

慢性阻塞性肺疾病合并肺部感染影响因素调查 及血清 IL-16、CD40、HMGB1 变化及意义*

霍前文 徐曼 程义婷 裴士杰 虞超

(安徽医科大学附属六安医院呼吸与危重症医学科, 安徽 六安 237000)

【摘要】 目的 探究慢阻肺合并肺部感染(PI)影响因素及血清白细胞介素-16(IL-16)、CD40、高迁移率族蛋白 B1(HMGB1)变化。方法 回顾性分析 2020 年 7 月—2023 年 6 月于本院接受治疗的 113 例慢阻肺患者临床资料,根据是否发生 PI 分为感染组 34 例和非感染组 79 例。收集患者一般资料,比较两组患者血清 IL-16、CD40、HMGB1 水平,采用单因素及 Logistics 回归分析慢阻肺患者发生 PI 的危险因素。结果 慢阻肺患者中 PI 发病率为 30.09%(34/113);PI 组 IL-16、CD40、HMGB1 水平均高于非 PI 组(均 $P < 0.05$);Logistics 回归分析显示,吸烟史、糖尿病史、住院时间 ≥ 15 d、长期使用抗生素、机械通气、IL-16、CD40、HMGB1 是慢阻肺发生 PI 的独立危险因素(均 $P < 0.05$)。结论 吸烟史、糖尿病史、住院时间 ≥ 15 d、长期使用抗生素、机械通气 IL-16、CD40、HMGB1 是慢阻肺发生 PI 的独立危险因素。

【关键词】 慢阻肺;肺部感染;危险因素;白细胞介素-16;高迁移率族蛋白 B1;CD40

【中图分类号】 R563 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2025.01.016

Investigation of influencing factors of COPD with pulmonary infection and changes and significance of serum IL-16, CD40 and HMGB1

HUO Qianwen, XU Man, CHENG Yiting, PEI Shijie, YU Chao

(Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Lu'an Hospital, Anhui Medical University, Lu'an 237000, Anhui, China)

【Abstract】 **Objective** To explore the influencing factors of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) with pulmonary infection (PI) and the changes of serum interleukin-16 (IL-16), CD40 and high mobility group protein B1 (HMGB1). **Methods** The clinical data of 113 patients with COPD who received treatment in our hospital from July 2020 to June 2023 were retrospectively analyzed, and the patients were divided into infected group (34 cases) and non-infected group (79 cases) according to whether PI occurred. General data of patients were collected, and serum levels of IL-16, CD40 and HMGB1 were compared between the two groups of patients, and the risk factors of PI in patients with COPD were analyzed by univariate analysis and logistics regression analysis. **Results** The incidence rate of PI in patients with COPD was 30.09% (34/113). The levels of IL-16, CD40 and HMGB1 in infected group were higher than those in non-infected group (all $P < 0.05$). Logistics regression analysis showed that smoking history, diabetes mellitus history, hospital stay ≥ 15 d, long-term use of antibiotics and mechanical ventilation, IL-16, CD40 and HMGB1 were independent risk factors of PI occurrence in COPD (all $P < 0.05$). **Conclusion** Smoking history, diabetes mellitus history, hospital stay ≥ 15 d, long-term use of antibiotics and mechanical ventilation, IL-16, CD40 and HMGB1 are independent risk factors of PI occurrence in patients with COPD.

【Key words】 COPD; Pulmonary infection; Risk factors; Interleukin-16; High mobility group protein B1; CD40

慢性阻塞性肺疾病简称慢阻肺,为常见的呼吸系

统疾病,其主要特征为不完全可逆的气流受限,好发于 40 岁以上中老年群体,且发生率与环境污染程度及年龄密切相关^[1-2]。肺部感染(Pulmonary infection, PI)是慢阻肺常见并发症,临床表现为咳嗽、发热、呼吸困难等,临床上多采用抗感染、吸氧、止咳化痰等治疗措施,但 PI 发生和发展可加重慢阻肺病情,

基金项目: 2021 年全国全科医学教育教学研究课题(A-YX-GP20210202-01)

引用本文: 霍前文,徐曼,程义婷,等.慢性阻塞性肺疾病合并肺部感染影响因素调查及血清 IL-16、CD40、HMGB1 变化及意义[J].西部医学,2025,37(1):85-87,92. DOI:10.3969/j.issn.1672-3511.2025.01.016

影响其治疗效果及预后,增加死亡风险^[3-4]。慢阻肺合并 PI 的影响因素较多,已有研究表明,年龄、机械通气、吸烟等为慢阻肺发生 PI 危险因素,但目前仍存在争议^[5]。因此,本研究回顾性分析 113 例慢阻肺患者临床资料,分析其临床资料,研究慢阻肺发生 PI 的影响因素,以期为临床治疗及预防提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2020 年 7 月—2023 年 6 月于本院接受治疗的 113 例慢阻肺患者临床资料。纳入标准:①符合急性加重期慢阻肺诊断标准^[6]。②慢阻肺合并 PI 者同时符合 PI 诊断标准^[7]。③年龄≥18 岁。④临床资料完整。排除标准:①既往肺部手术史者。②肺结核、肺脓肿等其他肺部疾病者。③恶性肿瘤者。④其他部位感染者。⑤严重器官功能障碍者。⑥精神异常或沟通障碍者。⑦血液系统疾病者。研究已通过本院医学伦理委员会审核。

1.2 方法 ①通过电子病例及问卷调查收集患者一般资料,内容包括性别、年龄、BMI、入院时间、出院时间、吸烟史、抗生素使用情况、机械通气情况、合并基础病等。②入院次日,采集所有患者空腹静脉血,采用迈瑞 BX-6900 血液分析仪检测患者白细胞计数水平,采用酶联免疫检测仪(芬兰雷勃)检测 CD40 水平,采用酶联免疫吸附法检测白细胞介素-16(IL-16)、高迁移率族蛋白 B1 (High mobility group box1, HMGB1)水平,试剂盒均购自上海岚派生物科技有限公司。③Logistic 多因素回归分析影响慢阻肺发生 PI 的独立危险因素。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,行 *t* 检验,计数资料以 [*n*(%)]表示,单因素分析行 χ^2 检验;将 *P*<0.01 的单因素变量行多因素 Logistic 回归分析,筛选慢阻肺发生 PI 的独立危险因素。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者临床资料比较 113 例慢阻肺患者中,34 例患者发生 PI,发病率为 30.09%;单因素分析结果显示,年龄、慢阻肺病程、吸烟史、糖尿病史、住院时间≥15 d、长期使用抗生素及机械通气是慢阻肺发生 PI 的影响因素(均 *P*<0.05)。见表 1。

2.2 两组患者血清因子水平比较 PI 组血清 CD40、IL-16、HMGB1 水平均显著高于非 PI 组,差异有统计学意义(均 *P*<0.05)。见表 2。

2.3 慢阻肺发生 PI 的 Logistics 回归分析 将组间变量 *P*<0.01 的单因素纳入 Logistics 回归分析,结果显示,吸烟史、糖尿病史、住院时间≥15d、长期使用抗

表 1 两组患者临床资料比较 [*n*($\times 10^{-2}$), ($\bar{x} \pm s$)]

| 项目 | PI(<i>n</i> =34) | 非 PI(<i>n</i> =79) | χ^2 | <i>P</i> |
|-------------------------|-------------------|---------------------|----------|----------|
| 性别 | | | 0.151 | 0.697 |
| 男 | 19(55.88) | 41(51.90) | | |
| 女 | 15(44.12) | 38(48.10) | | |
| 年龄(岁) | | | 4.084 | 0.043 |
| <60 | 9(26.47) | 37(46.84) | | |
| ≥60 | 25(73.53) | 42(53.16) | | |
| BMI(kg/m ²) | 23.48±2.16 | 24.01±2.25 | 1.162 | 0.248 |
| 吸烟史 | 24(70.59) | 28(35.44) | 11.819 | <0.001 |
| 高血压史 | 15(44.12) | 32(40.51) | 0.128 | 0.721 |
| 糖尿病史 | 20(58.22) | 26(32.91) | 6.612 | 0.010 |
| 长期使用抗生素 | 17(50.00) | 22(27.85) | 5.161 | 0.023 |
| 住院时间(d) | | | 4.313 | 0.038 |
| <15 | 13(38.24) | 47(59.49) | | |
| ≥15 | 21(61.76) | 32(40.51) | | |
| 慢阻肺病程(年) | | | 4.134 | 0.042 |
| <5 | 23(67.65) | 37(46.84) | | |
| ≥5 | 11(32.35) | 42(53.16) | | |
| 白细胞计数 | | | 0.650 | 0.420 |
| <10×10 ⁹ /L | 25(73.53) | 52(65.82) | | |
| ≥10×10 ⁹ /L | 9(26.47) | 27(34.18) | | |
| 机械通气 | 11(32.35) | 10(12.66) | 6.094 | 0.014 |

表 2 两组患者血清因子水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

| 指标 | PI 组(<i>n</i> =34) | 非 PI 组(<i>n</i> =79) | <i>t</i> | <i>P</i> |
|--------------|---------------------|-----------------------|----------|----------|
| CD40(pg/mL) | 54.76±5.39 | 49.13±5.15 | 5.256 | <0.001 |
| IL-16(pg/mL) | 75.78±17.25 | 39.43±4.46 | 17.510 | <0.001 |
| HMGB1(μg/L) | 5.17±1.24 | 3.38±1.05 | 7.863 | <0.001 |

生素、机械通气、CD40、IL-16、HMGB1 是慢阻肺发生 PI 的独立危险因素(均 *P*<0.05)。见表 3。

表 3 慢阻肺发生 PI 的 Logistics 回归分析

| 项目 | β | SE | OR | 95% CI | <i>P</i> |
|-----------|---------|-------|-------|-------------|----------|
| 吸烟史 | 0.745 | 0.296 | 2.106 | 1.179~3.763 | 0.012 |
| 糖尿病史 | 0.279 | 0.121 | 1.322 | 1.043~1.676 | 0.022 |
| 长期使用抗生素 | 0.325 | 0.151 | 1.384 | 1.029~1.861 | 0.032 |
| 住院时间≥15 d | 0.806 | 0.398 | 2.239 | 1.026~4.885 | 0.043 |
| 机械通气 | 0.533 | 0.217 | 1.704 | 1.114~2.607 | 0.014 |
| CD40 | 0.658 | 0.273 | 1.931 | 1.131~3.297 | 0.016 |
| IL-16 | 0.485 | 0.206 | 1.624 | 1.085~2.432 | 0.019 |
| HMGB1 | 0.671 | 0.325 | 1.956 | 1.035~3.699 | 0.040 |

3 讨论

慢阻肺主要特征为气流不完全可逆受限,患者肺部异常炎症、支气管周围结缔组织沉积、黏膜增生,随着病情进展可发展为肺气肿、呼吸衰竭、肺源性心脏病等,具有高发病率、高死亡率、反复发作等特点,严重危及患者生命安全,影响生活质量^[8]。吸烟、肺炎、病原菌感染等是慢阻肺加重的重要因素,其中病原菌感染为最主要因素,且慢阻肺治疗过程中病原菌易出

现多重耐药菌株,增加慢阻肺治疗难度^[9]。PI 为慢阻肺常见并发症,若不及时治疗,可导致呼吸衰竭,甚至死亡^[10]。因此,探究慢阻肺发生 PI 的影响因素对降低慢阻肺合并 PI 发生率及预防 PI 发生具有重要意义。

本研究 Logistics 回归分析显示,吸烟史、糖尿病史、住院时间 ≥ 15 d、长期使用抗生素及机械通气是慢阻肺发生 PI 的独立危险因素。分析原因可能是香烟含有尼古丁、焦油、一氧化碳等有害物质,可降低呼吸道纤毛黏液清除功能及机体免疫功能,为病原菌感染创造条件,导致患者感染病原菌并引发 PI;同时其有害成分能够破坏蛋白酶/抗蛋白酶平衡,激活巨噬细胞释放大量炎性因子,加重肺部炎症反应,增加 PI 风险^[11-12]。糖尿病患者多伴有肺表面活性物质减少及肺组织微血管病变,降低粒细胞趋化及黏附作用,增加 PI 风险;高血糖水平有利于病原菌生长繁殖,同时高血糖水平可抑制单核巨噬细胞清除肺部致病菌能力,更易引发 PI^[13]。既往研究显示,反复住院可诱发 PI^[14],可能是因为住院时间越久说明患者病情越严重,长时间住院可加重患者营养不良状态,且增加患者与其他病人、医护、医疗器材接触时间,提高交叉感染及多重耐药菌感染风险;此外,慢阻肺患者自身免疫功能较低,对病原菌抵抗能力较弱,增加 PI 风险^[15-16]。抗生素可以杀灭细菌,但长期使用抗生素可破坏菌群平衡,导致致病菌产生耐药性,引起病原菌感染;同时长期使用抗生素易导致机体代谢紊乱,降低患者造血功能及免疫功能,增加 PI 风险^[17]。机械通气属于侵入性操作,易导致呼吸道黏膜防御功能丧失,加之机械通气设备可能存在微生物污染,空气未经鼻腔过滤直接进入气道,部分微生物随空气进入机体,极易引发 PI 发生^[18-19]。

CD40 表达于 B 细胞,是与 T 细胞和 B 细胞功能有关的一种表面抗原,CD40 参与慢阻肺发病机制,慢阻肺患者 CD40 表达明显升高,血清 CD40 水平升高,且与慢阻肺严重程度及肺功能相关^[20-21]。HMGB1 是一种核蛋白,主要由单核巨噬细胞分泌,可通过多种信号通路激活炎症反应,且已被证实与感染性疾病密切相关^[22-23]。IL-16 是一种促炎因子,在 COVID-19 感染所致的炎症性肺损伤及臭氧诱导的炎症性肺损伤患者中表达水平显著升高^[24-25]。本研究发现,PI 组血清 CD40、IL-16、HMGB1 水平均显著高于非 PI 组。CD40 与 CD40 配体结合可增加细胞黏附因子-1 表达,激活 T 细胞、单核细胞活性,放大免疫应答,促进炎症因子释放,加重病情^[26]。HMGB1 大量释放可与相关受体形成复合物,刺激 B 细胞,激活免疫机制,过

度免疫反应可导致机体免疫应激性损伤,促进炎症因子释放^[27]。IL-16 可诱导单核细胞分泌多种炎症因子,启动机体炎症反应,加重病情。因此,CD40、IL-16、HMGB1 可作为确定诊断的生物标志物。

4 结论

吸烟史、糖尿病史、住院时间 ≥ 15 d、长期使用抗生素及机械通气是慢阻肺发生 PI 的独立危险因素,血清 IL-16、CD40、HMGB1 水平可作为诊断慢阻肺合并 PI 的生物标志物。

【参考文献】

- [1] GENG W R, HE H Y, ZHANG Q, *et al.* Th17 cells are involved in mouse chronic obstructive pulmonary disease complicated with invasive pulmonary aspergillosis[J]. *Chin Med J*, 2020, 134(5): 555-563.
- [2] 赵建玉, 胥杰, 金建敏, 等. 合并慢性阻塞性肺疾病的病毒性肺炎患者临床特征及预后因素分析[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2021, 44(2): 88-95.
- [3] 李倩, 杨在亮, 张秀丽. 血清 PCT 联合 SOFA 评分对重度肺部感染合并脓毒症患者的预后价值分析[J]. *中国急救复苏与灾害医学杂志*, 2020, 15(10): 1217-1220.
- [4] 戚春辉, 施国华, 于佩雯. 盐酸氨溴索注射液治疗老年慢性阻塞性肺疾病伴肺部感染的临床疗效及安全性[J]. *老年医学与保健*, 2022, 28(6): 1211-1213, 1219.
- [5] 许欣婷, 张瑶, 李惟捷, 等. 陕西地区高龄 COPD 伴肺部感染人群 ABA 分布特征及患者预后 Logistics 分析[J]. *公共卫生与预防医学*, 2020, 31(3): 50-53.
- [6] 中华医学会, 中华医学会杂志社, 中华医学会全科医学分会, 等. 慢性阻塞性肺疾病基层诊疗指南(2018 年)[J]. *中华全科医师杂志*, 2018, 17(11): 856-870.
- [7] 中华医学会. 临床诊疗指南-呼吸病学分册[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2009: 216-293.
- [8] 肖海励, 魏海霞, 张胜勇, 等. 慢性阻塞性肺疾病合并肺部感染患者病原菌分布及影响因素分析[J]. *中国病原生物学杂志*, 2022, 17(11): 1324-1327, 1332.
- [9] 许龙, 谭志霞, 李秋烨, 等. 长沙某医院慢阻肺合并肺部感染患者的病原菌分布及药物敏感性分析[J]. *激光生物学报*, 2022, 31(5): 433-439.
- [10] 王月平, 袁开芬, 王应琼, 等. 外周血 SAA、NLR 及 BNP 对 COPD 合并肺部感染患者预后的评估价值[J]. *贵州医科大学学报*, 2020, 45(5): 579-583, 599.
- [11] JIANG Z M, ZHANG Y K, ZHU Y B, *et al.* Cathelicidin induces epithelial-mesenchymal transition to promote airway remodeling in smoking-related chronic obstructive pulmonary disease[J]. *Ann Transl Med*, 2021, 9(3): 223.
- [12] 樊静, 丛舒, 王宁, 等. 2014-2015 年中国 40 岁及以上慢性阻塞性肺疾病患者戒烟状况[J]. *中华流行病学杂志*, 2020, 41(7): 1021-1027.
- [13] NASERI R, NAVABI S J, SAMIMI Z, *et al.* Targeting Glycoproteins as a therapeutic strategy for diabetes mellitus and its complications[J]. *Daru*, 2020, 28(1): 333-358.

- 感染管理现状[J]. 四川精神卫生, 2022, 35(1): 37-41.
- [12] 胡金亮, 吴瑞红, 王振. 呼吸科住院病例医院感染影响因素及病原菌耐药性分析[J]. 华南预防医学, 2021, 47(3): 292-295.
- [13] GILBERT G L, KERRIDGE I. Hospital infection control: old problem - evolving challenges[J]. Intern Med J, 2020, 50(1): 105-107.
- [14] 冯特, 熊琦, 安东立, 等. 老年冠心病合并心力衰竭患者院内感染的临床特点及相关因素分析[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2022, 14(7): 872-874.
- [15] JUNG O S, AIKEN L H, SLOANE D M, *et al.* Nurse work environment and hospital-onset *Clostridioides difficile* infection [J]. Med Care, 2023, 61(6): 360-365.
- [16] ONODERA H, MOGAMIYA T, MATSUSHIMA S, *et al.* Effect of enteral nutrition on in-hospital infection and hospital expense in stroke patients: a retrospective assessment[J]. Neurol Med Chir, 2021, 61(4): 268-274.
- [17] 周小燕, 彭舒, 任丽君. 老年脑卒中患者医院感染病原学及危险因素分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2022, 17(4): 459-462.
- [18] 陈洋, 李林坤, 陈升阳. 动脉瘤性蛛网膜下腔出血患者术后并发医院感染的危险因素分析与相关模型构建[J]. 实用医院临床杂志, 2021, 18(5): 191-195.
- [19] BEARMAN G, PRYOR R, ALBERT H, *et al.* Novel coronavirus and hospital infection prevention: preparing for the im-
- promptu speech[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2020, 41(5): 592-593.
- [20] KUNG C T, WU K H, WANG C C, *et al.* Effective strategies to prevent in-hospital infection in the emergency department during the novel coronavirus disease 2019 pandemic[J]. J Microbiol Immunol Infect, 2021, 54(1): 120-122.
- [21] 胡黎川, 叶晶晶, 林宝丽, 等. I 类切口手术后医院感染危险因素分析及应对策略研究[J]. 中国医药, 2021, 16(12): 1878-1881.
- [22] 沈捷, 杨柳, 丁君蓉, 等. PDCA 循环管理对胸外科肺癌根治术后控制医院感染及肺功能恢复的影响研究[J]. 成都医学院学报, 2020, 15(5): 608-610, 614.
- [23] 张秀娟, 石丽丽, 李潇. 2016—2019 年某三甲中医医院骨科科室院内感染发生特点及影响因素分析[J]. 西部中医药, 2022, 35(10): 80-84.
- [24] 刘国樑, 秦明照. 老年患者院内感染影响多因素 Logistic 分析及营养干预研究[J]. 川北医学院学报, 2019, 34(4): 392-395.
- [25] ŠULJAGIĆ V, MILENKOVIĆ B, PERIĆ A, *et al.* Healthcare associated *Clostridioides difficile* infection in adult surgical and medical patients hospitalized in tertiary hospital in Belgrade, Serbia: a seven years prospective cohort study[J]. Libyan J Med, 2020, 15(1): 1708639.
- (收稿日期:2023-11-21; 修回日期:2024-03-17; 编辑:张翰林)

(上接第 87 页)

- [14] 徐文俊, 刘强晖, 施林燕, 等. 肺部感染控制窗确定序贯通气转换时机在重症肺炎伴呼吸衰竭疗效及预后中的作用[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2021, 16(8): 891-894.
- [15] 贺晓娇, 黎思浓, 段程. 慢性阻塞性肺疾病稳定期患者肺部感染发生的影响因素[J]. 中国医药导报, 2021, 18(10): 96-99, 112.
- [16] 王晓波, 喻昌利, 梁立杰. 慢性阻塞性肺疾病合并肺部感染患者预后影响因素 Logistic 回归分析及应对措施[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2023, 18(5): 647-650.
- [17] 邓翔, 胡芬, 蒋在慧, 等. 慢阻肺患者肺部感染的病原学、危险因素及炎症因子水平分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2020, 15(3): 324-326, 331.
- [18] 张剑, 万颖, 黄图城. 老年肺部感染合并多器官功能衰竭患者临床预后的影响因素分析[J]. 广西医学, 2020, 42(4): 429-432.
- [19] SISON S M, SIVAKUMAR G K, CAUFIELD-NOLL C, *et al.* Mortality outcomes of patients on chronic mechanical ventilation in different care settings: a systematic review [J]. Heliyon, 2021, 7(2): e06230.
- [20] AKATA K, LEUNG J M, YAMASAKI K, *et al.* Altered polarization and impaired phagocytic activity of lung macrophages in people with human immunodeficiency virus and chronic obstructive pulmonary disease [J]. J Infect Dis, 2022, 225(5): 862-867.
- [21] SUN D S, LIN R, OUYANG Y. The role of CD40, CD86, and glutathione S-transferase omega 1 in the pathogenesis of chronic obstructive pulmonary disease [J]. Can Respir J, 2022, 2022: 6810745.
- [22] LE Y Q, WANG Y H, ZHOU L, *et al.* Cigarette smoke-induced HMGB1 translocation and release contribute to migration and NF- κ B activation through inducing autophagy in lung macrophages [J]. J Cell Mol Med, 2020, 24(2): 1319-1331.
- [23] 卿蕊, 向晴可, 肖非, 等. 肺炎克雷伯菌黏附素 FimH 蛋白通过 TLR4/NF- κ B 途径诱导巨噬细胞分泌炎症因子 [J]. 免疫学杂志, 2020, 36(3): 208-212, 218.
- [24] WU J S, XIONG X, HU X M. Electroacupuncture alleviates lung injury in CpG1826-challenged mice via modulating CD39-NLRP3 pathway [J]. J Inflamm Res, 2023, 16: 3245-3258.
- [25] AULAKH G K, DUDA J A B, SOLER C M G, *et al.* Characterization of low-dose ozone-induced murine acute lung injury [J]. Physiol Rep, 2020, 8(11): e14463.
- [26] 王显斌, 王小蓉, 李玉梅, 等. 血清巨噬细胞炎性蛋白-1 α 和 CD40 配体的表达对老年左心衰竭合并肺部感染患者的诊断价值分析 [J]. 中国心血管病研究, 2021, 19(12): 1072-1077.
- [27] 罗乐, 黎松, 张佩雯, 等. 盐酸氨溴索联合利奈唑胺治疗重症肺炎对血气指标及血清 TNF- α 、HMGB1 的影响 [J]. 西部医学, 2021, 33(7): 1044-1047.
- (收稿日期:2023-10-25; 修回日期:2024-02-11; 编辑:张翰林)