

·临床研究·

本文引用: 何欣, 付雪, 吕凤琼, 唐春梅, 邓波, 吴仕平. 黄芪颗粒治疗老年肌少症的临床疗效及对 IL-33/ST2 信号通路相关细胞因子的影响[J]. 湖南中医药大学学报, 2026, 46(2): 387-393.

## 黄芪颗粒治疗老年肌少症的临床疗效及对 IL-33/ST2 信号通路相关细胞因子的影响

何欣, 付雪, 吕凤琼, 唐春梅, 邓波, 吴仕平\*

遂宁市中心医院全科医学科, 四川 遂宁 629000

**[摘要]** 目的 观察黄芪颗粒治疗老年肌少症患者的临床疗效, 并探讨其对 IL-33/ST2 信号通路相关细胞因子的调控作用。

**方法** 选取 2024 年 7 月至 2025 年 7 月遂宁市中心医院收治的 100 例老年肌少症患者为研究对象, 采用随机数字表法将其分为对照组和观察组, 每组 50 例。对照组行基础治疗(包括营养支持和抗阻运动指导, 连续治疗 8 周); 观察组在对照组基础上另加黄芪颗粒治疗(每次 15 g, 每日早晚各 1 次, 连续治疗 8 周)。采用生物电阻抗法评估患者治疗前后四肢骨骼肌质量指数(ASMI); 采用握力计检测患者治疗前后优势手握力; 观察患者治疗前后 6 m 步行速度; 简易体能状况量表(SPPB)评分评估患者治疗前后肌肉活动能力; ELISA 检测患者治疗前后血清肌酐(Cr)、胱抑素 C(Cys C)、肌肉生长抑制素(MSTN)、肌肉减少指数(SI)、白细胞介素(IL)-33、肿瘤抑制因子 2(ST2)、IL-6、IL-10 含量; 评估治疗后患者的临床疗效; 评估治疗方案的安全性。**结果** 与治疗前比较, 治疗后两组患者 ASMI、握力、6 m 步行速度、SPPB 评分、血清 IL-33、ST2 和 IL-10 的含量均升高( $P<0.05$ ), 且观察组高于对照组( $P<0.05$ ); 与治疗前比较, 治疗后两组患者血清 MSTN 和 IL-6 含量均降低( $P<0.05$ ), 且观察组低于对照组( $P<0.05$ ); 治疗后, 观察组总有效率高于对照组( $P<0.05$ ); 治疗过程中两组患者均未发生不良反应。**结论** 黄芪颗粒治疗老年肌少症患者的临床疗效显著, 其机制可能与激活 IL-33/ST2 信号通路, 降低促炎性细胞因子 IL-6 的含量, 升高抗炎细胞因子 IL-10 的含量有关。

**[关键词]** 黄芪颗粒; 老年肌少症; 炎症; 白细胞介素-33; 肿瘤抑制因子 2

**[中图分类号]** R274.9

**[文献标志码]** B

**[文章编号]** doi:10.3969/j.issn.1674-070X.2026.02.024

## Clinical efficacy of Huangqi Granule in treating sarcopenia in the elderly and its effects on IL-33/ST2 signaling pathway-related cytokines

HE Xin, FU Xue, LYU Fengqiong, TANG Chunmei, DENG Bo, WU Shiping\*

Department of General Practice, Suining Central Hospital, Suining, Sichuan 629000, China

**[Abstract]** **Objective** To observe the clinical efficacy of Huangqi Granule in treating elderly patients with sarcopenia and explore its regulatory effects on cytokines related to the IL-33/ST2 signaling pathway. **Methods** A total of 100 elderly patients with sarcopenia admitted to Suining Central Hospital from July 2024 to July 2025 were selected as the study subjects. They were randomly divided into a control group and an observation group using a random number table method, with 50 cases in each group.

**[收稿日期]** 2025-11-11

**[基金项目]** 四川省 2024 年度中医药科研专项课题(2024MS407)。

**[通信作者]** \* 吴仕平, 男, 硕士, 主任医师, E-mail: 252458768@qq.com。

The control group received basic treatment (including nutritional support and resistance exercise guidance, for 8 consecutive weeks), while the observation group received additional Huangqi Granule treatment (15 g per dose, twice daily, morning and evening, for 8 consecutive weeks) based on the control group's treatment. The appendicular skeletal muscle mass index (ASMI) was assessed using bioelectrical impedance analysis before and after treatment. Grip strength of the dominant hand was measured using a dynamometer before and after treatment. The 6-meter walking speed was observed before and after treatment. Muscle function was evaluated using the Short Physical Performance Battery (SPPB) score before and after treatment. ELISA was used to measure the serum levels of creatinine (Cr), cystatin C (CysC), myostatin (MSTN), sarcopenia index (SI), interleukin (IL)-33, suppressor of tumorigenicity 2 (ST2), IL-6, and IL-10 before and after treatment. The clinical efficacy and safety of the treatment regimens were evaluated after treatment. **Results** Compared with before treatment, the ASMI, grip strength, 6-meter walking speed, SPPB score, and serum levels of IL-33, ST2, and IL-10 increased in both groups after treatment ( $P<0.05$ ), with higher values observed in the observation group than in the control group ( $P<0.05$ ). Compared with before treatment, the serum levels of MSTN and IL-6 decreased in both groups after treatment ( $P<0.05$ ), with lower values observed in the observation group than in the control group ( $P<0.05$ ). After treatment, the total effective rate was higher in the observation group than in the control group ( $P<0.05$ ). No adverse reactions occurred in either group during the treatment process. **Conclusion** Huangqi Granule demonstrate significant clinical efficacy in the treatment of elderly patients with sarcopenia. The mechanism may be related to the activation of the IL-33/ST2 signaling pathway, which reduces the level of the pro-inflammatory cytokine IL-6 and increases the level of the anti-inflammatory cytokine IL-10.

[**Keywords**] Huangqi Granule; sarcopenia in the elderly; inflammation; interleukin-33; suppressor of tumorigenicity 2

老年肌少症是一种以骨骼肌质量减少、肌肉力量下降和肌肉功能减退为特征的老年综合征<sup>[1]</sup>。据统计,60~70岁老年人肌少症的患病率约为20%,80岁以上老年人患病率可高达50%<sup>[2]</sup>。老年肌少症不仅会导致老年人活动能力下降、跌倒风险增加,还与多种慢性疾病的发生发展密切相关,如心血管疾病、糖尿病、慢性阻塞性肺疾病等,严重影响老年人的生活质量<sup>[3]</sup>。

中医学认为,肌少症属“痿症”范畴,其核心病机为脾气亏虚、肾精不足<sup>[4]</sup>。黄芪颗粒是以黄芪为君药的传统中药制剂,黄芪中含有黄芪多糖、黄芪皂苷、黄芪黄酮等多种活性成分,具有补气升阳、益卫固表、利水消肿、托毒生肌等功效<sup>[5]</sup>,与肌少症的病机调理需求契合。已有研究提供了相关支持,如动物实验证实,黄芪总皂苷可以改善2型糖尿病大鼠肌少症表现<sup>[6]</sup>;网络药理学亦揭示,黄芪通过调控多个靶点基因及相关信号通路,改善体内局部微循环、减轻炎症反应与氧化应激损伤,进而延缓骨骼肌萎缩进程<sup>[7]</sup>。然而,目前尚缺乏黄芪颗粒治疗老年肌少症的临床证据。

白细胞介素(interleukin, IL)-33/肿瘤抑制因子2(suppression of tumorigenicity 2, ST2)信号通路在

肌肉稳态的调控中发挥关键作用。已有研究显示,该通路参与调控老年小鼠的肌肉萎缩过程<sup>[8]</sup>。因此,IL-33/ST2信号通路可能是治疗老年肌少症的潜在靶标。据此,本研究基于IL-33/ST2信号通路探讨黄芪颗粒治疗老年肌少症的临床疗效,以期老年肌少症的临床治疗提供参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取2024年7月至2025年7月遂宁市中心医院收治的100例老年肌少症患者,采用随机数字表法分为对照组和观察组,每组50例。此研究已通过遂宁市中心医院伦理委员会审批(批准号:KYL-LKS20240088)。试验过程无脱落和剔除病例,所有病例均完成治疗和评估。两组患者性别、年龄、体质指数(body mass index, BMI)、病程经比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。详见表1。

### 1.2 病例选择

1.2.1 诊断标准 符合亚洲肌少症的诊断标准:四肢骨骼肌质量指数(appendicular skeletal muscle index, ASMI)男性 $<7\text{ kg/m}^2$ ,女性 $<5.4\text{ kg/m}^2$ ;男性握力 $<28\text{ kg}$ ,女性握力 $<18\text{ kg}$ ;6 m步行速度 $<1\text{ m/s}$ <sup>[9]</sup>。

表1 两组患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between the two groups of patients

组别	n	性别/例		年龄/(\bar{x}±s, 岁)	BMI/(\bar{x}±s, kg/m <sup>2</sup> )	病程/(\bar{x}±s, 年)
		男	女			
对照组	50	26	24	69.34±5.98	22.12±2.41	2.12±0.38
观察组	50	25	25	69.88±5.85	22.25±2.43	2.15±0.42
$\chi^2/t$ 值		0.040		0.456	0.269	0.375
P 值		0.841		0.649	0.789	0.709

1.2.2 纳入标准 (1)符合上述亚洲肌少症的诊断标准;(2)年龄 60~80 岁;(3)认知功能正常;(4)自愿参加本研究并签署知情同意书。

1.2.3 排除标准 (1)患有严重的心、肝、肾等重要脏器疾病;(2)患有恶性肿瘤、自身免疫性疾病等;(3)近 3 个月内接受过激素治疗或其他可能影响肌肉功能的药物治疗;(4)对黄芪颗粒过敏。

1.2.4 脱落标准 (1)未按照规定方法进行治疗;(2)中途自愿退出;(3)治疗过程出现严重不良反应。

### 1.3 治疗方法

1.3.1 对照组 采取基础治疗,具体如下。(1)营养支持:参照《老年人营养不良防控干预中国专家共识(2022)》<sup>[10]</sup>确保患者每日蛋白质摄入量为 1.2~1.5 g/kg 体重、膳食纤维 $\geq 30$  g,同时每日补充维生素 D 800 IU。(2)抗阻运动指导:参照美国运动医学学会渐进抗阻训练处方制定训练方案,采用可调节阻力的弹力带(根据患者基线握力及肌肉耐力,初始选择中等阻力级别,后续按需调整)进行训练。核心动作包括:腿屈伸,即坐姿,双腿并拢屈膝 90°,将弹力带固定于脚踝处,缓慢伸直双腿至完全伸展后,匀速收回,感受股四头肌发力;臂弯举,即站姿,双脚与肩同宽,弹力带一端固定于身体前方,双手握住弹力带另一端,肘部贴紧躯干,缓慢屈肘将前臂抬至胸前,再匀速下放,聚焦肱二头肌收缩;臀桥,即仰卧,双腿屈膝,脚踩地面,弹力带环绕大腿中段,发力收紧臀部,将髋部抬至身体呈直线,保持 2 s 后缓慢下放,强化臀肌及腰背肌群;侧平举,即站姿,弹力带一端踩于脚下,双手各握一端,手臂自然下垂,缓慢向侧方举至与肩平齐,再匀速收回,锻炼三角肌中束;强度为每次 3 组,每组重复 8~12 次,每天上午和下午各锻炼 1 次,每周一、周三、周五锻炼,连续治疗 8 周<sup>[11]</sup>。

1.3.2 观察组 采取和对照组一致的基础治疗,并在此基础上服用黄芪颗粒(南京同仁堂药业有限

责任公司,国药准字 Z32021189,规格 15 g/袋,批号:20240605),每次 15 g,每日早晚各 1 次,连续治疗 8 周。

### 1.4 观察指标

1.4.1 ASMI 采用生物电阻抗法[拜斯倍斯医疗器械贸易(上海)有限公司,型号:InBody 770]检测治疗前后患者四肢骨骼肌量,根据身高计算 ASMI(ASMI=四肢骨骼肌量/身高<sup>2</sup>)。

1.4.2 握力 采用握力计(上海玉研科学仪器有限公司,型号:Jamar Plus+)检测治疗前后优势手握力,即:患者取站立位,肘关节屈曲 90°,前臂中立位,最大力度握握力计,持续 3 s,取最大值。

1.4.3 6 m 步行速度 在平坦走廊标记 12 m 距离,患者以日常步行速度从起点走到终点,使用秒表记录患者治疗前后在中间 6 m 的步行时间,计算步行速度。

1.4.4 简易体能状况量表(short physical performance battery, SPPB)评分 治疗前后对患者进行站立平衡测试、4 m 步行速度测试、5 次坐立测试,每个项目为 4 分,总分 12 分,分数越高,代表肌肉活动能力越好<sup>[12]</sup>。

1.4.5 临床疗效 本研究疗效评估基于肌少症的核心诊断指标,并参考同类临床试验常用方法<sup>[13]</sup>。主要疗效指标包括肌肉质量指标(ASMI)、肌肉力量指标(握力)和肌肉功能指标(SPPB 评分),符合亚洲肌少症工作组提出的三维评估体系<sup>[9]</sup>。显效:ASMI 男性 $\geq 7$  kg/m<sup>2</sup>,女性 $\geq 5.4$  kg/m<sup>2</sup>,握力增加 $\geq 20\%$ ,SPPB 评分升高 $\geq 3$ ;有效:ASMI、握力、SPPB 评分至少有一项改善;无效:ASMI、握力、SPPB 评分均无变化甚至恶化。

1.4.6 血清特异性生物标志物含量测定 治疗前后,采集患者空腹静脉血 5 mL,离心 15 min,分离血清。采用 ELISA 检测肌酐(creatinine, Cr)(上海钰

博生物科技有限公司,货号:KT-62601)、胱抑素 C(cystatin C, Cys C)、肌肉生长抑制素(myostatin, MSTN)(武汉维克赛思科技有限公司,货号:ELI-03009h、EF000071)的含量,严格按照试剂盒说明书操作。将标准品及待测血清样本加入预先包被特异性抗体的酶标板孔中,温育、洗涤后加入生物素标记的检测抗体,再次温育、洗涤后加入辣根过氧化物酶标记的链霉亲和素,经显色、终止反应后,放入全自动酶标仪(美国 Thermo 公司,型号:Thermo Multiskan FC)检测。根据标准品浓度与吸光度值绘制标准曲线,计算各样本中目标物质的浓度,并计算肌肉减少指数(sarcopenia index, SI)(SI=Cr/Cys $\times$ 100%)。

1.4.7 IL-33、ST2、IL-6、IL-10 含量测定 治疗前后,采集患者空腹静脉血 5 mL,离心 15 min,分离血清。采用 ELISA 检测 IL-33、ST2、IL-6、IL-10(武汉维克赛思科技有限公司,批号:ELA-E1980h、EF0007190、EF000165、EF000142)的含量,严格按照试剂盒说明书操作。具体操作步骤见 1.4.6。

1.4.8 安全性评价 治疗前后,测量患者体温、血压、心率、血常规、肝肾功能等指标的情况。

## 1.5 统计学方法

采用 SPSS 23.0 统计软件进行数据分析。计量资料采用“ $\bar{x}\pm s$ ”表示,组间比较时,符合正态分布且方差齐的数据,采用独立样本  $t$  检验;符合正态分布但方差不齐的数据,采用  $t'$  检验。组内比较时,符合正态分布的数据,采用配对  $t$  检验。计数资料采用“例(%)”表示,进行  $\chi^2$  检验。以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者 ASMI、握力、6 m 步行速度比较

治疗前,两组患者 ASMI、握力、6 m 步行速度比

较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ );治疗后,两组患者 ASMI、握力、6 m 步行速度较治疗前升高( $P<0.05$ ),且观察组均高于对照组( $P<0.05$ )。详见表 2。

### 2.2 两组患者 SPPB 评分比较

治疗前,两组患者 SPPB 评分比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ );治疗后,两组患者 SPPB 评分均较治疗前升高( $P<0.05$ ),且观察组高于对照组( $P<0.05$ )。详见表 3。

### 2.3 两组患者临床疗效比较

治疗后,观察组总有效率(92.00%)高于对照组(76.00%)( $P<0.05$ )。详见表 4。

### 2.4 两组患者血清特异性生物标志物含量比较

治疗前,两组患者血清 Cr、Cys C、SI、MSTN 含量比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ );治疗后,两组患者血清 MSTN 含量均较治疗前降低( $P<0.05$ ),且观察组低于对照组( $P<0.05$ )。两组患者血清 Cr、Cys C、SI 含量比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。详见表 5。

### 2.5 两组患者血清 IL-33、ST2、IL-6、IL-10 含量比较

治疗前,两组患者血清 IL-33、ST2、IL-6、IL-10 含量比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。治疗后,两组患者血清 IL-33、ST2、IL-10 含量均较治疗前升高( $P<0.05$ ),且观察组高于对照组( $P<0.05$ );两组患者血清 IL-6 含量均较治疗前降低( $P<0.05$ ),且观察组低于对照组( $P<0.05$ )。详见表 6。

### 2.6 安全性评价

治疗过程中两组患者均未发生不良反应,身体各项指标均正常。

## 3 讨论

老年肌少症的发病机制复杂,涉及衰老相关生

表 2 两组患者治疗前后 ASMI、握力、6 m 步行速度比较( $\bar{x}\pm s$ )

Table 2 Comparison of ASMI, grip strength, and 6-meter walking speed between the two groups of patients before and after treatment ( $\bar{x}\pm s$ )

组别	n	ASMI/(kg/m <sup>2</sup> )		握力/kg		6 m 步行速度/(m/s)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	50	5.62 $\pm$ 0.75	6.92 $\pm$ 1.05*	13.95 $\pm$ 4.70	20.20 $\pm$ 4.65*	0.60 $\pm$ 0.15	0.84 $\pm$ 0.15*
观察组	50	5.58 $\pm$ 0.80	7.85 $\pm$ 1.02*	14.12 $\pm$ 5.85	26.10 $\pm$ 5.50*	0.58 $\pm$ 0.12	0.96 $\pm$ 0.13*
t 值		0.258	4.492	0.160	5.793	0.736	4.275
P 值		0.797	<0.001	0.873	<0.001	0.463	<0.001

注:与治疗前比较,\* $P<0.05$ 。

表3 两组患者治疗前后 SPPB 评分比较( $\bar{x}\pm s$ ,分)Table 3 Comparison of SPPB scores between the two groups of patients before and after treatment ( $\bar{x}\pm s$ , points)

组别	n	治疗前	治疗后
对照组	50	5.10±1.23	8.16±1.27*
观察组	50	5.08±1.58	9.64±1.26*
t 值		0.071	5.850
P 值		0.944	<0.001

注:与治疗前比较,\* $P<0.05$ 。

表4 两组患者治疗后临床疗效比较[例(%)]

Table 4 Comparison of clinical efficacy between the two groups of patients after treatment [n (%)]

组别	n	显效	有效	无效	总有效率/%
对照组	50	18(36.00)	20(40.00)	12(24.00)	76.00
观察组	50	31(62.00)	15(30.00)	4(8.00)	92.00
$\chi^2$ 值					4.762
P 值					0.029

理变化、营养状况、运动水平、激素调节、炎症反应等多维度因素<sup>[14]</sup>。目前,老年肌少症的治疗主要以非药物和药物治疗为主。非药物治疗主要包括营养支持和运动训练,营养支持可通过增加蛋白质摄入并补充维生素 D,以改善肌肉质量和功能<sup>[15]</sup>;运动训练可采用抗阻及有氧运动,增加肌肉力量和肌肉质量,改善肌肉功能<sup>[16]</sup>。药物治疗方面,目前尚无特效药物治

疗老年肌少症<sup>[17]</sup>。一些药物如睾酮、生长激素等虽然在一定程度上可改善肌肉质量和功能,但存在副作用大、疗效不确切等问题,限制了其在临床上的应用<sup>[18-19]</sup>。

黄芪颗粒的主要成分为黄芪,具有增强机体免疫力、抗氧化、抗炎等作用<sup>[20]</sup>。近年来的研究表明,黄芪在改善老年肌少症临床症状方面具有一定潜力。例如,黄芪可以改善老年性肌少症的相关症状<sup>[21]</sup>。不仅如此,以黄芪为主要成分的灵芪参口服液与八段锦联合应用可以提高老年肌少症患者的肌肉力量,具有较好的临床疗效<sup>[22]</sup>。此外,黄芪的主要成分黄芪甲苷也被证实能够抑制炎症反应并促进人体肌肉损伤后的恢复<sup>[23]</sup>。这些发现共同提示,黄芪颗粒可能对老年肌少症具有积极的治疗作用。本研究结果显示,黄芪颗粒治疗后观察组总有效率、ASMI、握力、6 m 步行速度及 SPPB 评分均较对照组升高,说明黄芪颗粒能够有效改善老年肌少症临床症状,提升临床疗效。分析原因可能为:黄芪补益脾肺之气,能促进气血生化,使肌肉得到充分濡养,从而改善肌肉质量、增强肌力;同时还能增强机体免疫力,发挥抗氧化、抗炎作用,进而减少对肌肉的消耗<sup>[21,24]</sup>。另外,研究表明,SI 能够反映骨骼肌的减少程度<sup>[25]</sup>。MSTN 是骨骼肌生长和发育的负向调节因子,其过度表达可

表5 两组患者治疗前后 Cr、Cys C、SI、MSTN 含量比较( $\bar{x}\pm s$ )Table 5 Comparison of Cr, Cys, SI, and MSTN levels between the two groups of patients before and after treatment ( $\bar{x}\pm s$ )

组别	n	Cr/(mg/dL)		Cys C/(mg/L)		SI/%		MSTN/(ng/mL)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	50	0.87±0.12	0.86±0.13	1.52±0.35	1.53±0.32	52.56±9.30	53.10±9.25	25.30±6.12	22.72±6.21*
观察组	50	0.88±0.10	0.91±0.15	1.51±0.36	1.48±0.30	51.90±8.75	55.80±8.20	25.10±6.60	17.50±4.30*
t 值		0.453	1.781	0.141	0.806	0.365	1.544	0.157	4.887
P 值		0.652	0.078	0.888	0.422	0.716	0.126	0.875	<0.001

注:与治疗前比较,\* $P<0.05$ 。表6 两组患者治疗前后血清 IL-33、ST2、IL-6、IL-10 含量比较( $\bar{x}\pm s$ , pg/mL)Table 6 Comparison of serum IL-33, ST2, IL-6, and IL-10 levels between the two groups of patients before and after treatment ( $\bar{x}\pm s$ , pg/mL)

组别	n	IL-33		ST2		IL-6		IL-10	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	50	112.25±12.36	136.25±15.02*	1.98±0.21	2.42±0.35*	14.52±2.45	12.36±2.22*	2.85±0.54	3.45±0.42*
观察组	50	108.59±14.68	158.69±16.25*	1.92±0.21	2.85±0.38*	14.68±2.68	10.23±2.21*	2.89±0.36	3.96±0.41*
t 值		1.349	7.171	0.714	5.885	0.312	4.808	0.436	6.144
P 值		0.181	<0.001	0.476	<0.001	0.756	<0.001	0.664	<0.001

注:与治疗前比较,\* $P<0.05$ 。

影响肌纤维数量,与老年肌肉衰退密切相关<sup>[26]</sup>。本研究中观察到,治疗后,观察组 MSTN 水平较对照组降低,提示黄芪颗粒可以下调 MSTN 表达,解除其对成肌细胞的抑制,促进肌纤维数量维持与修复。这与已有研究类似,黄芪与熟地黄联合能降低 MSTN 水平,改善大鼠肌萎缩诱导的骨质疏松<sup>[27]</sup>。然而,SI 未见显著差异,这可能是由于 SI 更侧重于反映长期骨骼肌质量的累积性改变,而 MSTN 调控则更早参与肌肉再生过程<sup>[28]</sup>。若治疗时间较短,黄芪颗粒可能已启动 MSTN 介导的肌纤维修复机制,但尚未达到 SI 可检测的肌肉量增加阈值。尽管本研究中两组患者治疗后 SI 无显著差异,但该指标与 ASMI、MSTN 形成互补,可全面反映肌肉状态;同时,Cr、Cys C 作为常用肾功能指标,本研究中其水平无显著变化,亦间接证实黄芪颗粒治疗未对患者肾功能造成影响,为临床用药的安全性提供了额外依据。

IL-33/ST2 信号通路在调节免疫细胞分化与功能、介导炎症反应及参与组织修复等过程中扮演核心角色<sup>[29-30]</sup>。该通路可通过扩增调节性 T 细胞(regulatory T cells, Tregs)调节肌肉局部的炎症微环境<sup>[31]</sup>。Tregs 是一类具有免疫抑制功能的 T 细胞亚群,能够抑制先天性与适应性免疫反应,维持机体免疫稳态<sup>[32]</sup>。研究表明,IL-33/ST2 信号通路不仅能增强叉头框蛋白 P3(forkhead box P3, foxP3)+Tregs 亚群扩增,还能促进 ST2 自身受体的表达,形成扩增的正反馈回路<sup>[33]</sup>。此外,激活 IL-33/ST2/c-Jun 氨基末端激酶(c-Jun N-terminal kinase, JNK)轴已被证实可促进成肌细胞增殖,诱导巨噬细胞向 M2 抗炎表型极化,进而加速肌肉损伤的修复<sup>[34]</sup>。IL-33 不仅参与调节年轻小鼠肌肉 Tregs 的稳态,外源性补充该因子还能促进老年小鼠 Tregs 积累,进而恢复老年小鼠受损的肌肉再生能力<sup>[35]</sup>。这些研究提示,IL-33/ST2 信号通路在肌少症的发生发展中具有重要作用。本研究发现,两组患者经治疗后,IL-33、ST2 含量升高,且观察组高于对照组。这说明黄芪颗粒激活了 IL-33/ST2 信号通路。另有研究报道,以黄芪为主要成分的加味黄芪建中汤具有促进 M2 型巨噬细胞极化作用,其可降低 IL-6 含量,提高 IL-10 含量,从而治疗复发免疫性血小板减少症<sup>[36]</sup>。因此,本研究进一步检测血

清中 IL-6 的含量。结果提示,治疗后两组患者血清中 IL-6 含量均降低,IL-10 含量均升高,且观察组改善更显著,说明黄芪颗粒可能通过 IL-33/ST2 信号通路促使 M1 型巨噬细胞向 M2 型极化,抑制 IL-6 分泌,并促进 IL-10 分泌,从而改善机体炎症反应,发挥对老年肌少症患者的治疗作用。

综上所述,黄芪颗粒治疗老年肌少症患者的临床疗效显著,其机制可能与激活 IL-33/ST2 信号通路,降低促炎性细胞因子 IL-6 的含量,升高抗炎性细胞因子 IL-10 的含量有关。然而,本研究为单中心研究,样本量相对有限,可能存在选择偏倚,且干预周期为 8 周,对于观察肌肉质量的长期变化可能不足,缺乏远期随访数据;其次,本研究主要呈现临床疗效观察和部分血清指标变化,缺乏对下游关键信号分子(如 JNK、foxP3)及终末效应细胞(如 Tregs)的直接证据。因此,IL-33/ST2 通路是否被真正激活以及黄芪颗粒如何具体调控该通路,尚需通过细胞与动物实验进一步验证。

## 参考文献

- [1] FANTIN F, GIANI A, MANZATO G, et al. Sarcopenia, sarcopenic obesity, and arterial stiffness among older adults[J]. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 2024, 11: 1272854.
- [2] 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.
- [3] CHEN X, CAO M J, LIU M, et al. Association between sarcopenia and cognitive impairment in the older people: A meta-analysis[J]. *European Geriatric Medicine*, 2022, 13(4): 771-787.
- [4] 何盼,陈磊,连让平,等. 中医药防治肌少症的研究进展[J]. *中草药*, 2025, 56(10): 3729-3738.
- [5] 廖紫倩,叶如冰,游梦玲,等. 黄芪及其制剂治疗重症肌无力的研究进展[J]. *基层中医药*, 2025, 4(7): 113-118.
- [6] 马雷雷,李继安,徐文轩,等. 基于 PI3K/Akt 通路探讨黄芪总皂苷对 2 型糖尿病大鼠肌少症的影响[J]. *中成药*, 2024, 46(11): 3612-3619.
- [7] 张涛,叶斌,严隽陶,等. 基于网络药理学方法探讨黄芪治疗骨骼肌减少症的作用机制[J]. *西部中医药*, 2024, 37(1): 39-47.
- [8] TAKAHASHI Y, YODA M, TSUJI O, et al. IL-33-ST2 signaling in fibro-adipogenic progenitors alleviates immobilization-induced muscle atrophy in mice[J]. *Skeletal Muscle*, 2024, 14(1): 6-17.
- [9] CHEN L K, WOO J, ASSANTACHAI P, et al. Asian working

- group for sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment[J]. *Journal of the American Medical Directors Association*, 2020, 21(3): 300–307.e2.
- [10] 毛拥军, 吴剑卿, 刘龚翔, 等. 老年人营养不良防控干预中国专家共识(2022)[J]. *中华老年医学杂志*, 2022, 41(7): 749–759.
- [11] 敖惠沛, 郝世兴, 李慧聪, 等. 宣肺益脾方治疗老年肌少症的临床疗效及对患者微炎症状态的影响[J]. *广州中医药大学学报*, 2024, 41(11): 2931–2936.
- [12] WELCH S A, WARD R E, BEAUCHAMP M K, et al. The short physical performance battery (SPPB): A quick and useful tool for fall risk stratification among older primary care patients[J]. *Journal of the American Medical Directors Association*, 2021, 22(8): 1646–1651.
- [13] 陈娟, 陈秀芳, 王晓雪, 等. 骨化三醇胶丸联合渐进性抗阻训练对老年肌少症的疗效分析[J]. *药学前沿*, 2025, 29(7): 1132–1139.
- [14] TEZZE C, SANDRI M, TESSARI P. Anabolic resistance in the pathogenesis of sarcopenia in the elderly: Role of nutrition and exercise in young and old people[J]. *Nutrients*, 2023, 15(18): 4073–4114.
- [15] GIACOSA A, BARRILE G C, MANSUETO F, et al. The nutritional support to prevent sarcopenia in the elderly[J]. *Frontiers in Nutrition*, 2024, 11: 1379814.
- [16] MA Y X, ZHENG J C, YU M Y, et al. Effects of combined aerobic and resistance exercise on sarcopenia in elderly patients with type 2 diabetes mellitus[J]. *The Journal of Endocrinology*, 2025, 267(3): e250275.
- [17] HAERI N S, PERERA S, GREENSPAN S L. Impact of denosumab on muscle health in older adults in long-term care[J]. *Bone*, 2025, 198: 117552.
- [18] DIAGO-GALMÉS A, GUILLAMÓN-ESCUADERO C, TENÍAS-BURILLO J M, et al. Salivary testosterone and Cortisol as biomarkers for the diagnosis of sarcopenia and sarcopenic obesity in community-dwelling older adults[J]. *Biology*, 2021, 10(2): 93–108.
- [19] YANG F K, LIU Z J, CHEN W. Advances in research on pharmacotherapy of sarcopenia[J]. *Aging Medicine*, 2021, 4(3): 221–233.
- [20] 吴成源. 黄芪颗粒结合 FOLFOX 化疗对根治性胃癌切除术后患者的影响[D]. 温州: 温州医科大学, 2024.
- [21] 崔梦, 王璐华, 严懿嘉, 等. 基于网络药理学探讨黄芪改善原发性肌肉减少症的作用机制[J]. *老年医学与保健*, 2023, 29(6): 1314–1318, 1331.
- [22] 蔡峥, 丁晓璐, 郁雯佳. 灵芝参口服液联合八段锦对脾肾气虚证老年肌少症患者的临床疗效[J]. *中成药*, 2025, 47(8): 2822–2825.
- [23] YE H T S, LEI T H, BARNES M J, et al. Astragalosides supplementation enhances intrinsic muscle repair capacity following eccentric exercise-induced injury[J]. *Nutrients*, 2022, 14(20): 4339–4353.
- [24] 华健, 崔德芝. 中医药干预治疗肌肉减少症的研究进展[J]. *中医药信息*, 2024, 41(9): 80–84, 89.
- [25] KASHANI K B, FRAZEE E N, KUKRÁLOVÁ L, et al. Evaluating muscle mass by using markers of kidney function: Development of the sarcopenia index[J]. *Critical Care Medicine*, 2017, 45(1): e23–e29.
- [26] WANG X Q, WEI Z Y, GU M J, et al. Loss of myostatin alters mitochondrial oxidative phosphorylation, TCA cycle activity, and ATP production in skeletal muscle[J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2022, 23(24): 15707.
- [27] 陆哲, 欧莉, 张萌萌, 等. 黄芪配伍熟地黄对失神经大鼠肌萎缩诱导骨质疏松症影响[J]. *辽宁中医药大学学报*, 2025, 27(3): 6–11.
- [28] YU L Q, LIU F P, ZHANG Q P, et al. Association between sarcopenia index and the risk of second hip fracture in older adults[J]. *The Journal of Nutrition, Health and Aging*, 2025, 29(6): 100532.
- [29] DONG Y J, MING B X, GAO R F, et al. The IL-33/ST2 axis promotes primary sjögren's syndrome by enhancing salivary epithelial cell activation and type 1 immune response[J]. *Journal of Immunology*, 2022, 208(12): 2652–2662.
- [30] SHENG F Y, LI M, YU J M, et al. IL-33/ST2 axis in diverse diseases: Regulatory mechanisms and therapeutic potential[J]. *Frontiers in Immunology*, 2025, 16: 1533335.
- [31] LEI S B, JIN J M, ZHAO X F, et al. The role of IL-33/ST2 signaling in the tumor microenvironment and Treg immunotherapy[J]. *Experimental Biology and Medicine*, 2022, 247(20): 1810–1818.
- [32] 彭勇, 孙颀, 戴剑松. 调节性 T 细胞影响骨骼肌损伤再生能力机制的研究进展[J]. *生命的化学*, 2020, 40(11): 2053–2061.
- [33] PEINE M, MAREK R M, LÖHNING M. IL-33 in T cell differentiation, function, and immune homeostasis[J]. *Trends in Immunology*, 2016, 37(5): 321–333.
- [34] YAMAKAWA D, TSUBOI J, KASAHARA K, et al. Cilia-mediated insulin/Akt and ST2/JNK signaling pathways regulate the recovery of muscle injury[J]. *Advanced Science*, 2022, 10(1): 2202632.
- [35] KUSWANTO W, BURZYN D, PANDURO M, et al. Poor repair of skeletal muscle in aging mice reflects a defect in local, interleukin-33-dependent accumulation of regulatory T cells[J]. *Immunity*, 2016, 44(2): 355–367.
- [36] 胡美薇, 杨阳, 陈春梅, 等. 基于巨噬细胞极化研究加味黄芪建中汤治疗糖皮质激素耐药或复发免疫性血小板减少症作用机制[J]. *中药药理与临床*, 2025, 41(1): 110–116.