DOI:10.12138/j.issn.1671－9638.20264418

·论著·

全血细胞计数衍生的炎症指数在儿童甲型流感病毒感染中的诊断价值

逯 玉,乔旭茹,刘姣玲,张文涛
(临汾市妇幼保健院儿童医院检验科,山西 临汾 041000)

[摘 要] **目的** 探究全血细胞计数衍生的炎症指数在临汾市儿童甲型流行性感冒(流感)病毒(IAV)感染及合并感染中的早期诊断与鉴别价值,为临床精准诊疗提供循证依据。**方法** 选取 2025 年 1 月—2026 年 1 月临汾市妇幼保健院儿童医院收治的 392 例儿童为研究对象,根据感染情况划分为 IAV 感染组(147 例)、IAV 合并感染组(75 例)及健康对照组(170 例)。检测白细胞计数(WBC)、中性粒细胞计数(Neu)、淋巴细胞计数(Lym)、血小板计数(PLT)、单核细胞计数(Mono),计算衍生炎症指数[中性粒细胞/淋巴细胞比值(NLR)、血小板/淋巴细胞比值(PLR)、淋巴细胞/单核细胞比值(LMR)、系统性免疫炎症指数(SII)、系统性炎症反应指数(SIRI)]并进行三组间比较。采用多因素 Logistic 回归分析筛选 IAV 感染及合并感染风险的独立影响因素。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析影响因素预测儿童 IAV 感染及鉴别 IAV 合并感染的效能。**结果** IAV 合并感染组 Neu、NLR、PLR、SII、SIRI 水平均高于健康对照组,PLT 水平高于 IAV 感染组,NLR、PLR、SII 均低于 IAV 感染组,Lym 水平低于健康对照组但高于 IAV 感染组,LMR 低于健康对照组但高于 IAV 感染组,Mono、WBC 水平均高于健康对照组和 IAV 感染组(均 $P<0.05$);IAV 感染组 Neu、Mono、NLR、PLR、SII、SIRI 均高于健康对照组,Lym、LMR 低于健康对照组(均 $P<0.05$);Neu、Lym、PLT、Mono、WBC、NLR、PLR、LMR、SII 和 SIRI 三组间比较,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,LMR 水平较高是儿童 IAV 感染的独立保护因素,也是儿童 IAV 合并感染的独立危险因素(均 $P<0.05$)。ROC 曲线结果表明,LMR 诊断儿童单纯 IAV 感染的曲线下面积(AUC)为 0.937,95%*CI*:0.911～0.963;LMR 鉴别诊断儿童 IAV 合并感染的 AUC 为 0.603,95%*CI*:0.521～0.685。**结论** 全血细胞计数衍生的炎症指数能有效反映儿童 IAV 感染及合并感染的免疫炎症状态,其中,LMR 对儿童 IAV 感染具有较高的诊断价值,对合并感染具有一定的辅助鉴别价值。

[关 键 词] 甲型流感病毒;全血细胞计数;炎症指数;感染;诊断价值;淋巴细胞/单核细胞比值
[中图分类号] R725.1

Diagnostic utility of complete blood count-derived inflammatory indices in pediatric influenza A virus infection

Di Yu, Qiao Xuru, Liu Jiaoling, Zhang Wentao (*Department of Clinical Laboratory, Linfen Maternal and Child Health Hospital Children's Hospital, Linfen* 041000, *China*)

[**Abstract**] **Objective** To investigate the value of complete blood count-derived inflammatory indices in the early diagnosis and differentiation of influenza A virus (IAV) infection and co-infections in children in Linfen City, and to provide evidence-based support for precise clinical diagnosis and treatment. **Methods** A total of 392 children admitted to Linfen Maternal and Child Health Hospital Children's Hospital from January 2025 to January 2026 were enrolled. According to infection status, they were divided into the IAV infection group (147 cases), the IAV co-infection group (75 cases), and healthy control group (170 cases). White blood cell count (WBC), neutrophil count (Neu), lymphocyte count (Lym), platelet count (PLT), and monocyte count (Mono) were measured. Derived inflammatory indices, including neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR), platelet-to-lymphocyte ratio (PLR), lymphocyte-to-monocyte ratio (LMR), systemic immune-inflammation index (SII), and systemic inflammation

[收稿日期] 2026－04－08
[作者简介] 逯玉(1984－),女(汉族),山西省临汾市人,副主任技师,主要从事检验相关研究。
[通信作者] 逯玉 E-mail:ss2587@126.com

response index (SIRI), were calculated and compared among the three groups. Multivariate logistic regression analysis was used to identify independent influencing factors associated with the risk of IAV infection and co-infection. Receiver operating characteristic (ROC) curves were used to evaluate the performance of these factors in predicting IAV infection and differentiating IAV co-infection in children. **Results** The IAV co-infection group had higher levels of Neu, NLR, PLR, SII, and SIRI than the healthy control group and had a higher PLT level than the IAV infection group, whereas NLR, PLR, and SII were lower than those in the IAV infection group. Lym level was lower than that in the healthy control group but higher than that in the IAV infection group. LMR was lower than that in the healthy control group but higher than that in the IAV infection group. Mono and WBC levels were higher than those in both the healthy control group and IAV infection group (all $P<0.05$). The IAV infection group had higher levels of Neu, Mono, NLR, PLR, SII, and SIRI and lower levels of Lym and LMR than the healthy control group (all $P<0.05$). Significant differences were observed among the three groups in Neu, Lym, PLT, Mono, WBC, NLR, PLR, LMR, SII, and SIRI (all $P<0.05$). Multivariate logistic regression analysis revealed that a higher LMR level was an independent protective factor for IAV infection in children and an independent risk factor for IAV co-infection (both $P<0.05$). ROC curve analysis showed that the AUC of LMR for diagnosing IAV infection alone in children was 0.937 (95%*CI*: 0.911～0.963), whereas the AUC of LMR for differentiating IAV co-infection was 0.603 (95%*CI*: 0.521～0.685). **Conclusion** Complete blood count-derived inflammatory indices can effectively reflect the immune-inflammatory status of IAV infection and co-infections in children. Among these indices, LMR has high diagnostic value for IAV infection in children and provides some auxiliary value for differentiating co-infections.

[**Key words**] influenza A virus; complete blood count; inflammatory indices; infection; diagnostic value; lymphocyte-to-monocyte ratio

甲型流行性感冒(流感)是由甲型流感病毒(IAV)感染引起的急性呼吸道传染病。儿童因免疫系统尚未发育成熟、呼吸道黏膜屏障功能薄弱,成为IAV感染的高发人群[1-2]。IAV感染后,患儿多表现为发热、咳嗽、咽痛等非特异性症状,部分患儿可快速进展为重症,合并细菌或肺炎支原体感染时易引发呼吸衰竭、感染性休克等严重并发症,病死率显著升高[3-4]。因此,早期准确诊断IAV感染并鉴别是否合并其他病原体感染是优化感染患儿治疗方案、降低不良结局风险的关键。传统诊断方法中,IAV核酸检测虽特异性高,但存在检测耗时、设备要求高、成本较高等局限,难以满足基层医疗机构及急诊快速诊疗的需求[5]。全血细胞计数作为临床常规筛查项目,具有操作简便、快速、成本低廉等优势,其核心指标的变化可直接反映机体炎症反应状态。基于全血细胞计数衍生的炎症指数整合了不同免疫细胞特征,能更全面地体现机体免疫失衡及炎症反应强度,已在成人社区获得性肺炎、败血症等感染性疾病诊断中显示出优于单一指标的效能[6-8]。基于此,本研究以临汾市妇幼保健院儿童医院收治的儿童人群为研究对象,系统分析多种全血细胞计数衍生的炎症指数表达差异,筛选儿童IAV感染及合并感染风险的独立危险因素并建立适用于当地儿童的快速诊断工具,为临床早期精准诊疗提供循证依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选取2025年1月—2026年1月临汾市妇幼保健院儿童医院收治的392例儿童为研究对象,按临床诊断分为IAV感染组($n=147$)、IAV合并感染组($n=75$)和健康对照组($n=170$)。研究对象年龄为0～14岁。IAV感染组纳入标准:(1)合并发热(体温≥38.0 ℃)、咳嗽、咽痛、乏力等呼吸道症状,病程≤7 d;(2)咽拭子IAV核酸检测Ct值<40,或IAV IgM抗体OD值≥临界值;(3)痰培养/血培养无致病菌生长,支原体核酸检测阴性,其他呼吸道病毒核酸检测阴性。IAV合并感染组纳入标准:(1)符合IAV感染诊断标准;(2)经痰培养/血培养、核酸检测检出致病菌,呼吸道病毒或肺炎支原体感染。健康对照组纳入标准:(1)无呼吸道感染症状,近1个月内无感染病史及用药史;(2)血常规检测指标均在儿童正常参考范围内;(3)无慢性疾病、过敏史及手术史。所有研究对象均排除以下情况:(1)合并严重肝肾功能不全、血液系统疾病、自身免疫性疾病、恶性肿瘤;(2)近1周内使用过抗菌药物、抗病毒药物、糖皮质激素或免疫抑制剂;(3)标本采集过程中出现溶血、凝固等影响检测结果的情况;(4)临床资料不完整。本研究经临汾市妇幼保健院儿童医院医学伦理

委员会批准(审批号:LFFY-20260315),豁免签署所有研究对象监护人的书面知情同意书。

1.2 观察指标及检测方法

1.2.1 标本采集与处理 所有研究对象均于入院后 24 h 内(健康对照组于体检当日)采集末梢血 100 μL,注入含 EDTA-K2 抗凝剂的采血管,1 h 内送至检验科,2 h 内完成全血细胞计数检测,未及时检测的标本置于室温,最长保存时间不超过 4 h。

1.2.2 实验室检测 (1)全血细胞计数检测:白细胞计数(WBC)、中性粒细胞计数(Neu)、淋巴细胞计数(Lym)、血小板计数(PLT)、单核细胞计数(Mono)等全血细胞计数指标采用迈瑞 BC-7300 血细胞分析仪及配套试剂检测。每日检测前进行 1 次质控品检测,质控结果在允许范围内方可进行标本检测。正常参考值范围:WBC(4.00~12.00)×10^9/L,Neu(1.50~7.00)×10^9/L,Lym(0.80~4.00)×10^9/L,PLT(125~350)×10^9/L,Mono(0.10~0.60)×10^9/L。(2)衍生炎症指数计算:根据全血细胞计数原始检测数据计算衍生炎症指数,所有计算均采用检测仪器直接输出的精确数值(保留小数点后两位)。①中性粒细胞/淋巴细胞比值(neutrophil-to-lymphocyte ratio, NLR) = Neu(×10^9/L)÷Lym(×10^9/L);②血小板/淋巴细胞比值(platelet-to-lymphocyte ratio, PLR) = PLT(×10^9/L)÷Lym(×10^9/L);③淋巴细胞/单核细胞比值(lymphocyte-to-monocyte ratio, LMR) = Lym(×10^9/L)÷Mono(×10^9/L);④系统性免疫炎症指数(systemic immune-inflammation index, SII) = [PLT(×10^9/L)×Neu(×10^9/L)]÷Lym(×10^9/L);⑤系统性炎症反应指数(systemic inflammation response index, SIRI) = [Neu(×10^9/L)×Mono(×10^9/L)]÷Lym(×10^9/L)。(3)呼吸道病原体核酸检测:采用咽拭子标本检测 IAV、乙型流感病毒、呼吸道合胞病毒、肺炎支原体、呼吸道腺病毒及人鼻病毒,使用湖南圣湘生物科技股份有限公司对应核酸检测试剂盒(实时荧光定量 PCR 法),检测仪器为上海宏石 SLAN-96S 全自动医用 PCR 分析系统,Ct 值<40 判定为阳性。

1.3 统计学方法 应用 SPSS 26.0 统计软件进行数据分析与图表绘制。计量资料采用 *Shapiro-Wilk* 检验判断是否符合正态分布,不符合正态分布的数据以中位数(四分位数)[$M(Q_1,Q_3)$]表示,多组非正态分布资料比较采用 *Kruskal-Wallis H* 检验,组间两两比较采用 *Dunn* 检验(*Bonferroni* 校正);计数资料以频数(百分比)[n(%)]表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用方差膨胀因子(VIF)检验多重共线性,以 VIF>10 为存在严重共线性判断标准,将 VIF≤10 的指标纳入多因素 Logistic 回归分析以筛选 IAV 感染及 IAV 合并感染风险的独立危险因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线并计算曲线下面积(AUC),评估独立危险因素的诊断效能。P≤0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 IAV 感染组、IAV 合并感染组和健康对照组儿童基线资料比较 三组儿童性别构成差异无统计学意义(P>0.05),年龄差异具有统计学意义(P<0.05);两两比较结果显示,健康对照组、IAV 感染组儿童年龄差异无统计学意义(P>0.05),但均大于 IAV 合并感染组患儿(均 P<0.05)。见表 1。

表 1 IAV 感染组、IAV 合并感染组和健康对照组儿童基线资料比较

Table 1 Comparison of baseline characteristics among children in the IAV infection, IAV co-infection, and healthy control groups

项目	IAV 感染组(n = 147)	IAV 合并感染组(n = 75)	健康对照组(n = 170)	χ^2/H	P
男性[例(%)]	72(49.0)	38(50.7)	81(47.6)	0.196	0.907
年龄[$M(Q_1,Q_3)$,岁]	5(3,6)	3(1,4)*#	5(3,7)	61.865	<0.001

注:* 表示与健康对照组比较,P<0.05;# 表示与 IAV 感染组比较,P<0.05。

2.2 IAV 感染组、IAV 合并感染组与健康对照组儿童全血细胞计数指标比较 IAV 合并感染组 Neu 水平高于健康对照组(P<0.05),与 IAV 感染组比较差异无统计学意义(P>0.05);PLT 水平高于 IAV 感染组(P<0.05),与健康对照组比较差异无统计学意义(P>0.05);Lym 水平低于健康对照组但高于 IAV 感染组(均 P<0.05);Mono、WBC 水平均高于健康对照组和 IAV 感染组(均 P<0.05);IAV 感染组 Neu、Mono 均高于健康对照组(均 P<0.05),Lym 低于健康对照组(P<0.05),PLT 低于健康对照组和合并感染组(均 P<0.05),见表 2。

表 2　IAV 感染组、IAV 合并感染组与健康对照组儿童全血细胞计数指标比较[$M(Q_1,Q_3)$，$\times10^9$/L]

Table 2　Comparison of complete blood count parameters among children in the IAV infection, IAV co-infection, and healthy control groups ($M[Q_1, Q_3]$, $\times10^9$/L)

指标	IAV 感染组(n = 147)	IAV 合并感染组(n = 75)	健康对照组(n = 170)	H	P
Neu	4.37(2.94,6.40)*	4.28(2.53,7.00)*	2.78(2.13,3.58)	53.136	<0.001
Lym	1.60(0.98,2.31)*	2.38(1.29,4.32)*#	3.13(2.59,3.84)	120.170	<0.001
PLT	233(191,282)*	273(225,338)#	283(239,339)	32.660	<0.001
Mono	0.60(0.44,0.79)*	0.71(0.50,1.02)*#	0.39(0.30,0.48)	99.862	<0.001
WBC	6.80(5.34,9.23)	8.33(5.76,11.80)*#	6.54(5.64,7.88)	9.676	0.008

注：* 表示与健康对照组比较，P<0.05；# 表示与 IAV 感染组比较，P<0.05。

2.3　IAV 感染组、IAV 合并感染组与健康对照组儿童全血细胞计数衍生炎症指数比较　IAV 合并感染组 NLR、PLR、SII、SIRI 水平均高于健康对照组(均 P<0.05)，低于 IAV 感染组(除 SIRI 外，其余均 P<0.05)；LMR 低于健康对照组、高于 IAV 感染组(均 P<0.05)；IAV 感染组 NLR、PLR、SII、SIRI 均高于健康对照组(均 P<0.05)，LMR 低于健康对照组和合并感染组(均 P<0.05)；三组间 NLR、PLR、LMR、SII 和 SIRI 比较差异均有统计学意义(均 P<0.05)，见表 3。

表 3　IAV 感染组、IAV 合并感染组与健康对照组儿童全血细胞计数衍生炎症指数比较[$M(Q_1,Q_3)$]

Table 3　Comparison of complete blood count-derived inflammatory indices among children in the IAV infection, IAV co-infection, and healthy control groups ($M[Q_1, Q_3]$)

指标	IAV 感染组(n = 147)	IAV 合并感染组(n = 75)	健康对照组(n = 170)	H	P
NLR	2.66(1.61,5.30)*	1.49(0.71,4.10)*#	0.87(0.65,1.31)	126.423	<0.001
PLR	144.86(99.30,231.63)*	120.10(75.14,195.70)*#	91.39(68.63,111.04)	77.361	<0.001
LMR	2.74(1.62,4.14)*	3.38(2.18,5.39)*#	8.81(6.34,11.19)	200.721	<0.001
SII($\times10^9$/L)	681.37(339.55,1 364.31)*	473.33(204.20,1 244.51)*#	253.05(177.15,349.77)	92.762	<0.001
SIRI($\times10^9$/L)	1.63(0.84,4.13)*	1.22(0.57,3.34)*	0.34(0.21,0.55)	150.004	0.001

注：* 表示与健康对照组比较，P<0.05；# 表示与 IAV 感染组比较，P<0.05。

2.4　儿童 IAV 感染风险的多因素 Logistic 回归分析　将 IAV 感染组与健康对照组间单因素分析 P≤0.05 的指标(Neu、Lym、PLT、Mono、NLR、PLR、LMR、SII、SIRI)作为自变量，以儿童是否发生 IAV 感染为因变量(IAV 感染 = 1、健康 = 0)，其中，共线性分析表明 Neu、Lym、PLT、Mono 与其他变量存在多重共线性(VIF 分别为 10.932、11.113、10.301、11.035)，剔除后多因素 Logistic 回归分析结果显示仅 LMR 水平较高是儿童 IAV 感染的独立保护因素(P<0.05)，见表 4。

表 4　儿童 IAV 感染风险的多因素 Logistic 回归分析

Table 4　Multivariate logistic regression analysis of risk factors for IAV infection in children

变量	β	S_b	Wald χ^2	OR	95%CI	P
NLR	0.914	0.467	3.830	2.496	0.999～6.236	0.050
PLR	0.009	0.006	2.449	1.009	0.998～1.021	0.118
LMR	−0.557	0.124	20.205	0.573	0.449～0.730	<0.001
SII	−0.003	0.001	3.783	0.997	0.994～1.001	0.052
SIRI	0.269	0.407	0.436	1.308	0.590～2.903	0.509
常数项	1.362	1.246	1.194	−	−	0.275

注：− 表示无数值。

2.5　鉴别儿童 IAV 单纯感染和合并感染的多因素 Logistic 回归分析　将 IAV 感染组和 IAV 合并感染组间单因素分析 $P \leqslant 0.05$ 的指标（Lym、PLT、Mono、WBC、NLR、PLR、LMR、SII）作为自变量，以儿童是否合并感染为因变量（合并感染 = 1、非合并感染 = 0），其中，共线性分析表明 Lym、PLT、Mono、WBC 与其他变量存在多重共线性（VIF 分别为 11.045、10.139、10.098、12.157），剔除后多因素 Logistic 回归分析结果显示仅 LMR 水平较高是儿童 IAV 合并感染的独立危险因素（$P<0.05$），见表 5。

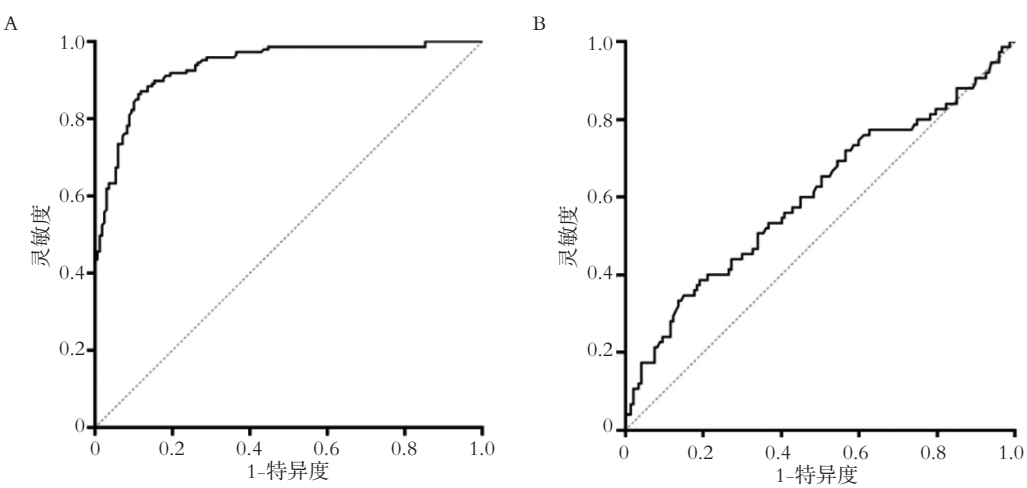
表 5　鉴别儿童 IAV 单纯感染和合并感染的多因素 Logistic 回归分析

Table 5　Multivariate logistic regression analysis for differentiating IAV infection alone and coinfection in children

变量	β	S_b	Wald χ^2	OR	95%CI	P
NLR	−0.144	0.095	2.270	0.866	0.719～1.044	0.132
PLR	−0.003	0.002	1.798	0.997	0.993～1.001	0.180
LMR	0.166	0.073	5.144	1.181	1.023～1.364	0.023
SII	0.001	0.001	2.475	1.001	0.996～1.001	0.123
常数项	−1.042	0.459	5.153	−	−	0.023

注：− 表示无数值。

2.6　LMR 诊断儿童单纯 IAV 感染及鉴别合并感染的效能分析　ROC 曲线分析表明，LMR 诊断儿童单纯 IAV 感染的 AUC 为 0.937，95%CI：0.911～0.963，灵敏度为 87.07%，特异度为 88.24%，约登指数为 0.753，此时最佳截断值为 5.02；LMR 鉴别儿童 IAV 合并感染的 AUC 为 0.603，95%CI：0.521～0.685，灵敏度为 33.33%，特异度为 86.39%，约登指数为 0.197，此时最佳截断值为 4.96，见图 1。



注：A 为 LMR 区分单纯 IAV 感染与健康对照的 ROC 曲线（AUC = 0.937，效能良好）；B 为 LMR 区分 IAV 合并感染与单纯感染的 ROC 曲线（AUC = 0.603，效能较低）。

图 1　LMR 诊断儿童单纯 IAV 感染、合并感染的效能分析

Figure 1　Diagnostic performance of LMR for IAV infection alone and coinfection in children

3　讨论

儿童因免疫系统与呼吸道黏膜屏障未发育成熟，是 IAV 感染的高发人群，且合并细菌、肺炎支原体感染时易进展为重症，而传统 IAV 核酸检测存在耗时、设备依赖、成本较高等局限，难以满足基层医疗机构及急诊快速诊疗需求[3-5]。基于全血细胞计数衍生的炎症指数操作简便、经济快速，能全面整合免疫细胞特征并反映机体炎症与免疫失衡状态。本

研究聚焦临汾市儿童人群，发现全血细胞计数指标在三组间呈现特征性变化：IAV 合并感染组中，Neu 水平高于健康对照组，Lym 水平低于健康对照组但高于 IAV 感染组，Mono、WBC 水平均高于健康对照组和 IAV 感染组；IAV 感染组 Neu、Mono 高于健康对照组，Lym 低于健康对照组，PLT 低于健康对照组和合并感染组，且三组间上述指标差异均有统计学意义。既往研究[9]指出，IAV 感染后通过激活 Toll 样受体（TLR）信号通路诱导巨噬细胞释放促炎因子，募集中性粒细胞进入感染部位吞噬病毒导致 Neu 升高，李文娟等[6]也指出流感病毒感染后 Neu 与炎症严重程度正相关；而 IAV 可直接侵袭淋巴细胞并诱导凋亡，同时炎症因子间接损伤其功能，导致 IAV 感染组 Lym 显著降低[10]，合并感染时其他病原体刺激淋巴细胞增殖部分抵消 IAV 的损伤作用，使 Lym 水平回升[11]，这一现象在 Fu 等[3]基于 tNGS 技术的儿童 IAV 合并感染研究中也有报道，证实了多重感染时免疫应答的复杂性。单核细胞作为关键抗原呈递细胞，在 IAV 感染后分化为巨噬细胞参与病毒清除，合并感染时受多种病原体刺激进一步募集导致数量持续增加[12]，Terzi 等[7]关于社区获得性肺炎的研究中也提出 Mono 与炎症严重程度正相关；WBC 的梯度升高是中性粒细胞、单核细胞等炎症细胞募集的叠加效应，单纯 IAV 感染时炎症细胞升高部分抵消淋巴细胞减少的影响，合并感染时多重病原体诱导炎症反应加剧，导致 WBC 进一步升高，符合既往多重感染加剧全身炎症反应的经典理论[13]。IAV 感染组 PLT 因病毒诱导的血管内皮损伤、凝血激活及巨核细胞功能抑制而减少[14]；合并感染时机体应激反应激活交感神经－肾上腺轴，同时细菌脂多糖诱导血小板生成素增加、加速血小板生成，使 PLT 回升至接近健康对照组水平[15]。

本研究还发现全血细胞计数衍生的炎症指数在三组间同样差异明显：IAV 合并感染组 NLR、PLR、SII、SIRI 均高于健康对照组但低于 IAV 感染组，LMR 低于健康对照组但高于 IAV 感染组；IAV 感染组 NLR、PLR、SII、SIRI 高于健康对照组，LMR 低于健康对照组。NLR 和 PLR 的变化机制与 Neu、Lym、PLT 的协同作用相关：单纯 IAV 感染时，Neu 升高、Lym 减少共同导致两者升高，合并感染时 Lym 和 PLT 回升则使两者下降[16]，但两者诊断特异性低于 LMR，更适合作为辅助指标。LMR 作为核心指数，其在健康对照组、合并感染组和 IAV 感染组中的梯度变化反映了 Lym 与 Mono 的功能平衡：淋巴细胞是清除 IAV 的核心力量，单纯 IAV 感染时其大量损伤导致 LMR 显著降低[17]；合并感染时其他病原体刺激淋巴细胞增殖，同时单核细胞持续升高但幅度有限，使 LMR 处于中间水平[18]，这与 Sakleshpur 等[2]关于儿童流感免疫应答的研究结论相符，进一步证实 LMR 能更敏感地反映儿童 IAV 感染后的免疫失衡状态。

多因素 Logistic 回归分析显示，剔除多重共线性指标后，LMR 升高是儿童 IAV 感染的独立保护因素（OR = 0.573，95%CI：0.449～0.730），也是 IAV 合并感染的独立危险因素（OR = 1.181，95%CI：1.023～1.364）。LMR 升高意味着淋巴细胞相对充足、单核细胞比例适中，提示机体适应性免疫功能完好，能有效抵抗 IAV 入侵[2]，因此成为 IAV 感染的独立保护因素；而在已确诊 IAV 感染的前提下，LMR 升高提示淋巴细胞数量较单纯 IAV 感染时恢复，这一变化并非病毒清除后的免疫修复，也可能是合并感染病原体刺激的结果，因此成为合并感染的预警信号，这与 Fu 等[3]指出混合感染时免疫应答更复杂，淋巴细胞亚群恢复不完全的结论具有一致性。ROC 曲线分析进一步证实了 LMR 的诊断价值：其诊断单纯 IAV 感染的 AUC 达 0.937，且灵敏度、特异度均较高；但鉴别 IAV 合并感染的 AUC 为 0.603，灵敏度仅 33.33%，可能与合并感染组个体差异较大有关。部分患儿合并细菌感染后 LMR 显著升高，而合并支原体感染时 LMR 升高幅度较小，且部分单纯 IAV 感染患儿因免疫功能较强，LMR 下降不明显，导致组间重叠[19]。Hong 等[20]已初步证实血常规衍生炎症指数对成人甲型流感具有筛查价值，但该研究仅纳入成人人群，且未探讨合并感染的鉴别问题。本研究在临汾地区儿童人群中系统分析了 5 种全血细胞计数衍生炎症指数，并明确了 LMR 在单纯 IAV 感染诊断及合并感染鉴别中的双重价值，为儿童人群相关研究提供补充证据，也为基层医疗机构儿童流感的快速筛查提供了本地化依据。

尽管对合并感染的鉴别效能有限，但 LMR 仍是所有血常规衍生炎症指数中最具诊断价值的指标，一方面因为剔除多重共线性后的多因素 Logistic 回归分析结果提示 LMR 是唯一同时进入“IAV 感染诊断”和“合并感染鉴别”两个模型的独立影响因素，而 NLR、PLR、SII、SIRI 差异均不具有统计学意义；其次，LMR 对单纯 IAV 感染的诊断 AUC 达

0.937，诊断效能远优于其他单一衍生指数；此外，在基层医疗机构缺乏快速核酸检测的场景下，LMR 作为血常规常规计算指标无需额外检测成本，可作为合并感染的初筛辅助工具指导临床进一步完善病原学检查。

本研究存在以下局限性：(1)为单中心回顾性研究，仅纳入该院收治的患儿，可能存在就诊偏倚，结果外推至临汾市整体儿童人群时需谨慎；(2)合并感染组样本量较小，无法按细菌感染、支原体感染等类型进行亚组分析，未来需扩大样本量进一步验证；(3)LMR 鉴别合并感染的截断值与诊断单纯 IAV 感染的截断值接近，存在一定灰色区间，需结合临床综合判断；(4)未纳入白细胞介素、C 反应蛋白等其他炎症指标，无法比较联合检测的效能。未来应开展多中心前瞻性研究，纳入更多地域和级别的医疗机构，同时联合其他炎症指标构建更精准的预测模型。

综上所述，本研究发现全血细胞计数衍生炎症指数能有效反映儿童 IAV 感染及合并感染的免疫炎症状态，其中，LMR 对儿童 IAV 感染具有较高的诊断价值，对合并感染具有一定的辅助鉴别价值，临床应用价值较高。本研究结果补充了儿童 IAV 感染诊断的循证依据，为临床早期精准识别单纯 IAV 感染及合并感染提供了可靠工具，尤其对资源有限的基层医疗机构具有重要推广价值，有助于优化治疗方案、降低重症风险。

作者贡献声明：逯玉负责研究设计、统计分析、论文撰写；乔旭茹、刘姣玲负责数据采集、录入与整理；张文涛负责文献查阅及论文修改。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

[1] 余娟娟，沙帮武，段小花，等. 甲型流感患儿的临床特征分析[J]. 中国医学创新，2025，22(27)：161－165.
Yu Juanjuan，Sha Bangwu，Duan Xiaohua，et al. Analysis of clinical characteristics of children with influenza A[J]. Medical Innovation of China，2025，22(27)：161－165.

[2] Sakleshpur S，Steed A L. Influenza：toward understanding the immune response in the young[J]. Front Pediatr，2022，10：953150.

[3] Fu Chunyun，Huang Qiang，Zhao Jiangyang，et al. Clinical characteristics and co-infection analysis of influenza a virus in pediatric respiratory infections：a study based on tNGS technology[J]. Eur J Clin Microbiol Infect Dis，2025，44(7)：1695－1704.

[4] 赵莹，魏真真，司维婧. 3～12 岁儿童甲型流感病毒感染暴发的流行病学特点分析[J]. 妇儿健康导刊，2025，4(4)：60－63.
Zhao Ying，Wei Zhenzhen，Si Weijing. Analysis of epidemiological characteristics of influenza A virus infection outbreaks in children aged 3－12 years[J]. Journal of Women and Children's Health Guide，2025，4(4)：60－63.

[5] 孙菲，艾晓娟，李名慧，等. 甲型流感病毒分子生物学检测技术研究进展[J]. 中国国境卫生检疫杂志，2025，48(4)：460－464.
Sun Fei，Ai Xiaojuan，Li Minghui，et al. Advances in molecular biological detection technology for influenza A virus[J]. Chinese Journal of Frontier Health and Quarantine，2025，48(4)：460－464.

[6] 李文娟，陈亚昆，李春艳，等. 白细胞计数联合系统性炎症反应指数在甲型流感病毒诊断中的临床价值[J]. 标记免疫分析与临床，2025，32(7)：1359－1363.
Li Wenjuan，Chen Yakun，Li Chunyan，et al. The clinical value of white blood cell count combined with systemic inflammation response index in the diagnosis of influenza A virus infection[J]. Labeled Immunoassays and Clinical Medicine，2025，32(7)：1359－1363.

[7] Terzi O E，Afşar G Ç，Çetin N，et al. Systemic inflammatory indices (SII and SIRI) in 30-day mortality risk stratification for community-acquired pneumonia：a study alongside CURB-65 and PSI[J]. Pathogens，2025，14(12)：1235.

[8] 刘松坚，郑少燕，黄茜. 血液常见炎症标志物用于甲型流感病毒感染的预测价值分析[J]. 中国疗养医学，2020，29(9)：904－907.
Liu Songjian，Zheng Shaoyan，Huang Qian. Predictive value of common blood inflammatory markers for influenza A virus infection[J]. Chinese Journal of Convalescent Medicine，2020，29(9)：904－907.

[9] Wang J P，Bowen G N，Padden C，et al. Toll-like receptor-mediated activation of neutrophils by influenza A virus[J]. Blood，2008，112(5)：2028－2034.

[10] Nichols J E，Niles J A，Roberts N J Jr. Human lymphocyte apoptosis after exposure to influenza A virus[J]. J Virol，2001，75(13)：5921－5929.

[11] Ma Jun'e，Tian Ting，Zeng Nianyi，et al. The value of common blood parameters for the differential diagnosis of respiratory tract infections in children[J]. AMB Express，2025，15(1)：25.

[12] Lamichhane P P，Samarasinghe A E. The role of innate leukocytes during influenza virus infection[J]. J Immunol Res，2019，2019：8028725.

[13] Chen Jingrou，Wang Yang，Hong Mengzhi，et al. Application of peripheral blood routine parameters in the diagnosis of influenza and *Mycoplasma pneumoniae*[J]. Virol J，2024，21(1)：162.

[14] Shi Xinyi, Hua Shenghao, Chen Zeyuan, et al. Characterization of serum metabolome and respiratory microbiota in children with influenza A virus infection[J]. Front Cell Infect Microbiol, 2025, 14: 1478876.

[15] 曾玫，姚玮蕾，谢新宝，等. 儿童甲型 H1N1 流行性感冒病毒相关性肺炎的临床特征[J]. 中华传染病杂志，2010，28(12)：716－721.
Zeng Mei, Yao Weilei, Xie Xinbao, et al. Clinical characteristics of pediatric patients with H1N1 influenza A virus-associated pneumonia[J]. Chinese Journal of Infectious Diseases, 2010, 28(12): 716－721.

[16] Zhu Ronghe, Chen Cuie, Wang Qiu, et al. Routine blood parameters are helpful for early identification of influenza infection in children[J]. BMC Infect Dis, 2020, 20(1): 864.

[17] 池云，成骢，魏洪霞，等. 甲型 H1N1 流感患者外周血淋巴细胞变化[J]. 东南大学学报(医学版)，2012，31(2)：146－149.
Chi Yun, Cheng Cong, Wei Hongxia, et al. Dynamics of peripheral blood lymphocytes in patients with influenza A (H1N1)[J]. Journal of Southeast University (Medical Science Edition), 2012, 31(2): 146－149.

[18] 孙婷婷，孙思博，王迪琼. 血清 IL-6、淋巴细胞水平在甲型流感病毒及混合感染中的表达及与预后的相关性[J]. 临床和实验医学杂志，2024，23(24)：2608－2612.
Sun Tingting, Sun Sibo, Wang Diqiong. Expression of serum IL-6 and lymphocyte levels in influenza A virus and mixed infection and correlation with prognosis[J]. Journal of Clinical and Experimental Medicine, 2024, 23(24): 2608－2612.

[19] 付书琴，贾婉玉，宋春兰，等. 甲型流感病毒合并肺炎支原体感染患儿淋巴细胞亚群和炎性细胞因子变化与肺炎严重程度的相关性[J]. 中华实用诊断与治疗杂志，2025，39(3)：238－243.
Fu Shuqin, Jia Wanyu, Song Chunlan, et al. Correlations of lymphocyte subsets and inflammatory cytokines with pneumonia severity in children with influenza A virus and *Mycoplasma pneumoniae* co-infection[J]. Journal of Chinese Practical Diagnosis and Therapy, 2025, 39(3): 238－243.

[20] Hong Jiayi, Lü Jiajia, Wu Min, et al. The blood routine test holds screening values for influenza A in 2023: a retrospective study[J]. Transl Pediatr, 2024, 13(2): 236－247.

（本文编辑：翟若南）

本文引用格式：遆玉，乔旭茹，刘姣玲，等. 全血细胞计数衍生的炎症指数在儿童甲型流感病毒感染中的诊断价值[J]. 中国感染控制杂志，2026，25(10)：1508－1515. DOI：10.12138/j.issn.1671－9638.20264418.

Cite this article as: Di Yu, Qiao Xuru, Liu Jiaoling, et al. Diagnostic utility of complete blood count-derived inflammatory indices in pediatric influenza A virus infection[J]. Chin J Infect Control, 2026, 25(10): 1508－1515. DOI: 10.12138/j.issn.1671－9638.20264418.