

血浆前白蛋白在脑卒中后感染中的作用及其预测潜力

杨 浩¹, 李 伟^{2*}

¹西安医学院研工部, 陕西 西安

²陕西省人民医院神经内二科, 陕西 西安

收稿日期: 2025年1月26日; 录用日期: 2025年2月19日; 发布日期: 2025年2月27日

摘 要

本文探讨了血浆前白蛋白在脑卒中后感染中的作用及预测潜力。脑卒中后感染常见, 影响患者预后。前白蛋白作为营养状态和炎症反应的生物标志物, 因其半衰期短, 能迅速反映机体状况变化, 受到关注。低水平前白蛋白与卒中后感染相关, 尤其是肺炎。监测前白蛋白有助于预测感染风险, 为干预提供依据。需进行大规模研究验证适用性。探讨前白蛋白与免疫功能、炎症反应的关系及标准化测定方法, 对其临床应用至关重要。前白蛋白监测在营养评估和感染预测中均有重要作用, 为改善预后提供新途径。

关键词

血浆前白蛋白, 脑卒中, 感染, 预后

The Role and Predictive Potential of Plasma Prealbumin in Post-Stroke Infection

Hao Yang¹, Wei Li^{2*}

¹Graduate Office, Xi'an Medical University, Xi'an Shaanxi

²Department of Neurology II, Shaanxi Provincial People's Hospital, Xi'an Shaanxi

Received: Jan. 26th, 2025; accepted: Feb. 19th, 2025; published: Feb. 27th, 2025

Abstract

This paper explores the role and predictive potential of plasma prealbumin in post-stroke infections. Post-stroke infections are common and significantly affect patient outcomes. Prealbumin, as

*通讯作者。

a biomarker of nutritional status and inflammatory response, is gaining attention due to its short half-life, which allows for rapid reflection of changes in the body's condition. Low prealbumin levels are associated with post-stroke infections, particularly pneumonia. Monitoring prealbumin levels can help predict infection risk and guide interventions. Large-scale studies are needed to validate its applicability. Understanding the relationship between prealbumin, immune function, and inflammatory response, as well as establishing standardized measurement methods, is crucial for its clinical application. Prealbumin monitoring plays a critical role in both nutritional assessment and infection prediction, offering a new approach to improving patient outcomes.

Keywords

Plasma Prealbumin, Stroke, Infection, Prognosis

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

脑卒中可以分为缺血性和出血性两大类。大约 70% 的脑卒中属于缺血性[1], 其主要原因是脑部主要动脉的狭窄或闭塞; 其余的则是出血性卒中, 其特征是脑实质内部或蛛网膜下腔发生出血。脑卒中构成了一个重大的公共卫生挑战, 并且对社会经济造成了沉重的负担[2]。此外, 它还是全球范围内导致死亡的第二大原因, 以及导致长期残疾的主要因素之一[3]。卒中相关感染(Stroke-associated infection, SAI)是指卒中发作后 7 天内发生的感染事件[4][5]。SAI 是急性脑卒中患者的主要并发症之一, 并且极大地恶化了脑卒中患者的临床病程和结局[6]。早期识别和预测卒中后感染对于改善患者的预后具有至关重要的意义[7]。

近年来, 血浆前白蛋白作为一种能够反映患者营养状况和炎症反应的生物标志物, 受到了广泛的关注[8]。本文旨在综述血浆前白蛋白在脑卒中后感染发生中的作用, 并探讨其作为预测指标的潜力。

2. 血浆前白蛋白的生理功能与临床意义

血浆前白蛋白, 也被称作转甲状腺素蛋白(Transthyretin, TTR), 是一种主要由肝脏和脑脊液中的脉络丛产生的血浆蛋白。它在人体内扮演着多种重要的生理角色, 并且在临床上具有重要的意义。前白蛋白的主要功能之一是结合甲状腺激素, 包括 T4 以及少量的 T3, 并将这些激素通过血液运输到全身各个组织中去。这一过程对于维持甲状腺激素的稳定性和生物学活性具有至关重要的作用。此外, 前白蛋白还能与视黄醇结合蛋白(Retinol-binding protein, RBP)形成一个复合体, 这个复合体有助于维生素 A (视黄醇) 在血液中的运输。维生素 A 对于维持上皮屏障完整性和调节免疫细胞功能至关重要。前白蛋白减少可能导致维生素 A 转运障碍, 从而影响免疫屏障功能。同时, 维生素 A 缺乏也会削弱肠黏膜屏障的防御作用, 使肠道细菌更易透过屏障, 导致感染风险增加[9]。

由于前白蛋白的半衰期相对较短, 大约只有 2 到 3 天, 因此其在血液中的浓度能够迅速地反映出机体的营养状况。特别是在评估营养不良和急性病情变化时, 前白蛋白的浓度显得尤为有用。在临床上, 前白蛋白常常被用来评估患者的营养状况, 尤其是在重症患者中[10]。前白蛋白水平的下降通常预示着营养不良或急性应激反应的发生。作为一种负急性相反应蛋白, 在炎症、感染、创伤等应激状态下, 前白蛋白的水平会显著下降[8]。这是因为在这种状态下, 肝脏会优先合成其他急性期反应蛋白, 如 C 反应蛋

白等, 从而导致前白蛋白的合成减少。卒中是一种强烈的应激事件, 会激活全身的急性期反应。急性期反应通过促炎性细胞因子(如 IL-6、IL-1 β 和 TNF- α)诱导肝脏合成急性期蛋白(如 C 反应蛋白、血清淀粉样蛋白), 同时抑制非急性期蛋白的合成, 包括前白蛋白。前白蛋白属于“负急性期蛋白”, 在炎症或应激状态下, 其合成减少, 导致血清水平下降。研究发现, 血清前白蛋白水平低也与营养不良、功能受损、预后差和死亡率有关[11]。

3. 卒中后感染

感染是卒中后主要的致命并发症之一, 高达 30%的中风患者发生中风后感染, 最常见的感染是尿路感染(urinary tract infections, UTIs)和中风相关性肺炎(stroke-associated pneumonia, SAP) [12]。尽管近年来在这一领域已经取得了一些进展, 但卒中后感染的临床管理仍然是一个具有挑战性的问题。目前, 针对卒中相关感染的临床策略主要是基于广谱抗生素的治疗, 这些抗生素是在感染已经发生并得到临床诊断后才开始使用的。此外, 预防性抗生素疗法, 即在出现临床症状之前就使用抗生素, 作为一种预防这些致命并发症的措施, 也在进行积极的评估, 但目前尚未有明确的证据表明其具有显著的益处。

到目前为止, 研究人员已经提出了几种可能在卒中后发展并导致患者预后不佳的关键因素[13]。首先, 患者的基础特征, 包括年龄、功能性障碍和吞咽困难, 这些因素都显著增加了卒中后感染的易感性。其次, 使用侵入性设备和临床操作, 例如中心静脉导管和导尿管、进行二次手术或机械通气, 这些医疗措施也可能与高感染率相关。这些因素共同作用, 使得卒中患者在康复过程中更容易受到感染的威胁, 从而影响他们的预后和生活质量。

3.1. 脑损伤导致的局部免疫失调

3.1.1. 血脑屏障的破坏

脑卒中常常伴随着血脑屏障的损伤, 血脑屏障的损伤会导致外周病原体更容易侵入中枢神经系统[14]。由于血脑屏障的破坏, 原本无法穿透屏障的病原体得以进入脑部, 这不仅增加了中枢神经系统的感染风险, 还可能导致更严重的并发症。因此, 保护和修复血脑屏障在脑卒中的治疗中显得尤为重要。

3.1.2. 脑损伤后的炎症反应

在脑卒中发生后, 受损的脑组织会释放出大量的炎症介质, 包括细胞因子和趋化因子如肿瘤坏死因子- α (TNF- α)、白细胞介素-1 β (IL-1 β)、白细胞介素-6 (IL-6)等[15]。这些炎症介质会引发局部的炎症反应, 进而影响到中枢神经系统。由于血脑屏障的破坏, 这种炎症反应不仅局限在脑部, 还会扩散到全身, 导致全身性炎症反应综合征(SIRS)的发生[16]。全身性炎症反应综合征会使得机体的免疫系统功能紊乱, 从而使得患者更容易受到感染, 增加了感染的风险。

3.2. 中枢神经系统对免疫系统的抑制作用

脑卒中发生后, 中枢神经系统(CNS)对免疫系统的抑制作用显著体现为一种特定现象——“脑卒中后免疫抑制综合征” [17] (SIDS, Stroke-Induced Immunodepression Syndrome)。该抑制效应具体表现在以下几个方面:

首先, 交感神经系统被显著激活。脑卒中后, 这一系统迅速响应, 导致去甲肾上腺素、肾上腺素等应激激素的激增[18]。这些激素通过与免疫细胞表面的受体相互作用, 直接抑制了免疫细胞的功能, 并显著减少了它们在外周血液中的分布。

其次, 副交感神经系统, 尤其是迷走神经的激活, 也对免疫系统产生了明显的抑制作用。迷走神经通过释放乙酰胆碱这一神经递质, 抑制了巨噬细胞等关键免疫细胞的活性, 进而减少了这些细胞释放的

促炎性细胞因子[19]。再者, 下丘脑-垂体-肾上腺(HPA)轴的激活在脑卒中中也扮演了重要角色[20]。这一系统的激活导致皮质醇水平显著上升, 而皮质醇作为一种强效的免疫抑制激素, 通过抑制 T 细胞的增殖与活性、减少细胞因子的分泌, 进一步削弱了机体的免疫反应。最后, 脑卒中后细胞免疫的减弱也是不容忽视的现象。T 淋巴细胞和自然杀伤细胞(NK 细胞)的数量和功能均受到显著影响, 导致这些细胞在免疫应答中的作用大幅降低。这种全面的免疫抑制状态使得患者更易受到感染, 特别是肺炎等继发性感染的侵袭。

综上所述, 脑卒中后免疫抑制综合征是一种复杂而严重的生理反应。它涉及多个神经内分泌免疫调节网络的紊乱和失衡, 对机体的免疫功能造成了全面而深远的影响。

4. 血浆前白蛋白与脑卒中后感染

目前, 多项研究已经表明, 低前白蛋白水平与卒中后肺炎等感染的发生之间存在密切的关联。例如, Li 等人的研究中发现, 血清前白蛋白(PA)水平可以作为老年脑卒中患者院内获得性肺炎(SAP)发生的预测指标。研究结果表明, 前白蛋白水平较低的患者发生感染的风险显著增加[21]。这与 Qiu 等人在一项回顾性研究中所得出的结论一致[22]。在国内, 近年来也有越来越多的研究开始关注前白蛋白与脑卒中后感染之间的关系。部分研究指出, 低前白蛋白水平与较高的院内感染发生率和不良预后之间存在显著的相关性[23]。Huang 等人的研究也指出, 在脑卒中恢复期急性感染患者中, 美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分与神经功能缺损的严重程度呈正相关, 而与血清前白蛋白水平呈负相关。这表明, 血清前白蛋白水平的下降可能不仅仅反映了营养摄入不足, 还可能与感染的发生有关[24]。因此, 在出血性卒中急性期早期检测血清前白蛋白水平可反映疾病的严重程度和预后, 并可为预防恶化的适当干预提供快速指导。需要进一步的研究来确定营养补充是否可能增加血清前白蛋白水平, 从而降低出血性卒中患者的医院感染和消化道出血的风险。

此外, 许多国内的研究开始重视前白蛋白在临床中的应用, 强调其在脑卒中患者营养评估和感染风险预测中的重要性。一些研究提出, 监测前白蛋白水平能够帮助临床医生制定更合理的干预措施, 从而改善患者预后[25]。尽管国内外在这一领域都有一定的研究, 但许多国内研究仍存在样本量较小或设计为回顾性研究的问题, 缺乏大规模、多中心的前瞻性研究来进一步验证前白蛋白的临床应用价值。

5. 血浆前白蛋白作为脑卒中后感染预测指标的潜力

前白蛋白水平的下降可以作为早期警示信号, 提示患者存在感染的风险, 特别是在急性期卒中患者中, 这种情况尤为显著。在 Shan 等人的研究中发现, 当 $PA \leq 191 \text{ mg/L}$ 时, 缺血性脑卒中患者相关感染的发病率高于其他组, 即 $PA \leq 191 \text{ mg/L}$ 是卒中后相关感染的独立危险因素[26]。通过进行多因素分析, 我们可以发现, 将前白蛋白与其他生物标志物(例如 C 反应蛋白、白细胞计数等)结合起来使用, 其预测感染风险的价值可能会更高[27]。这种综合分析方法有助于更准确地评估患者的感染风险, 从而为临床决策提供更有力的支持。此外, 基于前白蛋白水平变化的早期干预措施, 如及时的营养支持和预防性抗感染治疗等, 具有重要的临床意义[28]。例如血清 PA 水平可以通过静脉或口服富含蛋白质和能量的配方奶粉进行干预[29]。因此, 监测前白蛋白水平并结合其他生物标志物, 对于早期发现和预防感染具有重要的临床价值。

6. 未来研究方向与挑战

在当今医学研究的领域中, 许多研究工作主要集中在回顾性研究或样本量相对较小的单中心研究上。然而, 为了更准确地验证前白蛋白作为预测指标的有效性, 未来的研究工作需要转向大规模、多中心的

前瞻性研究[30]。这种研究设计可以提供更广泛的数据,从而提高研究结果的可靠性和普遍性,确保研究结论在更广泛的人群中具有代表性。

深入探讨前白蛋白水平变化与免疫功能、炎症反应之间的关系,对于理解其在卒中后感染发生中的作用机制至关重要[31]。通过揭示这些复杂的生物学过程,可以更好地理解前白蛋白在疾病进程中的具体作用,从而为临床治疗提供新的思路和方法。这将有助于开发更有效的治疗策略,提高患者的预后和生活质量。

为了使前白蛋白在临床应用中更加广泛和准确,建立标准化的前白蛋白测定方法和参考值范围显得尤为重要。这不仅有助于提高检测结果的一致性和可比性,还能为临床医生提供更可靠的参考依据,从而更好地指导临床决策和治疗方案的制定。通过制定统一的标准,可以确保不同医疗机构之间的检测结果具有可比性,减少因检测方法不同而导致的误差,从而提高整体医疗质量。

7. 结论

血浆前白蛋白不仅是一种重要的营养指标,同时也能够反映炎症反应的情况。在脑卒中患者中,前白蛋白水平的监测对于早期预测感染具有显著的临床价值[32]。通过定期检测前白蛋白水平,我们可以及时发现患者是否存在感染的风险,从而采取相应的预防措施。这种监测手段可以作为卒中患者整体管理策略中的一个重要组成部分。通过早期干预,及时发现并处理潜在的感染问题,可以有效降低感染的发生率,进而改善患者的预后情况。因此,血浆前白蛋白的监测不仅有助于评估患者的营养状况,还能为临床决策提供重要的参考依据,最终达到提高脑卒中患者生活质量的目标。

参考文献

- [1] Feigin, V.L., Stark, B.A., Johnson, C.O., Roth, G.A., Bisignano, C., Abady, G.G., *et al.* (2021) Global, Regional, and National Burden of Stroke and Its Risk Factors, 1990-2019: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet Neurology*, **20**, 795-820.
- [2] Wang, Y., Li, Z., Gu, H., Zhai, Y., Jiang, Y., Zhao, X., *et al.* (2020) China Stroke Statistics 2019: A Report from the National Center for Healthcare Quality Management in Neurological Diseases, China National Clinical Research Center for Neurological Diseases, the Chinese Stroke Association, National Center for Chronic and Non-Communicable Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention and Institute for Global Neuroscience and Stroke Collaborations. *Stroke and Vascular Neurology*, **5**, 211-239. <https://doi.org/10.1136/svn-2020-000457>
- [3] Tasseel-Ponche, S., Barbay, M., Roussel, M., Lamrani, A., Sader, T., Arnoux-Courselle, A., *et al.* (2022) Determinants of Disability at 6 Months after Stroke: The GRECogVASC Study. *European Journal of Neurology*, **29**, 1972-1982. <https://doi.org/10.1111/ene.15319>
- [4] Suda, S., Aoki, J., Shimoyama, T., Suzuki, K., Sakamoto, Y., Katano, T., *et al.* (2017) Stroke-Associated Infection Independently Predicts 3-Month Poor Functional Outcome and Mortality. *Journal of Neurology*, **265**, 370-375. <https://doi.org/10.1007/s00415-017-8714-6>
- [5] Lin, S., Long, Y., Chen, X., Lin, P. and Jiang, H. (2016) STAF Score Is a New Simple Approach for Diagnosing Cardioembolic Stroke. *International Journal of Neuroscience*, **127**, 261-266. <https://doi.org/10.1080/00207454.2016.1185715>
- [6] Zhang, H., Wu, T., Tian, X., Lyu, P., Wang, J. and Cao, Y. (2021) High Neutrophil Percentage-To-Albumin Ratio Can Predict Occurrence of Stroke-Associated Infection. *Frontiers in Neurology*, **12**, Article 705790. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.705790>
- [7] Elkind, M.S.V., Boehme, A.K., Smith, C.J., Meisel, A. and Buckwalter, M.S. (2020) Infection as a Stroke Risk Factor and Determinant of Outcome after Stroke. *Stroke*, **51**, 3156-3168. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.120.030429>
- [8] Pardo, E., Jabaudon, M., Godet, T., Pereira, B., Morand, D., Futier, E., *et al.* (2024) Dynamic Assessment of Prealbumin for Nutrition Support Effectiveness in Critically Ill Patients. *Clinical Nutrition*, **43**, 1343-1352. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2024.04.015>
- [9] Fleming, C.E., Nunes, A.F. and Sousa, M.M. (2009) Transthyretin: More than Meets the Eye. *Progress in Neurobiology*, **89**, 266-276. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2009.07.007>
- [10] Tuten, M.B., Wogt, S., Dasse, F. and Leider, Z. (1985) Utilization of Prealbumin as a Nutritional Parameter. *Journal of*

- Parenteral and Enteral Nutrition*, **9**, 709-711. <https://doi.org/10.1177/0148607185009006709>
- [11] Chrysostomou, S., Stathakis, C., Petrikos, G., Daikos, G., Gompou, A. and Perrea, D. (2010) Assessment of Prealbumin in Hemodialysis and Renal-Transplant Patients. *Journal of Renal Nutrition*, **20**, 44-51. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2009.04.001>
 - [12] Westendorp, W.F., Nederkoorn, P.J., Vermeij, J., Dijkgraaf, M.G. and de Beek, D.V. (2011) Post-Stroke Infection: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BMC Neurology*, **11**, Article No. 110. <https://doi.org/10.1186/1471-2377-11-110>
 - [13] Simats, A. and Liesz, A. (2022) Systemic Inflammation after Stroke: Implications for Post-Stroke Comorbidities. *EMBO Molecular Medicine*, **14**, e16269. <https://doi.org/10.15252/emmm.202216269>
 - [14] Candelario-Jalil, E., Dijkhuizen, R.M. and Magnus, T. (2022) Neuroinflammation, Stroke, Blood-Brain Barrier Dysfunction, and Imaging Modalities. *Stroke*, **53**, 1473-1486. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.122.036946>
 - [15] Shi, K., Tian, D., Li, Z., Ducruet, A.F., Lawton, M.T. and Shi, F. (2019) Global Brain Inflammation in Stroke. *The Lancet Neurology*, **18**, 1058-1066. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(19\)30078-x](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(19)30078-x)
 - [16] Han, J., Yang, L., Lou, Z. and Zhu, Y. (2023) Association between Systemic Immune-Inflammation Index and Systemic Inflammation Response Index and Outcomes of Acute Ischemic Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Annals of Indian Academy of Neurology*, **26**, 655-662. https://doi.org/10.4103/aian.aian_85_23
 - [17] Liu, D., Chu, S., Chen, C., Yang, P., Chen, N. and He, X. (2018) Research Progress in Stroke-Induced Immunodepression Syndrome (SIDS) and Stroke-Associated Pneumonia (sap). *Neurochemistry International*, **114**, 42-54. <https://doi.org/10.1016/j.neuint.2018.01.002>
 - [18] El Hussein, N. and Laskowitz, D.T. (2014) The Role of Neuroendocrine Pathways in Prognosis after Stroke. *Expert Review of Neurotherapeutics*, **14**, 217-232. <https://doi.org/10.1586/14737175.2014.877841>
 - [19] Odilo, E., Levent, A., Andrey, C.D.C.G., Katarzyna, W., Claudia, D., et al. (2015) Cholinergic Pathway Suppresses Pulmonary Innate Immunity Facilitating Pneumonia after Stroke. *Stroke*, **46**, 3232-3240.
 - [20] Mracsko, E., Liesz, A., Karcher, S., Zorn, M., Bari, F. and Veltkamp, R. (2014) Differential Effects of Sympathetic Nervous System and Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis on Systemic Immune Cells after Severe Experimental Stroke. *Brain, Behavior, and Immunity*, **41**, 200-209. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2014.05.015>
 - [21] 李亚强, 张梅, 薛敏. 血清前白蛋白与急性缺血性脑卒中相关感染的临床研究[J]. 中风与神经疾病杂志, 2019, 36(8): 722-726.
 - [22] Qiu, H., Song, J., Hu, J., Wang, L., Qiu, L., Liu, H., et al. (2022) Low Serum Transthyretin Levels Predict Stroke-Associated Pneumonia. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, **32**, 632-640. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2021.12.008>
 - [23] 胡敦蓉, 伏玉, 季婷, 等. 323 例脑卒中住院康复病人营养状况现状及影响因素[J]. 全科护理, 2024, 22(7): 1345-1348.
 - [24] 黄亦红. 血清前白蛋白水平与脑卒中后感染的关系[J]. 中国医师进修杂志, 2013, 36(22): 44-45.
 - [25] López, B., Castañón-Apilánez, M., Molina-Gil, J., Fernández-Gordón Sánchez, S., González, G., Reguera Acuña, A., et al. (2022) Serum Prealbumin Levels on Admission as a Prognostic Marker in Stroke Patients Treated with Mechanical Thrombectomy. *Cerebrovascular Diseases Extra*, **12**, 103-108. <https://doi.org/10.1159/000526354>
 - [26] Ye, S., Lin, S., Wu, K., Fan, Y. and Xu, M. (2016) Serum Prealbumin Is a Predictive Biomarker for Stroke-Associated Infection after an Ischemic Stroke. *International Journal of Neuroscience*, **127**, 601-605. <https://doi.org/10.1080/00207454.2016.1218874>
 - [27] Qiu, H., Luan, X. and Mei, E. (2024) High Fibrinogen-Prealbumin Ratio (FPR) Predicts Stroke-Associated Pneumonia. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, **33**, Article ID: 107703. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2024.107703>
 - [28] Pellicane, A.J., Millis, S.R., Barker, K.D.D., Temme, K.E., Sayyad, A., Oswald, M.C., et al. (2013) The Effect of Protein and Calorie Intake on Prealbumin, Complications, Length of Stay, and Function in the Acute Rehabilitation Inpatient with Stroke. *NeuroRehabilitation: An International, Interdisciplinary Journal*, **33**, 367-376. <https://doi.org/10.3233/nre-130966>
 - [29] Cabrera, A.G., Prodhan, P. and Bhutta, A.T. (2010) Nutritional Challenges and Outcomes after Surgery for Congenital Heart Disease. *Current Opinion in Cardiology*, **25**, 88-94. <https://doi.org/10.1097/hco.0b013e3283365490>
 - [30] Xiong, X., Zhang, S., Peng, B., Sary, C., Jian, Z. and Chen, Q. (2017) Serum Prealbumin as an Effective Prognostic Indicator for Determining Clinical Status and Prognosis in Patients with Hemorrhagic Stroke. *Neural Regeneration Research*, **12**, 1097-1102. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.211188>
 - [31] Iadecola, C. and Anrather, J. (2011) The Immunology of Stroke: From Mechanisms to Translation. *Nature Medicine*, **17**, 796-808. <https://doi.org/10.1038/nm.2399>

-
- [32] Li, C., Yang, C., Zhu, J., Huang, H., Zheng, J., Hu, X., *et al.* (2022) Predictive Value of Globulin to Prealbumin Ratio for 3-Month Functional Outcomes in Acute Ischemic Stroke Patients. *Disease Markers*, **2022**, Article ID: 1120192. <https://doi.org/10.1155/2022/1120192>