

新型炎症指标与腹膜透析相关性腹膜炎

孔德爽, 汪裕伟*

皖南医学院弋矶山医院肾内科, 安徽 芜湖

收稿日期: 2025年8月29日; 录用日期: 2025年9月23日; 发布日期: 2025年9月30日

摘要

腹膜透析相关性腹膜炎(PDAP)是终末期肾脏病患者接受腹膜透析治疗过程中的主要并发症,严重影响患者的治疗结局、技术存活率及生活质量。目前,PDAP的诊断主要依赖于临床表现以及传统的实验室指标,如腹透液有核细胞计数和血清C反应蛋白等,但这些指标在诊断的及时性、特异性及临床实用性方面存在局限。近年来,源自全血细胞计数的新型炎症标志物——中性粒细胞与淋巴细胞比率(NLR)、血小板与淋巴细胞比率(PLR)及单核细胞与淋巴细胞比率(MLR),因其经济、便捷且能综合反映机体全身性炎症与免疫状态而备受关注。本文将从PDAP的流行病学特征等各方面介绍。阐述NLR、PLR和MLR的生物学基础,并系统梳理它们在慢性肾脏病、透析患者,特别是PDAP患者中的诊断价值、严重程度评估及预后预测相关的研究进展。以进一步验证其临床应用价值,并为实现PDAP的个体化精准防治提供新的策略。

关键词

腹膜透析, 腹膜炎, 中性粒细胞与淋巴细胞比率, 血小板与淋巴细胞比率, 单核细胞与淋巴细胞比率, 炎症, 生物标志物

Novel Inflammatory Markers and Peritoneal Dialysis-Associated Peritonitis

Deshuang Kong, Yuwei Wang*

Department of Nephrology, Yijishan Hospital, Wannan Medical College, Wuhu Anhui

Received: August 29, 2025; accepted: September 23, 2025; published: September 30, 2025

Abstract

Peritoneal dialysis-associated peritonitis (PDAP) represents a primary complication for patients with end-stage kidney disease receiving peritoneal dialysis, profoundly affecting clinical outcomes, technique survival, and quality of life. The current diagnostic approach for PDAP depends on clinical

*通讯作者。

文章引用: 孔德爽, 汪裕伟. 新型炎症指标与腹膜透析相关性腹膜炎[J]. 临床医学进展, 2025, 15(10): 686-693.
DOI: 10.12677/acm.2025.15102807

manifestations and conventional laboratory markers, including peritoneal fluid nucleated cell count and serum C-reactive protein. However, these traditional indices are limited by their suboptimal timeliness, specificity, and practical clinical utility. Recently, novel inflammatory markers derived from the complete blood count—specifically, the neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR), platelet-to-lymphocyte ratio (PLR), and monocyte-to-lymphocyte ratio (MLR)—have attracted considerable attention. These indices are cost-effective, readily available, and offer a comprehensive reflection of the body's systemic inflammatory and immune status. This review will first outline the epidemiological features of PDAP, followed by an elaboration on the biological rationale of NLR, PLR, and MLR. We will then systematically synthesize the existing evidence on their diagnostic, severity assessment, and prognostic value in patients with chronic kidney disease, dialysis populations, and especially those with PDAP. This work aims to further validate the clinical utility of these markers and to inform new strategies for the personalized and precise prevention and treatment of PDAP.

Keywords

Peritoneal Dialysis, Peritonitis, Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio, Platelet-to-Lymphocyte Ratio, Monocyte-to-Lymphocyte Ratio, Inflammation, Biomarkers

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

慢性肾脏病(Chronic Kidney Disease, CKD)是一种进行性疾病, 现已影响全球 10%以上的总人口, 预计到 2040 年将成为全球第五大死因, 也是近 20 年来相关死亡人数有所增加的少数非传染性疾病之一[1][2], 当进展到终末期肾脏病(End-Stage Kidney Disease, ESKD)时, 主要的治疗方式则为透析治疗, 目前世界上约 380 万人通过不同形式的透析治疗来治疗 ESKD [3], 其中腹膜透析(Peritoneal Dialysis, PD)因其便捷性和居家治疗的优势成为约 11%透析患者的首选初治方案[4]。然而, PD 的长期应用面临着腹膜透析相关性腹膜炎(Peritoneal Dialysis-Associated Peritonitis, PDAP)的严峻挑战, 后者是 PD 患者最常见且最严重的并发症, 直接导致技术失败、转为血液透析乃至死亡[5]。当前 PDAP 的诊断主要依赖于临床症状(如腹痛、腹透液混浊)和腹透液的实验室分析[6], 但是 PDAP 为局部感染, 单独监测白细胞、中性粒细胞等变化可能会因为患者在感染早期阶段或炎症反应局限而无明显变化, 近年来, 来源于全血细胞计数的新型炎症指标, 包括中性粒细胞与淋巴细胞比率(NLR)、血小板与淋巴细胞比率(PLR)以及单核细胞与淋巴细胞比率(MLR)等, 在多种感染性及非感染性疾病中展现出巨大的临床应用潜力。因此, 本文旨在系统性地回顾和梳理 NLR、PLR、MLR 在 PDAP 诊断, 严重性评估和预后预测中的研究现状, 探讨其作为传统标志物补充的临床价值。

2. 腹膜透析相关性腹膜炎(PDAP)的临床概况

2.1. PDAP 的流行病学特征

PDAP 的诊断主要遵循 2022 年国际腹膜透析协会(ISPD)指南, 即患者出现临床表现(腹痛、透析液混浊), 并满足透析液白细胞计数 $> 100/\mu\text{L}$ (中性粒细胞 $> 50\%$)或透析液培养阳性任一条件即可确诊[6]。在全球, PDAP 发病率呈下降趋势, 但地区差异显著, 亚太地区仍高于欧美[7]。其背后的原因主要是由于多种危险因素共同作用于 PDAP 的发生与发展。对于首次发生 PDAP 的患者, 透析时长、高糖渗透液

使用史及高基质金属蛋白酶(MMPs)水平是已知的危险因素, 而较高的血红蛋白(HB)水平则起保护作用。相比之下, 对于反复发作的 PDAP, 其危险因素则更多指向慢性胃炎、多重耐药菌定植、抗感染疗程不足、末次透出液中性粒细胞百分比偏高以及血尿素氮偏低等因素[8][9]。病原学上, PDAP 以革兰氏阳性菌(G+)为主, 尤其是金黄色葡萄球菌和表皮葡萄球菌。革兰氏阴性菌(G-)亦占一定比例, 特别是大肠杆菌, 其感染常预示着更复杂的临床过程[10][11]。

2.2. PDAP 的感染途径与防御机制

PDAP 最核心的发病机制在于微生物突破腹膜的天然屏障进入腹腔并克服人体的防御机制引发炎症。主要途径包括: 经腹透管腔内途径(操作不当)、经腹透管周围途径(出口处或隧道感染)以及经肠道途径(菌群易位), 在女性患者中还存在一种特殊途径, 即经女性生殖道途径, 微生物可通过阴道、子宫、输卵管上行进入腹腔[12], 面对这些潜在的入侵威胁, 腹膜腔拥有一套由物理屏障、细胞免疫、和体液免疫构成的综合防御体系。然而, 在腹膜透析状态下, 高糖、高渗透压的透析液可能损害这些防御细胞的功能。当入侵的微生物毒力足够强、数量足够多, 或宿主的防御机制因各种原因受损时, 炎症瀑布反应可能会被触发, 最终导致 PDAP 的临床发生。因此, 维护和增强这些防御机制是 PDAP 预防和治疗的重要方向。

2.3. PDAP 的临床表现及预后

PDAP 的临床表现通常直接且具有指示性, 大多数患者因急性腹痛、腹透液浑浊, 或伴有发热而就诊, 这些是诊断的初步关键线索。一旦炎症发生, 其对腹膜结构和功能的影响便随之展开, 引发一系列短期及长期并发症。在腹膜功能上, 急性炎症可迅速导致腹膜通透性增加, 表现为溶质转运加快。这种高转运状态使得透析液中的葡萄糖被快速吸收, 渗透梯度随之减弱, 最终导致超滤功能下降甚至衰竭, 使患者面临容量负荷过重的风险。尽管这种功能性改变在炎症消退后可能部分恢复, 但反复或严重的腹膜炎则会造成不可逆的损害。在腹膜结构上, 持续的炎症反应会刺激腹膜发生纤维化增厚和粘连, 这不仅会影响腹膜的透析效率, 还可能因肠道粘连而引发相应症状。更为严重的是, 少数长期透析, 经历过反复或严重腹膜炎的患者, 可能会进展为包裹性腹膜硬化症(Encapsulating Peritoneal Sclerosis, EPS)。EPS 是 PDAP 最致命的远期并发症, 其特征为腹膜进行性、弥漫性纤维化, 如“蚕茧”般包裹肠道, 最终导致肠梗阻、严重营养不良和极高的死亡率[13]。因此, 预防腹膜炎的发生, 对于保护腹膜长期功能、避免 EPS 等并发症至关重要。

2.4. PDAP 的治疗原则与进展

针对 PDAP 的治疗, 国际腹膜透析学会(ISPD)指南提供了一套以快速控制感染、保护腹膜功能为核心的标准化策略, 治疗的基石在于立即启动经验性抗生素治疗。一旦临床怀疑 PDAP 并留取透析液标本后, 应毫不延迟地给予能够同时覆盖革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌的抗生素。经典的方案包括联合使用万古霉素或第一代头孢菌素(针对 G+菌)与第三代头孢菌素或氨基糖苷类药物(针对 G-菌)。其中腹膜腔内给药被视为首选途径, 因为它能将高浓度药物直接递送至感染部位, 研究证实其治疗失败率显著低于静脉给药。后续治疗则需根据透析液培养及药敏试验结果, 调整为针对性的窄谱抗生素[14]。鉴于抗生素治疗可能诱发真菌性 PDAP, ISPD 建议在抗生素治疗期间采取抗真菌预防措施, 特别是对于免疫功能低下或长期接受广谱抗生素治疗的患者。对于治疗反应不佳的难治性或复发性腹膜炎, 拔除腹透导管是最终且最有效的手段。拔管的经典指征为标准抗生素治疗 5 天后腹透液仍持续混浊。然而, 临床决策并非刻板不变, 需结合患者的临床症状、腹透液白细胞计数变化趋势以及致病菌的毒力综合判断。

3. PDAP 诊断标志物的研究进展

3.1. 传统诊断方法的应用与局限

白细胞介素-6 (Interleukin-6, IL-6)、肿瘤坏死因子- α (Tumor Necrosis Factor- α , TNF- α)、降钙素原(Procalcitonin, PCT)、C 反应蛋白(C-Reactive Protein, CRP)等在炎症反应中显著升高, 被认为是早期诊断和评估炎症发生的良好指标。其中, 用于评估 PD 患者炎症负担的最常见标志物是 CRP 和 IL-6 [15]。然而, 这些传统指标存在明显局限: 腹透液细胞学分析存在一定的滞后性; CRP 虽应用广泛, 但特异性极低, 且在肾病患者中常呈基线升高状态; 而 IL-6 和 PCT 等则因半衰期短、受肾功能影响大或检测成本高, 限制了其在 PDAP 早期诊断中的常规应用。

3.2. 腹水核心细胞因子

TNF- α 和 IL-6 是腹水炎症研究中两个核心的促炎细胞因子。其主要来源是在门脉高压、肠道淤血、肠壁通透性增加以及肠道菌群失调时, 肠道内的细菌或其产物(特别是革兰氏阴性菌的脂多糖/LPS, 也称为内毒素)会通过肠壁进入门静脉系统和淋巴系统, 最终到达腹腔。腹腔巨噬细胞表面有专门识别这些危险信号的“雷达”, 即 Toll 样受体 4 (Toll-like Receptor 4, TLR4) [16]。除此之外, 腹膜间皮细胞是覆盖在腹腔内壁和脏器表面的一层细胞。对炎症信号极其敏感, 当巨噬细胞产生的 TNF- α 和 IL-1 β 扩散到腹膜表面时, 会强烈地激活这些间皮细胞, 激活的间皮细胞会大量合成并释放 IL-6 [17]。理论上它们可作为极早期预警信号。然而, 它们的临床应用上也有挑战, 首先, 作为广谱的促炎因子, 其升高缺乏对 PDAP 的特异性, 在任何炎症状态下均可出现; 其次, 它们在体内的半衰期极短, 检测窗口窄, 给临床即时检测带来不便; 最后, 其水平与疾病严重程度的线性关系尚不完全明确。

3.3. 血清学炎症标志物: CRP 与 PCT

作为正五聚(Pentraxin)蛋白家族的一员, CRP 是一类急性期反应物, 它协调宿主对病原体和受损组织的免疫反应。被认为是感染性或炎症性疾病的早期指标, 也是反映许多疾病和机体功能失调的通用生物标志物[18]。它在炎症发生后 6~12 小时开始升高, 并在 24~48 小时达到峰值。CRP 的主要优势在于检测成熟、成本低廉且相对稳定。然而, 其核心局限性在于高度的非特异性——它无法区分感染与非感染性炎症, 也无法识别病原体类型, 因此主要用于炎症筛查和动态监测, 而非早期特异性诊断。

PCT 是一种由 116 个氨基酸组成的肽类前体物质, 在生理状态下, 它主要由甲状腺 C 细胞合成并迅速在细胞内裂解。然而, 当身体受到细菌内毒素或相关炎症介质的刺激时, 全身的多种组织和细胞都会大量产生 PCT, 使其在血液中的浓度迅速升高。病毒感染会诱导身体产生另一种细胞因子——干扰素- γ (INF- γ), 而这种干扰素会抑制 PCT 的生成[19]。所以正是因为这种“细菌促进, 病毒抑制”的机制, PCT 能够比传统的炎症指标更准确地区分细菌感染和病毒感染。因 PCT 主要通过肾脏清除, 所以在慢性肾脏病特别是终末期肾脏病中, PCT 清除减慢, 会导致其基础水平升高。因此, 在这些患者中判断感染的 PCT 阈值需要相应调高, 更重要的是看其动态变化趋势[20]。但是在临床上动态监测其变化趋势会进一步增加患者的医疗负担, 所以往往利用率不高。

4. 血常规衍生炎症指标

4.1. 炎症细胞在炎症反应中的作用

NLR、PLR、MLR 等指标, 本质上反映了炎症反应中不同免疫细胞组分之间的平衡与失衡, 同时也能评估心血管疾病严重程度以及预测预后[21]。在此过程中, 中性粒细胞在细菌感染初期数量急剧升高。

单核细胞则作为关键的吞噬和抗原呈递细胞, 在炎症的启动和演进中发挥重要作用。而血小板不仅参与止血, 更在活化后释放多种炎症介质和微粒, 加剧炎症和血栓形成[22]。与此相对, 淋巴细胞作为适应性免疫的核心, 其功能具有双重性: 既包含促炎亚群, 也拥有发挥免疫抑制和调节功能的关键亚群(如调节性 T 细胞)。因此, 这些细胞计数的相对比值, 能够在一定程度上量化促炎/先天免疫与抗炎/适应性免疫之间的力量对比, 为评估全身炎症状态提供了新的维度。

4.2. NLR、PLR 及 MLR 的生物学基础

NLR 是反映全身炎症和应激反应的新型血液学参数, 起初, NLR 被用于评估败血症和包括菌血症在内的全身性感染的严重程度, 现在也被用在评估实体瘤预后、监测肿瘤治疗效果, 是可靠且廉价的癌症相关炎症标志物[23]。也有研究表明, NLR 与冠状动脉疾病(CAD)、急性冠脉综合征(ACS)、卒中及复合心血管事件相关[24]。PLR 是两种重要的相反炎症途径的综合反映[25], 近期研究指出, PLR 已成为一种新型炎症指标, 其变化趋势可揭示急性炎症以及血栓形成前状态, 可评估全身炎症严重程度。在多种风湿病中能有效反映疾病活动度和辅助诊断[22]。同时其在预测肿瘤预后方面也较为敏感。

单核细胞是免疫系统中重要组成部分, MLR 作为另一种新型炎症因子, 可用于反映机体整体炎症水平, 其比值升高通常反映了机体单核细胞增多、活化伴随促炎状态的增强和/或因淋巴细胞减少导致的免疫调节、抑制能力的下降。它可以被视为一种衡量先天免疫和适应性免疫之间平衡或失衡的指标。在许多包括心血管疾病、癌症、CKD、感染性疾病中, 高 MLR 已被证明与不良预后相关[26]。

5. 在慢性肾脏疾病患者中的研究

在 CKD 的整体病程中, 慢性微炎症状态是驱动疾病进展和并发症的核心机制。在此背景下, NLR、PLR、MLR 作为新型炎症因子, 近期已有研究表明, 较高的 NLR 水平反映了 CKD 的更晚期阶段, 并表明 NLR 可作为预测 CKD 进展的生物标志物[27]。PLR 与 CKD 患者的蛋白尿、高血压、贫血及继发性甲状旁腺亢等多种并发症相关, 进而影响其总体死亡率[28]。同样, MLR 的增高在 CKD 患者中与炎症存在独立关联, 且 MLR 值越高的个体肾功能越差, 暗示其在评估病情严重性方面的潜力[29]。

5.1. 在透析患者中的研究

在血液透析患者中, NLR 可能比 CRP 水平更适合评估代谢功能障碍, 可用来辅助决定血液透析时机, 还能作为预测血管通路失败的独立指标[30]-[32]。在接受血液透析的患者中, 炎症是导致促红素耐药的已知因素, Carollo 等人在文献中已证实较高的 NLR、PLR 与促红细胞生成素的耐药性独立相关, 这为临床识别和管理由炎症驱动为难治性贫血提供了简便的工具[33] [34]。

在维持腹膜透析患者中, 这些指标同样展现出预测不良预后的潜力。高基线 NLR 被证实与 PD 患者的全因死亡率增加相关, 但是它与心血管(CV)死亡率尚不明确[35]。在另一份报告中, 在接受 PD 的患者中, PLR 是预测左心室收缩功能障碍(Left ventricular systolic dysfunction, LVSD)的一个有价值且独立的指标。且 PLR 在预测 LVSD 方面的能力优于 NLR、MLR 和血清白蛋白[36] [37]。随着 PD 时间的延长, 腹主动脉钙化(AAC)发生率显著增加, 其中, MLR 在评估与慢性炎症相关的 AAC 风险方面, 显示出优于其他指标的预测效能[38]。

5.2. 与 PDAP 相关的现有研究

作为 PD 最主要的并发症, 寻找能够早期诊断并评估 PDAP 严重程度的生物标志物至关重要。有研究表明 NLR、PLR 和 SIRI 是影响 PDAP 发生的独立因素, 且联合应用可提高诊断的准确性[39], 在 PDAP 预后预测中, NLR、PLR、HLR 和 SIRI 与 PDAP 结局相关, 且 NLR、PLR、HLR 和 SIRI 的组合可能提高

PDAP 患者的预后预测能力[40], 现有研究证实, 在单菌种 PDAP 发作中, NLR 升高是预测治疗失败事件的重要且独立的因素。值得注意的是, NLR 的预测价值因感染类型而异, 其对革兰氏阴性菌腹膜炎患者的预后预测作用可能更强[41]。PLR 是 PD 患者发生炎症相关疾病的有效预测因子, 鉴于 PDAP 其本质是一种由感染引发的、以腹膜腔内白细胞浸润为特征的严重炎症性并发症, PLR 在 PDAP 的风险评估中可能具有潜在价值。如果一个患者的 PLR 水平长期偏高, 这可能反映其机体持续处于一种“易感”的微炎症状态, 从而更容易在遭遇病原体攻击时发展为临床显著的腹膜炎[42]。尽管证据日益增多, 但现有研究仍存在一些局限。首先, 大多数研究为回顾性设计, 且主要关注诊断价值, 对其预测长期预后的前瞻性研究尚显不足。其次, 不同研究提出的诊断 NLR 的最佳截断值差异较大, 这给其在临床实践中的标准化应用带来了挑战。最后, 这些指标易受合并感染等多种混杂因素影响, 其在复杂临床情境下的特异性仍需进一步验证。

6. 结论与展望

综上所述, 有效防治 PDAP 是提升腹膜透析治疗成功率和改善患者长期预后的关键。本综述从 PDAP 的发病机制出发, 探讨了传统诊断方法的局限性, 并重点梳理了以 NLR、PLR、MLR 为代表的新型炎症标志物的研究进展。这些基于血常规指标因其经济、便捷的特点, 在早期识别 PDAP 高风险人群方面展现出巨大潜力。基于现有证据, 我们认为未来的研究方向应从单一指标的验证转向多维度评估模型的构建与应用。我们可构建一个整合了临床症状、腹透液细胞学特征、传统炎症标志物以及新型血液学指标(特别是 NLR 和 MLR)的动态加权评分系统, 可能比任何单一指标都更能精准地早期识别高危 PDAP 患者, 并预测其治疗失败或技术失败的风险。未来的相关研究可以致力于验证这类模型的预测效能, 并探索其能否指导临床进行分层管理, 例如对高风险患者采取更强的初始抗感染策略或更密切的病情监测。这会是实现 PDAP 个体化精准防治的关键一步。

参考文献

- [1] August, P. (2023) Chronic Kidney Disease—Another Step Forward. *New England Journal of Medicine*, **388**, 179-180. <https://doi.org/10.1056/nejme2215286>
- [2] Kovesdy, C.P. (2022) Epidemiology of Chronic Kidney Disease: An Update 2022. *Kidney International Supplements*, **12**, 7-11. <https://doi.org/10.1016/j.kisu.2021.11.003>
- [3] Liyanage, T., Ninomiya, T., Jha, V., Neal, B., Patrice, H.M., Okpechi, I., *et al.* (2015) Worldwide Access to Treatment for End-Stage Kidney Disease: A Systematic Review. *The Lancet*, **385**, 1975-1982. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(14\)61601-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(14)61601-9)
- [4] Cho, Y., Bello, A.K., Levin, A., Lunney, M., Osman, M.A., Ye, F., *et al.* (2021) Peritoneal Dialysis Use and Practice Patterns: An International Survey Study. *American Journal of Kidney Diseases*, **77**, 315-325. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2020.05.032>
- [5] Sahlawi, M.A., Wilson, G., Stallard, B., Manera, K.E., Tong, A., Pisoni, R.L., *et al.* (2020) Peritoneal Dialysis-Associated Peritonitis Outcomes Reported in Trials and Observational Studies: A Systematic Review. *Peritoneal Dialysis International: Journal of the International Society for Peritoneal Dialysis*, **40**, 132-140. <https://doi.org/10.1177/0896860819893810>
- [6] Li, P.K., Chow, K.M., Cho, Y., Fan, S., Figueiredo, A.E., Harris, T., *et al.* (2022) ISPD Peritonitis Guideline Recommendations: 2022 Update on Prevention and Treatment. *Peritoneal Dialysis International: Journal of the International Society for Peritoneal Dialysis*, **42**, 110-153. <https://doi.org/10.1177/08968608221080586>
- [7] Marshall, M.R. (2021) A Systematic Review of Peritoneal Dialysis-Related Peritonitis Rates over Time from National or Regional Population-Based Registries and Databases. *Peritoneal Dialysis International: Journal of the International Society for Peritoneal Dialysis*, **42**, 39-47. <https://doi.org/10.1177/0896860821996096>
- [8] 赖玮婧, 何可, 高芳, 等. 频发腹膜透析相关性腹膜炎的危险因素分析[J]. 四川大学学报(医学版), 2019, 50(2): 264-267.
- [9] 马媛媛, 任东升, 鲁冰, 等. 腹膜透析患者首发腹膜透析相关性腹膜炎的影响因素分析[J]. 淮海医药, 2025,

- 43(2): 132-135.
- [10] He, Y., Yang, G., Wang, P., Wang, X., Xiong, Z., He, Y., *et al.* (2024) Evolution of Peritoneal Dialysis-Associated Peritonitis: Pathogen, Antibiotic Resistance, and the Impact of Lymphocyte Count on Treatment Outcomes. *Infection and Drug Resistance*, **17**, 685-696. <https://doi.org/10.2147/idr.s442641>
 - [11] You, L., Zhang, B., Zhang, F. and Wang, J. (2024) Pathogenic Spectrum and Risk Factors of Peritoneal Dialysis-Associated Peritonitis: A Single-Center Retrospective Study. *BMC Infectious Diseases*, **24**, Article No. 440. <https://doi.org/10.1186/s12879-024-09334-9>
 - [12] Voinescu, C.G. and Khanna, R. (2002) Peritonitis in Peritoneal Dialysis. *The International Journal of Artificial Organs*, **25**, 249-260. <https://doi.org/10.1177/039139880202500402>
 - [13] 朱娇妹, 谭会斌, 邢玲玲, 等. 腹膜透析相关性腹膜炎致包裹性腹膜硬化症一例[J]. 中华肾脏病杂志, 2020, 36(7): 554-556.
 - [14] 邓秋, 杨陈, 安宁. 腹膜透析相关性腹膜炎的临床治疗进展[J]. 临床肾脏病杂志, 2024, 24(10): 865-869.
 - [15] Li, P.K., Ng, J.K. and McIntyre, C.W. (2017) Inflammation and Peritoneal Dialysis. *Seminars in Nephrology*, **37**, 54-65. <https://doi.org/10.1016/j.semnephrol.2016.10.007>
 - [16] Albillos, A., Martin-Mateos, R., Van der Merwe, S., Wiest, R., Jalan, R. and Álvarez-Mon, M. (2022) Cirrhosis-Associated Immune Dysfunction. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, **19**, 112-134. <https://doi.org/10.1038/s41575-021-00520-7>
 - [17] Topley, N., Brown, Z., Jörres, A., *et al.* (1993) Human Peritoneal Mesothelial Cells Synthesize Interleukin-8. Synergistic Induction by Interleukin-1 Beta and Tumor Necrosis Factor-Alpha. *The American Journal of Pathology*, **142**, 1876-1886.
 - [18] Vashist, S.K., Venkatesh, A.G., Marion Schneider, E., Beaudoin, C., Lupp, P.B. and Luong, J.H.T. (2016) Bioanalytical Advances in Assays for C-Reactive Protein. *Biotechnology Advances*, **34**, 272-290. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2015.12.010>
 - [19] Schuetz, P., Albrich, W. and Mueller, B. (2011) Procalcitonin for Diagnosis of Infection and Guide to Antibiotic Decisions: Past, Present and Future. *BMC Medicine*, **9**, Article No. 107. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-9-107>
 - [20] Grace, E. and Turner, R.M. (2014) Use of Procalcitonin in Patients with Various Degrees of Chronic Kidney Disease Including Renal Replacement Therapy. *Clinical Infectious Diseases*, **59**, 1761-1767. <https://doi.org/10.1093/cid/ciu732>
 - [21] Kucukkarapinar, M., Erbil, D., Keles, İ. and Karadag, F. (2024) Association between Mood Disorder Severity, Treatment Response and Systemic Inflammatory Markers: Exploring the Role of NLR, PLR, MLR, and SII. *Psychiatry and Clinical Psychopharmacology*, **34**, 19-28. <https://doi.org/10.5152/pcp.2024.23760>
 - [22] Gasparyan, A.Y., Ayvazyan, L., Mukanova, U., Yessirkepov, M. and Kitas, G.D. (2019) The Platelet-to-Lymphocyte Ratio as an Inflammatory Marker in Rheumatic Diseases. *Annals of Laboratory Medicine*, **39**, 345-357. <https://doi.org/10.3343/alm.2019.39.4.345>
 - [23] Zahorec, R. (2021) Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio, Past, Present and Future Perspectives. *Bratislava Medical Journal*, **122**, 474-488. https://doi.org/10.4149/bll_2021_078
 - [24] Angkananard, T., Anothaisintawee, T., McEvoy, M., Attia, J. and Thakkinstian, A. (2018) Neutrophil Lymphocyte Ratio and Cardiovascular Disease Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BioMed Research International*, **2018**, 1-11. <https://doi.org/10.1155/2018/2703518>
 - [25] Kurtul, A. and Ornek, E. (2019) Platelet to Lymphocyte Ratio in Cardiovascular Diseases: A Systematic Review. *Angiology*, **70**, 802-818. <https://doi.org/10.1177/0003319719845186>
 - [26] Mureșan, A.V., Russu, E., Arbănași, E.M., Kaller, R., Hosu, I., Arbănași, E.M., *et al.* (2022) The Predictive Value of NLR, MLR, and PLR in the Outcome of End-Stage Kidney Disease Patients. *Biomedicines*, **10**, Article 1272. <https://doi.org/10.3390/biomedicines10061272>
 - [27] Kim, J., Song, S.H., Oh, T.R., Suh, S.H., Choi, H.S., Kim, C.S., *et al.* (2023) Prognostic Role of the Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio in Patients with Chronic Kidney Disease. *The Korean Journal of Internal Medicine*, **38**, 725-733. <https://doi.org/10.3904/kjim.2023.171>
 - [28] Gan, W., Guan, Q., Hu, X., Zeng, X., Shao, D., Xu, L., *et al.* (2022) The Association between Platelet-Lymphocyte Ratio and the Risk of All-Cause Mortality in Chronic Kidney Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Urology and Nephrology*, **54**, 2959-2967. <https://doi.org/10.1007/s11255-022-03234-0>
 - [29] Zhou, Q., Shao, X., Xu, L., Zou, H. and Chen, W. (2024) Association between Monocyte-to-Lymphocyte Ratio and Inflammation in Chronic Kidney Disease: A Cross-Sectional Study. *Kidney and Blood Pressure Research*, **49**, 1066-1074. <https://doi.org/10.1159/000542625>
 - [30] Lee, T.W., Bae, W., Choi, J., Bae, E., Jang, H.N., Chang, S., *et al.* (2022) The Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio May Indicate When to Start Hemodialysis. *Renal Failure*, **44**, 1402-1409. <https://doi.org/10.1080/0886022x.2022.2110894>
 - [31] Messina, R.M., Calabrese, V., Zirino, F., *et al.* (2024) Platelet-to-Lymphocyte Ratio and Arteriovenous Fistula for

- Hemodialysis: An Early Marker to Identify AVF Dysfunction. *Italian Journal of Nephrology*, **41**, 118-125.
- [32] Anees, M., Jawed, K., Ali, Z., Khan, A.M. and Siddiqui, N.A. (2024) Association of Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio and Hemodialysis Access Failure in Patients with End Stage Renal Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The Journal of Vascular Access*, **26**, 1139-1150. <https://doi.org/10.1177/11297298241276560>
- [33] Carollo, C., Sorce, A., Mancia, E., Cirafici, E., Ciuppa, M.E., De Biasio, B., *et al.* (2025) Assessing the Impact of Inflammation on Erythropoietin Resistance in Hemodialysis: The Role of the NLR. *Journal of Clinical Medicine*, **14**, Article 3411. <https://doi.org/10.3390/jcm14103411>
- [34] Taymez, D.G., Ucar, E., Turkmen, K., Ucar, R., Afsar, B., Gaipov, A., *et al.* (2016) The Predictive Value of Platelet/Lymphocyte Ratio in Hemodialysis Patients with Erythropoietin Resistance. *Therapeutic Apheresis and Dialysis*, **20**, 118-121. <https://doi.org/10.1111/1744-9987.12380>
- [35] Lau, L.F.S., Ng, J.K.C., Fung, W.W.S., Chan, G.C.K., Cheng, P.M., Chow, K.M., *et al.* (2023) Relationship between Serial Serum Neutrophil-Lymphocyte Ratio, Cardiovascular Mortality, and All-Cause Mortality in Chinese Peritoneal Dialysis Patients. *Kidney and Blood Pressure Research*, **48**, 414-423. <https://doi.org/10.1159/000530554>
- [36] Angkananard, T., Janma, J., Wannasiri, T., Sangthong, P. and Changsirikulchai, S. (2019) Associations of Left Ventricular Systolic Dysfunction with the Factors among Thai Patients on Peritoneal Dialysis: A Cross-Sectional Study. *BMC Nephrology*, **20**, Article No. 257. <https://doi.org/10.1186/s12882-019-1418-7>
- [37] Duan, Y.J., Peng, Z., Zhong, S.Z., *et al.* (2022) Association between Subclinical Left Ventricular Ejection Fraction and Platelet-to-Lymphocyte Ratio in Patients with Peritoneal Dialysis. *Frontiers in Medicine*, **9**, Article 961453.
- [38] Sun, J., Lu, Y., Shen, L., Xu, D., Sha, W., Zhou, L., *et al.* (2023) Clinical Study on the Correlation between Monocyte-related Ratios and Calcification of the Abdominal Aorta in Peritoneal Dialysis Patients. *Therapeutic Apheresis and Dialysis*, **27**, 742-751. <https://doi.org/10.1111/1744-9987.13978>
- [39] Liu, Y. (2025) Diagnostic Value of NLR, PLR and SIRI in Peritoneal Dialysis-Associated Peritonitis. *American Journal of Translational Research*, **17**, 2250-2257. <https://doi.org/10.62347/eqgn8207>
- [40] Zhou, D., Yang, H., Zeng, L., Yang, W., Guo, F., Cui, W., *et al.* (2023) Calculated Inflammatory Markers Derived from Complete Blood Count Results, along with Routine Laboratory and Clinical Data, Predict Treatment Failure of Acute Peritonitis in Chronic Peritoneal Dialysis Patients. *Renal Failure*, **45**, Article 2179856. <https://doi.org/10.1080/0886022x.2023.2179856>
- [41] He, P., He, L., Huang, C., Hu, J. and Sun, S. (2021) Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio and Treatment Failure in Peritoneal Dialysis-Associated Peritonitis. *Frontiers in Medicine*, **8**, Article 699502. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.699502>
- [42] 袁静, 杨宇齐, 刘璐, 等. 血小板/淋巴细胞比值与腹膜透析患者频发性腹膜透析相关性腹膜炎的关系[J]. 中华肾脏病杂志, 2021, 37(4): 327-332.