

• 论 著 •

MCP-1、CD40L 对支气管扩张症合并肺部感染患者诊断价值评价

王 静, 罗非同, 杨 丽, 张婷婷[△]

中国航天科工集团七三一医院老年医学科, 北京 100143

摘 要:目的 探讨单核细胞趋化因子-1(MCP-1)、CD40 配体(CD40L)水平对支气管扩张症(BE)合并肺部感染患者的诊断价值。方法 选取 2021 年 3 月至 2023 年 3 月于该院老年医学科接受治疗的 94 例 BE 合并肺部感染患者为 BE 合并感染组, 根据临床肺部感染评分(CPIS)将其分为重度感染组(17 例)、中度感染组(52 例)、轻度感染组(25 例), 另选取 94 例 BE 未合并肺部感染者为单纯 BE 组, 同时选取于该院同期进行体检的 94 例健康者作为对照组。分析 BE 合并肺部感染患者病原菌分布情况; 比较各组血清 MCP-1、CD40L 水平; 受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 MCP-1、CD40L 对 BE 合并肺部感染的诊断价值。结果 94 例 BE 合并肺部感染患者分离出 99 株病原菌, 其中革兰阴性菌 73 株(73.74%), 以肺炎克雷伯菌为主; 革兰阳性菌 17 株(17.17%), 以金黄色葡萄球菌为主; 真菌 9 株(9.09%), 以白色假丝酵母菌为主。BE 合并感染组血清 MCP-1、CD40L 水平显著高于单纯 BE 组及对照组($P<0.05$); 重度感染组、中度感染组血清 MCP-1、CD40L 水平显著高于轻度感染组($P<0.05$), 重度感染组血清 MCP-1、CD40L 水平显著高于中度感染组($P<0.05$); 血清 MCP-1、CD40L 二者联合诊断 BE 合并肺部感染的曲线下面积大于单项指标($Z_{\text{二者联合-MCP-1}}=2.896, P=0.005$; $Z_{\text{二者联合-CD40L}}=4.547, P<0.001$), 联合诊断的灵敏度为 91.49%, 特异度为 76.60%。结论 BE 合并肺部感染患者血清 MCP-1、CD40L 水平升高, 二者可评估肺部感染严重程度, 二者联合检测对 BE 合并肺部感染具有较高的诊断价值。

关键词: 支气管扩张症; 肺部感染; 单核细胞趋化因子-1; CD40 配体; 病原菌

DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2024.24.018

中图法分类号: R563

文章编号: 1673-4130(2024)24-3035-05

文献标志码: A

Diagnostic value of MCP-1 and CD40L in patients with bronchiectasis complicated with pulmonary infection

WANG Jing, LUO Feitong, YANG Li, ZHANG Tingting[△]

Department of Geriatrics, 731 Hospital, China Aerospace Science and Industry Corporation, Beijing 100143, China

Abstract: **Objective** To evaluate the diagnostic value of monocyte chemokine-1 (MCP-1) and CD40 ligand (CD40L) levels in patients with bronchiectasis (BE) complicated with pulmonary infection. **Methods** A total of 94 patients with BE complicated with pulmonary infection who received treatment in Department of Geriatrics in the hospital from March 2021 to March 2023 were included as the BE complicated infection group. According to the Clinical Pulmonary Infection Score (CPIS), they were divided into severe infection group (17 cases), moderate infection group (52 cases), and mild infection group (25 cases). Another 94 cases of BE without pulmonary infection were selected as the BE group. 94 healthy people who underwent the physical examination during the same period in the hospital were selected as the control group. The distribution of pathogenic bacteria in BE patients complicated with pulmonary infection was analyzed. The levels of serum MCP-1 and CD40L in each group were compared. Receiver operating characteristic (ROC) curve was applied to analyze the diagnostic value of serum MCP-1 and CD40L in BE complicated with pulmonary infection. **Results** Totally 99 strains of pathogenic bacteria were isolated from 94 BE patients complicated with pulmonary infection. Among them, 73 strains (73.74%) were Gram-negative bacteria, mainly *Klebsiella pneumoniae*. 17 strains (17.17%) were Gram-positive bacteria, mainly *Staphylococcus aureus*. 9 strains (9.09%) were fungal strains, mainly composed of *Candida albicans*. The serum levels of MCP-1 and CD40L in the BE combined with infection group were obviously higher than those in the BE group and the control group ($P<0.05$). The levels of serum MCP-1 and CD40L in the severe infection group and the moderate infection group were obviously high-

er than those in the mild infection group ($P<0.05$), and the serum levels of MCP-1 and CD40L in the severe infection group were obviously higher than those in the moderate infection group ($P<0.05$). The area under the curve of the combined diagnosis of serum MCP-1 and CD40L for BE complicated with pulmonary infection was larger than that of the single detection ($Z_{\text{combination-MCP-1}} = 2.896, P = 0.005, Z_{\text{combination-CD40L}} = 4.547, P<0.001$), with sensitivity of 91.49% and specificity of 76.60%. **Conclusion** The levels of serum MCP-1 and CD40L in patients with BE complicated with pulmonary infection are elevated, which could be used to assess the severity of pulmonary infection, and the combination of the two has high diagnostic value for BE complicated with pulmonary infection.

Key words: bronchiectasis; pulmonary infection; monocyte chemoattractant protein-1; CD40 ligand; pathogenic bacteria

支气管扩张症(BE)是一种支气管管腔区域永久性异常增宽并伴有感染的疾病,主要以气道长期过度炎症损伤导致组织破坏、气道扩大及慢性咳嗽和呼吸急促为主要临床症状^[1]。BE 病因较多,最常见的原因之一是肺部感染,肺部感染导致免疫炎症损伤加重进而影响 BE 的疗效,对预后及生存的影响不容忽视^[2]。尽管患者临床表现(咳嗽、咳痰程度、浓痰与否、体温等)、中性粒细胞数量、血清 C 反应蛋白(CRP)水平的变化可以初步判断患者是否存在感染,但是伴随其他感染的患者也会有上述变化,诊断特异度较低。因此,寻找有效血清指标对早期诊断和评估 BE 合并肺部感染的严重程度、及时干预、指导用药及改善预后具有重要意义。单核细胞趋化因子-1(MCP-1)具有促炎作用,不仅趋化单核细胞在感染和损伤部位的聚集,还可促使淋巴细胞、巨噬细胞、中性粒细胞等炎症细胞聚集到肺部,引发肺部炎症性疾病^[3-4]。CD40 在免疫细胞表面广泛表达,与 CD40 配体(CD40L)结合激活机体抗原提呈细胞(APC)导致 T 细胞大量表达及功能紊乱,参与机体免疫炎症反应^[5-6]。已有研究发现,CD40L 参与重症肺炎过程,对重症肺炎患者病情评估及预后至关重要^[7]。因此,本研究推测 MCP-1、CD40L 可能在 BE 合并肺部感染的炎症反应中发挥重要作用,可作为一种新的指标帮助医生早期识别 BE 合并肺部感染。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2021 年 3 月至 2023 年 3 月于本院老年医学科接受治疗的 94 例 BE 合并肺部感染患者为 BE 合并感染组,其中男 53 例,女 41 例;年龄 45~75 岁,平均(62.64±11.38)岁;体质指数(22.32±2.40)kg/m²;高血压史 22 例;吸烟史 42 例。纳入标准:(1)符合 BE 相关诊断标准^[8];(2)经 CT 检查确诊 BE 且同时符合肺部感染标准。排除标准:(1)合并恶性肿瘤及免疫性疾病者;(2)合并支气管哮喘、肺结核、慢性阻塞性肺疾病等呼吸道疾病者;(3)合并肺部之外的其他部位感染者;(4)重要脏器严重功能不全者;(5)临床资料不全者。另选取 94 例 BE 未合

并肺部感染者为单纯 BE 组,其中男 50 例,女 44 例;年龄 45~76 岁,平均(61.98±12.11)岁;体质指数(22.64±2.83)kg/m²;高血压史 17 例;吸烟史 38 例。同时选取于本院同期进行体检的健康者 94 例作为对照组,其中男 45 例,女 49 例;年龄 45~78 岁,平均(61.52±11.16)岁;体质指数(22.91±3.11)kg/m²;高血压史 14 例;吸烟史 31 例。3 组性别、年龄、体质指数、高血压史、吸烟史比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。本研究通过本院医学伦理委员会批准(院字 2020-12)。所有受试者知晓本研究并签署同意书。

1.2 分组 根据临床肺部感染评分(CPIS)^[9-10],通过对患者临床症状、微生物学、影像学等项目综合评估 BE 合并肺部感染患者感染严重程度,总分为 12 分,根据 CPIS 评分将患者分为 3 组,其中 6~7 分为轻度感染组,>7~10 分为中度感染组,>10~12 分为重度感染组。

1.3 病原菌及血清 MCP-1、CD40L 检测 采集患者痰标本 4 mL,采用全自动微生物鉴定仪(北京海富达科技有限公司,型号:HD-MA300)鉴定病原菌。

所有患者于入院第 2 天清晨、健康者体检当天采集空腹静脉血 3 mL,3 500 r/min 离心 10 min 后取上层血清,保存待用。血清 MCP-1、CD40L 水平采用全自动多功能酶联免疫分析仪(美国雅培公司,型号:i2000SR)进行检测。严格按照人 MCP-1、CD40L 酶联免疫吸附试验试剂盒(上海优科唯生物科技有限公司,货号:YKW-11552、YKW-11848)说明书配制标准品溶液,绘制 MCP-1、CD40L 的标准品回归曲线。将保存的血清样本解冻后,测定其在 450 nm 处的吸光度值,计算血清 MCP-1、CD40L 水平。

1.4 统计学处理 采用 SPSS25.0 软件对本研究数据进行处理及分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验,多组间比较采用单因素方差分析,进一步两两比较采用 SNK-*q* 检验;计数资料以频数或百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清

MCP-1、CD40L 对 BE 合并肺部感染的诊断价值,曲线下面积(AUC)比较采用 Z 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 BE 合并肺部感染患者病原菌分布情况 94 例 BE 合并肺部感染患者分离出 99 株病原菌,其中革兰阴性菌 73 株(73.74%),以肺炎克雷伯菌为主;革兰阳性菌 17 株(17.17%),以金黄色葡萄球菌为主;真菌 9 株(9.09%),以白色假丝酵母菌为主。见表 1。

表 1 BE 合并肺部感染患者病原菌分布情况

病原菌	<i>n</i>	构成比(%)
革兰阴性菌	73	73.74
肺炎克雷伯菌	32	32.33
铜绿假单胞菌	15	15.15
鲍曼不动杆菌	14	14.14
流感嗜血杆菌	5	5.05
阴沟肠杆菌	4	4.04
大肠埃希菌	3	3.03
革兰阳性菌	17	17.17
金黄色葡萄球菌	9	9.09
溶血葡萄球菌	5	5.05
表皮葡萄球菌	3	3.03
真菌	9	9.09
白色假丝酵母菌	6	6.06
光滑假丝酵母菌	3	3.03

2.2 3 组血清 MCP-1、CD40L 水平比较 BE 合并感染组血清 MCP-1、CD40L 水平显著高于单纯 BE 组、对照组($P<0.05$);单纯 BE 组与对照组血清 MCP-1、CD40L 水平比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 2。

2.3 不同肺部感染程度患者血清 MCP-1、CD40L 水平比较 重度感染组、中度感染组血清 MCP-1、CD40L 水平显著高于轻度感染组($P<0.05$),重度感染组血清 MCP-1、CD40L 水平显著高于中度感染组($P<0.05$),见表 3。

表 2 3 组血清 MCP-1、CD40L 水平比较($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	MCP-1(ng/L)	CD40L(ng/mL)
BE 合并感染组	94	57.63±7.75* [#]	3.15±0.93* [#]
单纯 BE 组	94	46.64±9.83	2.44±0.76
对照组	94	43.77±13.61	2.37±0.72
<i>t</i>		44.140	26.782
<i>P</i>		<0.001	<0.001

注:与对照组比较,* $P<0.05$;与单纯 BE 组比较,[#] $P<0.05$ 。

2.4 血清 MCP-1、CD40L 对 BE 合并肺部感染的诊断价值 以 BE 患者是否合并肺部感染(是=1,否=0)为状态变量,以血清 MCP-1、CD40L 为检验变量,进行 ROC 曲线分析,结果显示,血清 MCP-1、CD40L 二者联合诊断 BE 合并肺部感染的 AUC 大于单项指标($Z_{\text{二者联合-MCP-1}}=2.896, P=0.005; Z_{\text{二者联合-CD40L}}=4.547, P<0.001$),联合诊断的灵敏度为 91.49%,特异度为 76.60%,见表 4。

表 3 不同肺部感染程度患者血清 MCP-1、CD40L 水平比较($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	MCP-1(ng/L)	CD40L(ng/mL)
重度感染组	17	65.79±11.22* [#]	3.71±0.73* [#]
中度感染组	52	57.99±10.10*	3.23±0.64*
轻度感染组	25	51.33±8.52	2.65±0.54
<i>F</i>		10.823	14.868
<i>P</i>		<0.001	<0.001

注:与轻度感染组比较,* $P<0.05$;与中度感染组比较,[#] $P<0.05$ 。

表 4 血清 MCP-1、CD40L 对 BE 并发肺部感染的诊断价值

指标	AUC	最佳截断值	95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数
MCP-1	0.852	50.62 ng/L	0.793~0.900	63.83	93.62	0.575
CD40L	0.758	2.71 ng/mL	0.690~0.817	63.83	85.11	0.489
二者联合	0.906	—	0.855~0.944	91.49	76.60	0.681

注:—表示无数据。

3 讨 论

BE 是一种常见的慢性肺部疾病,其特征是感染、炎症及永久性、不可逆的支气管壁扩张^[11]。BE 典型的合并症是肺部感染,慢性感染、恶化和炎症相互作用,形成恶性循环,导致支气管和肺实质的损伤^[12]。BE 患者发生肺部感染后,需要长期使用抗菌药物以防止其反复发作,但这加重了抗菌药物的滥用现象及耐药性的产生。近些年,关于 BE 合并肺部感染的病原菌构成有所变化,王月平等^[2]选取 2017—2019 年

海南医学院第一附属医院就医的 BE 合并肺部感染患者中,病原菌以革兰阴性菌为主,其中铜绿假单胞菌最多。本研究检出了 99 株病原菌,以革兰阴性菌肺炎克雷伯菌为主,占有菌株的 32.32%。考虑可能是由于所选择的年限、地域、基础病史及病情严重程度的不同导致病原菌优势菌群有所差异^[13]。因此,积极分析患者感染病原菌的分布情况,对抗菌药物合理使用、避免细菌耐药性的产生意义重大。

临床上关于 BE 合并肺部感染的治疗措施主要以

抗炎、化痰、止血为主,但是对于严重 BE 合并肺部感染患者单纯抗炎治疗已不能很好地控制病情,严重者可危及生命^[14]。目前,社会及医护人员对该疾病关注度较低,且由于老年患者居多,其预后较差^[15]。因此,及早诊断、评估病情严重程度对指导临床用药和改善预后具有重要意义。有研究指出,MCP-1 参与新型冠状病毒感染发病过程,危重患者血清 MCP-1 水平显著高于轻度患者^[16]。徐晓耘等^[17]发现,合并呼吸机相关性肺炎患者血清 MCP-1 水平高于未合并患者,且该指标参与免疫炎症反应。LI 等^[18]也发现,呼吸机相关性肺炎患者的血浆 MCP-1 水平显著升高,与疾病严重程度呈正相关,有助于对不同预后状态的患者进行分层。本研究结果显示,BE 合并感染组血清 MCP-1、CD40L 水平显著高于单纯 BE 组、对照组($P<0.05$),单纯 BE 组与对照组血清 MCP-1、CD40L 水平比较差异无统计学意义($P>0.05$),这表明 MCP-1 水平可能参与 BE 患者发生肺部感染的过程,与 BE 合并肺部感染的发生、进展密切相关,但是具体的作用机制还需进一步探究。本研究结果还显示 MCP-1 水平随着肺部感染严重程度的增加而呈上升趋势。这提示 MCP-1 水平在一定程度上可反映 BE 患者肺部感染的严重程度。分析原因,MCP-1 水平的升高趋化单核细胞在肺部感染部位聚集,同时促进 BE 患者体内炎症细胞迁移到肺部组织,进而引发肺部感染。

CD40L 与 CD40 是一对协同刺激分子,二者结合可促进免疫 T 细胞表达,激活免疫应答反应,同时其处于许多炎症细胞因子的上游,可促进炎症因子的释放,参与炎症反应过程^[19]。以往研究表明,哮喘合并肺炎支原体感染儿童血清 CD40L 水平持续升高,呼吸道慢性炎症反应加重,进而加重哮喘^[20]。王宇飞等^[21]发现,重症肺炎患者血清 CD40L 水平较高,与炎症因子及肺功能密切相关。王洁英等^[22]研究表明,儿童支气管哮喘合并肺炎支原体感染患儿血清 CD40L 水平升高,可影响其机体体液及细胞免疫功能,导致大量炎症递质生成,促进肺部感染的发生。以上均说明 CD40L 可通过增加促炎因子的释放参与肺炎的发生过程,这与本研究结果较为一致。本研究结果显示,BE 合并肺部感染患者血清 CD40L 水平显著高于健康者及 BE 未合并肺部感染者,且随着肺部感染严重程度的增加而呈上升趋势。这提示 CD40L 水平的升高与 BE 合并肺部感染的发生及进展有关,其水平高低可反映 BE 患者肺部感染严重程度。分析原因,BE 患者 CD40L 水平的升高激活 T 细胞,使 T 细胞与 B 细胞相互作用,进一步激活抗原呈递细胞,促进免疫炎症反应,进而引发肺部感染^[23]。通过 ROC 曲线分析发现,血清 MCP-1、CD40L 对 BE 合并肺部感染具有一定的诊断价值,且二者联合诊断优于血清 MCP-1、CD40L 单项诊断。采用该联合方式可提高诊

断的灵敏度,降低诊断的漏诊率,但同时也会导致诊断的特异度相应下降,后续将增加更多特异性指标弥补该不足。

综上所述,BE 合并肺部感染患者血清 MCP-1、CD40L 水平升高,二者评估肺部感染严重程度,二者联合对 BE 合并肺部感染具有较高的诊断价值,值得推广。本研究不足之处在于样本量小,未深入研究具体调控机制,后期将加大样本量及取样范围进行更深层次的研究。

参考文献

[1] SCHÄFER J, GRIESE M, CHANDRASEKARAN R, et al. Pathogenesis, imaging and clinical characteristics of CF and non-CF bronchiectasis[J]. BMC Pulm Med, 2018, 18(1):79.

[2] 王月平, 尹飞飞, 赵国厚, 等. 血清 CRP、IL-6、PCT 在支气管扩张症合并肺部感染中的表达水平及意义[J]. 中华医院感染学杂志, 2020, 30(9):1350-1354.

[3] LIAO X, ZHANG W, DAI H, et al. Neutrophil-derived IL-17 promotes ventilator-induced lung injury via p38 MAPK/MCP-1 pathway activation[J]. Front Immunol, 2021, 12:768813.

[4] 陈星如, 王导新. 单核细胞趋化因子-1 联合 C 反应蛋白对慢性阻塞性肺疾病合并社区获得性肺炎的诊断价值研究[J]. 中国实用内科杂志, 2021, 41(12):1056-1060.

[5] KARNELL J L, RIEDER S A, ETTINGER R, et al. Targeting the CD40-CD40L pathway in autoimmune diseases: humoral immunity and beyond[J]. Adv Drug Deliv Rev, 2019, 141:92-103.

[6] 褚明慧, 赵英弟, 黄妍. 支气管哮喘合并肺炎支原体感染患儿血清 CD40L 与血管细胞黏附分子-1 水平的变化及意义[J]. 临床和实验医学杂志, 2020, 19(17):1814-1817.

[7] 陈静, 孙建, 冯晓丽, 等. 重症肺炎患者血清 CD40L、VCAM-1、sTREM-1 水平与病情和预后的关系[J]. 北华大学学报(自然科学版), 2020, 21(6):775-778.

[8] 蔡柏蔷, 何权瀛, 高占成, 等. 成人支气管扩张症诊治专家共识(2012 版)[J/CD]. 中华危重症医学杂志(电子版), 2012, 5(5):20-30.

[9] 汪继胜, 方佳, 王云, 等. 支气管扩张症合并肺部感染患者血清 CRP、IL-6 和 PCT 的水平及临床意义[J]. 黑龙江医药, 2022, 35(3):679-682.

[10] GUNALAN A, SISTLA S, SASTRY A S, et al. Concordance between the National Healthcare Safety Network (NHSN) surveillance criteria and Clinical Pulmonary Infection Score (CPIS) criteria for diagnosis of ventilator-associated pneumonia (VAP) [J]. Indian J Crit Care Med, 2021, 25(3):296-298.

[11] COHEN R, SHTEINBERG M. Diagnosis and evaluation of bronchiectasis[J]. Clin Chest Med, 2022, 43(1):7-22.

[12] CHANDRASEKARAN R, MAC AOGÁIN M, CH-ALMERS J D, et al. Geographic variation in the aetiology, epidemiology and microbiology of bronchiectasis[J]. BMC Pulm Med, 2018, 18(1):83-94.

• 综 述 •

脂蛋白残粒胆固醇和炎症在动脉粥样硬化性心血管疾病中的作用研究进展^{*}

俞 蝶¹, 邹继华^{1,2}, 陈霜霜¹综述, 王占科^{2,3△} 审校

1. 宁波美康盛德医学检验所, 浙江宁波 315105; 2. 宁波市 VAP 脂蛋白亚组分精准检测重点实验室, 浙江宁波 315105; 3. 宁波市鄞州中医院检验科, 浙江宁波 315105

摘 要: 脂蛋白残粒胆固醇(RLP-C)是由富含三酰甘油的脂蛋白(TRLs)水解产生的残粒胆固醇,即极低密度脂蛋白 3 胆固醇(VLDL3-C)和中间密度脂蛋白胆固醇(IDL-C)组成。RLP-C 水平与动脉粥样硬化性心血管疾病(ASCVD)的发生显著相关,是除低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)以外的 ASCVD 残留风险因素。致动脉粥样硬化的脂蛋白颗粒在内膜下聚集引起慢性炎症反应,包括先天性免疫反应和适应性免疫反应。与 LDL-C 不同,RLP-C 更容易在动脉内皮下滞留且不需要氧化修饰直接被巨噬细胞吞噬,导致泡沫细胞形成和动脉壁内皮炎症反应,进而形成动脉粥样硬化斑块。该文总结 RLP-C 的概念、RLP-C 与 ASCVD 的关系和定量检测方法,以及 RLP-C 导致 ASCVD 炎症的机制。

关键词: 脂蛋白残粒胆固醇; 炎症; 动脉粥样硬化

DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2024.24.019

中图法分类号: R446.1

文章编号: 1673-4130(2024)24-3039-06

文献标志码: A

Research progress on the role of remnant lipoprotein and inflammation in atherosclerotic cardiovascular disease^{*}

YU Die¹, ZHOU Jihua^{1,2}, CHEN Shuangshuang¹, WANG Zhanke^{2,3△}

1. Medical Group of Ningbo Meikang Shengde Medical Laboratory, Ningbo, Zhejiang 315105, China; 2. Ningbo Key Laboratory for Accurate Detection of VAP Lipoprotein Subfractions, Ningbo, Zhejiang 315105, China; 3. Department of Clinical Laboratory, Ningbo Yinzhou Hospital of Traditional Chinese Medicine, Ningbo, Zhejiang 315105, China

Abstract: Remnant lipoprotein cholesterol (RLP-C) are composed of very low-density lipoprotein 3 cholesterol (VLDL3-C) and intermediate density lipoprotein cholesterol (IDL-C), which are the remnants produced by the hydrolysis of triglyceride-rich lipoproteins (TRLs). RLP-C levels are significantly related to the occurrence of atherosclerotic cardiovascular disease (ASCVD) and are the remaining risk factors for ASCVD other than low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C). Subintimal accumulation of atherogenic lipoprotein particles causes chronic inflammatory responses, including innate immune responses and adaptive immune responses. Unlike LDL-C, RLP-C is more likely to remain under the arterial endothelium and is directly phagocytosed by macrophages without oxidative modification, leading to the formation of foam cells and inflammatory reaction in the arterial wall endothelium, thereby forming atherosclerotic plaques. This review summarizes the concept of RLP-C, the relationship and quantitative detection method of RLP-C and ASCVD, and the mechanism of inflammation in ASCVD caused by RLP-C.

Key words: remnant lipoprotein cholesterol; inflammation; atherosclerosis

目前,有研究明确低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)是动脉粥样硬化性心血管疾病(ASCVD)的致病危险因素之一,针对 LDL-C 的治疗药物,包括他汀类药物、依折麦布和前蛋白转化酶枯草杆菌蛋白酶 9 型(PCSK9)抑制剂已经被引入临床^[1]。然而,《中国心血管健康与疾病报告 2022》中指出,我国 ASCVD 患

者约 3.3 亿例^[2]。2020 年的城乡居民疾病死亡原因中,ASCVD 仍占首位,占农村、城市居民疾病死亡原因的 48.00% 和 45.86%。由此可见,仅关注 LDL-C 会导致大量 ASCVD 高风险人群的漏检问题,亟须找到能够解决 ASCVD 残留风险的新靶标。有研究表明,富含三酰甘油(TG)的脂蛋白残粒胆固醇(RLP-

* 基金项目:国家科技重大专项课题(2023ZD0503401,2023ZD0305902)。

△ 通信作者, E-mail: wangzhanke@sina.com。