

• 综述 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2024.02.028

## 外周血未成熟粒细胞在疾病诊断和预后中的研究进展\*

张洪涛, 乌仁稍, 周波, 徐倩综述, 曹贤<sup>△</sup>审校  
鄂尔多斯市中心医院康巴什部检验科, 内蒙古鄂尔多斯 017000

**摘要:**粒细胞是人体重要的免疫细胞,具有趋化、黏附、吞噬和杀菌的功能。某些特殊情况下外周血未成熟粒细胞增多,意味着病理情况的出现。正常情况下人体外周血以分叶核粒细胞为主,有少量杆状核粒细胞。该文概括总结了在部分疾病中未成熟粒细胞出现的临床意义,如在外伤、肿瘤、感染、应激反应及怀孕等情况下外周血未成熟粒细胞计数及其百分比增加,让读者对未成熟粒细胞有更深入的认识,更加客观地分析和治疗疾病。未成熟粒细胞计数及其百分比增加可能与疾病的诊断和预后相关。因此,正确看待外周血未成熟粒细胞对疾病的治疗有积极意义。

**关键词:**未成熟粒细胞; 脓毒症; 肿瘤; 外周血; 预后

中图法分类号:R446.11

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2024)02-0265-05

**Research progress of peripheral blood immature granulocytes  
in disease diagnosis and prognosis\***ZHANG Hongtao, WU Renshao, ZHOU Bo, XU Qian, CAO Xian<sup>△</sup>  
Department of Laboratory in Kangbashi, Ordos Central Hospital, Ordos,  
Inner Mongolia, 017000 China

**Abstract:** Granulocytes are important immune cells in human body, which have chemotaxis, adhesion, phagocytosis and bactericidal functions. In some special cases, the increase of immature granulocytes in peripheral blood indicates the appearance of pathological conditions. Under normal circumstances, the human peripheral blood is mainly lobulated granulocytes, with a small number of rod granulocytes. This article summarizes the clinical significance of immature granulocytes in some diseases, such as the increase of peripheral blood immature granulocytes count and percentage in trauma, tumor, infection, stress response and pregnancy, so that readers have a deeper understanding of immature granulocytes and more objective analysis and treatment of diseases. Immature granulocyte count and its percentage increase may be related to the diagnosis and prognosis of the disease. Therefore, a correct view of immature granulocytes in peripheral blood has a positive significance for the treatment of diseases.

**Key words:** immature granulocyte; sepsis; tumor; peripheral blood; prognosis

外周血未成熟粒细胞通常在健康个体中检测不到,但可以借助炎症细胞的通道提前释放到外周血中。未成熟粒细胞计数及其百分比与部分疾病的诊断及预后等相关,本文针对这些内容进行总结,以便对医生诊断和治疗疾病提供帮助。

**1 粒细胞的分化发育**

粒细胞在骨髓中产生和分化,一个原始粒细胞经过增殖和发育最终生成 8~32 个分叶核粒细胞。在骨髓中发育成熟的粒细胞进入外周血或组织中发挥防御功能<sup>[1]</sup>。粒细胞的发育可以分为以下 6 个阶段:原始粒细胞、早幼粒细胞、中幼粒细胞、晚幼粒细胞、杆状核粒细胞和分叶核粒细胞。正常情况下外周血中以分叶核粒细胞为主,有少量杆状核粒细胞。但是某些情况下,

如感染、怀孕、血液病、肿瘤、失血和冠心病时,外周血可出现未成熟粒细胞,这一现象通常认为是骨髓造血功能增强,骨髓屏障被破坏或者髓外造血导致。

粒细胞的发育过程及发育的特殊阶段越来越受到人们的关注。随着全自动血液分析仪的发展,外周血未成熟粒细胞的检出越来越多见。因此,外周血出现未成熟粒细胞不再是血液疾病的专属指标,并且逐渐被各个专业所重视。外周血出现未成熟粒细胞在许多疾病中均有报道,未成熟粒细胞计数及其百分比与部分疾病的病程和预后相关,对外周血未成熟粒细胞的研究也有助于正确理解粒细胞的功能。

**2 外周血未成熟粒细胞在疾病中的作用**EVRARD 等<sup>[2]</sup>在对粒细胞及其分化进行研究时

\* 基金项目:内蒙古自治区卫生健康科技计划(202201580)。

<sup>△</sup> 通信作者, E-mail: eedscx@163.com。

发现,炎症反应和应激反应时小鼠骨髓和脾中的粒系前体细胞会增多,从而使粒细胞得到补充。粒系前体细胞指的是具有向粒细胞发育的细胞,其阶段是早于未成熟粒细胞的。EVRARD 等<sup>[2]</sup>研究还证明,粒细胞相关表面标记 CD101 为阴性的粒系前体细胞数量与小鼠肿瘤的发生密切相关,粒细胞在人体免疫监视过程中发挥重要作用,能够抑制肿瘤发生,目前的资料证实粒细胞可能还发挥相反的作用。CETIN 等<sup>[3]</sup>回顾性分析 57 例慢性肾脏病 2~4 期儿童和 46 例正常对照者,认为未成熟粒细胞百分比是儿童慢性肾脏病透析前的感染指标,并且认为处在 4 期的患儿未成熟粒细胞百分比高于 2 期和 3 期,并与预后相关。未成熟粒细胞是新生儿感染诊断时的有效指标,但是成人的参考范围不适合新生儿,应该建立新生儿的参考范围。未成熟粒细胞计数及百分比升高的临床意义引发了很多思考:如何看待疾病发展过程中未成熟粒细胞计数及百分比的波动,是疾病本身的过程还是疾病加重的表现?面对未成熟粒细胞计数及百分比的变化是否需要采取措施使其正常?为此,本文选取一些文章进行总结,希望能对正确了解未成熟粒细胞在疾病中的变化有帮助。

**2.1 未成熟粒细胞在阑尾炎中的意义** 儿童阑尾炎的发生及阑尾炎的严重程度与未成熟粒细胞计数的高低有较大关系。DOGAN 等<sup>[4]</sup>通过数据分析证实,未成熟粒细胞计数高的患者更容易进展为穿孔,再结合其他指标能够帮助医生判断阑尾炎是否能够发展为重症。ÜNAL<sup>[5]</sup>通过研究 438 例成人阑尾炎患者认为,未成熟粒细胞计数及其百分比是诊断阑尾炎非常特异的指标,然而其灵敏度较低,但是未成熟粒细胞计数对于诊断复杂性阑尾炎是可靠的指标。PARK 等<sup>[6]</sup>通过分析 405 例成人阑尾炎患者的白细胞计数、中性粒细胞百分比、未成熟粒细胞百分比和 C 反应蛋白水平认为,未成熟粒细胞百分比与其他指标,如白细胞计数、中性粒细胞百分比、C 反应蛋白水平等相比没有特别大的诊断价值。ALTINER 等<sup>[7]</sup>分析 65 岁以上阑尾炎患者的实验室检查结果发现,未成熟粒细胞和总胆红素对复杂性阑尾炎和阑尾炎穿孔的诊断有较高的特异度和灵敏度,并且这 2 项指标检测快速、费用低。阑尾炎是较常见的一类急腹症,未成熟粒细胞在诊断阑尾炎的过程中有一定的价值,总体上认为未成熟粒细胞计数较高与阑尾炎的严重程度相关。

**2.2 未成熟粒细胞在急性胰腺炎中的意义** 急性胰腺炎是多种病因导致的胰酶提前激活,胰腺组织自身消化引起的炎症性疾病,在这个过程中中性粒细胞及免疫系统释放促炎介质,引起全身炎症反应综合征(SIRS),是胰腺炎病理过程的重要组成部分。胰腺炎的临床表现轻重不一,重症胰腺炎常常危及生命,及早诊断有助于胰腺炎的治疗及预后。KARAKULAK

等<sup>[8]</sup>通过分析未成熟粒细胞百分比诊断重症胰腺炎的受试者工作特征曲线得出结论:判断重症胰腺炎时未成熟粒细胞百分比的最佳截断值为 1.1%,特异度为 38.89%,灵敏度为 95.00%。未成熟粒细胞百分比达到 1.8%时住院患者病死率增高,特异度和灵敏度分别为 50.00%和 97.12%。谭超超等<sup>[9]</sup>对 1 973 例急性胰腺炎患者的研究认为,未成熟粒细胞是预测急性胰腺炎患者发生 SIRS 的潜在指标。UGURLU 等<sup>[10]</sup>对 582 例胰腺炎患者的实验室数据进行分析,结果显示,降钙素原、未成熟粒细胞百分比、白细胞计数、C 反应蛋白、清蛋白及 C 反应蛋白/清蛋白能够预测急性坏死性胰腺炎,多项指标联合检测判断重症胰腺炎的可操作性有待临床验证。发生急性胰腺炎时,严重的病理过程如细胞因子的释放、内皮细胞的损伤等,可能导致急性呼吸窘迫综合征(ARDS)。及早识别急性胰腺炎并发 ARDS 可以改善其临床预后。HUANG 等<sup>[11]</sup>通过对 1 933 例急性胰腺炎患者的分析,发现其中 143 例合并 ARDS,认为未成熟粒细胞计数是一项很好的标志物,能够提前发现急性胰腺炎及并发 ARDS。通过以上报道可以看出,未成熟粒细胞计数及百分比是发生胰腺炎和判断重症时比较可靠的一项指标,然而实际应用时的可操作性还需长时间验证,但是未成熟粒细胞计数及其百分比升高可以提示医生重点关注。

**2.3 未成熟粒细胞在脓毒症中的意义** 脓毒症是由病原微生物(病毒、细菌、真菌、支原体等)侵入机体,引起机体出现器官功能障碍的 SIRS,其发生率高,病情凶险,病死率高。脓毒症指南(第三版)中定义脓毒症为序贯器官功能衰竭评分 $\geq 2$ 分,评分系统涉及参数较多<sup>[12]</sup>,主要由宿主对感染反应失调引起。脓毒症的早期诊断和治疗对改善患者预后至关重要。目前脓毒症的诊断金标准为血培养,但是血培养受较多因素限制,阳性率不高,耗时较长,不能快速得出结果。KAROM 等<sup>[13]</sup>对急诊科脓毒症患者的相关炎症指标,如乳酸盐、白细胞计数、中性粒细胞计数、未成熟粒细胞计数、降钙素原等进行分析认为,上述指标对早期诊断脓毒症并没有帮助。AYRES 等<sup>[14]</sup>通过研究 301 例患者的未成熟粒细胞百分比认为,未成熟粒细胞百分比低于 2.0%时可以排除脓毒症的诊断,有较高的特异度(90.9%),这对脓毒症的排除很重要。为了更好地区分脓毒症和其他炎症性疾病,MEGH-RAOUI-KHEDDAR 等<sup>[15]</sup>通过使用质谱流式细胞术分析 42 项细胞表面标志物认为,在表达 CD64 的未成熟粒细胞中存在 CD123<sup>+</sup>或 PD-L1<sup>+</sup>的两群细胞,这两群细胞能够作为诊断脓毒症的特异性标志物,能够很好地区分脓毒症和其他炎症性疾病。然而质谱流式细胞术价格昂贵,不易实现,通过普通流式细胞术也能够检测到上述两群细胞,这一检测方法可以称为脓毒症诊断的里程碑。BHANSALY 等<sup>[16]</sup>认为,在脓

毒症的早期诊断中,未成熟粒细胞计数及其百分比是出现最早、最特异的指标,优于降钙素原和乳酸,并且随着疾病的发展,其诊断的特异度和灵敏度均会增高。新生儿脓毒症是一个世界性的问题,不仅是发展中国家存在的问题,发达国家也面临较大的挑战,而且新生儿脓毒症的首发症状和指标并不特异,如果有比较特异的指标将会给疾病带来较好的结果。JETHANI 等<sup>[17]</sup>通过对 80 例脓毒症患儿的分析认为,未成熟粒细胞计数与总中性粒细胞计数比值、中性粒细胞计数和 C 反应蛋白水平对诊断疾病有很好的预测作用。通过复习以上文章的观点,作者认为,外周血未成熟粒细胞计数的变化对脓毒症的诊断和治疗作用还需要结合其他指标共同分析,而且对外周血未成熟粒细胞的研究也不局限于数值的高低变化,还可以通过更为先进的手段检测未成熟粒细胞的表型等,更精确地分析未成熟粒细胞的各个亚群,从而能够更准确地诊断和治疗。

**2.4 未成熟粒细胞在烧伤患者中的意义** JEON 等<sup>[18]</sup>通过对严重烧伤患者的研究认为,未成熟粒细胞百分比可以作为预测严重烧伤患者发展为脓毒症的指标。VAN DER GEEST 等<sup>[19]</sup>对重症监护病房患者的相关炎症指标进行分析认为,未成熟粒细胞百分比可以作为判断感染的有效指标。烧伤患者由于皮肤大面积损伤,创面感染,以及体液丢失,导致器官功能紊乱,容易诱发脓毒症。2012 年,我国医师协会烧伤分会提出烧伤脓毒症诊断指南,包括了许多指标和临床表现,其中外周血的评估指标有白细胞计数、中性粒细胞计数、未成熟粒细胞百分比和降钙素原等。HAMPSON 等<sup>[20]</sup>追踪 63 例烧伤患者的血液指标认为,中性粒细胞、未成熟粒细胞计数和血浆游离 DNA 可作为烧伤后脓毒症的早期诊断指标。烧伤患者感染的可能性非常大,病情变化也比较快,因此,及时识别感染对烧伤患者尤为重要,这时未成熟粒细胞计数升高可以给医生提示作用,从而预防疾病恶化。

**2.5 未成熟粒细胞在心脏手术后的意义** 心脏手术患者因为体外循环和手术本身可能会导致术后 SIRS,然而根据传统指标难以区分感染性和非感染性。PORIZKA 等<sup>[21]</sup>研究认为,未成熟粒细胞和降钙素原能够很好地区分感染性和非感染性 SIRS,二者联合应用能够提高诊断 SIRS 的灵敏度。心脏外科体外循环术后患者白细胞种类会发生改变,未成熟粒细胞也会增高。有学者通过多色流式细胞学方法分析 59 例患者术后外周血细胞(包括粒细胞、单核细胞、淋巴细胞、树突细胞和浆细胞)的变化,结果提示 59 例患者术后单核细胞表面 HLA-DR 表达减弱,未成熟粒细胞计数增高,自然杀伤(NK)细胞和 T 淋巴细胞减少,其中 12 例患者表现出二次感染,但是在这一部分患者中只有未成熟粒细胞计数增高。DAIX 等<sup>[22]</sup>研究认为,未成熟粒细胞计数可作为判断心脏体外循

环术后感染的早期指标。因此,未成熟粒细胞计数可以作为判断心脏术后感染的一项较为特异的指标。

**2.6 未成熟粒细胞在肿瘤中的意义** 近年来随着对中性粒细胞的研究,许多学者发现,粒细胞在肿瘤的发生和发展过程中发挥着非常重要的作用。有学者通过对小鼠癌症模型和癌症患者外周血的研究发现,外周血中有成熟低密度中性粒细胞和未成熟低密度中性粒细胞,这些细胞在肿瘤的发生过程中起重要作用<sup>[23-24]</sup>。BOZAN 等<sup>[25]</sup>通过对 83 例乳腺癌患者的研究发现,未成熟粒细胞百分比与中性粒细胞计数的变化能够精确预测乳腺癌的腋窝淋巴结转移。SHAUL 等<sup>[26]</sup>分析癌症与中性粒细胞相关的研究认为,中性粒细胞在癌症的发生过程中起到正反方面的作用。因此推测,与肿瘤发生相关的中性粒细胞可以作为今后癌症治疗的靶点。HAJIZADEH 等<sup>[27]</sup>研究发现,中性粒细胞参与乳腺癌的发生,并且可能会作为癌症治疗的靶点。粒细胞是机体免疫系统中重要的一员,在免疫监视、免疫防御和免疫自稳中发挥作用,但是,随着人们对肿瘤的认识,发现粒细胞中可能会有一群起相反作用的细胞与肿瘤的发生密切相关,这也是今后治疗肿瘤应关注的重点。

外周血中的未成熟粒细胞还包括骨髓源性抑制细胞(MDSC)、低密度中性粒细胞等,这些细胞有其特有的免疫表型和功能,在肿瘤和免疫系统的研究及人类认识疾病中发挥重要作用。

MDSC 主要通过抑制 T 淋巴细胞和 NK 细胞的功能来发挥免疫作用。中性粒细胞中 MDSC 的免疫表型通常为 CD11b<sup>+</sup>CD14<sup>-</sup>CD66b<sup>+</sup>,形态与未成熟中性粒细胞相似。除了来源于中性粒细胞的 MDSC,还有单核细胞来源的 MDSC,其表型为 CD11b<sup>+</sup>CD14<sup>+</sup>HLA-DR<sup>low</sup>/CD15<sup>-</sup>。白细胞介素(IL)-6 是 MDSC 重要的调控因子,可以影响肿瘤细胞的增殖、存活和侵袭<sup>[28]</sup>。MDSC 在结直肠癌、白血病、淋巴瘤等疾病的进展中发挥重要作用。

杨艳敏等<sup>[29]</sup>通过比较直肠癌患者 MDSC、ROR $\alpha$ mRNA、IL-17E mRNA 等的表达,认为这些指标在直肠癌患者中明显增高。CASSETTA 等<sup>[30]</sup>通过多中心研究发现,癌症患者粒细胞来源的 MDSC 增多较炎症反应患者更明显,肝癌发病率高,许多患者对目前的治疗不敏感。MA 等<sup>[31]</sup>研究认为,MDSC 在肝癌中会发生免疫抑制作用,从而导致疾病产生,并且认为 MDSC 将会成为今后肝癌治疗的靶点。

癌症发病的原因较多,病理过程复杂,单独一项指标并不能全面解释癌症的过程。MDSC 作为一种未成熟粒细胞,在癌症的发生和治疗过程中发挥重要作用。目前有很多关于 MDSC 与疾病相关的研究,这些研究将会对癌症的治疗有很大帮助。

**2.7 未成熟粒细胞在其他疾病中的意义** NARCI 等<sup>[32]</sup>通过分析 149 例上消化道出血患者(其中 20 例

死亡,129 例好转)的相关数据认为,未成熟粒细胞计数升高与上消化道出血病死率相关。在中晚期健康孕妇中也能检测到未成熟粒细胞计数升高,而且晚期高于中孕期,分娩后 2~5 d 恢复正常<sup>[33]</sup>。未成熟粒细胞百分比与不良妊娠结局发生相关,而且对不良妊娠发生的特异性最大<sup>[34]</sup>。脊髓损伤患者手术后 24 h 内未成熟粒细胞计数和降钙素原水平升高对判断早期继发感染有很高的灵敏度和特异度,术后量化这些指标有助于早期识别有感染高风险的患者<sup>[35]</sup>。未成熟粒细胞计数升高往往提示疾病发展或者预示感染发生,在日常工作中应及时注意未成熟粒细胞计数,以便能提前应对疾病发生变化。

### 3 总 结

粒细胞是人体免疫系统的组成部分,发挥抗感染作用,粒细胞寿命为 6~8 h,在血液中能够迅速发挥抗感染作用。粒细胞可以通过胞浆中的嗜天青颗粒和中性颗粒等释放溶菌酶、氧自由基等发挥杀伤作用,也可以通过粒细胞表面表达的黏附分子来发挥杀伤作用。粒细胞增多最常见的原因是感染,然而除感染外,在应激反应、肿瘤、消化道出血、妊娠等情况下也会导致外周血粒细胞计数增高,并且可能会引起骨髓中未成熟粒细胞提前释放到外周血。通过对以上相关研究的总结可以看出,外周血未成熟粒细胞计数升高可能会预示疾病加重或预后不良。外周血出现未成熟粒细胞需要引起重视,但是目前对外周血未成熟粒细胞计数升高的研究还比较表浅。未成熟粒细胞出现的根本原因与其在疾病过程中发挥的具体作用,以及对免疫系统的影响还没有很明确,尤其是未成熟粒细胞在肿瘤的发生和发展过程中所起的作用并不明朗,但是相关研究越来越多。如 MDSC 也是未成熟髓系细胞中的一员,其与结直肠癌的发生相关,并且有较为肯定的免疫表型<sup>[36]</sup>。此外,通过密度梯度离心分离出的低密度中性粒细胞等在肿瘤的发生过程中也发挥较大作用。不论采用什么方法来研究未成熟粒细胞,都将对人们更好地了解疾病非常有帮助。

### 参考文献

- [1] 胡雪莲,赵勇.中性粒细胞发育分化调控机制[J].中华微生物学和免疫学杂志,2013,33(5):385-392.
- [2] EVRARD M, KWOK I W, CHONG S Z, et al. Developmental analysis of bone marrow neutrophils reveals populations specialized in expansion, trafficking, and effector functions[J]. *Immunity*, 2018, 48(2):364-379.
- [3] CETIN N, KOCATURK E, TUFAN A K, et al. Immature granulocytes as biomarkers of inflammation in children with predialysis chronic kidney disease[J]. *Pediatr Nephrol*, 2023, 38(1):219-225.
- [4] DOGAN M, GURLEYEN B. The role of immature granulocyte in the early prediction of acute perforated and

- nonperforated appendicitis in children[J]. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*, 2022, 28(3):375-381.
- [5] ÜNAL Y. A new and early marker in the diagnosis of acute complicated appendicitis:immature granulocytes[J]. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*, 2018, 24(5):434-439.
- [6] PARK J S, KIM J S, KIM Y J, et al. Utility of the immature granulocyte percentage for diagnosing acute appendicitis among clinically suspected appendicitis in adult[J]. *J Clin Lab Anal*, 2018, 32(7):e22458.
- [7] ALTINER S, CEBECI E, SUCU B B, et al. Role of immature granulocytes and total bilirubin values in the diagnosis of perforated appendicitis in patients over 65 years[J]. *Rev Assoc Med Bras*, 2022, 68(12):1681-1685.
- [8] KARAKULAK S, NARCI H, AVRİK C, et al. The prognostic value of immature granulocyte in patients with acute pancreatitis[J]. *Am J Emerg Med*, 2021, 44:203-207.
- [9] 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症反应综合征的临床价值:附 1 973 例分析[J]. *中华危重病急救医学*, 2018, 30(12):1123-1127.
- [10] UGURLU E T, YUREKLI U F. The effect of procalcitonin and immature granulocyte ratio in predicting the development of acute necrotizing pancreatitis:evidence from 582 cases[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2022, 26(20):7514-7521.
- [11] HUANG Y, XIAO J, CAI T, et al. Immature granulocytes:a novel biomarker of acute respiratory distress syndrome in patients with acute pancreatitis[J]. *J Crit Care*, 2019, 50:303-308.
- [12] SINGER M, DEUTSCHMAN C S, SEYMOUR C W, et al. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis-3)[J]. *JAMA*, 2016, 315(8):801-810.
- [13] KAROM B S, TOLAN N V, WOCKENFUS A M. Evaluation of lactate, white blood cell count, neutrophil count, procalcitonin and immature granulocyte count as biomarkers for sepsis in emergency department patients[J]. *Clin Biochem*, 2017, 50(16/17):956-958.
- [14] AYRES L S, SGNAOLIN V, MUNHOZ T P. Immature granulocytes index as early marker of sepsis[J]. *Int J Lab Hematol*, 2019, 41(3):392-396.
- [15] MEGHRAOU-KHEDDAR A, CHOUSTERMANN B G, GUILLOU N, et al. Two new neutrophil subsets define a discriminating sepsis signature[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2022, 205(1):46-59.
- [16] BHANSALY P, MEHTA S, SHARMA N, et al. Evaluation of immature granulocyte count as the earliest biomarker for sepsis[J]. *Indian J Crit Care Med*, 2022, 26(2):216-223.
- [17] JETHANI S, BHUTANI N, YADAV A. Diagnostic utility of combined immature and total neutrophil counts along with C-reactive protein in early detection of neonatal sepsis: a cross-sectional study [J]. *Ann Med Surg (Lond)*, 2022, 77:103589.

- [18] JEON K, LEE N, HEONG S, et al. Immature granulocyte percentage for prediction of sepsis in severe burn patients: a machine learning-based approach[J]. BMC Infect Dis, 2021, 21(1): 1258.
- [19] VAN DER GEEST P J, MOHSENI M, BROUWER R, et al. Immature granulocytes predict microbial infection and its adverse sequelae in the intensive care unit[J]. J Crit Care, 2014, 29(4): 523-527.
- [20] HAMPSON P, DINSDALE R J, WEARN C M, et al. Immature granulocytes, and cell-free DNA are early biomarkers of sepsis in burn-injured patients: a prospective observational cohort study[J]. Ann Surg, 2017, 265(6): 1241-1249.
- [21] PORIZKA M, VOLNY L, KOPECKY P, et al. Immature granulocytes as sepsis predictor in patients undergoing cardiac surgery[J]. Interact CardioVasc Thorac Surg, 2019, 28(6): 845-851.
- [22] DAIX T, GUERIN E, TAVERNIER E, et al. Immature granulocytes: a risk factor of infection after cardiac surgery[J]. Cytometry B Clin Cytom, 2018, 94(6): 887-894.
- [23] MOLLINEDO F. Neutrophil degranulation, plasticity, and cancer metastasis[J]. Trends Immunol, 2019, 40(3): 228-242.
- [24] 汪倩玲, 张逸寅, 王华, 等. 中性粒细胞在肿瘤微环境、肿瘤发生发展及诊治中的作用[J]. 生理学进展, 2022, 53(1): 1-6.
- [25] BOZAN M B, YAZAR F M, KALE I T, et al. Immature granulocyte count and delta neutrophil index as new predictive factors for axillary metastasis of breast cancer[J]. J Coll Physicians Surg Pak, 2022, 32(2): 220-225.
- [26] SHAUL M E, FRIDLENDER Z G. Cancer-related circulating and tumor-associated neutrophils-subtypes, sources and function[J]. FEBS J, 2018, 285(23): 4316-4342.
- [27] HAJIZADEH F, MALEKI L A, ALEXANDER M, et al. Tumor-associated neutrophils as new players in immunosuppressive process of the tumor microenvironment in breast cancer[J]. Life Sci, 2021, 264: 118699.
- [28] WEBER R, GROTH C, LASSER S, et al. IL-6 as a major regulator of MDSC activity and possible target for cancer immunotherapy[J]. Cell Immunol, 2021, 359: 104254.
- [29] 杨艳敏, 彭梦乐, 连文萍. 直肠癌患者 MDSC 百分比和 ROR $\alpha$ mRNA、IL-17E mRNA、FOXP3 mRNA 表达的临床意义[J]. 检验医学, 2023, 38(1): 23-27.
- [30] CASSETTA L, BRUDEREK K, SKRZECZYNSKA-MONCZNIK J, et al. Differential expansion of circulating human MDSC subsets in patients with cancer, infection and inflammation[J]. J Immunother Cancer, 2020, 8(2): e001223.
- [31] MA C, ZHANG Q, GRETEN T F. MDSCs in liver cancer: a critical tumor-promoting player and a potential therapeutic target[J]. Cell Immunol, 2021, 361: 104295.
- [32] NARCI H, BERKESOGLU, UCIBIL E K, et al. The usefulness of the percentage of immature granulocytes in predicting in-hospital mortality in patients with upper gastrointestinal bleeding[J]. Am J Emerg Med, 2021, 46: 646-650.
- [33] 王彦平, 丁宏, 巍志斌, 等. 外周血未成熟粒细胞在妊娠中的作用[J]. 国际检验医学杂志, 2021, 42(9): 1102-1104.
- [34] 吴秀继, 王永卿, 邱梅花. 网织红细胞参数及未成熟粒细胞相对值在不良妊娠结局中的预测价值[J]. 中华全科医学, 2021, 19(10): 1725-1728.
- [35] 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]. 中国骨伤, 2019, 32(10): 898-903.
- [36] 蔡婧珊, 夏雪莉, 王胜军. 髓源性抑制细胞在结直肠癌进展中的作用及治疗进展[J]. 江苏大学学报(医学版), 2022, 32(1): 84-87.

(收稿日期: 2023-02-10 修回日期: 2023-11-03)

(上接第 264 页)

- [14] 段金霞, 芦翼飞, 范暖东, 等. TCT 联合 CEA、CA125、CA153 检测对宫颈癌的诊断价值[J]. 实用癌症杂志, 2021, 36(12): 2054-2057.
- [15] SHI H, MA Y, SHAO Y, et al. Cytology, high-risk human papillomavirus testing and serum ca19-9 in a large cohort of patients with invasive cervical adenocarcinomas: correlation with a new pathogenetic classification[J]. Asian Pac J Cancer Prev, 2022, 23(8): 2599-2605.
- [16] 王晓娟, 散琴, 王月明, 等. CEA、CA125、SCC-Ag、CA199 及 CYFRA21-1 等肿瘤标志物在宫颈癌中诊断的价值和意义[J]. 海南医学院学报, 2017, 23(18): 2573-2576.
- [17] 周明, 付玉兰, 雷磊, 等. 血清糖类抗原 125、糖类抗原 19-9、血清铁蛋白在宫颈癌诊断及预后评估中的临床意义[J]. 癌症进展, 2022, 20(15): 1559-1562.
- [18] 颜雅萍, 黄杭珍, 张紫源. 血清 CA72-4、CA15-3、铁蛋白联合诊断早期宫颈癌临床价值[J]. 中国计划生育学杂志, 2023, 31(3): 675-679.
- [19] 贾颖, 王鹤鸣. 超声弹性成像参数联合血清 CYFRA21-1、FER、IGF-II 检测对宫颈癌的诊断价值及其与肿瘤侵袭、转移的关系[J]. 国际检验医学杂志, 2022, 43(16): 1969-1974.
- [20] 薛方, 张琳, 梁茜. 液基薄层细胞学检测联合癌胚抗原、糖类抗原 125、糖类抗原 153 检测对宫颈癌的诊断价值[J]. 癌症进展, 2023, 21(1): 90-92.
- [21] 王强珍. 血清 TFF3、AIF-1 和 S100-A11 水平在宫颈癌早期诊断和预后评估中的临床价值[J]. 检验医学与临床, 2023, 20(2): 198-202.
- [22] 陈亚龙, 赵媛. CA125、CA153、CEA 水平在卵巢癌诊断中的价值[J]. 实用癌症杂志, 2019, 34(4): 691-693.
- [23] 徐书星, 霍庆赞, 杨颖, 等. 乳腺癌患者血清 SF、TFF1、PD-L1 水平变化及与传统肿瘤标志物的诊断价值比较[J]. 山东医药, 2020, 60(20): 64-66.

(收稿日期: 2023-06-16 修回日期: 2023-11-05)