

# 蛇咬伤致急性肾损伤行连续性血液净化治疗的诊疗进展

亢庆军 袁巧萌<sup>(通讯作者)</sup>

中部战区总医院 湖北 武汉 430060

**【摘要】**：蛇咬伤是热带及亚热带地区重要的公共卫生问题，急性肾损伤（Acute Kidney Injury, AKI）是其严重并发症之一，与显著增加的病死率和远期慢性肾脏病风险相关。全球约23%的蛇咬伤患者发生AKI，其中28%需要肾脏替代治疗<sup>[1]</sup>。连续性血液净化技术在蛇咬伤相关AKI的治疗中具有独特优势，能够持续稳定地清除炎症介质和毒素、维持血流动力学稳定、纠正电解质酸碱失衡。近年来，早期预测模型的建立为识别需要连续性肾脏替代治疗（Continuous renal replacement therapy, CRRT）的高危患者提供了工具，意识状态、肿胀程度、血肌酐、血钾、中性粒细胞与淋巴细胞比值等指标可有效预测CRRT需求<sup>[2]</sup>。本文将从蛇咬伤致急性肾损伤的临床现状、机制及连续性血液净化治疗的进展等方面进行综述，为蛇咬伤患者的治疗提供帮助。

**【关键词】**：蛇咬伤；急性肾损伤；发病机制；连续性血液净化；研究进展；综述

DOI:10.12417/2705-098X.26.13.032

## 1 蛇咬伤的现状

蛇咬伤长期威胁着公共卫生安全，每年发病人数高达400万-500万，其中约10%（约40万人）会遗留后遗症或终身残疾<sup>[3]</sup>。中国幅员辽阔，毒蛇种类繁多，蛇伤患者层出不穷，且大多发生在偏远山区，中国作为高发地区之一，每年约有10万例蛇咬伤事件，相关数据显示，该病的死亡率介于5%-10%，而致残率更是高达25%-30%<sup>[4]</sup>，给社会和家庭带来沉重负担。

## 2 蛇咬伤致急性肾损伤的机制

毒蛇咬伤引发的急性肾损伤是最常见的病理改变，蛇伤也是我国常见的严重急性中毒性疾病之一，可在短时间内引发广泛水肿、高血压、溶血、呼吸抑制、肌肉肢体坏死萎缩等并发症，死亡率较高，预后差<sup>[5]</sup>。如果没有得到及时有效救治可能引起多脏器功能衰竭而死亡。毒蛇毒液中有多种毒性蛋白和多肽，主要包括血液毒素、神经毒素和细胞毒素等。在我国，以蝮科（如五步蛇、蝮蛇、竹叶青）和眼镜蛇科（如眼镜蛇、银环蛇）咬伤最为多见。其中，血液毒素诱导的血管内皮损伤、凝血功能障碍及局部组织坏死是最常见的病理改变。急性全身性中毒的典型表现为多器官功能紊乱，表现为：咬伤肢体及周围组织的广泛水肿，如果扩散到躯干、咽喉则可能引起严重的喉头水肿及气道梗阻；部分蛇毒含有的神经毒素和细胞毒素可引起高血压或血压波动，这些成分作用于神经、血管系统，肾素-血管紧张素系统被激活，有部分患者早期就出现剧烈高血压，后期因循环衰竭转为低血压；眼镜蛇或蝮蛇中含有的溶血毒素，如磷脂酶A<sub>2</sub>可以直接攻击红细胞膜引起急性溶血性贫血、血红蛋白尿及黄疸；蛇毒中的神经毒素与神经肌肉接头的受体结合，阻断乙酰胆碱传递信号，导致呼吸肌麻痹，这也是

早期致死的主要原因之一；蛇毒导致肌肉、肢体坏死与萎缩；毒素直接损伤骨骼肌细胞（横纹肌溶解），引发剧烈疼痛、肌红蛋白尿，肢体组织肿胀坏死萎缩，严重者需截肢，后期遗留功能障碍。

肾脏也是人体最重要的蛇毒排泄器官，能够有效地将血液中残留的蛇毒大分子分解代谢产物过滤后经尿液排出。毒蛇咬伤致急性肾损伤可能与下列六种机制有关：

（1）血管内溶血与肾小管阻塞：蛇毒中的磷脂酶A<sub>2</sub>可破坏红细胞膜致其溶解，释放游离血红蛋白，形成管型阻塞肾小管，导致梗阻性肾病。

（2）肾小管上皮细胞直接损伤：磷脂酶A<sub>2</sub>等毒素可直接或间接破坏肾小管上皮细胞，导致细胞膜破裂、线粒体功能障碍，甚至细胞凋亡或坏死。

（3）凝血功能障碍与低血容量性休克：蛇毒含有活性蛋白水解酶，可使纤维蛋白原凝固并损伤血管壁，引起严重出血、组织破坏，导致血压剧降、有效血容量减少，肾血流灌注减少，肾小球滤过率（GFR）急剧下降，加重肾损伤<sup>[6]</sup>。

（4）弥散性血管内凝血（DIC）：蛇毒中的促凝物质激活凝血级联反应，导致微血栓形成。同时继发纤溶亢进，凝血因子耗竭，进一步加重肾缺血和肾小管坏死<sup>[7]</sup>。

（5）炎症反应与免疫损伤：蛇毒中的金属蛋白酶可激活肥大细胞，释放组胺、白三烯等炎症介质，导致血管通透性增加、炎症细胞浸润。失控的炎症反应可引发全身炎症反应综合征（Systemic Inflammatory Response Syndrome, SIRS），加剧多器官功能障碍。

作者简介：

第一作者：亢庆军，1991年4月4日，男，土家族，贵州铜仁，本科学历，中部战区总医院，医师，急诊科研究方向：蛇咬伤

通讯作者：袁巧萌，1993年12月2日，女，汉族，湖北宜昌，研究生学历，中部战区总医院，主治医师，肾脏病科研究方向：慢性肾脏病、血液透析。

(6) 酸性尿环境下血红蛋白沉积: 溶血后游离血红蛋白在酸性尿液中溶解度降低, 形成结晶沉积于肾小管, 进一步损害肾功能。

### 3 血液净化方式的选择

对于确诊或高危 AKI 患者, 需综合评估以下指标: 肾功能指标 (血清肌酐动态升高、尿量 $<0.5$  mL/kg/h 持续 6 小时)、代谢紊乱 (顽固性代谢性酸中毒、血钾 $>5.5$  mmol/L)、容量状态: 液体超负荷 (体重增加 $>10\%$ ) 伴肺水肿或难治性高血压。在适应症明确时, 连续性肾脏替代治疗可作为关键治疗手段, 不仅有助于有效清除肌红蛋白、减轻肾毒性负担, 还能纠正电解质紊乱、酸碱失衡。还能调控内环境包括纠正电解质 (如高钾血症、低钠血症) 以及改善酸碱失衡。同时能精准控制液体平衡, 预防心衰及组织水肿恶化。当患者出现以下任一情况时应考虑紧急 CRRT: ①肌红蛋白尿 (尿试纸阳性+血清肌红蛋白 $>1000$  ng/mL); ②AKI 进展标志: 血清肌酐 24 小时内升高 $\geq 0.3$  mg/dL 或较基线增加 50%; ③多器官功能障碍: 合并呼吸衰竭、循环不稳定时。早期干预可显著降低慢性肾脏病 (Chronic Kidney Disease, CKD) 风险, 尤其适用于横纹肌溶解、脓毒症等继发性 AKI<sup>[7]</sup>。

连续性静脉-静脉血液透析滤过 (Continuous Veno-Venous Hemodiafiltration, CVVHDF) 通过双重清除机制实现高效解毒。弥散清除依赖半透膜浓度梯度, 高效清除小分子毒素 (如尿素、电解质)。对流清除通过跨膜压力差, 有效去除中分子物质 (如蛇毒蛋白、炎性介质)。通过 CVVHDF 可达到短时高效的治疗效果, 蝮蛇咬伤起病急剧, 病情变化快, 蛇毒可造成急性肾衰竭及多器官功能受损。在早期对病人施行 CVVHDF 可以明

显降低感染、出血和心血管并发症的发生率<sup>[8]</sup>, 从而降低病人的死亡率, 提高病人生命质量。

CVVH 联合血液灌流 (hemoperfusion, HP) 在蛇毒清除中发挥协同作用。连续性静脉-静脉血液滤过通过超滤机制清除中分子毒素, HP 通过活性炭、树脂吸附剂直接捕获大分子毒素 (如与血浆蛋白结合的蛇毒成分), 特别针对分子量 $>50$ kDa 的蛋白类毒素, CVVH 联合运用 HP 可以有效减少患者体内蛇毒素, 稳定患者内环境, 取得更理想疗效<sup>[9]</sup>。

持续缓慢低效透析 (Continuous Slow Low-Efficiency Dialysis, SLED) 联合 HP 在重症毒蛇咬伤中的多靶点净化治疗有研究证明效果确切, SLED 通过延长透析时间稳定清除中小分子毒素、维持更平稳的血流动力学, HP 通过树脂吸附剂特异性捕获大分子炎性介质如 TNF- $\alpha$ 、IL-6 等, 高效清除与白蛋白结合的蛇毒成分, SLED 适用于血流动力学不稳定的休克患者。SLED 联合 HP 已广泛用于脓毒症、重症胰腺炎等疾病的治疗, 可改善患者的预后。陈冰冰等的<sup>[10]</sup>研究结果显示, SLED 联合 HP 可明显改善蝮蛇咬伤患者的肝、肾功能, 在清除血液毒性物质中具有重要的价值。

血浆置换在蛇咬伤相关血栓性微血管 (Thrombotic microangiopathy, TMA) 中的应用存在争议, 现有证据不支持其带来额外获益<sup>[11]</sup>。在蛇咬伤引起的 TMA 中, 由于血管性血友病因子裂解酶 (ADAM Metalloproteinase With Thrombospondin Type 1 Motif 13, ADAMTS13) 水平并未降低, 因而在蛇咬伤相关 TMA 中血浆置换术没有病理生理学依据, 且最近的研究显示患者并未从血浆置换术中获益。因此, 在蛇咬伤相关 TMA 中应用血浆置换术应更加慎重。

### 参考文献:

- [1] Snake envenomation and acute kidney injury: a systematic review and meta-analysis. BMC Nephrology, 2026, 27: 220.
- [2] 李稳, 周权, 亢庆军, 等. 蝮蛇咬伤患者行连续性肾脏替代治疗治疗的预测模型构建与验证. 中华急诊医学杂志, 2026, 35(3): 343-350.
- [3] Libli K, Byun J, Saldarriaga C, et al. Snakebite envenomation and heart: systematic review [J]. Curr Probl Cardiol, 2022, 47(9): 100861.
- [4] 李稳, 方庆, 李兴华, 等. 湖北地区毒蛇咬伤流行病学调查及随访分析 [J]. 临床急诊杂志, 2023, 24(3): 131-136.
- [5] 钟国坚, 张建, 周光德, 等. 中西医结合治疗毒蛇咬伤所致急性肾脏损伤的临床效果 [J]. 临床医学研究与实践, 2020, 10(5): 68-69.
- [6] 邓孝露, 陈小雄, 罗丽, 等. 蛇咬伤致急性肾损伤危险因素分析 [J]. 临床急诊杂志, 2024, 25(8): 428-432.
- [7] 杨翠, 李沙沙, 邓芳芳, 等. 蛇咬伤并发症机制及干预策略 [J]. 创伤外科杂志, 2026, 28(1): 70-76.
- [8] 李仙桃. 蝮蛇咬伤病人透析滤过的护理 [J]. 护理实践与研究 2012, 9(10): 157.
- [9] 牟琳. 血液灌流联合血液透析治疗急性中毒导致急性肾损伤的临床研究 [J]. 吉林医学 2016, 14(11): 19-21.
- [10] 陈冰冰, 高萍, 冷英杰, 等. 持续缓慢低效血液透析串联血液灌流法联合综合护理模式在蝮蛇咬伤中的效果观察 [J]. 蛇志, 2023, 35(3): 316-319.
- [11] Snakebite associated thrombotic microangiopathy: a systematic review of clinical features, outcomes, and evidence for interventions including plasmapheresis. PLoS Neglected Tropical Diseases, 2020.