

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2024.03.017

磁微粒化学发光法在肺炎感染患者血清免疫标志物检验中的应用价值

杨小莹,白 薇[△],黄 婷,杨云侠

西安大兴医院呼吸与危重症医学科,陕西西安 710000

摘要:目的 探讨磁微粒化学发光法(CLIA)在肺炎支原体肺炎(MPP)患者血清免疫标志物检验中的应用价值。方法 回顾性选取 2020 年 12 月至 2022 年 10 月在该院就诊的疑似肺炎支原体(MP)感染患者 212 例为研究对象,根据 MP 快速培养结果分为 MP 感染组(112 例)和对照组(100 例)。采集两组患者空腹静脉血,分别采用 CLIA 及酶联免疫吸附试验(ELISA)检测免疫球蛋白(Ig)G、IgM、IgA 水平,采用受试者工作特征(ROC)曲线评估 IgM、IgA、IgG 诊断 MPP 感染的价值。比较 CLIA 和 ELISA 检测 IgM、IgA、IgG 的阳性率,采用四格表法检测 CLIA 及 ELISA 诊断 MPP 感染的准确率、灵敏度及特异度。结果 MP 感染组血清 IgM 水平明显高于对照组,IgA、IgG 水平明显低于对照组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。ROC 曲线结果显示,IgM、IgA、IgG 诊断 MPP 的曲线下面积(AUC)分别为 0.792、0.708、0.733,IgM+IgA+IgG 联合诊断 MPP 的 AUC 为 0.851,明显高于各指标单独诊断的 AUC($P<0.05$)。采用 CLIA 检测血清 IgM、IgA、IgG 的阳性率分别为 72.32%、34.82%、31.25%,采用 ELISA 检测血清 IgM、IgA、IgG 的阳性率分别为 58.93%、20.54%、18.75%,CLIA 检测血清 IgM、IgA、IgG 的阳性率明显高于 ELISA 检测($P<0.05$)。112 例 MPP 阳性患者中,CLIA、ELISA 检测阳性率分别为 91.07%(102/112)、84.82%(95/112),100 例 MPP 阴性患者中,CLIA、ELISA 检测阴性率分别为 84.00%(84/100)、74.00%(74/100)。CLIA 检测诊断 MPP 的准确率、灵敏度及特异度分别为 87.74%、91.07%、84.00%;ELISA 检测诊断 MPP 的准确率、灵敏度及特异度分别为 79.72%、84.82%、74.00%;CLIA 检测准确率均高于 ELISA 检测($P<0.05$)。结论 MPP 感染患者血清 IgM、IgA、IgG 明显异常表达,三者诊断 MPP 具有一定价值;CLIA 检测 IgM、IgA、IgG 的阳性表达率较高,可提高诊断 MPP 的准确性,可作为临床筛查 MP 感染的检查方式进行推广应用。

关键词:磁微粒化学发光法; 肺炎; 免疫标志物; 价值

中图分类号:R447

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2024)03-0359-05

Application value of magnetic particle chemiluminescence assay in the detection of serum immunomarkers in patients with pneumonia infectionYANG Xiaoying,BAI Wei[△],HUANG Ting,YANG YunxiaDepartment of Respiratory and Critical Care Medicine,Xi'an Daxing Hospital,
Xi'an,Shaanxi 710000,China

Abstract:Objective To analyze the value of magnetic particle chemiluminescence assay (CLIA) in the testing of serum immunomarkers in patients with Mycoplasma pneumoniae pneumonia (MPP). **Methods** A total of 212 patients with suspected Mycoplasma pneumoniae (MP) infection who were treated in the hospital from December 2020 to October 2022 were retrospectively selected for the study, and they were divided into MP infection group (112 cases) and control group (100 cases) according to the results of MP rapid culture. Fasting venous blood was collected from subjects in both groups, CLIA method and enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) were adopted respectively to detect immunoglobulin (Ig) G, IgM and IgA levels, and the values of IgM, IgA and IgG for the diagnosis of MPP infection were assessed by plotting receiver operating characteristic (ROC) curve. To compare the positive rates of IgM, IgA, and IgG of CLIA and ELISA, the accuracy, sensitivity and specificity of CLIA and ELISA for the diagnosis of MPP infections were detected by the fourfold table method. **Results** The serum IgM level in the MP infection group was significantly higher than that in the control group, and the levels of IgA and IgG were significantly lower than those in the control group, the differences had statistical significance ($P<0.05$). The ROC curve showed that the area under the curve (AUC) of IgM, IgA, and IgG for diagnosis of MPP was 0.792, 0.708, 0.733 respectively, and the AUC of the combined detection of IgM+IgA+IgG for diagnosis of MPP was 0.851, which was higher than that of each indicator alone ($P<0.05$). The positive rates of serum IgM, IgA, IgG were 72.32%, 34.82%, 31.25%

respectively, by CLIA, and 58.93%, 20.54%, 18.75% respectively, by ELISA, and the positive rates of serum IgM, IgA, and IgG by CLIA were significantly higher than those by ELISA ($P < 0.05$). The positive rates of CLIA and ELISA were 91.07% (102/112) and 84.82% (95/112) respectively, among 112 patients with positive MPP by gold standard test, while the negative rate of CLIA and ELISA were 84.00% (84/100) and 74.00% (74/100) respectively, among 100 patients with negative MPP. The accuracy, sensitivity and specificity of CLIA test for diagnosing MPP were 87.74%, 91.07% and 84.00% respectively; and which of ELISA test for diagnosing MPP were 79.72%, 84.82% and 74.00% respectively; the accuracy of CLIA was higher than those of ELISA ($P < 0.05$). **Conclusion** The serum IgM, IgA and IgG are obviously abnormally expressed in patients with MPP, the above three indicators have certain value in the diagnosis of MPP. The higher positive expression rate of IgM, IgA and IgG by CLIA can improve the accuracy of the diagnosis of MPP, so CLIA can be promoted and applied as a clinical screening test for MP infection.

Key words: magnetic particle chemiluminescence assay; pneumonia; immunomarker; value

肺炎支原体(MP)是介于病毒及细菌之间的微生物,是儿童肺炎的主要病原体类型之一^[1-2]。MP肺炎(MPP)通常是轻微的,甚至表现为自限性疾病^[3]。然而,近年来严重 MPP(SMPP)和难治性 MPP(RMPP)比例逐渐增加,部分患者甚至迅速发展为呼吸衰竭或危及生命的肺外并发症,严重影响患者生命健康^[4],因此早诊断并给予早期治疗有助于提高治疗效果、改善患者预后。随着近年免疫学说的兴起,有研究认为 MP 感染后 MPP 的发生及发展过程与机体免疫球蛋白(Ig)水平存在密切联系^[5],因此检测免疫球蛋白 G(IgG)、免疫球蛋白 M(IgM)、免疫球蛋白 A(IgA)水平变化有助于诊断 MPP。目前临床 MP 感染诊断的金标准为 MP 快速培养,但此检测方式耗时过长,且价格昂贵,无法作为正常筛查手段^[6]。磁微粒化学发光法(CLIA)是将磁性分离技术、化学发光技术、免疫分析技术 3 种技术相结合的新兴检测技术,检测时间短、灵敏度高,有助于提高 MPP 早期诊断率^[7]。本研究分析了 CLIA 在 MPP 感染患者血清免疫标志物检验中的应用价值,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性选取 2020 年 12 月至 2022 年 10 月在本院就诊的疑似 MPP 患者 212 例作为研究对象,纳入标准:(1)持续性咳嗽、发热或无发热 3~5 d;(2)年龄 ≤ 12 岁;(3)就诊前 1 个月内未应用激素类或免疫抑制剂等药物治疗。排除标准:合并免疫系统疾病或免疫缺陷疾病。根据 MP 快速培养结果将研究对象分为 MP 感染组(112 例)和对照组(100 例),对照组中男 56 例、女 44 例,平均年龄为(4.16 $\pm$ 1.05)岁;观察组中男 71 例、女 41 例,平均年龄为(4.25 $\pm$ 1.26)岁。各组年龄、性别比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。本研究经医院伦理委员会批准同意(审批号:2020-06-0328-02)。

1.2 方法 采集两组清晨空腹静脉血 5 mL,4 000 r/min 离心 10 min,取上清液,于-40℃环境中低温保存,避免反复冻融。分别采用 CLIA 和酶联免疫吸附试验(ELISA)检测 IgM、IgG、IgA 水平。

1.2.1 CLIA 采用肺炎支原体 IgM 抗体检测试剂盒(购于北京贝尔生物工程股份有限公司)、肺炎支原体 IgG 抗体检测试剂盒(购于郑州安图生物工程股份有限公司)、IgA 抗体检测试剂盒(购于苏州惠中生物科技有限公司)分别检测血清 IgM、IgG、IgA 水平,试剂盒均使用磁性纳米微粒,采用间接法检测血清中 IgM、IgG、IgA 抗体水平,由全自动化学发光仪显示结果。

1.2.2 ELISA 分别采用肺炎支原体 IgM 和 IgG 试剂盒(购于北京荣志海达生物科技有限公司)、人肺炎支原体 IgA 抗体(CPn-IgA)试剂盒(购于天津科维诺生物科技有限公司)检测血清 IgM、IgG、IgA 水平,试剂盒使用纯化的肺炎支原体国际标准株(Mp-FH)富含黏附蛋白(P1)的抗原微孔板,采用间接法检测血清中 IgM、IgG、IgA 抗体水平,由酶标分析仪显示结果。

1.2.3 判定结果 IgM 正常范围为 0.70~1.70 mg/mL、IgA 正常范围为 0.76~3.90 g/L、IgG 正常范围为 6.00~16.00 g/L,超过或低于正常范围均为阳性。

1.3 统计学处理 采用 SPSS20.0 统计软件进行数据分析。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 t 检验。计数资料以例数或率表示,两组间比较采用 χ^2 检验。绘制受试者工作特征(ROC)曲线评估 IgM、IgA、IgG 诊断 MPP 的价值。采用四格表法检测 CLIA 及 ELISA 诊断 MPP 的准确率、灵敏度及特异度。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组血清免疫标志物水平比较 MP 感染组血清 IgM 水平明显高于对照组,IgA、IgG 水平明显低于对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 1。

2.2 血清 IgM、IgA、IgG 对 MPP 的诊断价值分析 ROC 曲线结果显示,血清 IgM、IgA、IgG 诊断 MPP 的曲线下面积(AUC)分别为 0.792、0.708、0.733,IgM+IgA+IgG 联合诊断 MPP 的 AUC 为 0.851,明显高于各指标单独诊断的 AUC($P < 0.05$)。见表 2、图 1。

2.3 CLIA 与 ELISA 检测血清免疫标志物阳性率比较 采用 CLIA 检测血清 IgM、IgA、IgG 的阳性率分别为 72.32%、34.82%、31.25%，采用 ELISA 检测血清 IgM、IgA、IgG 的阳性率分别为 58.93%、20.54%、18.75%，CLIA 检测血清 IgM、IgA、IgG 的阳性率均明显高于 ELISA 检测，差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 3。

表 2 血清 IgM、IgA、IgG 对 MPP 的诊断价值分析

指标	AUC	AUC 的 95%CI	P	灵敏度(%)	特异度(%)	最佳截断值(g/L)	约登指数
IgM	0.792	0.731~0.852	0.001	74.00	75.89	1.53	0.499
IgA	0.708	0.636~0.781	0.001	50.00	89.29	0.69	0.393
IgG	0.733	0.662~0.803	0.001	58.00	86.61	6.74	0.446
IgM+IgA+IgG	0.851	0.795~0.907	0.001	83.00	85.71	—	0.687

注：—表示无数据。

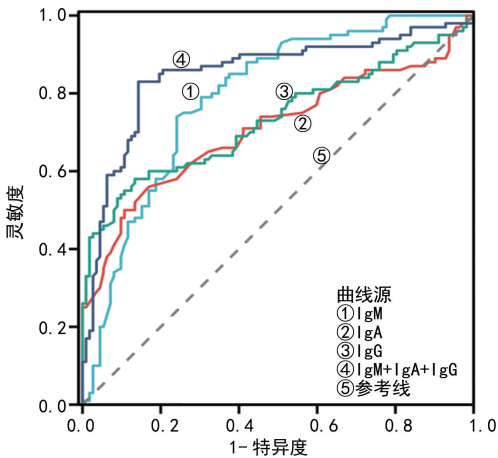


图 1 血清 IgM、IgA、IgG 诊断 MPP 的 ROC 曲线

表 3 CLIA 与 ELISA 检测血清免疫标志物阳性率比较[n(%)]

方法	n	IgM 阳性	IgA 阳性	IgG 阳性
CLIA	112	81(72.32)	39(34.82)	35(31.25)
ELISA	112	66(58.93)	23(20.54)	21(18.75)
χ^2		4.453	5.709	4.667
P		0.035	0.017	0.031

2.4 CLIA 与 ELISA 检测 MP 的阳性率比较 金标准检测的 112 例 MP 阳性患者中，CLIA、ELISA 检测阳性率分别为 91.07%(102/112)、84.82%(95/112)；100 例 MPP 阴性患者中，CLIA、ELISA 检测阴性率分别为 84.00%(84/100)、74.00%(74/100)。但两种检测方式的阳性检测率比较，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 4、5。

2.5 CLIA 与 ELISA 对 MPP 的诊断价值分析 CLIA 检测诊断 MPP 的准确率、灵敏度及特异度分别为 87.74%、91.07%、84.00%；ELISA 检测诊断 MPP 的准确率、灵敏度及特异度分别为 79.72%、84.82%、74.00%，CLIA 检测的准确率、灵敏度及特异度均高

表 1 两组血清免疫标志物水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	n	IgM(g/L)	IgA(g/L)	IgG(g/L)
MP 感染组	112	1.73±0.34	0.56±0.12	5.39±1.37
对照组	100	1.09±0.27	0.79±0.20	7.48±2.41
t		15.055	-10.276	-7.865
P		<0.001	<0.001	<0.001

于 ELISA 检测，且两种检测方式的准确率比较，差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 6。

表 4 CLIA 检测结果[n(%)]

检查方式	金标准		合计
	阳性	阴性	
CLIA			
阳性	102(48.11)	16(7.55)	118(55.66)
阴性	10(4.72)	84(39.62)	94(44.34)
合计	112(52.83)	100(47.17)	212(100.00)

表 5 ELISA 检测结果[n(%)]

检查方式	金标准		合计
	阳性	阴性	
ELISA			
阳性	95(44.81)	26(12.26)	121(57.08)
阴性	17(8.02)	74(34.91)	91(42.92)
合计	112(52.83)	100(47.17)	212(100.00)

表 6 CLIA 与 ELISA 对 MPP 的诊断价值分析

检测方式	准确率	灵敏度	特异度
CLIA	87.74%	91.07%	84.00%
ELISA	79.72%	84.82%	74.00%
χ^2	5.003	2.064	3.014
P	0.025	0.151	0.083

3 讨 论

肺炎是目前临床常见的疾病，是 3 岁以下婴幼儿死亡的常见原因，MPP 是肺炎的常见类型，占儿童肺炎的 10%~40%，MPP 最常见的临床表现为干咳和发烧，通常伴有头痛、肌痛、喉咙痛及实验室检查（主要是炎症标志物升高）和放射学检查的异常（表现斑

片状气腔实变、肺纹理增粗、呈毛玻璃影)等,症状一般较轻^[8],但近年统计发现,SMPP 及 RMPP 占比逐渐增加,不仅加重患者病症,诱导肺外并发症的发生,严重者还需入住重症监护室进行生命支持等治疗,对患者生活质量及生长发育造成严重影响^[9],因此早期诊断并快速给予对症治疗有助于改善患者预后情况。免疫学相关研究认为,MP 入侵机体时,机体在感染刺激下分泌出 IgM、IgG 2 种特异性抗原^[10-11],而 IgA 作为机体局部组织对抗感染的主要抗体也出现异常表达^[12-13]。IgM 是 MP 感染后机体最早分泌的一种抗原,一般在 1 周左右对呈异常表达,3~4 周时 IgM 水平到达高峰^[14],因此当患者因病症就诊时 IgM 已达到较高水平,临床多选择 IgM 阳性为 MP 感染的主要诊断指标。本研究中,MP 感染组血清 IgM 水平明显高于对照组,IgA、IgG 水平明显低于对照组,说明 MP 感染与机体 Ig 水平变化密切相关,IgM、IgA、IgG 可能参与 MPP 的发生及发展过程,与王建斌等^[15]的研究结果相近,该研究认为,小儿肺炎应用呼吸道病原体抗体检测的诊断价值较高,可为临床疾病诊治提供依据。同时本研究建立的 ROC 曲线分析结果显示,IgM、IgA、IgG 诊断 MPP 的 AUC 分别为 0.792、0.708、0.733,IgM+IgA+IgG 联合诊断 MPP 的 AUC 为 0.851,说明 IgM、IgA、IgG 在诊断 MPP 方面具有一定价值,且三者联合诊断价值较高,可作为临床筛查 MPP 的首要方式。

目前临床诊断 MP 感染的主要方式包括血清学鉴定、MP 快速培养法及 PCR 法;PCR 法具有快速、灵敏度高、特异度高等特点,但因操作方法烦琐及患儿配合度较低等原因,PCR 可能造成假阴性,且 PCR 过程中易出现基因扩增产物污染等情况,假阳性风险较高。血清学鉴定为临床筛查诊断的主要方式,但多需手工操作,操作步骤烦琐^[16-17]。血清学中 ELISA 较为常见,ELISA 多用于定性检测及要求不高的半定量检测,但 ELISA 无法区分各种核型,易受低亲和力抗体的影响,灵敏度较低,易出现误诊和漏诊,且 ELISA 无法实现全自动检测,需人力配合检测且检测步骤较为烦琐,检测时间较长,检测效率偏低,因此在临床早期诊断中作用受限。CLIA 是近年新兴技术,基于磁性分离技术、化学发光技术、免疫分析技术 3 种技术原理而成,具有磁性分离技术的快速易自动化性、化学发光技术的高灵敏度、免疫分析的高特异度等优点,具有全自动、全定量、随机上样等特点,操作简单、检测迅速,是自身抗体检测新技术^[18-19]。本研究发现,CLIA 检测血清 IgM、IgA、IgG 阳性表达率明显高于 ELISA 检测,说明 CLIA 以发光强度为检测原理,阳性检测率较高,不易受突变抗体的干扰,有效克服 ELISA 检测的不足,可提高临床检测的准确性,究其原因可能为 CLIA 采用顺磁性微粒固相载体,具有

反应面积大、可循环利用标志物等特点,可实现自身抗体的高效率、全自动化、多元化定量检测,极大减少漏诊和误诊,对 MPP 的诊断及病情监测方面具有重要意义。另外,本研究采用四格表法检测发现 CLIA 准确率、灵敏度及特异度均高于 ELISA 检测,也进一步说明 CLIA 稳定性高,可作为临床筛查 MPP 的首要手段,帮助早期诊断 MPP 并及时进行治疗,提高治疗效果,同时 CLIA 易实现自动化操作,检测试剂均为原装,并配有自动采样,可以有效避免人为因素造成的误差,提高诊断的准确性,具有良好的重复性,且节省人力物力,可减少医疗资源的浪费,具有较大的潜在价值。

综上所述,MPP 感染患者血清 IgM、IgA、IgG 明显异常表达,三者诊断 MPP 方面具有一定价值,CLIA 检测 IgM、IgA、IgG 的阳性率较高,可提高诊断 MPP 的准确性,故 CLIA 可作为临床筛查 MP 感染的检查方式进行推广应用。

参考文献

- [1] TSAI T A, TSAI C K, KUO K C, et al. Rational stepwise approach for *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children [J]. *J Microbiol Immunol Infect*, 2021, 54(4): 557-565.
- [2] 陈志敏, 求伟玲. 儿童肺炎支原体肺炎治疗进展[J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2021, 36(16): 1214-1217.
- [3] CHEN Y C, HSU W Y, CHANG T H. Macrolide-resistant *mycoplasma pneumoniae* infections in pediatric community-acquired pneumonia [J]. *Emerg Infect Dis*, 2020, 26(7): 1382-1391.
- [4] 石连霞, 魏寒松. 肺炎支原体肺炎患儿巨噬细胞趋化因子 8、白细胞介素-17、白细胞介素-23 及免疫球蛋白水平的变化情况[J]. *中国妇幼保健*, 2019, 35(12): 2241-2244.
- [5] CHEN J, YIN Y, ZHAO L, et al. *Mycoplasma pneumoniae* infection prediction model for hospitalized community-acquired pneumonia children [J]. *Pediatr Pulmonol*, 2021, 56(12): 4020-4028.
- [6] MARCHI S, COPPOLA C, PIU P, et al. SARS-CoV-2 epidemiological trend before vaccination era: a seroprevalence study in Apulia, Southern Italy, in 2020 [J]. *Z Gesamth Wiss*, 2023, 4: 1-6.
- [7] MAO N, DONG M, ZHU Z, et al. Detection of SARS-CoV-2 antibodies in oral fluid using a magnetic particle-based chemiluminescence immunoassay-Beijing municipality, China, 2021 [J]. *China CDC Wkly*, 2022, 4(40): 890-894.
- [8] 缪小莉, 侯斌, 揭红英, 等. 重症感染性肺炎 IgM、IgG 抗体与 TNF- α 、IL-6 相关性分析 [J]. *饮食保健*, 2021(51): 101-102.
- [9] DAI F F, LIU F Q, CHEN X, et al. The treatment of macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children [J]. *J Clin Pharm Ther*, 2021, 46(3): 705-710.
- [10] WU L, YE M, QIN X, et al. Diagnostic (下转第 367 页)

- 的中西医结合筛查模型研究[J]. 中华中医药杂志, 2022, 37(4):2207-2213.
- [2] 陈焱彬, 晏喻婷, 郭铁. 血压变异性对冠心病合并同型半胱氨酸升高的高血压老年患者认知功能和预后的影响[J]. 临床内科杂志, 2021, 38(2):120-122.
- [3] 张欢, 郑林林. 血压晨峰与血压心率变异性的相关性研究[J]. 临床心电学杂志, 2021, 30(6):439-441.
- [4] 石雪丽, 赵光宇, 刘敬敏. 氨氯地平阿托伐他汀对高血压合并冠心病患者心血管活性肽、炎症因子及血管内皮功能的影响[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2021, 13(4):438-442.
- [5] 中国医疗保健国际交流促进会, 心血管病分会. 高血压合并冠心病患者血压管理中国专家共识[J]. 中华医学杂志, 2022, 102(10):717-728.
- [6] 韦琬, 郭延云, 杜益君, 等. 恩格列净对 2 型糖尿病合并高血压患者血压变异性及左心室质量指数的影响[J]. 中华糖尿病杂志, 2022, 14(4):329-336.
- [7] 余晗俏, 李超, 余育斌, 等. Hp 感染根除疗法对慢性冠脉综合征 Gensini 积分和脂代谢及预后的影响[J]. 中华医院感染学杂志, 2022, 32(14):2131-2136.
- [8] CLEVEN L, KRELL-ROESCH J, NIGG C R, et al. The association between physical activity with incident obesity, coronary heart disease, diabetes and hypertension in adults: a systematic review of longitudinal studies published after 2012[J]. BMC Public Health, 2020, 20(1):726.
- [9] 王鲁雁, 陈源源, 孙宁玲. 钙通道阻滞剂在不同血脂异常高血压患者中的疗效差异: 马来酸左旋氨氯地平与苯磺酸氨氯地平在高血压治疗中的比较效果研究亚组分析[J]. 中华高血压杂志, 2022, 30(7):657-663.
- [10] SUNDSTRÖM J, LIND L, NOWROUZI S, et al. Heterogeneity in blood pressure response to 4 antihypertensive drugs: a randomized clinical trial[J]. JAMA, 2023, 329(14):1160-1169.
- [11] 罗娜, 齐贵彬. 冠心苏合软胶囊联合美托洛尔治疗冠心病心绞痛的临床研究[J]. 现代药物与临床, 2021, 36(7):1475-1479.
- [12] 时彬, 卢运, 魏晶晶. 酒石酸美托洛尔联合贝那普利对高血压合并心力衰竭患者心功能指标、血压昼夜节律变化及心率变异性的影响[J]. 中南医学科学杂志, 2022, 50(1):93-97.
- [13] 李佳娜, 艾世宜, 李星. 老年高血压合并冠心病患者血压晨峰与血清可溶性血管黏附因子 1 和干扰素 γ 相关性分析[J]. 陕西医学杂志, 2021, 50(7):825-828.
- [14] TRONCOSO MF, ORTIZ-QUINTERO J, GARRIDOMORENO V, et al. VCAM-1 as a predictor biomarker in cardiovascular disease[J]. Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis, 2021, 1867(9):166170.
- [15] 张文涛, 陈云宪, 唐良秋. NF- κ B 信号通路在冠状动脉粥样硬化性心脏病中的作用[J]. 国际心血管病杂志, 2021, 48(1):28-31.
- [16] CHEN J, WANG L, LIU W H, et al. Aspirin protects human coronary artery endothelial cells by inducing autophagy[J]. Physiol Int, 2020, 107(2):294-305.
- [17] 崔勤涛, 王学惠, 刘永强, 等. 下调 lncRNA Neat1 表达通过减少 NF- κ B P65 的细胞核转位保护大鼠心肌缺血再灌注损伤[J]. 中国免疫学杂志, 2022, 38(20):2455-2460.
- [18] 杨雅雯, 夏敏, 吴芬, 等. Rho 相关卷曲螺旋蛋白激酶 1 在动脉粥样硬化血管壁中的表达及其与基质金属蛋白酶 2 及转化生长因子 1 的相关性[J]. 中华老年多器官疾病杂志, 2023, 22(1):53-58.
- [19] BECIROVIC-AGIC M, CHALISE U, DASEKE M J, et al. Infarct in the heart: what's MMP-9 got to do with it[J]. Biomolecules, 2021, 11(4):491.
- [20] 章如山, 唐根富, 王瑞, 等. 安庆市农村高血压患者低密度脂蛋白胆固醇与肾功能轻度下降的关系[J]. 中华全科医学, 2022, 20(7):1226-1229.
- [21] 喻倩, 李寒, 王世相. 慢性肾脏病患者高血压的容量管理[J]. 中华医学杂志, 2021, 101(4):239-242.

(收稿日期:2023-03-10 修回日期:2023-12-08)

(上接第 362 页)

- value of quantitative MP-IgG for Mycoplasma pneumoniae pneumonia in adults[J]. Clin Chim Acta, 2020, 503:76-83.
- [11] CHEN L, YIN J, LIU X, et al. Thromboembolic complications of Mycoplasma pneumoniae pneumonia in children[J]. Clin Respir J, 2023, 17(3):187-196.
- [12] 吴雯, 周贵香, 施超, 等. 新型冠状病毒感染者特异性抗体变化特征分析[J]. 中国公共卫生, 2022, 38(6):804-807.
- [13] 范彦希. 肺炎支原体患儿免疫球蛋白 IgM、IgG、IgA 水平变化与意义[J/CD]. 现代医学与健康研究(电子版), 2019, 4(1):43-44.
- [14] 谢朝梅, 覃平, 曾希鹏, 等. 新冠肺炎确诊病例血液标本 IgM 和 IgG 动态检测结果分析[J]. 中国公共卫生, 2020, 36(10):1396-1398.
- [15] 王建斌, 袁慧, 聂晓伟, 等. 血清降钙素原联合呼吸道病原体抗体检测对小儿肺炎的诊断价值分析[J]. 中国医药, 2020, 15(7):1093-1096.
- [16] 杭鑫茹, 耿荣庆, 钱林. 牛奶过敏原 β -乳球蛋白的重组制备及磁微粒化学发光检测法的建立[J]. 生物技术通报, 2020, 36(3):193-198.
- [17] KONG W H, ZHAO R, ZHOU J B, et al. Serologic response to SARS-CoV-2 in COVID-19 patients with different severity[J]. Virol Sin, 2020, 35(6):752-757.
- [18] YANG X, WEI Y, DU Y, et al. Electrogenerated chemiluminescence immunoassays on nanoelectrode ensembles platform with magnetic microbeads for the determination of carbohydrate antigen[J]. Anal Chem, 2020, 92(24):15837-15844.
- [19] 碧燕, 赵丽萍, 陶文富, 等. 磁微粒化学发光法检测乙型肝炎 6 项血清标志物关键性能指标验证[J]. 检验医学, 2020, 35(5):476-480.

(收稿日期:2023-04-10 修回日期:2023-11-11)