

外周血未成熟粒细胞在孕妇细菌性感染疾病中 诊断效能研究

赵世俊¹, 李泽苗^{1*}, 张晔², 姚磊¹, 景敏¹

1.呼和浩特市妇幼保健院检验科, 内蒙古 呼和浩特 010010

2.呼和浩特市妇幼保健院产科, 内蒙古 呼和浩特 010010

DOI:10.61369/MRP.2025090034

摘要 : 目的为持续性发挥未成熟粒细胞在孕妇群体细菌性感染疾病中的检测作用。方法选取呼和浩特市妇幼保健院2023年9月至2025年5月间于产科门诊就诊的非感染孕妇100例为对照组, 患细菌性感染疾病的孕妇100例为观察组, 分别采集静脉血液检测白细胞(WBC)、中性粒细胞比例(NEUT%)、未成熟粒细胞(IG#、IG%)、血浆降钙素原(PCT)、C反应蛋白(CRP)、血清淀粉样蛋白A(SAA)等常用炎症指标, 运用受试者工作特征曲线(ROC曲线)进行分析。结果细菌性感染孕妇血液中WBC、NEUT%、IG#、IG%、SAA、CRP含量均显著高于非感染孕妇, PCT检测两组间无显著差异。检测未成熟粒细胞绝对值(IG#)、未成熟粒细胞百分比(IG%)诊断孕妇细菌性感染的曲线下面积(AUC)分别为0.836、0.841, cut-off值为0.04、0.3时, 敏感度为0.583、0.708, 特异性为0.97、0.879, 约登指数为154.3、157.7, 阳性预测值为0.933、0.81, 阴性预测值为0.762、0.806。结论未成熟粒细胞在孕妇细菌性感染疾病诊断中, 诊断准确率较高, 诊断效果符合预期。

关键词 : 未成熟粒细胞; 细菌性感染; 孕妇

Study on the Diagnostic Efficacy of Peripheral Blood Immature Granulocytes in Bacterial Infection Diseases in Pregnant Women

Zhao Shijun¹, Li Zemiao^{1*}, Zhang Ye², Yao Lei¹, Jing Min¹

1.Department of Laboratory Medicine, Hohhot Maternal and Child Health Hospital, Hohhot, Inner Mongolia 010010

2. Department of Obstetrics, Hohhot Maternal and Child Health Hospital, Hohhot, Inner Mongolia 010010

Abstract : Objective To investigate the diagnostic efficacy of immature granulocytes in bacterial infections among pregnant women. Methods A total of 100 non-infected pregnant women and 100 infected pregnant women from the obstetric outpatient department of Hohhot Maternal and Child Health Hospital between September 2023 and May 2025 were selected as control and observation groups respectively. Venous blood samples were collected to detect common inflammatory markers including white blood cells (WBC), neutrophil percentage (NEUT%), immature granulocyte indices (IG#, IG%), plasma procalcitonin (PCT), C-reactive protein (CRP), and serum amyloid A (SAA). ROC curve analysis was performed. Results Bacterial infection patients showed significantly higher levels of WBC, NEUT%, IG#, IG%, SAA, and CRP compared to non-infected pregnant women, while no significant difference was observed in PCT levels between groups. The diagnostic areas under the ROC curves (AUC) for immature granulocyte absolute count (IG#) and percentage (IG%) were 0.836 and 0.841 respectively. With cut-off values of 0.04 and 0.3, the sensitivity was 0.583 and 0.708, specificity 0.97 and 0.879, Jodin indices 154.3 and 157.7, positive predictive values 0.933 and 0.81, and negative predictive values 0.762 and 0.806. Conclusion Immature granulocytes serve as an ideal diagnostic indicator for bacterial infections in pregnant women.

Keywords : immature granulocyte; bacterial infection; pregnancy and women

引言

多篇文献研究报道未成熟粒细胞(IG)是新型生物标志物, 现阶段在多种疾病诊疗方面发挥着关键性作用。日常的血常规检测

基金项目:呼和浩特市卫生健康委医疗卫生科技计划项目(呼卫健医疗-2023057)

作者简介:赵世俊(1985.12-),男,内蒙古呼和浩特人,本科,研究方向:临床血液体液检测。

工作中发现较多的孕妇外周血中未成熟粒细胞（IG）升高，后经文献检索表明健康孕妇外周血中未成熟粒细胞会出现生理性升高，尤以孕中期、孕晚期明显。目前各级医院血常规检查中使用的未成熟粒细胞参考范围是：未成熟粒细胞绝对值（IG#） $0.00-0.06 \times 10^9/L$ ，未成熟粒细胞百分比（IG%） $0.00-0.60\%$ ，是健康成年男性和女性通用的参考范围^[1]。临床工作中有很大一部分孕妇外周血未成熟粒细胞结果会超出上述参考范围，为了纠正这种不适合孕妇的未成熟粒细胞参考范围，需要深入了解IG在健康孕妇外周血中的变化趋势，使临床医生和检验工作者对孕妇外周血中IG变化趋势有所了解。消除临床医生和患者对该项指标升高的疑惑，帮助临床医生精准识别健康孕妇与罹患感染性疾病的孕妇，减少误诊。

由于未成熟粒细胞与患者炎症反应具有显著相关性，本研究纳入100例临床诊断为细菌感染性疾病的孕妇作为观察组，纳入100例健康孕妇作为对照组，分别检测观察组和对照组静脉血白细胞（WBC）、中性粒细胞比例（NEUT%）、未成熟粒细胞绝对值（IG#）、未成熟粒细胞百分比（IG%）、C反应蛋白（CRP）、血清淀粉样蛋白A（SAA）、降钙素原（PCT）等实验室常用炎症指标的数值，运用t检验或者非参数检验（kruskal-wallisH检验）对观察组和对照组各项炎症指标的数值进行比较，以 $p < 0.05$ 为差异有统计学意义。并绘制受试者工作特征曲线（ROC曲线），计算WBC、NEUT%、IG#、IG%、CRP、SAA、PCT各指标曲线下面积AUC、cutoff值、灵敏度、特异度、约登指数。探讨未成熟粒细胞在孕妇细菌感染性疾病中的诊断效能。为临床中孕妇感染性疾病的诊断提供科学依据，补充新的实验室炎症检测指标。发挥相关指标的临床价值与实践作用。丰富实验室的检测方法。

一、检测方法

（一）一般资料

选取2023年9月至2025年5月间在呼和浩特市妇幼保健院产科学门诊就诊的非感染孕妇100例为非感染组，100名确诊的细菌性感染孕妇为感染组，研究对象知晓本次研究的内容，并进行了书面授权。

（二）仪器和试剂

本次研究过程中，根据检测物的不同，选用现阶段功能稳定、普及率较高的Sysmex XN-9000全自动血细胞分析仪、中元生物技术有限公司生产的Q7免疫分析仪、迈克医疗电子有限公司生产的P100 C反应蛋白检测分析仪、深圳国赛 Astep Plus分析仪。在完成检测设备选型的同时，对使用的各类试剂则以原厂配套为主。

（三）标本采集与检测

入组孕妇均抽取2mL静脉血，置于EDTA-K2抗凝管中，检测指标含白细胞（WBC）、中性粒细胞比例（NEUT%）、未成熟粒细胞（IG#、IG%）、降钙素原（PCT）、血清淀粉样蛋白A（SAA）及C反应蛋白（CRP）。本次标本严格按照操作规范进行处理，2小时内完成所有检测，避免样本遭受污染，影响检测结果。

（四）检测未成熟粒细胞在孕妇细菌性感染疾病诊断中的作用

选取非感染孕妇与细菌性感染孕妇两组，对比其WBC、NEUT%、IG#、IG%、PCT、SAA、CRP检测数据。其中，

WBC、NEUT%、PCT、CRP、SAA采用独立样本t检验分析，IG#与IG%采用非参数检验（Kruskal-Wallis H检验），以明确两组指标差异；再通过受试者工作特征曲线（ROC曲线），计算IG#、IG%的曲线下面积（AUC），并分析二者诊断孕妇细菌性感染的灵敏度、特异性及约登指数，探究其应用价值。

（五）数据整理与统计学处理

实验中获取的各类数据使用SPSS Statistics 19进行统计分析。以“均数 ± 标准差（±s）”进行正态分布数据的表达，非正态分布资料以“中位数（四分位间距）[M（P25，P75）]”表示；通过 $P < 0.05$ 判定是否具有统计学意义。

二、检测结果

感染组和非感染组孕妇血液WBC、NEUT%、IG#、IG%、SAA、PCT和CRP水平比较：细菌性感染孕妇血液中NEUT%、IG#、IG%、SAA、CRP含量均显著高于非感染孕妇（ $P < 0.01$ ），WBC含量亦高于非感染孕妇（ $P < 0.05$ ），PCT检测无统计学差异，如表1所示。对感染组和非感染组孕妇血液IG#、IG%进行受试者工作特征曲线分析，得出曲线下面积（area under the curve，AUC）分别为0.836、0.841，当IG#和IG%参数cut-off值为0.04、0.3时，敏感度为0.583、0.708，特异性为0.97、0.879，约登指数为154.3、157.7，阳性预期值为0.933、0.81，阴性预期值为0.762、0.806，如表2、图1所示。

表1 非感染孕妇和细菌性感染孕妇检测指标

组别	例数	IG#($10^9/L$) M(P25, P75)]	IG% [M(P25, P75)]	WBC ($10^9/L$)	PCT/ ($ng \cdot mL^{-1}$)	CRP/ ($mg \cdot L^{-1}$)	NEUT% M(P25, P75)]	SAA($mg \cdot L^{-1}$) M(P25, P75)]
非感染组	100	0.01(0.01, 0.02)	0.10(0.1, 0.2)	7.94 ± 2.13	0.09 ± 0.02	2.07(0.83, 3.52)	68.47 ± 5.32	2.81(2.52, 3.58)
感染组	100	0.04(0.02, 0.11) ^a	0.40(0.2, 1.3) ^a	9.57 ± 2.82^b	0.08 ± 0.01	9.00(5.39, 14.83) ^a	76.34 ± 5.60^a	7.22(3.79, 30.41) ^a

a) 与非感染组比较， $P < 0.01$ ；b) 与非感染组比较， $P < 0.05$

表2 未成熟粒细胞IG#及IG% 参数值

	AUC	cut off	敏感度	特异性	约登指数	阳性预测值	阴性预测值
IG#	0.836	0.04	0.583	0.97	154.3	0.933	0.762
IG%	0.841	0.3	0.708	0.879	157.7	0.81	0.806

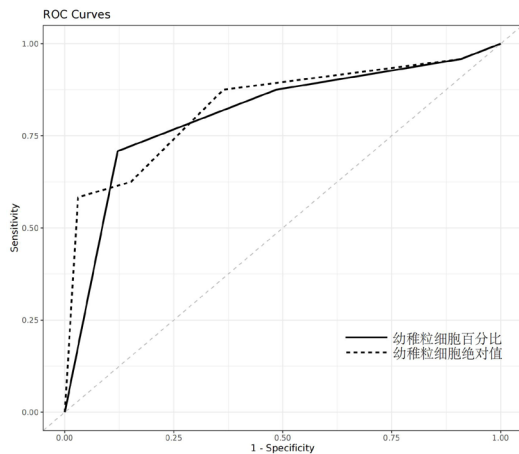


图1 IG#和IG%参数的ROC 曲线

三、分析

本研究选用 Sysmex XN - 9000 全自动血细胞分析仪检测孕妇外周血未成熟粒细胞含量 (IG #) 及百分比 (IG%), 同时检测白细胞计数 (WBC)、中性粒细胞比例 (NEUT%)、血清淀粉样蛋白 A (SAA)、C 反应蛋白 (CRP) 和 血浆降钙素原 (PCT) 等炎症指标进行比较, 对未成熟粒细胞 (IG#、IG%) 作为新的炎症检测指标在孕妇细菌性感染诊断中发挥的作用进行分析。感染组 100 例血液标本检测的 IG#、IG% 范围分别为 0 ~ 0.62 (10^9 /L) 和 0.0% ~ 5.3%, 四分位数为 0.04 [0.02, 0.11] (10^9 /L) 和 0.40 [0.20, 1.30] %, 非感染组 100 例血液标本检测的 IG#、IG% 范围分别为 0.00 ~ 0.04 (10^9 /L) 和 0.0% ~ 0.3%, 四分位数为 0.01 [0.01, 0.02] (10^9 /L) 和 0.1 [0.10, 0.2] %。应用 ROC 曲线评价检测未成熟粒细胞 (IG#、IG%) 在孕妇细菌性感染疾病诊断中的作用, 得出曲线下面积 (area under the curve, AUC) 分别为 0.836、0.841, 当 IG# 和 IG% 参数 cut-off 值为 0.04、0.3 时, 敏感度为 0.583、0.708, 特异性为 0.97、0.879, 约登指数为 154.3、157.7, 阳性预期值为 0.933、0.81, 阴性预期值为 0.762、0.806, 表明未成熟粒细胞 (IG#、IG%) 作为炎症指标诊断孕妇细菌性感染疾病的敏感性、特异性较高。

四、讨论

(一) 对于孕妇群体而言

由于其本身存在生理性白细胞增多, 传统的感染标志物 (如总白细胞计数) 诊断细菌感染的特异性降低。孕妇的 WBC 总数

从妊娠中期开始就会生理性升高 (可达 $10-16 \times 10^9$ /L, 甚至更高), 分娩时和产后初期会进一步升高。这使得单凭 WBC 计数很难判断是否存在病理性感染。IG 的出现和升高往往早于总白细胞计数 (WBC) 的显著变化和临床典型症状的出现。因此, IG 的出现或升高能更特异地提示存在病理性炎症过程, 有助于在生理性高 WBC 的背景下识别出真正的感染。IG 辅助鉴别感染类型, 对细菌感染更具特异性, 虽然病毒感染或其他炎症也可能导致 IG 轻度升高, 但显著升高的 IG 通常更强烈地提示细菌感染。这与细菌感染通常引发更强烈的中性粒细胞反应有关。IG 的优势在于: 与血常规同时检测, 快速 (几分钟出结果)、成本低、自动化程度高, 可提供实时信息。

(二) 评估感染严重程度和预后

IG 的水平和持续升高与感染的严重程度相关^[2-4]。IG 绝对值或百分比越高, 往往提示感染越严重, 如脓毒症的风险增加^[5]。动态监测 IG 的变化趋势对于评估治疗效果和预后至关重要。如果经过有效抗生素治疗后, IG 水平逐渐下降或恢复正常, 通常提示治疗有效, 病情好转。反之, 持续升高或居高不下则可能提示治疗失败或感染恶化。

(三) 在特定孕期感染中的应用

绒毛膜羊膜炎: 这是妊娠期严重的宫内感染, 及早诊断至关重要。IG 升高是提示绒毛膜羊膜炎的一个非常有价值的实验室指标, 尤其当孕妇出现发热、胎心过速但其他症状不典型时。

肾盂肾炎: 妊娠期常见的严重细菌感染, IG 通常会显著升高。

产褥期感染: 产后子宫内膜炎、切口感染等, IG 也是一个有用的监测指标。

阑尾炎等外科急腹症: 妊娠期阑尾炎诊断困难, IG 升高可作为辅助鉴别诊断的线索。

(四) 局限性及注意事项

1. 非绝对特异性: IG 升高并非细菌感染所独有。严重的应激、先兆子痫、子痫、急性缺氧、炎症性疾病、甚至某些恶性肿瘤也可能导致 IG 轻度升高。因此, 必须结合临床表现、体征、影像学和其他实验室检查进行综合判断。

2. 检测方法的差异: 不同型号的血细胞分析仪对 IG 的检测和分类能力可能存在差异, 实验室应建立自己的参考范围。

3. 不能单独作为诊断依据: IG 是一个优秀的辅助筛查和预警指标, 但不能替代血培养 (金标准) 和全面的临床评估。

五、结论

研究表明 IG 的绝对值或百分比成为了一个更具特异性和早期价值的辅助诊断指标。未成熟粒细胞在孕妇细菌性感染疾病诊断中，诊断准确率较高，诊断效果符合预期。它有效地弥补了

因妊娠生理性白细胞增多而难以解读传统总白细胞计数的困境，提供了更高特异性和早期预警信息。细菌性感染孕妇血液中未成熟粒细胞含量显著高于未感染孕妇，具有较好的临床应用价值，可以进行临床层面的推广。

参考文献

- [1] 江虹, 曾玲玲, 刘怡玲, 等. 未成熟粒细胞检测的评估及参考范围的建立 [J]. 检验医学, 2010, 25(3): 171-175.
- [2] 谭超超, 黄莹, 张黎维, 等. 未成熟粒细胞预测急性胰腺炎持续性全身炎性反应综合征的临床价值: 1973 例分析 [J]. 中华危重病急救医学, 2018, 30(12): 1123-1127.
- [3] 吴瑞丽, 李小斌, 王斌, 等. 未成熟粒细胞计数预测脊柱手术后早期感染的应用价值 [J]. 中国医药导报, 2019, 16(2): 123-126.
- [4] 代芳芳, 娄金丽, 王文静, 等. 未成熟粒细胞在肝病和 HIV 相关感染诊断中的应用价值 [J]. 北京医学, 2019, 41(06): 504-505.
- [5] 邹宇君, 江康伟, 伍春燕, 等. 外周血幼稚粒细胞在脓毒症严重程度以及预后评估中的作用 [J]. 中国当代医药, 2018, 25(15): 46-48.