

脓毒症相关性脑病的脑血流动力学

赵元芳¹ 彭佳华² 通信作者

1 右江民族医学院 广西百色 533099 2 右江民族医学院附属西南医院 广西百色 533099

〔摘要〕脓毒症相关性脑病，是指继发于脓毒症而与病原体直接感染无关的弥漫性脑功能障碍，其病死率、致残率高，是预后不良的独立危险因素。SAE 发病机制复杂，其中，脑血流调节功能障碍是最重要的机制之一。该文从正常的脑血流调节出发，对脓毒症相关性脑病的脑血流动力学改变进行论述，以期提高对 SAE 的认识，早期诊断脓毒症相关性脑病，从而改善脓毒症患者预后。

〔关键词〕脓毒症相关性脑病、脑血流自动调节功能障碍

〔中图分类号〕R631 〔文献标识码〕A 〔文章编号〕2095-7165 (2025) 04-161-02

脓毒症被定义为机体对感染反应失调引起的危及生命的全身多器官功能障碍，是导致急危重症患者死亡的常见原因^[1]。脓毒症相关性脑病是指无中枢神经系统感染、结构异常、或其他类型脑病情况下，继发于全身炎症反应的弥漫性脑功能障碍。其发病机制复杂，主要包括血脑屏障功能障碍、小胶质细胞活化、脑血流功能障碍、神经内分泌网络功能障碍等，这些因素相互作用，从而导致脓毒症相关性脑病的发生。其中，脑血流调节功能障碍是重要发病机制之一，因此该文将从正常脑血流自动调节功能出发，对脓毒症相关脑病的脑血流功能障碍进行论述。

一、脓毒症相关脑病的流行病学及临床表现

1. 临床表现

SAE 患者的临床表现包括意识障碍、癫痫发作、谵妄、昏迷、局灶性认知障碍、幻觉、睡眠节律异常、人格改变、注意力不集中和抑郁症状等，其中，脓毒症相关性脑病是脓毒症血症的独立死亡危险因素，造成急性期死亡；另外，脓毒症相关性脑病的临床表现可能是脓毒症血症早期表现之一，可在脓毒症出现其它全身性表现前出现。一项前瞻性多中心研究表明^[2]脓毒症相关性脑病幸存者出现长期认知功能障碍，若谵妄持续时间较长，出院后持续存在更严重的认知功能障碍以及神经心理精神障碍。

2. 流行病学

脓毒症相关性脑病是 ICU 患者发生脑损伤最常见原因。由于无确定的诊断标准，其发病率为 9%-71% 不等。在重症监护医学信息市场 IV (MIMIC-IV) 数据库和 eICU 数据库中，脓毒症相关性脑病患者的发病率为 68%，在该项研究中，脓毒症相关性脑病通过格拉斯哥昏迷评分量表 (GCS) 评分 < 15 或发生谵妄来诊断^[3]。在一项法国的大型前瞻性多中心研究中，脓毒症相关性脑病的发病率为 53% (1341 例 / 2513 例)。

二、脑血流动力学

大脑占体重的 2-3%，但需要 15% 的心输出量并消耗 20% 的氧气，为维持大脑的高代谢率，需要脑血流维持稳定，其中涉及一系列相互重叠的调节机制，这些机制相互促进以确保脑血流的精确控制，从而防止脑损伤。在目前观点中，脑

血流的自动调节主要分为自动调节、化学调节、神经元调节和内皮依赖性调节四个调节机制，这些机制相互影响、共同促进，从而维持脑血流稳定。

脑血流自动调节是指通过改变血管阻力使得血压在一定范围内波动时，脑血流量维持在一个相对稳定的范围。随着血压变化过程的逐渐加快，脑血流变得越来越不稳定，可能出现线性改变；但脑血流变化比血压变化慢且持续时间短，这被称为动态脑血流自动调节 (dCA)，出现在日常如咳嗽、姿势改变、锻炼等期间。脑血流自动调节机制通过生肌机制介导，通过调节脑阻力血管的直径控制脑血流量。血压升高时，软脑膜或实质循环的动脉血管壁感受到的血管张力增加，激活离子通道、G 耦联受体和收缩装置 Ca²⁺ 敏感性，导致细胞内 Ca²⁺ 增加从而触发平滑肌细胞的收缩反应，从而增加脑血管的阻力，限制脑血流量的增加。

三、脓毒症相关性脑病脑血流调节功能障碍

脓毒症相关性脑病的病因十分复杂，目前其病理生理机制未完全清楚，主要为血脑屏障功能障碍、小胶质细胞活化、脑血流功能障碍、神经内分泌网络功能障碍等，脑血流动力学障碍起着至关重要的作用。

1. 脑血流自动调节功能障碍

脑血流的自动调节功能是指血压在一定范围内维持一定的脑血流量。研究表明，脓毒症相关性脑病与非脓毒症相关性脑病患者相比，其脑血流量无差别，表示脑血流的静态自动调节功能未发生变化。该研究发现，50% 的脓毒症患者存在脑血流调节异常，且脓毒症相关性脑病患者的 Mx 显著高于不合并脓毒症相关性脑病患者。

2. 脑血管反应性损害

通过吸入二氧化碳或改变呼吸频率来改变动脉二氧化碳分压 (pCO₂)、屏气试验和静脉注射乙酰唑胺，同时监测脑血流量以此来评估脑血管反应性。研究发通过静脉注射乙酰唑胺，同时使用经颅多普勒监测大脑中动脉的血流速度，观察到脓毒症相关脑病患者的脑血管反应性受损。

3. 神经血管耦合功能障碍

神经血管单位由神经元、神经胶质细胞、内皮细胞、周细胞和平滑肌细胞构成。脓毒症相关性脑病存在星型胶质细胞损伤、小胶质细胞活化、内皮细胞功能障碍等，这些细胞损害引起神经血管单位异常，从而造成神经血管功能障碍。

(下转第 165 页)

作者简介：赵元芳 (2000.6-)，性别：女，民族：汉族，籍贯：云南省宣威市，学历：本科，职称：住院医师，科室：急诊科规培科室，研究方向：脓毒症血症。

Official journal of the American College of Gastroenterology|
ACG, 2017, 112(2): 212-239.

[4] Thung I, Aramin H, Vavinskaya V, et al. the global emergence of *Helicobacter pylori* antibiotic resistance[J]. *Alimentary pharmacology & therapeutics*, 2016, 43(4): 514-533.

[5] 常建力, 李月艳. 左氧氟沙星三联疗法与阿莫西林三联疗法治疗消化性溃疡的效果对比[J]. *山西医药杂志*, 2020, 49(23):3315-3316.

[6] 彭乐, 张亚, 畅海升. 瑞巴派特片对治疗幽门螺旋杆菌阳性消化性溃疡效果与复发的影响[J]. *武警医学*, 2020, 31(9):789-792.

[7] 原宁, 宁萍. 微生态制剂联合奥美拉唑序贯治疗幽门螺旋杆菌阳性消化性溃疡效果及对患儿丙二醛、转化生长因子 $\beta 1$ 蛋白水平和肠道菌群的影响[J]. *陕西医学杂志*, 2021, 50(4):472-475.

[8] 施旌, 余承云, 余敏. 自拟调和肝胃汤联合西医常规治疗消化性溃疡的临床观察[J]. *中国中医药科技*, 2023, 30(1):181-182.

[9] 徐智. 基于“脾胃虚寒夹滞理论”的安胃清幽方治疗消化性溃疡的应用研究[J]. *湖北中医药大学学报*, 2021, 23(2):98-101.

[10] 卢波, 范红心, 王松浩, 等. 消化性溃疡患者采用小柴胡汤加减治疗对消化性溃疡患者不良反应发生率和幽门螺旋杆菌感染的情况分析[J]. *四川生理科学杂志*, 2021, 43(2):305-307.

[11] 黄江, 李龙华. 张氏益胃汤联合质子泵抑制剂治疗脾胃气虚型幽门螺旋杆菌阳性消化性溃疡随机对照试验[J]. *江西中医药大学学报*, 2023, 35(2):37-40.

[12] 宋辉, 金益峰, 陈诗雨. 乌贝散辨证加味联合 Hp 根治疗法对伴 Hp 感染消化性溃疡患者肠道微生态和肠动力的影响[J]. *四川中医*, 2024, 42(2):125-127.

[13] 祁树浩, 周正, 黄广文, 等. 柴胡和胃化瘀汤对反复性消化性溃疡合并幽门螺旋杆菌感染患者血清 VEGF 及 BFGF 水平的影响分析[J]. *黑龙江医药*, 2021, 34(6):1260-1262.

[14] 李镇梁, 张光华, 蔡长春. 清浊安中汤加减联合四联疗法治疗幽门螺旋杆菌阳性消化性溃疡 30 例[J]. *浙江中医杂志*, 2021, 56(2):117-118.

[15] 葛阳, 李琨, 苏晓兰. 黄芪建中汤加减联合肝胃百合汤对老年胃溃疡患者胃运动功能和溃疡愈合的影响[J]. *中国老年学杂志*, 2023, 43(5):1067-1071.

[16] 刘艺超, 郑丽华, 毛建生. 胃复春结合四联疗法治疗幽门螺旋杆菌相关性胃溃疡临床疗效观察及对胃肠激素的影响[J]. *辽宁中医杂志*, 2024, 51(7):122-125.

[17] 王筱俊, 李博. 荆花胃康胶丸联合四联疗法治疗幽门螺旋杆菌阳性消化性溃疡[J]. *中国中医药现代远程教育*, 2020, 18(11):119-120.

[18] 卢泳宇. 穴位贴敷联合四联疗法治疗消化性溃疡并幽门螺旋杆菌感染的临床观察[J]. *中国保健营养*, 2020, 30(15):339.

[19] 赵博雅, 刘影, 田翠丽, 等. 参斛莪术颗粒联合穴位贴敷治疗老年慢性胃炎的疗效[J]. *西北药学杂志*, 2022, 37(6):133-137.

[20] 包一珺, 吕文良, 王丽, 等. 姚乃礼教授治疗幽门螺旋杆菌相关胃病经验述要[J]. *世界中西医结合杂志*, 2022, 17(5):876-879.

(上接第 161 页)

4. 内皮功能障碍

血管内皮细胞是调节血管张力的关键, 脑血流调节依赖脑内皮功能。脓毒血症早期阶段, 在炎性介质、中性粒细胞和血小板黏附介导下, 糖萼-内皮屏障破坏。随着糖萼层的破坏, 内皮细胞间的紧密连接破坏, 引起血管通透性增加以及血管收缩、抗凝功能丧失, 引起微循环功能障碍。脓毒血症破坏脑血管内皮细胞完整性, 引起凝血级联反应及内皮依赖性血管舒张, 导致微血栓形成, 引起脑缺血^[4]。

四、结论与展望

脓毒血症患者脑血流动力学改变是脓毒症相关性脑病的病理生理学机制之一。由于脓毒血症及脑血流调节的个人异质性, 临床上我们使用床边工具来监测患者的脑血流调节, 根据个人需求来调整血压目标以维持脑血流稳定, 确保患者

得到个性化治疗。

[参考文献]

[1] Mazeraud A, Righy C, Bouchereau E, et al. Septic-Associated Encephalopathy: a Comprehensive Review[J]. *Neurotherapeutics*, 2020, 17(2):392-403.

[2] Dumbuya J S, Li S, Liang L, et al. Paediatric sepsis-associated encephalopathy (SAE): a comprehensive review[J]. *Molecular medicine (Cambridge, Mass.)*, 2023, 29(1):27.

[3] Zhou Y, Bai L, Tang W, et al. Research progress in the pathogenesis of sepsis-associated encephalopathy[J]. *Heliyon*, 2024, 10(12):e33458.

[4] Sonnevile R, Benghanem S, Jeantin L, et al. The spectrum of sepsis-associated encephalopathy: a clinical perspective[J]. *Crit Care*, 2023, 27(1):386.

(上接第 162 页)

体征平稳后进行; 同时明显患者实际病情, 根据其所需选择恰当手术治疗方式, 最大化改善患者疾病。

[参考文献]

[1] 王树强. 不同手术时机小骨窗显微手术治疗高血压脑出血临床对比分析[J]. *医学综述*, 2025, 21(2):329-331.

[2] 黄献靖, 吴科学, 仁增. 高血压脑出血手术时机及手术方式分析探讨[J]. *中西医结合心血管病电子杂志*, 2023, 6(29):16-18.

[3] 胡振宇, 雍成明, 宣家龙. 老年高血压脑出血患者超早期手术治疗的临床疗效[J]. *医学综述*, 2024, 23(5):1030-1033.

[4] 李斌, 冯屹, 谭卫. 高血压脑出血外科治疗术式及手术时机的选择[J]. *中西医结合心血管病电子杂志*, 2022, 10(12):38-40.

[5] 马金福, 杨新喜. 高血压脑出血手术时机及手术方式的选择[J]. *中外医疗*, 2023, 35(5):90-91.