

血清CRP、ALB以及LYM在肺部感染及临床诊疗中的价值

王晓东，喻昌利*

华北理工大学附属医院呼吸与危重症二科，河北 唐山

收稿日期：2025年3月18日；录用日期：2025年4月11日；发布日期：2025年4月21日

摘 要

肺部感染是常见的呼吸系统多发疾病，主要是由病毒、细菌、支原体、真菌等入侵机体引起一系列的炎症反应，若不及时有效控制，进展为重症感染后则有较高的死亡风险。该文主要对血清CRP、ALB及LYM(淋巴细胞值)对肺部疾病的诊疗及相关方面应用进行综述，为发生呼吸道感染，且病情进展迅速，预后较差患者提供诊断依据，合理进行病情评估，快速有效鉴别及应用药物，改善患者预后。

关键词

肺部感染，C反应蛋白，白蛋白，淋巴细胞值

The Value of Serum CRP, ALB and LYM in Pulmonary Infection and Clinical Diagnosis and Treatment

Xiaodong Wang, Changli Yu*

Department of Respiratory and Critical Care Medicine II, The Affiliated Hospital of North China University of Science and Technology, Tangshan Hebei

Received: Mar. 18th, 2025; accepted: Apr. 11th, 2025; published: Apr. 21st, 2025

Abstract

Pulmonary infection is a common respiratory system disease, mainly caused by the invasion of viruses, bacteria, mycoplasma, fungi and other pathogens, leading to a series of inflammatory reactions

*通讯作者。

文章引用：王晓东，喻昌利. 血清 CRP、ALB 以及 LYM 在肺部感染及临床诊疗中的价值[J]. 临床医学进展, 2025, 15(4): 2319-2324. DOI: 10.12677/acm.2025.1541184

in the body. If not controlled in a timely and effective manner, it can progress to severe infection and increase the risk of death. This article mainly reviews the diagnosis and related applications of serum CRP, ALB, and LYM lymphocyte absolute values in the diagnosis and treatment of pulmonary diseases, providing diagnostic basis for patients with respiratory tract infections, rapid disease progression, and poor prognosis. Reasonable disease assessment, rapid and effective identification and drug application can improve patient prognosis.

Keywords

Pulmonary Infection, C-Reactive Protein, Albumin, Lymphocyte Value

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

肺感染性疾病是由相关的病原体,如细菌、病毒、真菌、支原体或寄生虫,引起的肺部疾病,通过直接或间接传播给接触人群,对个人和社会都带来了一定程度的危害。病原体入侵人体后会繁殖并攻击机体健康组织,导致疾病的出现,患者在感染期间承受着身体及心理的痛苦[1]。感染性疾病的传播速度快,具有比较强的传染性,在没有及时控制的情况下,容易迅速传播。因此,早期诊断感染性疾病对于个人和人类社会都具有重要意义。C反应蛋白(CRP)是一种急性期的反应蛋白,在炎症出现时发挥重要作用,能够识别并结合相关的病原体,激活相应补体系统,促进对病原体的清除,从而有效参与机体的免疫防御过程[2]。白蛋白是一种负性急性时相反应蛋白,其水平的下降会导致抗炎作用减弱,因此白蛋白可间接反映机体炎症反应情况[3]。而淋巴细胞,作为执行免疫防御、免疫监视功能抵抗外界干扰维持机体的免疫稳定的细胞,淋巴细胞功能和数量较多,若发生变化,可能导致免疫功能的异常,导致病情加重。目前多种实验室指标可以揭示患者相关病情程度,本文旨在研究CRP、ALB以及淋巴细胞值对于肺部感染及临床诊疗中的指导性作用。

2. CRP (C 反应蛋白)

2.1. CRP 的来源与作用机制

CRP是一种较为保守的蛋白质,存在于脊椎动物和无脊椎动物中,已经存在了4亿年以上。CRP可与肺炎球菌的C多糖发生强烈反应,这一发现是在Oswald T. Avery实验室对肺炎球菌肺炎进行的开创性研究中得出的[4]。之后由威廉·蒂利特和小托马斯·弗朗西斯在肺炎患者的血液中发现,因此证实CRP在急性感染时的作用。有研究表明,CRP呈五聚体形式,由五个相同的非共价结合亚基组成,研究表明,当CRP进入炎症微环境并暴露于病理状态时,在炎症等特殊情况下,五聚体CRP均会在组织中分解成更具有生物学功能的单体CRP[5]。对于CRP的指标,有研究表明,CRP水平可能因年龄、性别、种族、遗传和肥胖而变化,如女性血清CRP水平明显高于男性,年轻健康的个体中,CRP水平普遍较低。此外,研究还表示血清CRP升高可能与某些体育活动有关,如吸烟[6]。因此,CRP还作为一种模式识别受体,用于启动体液和细胞效应通路的激活。此外,它在宿主防御和激活补体系统中起着重要的生理作用[7]。

2.2. CRP 在肺部感染中的作用

CRP最初是在急性细菌感染患者的血清中发现的[8]。在急性炎症期,CRP主要由肝脏产生,其浓度

在感染的最初 24~48 小时内可能上升 2000 倍。正常情况下, 血清 CRP 水平在健康状况下几乎检测不到, 在急性炎症情况下通常高于 10 mg/L; 长期以来, 高 CRP 水平通常被视为使用抗生素的指示。因此 CRP 被认为是最重要的急性期蛋白之一[9]。在健康个体的血液中, CRP 通常是相当稀缺的, 而在感染性炎症反应中, 如在肺部发生感染时甚至累及下呼吸道产生肺炎时, CRP 迅速升高。总的来说, 这些特性使得 CRP 在某些情况下可能作为活动性炎症的标记物。因此, 定期监测患者的血浆或血清 CRP 水平, 以评估其初始疾病和损伤的严重程度以及随后对治疗和恢复健康的反应。长期以来人们都认为 CRP 升高标志着疾病的存在。然而, 持续的 CRP 水平可用于监测持续炎症或疾病活动的存在, 发生肺部感染时, 连续测量血浆中 CRP 水平是疾病进展或治疗效果的指示, 感染是 CRP 升高的典型原因。有研究表明, CRP 浓度大于 100 mg/L 则被认为表明感染, 其中肺部感染中, 病毒感染比细菌感染更容易诱导 CRP 水平的升高[10]。因此 CRP 可以作为感染性疾病的一个辅助诊断指标。

2.3. CRP 在其他方面的作用

CRP 在炎症期间因为 IL-6 刺激而增加, 可作为免疫系统激活的标志。在急性期, CRP 血浆中的浓度会迅速改变。这种反应也见于恶性肿瘤的进展和各种疾病活动的改变多发性硬化症、糖尿病、心血管事件、炎症性肠病、感染和自身免疫性疾病。如有研究表明, SLE 患者的 CRP 水平正常或略有升高, 低 CRP 水平可能导致凋亡细胞清除不足, 这种未清除的产物通过产生自身抗体诱导免疫反应, 形成免疫复合物沉积在组织中, 引起进一步的炎症级联反应[11]。CRP 已被认为是动脉粥样硬化和急性心肌梗死的重要生物标志物, 提示 CRP 可促进动脉粥样硬化病变的炎症反应[12]。也有证据表明, CRP 升高与黑色素瘤、卵巢癌、结直肠癌和肺癌的进展有关, 曾使用 CRP 测量来与某些癌症的风险、预后或癌症复发相关, 有时相隔几周或几个月重复这些测量以确定 CRP 水平的持续性或趋势[13]。因此, CRP 水平可以被用于监测多种疾病。

3. 淋巴细胞指标在肺部感染中的作用

3.1. 淋巴细胞来源及作用机制

淋巴细胞是免疫系统的主要细胞, 免疫系统的基本任务是保护“自我”免受“非我”的侵害, 是生物系统中最复杂、最全面的防御机制之一。淋巴细胞分为 T 细胞、B 细胞和自然杀伤细胞, 其中 T 细胞在协调免疫反应中起着核心作用, 它们有助于通过产生细胞毒性 T 细胞来消除细胞内病原体, 如病毒, 细菌。B 细胞通过产生抗体来抵抗细胞外病原体。自然杀伤细胞是先天免疫的重要组成部分。树突状细胞通过向 T 细胞呈递外源抗原, 在启动免疫应答中发挥关键作用。T 细胞、B 细胞、树突状细胞和自然杀伤细胞之间的相互作用构成了宿主的基本防御网络。这些成分中的任何一种失效都会严重损害免疫系统的完整性及其发起最适当免疫反应的能力, 淋巴细胞是适应性免疫的主要细胞。其中 T 细胞分化为 Th1 和 Th2 细胞。Th1 细胞主要由细胞内病原体诱导, 并在防御细胞内病原体中起关键作用[14]。Th2 细胞可由细胞外病原体诱导效应 CD8⁺T 细胞具有直接杀死靶细胞的能力, 从而导致靶细胞的消除[15]。因此, 不同的淋巴细胞类型在体内平衡、感染和非感染性扰动期间保持组织完整性和功能的作用。

3.2. 淋巴细胞在肺部感染中的作用

淋巴细胞在各种疾病的发生、发展过程中淋巴细胞功能的异常产生着极其重要的影响, 包括各种临床疾病如变态反应性疾病、病毒感染等都有异常改变, 血液中淋巴细胞功能的检测是观察机体细胞免疫水平的重要方法。临床上常见的肺部疾病多存在有免疫功能的异常, 而社区获得性肺炎、慢性阻塞性肺疾病及肺结核等是临床上最常见的三种呼吸系统疾病, 外周 T 细胞的两个主要亚群通常分为 CD4⁺ T 辅

助细胞和细胞毒性 CD8+ T 细胞谱系。然而, 一些效应 CD4+ T 细胞群的出现, 特别是在病毒感染期间, 已经观察到显示细胞毒性活性, 此外, Th 细胞通过产生其标志性细胞因子, 协调免疫反应, 从而导致宿主对各种不同病原体的适当反应[14]。产生的效应 CD8+T 细胞亚群的类型也取决于抗原的持久性, 即是否存在急性感染, 或慢性感染或刺激, 这可能导致 CD8+T 细胞“耗尽”的出现[16]。最近的研究也表明, 在持续的抗原刺激下, CD4+ T 细胞出现“耗竭”[17]。总之, CD4+和 CD8+ T 细胞的适当激活及其分化为特定的 T 细胞谱系和效应 CD8+ T 细胞亚群, 以及记忆群体的产生, 对于宿主分别抵御外部和内部危险肺部感染是必需的。

3.3. 淋巴细胞在其他方面的影响

据报道, CD8+ T 细胞具有直接的杀瘤活性, 并且在许多癌症类型中缺乏 MHCII 类表达, 因此, 癌症中的 T 细胞研究主要集中在 CD8+ T 细胞上, 最近的数据表明 CD4+ T 细胞对肿瘤免疫有重要贡献[18]。此外, 据报道, 在人类疱疹病毒感染个体中发现了淋巴细胞, 并与长期疾病控制有关[19]。与这些保护作用一致, CD4+ T 也在登革热患者中被检测到, 登革热是一种蚊子传播的病毒性疾病, 近年来迅速传播。有研究表明, 在原发性干燥综合征患者中发现 CD4+ T 细胞扩增, 这些细胞可能参与了疾病的发病机制, 在溃疡性结肠炎(UC)中, CD4+ T 细胞被描述为导致持续炎症的效应器, 并参与了该疾病中观察到的反复炎症发作[20]。据报道, 在类风湿性关节炎和强直性脊柱炎患者的体内样本中, CD4+ T 细胞也发挥相应作用[21]。

4. 白蛋白

4.1. 白蛋白的来源及机制

长期以来, 白蛋白一直是人们讨论和研究的主题。希波克拉底首先提到了白蛋白的一些生理特性, 但直到 19 世纪初, 白蛋白才被命名或研究。人血清白蛋白的研究历史悠久, 其现代使用是在第二次世界大战期间建立的, 因为对血浆替代品的需求, 而人类白蛋白的第一次临床使用记录发生在 1941 年的珍珠港袭击中, 七名水手严重烧伤。使用了纯化的人类血清白蛋白[22]。研究表明, 人血清白蛋白是一种丰富的多功能非糖基化、带负电荷的血浆蛋白, 主要在肝脏合成, 被认为是一种阴性急性期蛋白[23]。白蛋白是一种丰富的血浆蛋白, 占测定血清蛋白的 55%~60%。它由 585 个氨基酸组成的单肽链。在生理情况下, 只有 20%~30%的肝细胞产生白蛋白, 白蛋白合成速率随营养状况和疾病状况而变化。肝脏可以将白蛋白合成增加到正常水平的 2~2.7 倍, 因此, 合成可以根据需要增加 200%~300% [23]。

4.2. 白蛋白在肺部感染中的价值

最近基于病因学的成人营养不良诊断方法认识到炎症在营养不良病理生理中的重要性, 在急性医疗环境中, 许多生物标志物的浓度可能会被许多非营养因素改变, 如肺部感染, 值得注意的是, 白蛋白是人体测量与生化指标相结合的营养指标, 如预后炎症和营养指数[24]。在危重疾病中持续的炎症反应可能导致白蛋白合成的长期抑制, 如重症肺炎。因此, 白蛋白不仅在营养中发挥作用, 也在识别感染中发挥作用。如血清白蛋白扩展到危重病人, 可以发现, 低血清白蛋白浓度与 ICU 的住院时间增加和并发症发生率相关, 如呼吸机依赖和新感染的发生。血清白蛋白的每日变化趋势可作为预测需要机械通气患者脱机能力的有用工具。非危重疾病幸存者的血清白蛋白浓度低于幸存者[25]。

4.3. 白蛋白在其他方面的应用

白蛋白, 一种在肝细胞中合成的单链蛋白, 它是一种简单的蛋白质, 没有假基、聚糖或脂质。它是血液中内源性和外源性配体的重要循环载体。白蛋白的结合和运输的化合物种类繁多, 包括胆红素、脂

肪酸、金属离子和治疗剂。药物与白蛋白的结合对其药代动力学有不同的影响。因此, 游离药物可能会更快地从循环中清除, 但游离药物是具有药理活性的形式, 而结合形式则是无活性的[26]。当然循环白蛋白可以从血浆中泄漏, 被认为是严重疾病中低白蛋白血症的原因, 这些问题引起了人们对 20%白蛋白临床疗效的关注, 该蛋白用于大手术和重症监护中经常损伤内皮的血浆容量扩张[27]。人们已经知道肝硬化晚期的特征是蛋白质消耗和白蛋白消耗。因此, 白蛋白输注多年来一直被用作改善肝硬化腹水和低白蛋白血症的一种方法。此外, 白蛋白可预测肾功能衰竭, 因为受损的肾小球导致白蛋白损失增加。肾功能衰竭可能影响药物与白蛋白的结合[28]。

血清学指标在临床中的意义重大, 对于一些患者淋巴细胞显著减低及白蛋白显著减低患者, 提示免疫及营养方面均较差, 包括感染、癌症、免疫疾病等方面, 均提示患者抵抗力较差, 若同时伴有炎症指标增高, 高炎状态, 若不及时处理及治疗, 患者的预后一般, 甚至更差, 因此这三者联合诊断对于预测疾病进展及给予合理治疗方案具有积极意义。

5. 展望

实验室指标一直以来都是研究中的重点, 血清 CRP、白蛋白、淋巴细胞在肺部感染中发挥指导性作用, 同样, 在其他方面也产生着很大影响, 因此, 相关指标对于评估疾病预后具有指导作用。

参考文献

- [1] Liu, Q., Gao, Y., Yang, T., Zhou, Z., Lin, K., Zhang, W., *et al.* (2022) 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. *Frontiers in Immunology*, **13**, Article ID: 905060. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.905060>
- [2] 狄英波. 血清降钙素原 C-反应蛋白白细胞介素-6 表达及免疫功能变化在女性细菌感染性疾病中的临床意义[J]. 中国妇幼保健, 2021, 36(24): 5643-5645.
- [3] Zeng, Z., Ke, X., Gong, S., Huang, X., Liu, Q., Huang, X., *et al.* (2022) Blood Urea Nitrogen to Serum Albumin Ratio: A Good Predictor of In-Hospital and 90-Day All-Cause Mortality in Patients with Acute Exacerbations of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *BMC Pulmonary Medicine*, **22**, Article No. 476. <https://doi.org/10.1186/s12890-022-02258-7>
- [4] Sun, M., Asghar, S.Z. and Zhang, H. (2016) The Polarity Protein Par3 Regulates APP Trafficking and Processing through the Endocytic Adaptor Protein Numb. *Neurobiology of Disease*, **93**, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.nbd.2016.03.022>
- [5] Enocsson, H., Sjöwall, C., Skogh, T., Eloranta, M., Rönnblom, L. and Wetterö, J. (2009) Interferon- α Mediates Suppression of C-Reactive Protein: Explanation for Muted C-Reactive Protein Response in Lupus Flares? *Arthritis & Rheumatism*, **60**, 3755-3760. <https://doi.org/10.1002/art.25042>
- [6] Juonala, M., Viikari, J.S.A., Rönnemaa, T., Taittonen, L., Marniemi, J. and Raitakari, O.T. (2006) Childhood C-Reactive Protein in Predicting CRP and Carotid Intima-Media Thickness in Adulthood: The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, **26**, 1883-1888. <https://doi.org/10.1161/01.atv.0000228818.11968.7a>
- [7] Vashist, S.K., Venkatesh, A.G., Marion Schneider, E., Beaudoin, C., Lippa, 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.2015.10.010>
- [8] Aguiar, F.J.B., Ferreira-Júnior, M., Sales, M.M., Cruz-Neto, L.M., Fonseca, L.A.M., Sumita, N.M., *et al.* (2013) C-reactive Protein: Clinical Applications and Proposals for a Rational Use. *Revista da Associação Médica Brasileira (English Edition)*, **59**, 85-92. [https://doi.org/10.1016/s2255-4823\(13\)70434-x](https://doi.org/10.1016/s2255-4823(13)70434-x)
- [9] Black, S., Kushner, I. and Samols, D. (2004) C-Reactive Protein. *Journal of Biological Chemistry*, **279**, 48487-48490. <https://doi.org/10.1074/jbc.r400025200>
- [10] Pepys, M.B. and Hirschfield, G.M. (2003) C-Reactive Protein: A Critical Update. *Journal of Clinical Investigation*, **111**, 1805-1812. <https://doi.org/10.1172/jci200318921>
- [11] Enocsson, H., Gullstrand, B., Eloranta, M., Wetterö, J., Leonard, D., Rönnblom, L., *et al.* (2021) C-Reactive Protein Levels in Systemic Lupus Erythematosus Are Modulated by the Interferon Gene Signature and CRP Gene Polymorphism Rs1205. *Frontiers in Immunology*, **11**, Article ID: 622326. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.622326>
- [12] Pasceri, V., Willerson, J.T. and Yeh, E.T.H. (2000) Direct Proinflammatory Effect of C-Reactive Protein on Human

- Endothelial Cells. *Circulation*, **102**, 2165-2168. <https://doi.org/10.1161/01.cir.102.18.2165>
- [13] Heikkilä, K., Harris, R., Lowe, G., Rumley, A., Yarnell, J., Gallacher, J., *et al.* (2008) Associations of Circulating C-Reactive Protein and Interleukin-6 with Cancer Risk: Findings from Two Prospective Cohorts and a Meta-Analysis. *Cancer Causes & Control*, **20**, 15-26. <https://doi.org/10.1007/s10552-008-9212-z>
- [14] O'Shea, J.J. and Paul, W.E. (2010) Mechanisms Underlying Lineage Commitment and Plasticity of Helper CD4⁺ T Cells. *Science*, **327**, 1098-1102. <https://doi.org/10.1126/science.1178334>
- [15] de la Roche, M., Asano, Y. and Griffiths, G.M. (2016) Origins of the Cytolytic Synapse. *Nature Reviews Immunology*, **16**, 421-432. <https://doi.org/10.1038/nri.2016.54>
- [16] Kanev, K. and Zehn, D. (2021) Origin and Fine-Tuning of Effector CD8 T Cell Subpopulations in Chronic Infection. *Current Opinion in Virology*, **46**, 27-35. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2020.10.003>
- [17] Miggelbrink, A.M., Jackson, J.D., Lorrey, S.J., Srinivasan, E.S., Waibl-Polania, J., Wilkinson, D.S., *et al.* (2021) CD4 T-Cell Exhaustion: Does It Exist and What Are Its Roles in Cancer? *Clinical Cancer Research*, **27**, 5742-5752. <https://doi.org/10.1158/1078-0432.ccr-21-0206>
- [18] Poncette, L., Bluhm, J. and Blankenstein, T. (2022) The Role of CD4 T Cells in Rejection of Solid Tumors. *Current Opinion in Immunology*, **74**, 18-24. <https://doi.org/10.1016/j.coi.2021.09.005>
- [19] Becerra-Artiles, A., Cruz, J., Leszyk, J.D., Sidney, J., Sette, A., Shaffer, S.A., *et al.* (2019) Naturally Processed HLA-Dr3-Restricted HHV-6B Peptides Are Recognized Broadly with Polyfunctional and Cytotoxic CD4 T-Cell Responses. *European Journal of Immunology*, **49**, 1167-1185. <https://doi.org/10.1002/eji.201948126>
- [20] Zhu, Y., Feng, Y., Liu, H., *et al.* (2015) CD4⁺ CD29⁺ T Cells Are Blamed for the Persistent Inflammatory Response in Ulcerative Colitis. *International Journal of Clinical and Experimental Pathology*, **8**, 2627-2637.
- [21] Namekawa, T., Wagner, U.G., Goronzy, J.J. and Weyand, C.M. (1998) Functional Subsets of CD4 T Cells in Rheumatoid Synovitis. *Arthritis & Rheumatism*, **41**, 2108-2116. [https://doi.org/10.1002/1529-0131\(199812\)41:12<2108::aid-art5>3.0.co;2-q](https://doi.org/10.1002/1529-0131(199812)41:12<2108::aid-art5>3.0.co;2-q)
- [22] Cournand, A., Noble, R.P., Breed, E.S., Lauson, H.D., Baldwin, E.D.F., Pinchot, G.B., *et al.* (1944) Chemical, Clinical, and Immunological Studies on the Products of Human Plasma Fractionation. VIII. Clinical Use of Concentrated Human Serum Albumin in Shock, and Comparison with Whole Blood and with Rapid Saline Infusion. *Journal of Clinical Investigation*, **23**, 491-505. <https://doi.org/10.1172/jci101515>
- [23] Manolis, A.A., Manolis, T.A., Melita, H., Mikhailidis, D.P. and Manolis, A.S. (2022) Low Serum Albumin: A Neglected Predictor in Patients with Cardiovascular Disease. *European Journal of Internal Medicine*, **102**, 24-39. <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2022.05.004>
- [24] Jain, S., Gautam, V. and Naseem, S. (2011) Acute-Phase Proteins: As Diagnostic Tool. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, **3**, 118-127. <https://doi.org/10.4103/0975-7406.76489>
- [25] Blanck, H.M., Bowman, B.A., Cooper, G.R., Myers, G.L. and Miller, D.T. (2003) Laboratory Issues: Use of Nutritional Biomarkers. *The Journal of Nutrition*, **133**, 888S-894S. <https://doi.org/10.1093/jn/133.3.888s>
- [26] Bar-Or, R., Rael, L.T. and Bar-Or, D. (2008) Dehydroalanine Derived from Cysteine Is a Common Post-Translational Modification in Human Serum Albumin. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, **22**, 711-716. <https://doi.org/10.1002/rcm.3421>
- [27] Martin, G.S. and Bassett, P. (2019) Crystalloids vs. Colloids for Fluid Resuscitation in the Intensive Care Unit: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Critical Care*, **50**, 144-154. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2018.11.031>
- [28] Wratten, M.L., Sereni, L. and Tetta, C. (2001) Oxidation of Albumin Is Enhanced in the Presence of Uremic Toxins. *Renal Failure*, **23**, 563-571. <https://doi.org/10.1081/jdi-100104738>