

• 论 著 •

补体 C3、C4 及 CRP、ESR 与系统性红斑狼疮疾病活动度的相关性分析^{*}

王景鸿, 潘璐, 卢冰如, 赵士玉, 丁山, 刘义庆[△]

山东第一医科大学附属省立医院临床医学检验部, 山东济南 250021

摘要:目的 探讨补体 C3、C4 及 C 反应蛋白(CRP)、红细胞沉降率(ESR)与系统性红斑狼疮(SLE)疾病活动度的相关性。方法 选取 2021 年 1—12 月就诊于该院的 69 例 SLE 患者作为 SLE 组, 选取同期该院的 70 例体检健康人员作为对照组, 比较 SLE 组和对照组血清相关指标水平变化。根据系统性红斑狼疮疾病活动指数(SLEDAI)评分将 SLE 患者分为轻度活动组(27 例)、中重度活动组(42 例), 比较两组相关指标的变化。采用 Spearman 相关分析 SLEDAI 评分与血清相关指标的相关性, 采用受试者工作特征(ROC)曲线分析疾病严重程度诊断的有效性。结果 与对照组比较, SLE 组血清补体 C3、C4 水平降低, CRP、ESR 水平升高, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。与轻度组比较, 中重度组血清补体 C3、C4 水平降低, CRP、ESR 水平升高, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。SLE 患者 SLEDAI 评分与血清 CRP、ESR 水平均呈正相关($P < 0.05$), 与血清补体 C3、C4 水平均呈负相关($P < 0.05$)。CRP、ESR 及补体 C3、C4 诊断 SLE 中重度活动度的曲线下面积分别为 0.716、0.875、0.872、0.856, 灵敏度分别为 59.52%、85.71%、78.57%、78.79%; 特异度分别为 79.83%、81.67%、86.79%、86.54%。结论 血清补体 C3、C4 及 CRP、ESR 与 SLE 患者病情进展相关, 对于 SLE 疾病活动度分期起到一定的辅助作用。

关键词: 补体 C3; 补体 C4; 红细胞沉降率; 系统性红斑狼疮

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2024.11.010

中图法分类号:R593.2

文章编号:1673-4130(2024)11-1327-05

文献标志码:A

Correlation analysis between complement C3, C4, CRP, ESR and disease activity in systemic lupus erythematosus^{*}

WANG Jinghong, PAN Lu, LU Bingru, ZHAO Shiyu, DING Shan, LIU Yiqing[△]

Department of Clinical Laboratory, Shandong Provincial Hospital Affiliated to Shandong First Medical University, Ji'nan, Shandong 250021, China

Abstract: Objective To investigate the correlation between complement C3, C4, C-reactive protein (CRP), erythrocyte sedimentation rate (ESR) and disease activity of systemic lupus erythematosus (SLE). **Methods** A total of 69 SLE patients admitted to the hospital from January to December 2021 were selected as the SLE group, and 70 healthy individuals were selected as the control group during the same period. The changes of serum related indicators were compared between the SLE group and the control group. According to systemic lupus erythematosus disease activity index (SLEDAI), SLE patients were divided into mild active group (27 cases) and moderate and severe active group (42 cases). The changes of related indicators were compared between the two groups. Spearman correlation analysis was used to analyze the correlation between SLEDAI score and serum related indicators. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the validity of diagnosis of disease severity. **Results** Compared with the control group, the levels of serum complement C3 and C4 in the SLE group were decreased, and the levels of CRP and ESR were increased, the differences were statistically significant ($P < 0.05$). Compared with the mild group, the levels of serum complement C3 and C4 in the moderate and severe group were decreased, and the levels of CRP and ESR were increased, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). The SLEDAI score of SLE patients was positively correlated with serum CRP and ESR levels ($P < 0.05$), and negatively correlated with serum complement C3 and C4 levels ($P < 0.05$). The area under the curve (AUC) of CRP, ESR, complement C3 and C4 were 0.716, 0.875, 0.872 and 0.856, respectively, the sensitivity were 59.52%, 85.71%, 78.57% and 78.79%, respectively, and the specificity were 79.83%, 81.67%, 86.79% and 86.54%, respectively. **Conclu-**

^{*} 基金项目: 山东省自然科学基金项目(ZR2020MH316, ZR2020QH089)。

作者简介: 王景鸿, 男, 技师, 主要从事临床检验研究。 [△] 通信作者, E-mail: yqliu1979@163.com。

sion Serum complement C3, C4, CRP and ESR are correlated with the progression of SLE, and play auxiliary roles in the disease activity stage of SLE.

Key words: complement C3; complement C4; erythrocyte sedimentation rate; systemic lupus erythematosus

系统性红斑狼疮(SLE)是一种自身免疫性炎症性结缔组织病,发病后可累及全身多系统和器官^[1]。SLE 患者病程迁延不愈,对于病情较轻的 SLE 患者而言,仅仅影响其正常生活,但是对于病情较重的 SLE 患者则会造成全身各个器官功能障碍,甚至造成各器官衰竭、死亡^[2],即使诊断标准已经非常明确,但由于 SLE 发病机制复杂又无法根治和预防,部分患者临床表现不典型或诊断有困难,从而导致漏诊,患者的死亡率仍比健康人群高 2~5 倍^[3]。及时地发现患者并发症及疾病活动度的变化,尽早做针对性治疗有助于患者病情缓解,延长患者的生存时间^[4]。补体 C3 是人体内含量最高的一种补体^[5],研究表明 SLE 患者在发病后会出现 B 细胞功能亢进、多克隆免疫球蛋白、自身抗体产生、补体消耗等一系列变化^[6]。在近年来的 SLE 发病机制研究中,血清补体 C3、C4 通常被作为 SLE 诊断和活动度判别的指标^[7],血清补体 C3、C4 水平降低往往提示患者处于病情活动期。因此,通过对血清补体 C3、C4 的水平进行检测,可帮助临床医生对 SLE 患者的情况进行判断。红细胞沉降率(ESR)是规定条件下,离体抗凝全血中红细胞自然下沉的速率,其水平在炎症感染、恶性肿瘤等疾病中明显升高,诊断特异性差,但在疾病的监测及动态观察中具有一定的参考价值。C 反应蛋白(CRP)对于下游炎症效应因子的激活作用,能够提高肿瘤坏死因子对组织细胞的直接性破坏,加重了炎症瀑布反应的扩散程度^[8]。有研究表明,在 SLE 患者中 CRP 水平可升高 35%~55%,在具有明显的多器官累及或者肝肾组织损伤的患者中,CRP 水平升高更为明显^[9]。

为了提高 SLE 诊断率,选择合适评价疾病活动度的指标,本研究回顾性分析 SLE 患者血清补体 C3、C4 及 ESR、CRP 与不同疾病活动度 SLE 间的关系,寻找客观的临床诊断指标,辅助指导临床对 SLE 的分期。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2021 年 1—12 月在本院确诊的 69 例 SLE 患者为实验组,其中男 9 例、女 60 例,年龄 17~72 岁,平均(40.3±14.5)岁;选取同期本院的 70 例体检健康人员作为对照组,其中男 10 例、女 60 例,年龄 18~75 岁,平均(40.26±14.50)岁。两组性别、年龄比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。SLE 组纳入标准:(1)年龄 17~72 岁;(2)均符合《系统性红斑狼疮诊治指南》中的标准^[10];(3)临床资料完整。排除标准:(1)合并其他自身免疫性疾病、恶性肿瘤、严重肝肾功能异常患者;(2)处于妊娠期或哺乳期的 SLE 患者;(3)精神性疾病或认知功能障碍

者。本研究临床资料及血清学检测结果,均从病历中获得。

1.2 仪器与试剂 补体 C3、C4 采用西门子 BN II 蛋白分析仪及配套试剂进行检测,CRP 采用迈瑞全血分析仪及配套试剂进行检测,ESR 采用 Monitor 全自动血细胞沉降仪进行检测。

1.3 方法 患者住院后空腹静脉采血 3~5 mL,3 500 r/min 离心 10 min 分离血清,置于 2~8 ℃冰箱保存;1 周内分别采用放射免疫分析法、乳胶散射比浊法及魏氏法检测血清补体 C3、C4 及 CRP、ESR 水平,比较对照组与 SLE 组相关指标的差异性。根据系统性红斑狼疮疾病活动指数(SLEDAI),结合临床医生的综合判断,对 SLE 组患者评分并分组,将 SLEDAI≤6 分的患者计为轻度活动组(27 例),SLEDAI>6 分的患者计为中重度活动组(42 例)。比较不同活动组 SLE 患者血清相关指标的差异性。

1.4 统计学处理 使用 SPSS26.0 统计学软件和 GraphPad Prism8.0 进行数据分析。采用 Kolmogorov-Smirnov 检验对数据进行正态性检验,所研究指标均呈偏态分布,根据数据特点,计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验;计数资料以例数和百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用 Spearman 相关分析 SLEDAI 评分与血清相关指标的相关性,采用受试者工作特征(ROC)曲线分析各指标对疾病严重程度诊断的有效性。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 SLE 组与对照组血清相关指标比较 与对照组比较,SLE 组血清补体 C3、C4 水平降低,CRP、ESR 水平升高,差异均有统计学意义($P<0.05$),见表 1。

2.2 轻度组与中重度组血清相关指标比较 与轻度组比较,中重度组血清补体 C3、C4 水平降低,CRP、ESR 水平升高,差异均有统计学意义($P<0.05$),见表 2。

2.3 SLEDAI 评分与血清相关指标的相关性分析 随着疾病活动度的增加,SLE 患者 SLEDAI 评分与血清 CRP、ESR 水平呈正相关($P<0.05$),与血清补体 C3、C4 水平呈负相关($P<0.05$),见图 1。

2.4 各临床指标诊断 SLE 中重度活动度预测价值的 ROC 曲线分析 以 CRP、ESR 及补体 C3、C4 为诊断指标区分 SLE 中重度活动度并绘制 ROC 曲线。其曲线下面积(AUC)分别为 0.716(95%CI 0.608~0.812, $P<0.001$),0.875(95%CI 0.820~0.929, $P<0.001$),0.872(95%CI 0.788~0.955, $P<0.001$),0.856(95%CI 0.764~0.947, $P<0.001$);灵敏度分别为 59.52%、85.71%、78.57%、78.79%;特

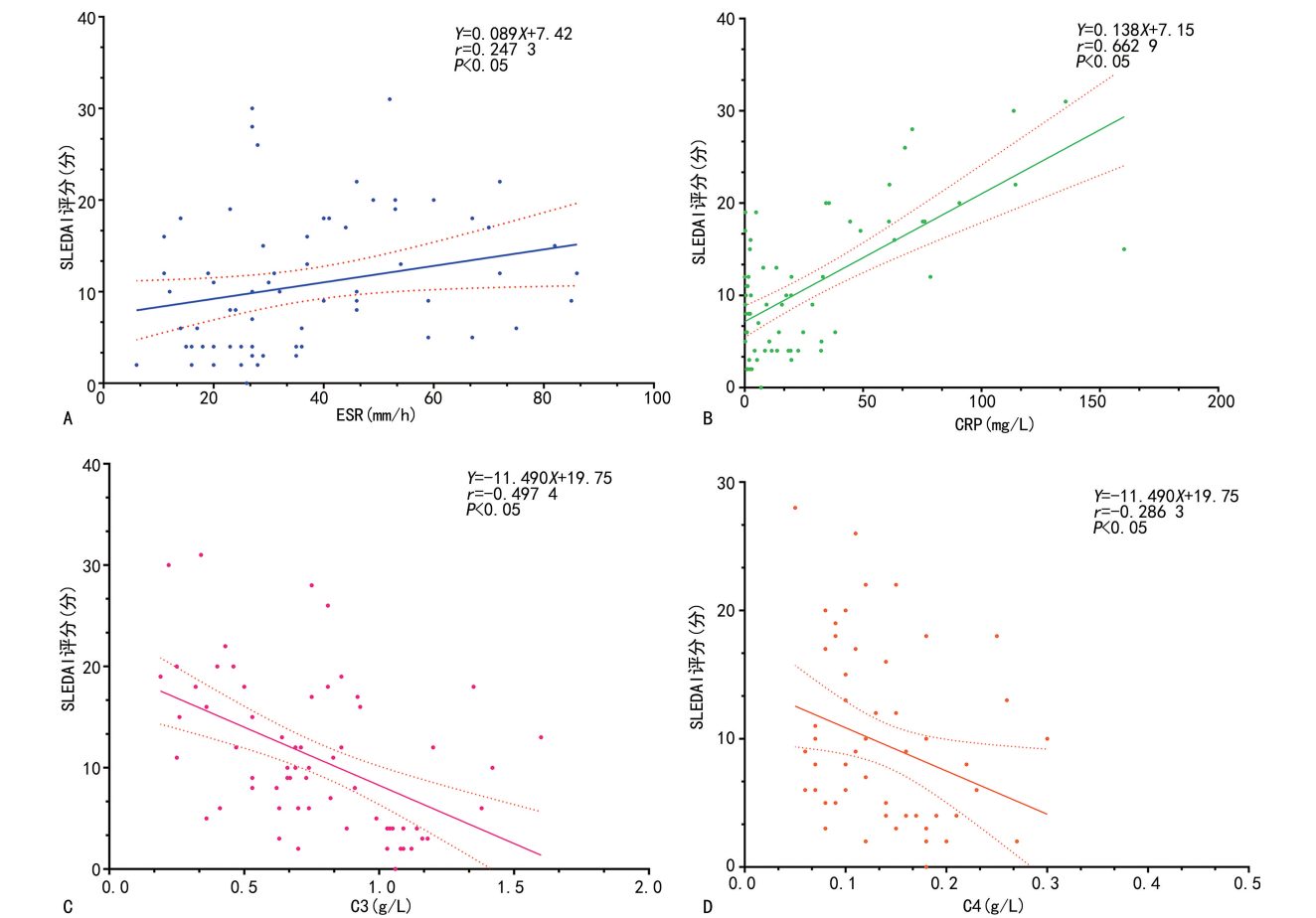
异度分别为 79.83%、81.67%、86.79%、86.54%。见表 3。

表 1 SLE 组与对照组血清相关指标比较[$M(P_{25}, P_{75})$]

组别	<i>n</i>	补体 C3(g/L)	补体 C4(g/L)	CRP(mg/L)	ESR(mm/h)
对照组	70	1.00(0.87,1.19)	0.24(0.19,0.28)	1.78(0.69,6.66)	11.00(6.00,18.00)
SLE 组	69	0.75(0.53,1.04)	0.14(0.10,0.18)	13.45(1.98,35.29)	31.00(23.00,52.50)
<i>Z</i>		-4.729	-6.420	4.909	8.032
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表 2 轻度组与中重度组血清相关指标比较[$M(P_{25}, P_{75})$]

组别	<i>n</i>	ESR(mm/h)	CRP(mg/L)	补体 C3(g/L)	补体 C4(g/L)
轻度组	27	26.00(17.00,36.00)	9.48(1.76,19.49)	1.03(0.74,1.09)	0.16(0.10,0.19)
中重度组	42	40.00(27.00,53.25)	18.60(2.07,64.33)	0.66(0.43,0.82)	0.12(0.09,0.16)
<i>Z</i>		66.496	24.718	39.238	42.083
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001



注:A 为 ESR 水平与 SLEDAI 评分的相关性;B 为 CRP 水平与 SLEDAI 评分的相关性;C 为血清补体 C3 水平与 SLEDAI 评分的相关性;D 为血清补体 C4 水平与 SLEDAI 评分的相关性。

图 1 SLE 患者血清 ESR、CRP 及补体 C3、C4 与 SLEDAI 评分的相关性分析

表 3 各临床指标诊断 SLE 中重度活动度预测价值的 ROC 曲线分析			
指标	AUC(95%CI)	灵敏度(%)	特异度(%)
CRP	0.716(0.608~0.812)	59.52	79.83
ESR	0.875(0.820~0.929)	85.71	81.67
补体 C3	0.872(0.788~0.955)	78.57	86.79
补体 C4	0.856(0.764~0.947)	78.79	86.54

3 讨 论

SLE 是一种免疫复合物沉积的炎症性疾病,患者发病后往往会出现机体免疫功能紊乱的情况,随着病情不断进展,不限于对全身的各个组织、器官及系统造成影响,同时还会出现明显的免疫学异常表现^[11]。如血清补体 C3、C4 水平降低,CRP、ESR 水平升高等表现。既往有研究显示,SLE 患者的血清补体 C3、C4 水平降低^[12],与本研究 SLE 轻度患者补体 C3、C4

水平要远高于中重度患者相符。这与 SLE 患者合成补体能力下降相关,补体被大量消耗或者丢失、合成原料不足、皮肤基底膜沉积有关^[13]。补体成分 C3 被认为是先天免疫和宿主防御的“瑞士军刀”,在 SLE 等慢性炎症性疾病中,补体 C3 信号通路激活增强可能导致焦虑诱导的突触丢失、慢性应激和前额皮层突触连接的改变^[14]。补体系统含有超过 30 种的血浆蛋白和受体,是先天免疫反应的关键因素,通过刺激炎症和清除免疫复合物、细胞和凋亡碎片来促进 SLE 的进展^[15]。补体 C3 和 C4 是补体级联反应的蛋白质,不仅在 SLE 诊断和疾病活动度评估中起作用,而且在器官受累的诊断和预测中有一定的价值。一项研究发现低补体 C3 和补体 C4 水平患者,浆膜炎和血液系统疾病的发生率较低,单纯补体 C4 水平低的患者肾脏和血液系统疾病的严重程度较轻^[16]。补体的测量也有助于适当排除其他疾病,以确认器官受累是否由 SLE 引起。

近年来,抗 B 细胞活化因子(BAFF)单克隆抗体贝利尤单抗和抗干扰素 α 受体单克隆抗体 anifrolumab 等生物药物已可用于治疗 SLE。这些标志物无法在常规临床实践中测量。因此,必须在常规临床实践中建立预测对生物药物反应的标志物。据报道,低补体 C3 水平和高抗 dsDNA 抗体滴度与高 BAFF 水平和干扰素特征有关^[17]。此外,贝利尤单抗和阿尼弗鲁单抗对免疫学异常患者更有效,对抗 dsDNA 抗体滴度高、补体 C3 水平低和补体 C4 水平低的患者更有效^[18]。

一般而言,SLE 疾病活动的评估基于器官受累的类型和严重程度、免疫学异常及治疗预后评估的结合。补体和抗 dsDNA 抗体滴度在常规临床实践中用作 SLE 免疫学异常的生物标志物,低补体血症反映了 SLE 的活动性。虽然 SLE 本质上是一种自身抗体和免疫复合物疾病,但其大多数器官表现实际上是炎症性的。因此,SLE 活动度评分在很大程度上依赖于评估各个器官的炎症。使用 ESR 代表了相当粗略的总体衡量标准,CRP 是比 SLE 活性更好的感染标志物^[19]。本研究中 SLE 组 CRP 与 ESR 水平明显高于对照组。轻度活动期患者 CRP、ESR 水平要远低于中高度活动期患者,且与 SLEDAI 评分呈正相关。这与胡静等^[20]的研究结果一致。联合 SLE 患者血清补体 C3、C4 及 CRP、ESR 检测结果显示,当疾病活动度增加时,患者血清 CRP、ESR 水平升高,补体 C3、C4 水平降低。定期监测 SLE 患者血清补体 C3、C4 及 CRP、ESR 水平既可以及时了解患者相关并发症的情况,也有助于预测患者疾病活动度的变化,具有较高的实用价值。本研究的不足之处在于样本数量有限,没有针对 SLE 的并发症进行分组比较,有待进一步行多中心大样本量分析。

综上所述,血清补体 C3、C4 及 CRP、ESR 水平在用于 SLE 活动度评估,辅助鉴别 SLE 疾病分期,指导

临床制订个体化治疗方案,延缓疾病发展,改善患者预后等方面具有重要的临床价值。

参考文献

- [1] NARVÁEZ J. Systemic lupus erythematosus 2020 [J]. Med Clin (Barc), 2020, 155(11): 494-501.
- [2] 董莉. 血清补体 C3、C4 以及抗 C1q 抗体水平与系统性红斑狼疮患者病情的相关性 [J]. 河南医学研究, 2020, 29(34): 6386-6388.
- [3] OCAMPO-PIRAQUIVE V, NIETO-ARISTIZÁBAL I, CANAS C A, et al. Mortality in systemic lupus erythematosus: causes, predictors and interventions [J]. Expert Rev Clin Immunol, 2018, 14(12): 1043-1053.
- [4] 杨旭燕. 系统性红斑狼疮的“早期诊断”与“达标治疗” [J]. 浙江医学, 2019, 41(6): 510-512.
- [5] 王坤, 赵玉荣, 陈瑞, 等. 系统性红斑狼疮患者血清 D-二聚体、补体 C3、清蛋白、超氧化物歧化酶水平与病情活动度的关联性 [J]. 国际检验医学杂志, 2022, 43(10): 1158-1161.
- [6] 王丽娜, 华莎, 李晓明, 等. 血清前白蛋白与系统性红斑狼疮患者活动度和早期肾损伤的相关性分析 [J]. 医学临床研究, 2021, 38(2): 216-219.
- [7] ARINGER M, COSTENBADER K, DAIKH D, et al. 2019 European League Against Rheumatism/American College of Rheumatology classification criteria for systemic lupus erythematosus [J]. Ann Rheum Dis, 2019, 78(9): 1151-1159.
- [8] 苑君, 吴凡, 曹东林, 等. 血清淀粉样蛋白 A 与补体 C3、C4 联合检测对系统性红斑狼疮的临床诊断价值 [J]. 中国处方药, 2021, 19(10): 180-182.
- [9] 罗寰, 阮海玲, 陈苗苗, 等. AGR、补体 C3、C4 在 SLE 合并脑血管病中检测价值 [J]. 分子诊断与治疗杂志, 2020, 12(5): 683-687.
- [10] 中华医学会风湿病学分会. 系统性红斑狼疮诊治指南 [J]. 中华风湿病学杂志, 2020, 59(3): 172-185.
- [11] 董海芸, 宋维兴, 李玉川, 等. 系统性红斑狼疮患者血小板参数、血脂、补体 C3、C4 水平与病情活动度的关系分析 [J]. 现代生物医学进展, 2021, 21(12): 2382-2385.
- [12] RANA R S, NAIK B, YADAV M, et al. Serum complements and immunoglobulin profiles in systemic lupus erythematosus patients: an observational study at a teaching hospital [J]. J Family Med Prim Care, 2022, 11(2): 608-613.
- [13] 吴实, 刘赛君, 何咏, 等. 系统性红斑狼疮患者外周血 IL-6 的表达及临床意义 [J]. 暨南大学学报(自然科学与医学版), 2016, 37(2): 164-168.
- [14] SHATRI H, PURNAMANDALA, HIDAYAT R, et al. The correlation of anxiety and depression with C3 and C4 Levels and systemic lupus erythematosus activity [J]. BMC Psychiatry, 2023, 23(1): 785-788.
- [15] RADIN M, CECCHI I, CRISAFULLI F, et al. Complement levels during the first trimester predict disease flare and adverse pregnancy outcomes in systemic lupus erythematosus: a network meta-analysis on 532 pregnancies [J]. Autoimmun Rev, 2023, 10(3): 467-469.

- POS E. CCL3 signaling in the tumor microenvironment [J]. *Adv Exp Med Biol*, 2020, 1231: 13-21.
- [7] 逯玲. 急性呼吸窘迫综合征病人血清可溶性髓样细胞触发受体 1、巨噬细胞炎症蛋白-1 α 的表达[J]. *安徽医药*, 2021, 25(7): 1442-1446.
- [8] Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference Group. Pediatric acute respiratory distress syndrome: consensus recommendations from the pediatric acute lung injury consensus conference[J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2015, 16(5): 428-439.
- [9] 时学秀, 孙同文. 急性呼吸窘迫综合征的诊治进展[J]. *中国研究型医院*, 2022, 9(1): 18-21.
- [10] 陈韵蓉, 李静, 胡兰. 儿童急性呼吸窘迫综合征液体管理策略的研究进展[J]. *国际儿科学杂志*, 2023, 50(7): 439-442.
- [11] 徐春艳, 谢菲, 赵洁, 等. 急性呼吸窘迫综合征患儿血清 miR-34b-5p 水平变化及其与炎症因子和预后的关系[J]. *山东医药*, 2022, 62(13): 34-39.
- [12] 李智, 王晴, 吴苏明, 等. 血清炎症因子联合 T 淋巴细胞亚群在急性呼吸窘迫综合征中的应用价值分析[J]. *现代生物医学进展*, 2023, 23(15): 2985-2989.
- [13] 万虎, 刘莹, 黄拓, 等. NLRP3 炎性小体及其在心血管疾病中的作用研究的进展[J]. *心血管康复医学杂志*, 2023, 32(2): 204-207.
- [14] CUI Y, WENG W, DING Q, et al. The protective effect of artesunate on LPS-induced acute respiratory distress syndrome through inhibiting NLRP3 inflammasome signaling[J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2022, 8: 7655033.
- [15] ARTIGAS L, COMA M, MATOS-FILIPE P, et al. In-silico drug repurposing study predicts the combination of pirlfenidone and melatonin as a promising candidate therapy to reduce SARS-CoV-2 infection progression and respiratory distress caused by cytokine storm [J]. *PLoS One*, 2020, 15(10): e0240149.
- [16] KANG J Y, XU M M, SUN Y, et al. Melatonin attenuates LPS-induced pyroptosis in acute lung injury by inhibiting NLRP3-GSDMD pathway via activating Nrf2/HO-1 signaling axis[J]. *Int Immunopharmacol*, 2022, 109: 108782.
- [17] XU M M, KANG J Y, JI S, et al. Melatonin suppresses macrophage M1 polarization and ROS-mediated pyroptosis via activating ApoE/LDLR pathway in influenza a-induced acute lung injury[J]. *Oxid Med Cell Longev*, 2022, 11: 2520348.
- [18] 萧文泽, 张佳敏. 褪黑素抑制炎症小体 NLRP3 的研究进展[J]. *神经损伤与功能重建*, 2020, 15(1): 33-35.
- [19] NING L, RUI X, GUORUI L, et al. A novel mechanism for the protection against acute lung injury by melatonin: mitochondrial quality control of lung epithelial cells is preserved through SIRT3-dependent deacetylation of SOD2[J]. *Cell Mol Life Sci*, 2022, 79(12): 610.
- [20] 唐敏, 李娜. 急性呼吸窘迫综合征发病机制及相关生物标志物的研究进展[J]. *中国现代医学杂志*, 2022, 32(5): 1-6.
- [21] 陈玲玲, 张勇. 褪黑素减轻新生儿肺损伤的抗氧化机制研究进展[J]. *中华危重病急救医学*, 2022, 34(2): 207-210.
- [22] YU W, YE T, DING J, et al. miR-4456/CCL3/CCR5 pathway in the pathogenesis of tight junction impairment in chronic obstructive pulmonary disease[J]. *Front Pharmacol*, 2021, 12: 551839.
- [23] YOU X, JIANG X, ZHANG C, et al. Dihydroartemisinin attenuates pulmonary inflammation and fibrosis in rats by suppressing JAK2/STAT3 signaling[J]. *Aging (Albany NY)*, 2022, 14(3): 1110-1127.
- [24] QUINTERO P A, KNOLLE M D, CALA L F, et al. Matrix metalloproteinase-8 inactivates macrophage inflammatory protein-1 alpha to reduce acute lung inflammation and injury in mice[J]. *J Immunol*, 2010, 184(3): 1575-1588.
- [25] YANG D, TONG L, WANG D, et al. Roles of CC chemokine receptors (CCRs) on lipopolysaccharide-induced acute lung injury[J]. *Respir Physiol Neurobiol*, 2010, 170(3): 253-259.
- [26] 宋传龙, 海力其古丽·努日丁, 焦红杰, 等. NLRP3 炎症小体介导的巨噬细胞极化在 ITP 中的作用[J]. *安徽医科大学学报*, 2023, 58(1): 132-139.

(收稿日期: 2023-10-15 修回日期: 2024-03-10)

(上接第 1330 页)

- [16] XIE W, XU X, ZHANG X, et al. The clinical characteristics of low C4 alone in patients with systemic lupus erythematosus[J]. *Clin Rheumatol*, 2021, 10(40): 793-796.
- [17] AYANO M, HORIUCHI T. Complement as a biomarker for systemic lupus erythematosus [J]. *Biomolecules*, 2023, 13(2): 367.
- [18] HUBBARD E L, PISETSKY D S, LIPSKY P E. Anti-RNP antibodies are associated with the interferon gene signature but not decreased complement levels in SLE [J]. *Ann Rheum Dis*, 2022, 8(1): 632-643.
- [19] ARINGER M. Inflammatory markers in systemic lupus erythematosus[J]. *Autoimmunity Volume*, 2020, 10(23): 8409-8411.
- [20] 胡静, 黄卓春, 王丽, 等. ANCA 及其特异性抗体在 SLE 患者中的应用价值初探[J]. *国际检验医学杂志*, 2021, 42(11): 1281-1285.

(收稿日期: 2023-09-10 修回日期: 2024-03-05)