

• 共识与解读 •

中性粒细胞 CD64 指数检测与临床应用专家共识*

中国中西医结合学会检验医学专业委员会

摘要:中性粒细胞 CD64 指数(nCD64 指数)流式细胞术检测在感染性疾病的诊断、疗效监测、预后评估及部分非感染性疾病的辅助评估中具有重要的临床价值,但其在临床应用中仍面临实验室检测流程与标准化不足、质量控制体系不完善及结果解读易受干扰等多重挑战。为此,中国中西医结合学会检验医学专业委员会组织相关领域的专家,结合国内外指南与行业标准,对 nCD64 指数的实验室检测流程、质量控制及其在感染性疾病的早期诊断与鉴别、疗效监测与预后评估、非感染性疾病的辅助评估等临床应用方面进行了系统总结,旨在为 nCD64 指数检测与临床应用提供指导。

关键词:中性粒细胞 CD64 指数; 流式细胞术; 实验室检测; 临床应用

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2026.05.001 **中图法分类号:**R446.1

文章编号:1673-4130(2026)05-0513-09 **文献标志码:**A

Expert consensus on laboratory detection and clinical application of the neutrophil CD64 index*

Laboratory Medicine Committee of Chinese Association of Integrative Medicine

Abstract:Flow cytometry measurement of the neutrophil CD64 index (nCD64 index) is a valuable clinical tool for diagnosing infectious diseases, monitoring therapy, evaluating prognosis, and assisting in the assessment of certain non-infectious conditions. However, the clinical implementation of nCD64 index remains hindered by suboptimal laboratory testing procedures, a lack of standardized protocols, imperfect quality control systems, and potential challenges in interpreting results. To resolve these limitations, experts organized by the Laboratory Medicine Committee of Chinese Association of Integrative Medicine have developed comprehensive guidelines that integrate domestic and international standards. These guidelines address laboratory testing procedures, quality control measures, and clinical applications, including early diagnosis and differentiation of infectious diseases, therapeutic monitoring, prognostic evaluation, and the adjunctive assessment of non-infectious disorders with the ultimate goal of standardizing the use of the nCD64 index.

Key words:neutrophil CD64 index; flow cytometry; laboratory testing; clinical applications

中性粒细胞 CD64 指数(nCD64 指数)是近年来备受关注的感染诊断新指标,其本质为中性粒细胞表面 CD64 分子的相对表达水平。CD64 作为一种高亲和力的免疫球蛋白(Ig)G Fc 段受体(Fc γ RI),在生理状态下低表达于中性粒细胞表面,但在感染等炎症刺激下,经 γ 干扰素(IFN- γ)、粒细胞集落刺激因子(G-CSF)等促炎细胞因子诱导,可于 4~6 h 内表达迅速上调,参与调节吞噬作用、抗体依赖性细胞毒性及炎症介质释放等关键免疫过程,在感染控制后又快速回落^[1]。这一快速、动态的表达特征,使 nCD64 指数在感染性疾病的早期诊断、致病原鉴别及抗感染疗效评估中显示出重要价值。目前,临床上普遍采用 C 反应蛋白(CRP)、降钙素原(PCT)、血清淀粉样蛋白 A(SAA)和白细胞计数(WBC)等传统指标辅助感染诊

断。与 CRP、PCT 等传统感染诊断指标相比,nCD64 指数在感染早期诊断中表现出一定的动态变化规律,联合检测可弥补传统指标在时效性和特异性方面的不足,为临床感染诊治提供更全面、准确的依据。

尽管 nCD64 指数在感染性疾病的诊疗中潜力显著,但在临床检测及应用中仍面临诸多挑战,主要包括:(1)检测流程与标准化不足:目前尚无统一的检测操作规程与标准化的检测方案,不同实验室在样本处理、抗体组合、设门策略等方面存在差异,影响结果的可比性与重复性;(2)质量控制体系不完善:室内质控多依赖实验室自建方案,而国内尚缺乏统一的 nCD64 指数的室间质评,难以系统评估不同实验室间结果的一致性与准确性;(3)结果解读易受干扰:CD64 表达可受妊娠、手术应激、自身免疫性疾病活动期、糖皮质

* **基金项目:**重庆市技术创新与应用发展专项重点项目(CSTB2024TIAD-KPX0031);重庆市科卫联合医学科研重大项目(2025DBXM002);重庆市自然科学基金项目(STB2024NSCQ-KJFZMSX0077);重庆市科卫联合青年项目(2026QNXM043);河南省科技攻关项目(242102310218);广东省高水平医院建设专项基金深圳市儿童医院医学学科专项(深儿医科教[2022]28号)。

通信作者:杨再林, E-mail: zailinyang@cqu.edu.cn; 王卉, E-mail: ldpwanghui@163.com; 杨曦明, E-mail: yximing2005@163.com; 刘耀, E-mail: liuyao77@cqu.edu.cn。

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1176.r.20260113.1534.002\(2026-01-14\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1176.r.20260113.1534.002(2026-01-14))

激素或 G-CSF 药物使用等因素的影响,可能导致 nCD64 指数呈假阳性或假阴性,在一定程度上限制了其在临床精准诊疗中的应用。为了进一步推动 nCD64 指数检测的标准化与规范化临床应用,中国中西医结合学会检验医学专业委员会组织国内众多检验医学、临床医学等相关领域的专家,制订了本专家共识。本共识系统总结了 nCD64 指数的实验室检测流程、质量控制措施、临床应用价值等方面的内容,旨在为临床实验室建立标准化的操作规程与检测方案、完善质量控制体系、提高结果解读的准确性,为其规范化临床应用提供指导。

1 CD64 病理生理机制

CD64,也称为 Fc γ RI(Fc γ 受体 I),是一类位于人类髓系细胞膜上的受体^[2],属于 Ig 超家族成员,其基因位于人类染色体 1q21.2-1q21.3,编码 3 个细胞外 Ig 样结构域(D1~D3),这些结构域是 IgG 的 Fc 部分结合位点^[3-4]。在健康人群中,CD64 持续表达于单核细胞、巨噬细胞、嗜酸性粒细胞和中性粒细胞表面^[5],淋巴细胞表面则不表达^[6]。在正常的粒细胞发育中,早幼粒阶段 CD64 表达最强,随着中性粒细胞成熟,CD64 表达逐渐减弱,在活化情况下,成熟中性粒细胞 CD64 表达增加。在健康状态下,中性粒细胞的 CD64 表达较低(少于 1 000 分子/细胞)^[5]。在感染或炎症反应状态下,INF- γ 、肿瘤坏死因子 α 、G-CSF 等炎症因子可在 4~6 h 内激活中性粒细胞表面 CD64,表达水平显著升高,主要通过参与免疫细胞的吞噬作用、抗原提呈、抗体依赖的细胞介导的细胞毒性作用,以及炎症因子释放、过氧化物形成、免疫复合物的清除等过程,从而发挥抗感染作用,维护机体免疫稳态和健康。在炎症反应得到控制后的 48 h 内 CD64 表达水平又会逐渐回落^[1],并在 7 d 左右恢复至正常水平^[7]。

2 实验室检测

2.1 检验前 (1)仪器:应根据检测项目的需要选择配置有相应荧光通道的流式细胞仪,并且应定期对仪器进行维护和校准。(2)试剂:检测抗体组合至少应包含 CD45、CD14、CD64,可以根据临床实际需求添加 HLA-DR、CD35 和(或)CD16 等抗体。荧光素选择对 nCD64 指数检测十分重要,CD64 须选择 PE 荧光素,宜选择抗体试剂配套的红细胞裂解液。(3)样本:推荐使用乙二胺四乙酸二钾(EDTA-K₂)抗凝全血,采集后应立即送检。常规情况下,应在采血后 30 h 内完成检测;若样本进行转运或存储的时间超过 30 h,建议 4 °C 冷藏保存,最长保存时间不超过 72 h^[5,8]。为了避免 IFN- γ 、G-CSF 等药物引起的 nCD64 指数假性增高,对于使用了 IFN- γ 、G-CSF 等药物的患者建议停药至少 48 h 后再采血,具体时间需结合药物代谢和患者临床情况确定。

2.2 检验中 (1)实验操作步骤:①取一定量抗凝全血标本加入 CD45、CD14、CD64 等抗体,避光孵育(室

温条件)15 min;②加入溶血素,混匀后避光孵育 15 min;③取孵育后标本,300 \times g 离心 5 min,弃上清,使用磷酸盐缓冲液(PBS)洗涤 2 次,然后加入适量 PBS 上机操作。(2)设门与数据分析:①采用基于前向角散射面积(FSC-A)和前向角散射高度(FSC-H)去除粘连细胞;②使用 FSC-A 和侧向散射(SSC-A)初步圈定所有有核细胞,使用 CD45 抗体精确定位白细胞群,排除死细胞和碎片;③使用 CD45、CD64 和 CD14 抗体组合,分别圈门得到中性粒细胞、淋巴细胞、单核细胞 CD64 的平均荧光强度(MFI),计算 nCD64 指数。

(3)nCD64 指数计算公式:nCD64 指数 =
$$\frac{\text{中性粒细胞 CD64 MFI} / \text{淋巴细胞 CD64 MFI}}{\text{单核细胞 CD64 MFI} / \text{中性粒细胞 CD64 MFI}}$$
。设门逻辑见图 1。

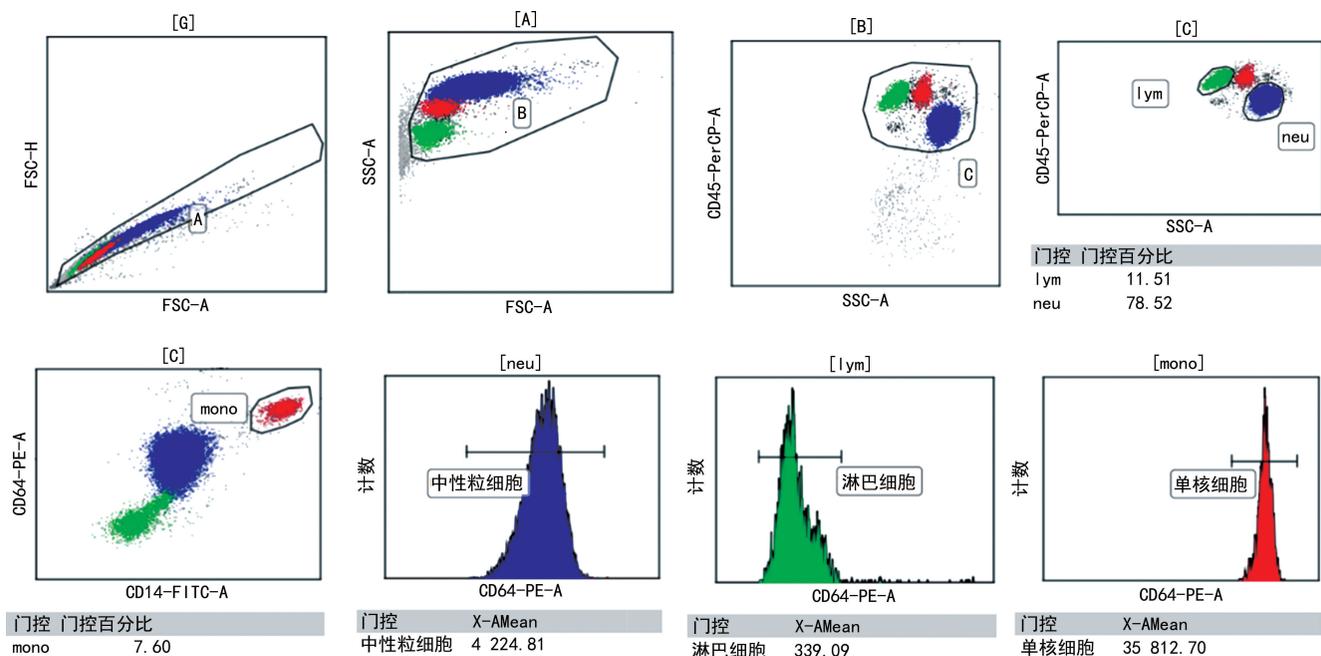
2.3 检验后 (1)报告内容:实验室可根据实际情况采用医院信息系统(LIS)的数值报告,也可采用含流式分析图的图文报告,并附上 nCD64 指数的参考区间。(2)数据保存:检测机构的原始数据应当至少保存 6 年。

2.4 质量控制 (1)室内控制:流式细胞术检测实验室的总体要求应遵守国家卫生健康委员会于 2022 年 11 月 2 日发布的行业标准《临床血液与体液检验技术标准》(2023 年 5 月 1 日起施行)。为确保实验室开展 nCD64 指数检测结果的准确可靠,首先须明确检测全流程各阶段可能影响检测结果的因素,从人员、环境、仪器设备、试剂、标本、检测过程等各层面对影响因素采取相应的措施加以管理和控制,以使检测过程处于受控状态。CD64 须选择 PE 荧光素,应对本实验室使用的 CD64 抗体进行验证,不得使用假阳性过高的 CD64 抗体流式检测试剂。除此之外,需使用质控微球进行每日的仪器质控检测^[7]。(2)室间质评:由于国内目前没有针对流式细胞术检测 nCD64 指数项目统一的室间质评,因此开展 nCD64 指数检测的实验室应定期(建议每年至少 2 次)进行实验室间比对^[9],比对应采用新鲜全血标本且标本数 \geq 5 份,比对结果的相对偏差或绝对偏差,偏差应 $<20\%$ 或符合实验室自定要求。

2.5 注意事项 (1)样本保存与处理:实验室在收到样本后应尽快完成检测。有研究表明,血液样本在室温(18~25 °C)放置时,nCD64 稳定表达可超过 30 h,在 4 °C 分别放置 24、48 和 72 h 后,与基线相比,CD64 的表达变化差异无统计学意义^[10]。因此,建议 nCD64 指数检测样本尽量在 30 h 内进行检测,30 h 内无法检测的样本应保存在 4 °C 冰箱,但建议不超过 72 h,以最大限度减小实验误差。在样本染色前进行裂解红细胞处理时,不可使用含固定剂的溶血素(防止抗原表位遮蔽)。(2)检测过程:当淋巴细胞 CD64 的 MFI 值低于 0 或者单核细胞 CD64 的 MFI 值/中性粒细胞 CD64 的 MFI 值高于仪器检测范围时,须重新调整 CD64 所在荧光通道的 PMT 电压,使其在流式细胞仪的检测范围内。而当中性粒细胞和单核细

胞无法准确分群(血液病患者、感染患者粒细胞脱颗粒)时,可以考虑增加一些粒细胞和单核细胞标记,如 CD33、CD16 或 CD15 等^[11]。(3)特殊情况对结果的影响:CD64 的表达可能受到患者感染类型、自身情况、治疗情况的影响^[12-14]。IFN- γ 、G-CSF 等相关药物或患者基础疾病可导致上述物质分泌增多^[15-18],进而导致中性粒细胞的 CD64 表达增加。但目前也有研究显示,类风湿关节炎患者在糖皮质激素(泼尼松、甲泼尼龙)治疗后,CD64 的表达无明显改变^[19]。因此,利用 nCD64 指数判断此类患者是否存在感染需结合多种临床指标联合分析。手术可使 nCD64 指数升高^[20],但升高程度一般低于脓毒症患者。此外,正常妊娠也可能导致粒细胞、单核细胞 CD64 表达水平升高^[21];早产儿/新生儿的 nCD64 指数通常高于健康成年人^[22]。(4)结果解读:当 nCD64 指数高于参考区间时,应结合患者是否存在发热及患者的 WBC、中性粒细胞百分比、CRP、PCT、白细胞介素-6(IL-6)等检测联合分析。(5)参考区间:nCD64 指数的参考范围目前尚不统一,不同研究机构可能存在一定差异。

有研究纳入 126 例 22~60 岁符合条件的健康体检者为研究对象,以百分位数法($P_{2.5} \sim P_{97.5}$)建立的 nCD64 指数参考区间为 0.06~2.73^[23]。另一项纳入 732 例不同年龄组的鄂尔多斯市健康人的研究显示,1~12 岁年龄组与 >12~18 岁、>18~60 岁、>60 岁年龄组 nCD64 指数存在差异,该研究建立的 nCD64 指数参考区间为 1~12 岁的 nCD64 指数 ≤ 0.14 , >12~18 岁的 nCD64 指数 ≤ 2.16 ^[24]。由于不同流式细胞仪、抗体克隆号可能导致参考区间差异,因此需要建立本实验室的参考区间。参考区间制订过程应符合国家卫生行业标准《临床实验室定量检验项目参考区间的制定》^[25]的要求,并定期对参考区间进行验证和更新。当实验室转移使用来自权威资料的参考区间时,应对参考区间进行验证。参考区间应区分成人和儿童群体^[20-21]。有条件的单位还建议针对手术患者、妊娠、早产儿/新生儿等特殊人群建立独立的参考区间,特殊人群的结果分析时应结合临床综合判断。



注: X-A Mean 代表 CD64 的平均荧光强度。

图 1 设门逻辑图

共识 1: 推荐使用包含 CD45、CD14、CD64 的抗体组合, CD64 须选择 PE 荧光素, 通过 FSC/SSC、CD45 及 CD64 和 CD14 设门检测中性粒细胞、淋巴细胞、单核细胞的 CD64 MFI。nCD64 指数计算公式: nCD64 指数 = (中性粒细胞 CD64 MFI / 淋巴细胞 CD64 MFI) / (单核细胞 CD64 MFI / 中性粒细胞 CD64 MFI)。检测报告须附参考区间, 原始数据保存至少 6 年。推荐强度: 强推荐。

共识 2: 通过对人员、环境、仪器、试剂、标本及检测过程等环节实施管理与控制, 促使检测过程处于受控状态。开展 nCD64 指数检测前, 必须进行 CD64 抗

体验证, 确保检测结果准确可靠, 使用质控微球每日进行仪器质控检测。因国内暂无统一的针对 nCD64 指数检测的室间质评, 实验室应开展实验室间比对。推荐强度: 中推荐。

共识 3: nCD64 指数的参考范围目前尚未完全统一, 各实验室应结合自身检测系统建立本实验室的参考区间, 有条件的单位还建议针对手术患者、妊娠、早产儿/新生儿等特殊人群建立独立的参考区间。CD64 表达受感染、药物、疾病、手术、妊娠等影响, 需结合 CRP、PCT、IL-6 等指标及临床表现综合判断。推荐强度: 中推荐。

3 临床应用

3.1 感染性疾病的早期诊断

3.1.1 细菌感染与病毒感染的鉴别 细菌培养作为细菌感染诊断的金标准,存在培养时间长、培养过程影响因素多、不适合快速诊断等局限性^[26]。而 nCD64 表达水平在感染早期即可上调,适用于发热待查患者(特别是儿童、老年人或免疫功能低下者)的快速病因判断,一定程度上可优化抗菌药物的使用^[12,27]。细菌感染时, nCD64 指数显著升高,而病毒感染时, nCD64 指数多为正常或轻度升高^[7,28]。在区分细菌感染类型方面,有研究发现在革兰阴性菌和革兰阳性菌感染者中 nCD64 指数的中位数分别是 3.21 和 2.83,革兰阴性菌感染者 CD64 表达有更高的趋势,但差异无统计学意义^[29]。人类免疫缺陷病毒(HIV)、乙型肝炎病毒(HBV)、巨细胞病毒(CMV)、登革热病毒、立克次体等感染者也可能存在 CD64 表达不同程度的升高^[30-33],这种情况下,中性粒细胞表面 CD64 和 CD35(补体受体 1)的联合检测可能有助于区分细菌感染、病毒感染和非感染炎症性疾病。当 CD64 和 CD35 表达水平同步高表达时,考虑细菌感染可能性大;当 CD35 高表达而 CD64 低表达时,考虑非感染炎症性疾病可能性大(如类风湿关节炎、反应性关节炎等);当 CD35 低表达伴 CD64 低表达或高表达时,则考虑病毒感染可能性大^[34-35]。在小儿肺炎的早期诊断和鉴别诊断方面, nCD64 指数在细菌性肺炎早期明显增高,在支原体肺炎和病毒性肺炎中则不增高, nCD64 指数与 CRP 呈正相关($r=0.545$),且特异度(90%)高于 CRP(74%)^[36]。

3.1.2 脓毒症的早期识别 nCD64 指数可作为诊断脓毒症较为敏感和特异的工具^[37]。多项 meta 分析显示, nCD64 指数诊断脓毒症的灵敏度和特异度分别为 0.76(95% CI: 0.73~0.78)和 0.85(95% CI: 0.82~0.87),其受试者工作特征(ROC)曲线下面积(AUC)为 0.96(95% CI: 0.90~1.00),对脓毒症诊断的灵敏度和特异度优于 CRP、PCT 等传统炎症标志物^[1,38-39]。nCD64 指数在脓毒症发生早期(6~12 h 内)即可显著升高,比 PCT 等炎症标志物反应更早,是脓毒症的预警信号。nCD64 指数联合 PCT 使用可显著提高脓毒症诊断灵敏度(超过 90%),适用于重症监护病房(ICU)患者、术后感染高危人群(如腹部手术患者、器官移植受者、烧伤患者)的感染风险分层和预后评估^[40-42]。与 CRP、PCT、CD69 和 CD25 等标志物联合使用,可进一步提高临床诊断准确性^[43-44]。CD64 表达水平与脓毒症的严重程度相关,动态监测 nCD64 指数可用于患者病情变化的观察。

由于早产儿和极低出生体重新生儿的免疫系统发育尚未成熟,更易发生院内感染^[45]。早产儿在脓毒症发病时其 nCD64 表达水平显著升高^[46-48]。患有脓毒症的新生儿的 nCD64 指数水平显著高于非脓毒症患儿^[49]。nCD64 指数与其他炎症指标(如 PCT、

CRP、WBC、SAA 等)联合检测可以显著提高新生儿脓毒症的早期诊断准确性^[46,50-51]。有研究表明,新生儿脓毒症患者的 nCD64 指数中位数为 28.62,显著高于新生儿肺部细菌感染组(5.68)及健康新生儿对照组(1.70)^[52]。虽然多数研究发现 nCD64 指数在新生儿脓毒症诊断中与 CRP 联合使用可提高性能,但也有研究发现存在 nCD64 表达水平未明显增加的早产脓毒症患儿的情况,因此在早产儿中 nCD64 指数结果的改变需谨慎解读^[53-55]。此外, nCD64 指数还与新生儿感染性肺炎的严重程度呈显著正相关^[56-57]。

3.1.3 局部感染的辅助诊断 nCD64 指数在局部细菌性感染(如细菌性肺炎、细菌性尿路感染、细菌性脑膜炎)的诊断中具有辅助价值,其升高幅度与感染严重程度呈正相关。另有研究发现, nCD64 抗原密度检测在外科术后细菌感染早期诊断中具有重要价值,但动态变化特征和诊断效能因手术类型而异:关节置换术后 nCD64 抗原密度于第 1 天升高,第 3 天达峰值(nCD64 抗原密度峰值>2 000 分子/细胞),第 5 天回落,该峰值可作为感染诊断的可靠临界值,其动态变化较 CRP、红细胞沉降率(ESR)更敏感^[58]。有研究者发现, nCD64 指数比值(术后 nCD64 指数与术前 nCD64 指数的比值)更能反映术后感染^[59]。有研究证实,外周血 nCD64 指数在颅脑术后颅内感染早期诊断的灵敏度可达 93.75%,可为临床用药提供指导^[60]。在假体关节感染诊断中,有研究发现单核细胞 CD64 MFI 的诊断效能(AUC=0.898)显著优于 nCD64 MFI(AUC=0.735)^[61]。当滑液中的 nCD64 指数最佳阈值为 0.85 时,可用于辅助假体关节感染的早期诊断,灵敏度和特异度高(分别为 92% 和 96%)^[62-63]。前列腺液中 CD64 抗原密度变化可作为诊断慢性细菌性前列腺炎的敏感指标,当 nCD64 抗原密度为 2 135.2 分子/细胞时,诊断的灵敏度为 92.9%,特异度为 91.7%^[64]。β-D-葡聚糖试验(G 试验)是侵袭性真菌感染患者常用的初筛工具,但假阳性较高。当 nCD64 抗原密度以 2 000 分子/细胞作为 nCD64 阳性临界值时,77.8%的 G 试验阳性病例同时存在 nCD64 高表达。通过联合检测 nCD64 抗原密度,可降低 G 试验假阳性率,此方法尤其适用于真菌感染风险更高的免疫缺陷人群^[65]。虽然结核感染 T 细胞检测被广泛应用于不同人群结核病的诊断,包括 HIV 感染者、免疫抑制患者、老年人,但上述特殊人群的检测中时常出现假阴性结果^[7]。nCD64 指数作为区分肺结核和肺炎患者的潜在生物标志物,当以 nCD64 指数 3.74 为界值诊断肺结核时, AUC 为 0.763,灵敏度为 68.33%,特异度为 77.55%^[66],可能比结核感染 T 细胞检测具有更高的特异度和阳性预测值。

共识 4: nCD64 指数是鉴别细菌与病毒感染的高效指标。细菌感染时, nCD64 指数显著升高,病毒感染时多正常或轻度升高。联合 CD35 表达、CRP 水平

检测可提升鉴别的准确率。推荐强度:中推荐。

共识 5:nCD64 指数是脓毒症早期诊断的高效标志物,在脓毒症发生 6~12 h 内显著升高,反应早于 PCT,联合 PCT 可提升诊断灵敏度(>90%)。在脓毒症患者中,nCD64 指数与疾病严重程度有关,动态监测可反映病情进展。推荐强度:强推荐。

共识 6:nCD64 指数在局部细菌性感染(如肺炎、尿路感染、脑膜炎)及术后感染(如骨科、颅脑手术、假体关节感染)中具有辅助诊断价值,其升高幅度与感染严重程度有关,动态变化较 CRP、ESR 更敏感。推荐强度:中推荐。

3.2 疗效监测与预后评估

3.2.1 疗效监测 nCD64 指数在监测感染进展及评估抗菌药物治疗方面具备重要价值。nCD64 指数在感染发生后的 4~6 h 内会显著升高,而当感染被清除后,CD64 表达水平会在 48 h 内明显下降^[38],下降速度相较于传统炎症标志物(例如 PCT、CRP、ESR)更快。感染患者接受有效抗菌药物治疗后,nCD64 指数显著降低,而 CRP、PCT 等其他指标变化不显著。感染患者接受抗菌药物治疗后若出现 nCD64 指数无明显下降或持续上升,提示抗菌药物治疗可能无效,需警惕耐药菌感染或合并其他病原体感染(如真菌、非典型病原体)。

3.2.2 预后评估 nCD64 指数在感染性疾病的预后评估方面有重要意义。在脓症患者中,nCD64 指数持续高值或下降缓慢与不良预后显著相关^[67]。对成人脓毒症患者的研究发现,nCD64 指数从入院第 0 天至第 8 天的升高趋势($OR = 1.074$)是患者 28 d 病死率的显著预测因子^[68]。nCD64 指数在评估老年社区获得性肺炎患者的预后方面也具有重要价值,nCD64 指数与患者 28 d 生存率显著相关,AUC 为 0.907,高于 CRP、PCT 等指标;结合 CURB-65 评分,nCD64 指数的预测能力进一步增强($AUC = 0.905$);此外,nCD64 指数与 $CD4^+$ 细胞数量、 $CD4^+/CD8^+$ 及 B 淋巴细胞数量呈负相关,提示其可能反映免疫失衡状态^[69]。在慢性阻塞性肺疾病急性加重期患者中,入院时的 nCD64 指数对于住院期间死亡风险的最佳预测临界值为 3.3,灵敏度和特异度分别为 80% 和 83% ($AUC = 0.887$);nCD64 指数对出院后 12 个月内的死亡风险预测最佳临界值同样为 3.3,灵敏度和特异度分别为 83% 和 75% ($AUC = 0.842$)^[70]。

对儿童脓毒症的研究发现,nCD64 指数的升高与死亡风险增加有关^[49]。在新生儿脓毒症治疗反应监测中,nCD64 指数是较 PCT 更敏感的指标,且 nCD64 指数在预后评估方面也起重要作用^[71-72]。在新型冠状病毒感染(COVID-19)患者中,nCD64 指数在非重症 COVID-19 患者中显著低于重症及死亡患者,且存活患者的 nCD64 指数显著低于死亡患者;当 nCD64 指数 < 5.87 时,患者预后较好;nCD64 指数、mHLA-DR 水平及 $CD14^+$ 单核细胞百分比可作为预测 COV-

ID-19 患者临床预后的生物标志物^[73]。对于坏死性胰腺炎感染患者,nCD64 指数具有较高的诊断价值(AUC 为 0.859~0.919),且能有效预测疾病严重程度^[74]。nCD64 指数 > 1.45 的急性胰腺炎患者发生并发症的风险显著升高,这些并发症包括全身炎症反应综合征、急性呼吸窘迫综合征、多器官功能衰竭及死亡,且患者病死率更高^[75]。感染是导致肾移植患者高病死率的主要原因,研究证明 nCD64 抗原密度 > 3 089 分子/细胞和 B 细胞计数是肾移植患者发生感染的独立危险因素^[76]。

共识 7:nCD64 指数在感染监测与抗菌药物治疗评估中具有重要价值,nCD64 指数在感染控制后 48 h 内快速下降,较 PCT、CRP、ESR 更敏感。若 nCD64 指数无下降或持续升高,提示抗菌药物治疗可能无效,可能存在耐药菌或合并真菌、非典型病原体感染,需进一步评估。推荐强度:强推荐。

共识 8:nCD64 指数可作为感染性疾病预后评估指标。在脓毒症中,nCD64 指数持续高值或下降缓慢与不良预后有关。推荐强度:强推荐。

3.3 非感染性疾病的辅助评估

3.3.1 自身免疫性疾病病情活动度监测 在类风湿关节炎、系统性红斑狼疮等疾病中,nCD64 表达水平随疾病活动期与非活动期的转换呈规律性变化,nCD64 指数与疾病活动度评分(如 DAS28 评分)呈正相关,在合并感染时可辅助区分“疾病活动”与“感染”(感染时 nCD64 指数升高幅度通常更高)。nCD64 指数可作为评估自身免疫性疾病病情活动度的潜在生物标志物,辅助临床判断疾病进展或缓解状态^[77-79]。活动期白塞病患者的 nCD64 表达水平显著高于健康对照组及非活动期白塞病患者;而健康对照组与非活动期白塞病患者的 nCD64 表达水平差异无统计学意义^[80]。在一项对包含了成人 Still 病、血管炎和其他非感染性炎症性疾病(如系统性红斑狼疮、类风湿关节炎、皮炎和结缔组织病)患者的研究中发现,nCD64 指数在成人 Still 病患者中最高,是其他非感染性炎症性疾病患者的 4 倍。接受糖皮质激素治疗有效的非感染性炎症性疾病患者,与常见炎症指标(铁蛋白和 CRP)不同,nCD64 指数在第 7 天降低,并随着时间的推移持续下降;在无效治疗组中,nCD64 指数和铁蛋白均随时间持续升高;然而,CRP 水平在第 7 天下降^[67]。

3.3.2 手术期 术后早期 nCD64 指数升高多为生理性应激反应(通常 < 3.0),若持续升高或超过 5.0,需警惕继发感染(如手术部位感染、肺炎),有助于更早识别并发症^[81-82]。

共识 9:nCD64 指数在非感染性疾病中具有辅助评估价值。在类风湿关节炎、系统性红斑狼疮及白塞病等自身免疫性疾病中,nCD64 指数与疾病活动度评分呈正相关,合并感染时升高更明显,可区分疾病活动与感染。术后早期 nCD64 指数升高(通常 < 3.0)多

为生理性应激; nCD64 指数持续升高或超过 5.0 可提示继发感染, 有助于更早识别并发症。推荐强度: 强烈推荐。

4 结 语

nCD64 指数作为一种新兴的感染相关生物标志物, 凭借其高灵敏度、快速反应性和较好的特异性, 在细菌感染早期识别、脓毒症预警、疗效监测和预后评估中的优势, 已成为感染性疾病鉴别及辅助诊断的重要工具。但由于检测流程及检测方案尚未统一、质量控制体系有待完善、结果易受非感染因素干扰, 以及不同人群参考区间缺乏标准化, 其临床应用仍面临规范化和结果互认的挑战。因此, 构建统一的检测标准、完善质量控制措施、规范临床结果解读流程, 并提升 nCD64 指数在不同医疗机构间检测的可比性, 以及对临床决策的支撑能力, 成为当下亟须解决的问题。

为此, 本共识基于专家经验与回顾性证据, 建立了规范的 nCD64 指数流式细胞术检测流程, 完善了质量控制措施, 并明确了临床应用价值及结果解读方法, 有望能为中性粒细胞 CD64 指数流式细胞术检测与临床应用的标准化和规范化做出贡献。然而, 本共识的推荐意见主要基于已发表的专家共识、指南、回顾性研究、病例系列报告及专家临床经验, 部分内容目前尚缺乏大样本研究、大规模前瞻性临床研究等证据, 目前该项目也缺乏全国统一的参考区间, 尤其是对特殊人群缺乏大规模、多中心的验证研究, 这也可能导致在实际应用中, 特殊人群的 nCD64 指数结果的解读仍存在不确定性, 影响其临床应用。虽然本共识列举了各种非感染因素对 nCD64 指数结果的影响, 但这些因素影响 nCD64 表达的具体机制有待进一步深入研究。未来可着力于针对不同特殊人群(如儿童、妊娠女性、老年人、免疫抑制患者等)开展多中心、大样本的研究, 以及研究非感染因素影响 nCD64 表达的分子机制, 以提高 nCD64 指数临床应用的准确性。

共识编写工作组组长: 杨再林(重庆大学附属肿瘤医院血液肿瘤中心)、王卉(河北燕达陆道培医院检验科)、杨曦明(北京中医药大学东直门医院检验病理科)、刘耀(重庆大学附属肿瘤医院血液肿瘤中心)

执笔专家组成员(按姓氏汉语拼音排列): 陈双(重庆大学附属肿瘤医院血液肿瘤中心)、高风彩(郑州大学第一附属医院血液病实验室)、郭冰凌(重庆大学附属肿瘤医院血液肿瘤中心)、李莲(重庆大学附属肿瘤医院血液肿瘤中心)、李良梅(重庆大学附属肿瘤医院血液肿瘤中心)、彭余(重庆大学附属肿瘤医院血液肿瘤中心)、唐鑫怡(重庆大学附属肿瘤医院血液肿瘤中心)、汪小姣(郑州大学附属肿瘤医院中心实验室)、杨再林(重庆大学附属肿瘤医院血液肿瘤中心)、姚强(深圳市儿童医院检验科)

讨论专家组成员(按姓氏汉语拼音排列): 陈妹樾(重庆大学附属人民医院检验医学科)、陈炜焯(广州中医药大学第二附属医院检验科)、程沈菊(昆明医科大学第一附属医院医学检验科)、程薇(河南省人民医院血液病研究所)、付笑迎(深圳市儿童医院检验科)、谷钰峰(烟台毓璜顶医院检验科)、郝海霞(山西大同国药同煤总医院检验科)、何翠颖(河北医科大学第四医院血液内科)、何晓燕(重庆医科大学附属儿童医院临床分子医学检测中心)、侯玉兰(重庆医科大学附属璧山医院检验科)、侯玉磊(重庆医科大学附属第一医院医学检验科)、胡欣(新疆医科大学附属肿瘤医院淋巴瘤内科)、李春莉(重庆市妇幼保健院检验科)、李朴(重庆大学附属江津医院检验科)、李庆(中国科学技术大学附属第一医院检验科)、李妮娜(济南市中心医院医学实验诊断中心)、李轶勋(昆明医科大学第一附属医院医学检验科)、李珍(南方医科大学南方医院血液科)、林莉(北京大学深圳医院检验科)、刘洁(山西省人民医院和平院区检验科)、刘学芬(重庆市荣昌区人民医院肿瘤血液科)、马彝(重庆大学附属肿瘤医院综合科)、彭太芳(重庆市黔江中心医院血液内科)、乔静巧(深圳大学总医院血液肿瘤科)、秦大兵(重庆医科大学附属两江医院肿瘤医院血液科)、任方刚(山西医科大学第二医院中心实验室)、舒成凤(重庆医科大学附属璧山医院检验科)、王平(陆军军医大学第二附属医院血液病医学中心)、王庭刚(重庆大学附属肿瘤医院综合科)、文丰(重庆大学附属黔江医院检验科)、许青霞(河南省肿瘤医院检验科)、杨清清(广州医科大学附属第一医院检验科)、杨新宏(承德医学院附属医院血液科)、杨洋(重庆市第十三人民医院医学检验科)、叶静静(山东大学齐鲁医院血液科)、余敏(重庆市渝北区人民医院肿瘤血液科)、詹茜(重庆医科大学附属第一医院临床分子医学检测中心)、张爱梅(中大附属第一医院检验科)、张翠萍(安徽省立医院检验科)、张健(重庆大学附属肿瘤医院检验科)、张龙一(温州医科大学附属东阳医院检验科)、张晓录(烟台毓璜顶医院检验科)、赵仁彬(云南省第一人民医院血液科)、祝艳翠(昆明医科大学第一附属医院重症医学科)

审核专家组成员(按姓氏汉语拼音排列): 池沛冬(中山大学肿瘤防治中心)、陈朴(复旦大学附属中山医院检验科)、李国盛(山东大学齐鲁医院血液科)、李智伟(新疆维吾尔自治区人民医院临床检验中心)、刘耀(重庆大学附属肿瘤医院血液肿瘤中心)、毛霞(华中科技大学同济医学院附属同济医院血液科)、王卉(河北燕达陆道培医院检验科)、武坤(昆明医科大学第一附属医院医学检验科)、杨曦明(北京中医药大学东直门医院检验病理科)、岳保红(郑州大学第一附属医院检验科)、朱杰(大连医科大学附属第二医院检验科)、朱明霞(北京大学第三医院血液科, 淋巴瘤研究中心)

参考文献

- [1] CID J, AGUINACO R, SÁNCHEZ R, et al. Neutrophil CD64 expression as marker of bacterial infection: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Infect*, 2010, 60(5):313-319.
- [2] QURESHI S S, LEWIS S M, GANT V A, et al. Increased distribution and expression of CD64 on blood polymorphonuclear cells from patients with the systemic inflammatory response syndrome (SIRS)[J]. *Clin Exp Immunol*, 2001, 125(2):258-265.
- [3] 齐林, 王亚丽, 付建珠, 等. 中性粒细胞 CD64 表达的影响因素研究进展[J]. *临床与病理杂志*, 2021, 41(9):2180-2186.
- [4] WANG Y, JÖNSSON F. Expression, role, and regulation of neutrophil fcy receptors[J]. *Front Immunol*, 2019, 10:1958.
- [5] DAVIS B H. Improved diagnostic approaches to infection/sepsis detection[J]. *Expert Rev Mol Diagn*, 2005, 5(2):193-207.
- [6] SACK U. CD64 expression by neutrophil granulocytes [J]. *Cytometry B Clin Cytom*, 2017, 92(3):189-191.
- [7] 占秀玉, 刘欣, 余洪立, 等. 中性粒细胞 CD64 指数的临床应用进展[J]. *临床检验杂志*, 2025, 43(2):111-114.
- [8] TILLINGER W, JILCH R, JILMA B, et al. Expression of the high-affinity IgG receptor FcRI (CD64) in patients with inflammatory bowel disease: a new biomarker for gastroenterologic diagnostics [J]. *Am J Gastroenterol*, 2009, 104(1):102-109.
- [9] 中国中西医结合学会检验医学专业委员会. 流式细胞术临床检验质量控制专家共识[J]. *中华检验医学杂志*, 2025, 48(3):319-330.
- [10] 刘倩倩, 高岩, 邵凌云, 等. 中性粒细胞 CD64 在感染性疾病诊断中的应用现状[J]. *中华传染病杂志*, 2020, 38(6):381-384.
- [11] 尚禹汐, 崔建英, 任潇潇, 等. 恶性血液病患者外周血中性粒细胞 CD64 指数检测方法初探[J]. *中国实验血液学杂志*, 2019, 27(4):1291-1296.
- [12] VAN DE VEN N L M, BONGERS S H, SPIJKERMAN R, et al. Point-of-care neutrophil CD64 as a rule in diagnostic test for bacterial infections in the emergency department[J]. *BMC Emerg Med*, 2023, 23(1):28.
- [13] YALAMANCHILI D R, ROCKOV Z A, POLAKOF L S, et al. Serum CD64 as a marker for chronic periprosthetic joint infection[J]. *Arthroplast Today*, 2023, 21:101138.
- [14] FUJITA A, TANISHIMA S, KATO Y, et al. Utility of CD64 on neutrophils in orthopedic infection[J]. *Yonago Acta Med*, 2018, 61(4):228-236.
- [15] PETRONI K C, SHEN L, GUYRE P M. Modulation of human polymorphonuclear leukocyte IgG Fc receptors and Fc receptor-mediated functions by IFN-gamma and glucocorticoids [J]. *J Immunol*, 1988, 140(10):3467-3472.
- [16] BOURGOIN P, BIÉCHELÉ G, AIT BELKACEM I, et al. Role of the interferons in CD64 and CD169 expressions in whole blood: relevance in the balance between viral- or bacterial-oriented immune responses[J]. *Immun Inflamm Dis*, 2020, 8(1):106-123.
- [17] KAKINOKI Y, KUBOTA H, YAMAMOTO Y. CD64 surface expression on neutrophils and monocytes is significantly up-regulated after stimulation with granulocyte colony-stimulating factor during CHOP chemotherapy for patients with non-Hodgkin's lymphoma[J]. *Int J Hematol*, 2004, 79(1):55-62.
- [18] 冯敏, 常思远, 徐大千, 等. 重组人粒细胞巨噬细胞集落刺激因子对脓毒症模型小鼠的治疗作用[J]. *中国组织工程研究*, 2016, 20(49):7391-7396.
- [19] WEINMANN P, MOURA R A, CAETANO-LOPES J R, et al. Delayed neutrophil apoptosis in very early rheumatoid arthritis patients is abrogated by methotrexate therapy[J]. *Clin Exp Rheumatol*, 2007, 25(6):885-887.
- [20] DJEBARA S, BISTON P, FOSSÉ E, et al. Time course of CD64, a leukocyte activation marker, during cardiopulmonary bypass surgery[J]. *Shock*, 2017, 47(2):158-164.
- [21] NACCASHA N, GERVASI M T, CHAIWORAPONGSA T, et al. Phenotypic and metabolic characteristics of monocytes and granulocytes in normal pregnancy and maternal infection[J]. *Am J Obstet Gynecol*, 2001, 185(5):1118-1123.
- [22] ELGHETANY M T, LACOMBE F. Physiologic variations in granulocytic surface antigen expression: impact of age, gender, pregnancy, race, and stress[J]. *J Leukoc Biol*, 2004, 75(2):157-162.
- [23] 苗林子, 陆遥, 屈晨雪, 等. 健康成人白细胞表面 CD64 和 HLA-DR 相关指标参考区间的建立及其影响因素分析[J]. *检验医学*, 2022, 37(3):240-245.
- [24] 陈少杰. 鄂尔多斯地区中性粒细胞 CD64 指数参考区间的建立与验证[D]. 呼和浩特: 内蒙古医科大学, 2020.
- [25] 国家卫生健康委员会. 临床实验室定量检验项目参考区间的制定: WS/T 402-2024[S]. 北京: 中国标准出版社, 2024.
- [26] 梁友宝, 常滋毓, 张梦兰, 等. 革兰氏阴性菌感染患者外周血中性粒细胞 CD64 指数变化及意义[J]. *国际免疫学杂志*, 2020, 43(2):159-162.
- [27] JUKEMA B N, DE HOND T A P, KROON M, et al. Point-of-care neutrophil and monocyte surface markers differentiate bacterial from viral infections at the emergency department within 30 min[J]. *J Leukoc Biol*, 2024, 115(4):714-722.
- [28] LA SORDA M, DE LORENZIS D, BATTAGLIA A, et al. A new easy-to-perform flow cytometry assay for determining bacterial- and viral-infection-induced polymorphonuclear neutrophil and monocyte membrane marker modulation in febrile patients[J]. *Int J Mol Sci*, 2024, 25(21):11632.
- [29] GROS A, ROUSSEL M, SAUVADET E, et al. The sensitivity of neutrophil CD64 expression as a biomarker of bacterial infection is low in critically ill patients[J]. *Intensive Care Med*, 2012, 38(3):445-452.

- [30] PUISSANT-LUBRANO B, APOIL P A, GUEDJ K, et al. Distinct effect of age, sex, and CMV seropositivity on dendritic cells and monocytes in human blood[J]. *Immunol Cell Biol*, 2018, 96(1):114-120.
- [31] NARANJO-GÓMEZ J S, CASTILLO J A, ROJAS M, et al. Different phenotypes of non-classical monocytes associated with systemic inflammation, endothelial alteration and hepatic compromise in patients with dengue[J]. *Immunology*, 2019, 156(2):147-163.
- [32] MORQUIN D, TUAILLON E, MAKINSON A, et al. Impact of T cell activation, HIV replication and hepatitis C virus infection on neutrophil CD64 expression[J]. *Cytometry B Clin Cytom*, 2017, 92(6):492-497.
- [33] FENG H, YIN J, HAN Y P, et al. Lymphocyte CD64 increased in patients with chronic HBV infection[J]. *Int J Clin Exp Med*, 2015, 8(7):10746-10752.
- [34] LU L, JIN X, ZHANG Q. CD35 and CD64 of neutrophils can differentiate between bacterial and viral infections in children by simultaneous quantitative analysis[J]. *Med Sci Monit*, 2019, 25:7728-7734.
- [35] JALAVA-KARVINEN P, HOHENTHAL U, LAITINEN I, et al. Simultaneous quantitative analysis of Fc gamma RI (CD64) and CR1 (CD35) on neutrophils in distinguishing between bacterial infections, viral infections, and inflammatory diseases[J]. *Clin Immunol*, 2009, 133(3):314-323.
- [36] 唐明霞, 付立芳, 羊建. 中性粒细胞 CD64 在感染性疾病早期诊断中的临床应用价值[J]. *中国当代医药*, 2022, 29(11):33-36.
- [37] PATNAIK R, AZIM A, AGARWAL V. Neutrophil CD64 a diagnostic and prognostic marker of sepsis in adult critically ill patients; a brief review[J]. *Indian J Crit Care Med*, 2020, 24(12):1242-1250.
- [38] WANG X, LI Z Y, ZENG L, et al. Neutrophil CD64 expression as a diagnostic marker for sepsis in adult patients: a meta-analysis[J]. *Crit Care*, 2015, 19(1):245.
- [39] 脓毒症相关炎症标志物急诊应用共识专家组. 脓毒症相关炎症标志物急诊应用专家共识[J]. *临床急诊杂志*, 2025, 26(5):293-301.
- [40] THIRIET C, MAHJOUR K, COURTE G, et al. Automated measurement of neutrophil CD64 expression for diagnosing sepsis in critically ill patients[J]. *Minerva Anestesiol*, 2019, 85(9):943-950.
- [41] VERMA P, SINGH A, KUSHWAHA R, et al. Early and effective diagnosis of sepsis using flow cytometry[J]. *J Lab Physicians*, 2023, 15(2):230-236.
- [42] JÄMSÄ J, ALA-KOKKO T, HUOTARI V, et al. Neutrophil CD64, C-reactive protein, and procalcitonin in the identification of sepsis in the ICU - Post-test probabilities[J]. *J Crit Care*, 2018, 43:139-142.
- [43] 徐茵, 王玉月, 徐婷, 等. 中性粒细胞 CD64 在恶性血液病伴感染诊断中应用的研究进展[J]. *白血病·淋巴瘤*, 2020, 29(10):630-633.
- [44] 宋禹霏, 冯茹. 中性粒细胞 CD64 在血液肿瘤患者病原微生物感染诊断中的应用现状[J]. *国际输血及血液学杂志*, 2021(6):461-466.
- [45] SCHULTZ C, TEMMING P, BUCKSKY P, et al. Immature anti-inflammatory response in neonates[J]. *Clin Exp Immunol*, 2003, 135(1):130-136.
- [46] 危夷, 严争, 林福忠. 血清淀粉样蛋白 A 及 CD64 在新生儿败血症诊断中的价值[J]. *中外医学研究*, 2018, 16(23):46-48.
- [47] LAYSECA-ESPINOSA E, PÉREZ-GONZÁLEZ L F, TO-RRES-MONTES A, et al. Expression of CD64 as a potential marker of neonatal sepsis[J]. *Pediatr Allergy Immunol*, 2002, 13(5):319-327.
- [48] LAM H S, CHEUNG H M, POON T C W, et al. Neutrophil CD64 for daily surveillance of systemic infection and necrotizing enterocolitis in preterm infants [J]. *Clin Chem*, 2013, 59(12):1753-1760.
- [49] CUI W, XU Y, FANG H, et al. Assessment of continuous neutrophil CD64 index measurement for diagnosing sepsis and predicting outcome in a Chinese pediatric intensive care unit: a prospective study[J]. *Transl Pediatr*, 2021, 10(6):1668-1676.
- [50] 李洪媛, 郑兴惠. 中性粒细胞 CD64 和降钙素原对新生儿败血症诊断价值的 Meta 分析[J]. *医学综述*, 2020, 26(11):2246-2255.
- [51] YANG A P, LIU J, YUE L H, et al. Neutrophil CD64 combined with PCT, CRP and WBC improves the sensitivity for the early diagnosis of neonatal sepsis[J]. *Clin Chem Lab Med*, 2016, 54(2):345-351.
- [52] 李欣. 中性粒细胞 CD64 指数联合单核细胞 HLA-DR 在新生儿肺部细菌感染及脓毒症早期诊断中的价值研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古医科大学, 2024.
- [53] SONG Y, CHEN Y, DONG X, et al. Diagnostic value of neutrophil CD64 combined with CRP for neonatal sepsis: a meta-analysis[J]. *Am J Emerg Med*, 2019, 37(8):1571-1576.
- [54] RAMÍREZ-RAMÍREZ A, MANCILLA-HERRERA I, FIGUEROA-DAMIÁN R, et al. Expression of CD64 and CD69 as biomarkers for late-onset sepsis diagnosis in infants born prematurely[J]. *Braz J Infect Dis*, 2025, 29(2):104511.
- [55] TANG Z, QIN D, TAO M, et al. Examining the utility of the CD64 index compared with other conventional indices for early diagnosis of neonatal infection[J]. *Sci Rep*, 2018, 8(1):9994.
- [56] 蒋世宏. CRP/PA 比值、nCD64 指数联合评估新生儿感染性肺炎病情程度的价值分析[J]. *临床研究*, 2025, 33(2):10-14.
- [57] 李迎敏, 杨小庆, 赵旭晶. nCD64 指数、PCT、IL-6 水平与新生儿感染性肺炎病情程度的关系[J]. *川北医学院学报*, 2022, 37(9):1166-1169.
- [58] KATO H N, NISHINO J, NISHIMURA K, et al. Normal sequential changes in neutrophil CD64 expression after total joint arthroplasty[J]. *J Orthop Sci*, 2013, 18(6):949-954.
- [59] ACHKASOV S I, SUKHINA M A, SUSHKOV O I, et al. The role of neutrophil CD64 index in the diagnosis of in-

- fectious complications after colorectal resection [J]. *Khirurgiia*, 2020(10):29-35.
- [60] 尹鹏. CD64 在颅脑术后颅内感染早期诊断的价值研究 [D]. 蚌埠:蚌埠医学院, 2023.
- [61] 屈鹏飞. CD64 在关节假体周围感染诊断中的应用研究 [D]. 北京:中国人民解放军医学院, 2020.
- [62] QIN L, HU N, LI X, et al. Evaluation of synovial fluid neutrophil CD64 index as a screening biomarker of prosthetic joint infection [J]. *Bone Joint J*, 2020, 102-B(4): 463-469.
- [63] QU P F, LI R, XU C, et al. A clinical pilot study to evaluate CD64 expression on blood monocytes as an indicator of periprosthetic joint infection [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2020, 102(17):e99.
- [64] 刘小林, 夏正萍, 周彦, 等. 慢性细菌性前列腺炎患者前列腺液中粒细胞 CD64 表达的变化 [J]. *中华内分泌外科杂志*, 2017, 11(1):70-73.
- [65] HASHIMOTO A, MATSUI T. Analysis of cases with elevated blood (1->3)- β -D-glucan in relation to an infection marker, neutrophil CD64 expression [J]. *Kansenshogaku Zasshi*, 2015, 89(6):713-719.
- [66] LIU Q, GAO Y, OU Q, et al. Differential expression of CD64 in patients with *Mycobacterium tuberculosis* infection: a potential biomarker for clinical diagnosis and prognosis [J]. *J Cell Mol Med*, 2020, 24(23):13961-13972.
- [67] LIU Q, GAO Y, YANG T, et al. nCD64 index as a novel inflammatory indicator for the early prediction of prognosis in infectious and non-infectious inflammatory diseases: an observational study of febrile patients [J]. *Front Immunol*, 2022, 13:905060.
- [68] PATNAIK R, AZIM A, SINGH K, et al. Serial trend of neutrophil CD64, C-reactive protein, and procalcitonin as a prognostic marker in critically ill patients with sepsis/septic shock: a prospective observational study from a tertiary care ICU [J]. *Indian J Crit Care Med*, 2024, 28(8):777-784.
- [69] LI Y, ZHANG J, WANG S, et al. Diagnostic and prognostic value of peripheral neutrophil CD64 index in elderly patients with community-acquired pneumonia [J]. *Crit Rev Immunol*, 2024, 44(4):79-89.
- [70] XU N, CHEN J, CHANG X, et al. nCD64 index as a prognostic biomarker for mortality in acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease [J]. *Ann Saudi Med*, 2016, 36(1):37-41.
- [71] HASHEM H E, ABDEL HALIM R M, EL MASRY S A, et al. The utility of neutrophil CD64 and presepsin as diagnostic, prognostic, and monitoring biomarkers in neonatal sepsis [J]. *Int J Microbiol*, 2020, 2020:8814892.
- [72] HASHEM H E, EL MASRY S A, MOKHTAR A M, et al. Valuable role of neutrophil CD64 and highly sensitive CRP biomarkers for diagnostic, monitoring, and prognostic evaluations of sepsis patients in neonatal ICUs [J]. *Biomed Res Int*, 2020, 2020:6214363.
- [73] ZHU M, CHENG J, HE L, et al. Prognostic value of peripheral blood nCD64 index, mHLA-DR, and CD14⁺ monocyte percentage in different infection status in COVID-19 patients [J]. *J Inflamm Res*, 2025, 18:10099-10110.
- [74] HUANG X, WU L, OUYANG Q, et al. Neutrophil CD64 index as a new early predictive biomarker for infected pancreatic necrosis in acute pancreatitis [J]. *J Transl Med*, 2024, 22(1):218.
- [75] SHAO M, WU L, HUANG X, et al. Neutrophil CD64 index: a novel biomarker for risk stratification in acute pancreatitis [J]. *Front Immunol*, 2025, 16:1526122.
- [76] PENG B, YANG M, ZHUANG Q, et al. Standardization of neutrophil CD64 and monocyte HLA-DR measurement and its application in immune monitoring in kidney transplantation [J]. *Front Immunol*, 2022, 13:1063957.
- [77] ALLEN E, BAKKE A C, PURTZER M Z, et al. Neutrophil CD64 expression: distinguishing acute inflammatory autoimmune disease from systemic infections [J]. *Ann Rheum Dis*, 2002, 61(6):522-525.
- [78] HU B Q, YANG Y, ZHAO C J, et al. Accuracy of neutrophil CD64 expression in diagnosing infection in patients with autoimmune diseases: a meta-analysis [J]. *Clin Rheumatol*, 2019, 38(5):1319-1328.
- [79] HUSSEIN O A, EL-TOUKHY M A, EL-RAHMAN H S. Neutrophil CD64 expression in inflammatory autoimmune diseases: its value in distinguishing infection from disease flare [J]. *Immunol Invest*, 2010, 39(7):699-712.
- [80] URETEN K, ERTENLI I, OZTÜRK M A, et al. Neutrophil CD64 expression in behçet's disease [J]. *J Rheumatol*, 2005, 32(5):849-852.
- [81] JUKIC T, IHAN A, STUBLJAR D. Dynamics of inflammation biomarkers C-reactive protein, leukocytes, neutrophils, and CD64 on neutrophils before and after major surgical procedures to recognize potential postoperative infection [J]. *Scand J Clin Lab Invest*, 2015, 75(6):500-507.
- [82] FJAERTOFT G, HÅKANSSON L D, PAUKSENS K, et al. Neutrophil CD64 (Fc gammaRI) expression is a specific marker of bacterial infection: a study on the kinetics and the impact of major surgery [J]. *Scand J Infect Dis*, 2007, 39(6/7):525-535.

(收稿日期:2025-09-17 修回日期:2025-12-01)

(本文编辑:宣艳艳 张耀元)