水提物能显著抑制小鼠前列腺肿瘤的生长,与化疗药物相比无副作用,具有开发应用前景^[83]。与模型组相比,口服鹿茸可显著降低大鼠结直肠肿瘤的负荷^[84]。分子量为 22.59 kDa 的鹿茸单体蛋白通过调节免疫功能、阻滞肉瘤细胞分裂并诱导其凋亡,抑制小鼠 S180 肉瘤生长^[85]。鹿茸多肽可使人胶质瘤细胞阻滞在细胞周期

的 G2/M 期并抑制肿瘤细胞的增殖,且量效关系明显^[86]。分子量为 10 646 Da 的一种鹿茸多肽可调节 TERT 基因表达,从而降低端粒酶活性,抑制乳腺癌细胞系 MA782 的增殖^[87]。鹿茸干细胞有抑制乳腺癌细胞的迁移和侵袭作用,其可能通过旁分泌方式抑制癌变过程^[88]。鹿茸间充质干细胞条件培养基可促进乳腺癌细胞凋亡,抑制乳腺癌细胞的增殖,且呈浓度依赖性^[89]。此外,鹿茸干细胞外泌体可作为一种有效药物载体,增强化疗药物治疗骨肉瘤的疗效,显著抑制肿瘤生长^[90]。

2.10 促进创伤愈合作用

鹿茸总多肽能促进表皮细胞和成纤维细胞增殖,有助于加速皮肤愈合和创伤修复^[91]。鹿茸的多肽类生长因子 (IFG-1、EGF、TGF- $\beta 1$) 可以介导创面收缩过程,有助于加速大鼠伤口愈合^[92]。鹿茸胶原蛋白对创伤愈合也有促进作用,且胶原蛋白浓度与愈合程度呈量效关系^[93]。鹿茸干细胞条件培养基通过抑制 NF- κB 信号通路的激活,抑制炎症的发生,从而缓解银屑病的进展^[94]。此外,鹿茸干细胞在促进组织再生和防止瘢痕形成方面具有巨大的治疗潜力。鹿茸干细胞可以促进大鼠因机械和 Sr-90 辐射所致皮肤损伤的伤口愈合,通过下调 I 型胶原蛋白 $\alpha 2$ 、IL-1、RAP、TGF- $\beta 1$ 、基质蛋白酶抑制剂-1 基因的表达,刺激成纤维细胞转化,与其他间充质干细胞相比,鹿茸干细胞治疗组的毛囊和皮脂腺的数量更多,瘢痕更小,愈合率和愈合质量更高^[95-96]。鹿茸干细胞外泌体复合水凝胶作为一种新型制剂,通过促进血管生成、巨噬细胞 M2 极化,促进伤口愈合;通过调节愈合组织中胶原的结构和组成、提高胶原降解基因的表达,抑制瘢痕形成,从而提高大鼠深度烫伤皮肤的愈合速度和愈合质量^[97]。

鹿茸药用历史源远流长,其药理作用呈现多靶点、多系统的特点。现有研究证实,鹿茸不仅对生殖、心血管、运动及神经系统具有显著调节活性,还兼具免疫调节、抗纤维化、抗衰老、抗疲劳及抗肿瘤等多重功效,并能有效促进创伤修复。为系统展示鹿茸的药理作用及其潜在的作用机制,现将相关研究归纳如表 2 所示。

3 展望

鹿茸富含氨基酸、多肽、脂肪酸、多糖、核苷、生物胺、甾体化合物、无机元素等多种化学成分,有抗纤维化、抗衰老、抗疲劳、抗肿瘤、抗骨质疏松等多重药理活性,治疗生殖系统、心血管系统、运动系统及神经系统疾病疗效显著。

表 2 鹿茸的药理作用机制

药理作用	化学成分	实验动物 或细胞	作用机制	参考 文献
对生殖系统 的作用	鹿茸多肽	大鼠	抑制卵巢组织的脂质过氧化和铁死亡,改善卵巢功能、保护卵泡发育及提高生育能力	[33]
	3.2 kDa	小鼠	上调睾酮合成限速酶(StAR、P450 _{scc} 和 3β-HSD)的表达,提高睾酮水平,改善衰老雄性小鼠性功能	[30]
	鹿茸多肽			
	鹿茸提取物	小鼠	提高雌二醇水平,促进雌性生殖器官生长发育,增强雌性小鼠生殖功能	[31]
		人子宫内膜 细胞	下调 MMP-2、MMP-9、TNF-α 和 IL-6 表达,抑制子宫内膜细胞的黏附及迁移	[32]
	鹿茸干细胞	大鼠	调控 NGF/Trk A 信号通路,抑制炎症反应,减少颗粒细胞凋亡,修复卵巢损伤并刺激再生	[34]
对心血管系统 的作用	鹿茸多肽	血管内皮细胞	调控 PI3K/Akt 信号通路,调节线粒体膜电位和细胞凋亡相关蛋白的表达,减轻血管内皮细胞损伤,延缓动脉粥样硬化的进展	[38]
		心肌干细胞	上调心脏早期转录因子 Nkx 2.5 表达,抑制心肌干细胞凋亡并提高线粒体膜稳定性,提高心肌干 细胞存活率;提高细胞心肌转录因子 GATA4 表达,促进心肌干细胞分化	[44-45]
	3.2 kDa 鹿茸多肽	H9c2 细胞	抑制 TGF-β/Smads/ERK 信号通路,保护阿霉素诱导的心肌细胞损伤	[42]
	鹿茸乙醇提取物	大鼠	减少心肌细胞凋亡,减少心筋Ⅱ型胶原沉淀,抑制左室重构并改善心功能	[36]
	鹿茸提取物	蟾蜍	双向调节离体心脏的心肌收缩力,改善低钙血症引起的心肌损伤	[40]
对运动系统 的作用	鹿茸多肽	大鼠	激活 BMP-2/Runx2 信号通路,改善骨小梁结构	[48]
		大鼠	激活 SIRT1/FOXO1 通路抗氧化应激,并上调 RUNX2 基因的表达促进成骨分化	[49]
		细胞	对抗氧化损伤,抑制软骨细胞凋亡;抑制 MMPs 分泌,增加细胞外基质中 GAG 和 II 型胶原的表达 水平,保持软骨基质代谢平衡	[52]
	鹿茸 I 型胶原	大鼠	激活 Wnt/β-Catenin 信号通路,上调 β-Catenin、LRP5 的 mRNA 表达,促进成骨分化,抗骨质疏 松作用	[50]
	鹿茸乙醇提取物	小鼠	抑制 MAPK 和 NF-κB 通路,下调 TNF-α、IL-6、IL-1β、IL-8、IL-17A 和 IFN-γ 水平,减轻 炎症细胞浸润和软骨损伤,缓解类风湿关节炎	[51]
	鹿茸干细胞外泌体	小鼠	促进骨细胞分裂,抑制炎症反应,加快骨和软骨再生,改善骨关节炎	[55]
对神经系统 的作用	鹿茸多肽	大鼠	激活 Nrf-2/HO-1/NF-κB 通路,减轻氧化应激损伤,减少脑梗死面积、抑制脑水肿并减轻神经 功能缺损,缓解脑缺血再灌注引起的脑损伤	[59]
		SH-SY5Y 细胞	调节 miR-613/HDAC6、JNK 通路,减轻氧化应激损伤,抑制细胞凋亡和淀粉样斑块的形成	[57-58]
	鹿茸干细胞	大鼠	激活 c-Jun 信号通路,上调 MPZ、Periaxin 与 Krox-20 表达水平,促进大鼠坐骨神经损伤再生修复	[61]
	鹿茸干细胞外泌体	大鼠	抑制 TLR2/TLR4 信号通路,减轻神经损伤和脑损伤并抑制细胞凋亡,改善心肺搭桥术后的认知 功能障碍	[62]
免疫调节作用	鹿茸多肽	小鼠	抑制 Rho/NF-κB 信号通路的活化,提高 SOD 水平、降低 MDA 含量并抑制炎症因子 IL-1、IL-6 和 TNF-α 的表达,发挥抗氧化与抗炎双重作用,有效减轻肺损伤	[66]
	鹿茸多糖;鹿 茸蛋白;鹿茸 水提取液	RAW264.7 细胞	增强巨噬细胞的增殖与吞噬能力,促进细胞因子分泌与表达,调节免疫功能	[67]
	鹿茸提取物	小鼠	促进 T、B 淋巴细胞增殖,刺激腹腔巨噬细胞产生 IL-12,增强免疫功能	[63]
抗纤维化作用	鹿茸多肽	小鼠	抑制 MAPK 和 PI3K/Akt 信号通路,降低 α-SMA、Col-I 的表达水平,改善肝脏纤维化病理改变, 缓解肝脏纤维化	[69]
	鹿茸干细胞	小鼠	减少胶原堆积和脂肪变性,增加肝细胞再生,减少炎症反应,增强肝功能,缓解肝纤维化	[70]
	鹿茸干细胞外泌体	小鼠	通过 miRNA let-7a/let-7b 靶向结合成纤维细胞的 CCL-7,抑制其对巨噬细胞的募集,减轻 M2 型巨噬细胞浸润,减少细胞外基质和胶原沉积,减轻肺纤维化	[71]

续表 2

药理作用	化学成分	实验动物 或细胞	作用机制	参考 文献
抗衰老作用	鹿茸乙醇提取物	小鼠	提高 SOD 活性、降低 MDA 含量,增加 IgG 水平、脾指数及血清 IL-2 和 IFN-γ 浓度,增强免疫功能,延缓衰老	[72-73]
		秀丽隐杆线虫	激活线粒体信号通路,上调抗氧化基因 <i>gst-4</i> 、 <i>gst-7</i> 和 <i>skn-1</i> 及热抗性基因 <i>hsp16.2</i> 的转录水平,增强抗紫外、热应激的能力,延长寿命	[76]
抗衰老作用	鹿茸干细胞与椰子油血清混合物	小鼠	增加胶原蛋白密度与表皮厚度,减少皱纹数量,减轻皮肤老化	[79]
抗疲劳作用	鹿茸多肽	小鼠	延长缺氧存活时间、喘气时间、爬杆时间和负重游泳时间,降低游泳后血清乳酸增加量,提高小鼠耐缺氧和抗疲劳的能力	[80]
	鹿茸水提取物	小鼠	降低血乳酸和血清尿素氮的含量,提高体内糖原储备量及运动后乳酸脱氢酶活性,延长小鼠负重游泳时间,增强抗疲劳作用	[82]
抗肿瘤作用	22.59 kDa 鹿茸蛋白	小鼠	上调 IL-2、TNF-α 和 IFN-γ 的表达水平,调节外周血中 T、B 淋巴细胞亚群的分布,增强免疫功能;激活线粒体通路诱导肉瘤细胞凋亡,阻滞 S 期细胞分裂,抑制肉瘤生长	[85]
	鹿茸多肽	U251 细胞	阻滞胶质瘤细胞增殖(G2/M 期),诱导肿瘤细胞凋亡	[86]
	10 646 Da 鹿茸多肽	MA782 细胞	下调 TRET 基因表达,抑制端粒酶活性,抑制乳腺癌细胞增殖(G0/G1 期)	[87]
	鹿茸水提取物	裸鼠	抑制肿瘤血管内皮生长因子(VEGF)和上皮-间充质转化相关基因(EMT)的表达,降低前列腺特异性抗原(PSA)和血清双氢睾酮(DHT)水平,抑制前列腺肿瘤生长与转移	[83]
	鹿茸干细胞培养上清液	MCF-7 细胞; MDA-MB-231 细胞	下调上皮-间充质转化相关基因(SNAIL1、ZEB1、TGF-β1)的表达,抑制乳腺癌细胞的迁移与侵袭	[88]
促进创伤愈合作用	鹿茸多肽	大鼠	促进表皮细胞和成纤维细胞增殖,加速皮肤创伤愈合	[91]
	鹿茸干细胞	大鼠	增加皮肤表面毛囊和皮脂腺数量,加速 Sr-90 辐射造成的伤口愈合,改善愈合质量	[96]
	鹿茸干细胞条件培养基	小鼠	抑制 NF-κB 信号通路,抑制炎症反应和表皮细胞异常增殖,显著减轻红斑、鳞屑和皮损厚度,减轻银屑病	[94]
	鹿茸干细胞外泌体复合水凝胶	大鼠	促进血管生成和巨噬细胞 M2 极化,抑制成纤维细胞生成,调节胶原生成/降解基因的表达,提高烫伤皮肤愈合速度和愈合质量	[97]

尽管鹿茸的化学成分及药理作用的研究已取得初步进展,但在质量评价和新药开发等方面仍存在瓶颈。(1)质量标准不明确:临床认为鹿茸上部的质量比下部骨化程度高的部位质量优;在质量评价中常以鹿茸总磷脂、总多糖、核苷、无机元素等多个成分含量作为检测指标;同时采用高效液相指纹图谱建立鹿茸蛋白相关质量标准、通过蛋白质组学检测多肽特异性的生物标志物等多重指标综合评价鹿茸品质。2020 版《中国药典》中尚无鹿茸化学或生物学指标性检测成分;(2)药效物质基础不清晰:鹿茸药理活性研究多采用鹿茸多肽混合物、水提物或者醇提物,化学成分多元复

杂,如鹿茸的醇提取物具有抗衰老作用,但药效物质基础不明确,成为影响鹿茸创新药物开发的瓶颈;(3)临床研究较少:由于鹿茸药理作用研究多集中在动物和细胞水平,临床研究证据较少,限制了鹿茸以临床需求为导向中药创新药物的研发。

鹿茸的创新药物研发机遇与挑战并存。鹿茸是唯一可完全再生的哺乳动物器官,其再生过程依靠干细胞的分化实现^[98]。鹿茸干细胞作为一种新的干细胞来源,具有易获取、非致瘤性、免疫原性低等优点,在抗肿瘤、骨再生等方面作用显著,具有较好的开发应用前景^[51]。由于鹿茸干细胞尚不能直接用于人体治疗,因

此,鹿茸干细胞来源的外泌体和条件培养基的应用已成为研究热点^[99]。鹿茸干细胞来源的外泌体中含有细胞因子、信号转导脂质、mRNA 和 miRNA 等生物活性分子,在肝脏、肾脏、心血管和神经系统疾病的治疗中展现出巨大的潜力^[100]。而且,干细胞来源的外泌体具有低免疫原性的特点,避免异源细胞可能发生的免疫排斥等问题,无致癌风险,有望应用于临床^[101]。此外,鹿茸干细胞来源的外泌体还可作为开发抗衰老和治疗衰老相关疾病的无细胞治疗的潜在生物材料,具有较好的开发前景。

鹿茸作为黑龙江省道地药材的优势品种,应在保证产量和质量全国领先的基础上,着力推进中药材产业标准化与国际化,充分利用现代前沿科学技术,尤其是化学生物学、系统生物学、中医药循证医学等多学科交叉技术的不断革新,完善鹿茸的质量标准体系,揭示道地药材科学内涵,阐明鹿茸药理作用及药效物质基础,延伸产品开发深度,培育“寒地龙药”品牌,为鹿茸创新药物开发奠定基础,以推动黑龙江省中药材质量全面提升和产业高质量发展^[102-104]。随着中医药国际化战略的积极推进,鹿茸作为传统名贵药材,在临床治疗、食品保健和美容护肤等多个应用领域的发展正迎来前所未有的机遇。随着科学研究的深入和产业化进程的推进,期待有更多高质量的鹿茸产品进入市场。

参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京:中国医药科学技术出版社,2020:336-337.
- [2] 田淑云,廖朝华,周紫薇,等. 植物代谢组学在药材质量评价中的研究进展与展望[J]. 药学报,2022,57(6):1734-1749.
- [3] 张喜武,李梦聪,窦金金,等. 黑龙江省“龙九味”产地考证、种植现状和发展策略[J]. 中医药学报,2021,49(10):1-5.
- [4] 吴伟,王伟,尹海波,等. 中药鹿茸产业发展现状分析与研究[J]. 生物资源,2023,45(4):390-395.
- [5] 孙悦,杨森,张玮琪,等. 黑龙江仙洞山梅花鹿自然保护区冬季梅花鹿环境容纳量初步估算与分析[J]. 野生动物学报,2018,39(2):231-236.
- [6] 陆雨顺,张燕婷,夏蕴实,等. 不同形态鹿茸游离氨基酸的含量测定及质量评价应用研究[J]. 中国中药杂志,2022,47(6):1587-1594.
- [7] 张馨文. 鹿茸脂溶性组分的成分及抗疲劳研究[D]. 重庆:西南大学,2010.
- [8] 赵磊,李继海,朱大洲,等. 5 种鹿茸营养成分的主成分分析[J]. 光谱学与光谱分析,2010,30(9):2571-2575.
- [9] 王燕华,张秀莲,赵卉,等. 不同加工方式对鹿茸中粗蛋白与水解氨基酸量的影响研究[J]. 中草药,2017,48(15):3085-3091.
- [10] 魏征人,陈智嘉,刘洋,等. 基于 shotgun 技术对鹿茸蛋白质组学的初步分析[J]. 中国实验诊断学,2014,18(1):18-21.
- [11] 潘黛安. 鹿茸蛋白的结构表征及改善肾阳虚大鼠骨质疏松的作用机制研究[D]. 长春:长春中医药大学,2023.
- [12] 吴炎,牛永梅,司博,等. 鹿茸细胞生长因子的研究进展[J]. 黑龙江畜牧兽医,2015(19):61-63.
- [13] 陈丹,孙晓秋. 梅花鹿茸、马鹿茸不同部位氨基酸、总磷脂、钙、磷含量的研究[J]. 经济动物学报,1998,2(3):31-34.
- [14] 王任晶. 基于多成分分析梅花鹿饮片质量标准的研究[D]. 长春:长春中医药大学,2020.
- [15] 李峰,陈斌,张振秋. 鹿茸商品药材中磷脂类成分分析[J]. 中成药,2012,34(5):907-910.
- [16] 杨波,司华哲,李志鹏. 鹿茸生长过程中机体代谢变化研究进展[J]. 经济动物学报,2023,27(4):235-240,232.
- [17] 刘松鑫,宫瑞泽,王泽帅,等. 基于主成分分析和判别分析对花鹿茸和马鹿茸 9 类化学成分对比研究[J]. 中草药,2021,52(1):82-90.
- [18] 胡太超,刘玉敏,陶荣珊,等. 鹿茸的化学成分及药理作用研究概述[J]. 经济动物学报,2015,19(3):156-162.
- [19] 汪树理,孙继红,李晓红,等. 东北梅花鹿茸不同部位多糖与无机元素质量分数的差异[J]. 东北林业大学学报,2008,36(5):58,66.
- [20] 刘雪莹,赵雨,何慧楠,等. 不同产地梅花鹿鹿茸药材中 5 种核苷类成分的含量测定及聚类分析[J]. 中国药房,2018,29(14):1945-1949.
- [21] 王燕华,孙印石,王玉方,等. UPLC 法测定不同加工方式鹿茸中的生物胺成分[J]. 分析测试学报,2018,37(9):995-1001.
- [22] 刘春晓,许丽文,李光玉. 鹿茸活性成分提取工艺及药理作用研究进展[J]. 特产研究,2020,42(3):86-89.
- [23] 陈晓光,金淑莉,邸琳,等. 鹿茸多胺的抗脂质过氧化作用[J]. 中草药,2004,35(8):65-68.
- [24] LU C M, WANG M T, MU J, et al. Simultaneous determination of eighteen steroid hormones in antler velvet by gas chromatography-tandem mass spectrometry[J]. Food Chem, 2013, 141(3):1796-1806.
- [25] 吉静娴,钱璟,黄凤杰,等. 鹿茸的活性物质及药理作用的研究进展[J]. 中国生化药物杂志,2009,29(2):141-143.
- [26] 李昌泽,陈新源,李钊丹,等. 鹿茸的化学成分与药理作用研究进展[J]. 黑龙江畜牧兽医,2023(19):45-48.
- [27] 董万超,刘春华,赵立波,等. 马鹿茸、梅花鹿茸不同部位无机元素含量测定分析[J]. 特产研究,2004,26(3):32-36.
- [28] 汪树理,王艳梅. 生长期东北梅花鹿鹿茸无机元素及水解氨基酸变化[J]. 经济动物学报,2023,27(4):241-243.
- [29] 田育璋,贺菊香,王丰梅,等. 鹿茸对大鼠睾丸影响的形态计量[J]. 青海医学院学报,1997,18(3):154-155.
- [30] ZANG Z J, TANG H F, TUO Y, et al. Effects of velvet antler polypeptide on sexual behavior and testosterone synthesis in aging male mice[J]. Asian J Androl, 2016, 18(4):613-619.
- [31] 吴瑕,吕相川,杨晨,等. 鹿茸对雌性小鼠生殖功能的影响[J]. 畜禽业,2011,22(6):40-41.
- [32] KIM J H, YANG Y I, AHN J H, et al. Deer (Cervus elaphus) antler extract suppresses adhesion and migration of endometriotic cells and regulates MMP-2 and MMP-9 expression[J]. J Ethnopharmacol, 2012, 140(2):391-397.
- [33] 史松,苏比努尔·买买提,尼比热·阿布都瓦依提,等. 鹿茸多肽对顺铂所致卵巢早衰大鼠卵巢功能的保护作用及其机制[J]. 中国病理生理杂志,2024,40(7):1300-1306.
- [34] 王珂. 鹿茸干细胞对环磷酸腺苷所致大鼠卵巢早衰功能修复作用的研究[D]. 长春:吉林大学,2022.
- [35] 宋业琳,孙兰军,赵英强,等. 鹿茸液对慢性心力衰竭大鼠心肌细胞凋亡和 I、III 型胶原表达的实验研究[J]. 国际中医中药杂志,2008,30(1):6-8.
- [36] 范全春. 鹿茸提取物对慢性心衰大鼠的作用研究[D]. 北京:中国协和医科大学,2007.

- [37] 高爽,王臻楠,顾耘. 血管内皮细胞功能障碍与动脉粥样硬化关系的研究进展[J]. 中西医结合心脑血管病杂志,2018,16(20):2966-2970.
- [38] XIAO X, XU S Q, LI L, et al. The effect of velvet antler proteins on cardiac microvascular endothelial cells challenged with ischemia-hypoxia[J]. Front Pharmacol, 2017, 8:601.
- [39] 赵艳艳. 坤鹿通心汤治疗冠心病心绞痛的临床研究[D]. 长春:长春中医药大学,2019.
- [40] 于德钦,马英淇,刘克敏,等. 鹿茸在正常、高钙和低钙条件下对蟾蜍离体心肌收缩力双向调节作用的研究[J]. 中国药房,2015,26(13):1755-1758.
- [41] 周高峰,肖静,周佳,等. 鹿茸多肽预处理通过 miR-133a 调控 TGF- β /Smad 信号通路对 TBHP 诱导心肌 H9c2 细胞损伤的保护作用[J]. 吉林大学学报(医学版),2023,49(2):369-376.
- [42] 徐岩. 鹿茸多肽介导 TGF- β /Smads/ERK 信号通路对阿霉素诱导心肌损伤的保护作用及机制研究[D]. 长春:长春中医药大学,2020.
- [43] 张国荣,孙振山. 鹿茸多肽的药理作用研究进展[J]. 吉林中医药,2021,41(9):1252-1255.
- [44] 黄晓巍,徐岩,刘明欣,等. 鹿茸多肽对心肌干细胞凋亡和线粒体膜稳定性的影响[J]. 中国组织工程研究,2017,21(9):1426-1431.
- [45] 何璐. 大鼠心肌干细胞的分离培养与鉴定及鹿茸多肽对其分化的诱导作用研究[D]. 长春:吉林大学,2016.
- [46] 杨敏,杨春,刘莹,等. 鹿茸多肽药理作用的研究进展[J]. 特产研究,2019,41(4):108-112.
- [47] 刘继华,杨苗,吴迪,等. 鹿茸蛋白促进小鼠骨折愈合的实验研究[J]. 特产研究,2016,38(2):12-16.
- [48] 孙成涛,杨鹤祥,于冬冬,等. 基于 BMP-2/Runx2 信号通路探讨鹿茸多肽防治 PMOP 机制研究[J]. 中华中医药学刊,2019,37(8):1943-1946,2060-2062.
- [49] 迟雪婷,黄晓巍,陈芳园,等. 鹿茸多肽对骨质疏松模型大鼠的改善作用及对 SIRT1/FOXO1 信号通路的影响[J]. 吉林大学学报(医学版),2024,50(1):120-127.
- [50] 石晓征,李娜,李晓华,等. 梅花鹿茸 I 型胶原对骨质疏松大鼠 Wnt/ β -catenin 信号通路的影响[J]. 长春中医药大学学报,2018,34(5):832-835.
- [51] CHENG W J, YANG H T, CHIANG C C, et al. Deer velvet antler extracts exert anti-inflammatory and anti-arthritic effects on human rheumatoid arthritis fibroblast-like synoviocytes and distinct mouse arthritis[J]. Am J Chin Med, 2022, 50(6):1617-1643.
- [52] ZHANG Z Y, LIU X F, DUAN L X, et al. The effects of velvet antler polypeptides on the phenotype and related biological indicators of osteoarthritic rabbit chondrocytes[J]. Acta Biochim Pol, 2011, 58(3):297-302.
- [53] QIN T, ZHANG G K, ZHENG Y, et al. A population of stem cells with strong regenerative potential discovered in Deer antlers[J]. Science, 2023, 379(6634):840-847.
- [54] LIN H B, CHEN Z, GUO Q Q, et al. Deer antler reserve mesenchyme cell-conditioned medium reduces the destruction of periodontitis in mice[J]. Stem Cells Dev, 2022, 31(23/24):766-776.
- [55] LEI J H, JIANG X Y, LI W, et al. Exosomes from antler stem cells alleviate mesenchymal stem cell senescence and osteoarthritis[J]. Protein Cell, 2022, 13(3):220-226.
- [56] SUN H, XIAO D D, LIU W, et al. Well-known polypeptides of Deer antler velvet with key actives: modern pharmacological advances[J]. Naunyn-Schmiedeberg's Arch Pharmacol, 2024, 397(1):15-31.
- [57] GUO J D, LU M, ZHOU Y H, et al. Effects of velvet antler polypeptides on Alzheimer's disease cell model via miR-613 HDAC6 pathway[J]. Pak J Pharm Sci, 2020, 33(3(Special)):1427-1433.
- [58] 张春梅,张海燕,刘忠锦,等. A β 25-35 诱导 SH-SY5Y 细胞阿尔茨海默病模型的建立及鹿茸多肽对其治疗作用[J]. 中国老年学杂志,2022,42(10):2460-2463.
- [59] BAI L N, SHI W, LIU J P, et al. Protective effect of pilose antler peptide on cerebral ischemia/reperfusion (I/R) injury through Nrf-2/OH-1/NF- κ B pathway[J]. Int J Biol Macromol, 2017, 102:741-748.
- [60] NI Y H, WANG Z, MA L Y, et al. Pilose antler polypeptides ameliorate inflammation and oxidative stress and improves gut microbiota in hypoxic-ischemic injured rats[J]. Nutr Res, 2019, 64:93-108.
- [61] 叶子豪,李吉萍,王东旭,等. 鹿茸干细胞对大鼠坐骨神经损伤的再生修复作用[J]. 经济动物学报,2024,28(3):178-187.
- [62] YANG C, SUN S N, ZHANG Q, et al. Exosomes of antler mesenchymal stem cells improve postoperative cognitive dysfunction in cardiopulmonary bypass rats through inhibiting the TLR2/TLR4 signaling pathway[J]. Stem Cells Int, 2020, 2020:2134565.
- [63] 潘风光,孙威,周玉,等. 梅花鹿鹿茸活性多肽的提取及免疫功效的初步研究[J]. 中国生物制品学杂志,2007,20(9):669-673.
- [64] SUH J S, EUN J S, SO J N, et al. Phagocytic activity of ethyl alcohol fraction of Deer antler in murine peritoneal macrophage[J]. Biol Pharm Bull, 1999, 22(9):932-935.
- [65] 刘建博. 鹿茸多肽对小鼠脾淋巴细胞和巨噬细胞功能的影响[J]. 当代畜牧,2018(33):40-42.
- [66] MA C H, LONG H Y, YANG C H, et al. Anti-inflammatory role of pilose antler peptide in LPS-induced lung injury[J]. Inflammation, 2017, 40(3):904-912.
- [67] 刘松鑫,李志满,邵紫君,等. 鹿茸不同有效部位的抗氧化活性及对 RAW264.7 细胞的免疫调节作用研究[J]. 中华中医药学刊,2022,40(6):137-144,287.
- [68] 段冷昕. 梅花鹿茸多肽的化学结构及其抗肝纤维化作用[D]. 长春:吉林大学,2007.
- [69] 周霖,王肖辉,荆自伟,等. 鹿茸多肽对四氯化碳诱导的小鼠肝纤维化的保护作用及其机制研究[J]. 中药新药与临床药理,2021,32(3):338-345.
- [70] RONG X L, YANG Y Y, ZHANG G K, et al. Antler stem cells as a novel stem cell source for reducing liver fibrosis[J]. Cell Tissue Res, 2020, 379(1):195-206.
- [71] 史立言. 鹿茸干细胞及其外泌体对小鼠肺纤维化的干预作用[D]. 长春:吉林大学,2021.
- [72] 秦红兵,杨朝晖,朱清,等. 麋鹿角乙醇提取液抗衰老作用研究[J]. 中成药,2004,26(4):322-324.
- [73] 杨朝晖,秦红兵,成海龙,等. 麋鹿角醇提液对衰老小鼠行为及免疫功能的影响[J]. 中华中医药杂志,2010,25(2):221-225.
- [74] 赵玉红,金秀明,韩睿. 鹿茸多糖分离纯化及抗氧化活性研究[J]. 食品工业科技,2012,33(12):155-158.
- [75] CHEN J Y, WANG R, LIU C X, et al. Velvet antler water extract protects porcine oocytes from lipopolysaccharide-induced meiotic defects[J]. Cell Prolif, 2023, 56(7):e13392.
- [76] 刘春红,汤臻聪,高瑜培,等. 鹿茸乙醇提取物对秀丽隐杆线虫抗衰老的作用[J]. 食品工业科技,2021,42(7):354-359.
- [77] ZHOU R, LI S F. In vitro antioxidant analysis and characterisation of antler velvet extract[J]. Food Chem, 2009, 114(4):1321-1327.
- [78] 何源,王露露,张晶. 3 种鹿源鹿茸多糖含量、红外谱图、抗氧化活性比较[J]. 中成药,2022,44(3):1028-1031.

- [79] PHAM T L, THI T T, NGUYEN H T, et al. Anti - aging effects of a serum based on coconut oil combined with Deer antler stem cell extract on a mouse model of skin aging[J]. *Cells*, 2022, 11(4) : 597.
- [80] 罗翔丹, 潘风光, 张铁华, 等. 鹿茸多肽对小鼠耐缺氧和抗疲劳能力的影响[J]. *食品科学*, 2008, 29(4) : 386 - 388.
- [81] ZHANG P, GUO Z H, MA L, et al. Investigation of anti - fatigue effect and simultaneous determination of eight nucleosides in different parts of velvet antler in red Deer and Sika Deer[J]. *Chem Biodivers*, 2020, 17(2) : e1900512.
- [82] 张睿, 赵玉红, 王忠政. 鹿茸水提物对小鼠抗疲劳功能的影响[J]. *食品工业科技*, 2011, 32(4) : 365 - 367.
- [83] TANG Y J, FAN M Q, CHOI Y J, et al. Sika Deer (*Cervus nippon*) velvet antler extract attenuates prostate cancer in xenograft model[J]. *Biosci Biotechnol Biochem*, 2019, 83(2) : 348 - 356.
- [84] FRASER A, HAINES S R, STUART E C, et al. Deer velvet supplementation decreases the grade and metastasis of azoxymethane - induced colon cancer in the male rat[J]. *Food Chem Toxicol*, 2010, 48(5) : 1288 - 1292.
- [85] 曹天琦. 鹿茸蛋白质的结构鉴定及其抗肿瘤活性研究[D]. 天津: 天津科技大学, 2023.
- [86] 徐岩, 许佳明, 何璐, 等. 鹿茸多肽对人胶质瘤细胞生长抑制率及细胞周期的影响[J]. *吉林中医药*, 2014, 34(10) : 1019 - 1021.
- [87] HU W, QI L, TIAN Y H, et al. Studies on the purification of polypeptide from Sika antler plate and activities of antitumor[J]. *BMC Complement Altern Med*, 2015, 15 : 328.
- [88] 马超. 鹿茸干细胞培养上清抑制乳腺癌细胞的迁移和侵袭及其分子机制的初步研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2021.
- [89] 孙胜楠, 孙铭泽, 杨春, 等. 鹿茸间充质干细胞条件培养基对乳腺癌细胞系 4T1 的作用[J]. *特产研究*, 2019, 41(4) : 6 - 10.
- [90] HU P F, YING J C, WANG Y S, et al. Extracellular vesicles derived from 3D cultured antler stem cells serve as a new drug vehicle in osteosarcoma treatment[J]. *Cell Transplant*, 2023, 32 : 9636897231219830.
- [91] 翁梁, 周秋丽, 王丽娟, 等. 鹿茸多肽促进表皮和成纤维细胞增殖及皮肤创伤愈合[J]. *药学报*, 2001, 36(11) : 817 - 820.
- [92] GU L J, MO E, YANG Z H, et al. Effects of red Deer antlers on cutaneous wound healing in full - thickness rat models[J]. *Asian Australas J Anim Sci*, 2008, 21(2) : 277 - 290.
- [93] 车爽, 程然, 蒋薇, 等. 鹿茸胶原蛋白对创伤愈合作用的试验研究[J]. *吉林农业*, 2017(13) : 62 - 63.
- [94] 任晶, 王东旭, 李吉萍, 等. 鹿茸干细胞条件培养基通过调控 NF - κ B 通路改善小鼠银屑病样皮损[J]. *经济动物学报*, 2024, 28(3) : 188 - 196.
- [95] GUO Q Q, LIU Z, ZHENG J J, et al. Substances for regenerative wound healing during antler renewal stimulated scar - less restoration of rat cutaneous wounds[J]. *Cell Tissue Res*, 2021, 386(1) : 99 - 116.
- [96] RONG X L, ZHANG G K, YANG Y Y, et al. Transplanted antler stem cells stimulated regenerative healing of radiation - induced cutaneous wounds in rats[J]. *Cell Transplant*, 2020, 29 : 963689720951549.
- [97] 赵建伟, 李助胜, 吕金朋, 等. 鹿茸干细胞外泌体复合水凝胶促进烫伤皮肤的修复[J]. *中国组织工程研究*, 2025, 29(34) : 7344 - 7352.
- [98] 刘文媛, 巴恒星, 李春义. 基于组学技术的鹿茸生物学研究进展[J]. *基因组学与应用生物学*, 2019, 38(7) : 3024 - 3029.
- [99] WANG D T, BERG D, BA H X, et al. Deer antler stem cells are a novel type of cells that sustain full regeneration of a mammalian organ - Deer antler[J]. *Cell Death Dis*, 2019, 10(6) : 443.
- [100] YIN K, WANG S H, ZHAO R C. Exosomes from mesenchymal stem/stromal cells: a new therapeutic paradigm[J]. *Biomark Res*, 2019, 7 : 8.
- [101] 曹占鸿, 白浩楠, 安昱, 等. 鹿茸干细胞及其药理作用的研究进展[J]. *中药材*, 2023, 46(10) : 2640 - 2644.
- [102] 姜辛言, 刘燃, 张玉婷, 等. 鹿茸多肽多功效研究进展[J]. *辽宁中医药大学学报*, 2024, 26(9) : 81 - 86.
- [103] 张佳怡, 金泽成, 李雅静, 等. 鹿茸美容护肤作用和应用研究进展[J]. *特产研究*, 2023, 45(2) : 182 - 186, 190.
- [104] 于纯森, 刘羽翔, 廖贤, 等. 鹿茸药理作用研究进展及在保健食品中的应用[J]. *食品与药品*, 2023, 25(1) : 115 - 120.

Research Progress on Chemical Composition and Pharmacological Effects of Cervi Cornu Pantotrichum as a “Cold - region Long Medicine”

LIU Nuonan, QIAO Yuxin, GAO Zeyu, YAO Li

College of Pharmacy, Harbin Medical University, Harbin 150081, China

Abstract Cervi Cornu Pantotrichum is a traditional precious animal - derived medicinal material in China, with a history of application spanning over two thousand years. Cervi Cornu Pantotrichum from Heilongjiang Province has high yield and superior quality, making it one of the “Long Nine Botanicals” of Cold - region Long Medicine. Cervi Cornu Pantotrichum is rich in various active components such as peptides, fatty acids, and polysaccharides, and possesses multiple pharmacological activities including improving reproductive function, enhancing immunity, promoting wound healing, antioxidant, anti - fatigue, and anti - tumor effects. It can be used to treat various diseases such as chronic heart failure, osteoporosis, Alzheimer’s disease, pulmonary fibrosis, and liver fibrosis. Cervi Cornu Pantotrichum stem cells and their exosomes also show great therapeutic potential and application prospects in promoting wound healing and anti - tumor effects. This article reviews the research progress in the chemical composition and pharmacological effects of Cervi Cornu Pantotrichum, aiming to provide a scientific basis for in - depth research and product development of Cervi Cornu Pantotrichum.

Key words Cervi Cornu Pantotrichum; Cold - region Long Medicine; Chemical composition; Pharmacological effects