

- [7]Park B K, Min J H, Park J S, et al. Tailored versus conventional surgical debridement in complex facial lacerations in emergency department: A retrospective study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2023,102(17):e33572.
- [8]丁健科, 肖博夫, 崔江波, 等. 头面部皮肤裂伤手术时机对伤口愈合及患者满意度的影响[J]. *中国美容整形外科杂志*, 2021,32(4):231-233.
- [9]Green S M, Roback M G, Krauss B S, et al. Unscheduled procedural sedation: A multidisciplinary consensus practice guideline[J]. *Ann Emerg Med*, 2019,73(5):e51-e65.
- [10]杨亚运, 崔会新, 丁涛. 局部皮瓣联合精细减张美容缝合在面部急性外伤修复中的临床应用[J]. *中国美容医学*, 2024,33(9):26-29.

- [11]葛良玉, 季莉, 王浩然, 等. 适形前臂桡侧皮瓣修复面颊部软组织缺损的效果评价[J]. *中国口腔颌面外科杂志*, 2023,21(1):24-28.
- [12]欧阳华伟, 谭军, 李高峰, 等. 595 nm可调脉宽脉冲染料激光治疗外伤早期瘢痕的临床效果观察[J]. *中国医师杂志*, 2019,21(4):503-506.

[收稿日期]2025-07-30

本文引用格式: 汪城河, 林文雄, 刘长江, 等. 美容清创缝合结合瘢痕早期干预治疗儿童颜面部皮肤软组织撕脱伤疗效观察[J]. *中国美容医学*, 2026,35(6):23-26.

## 烧伤患者血清细胞因子及淋巴细胞水平变化与烧伤程度和创面愈合的关系研究

胡冰<sup>1</sup>, 郭万里<sup>2</sup>, 段鹏<sup>1</sup>, 成剑<sup>1</sup>

[太原钢铁(集团)有限公司总医院 1.烧伤科; 2.烧伤整形与创面修复中心 山西 太原 030003]

**[摘要]**目的: 研究烧伤患者血清细胞因子及外周血淋巴细胞水平变化与烧伤程度和创面愈合的关系。方法: 以2023年5月-2025年1月太原钢铁(集团)有限公司总医院收治的98例烧伤患者作为烧伤组, 另选取同期于本院收治的98例经治疗后康复的烧伤瘢痕患者为对照组。测量计算烧伤组治疗2周后创面愈合率, 比较两组血清细胞因子、外周血淋巴细胞水平及不同烧伤程度治疗前、治疗2周后患者血清细胞因子、外周血淋巴细胞水平, 并分析烧伤患者血清细胞因子、外周血淋巴细胞水平与创面愈合的相关性。结果: 烧伤组治疗2周后创面愈合率为(79.84±5.63)%。烧伤组血清沉默信息调节因子2相关酶1(Silent Mating Type Information Regulation 2 Homolog 1, SIRT1)、促红细胞生成素(Erythropoietin, EPO)、可溶性细胞间黏附分子-1(Soluble Intercellular Adhesion Molecule-1, sICAM-1)及外周血CD8<sup>+</sup>水平高于对照组, 外周血CD4<sup>+</sup>水平、CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>低于对照组( $P < 0.05$ )。治疗前和治疗2周后, 浅II度组、深II度组、III度组血清SIRT1、EPO、sICAM-1及外周血CD8<sup>+</sup>水平呈升高趋势, 外周血CD4<sup>+</sup>水平、CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>呈降低趋势( $P < 0.05$ ); 治疗2周后浅II度组、深II度组、III度组血清SIRT1、EPO、sICAM-1、外周血CD8<sup>+</sup>水平均低于治疗前, 外周血CD4<sup>+</sup>水平、CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>高于治疗前( $P < 0.05$ )。血清SIRT1、EPO、外周血CD4<sup>+</sup>水平、CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>与创面愈合率呈正相关( $r=0.637, 0.718, 0.627, 0.619, P < 0.05$ ), 血清sICAM-1及外周血CD8<sup>+</sup>水平与创面愈合率呈负相关( $r=-0.584, -0.498, P < 0.05$ )。结论: 血清SIRT1、EPO、sICAM-1及外周血淋巴细胞水平在烧伤及不同烧伤程度患者中存在明显差异, 且其水平与患者创面愈合情况密切相关。

**[关键词]**烧伤; 细胞因子; 淋巴细胞; 创面愈合

[中图分类号]R644 [文献标志码]A [文章编号]1008-6455(2026)06-0026-05

### Study on the Relationship between the Changes of Serum Cytokines and Lymphocytes in Burn Patients and the Degree of Burn and Wound Healing

HU Bing<sup>1</sup>, GUO Wanli<sup>2</sup>, DUAN Peng<sup>1</sup>, CHENG Jian<sup>1</sup>

[1.Department of Burn, 2.Burn Plastic Surgery and Wound Repair Center, Taiyuan Iron and Steel (Group) Co., Ltd. General Hospital, Taiyuan 030003, Shanxi, China]

**Abstract: Objective** To study the relationship between the changes of serum cytokines and lymphocytes in burn patients and the degree of burn and wound healing. **Methods** 98 burn patients admitted to the General Hospital of Taiyuan Iron and Steel (Group) Co., Ltd. from May 2023 to January 2025 were selected as the burn group, and the clinical data of 98 healthy

基金项目: 2024年度山西省高等学校科技创新项目(编号: 2024L116)

通信作者: 郭万里, 主任医师; 研究方向为瘢痕防治及创面修复重建。E-mail: xycl580@sina.com

第一作者: 胡冰, 主治医师; 研究方向为烧伤整形美容修复。E-mail: 13903406723@163.com

burn scar patients admitted to the hospital during the same period were selected as the control group. The wound healing rate of burn patients after 2 weeks of treatment was counted. The levels of serum cytokines and peripheral blood lymphocytes were compared between the two groups, and the levels of serum cytokines and peripheral blood lymphocytes before and after treatment for 2 weeks in patients with different degrees of burn were compared. The correlation between serum cytokines, peripheral blood lymphocyte levels and wound healing in burn patients was analyzed. **Results** The wound healing rate of the burn group was (79.84±5.63)% after 2 weeks of treatment. The levels of Silent Mating Type Information Regulation 2 Homolog 1 (SIRT1), Erythropoietin (EPO), Soluble Intercellular Adhesion Molecule-1 (sICAM-1) and peripheral blood CD8<sup>+</sup> in the burn group were higher than those in the control group, while the levels of peripheral blood CD8<sup>+</sup> and CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup> were lower than those in the control group ( $P<0.05$ ). Before treatment and after 2 weeks of treatment, the levels of serum SIRT1, EPO, sICAM-1 and peripheral blood CD8<sup>+</sup> in shallow II degree group, deep II degree group and III degree group showed an increasing trend, while the levels of peripheral blood CD4<sup>+</sup> and CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup> showed a decreasing trend ( $P<0.05$ ). After 2 weeks of treatment, the levels of serum SIRT1, EPO, sICAM-1 and peripheral blood CD8<sup>+</sup> in the superficial II degree group, deep II degree group and III degree group were lower than those before treatment, and the levels of peripheral blood CD4<sup>+</sup> and CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup> were higher than those before treatment ( $P<0.05$ ). Serum SIRT1, EPO, peripheral blood CD4<sup>+</sup> level and CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup> were positively correlated with wound healing rate ( $r=0.637, 0.718, 0.627, 0.619, P<0.05$ ). Serum levels of sICAM-1 and peripheral blood CD8<sup>+</sup> were negatively correlated with wound healing rate ( $r=-0.584, -0.498, P<0.05$ ). **Conclusion** The levels of serum SIRT1, EPO, sICAM-1 and peripheral blood lymphocytes in patients with burns and different degrees of burns are significantly different, and their levels were closely related to the wound healing of patients.

**Key words:** burn; cytokines; lymphocyte; wound healing

烧伤作为高能量创伤的一种,对患者皮肤结构和功能的破坏远超普通创伤,尤其是日常外露部分,如头颈部、手臂等,严重影响患者心理健康和日常社交;其病理生理进程是一场涉及全身性炎症风暴、免疫失衡、代谢紊乱与组织修复重建的复杂级联反应<sup>[1-2]</sup>。沉默信息调节因子2相关酶1(SIRT1)是细胞对应激的核心调节枢纽,其深度参与抑制过度炎症、抵抗氧化损伤、促进自噬及维持细胞代谢稳态,烧伤后,SIRT1的表达水平变化可对组织损伤修复进程产生重要影响<sup>[3]</sup>。研究显示<sup>[4]</sup>,促红细胞生成素(EPO)具有造血调控之外的强大非造血组织保护与修复功能,可能对烧伤患者创面愈合有着重要意义。可溶性细胞间黏附分子-1(sICAM-1)是早期炎症反应放大的关键分子,其引发的过度或持续炎症浸润虽旨在清除坏死组织,却不可避免地对创面周围正常组织和新生组织造成继发性损伤,可能引起烧伤创面延迟愈合<sup>[5]</sup>。此外,细胞免疫功能的深度抑制是烧伤后显著特征,尤其表现为外周血中CD4<sup>+</sup>数量锐减、CD8<sup>+</sup>毒性细胞相对增多及其比值(CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>)的显著下降,不仅削弱了机体抗感染防御能力,更可能阻碍有序的创面愈合进程<sup>[6]</sup>。目前,临床关于血清SIRT1、EPO、sICAM-1及外周血淋巴细胞水平变化与患者烧伤程度和创面愈合的关系尚未明确,因此设立本研究,现将研究结果报道如下。

## 1 资料和方法

1.1 一般资料:以2023年5月-2025年1月太原钢铁(集团)

有限公司总医院收治的98例烧伤患者作为烧伤组,根据烧伤程度将患者分为浅II度组(43例)、深II度组(30例)、III度组(25例)。其中,烧伤面积占比为:浅II度组(38.52±2.16)%、深II度组(39.21±2.09)%、III度组(39.05±2.16)%,三组烧伤面积比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性。另选取同期于笔者医院收治的98例经治疗后康复的烧伤瘢痕患者为对照组。烧伤组和对照组性别、年龄、体质指数比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性,见表1。本研究获太原钢铁(集团)有限公司总医院医学伦理委员会审核批准。

表1 两组一般资料比较

组别	性别		年龄/岁	体质指数/(kg/m <sup>2</sup> )
	[例(%), $\bar{x}\pm s$ ]			
	男	女		
对照组( $n=98$ )	57(58.16)	41(41.84)	43.72±6.59	21.92±0.68
烧伤组( $n=98$ )	52(53.06)	46(46.94)	44.32±7.50	22.05±0.73
$\chi^2/t$ 值	0.517		0.595	1.290
$P$ 值	0.472		0.553	0.199

1.1.1 纳入标准:符合《烧伤创疡治疗学》<sup>[7]</sup>烧伤分度标准;相关检查资料完整;年龄18岁及以上;烧伤至入院时间不超过12h;全程在笔者医院接受治疗,中途未转院;治疗依从性良好;对本研究知情同意等。

1.1.2 排除标准:入院后2周内发生严重并发症;化学烧伤;入院时伴吸入性损伤或休克;创面活动性出血;重要器官功能异常;机体免疫功能异常或近1个月内接受免疫相

关治疗；合并血液系统疾病等。

1.1.3 脱落与剔除标准：医师判定不适合参与本研究；治疗期间伤势过重去世。

1.2 治疗方法：患者入院后使用生理盐水对创面及周围皮肤进行清洁，后经苯扎溴铵溶液（5%，广东恒健制药有限公司，国药准字H44023913）稀释至1%浓度，并对患者烧伤创面进行冲洗，后将受损、坏死皮肤组织进行清除、剪破水疱引流等；创面清洁后采用重组牛碱性成纤维细胞生长因子凝胶（21 000 IU，国药准字S20040001，珠海亿胜生物制药有限公司）涂抹创面，并用凡士林油砂覆盖于创面进行包扎，隔日换药；对于深II度及以上烧伤患者需额外进行负压引流。创面均持续治疗2周。

1.3 观察指标

1.3.1 创面愈合率：测量计算烧伤组治疗2周后创面愈合率。

1.3.2 血清细胞因子和外周血淋巴细胞水平：采用酶联免疫吸附试验对健康烧伤瘢痕患者和烧伤患者治疗前血清SIRT1、EPO、sICAM-1水平进行检测（试剂盒购自合肥莱尔生物科技有限公司）；采用流式细胞仪（郑州华沃生物科技有限公司，HwCyte-1026M）检测外周血CD4<sup>+</sup>、CD8<sup>+</sup>水平，并计算CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>。血液采集及血清制备方法为：采集5 ml 静脉血，3 500 r/min离心10 min制备血清。

1.4 统计学分析：采用SPSS 26.0软件进行统计学分析。计数资料以[例（%）]表示，组间比较采用 $\chi^2$ 检验；经Shapiro-Wilk（S-W）法检验符合正态分布的计量资料，以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示，两组间比较采用独立样本 $t$ 检验，配对资料采用配对 $t$ 检验，多组间比较采用单因素方差分析。相关性分析采用Pearson相关系数。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学

意义。

## 2 结果

2.1 烧伤组创面愈合率：烧伤组治疗2周后创面愈合率为 $(79.84 \pm 5.63)\%$ 。

2.2 烧伤组与对照组血清细胞因子和外周血淋巴细胞水平比较：烧伤组血清SIRT1、EPO、sICAM-1及外周血CD8<sup>+</sup>水平均高于对照组，外周血CD4<sup>+</sup>水平、CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>低于对照组（ $P < 0.05$ ）。见表2。

2.3 不同烧伤程度患者血清细胞因子、外周血淋巴细胞水平比较：治疗前和治疗2周后，浅II度组、深II度组、III度组三组血清SIRT1、EPO、sICAM-1及外周血CD8<sup>+</sup>水平依次呈升高趋势，外周血CD4<sup>+</sup>水平、CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>呈降低趋势（ $P < 0.05$ ）；治疗2周后，浅II度组、深II度组、III度组血清SIRT1、EPO、sICAM-1、外周血CD8<sup>+</sup>水平均低于治疗前，外周血CD4<sup>+</sup>水平、CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>均高于治疗前（ $P < 0.05$ ）。见表3。

2.4 烧伤患者血清细胞因子、外周血淋巴细胞水平与创面愈合的相关性：血清SIRT1、EPO、外周血CD4<sup>+</sup>水平、CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>与创面愈合率呈正相关（ $r = 0.637, 0.718, 0.627, 0.619, P < 0.05$ ），血清sICAM-1及外周血CD8<sup>+</sup>水平与创面愈合率呈负相关（ $r = -0.584, -0.498, P < 0.05$ ）。见表4。

表4 烧伤患者血清细胞因子、外周血淋巴细胞水平与创面愈合的相关性

指标	SIRT1	EPO	sICAM-1	CD4 <sup>+</sup>	CD8 <sup>+</sup>	CD4 <sup>+</sup> /CD8 <sup>+</sup>
r值	0.637	0.718	-0.584	0.627	-0.498	0.619
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	<0.001

表2 烧伤组与对照组血清细胞因子和外周血淋巴细胞水平比较

( $\bar{x} \pm s$ )

组别	SIRT1/ (ng/ml)	EPO/ (U/L)	sICAM-1/ (ng/ml)	CD4 <sup>+</sup> /%	CD8 <sup>+</sup> /%	CD4 <sup>+</sup> /CD8 <sup>+</sup>
对照组 (n=98)	2.01±0.46	8.17±2.14	569.73±108.48	33.28±1.72	29.88±3.29	1.11±0.32
烧伤组 (n=98)	3.21±0.74	12.63±2.63	796.73±117.95	25.84±2.72	34.51±2.18	0.75±0.19
t值	13.634	13.022	14.023	22.886	11.613	9.576
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表3 不同烧伤程度患者血清细胞因子和外周血淋巴细胞水平比较

( $\bar{x} \pm s$ )

组别	时间	SIRT1/ (ng/ml)	EPO/ (U/L)	sICAM-1/ (ng/ml)	CD4 <sup>+</sup> /%	CD8 <sup>+</sup> /%	CD4 <sup>+</sup> /CD8 <sup>+</sup>
浅II度组 (n=43)	治疗前	2.43±0.66	9.42±2.53	662.77±114.83	30.72±2.18	31.83±2.63	0.97±0.21
深II度组 (n=30)		3.36±0.83 <sup>#</sup>	13.66±2.77 <sup>#</sup>	789.83±123.64 <sup>#</sup>	27.03±2.51 <sup>#</sup>	34.98±2.47 <sup>#</sup>	0.77±0.18 <sup>#</sup>
III度组 (n=25)		4.37±0.95 <sup>#</sup>	16.92±3.79 <sup>#</sup>	1 035.42±144.95 <sup>#</sup>	16.02±1.89 <sup>#</sup>	38.56±3.10 <sup>#</sup>	0.42±0.12 <sup>#</sup>
F值		47.930	53.120	69.520	352.907	49.368	72.403
P值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
浅II度组 (n=43)	治疗2周后	2.07±0.45 <sup>*</sup>	8.25±2.17 <sup>*</sup>	580.16±102.47 <sup>*</sup>	32.84±2.35 <sup>*</sup>	29.02±2.47 <sup>*</sup>	1.13±0.24 <sup>*</sup>
深II度组 (n=30)		2.65±0.56 <sup>**</sup>	10.62±2.35 <sup>**</sup>	681.62±115.84 <sup>**</sup>	29.73±2.63 <sup>**</sup>	32.28±2.77 <sup>**</sup>	0.92±0.26 <sup>**</sup>
III度组 (n=25)		3.28±0.59 <sup>**#</sup>	14.02±2.69 <sup>**#</sup>	798.51±135.48 <sup>**#</sup>	24.38±2.34 <sup>**#</sup>	35.21±3.62 <sup>**#</sup>	0.69±0.19 <sup>**#</sup>
F值		43.057	47.144	28.524	95.300	37.479	28.151
P值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注：<sup>\*</sup>表示与同组治疗前比较， $P < 0.05$ ；<sup>#</sup>表示与同期浅II度组比较， $P < 0.05$ ；<sup>\*\*</sup>表示与同期深II度组比较， $P < 0.05$ 。

### 3 讨论

烧伤使得患者角质层缺损导致水分蒸发量显著增加,形成慢性干燥性创面,引起表皮屏障瓦解,而III度烧伤患者,其胶原纤维网状结构完全崩解,真皮基质塌陷,创面丧失皮肤延展性,导致烧伤部位功能障碍,并影响其美观度,引发的心理危机呈现阶段性深化特征,形成创伤-畸形-歧视的恶性循环<sup>[8-9]</sup>。本研究结果显示,烧伤组治疗2周后创面愈合率为(79.84±5.63)%,说明烧伤后创面愈合速率不佳。创面愈合本身是一场精密协调的生物学交响,涉及血管新生、基质沉积与再上皮化等关键环节,深入研究烧伤创面愈合过程中的分子机制可能有助于烧伤后精准治疗策略及患者病情的临床转归。

在烧伤后复杂的微环境重塑中,氧化应激、微循环重建及炎症扮演着核心角色。本研究结果显示,烧伤组血清SIRT1、EPO、sICAM-1水平高于对照组;治疗前和治疗2周后,浅II度组、深II度组、III度组三组血清SIRT1、EPO、sICAM-1水平依次呈升高趋势;治疗2周后浅II度组、深II度组、III度组血清SIRT1、EPO、sICAM-1均低于治疗前;血清SIRT1、EPO水平与创面愈合率呈正相关关系,血清sICAM-1与创面愈合率呈负相关关系,说明烧伤后患者血清SIRT1、EPO、sICAM-1水平会发生明显变化,且其水平与患者烧伤程度及创面愈合情况密切相关。烧伤后组织缺氧和机体氧化应激反应升高可激活SIRT1,通过去乙酰化p53抑制角质形成细胞凋亡,加速上皮细胞迁移,并可清除受损线粒体,维持成纤维细胞合成胶原蛋白的功能,其初期代偿性升高是机体对抗烧伤后组织损伤的保护性反应,可调控叉头转录蛋白O亚族3、受体 $\gamma$ 共激活因子1 $\alpha$ 等转录因子,从而减轻线粒体功能障碍和细胞凋亡,有助于增强细胞抗损伤能力并优化修复微环境<sup>[10-11]</sup>;随着患者烧伤程度的增加,SIRT1水平持续升高,反映机体高应激状态引发过度的炎症反应抵消其细胞保护功能,导致修复能力下降,使得其代偿作用效果降低而反馈性升高<sup>[12]</sup>。而在治疗过程中,有效清创和抗炎治疗减轻氧化应激,降低SIRT1的过度激活,恢复其对核因子- $\kappa$ B等促炎通路的正常调控能力,有助于患者创面的愈合,改善创面美观度<sup>[13]</sup>。烧伤后局部微循环障碍引发组织缺氧,刺激肾脏和损伤组织旁分泌EPO,激活酪氨酸激酶2/信号传导及转录激活因子5通路,促进血管内皮细胞增殖,加速新生血管形成,而烧伤程度越高的患者其组织缺氧程度更严重,因此EPO会反馈性升高,但过高的EPO可能反馈性抑制EPO受体敏感性,削弱其促修复作用<sup>[14]</sup>;经过治疗后,患者创面逐渐血管化,局部缺氧状态得以改善,减少EPO合成需求,同时新生血管成熟降低EPO依赖性,使得EPO合成逐渐降低,而创面愈合度得以改善<sup>[15]</sup>。如前所述,sICAM-1是介导患者机体炎症反应的重要指标,烧伤后肿瘤坏死因子- $\alpha$ 、白介素-1 $\beta$ 等促炎因子暴发式释放,刺激血管内皮细胞表达sICAM-1,其水平升高促进中性粒细胞和单核细胞黏附浸润,启动炎症反应,使

得创面愈合延迟<sup>[16]</sup>;而烧伤越严重的患者其机体炎症级联放大程度越明显,炎症细胞和炎症因子向创面聚集,过度白细胞浸润释放蛋白酶和活性氧,同时中性粒细胞释放基质金属蛋白酶-9降解细胞外基质,破坏新生组织并延迟再上皮化;通过治疗炎症控制后内皮细胞活化减弱,白细胞浸润减少,切断炎症-组织损伤正反馈<sup>[17]</sup>。此外,不同指标之间在影响患者创面愈合方面还发挥着协同或拮抗作用。如SIRT1通过稳定缺氧诱导因子-1 $\alpha$ 增强EPO转录,共同促进血管新生;而EPO通过磷脂酰肌醇3激酶/蛋白激酶B通路激活SIRT1,形成抗凋亡正反馈,两者在促进烧伤患者创面愈合方面发挥着协同作用<sup>[18]</sup>;同时SIRT1可通过抑制核因子- $\kappa$ B信号通路,下调sICAM-1表达;反之,sICAM-1介导的炎症反应可消耗烟酰胺腺嘌呤二核苷酸+,抑制SIRT1活性<sup>[19]</sup>。

免疫功能异常也是烧伤患者机体主要病理生理特征之一,具体表现为CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>的失衡。本研究结果显示,烧伤组外周血CD8<sup>+</sup>水平高于对照组,外周血CD4<sup>+</sup>水平、CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>低于对照组;治疗前和治疗2周后,浅II度组、深II度组、III度组外周血CD8<sup>+</sup>水平呈升高趋势,外周血CD4<sup>+</sup>水平、CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>呈降低趋势;治疗2周后浅II度组、深II度组、III度组外周血CD8<sup>+</sup>水平均低于治疗前,外周血CD4<sup>+</sup>水平、CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>高于治疗前;外周血CD4<sup>+</sup>水平、CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>与创面愈合率呈正相关,外周血CD8<sup>+</sup>水平与创面愈合率呈负相关,说明烧伤可引起患者外周血CD4<sup>+</sup>、CD8<sup>+</sup>水平及CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>异常,同时三者与患者烧伤程度、创面愈合情况等密切相关。CD4<sup>+</sup>可促进辅助性T淋巴细胞2介导的修复启动,促进白介素-4、白介素-13分泌,进而促进成纤维细胞转化为修复型肌成纤维细胞,同时诱导巨噬细胞向促血管生成M2a亚型分化<sup>[20]</sup>。而烧伤后皮质醇暴增,直接抑制胸腺基质细胞分泌白介素-7,使初始CD4<sup>+</sup>生成减少,同时创面释放高迁移率蛋白-1损伤相关分子模式,持续激活T淋巴细胞Fas/FasL凋亡通路,72 h内CD4<sup>+</sup>凋亡率可达健康状态的3.5倍<sup>[21]</sup>;此外,局部创面高表达C-C基序趋化因子配体5、C-X-C基序趋化因子配体10等趋化因子,促使循环CD4<sup>+</sup>向损伤部位浸润,使得其在外周血中的含量锐减<sup>[22]</sup>。经过有效抗炎治疗使皮质醇降低,白介素-7分泌恢复,初始CD4<sup>+</sup>输出增加。同时,创面清创后损伤相关分子模式指标清除,阻断Fas/FasL信号,CD4<sup>+</sup>半衰期延长2.3倍,而创面逐渐愈合使得新生上皮屏障形成,局部趋化因子浓度下降,促使浸润的CD4<sup>+</sup>返回循环系统<sup>[23]</sup>。CD8<sup>+</sup>的直接细胞毒性可促进穿孔素/颗粒酶B途径杀伤修复中的角质形成细胞和内皮细胞,同时其可间接促进炎症放大,通过干扰素- $\gamma$ 抑制成纤维细胞胶原合成,并促进肿瘤坏死因子- $\alpha$ 合成增加,诱导基质金属蛋白酶过度表达,降解新生基质,对创面愈合产生抑制作用<sup>[24]</sup>。烧伤后,组织碎片形成大量自身抗原,经树突细胞递呈后过度激活CD8<sup>+</sup>,使其克隆扩增。与此同时,细胞毒性亚群过度分泌干扰素- $\gamma$ ,诱导角质形成细胞异常表达,引发自身攻击,抑制性亚群数量不足,丧失对效应T淋巴细胞的负调

控能力,进一步促进CD8<sup>+</sup>水平升高;经过治疗,抗原负荷减轻,诱导活化的CD8<sup>+</sup>细胞凋亡,CD8<sup>+</sup>水平降低<sup>[25]</sup>。因此CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>比值对患者创面愈合情况具有综合预警价值。此外,细胞因子与淋巴细胞之间也存在着相互关联,共同对患者创面愈合产生影响。如SIRT1通过去乙酰化叉头状转录因子3增强调节性T淋巴细胞功能,正反反馈促进CD4<sup>+</sup>存活;而CD4<sup>+</sup>T淋巴细胞分泌的白介素-10可上调SIRT1表达<sup>[26]</sup>。sICAM-1介导的炎症环境促进CD8<sup>+</sup>活化,活化的CD8<sup>+</sup>又刺激内皮细胞分泌sICAM-1。EPO受体在T淋巴细胞表面表达,通过蛋白酶氨酸激酶2/信号转导和转录激活因子5通路抑制CD8<sup>+</sup>过度活化,保护CD4<sup>+</sup>T淋巴细胞抗凋亡<sup>[27]</sup>。

综上,血清SIRT1、EPO、sICAM-1及外周血淋巴细胞水平在烧伤及不同烧伤程度患者中的水平存在明显差异,且其水平与患者创面愈合情况密切相关。本研究纳入例数相对较少,可能影响相关结果的普适性,因此本研究后续将进行多中心大样本研究,进一步分析血清细胞因子、外周血淋巴细胞水平与烧伤患者烧伤程度及创面愈合情况的关系。

#### [参考文献]

- [1]张亚楠,高宁宁,王思敏,等. MC1R基因多态性与烧伤后创面感染易感性及免疫功能的关联[J].中华医院感染学杂志,2022,32(5):731-734.
- [2]王大鹏,随永敏,吴首臣,等. 脱细胞异体真皮基质复合自体刃厚皮移植治疗深度烧伤创面的疗效研究[J].中国美容医学,2025,34(8):70-73.
- [3]Han F, Li Z, Han S, et al. SIRT1 suppresses burn injury-induced inflammatory response through activating autophagy in RAW264.7 macrophages[J]. J Investig Med, 2021,69(3):761-767.
- [4]范智凌,谢玉国,曾庆湖. 游离植皮联合负压吸引技术对烧伤后皮肤缺损创面愈合质量及美观度的影响[J].中南医学科学杂志,2023,51(3):425-428.
- [5]李茂清,贾鸿飞,高学坡. 重组人表皮生长因子联合纳米银敷料治疗烧伤的效果及对血清炎症因子的影响[J].临床误诊误治,2024,37(4):75-79.
- [6]Luck M E, Li X, Herrreiter C J, et al. Ethanol intoxication and burn injury increases intestinal regulatory T cell population and regulatory T cell suppressive capability[J]. Shock, 2022,57(2):230-237.
- [7]金昌洙,李俐. 烧伤创疡治疗学[M].北京:科学出版社,2021:32-36.
- [8]董毅,马秀峰,曹建红,等. 重度烧伤合并脓毒症相关性脑病患者血清IL-6与TNF- $\alpha$ 的表达水平及临床意义[J].中国烧伤创疡杂志,2020,32(1):26-28.
- [9]龚翔,叶子青,张伟,等. 重度烧伤患者早期血清护骨因子/核因子 $\kappa$ B受体激活蛋白配体和钙磷相关指标的变化[J].中华烧伤杂志,2020,36(8):704-709.
- [10]Liu X, Li D, Liu Z, et al. Nicotinamide mononucleotide promotes pancreatic islet function through the SIRT1 pathway in mice after severe burns[J]. Burns, 2022,48(8):1922-1932.
- [11]陈大志,李平洋. 烧伤患者血清SIRT1与炎症因子和创面愈合程度的相关性分析[J].中国美容医学,2025,34(4):38-41.
- [12]Xue Y, Fu W, Yu P, et al. Ginsenoside Rc alleviates myocardial ischemia-reperfusion injury by reducing mitochondrial oxidative stress and apoptosis: Role of SIRT1 activation[J]. J Agric Food Chem, 2023,71(3):1547-1561.
- [13]Tang Y J, Zhang Z, Yan T, et al. Irisin attenuates type 1 diabetic cardiomyopathy by anti-ferroptosis via SIRT1-mediated deacetylation of p53[J]. Cardiovasc Diabetol, 2024,23(1):116-116.
- [14]马艳,金培生. 血清EPO、HMGB1及GRP78与烧伤患者并发脓毒症的相关性分析[J].中国急救复苏与灾害医学杂志,2024,19(7):883-886.
- [15]刘霞,李凯琳,张梦莲. 血清EPO、TGF- $\beta_1$ 、细胞间黏附分子-1与II度烧伤患者创面愈合及瘢痕程度的关系分析[J].中国美容医学,2020,29(6):101-105.
- [16]贾鸿飞,李茂清,高学坡. 负压治疗+表皮生长因子对深度大面积烧伤患者创面恢复的影响[J].河北医药,2024,46(23):3601-3604.
- [17]张海瑞,张栋梁,孟艳斌,等. 血清细胞黏附分子对严重烧伤患者的预后评估[J].中华生物医学工程杂志,2022,28(4):424-428.
- [18]Xi D, Yu H, Yu T. Development of a predictive model for the relationship between serum pan-immunoinflammatory index levels and scar formation in facial burn patients[J]. Am J Transl Res, 2025,17(3):2197-2209.
- [19]Sakaguchi C, Nagata Y, Kikuchi A, et al. Differences in levels of biomarkers of potential harm among users of a heat-not-burn tobacco product, cigarette smokers, and never-smokers in Japan: A post-marketing observational study[J]. Nicotine Tob Res, 2021,23(7):1143-1152.
- [20]张建涛,安亮恩,周辉芳,等. 烧伤创面感染病原菌耐药性及外周血T淋巴细胞亚群和MC1R基因多态性[J].中华医院感染学杂志,2024,34(21):3316-3320.
- [21]Thakkar R K, Penatzer J, Simon S, et al. Measures of adaptive immune function predict the risk of nosocomial infection in pediatric burn patients[J]. J Burn Care Res, 2022,43(6):1416-1425.
- [22]刘静,胥学冰,唐亦复,等. 不同程度烧伤患者血液学指标变化研究[J].临床军医杂志,2021,49(4):418-420.
- [23]王乡宁,黄雷,邓利,等. 益生菌联合谷氨酰胺的肠内营养对重度烧伤患者免疫功能及创面愈合时间的影响[J].国际免疫学杂志,2021,44(4):413-418.
- [24]庄琳,徐顺,贾青,等. 重度烧伤后血清丙二醛和一氧化氮及超氧化物歧化酶水平与患者免疫功能的相关性[J].中华实用诊断与治疗杂志,2022,36(12):1251-1254.
- [25]Cinar M A, Erkilic A. Effect of aerobic exercise on neutrophil-lymphocyte ratio, platelet-lymphocyte ratio, and lymphocyte-monocyte ratio in burn patients: A randomized controlled trial[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2024,95:199-206.
- [26]Soedjana H, Hasibuan L Y, Riestiano B E, et al. Correlation of sociodemographic factors, characteristics of burns, and neutrophil-to-lymphocyte ratio with the level of depression in patients with burn injuries[J]. JPRAS Open, 2024,40:346-355.
- [27]Dai H, Shi Q. Letter to the Editor regarding "Association between platelet-to-lymphocyte ratio at admission and short-term mortality in severe burn patients: A meta-analysis"[J]. Burns, 2025,51(5):107520.

[收稿日期]2025-07-11

本文引用格式: 胡冰,郭万里,段鹏,等. 烧伤患者血清细胞因子及淋巴细胞水平变化与烧伤程度和创面愈合的关系研究[J].中国美容医学,2026,35(6):26-30.