

蜂蜇伤后急性肾损伤危险因素Meta分析

李罇江 潘红霞 胡祥 傅一星 李婷 董建华 肖友文
(乐山市人民医院肾病内科,四川省乐山市 614000)

【摘要】 **目的** 系统评价蜂蜇伤后急性肾损伤(AKI)的危险因素。**方法** 计算机检索PubMed、Embase、Web of Science、The Cochrane Library、万方数据知识服务平台、中国知网、维普资讯中文期刊服务平台、中国生物医学文献服务系统等数据库,纳入关于蜂蜇伤后AKI的危险因素的文献。对文献进行筛选、资料提取和质量评价后,采用RevMan 5.3软件进行Meta分析。**结果** 共纳入16项病例对照研究,包含3753例蜂蜇伤患者。Meta分析结果显示,外周血白细胞计数升高、外周血白细胞计数 $>20\times 10^9/L$ 、贫血、年龄增长、蜂蜇伤至入院时间延长、蜂蜇伤数目增加、蜂蜇伤数目 >30 处、肉眼血尿、血清乳酸脱氢酶水平升高、血清肌红蛋白水平升高、血清白蛋白水平 ≤ 35 g/L是蜂蜇伤后AKI的危险因素($P<0.05$)。**结论** 外周血白细胞计数升高、外周血白细胞计数 $>20\times 10^9/L$ 、贫血、年龄增长、蜂蜇伤至入院时间延长、蜂蜇伤数目增加、蜂蜇伤数目 >30 处、肉眼血尿、血清乳酸脱氢酶水平升高、血清肌红蛋白水平升高、血清白蛋白水平 ≤ 35 g/L可增加蜂蜇伤后AKI的发生风险。

【关键词】 急性肾损伤;蜂蜇伤;危险因素;Meta分析

【中图分类号】 R 646 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 0253-4304(2024)05-0739-07

DOI: 10.11675/j.issn.0253-4304.2024.05.22

Risk factors for acute kidney injury after wasp stings: a Meta-analysis

LI Bojiang, PAN Hongxia, HU Xiang, FU Yixing, LI Ting, DONG Jianhua, XIAO Youwen

(Department of Kidney Disease Medicine, the People's Hospital of Leshan, Leshan 614000, Sichuan, China)

【Abstract】 **Objective** To systematically evaluate the risk factors for acute kidney injury (AKI) after wasp stings. **Methods** Literature related to the risk factors for AKI after wasp stings was enrolled by retrieving the databases of PubMed, Embase, Web of Science, The Cochrane Library, WanFang Data Knowledge Service Platform, China National Knowledge Infrastructure, VIP, and China Biology Medicine disc, etc. After literature screening, data extraction, and quality evaluation, the RevMan 5.3 software was used to perform Meta-analysis. **Results** A total of 16 case-control studies were enrolled, containing 3753 cases of patients with wasp stings. The results of Meta-analysis revealed that the elevation of peripheral blood white blood cell counts, peripheral blood white blood cell counts $>20\times 10^9/L$, anemia, growth of age, prolongation of wasp stings to hospital admission, increased number of wasp stings, number of wasp stings >30 , gross hematuria, elevation of serum lactate dehydrogenase level, elevation of serum myoglobin level, serum albumin level ≤ 35 g/L were the risk factors for AKI after wasp stings ($P<0.05$). **Conclusion** The elevation of peripheral blood white blood cell counts, peripheral blood white blood cell counts $>20\times 10^9/L$, anemia, growth of age, prolongation of wasp stings to hospital admission, increased number of wasp stings, number of wasp stings >30 , gross hematuria, elevation of serum lactate dehydrogenase level, elevation of serum myoglobin level, serum albumin level ≤ 35 g/L may increase the occurrence risk of AKI after wasp stings.

【Key words】 Acute kidney injury, Wasp stings, Risk factors, Meta-analysis

第一作者简介:李罇江,硕士,主治医师,研究方向为肾小球疾病及血液净化。

通信作者简介:肖友文,本科,主任医师,研究方向为肾小球疾病及血液净化。

近年来,随着人们户外活动及户外作业的增加,蜂蜇伤的发生风险相应升高^[1-2]。蜂蜇伤可导致机体出现过敏反应、毒性反应、多系统器官功能损害等,当泌尿系统受累时,可表现为急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)。一项纳入1 091例蜂蜇伤患者的多中心研究显示,蜂蜇伤后AKI的发生率为21.0%^[3]。另一项纳入508例蜂蜇伤患者的多中心研究显示,蜂蜇伤后AKI的发生率为30.5%^[4]。蜂蜇伤导致的AKI是一种严重的病理状态,具有较高的死亡率,已经成为威胁人类健康的全球性公共卫生问题^[5]。尽早明确蜂蜇伤后AKI的危险因素,对可控制因素进行干预,有利于改善患者的预后。目前已有不少研究报告了蜂蜇伤后AKI的危险因素,但是这些研究存在混杂因素较多、样本量小等问题,各研究结果存在差异。因此,本研究通过Meta分析的方法,探讨蜂蜇伤后AKI的危险因素,为蜂蜇伤后AKI的早期识别及预防提供循证依据。

1 资料与方法

本研究根据PRISMA声明进行系统评价和Meta分析,并在PROSPERO注册,注册号为:CRD42022375965。

1.1 文献检索策略 计算机检索PubMed、Embase、Web of Science、The Cochrane Library、万方数据知识服务平台、中国知网、维普资讯中文期刊服务平台、中国生物医学文献服务系统等数据库,检索时间从建库至2023年11月25日,同时追溯纳入文献的参考文献。英文主题词为“wasp stings”“acute kidney injury”“risk factors”等,中文主题词为“蜂蜇伤”“蜂蛰伤”“急性肾损伤”“危险因素”等,采取自由词与主题词交互补充的检索方式,对不同数据库分别进行单独检索。中文数据库以万方数据库为例,检索策略:主题=(蜂蜇伤OR蜂蛰伤)AND主题=(急性肾损伤OR急性肾功能损伤OR急性肾脏病OR急性肾损害OR急性肾功能不全OR急性肾衰竭OR急性肾功能衰竭)AND主题=(影响因素OR危险因素OR病因OR相关因素)。英文数据库以PubMed数据库为例,其具体检索策略:

#1 (Acute Kidney Injury [Title/Abstract]) OR (Acute Kidney Injuries [Title/Abstract]) OR (Acute Renal Injury [Title/Abstract]) OR (Acute Renal Injuries [Title/Abstract]) OR (Acute Kidney Failure [Title/Abstract]) OR (Acute Kidney Failures [Title/Abstract]) OR (Acute Renal Failure [Title/Abstract]) OR (Acute Renal Failures [Title/Abstract]) OR (Acute Renal Insufficiency [Title/Abstract]) OR (Acute Renal Insufficiencies [Title/Abstract]) OR (Acute Kidney Insufficiency [Title/Abstract]) OR (Acute Kidney Insufficiencies [Title/Abstract])

#2 (Wasp Sting [Title/Abstract]) OR (Wasp Stings [Title/Abstract])

#3 (Risk Factors [Title/Abstract]) OR (Risk Factor [Title/Abstract]) OR (Risk [Title/Abstract])

#4 #1 AND #2 AND #3

1.2 文献纳入与排除标准 纳入标准:(1)研究类型为公开发表的病例对照研究、队列研究;(2)研究对象为蜂蜇伤患者,其病程、种族、国籍不限;(3)研究内容与蜂蜇伤后AKI的危险因素有关,AKI的诊断参照肾脏疾病改善全球预后指南^[6]中的相关标准,即48 h内血肌酐水平升高 $\geq 26.5 \mu\text{mol/L}$,或7 d内血肌酐水平较基础值升高 $\geq 50\%$,或尿量 $< 0.5 \text{ mL}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ 且持续 $\geq 6 \text{ h}$;(4)所有与蜂蜇伤后AKI相关的可能因素(潜在危险因素)涉及的文献数量均 ≥ 2 篇。排除标准:(1)非中、英文文献;(2)不能获取危险因素的比值比(odd ratio, OR)或相对危险度(relative risk, RR)及其95% CI的文献;(3)数据有矛盾、可靠性低的文献;(4)不能转换数据或不能获取全文的文献;(5)重复发表文献、动物实验、Meta分析、综述、系统评价、会议摘要、评论性文献、病例报告。

1.3 文献筛选和质量评价 由2位评价员独立筛选及评价文献,如存在分歧,首先通过讨论决定是否纳入,如仍不能解决则请第三方协助判断。采用纽卡斯尔-渥太华量表(Newcastle-Ottawa Scale, NOS)^[7]从研究对象的选择、组间可比性、暴露因素测量或结局测量对纳入文献进行质量评价,满分为9星,星数越多提示文献质量越高,本研究所纳入的文献均为 ≥ 5 星的文献。

1.4 文献数据的提取 提取内容包括第一作者、发表年份、样本量、研究类型、蜂蜇伤后AKI的发生率、潜在危险因素(根据多因素分析结果选取)。

1.5 统计学分析 采用 RevMan 5.3 软件进行 Meta 分析。采用 I^2 检验对纳入文献的异质性进行分析,如果 $I^2 < 50%$, 说明异质性较小,应用固定效应模型;如果 $I^2 \geq 50%$, 则表明异质性较大,采用随机效应模型,必要时进行亚组分析查找异质性的可能原因。Meta 分析结果以效应量及其 95% CI 表示,以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。采用改变分析模型的方法进行

敏感性分析,以评估 Meta 分析结果的稳定性和可靠性。如果某一潜在危险因素涉及的文献数量 ≥ 10 篇,则绘制漏斗图评估发表偏倚。

2 结果

2.1 文献筛选流程及结果 共检索到 119 篇相关文献,根据纳入标准和排除标准,经逐层筛选,最终确定 16 篇文献^[8-23]用于 Meta 分析。文献筛选流程图见图 1。

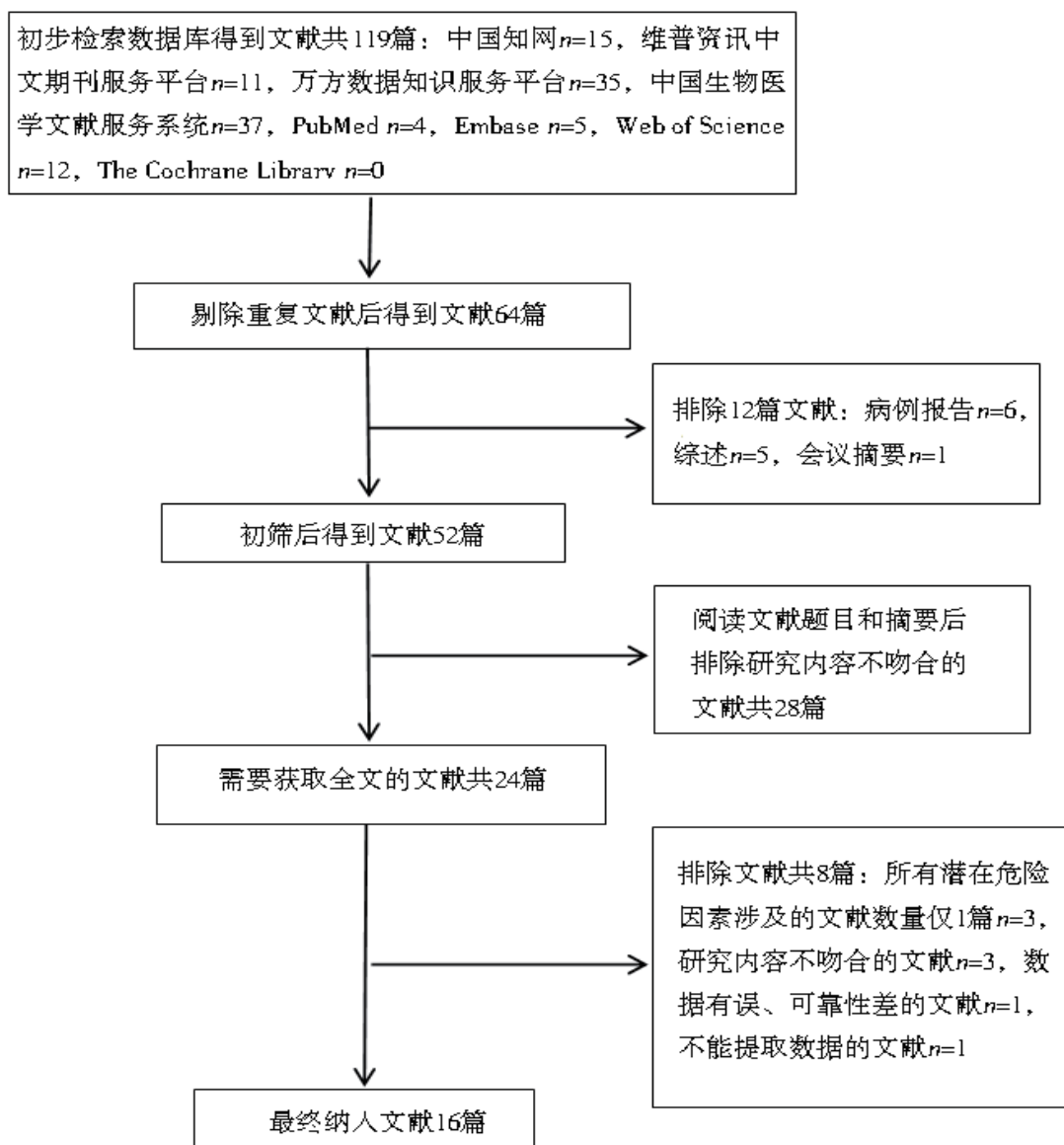


图1 文献筛选流程图

2.2 纳入文献的基本特征及质量评价 纳入的 16 篇文献^[8-23]均为病例对照研究,包含 3 753 例蜂蜇伤患者,其中病例组(蜂蜇伤后发生 AKI)767 例,对照

组(蜂蜇伤后未发生 AKI) 2 986 例。纳入文献的基本特征及质量评价结果见表 1。

表1 纳入文献的基本特征及质量评价

第一作者	发表年份	病例组	对照组	蜂蜇伤后	潜在危险因素	NOS 评估结果
		样本量 (n)	样本量 (n)	AKI的 发生率(%)		
Wang MH ^[8]	2021年	39	324	10.7	(1)	6星
Zhang X ^[9]	2023年	66	72	47.8	(2) (4) (8) (22) (25)	7星
冯云霞 ^[10]	2020年	39	36	52.0	(2) (22)	6星
刘亚君 ^[11]	2022年	130	739	15.0	(9) (16) (26)	7星
刘振忠 ^[12]	2022年	34	83	29.1	(9) (11) (27)	8星
姚蓉 ^[13]	2015年	39	346	10.1	(3) (9) (12) (13) (14)	7星
席秋萍 ^[14]	2018年	44	120	26.8	(1) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (15) (16) (17) (18)	6星
张冬菊 ^[15]	2022年	51	305	14.3	(2) (6) (9) (11) (17) (20) (25)	6星
张琼 ^[16]	2019年	19	176	9.7	(28) (29) (30)	7星
李琴 ^[17]	2023年	34	207	14.1	(3) (21) (25) (31) (32)	6星
李甫罡 ^[18]	2017年	16	148	9.8	(4) (11) (33)	8星
杨美玲 ^[19]	2020年	40	38	51.3	(5) (11) (21)	6星
田飞 ^[20]	2021年	71	146	32.7	(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (18) (19) (20) (30) (34) (35)	8星
许治华 ^[21]	2022年	37	68	35.2	(8) (10) (22) (23) (24)	5星
谷晓玲 ^[22]	2015年	24	72	25.0	(2) (3) (4) (8)	6星
邓璐 ^[23]	2020年	84	106	44.2	(1) (2) (3) (4) (7) (9) (25) (36)	7星

注:(1)血清乳酸脱氢酶水平;(2)血红蛋白水平/贫血;(3)蜂蜇伤至入院时间;(4)外周血白细胞计数;(5)血清ALT水平;(6)血清AST水平;(7)血清肌红蛋白水平;(8)患者年龄;(9)蜂蜇伤数目;(10)超敏C反应蛋白水平;(11)肉眼血尿;(12)既往蜂蜇伤史;(13)就诊时平均动脉压;(14)发生过敏反应;(15)发生多器官功能障碍综合征;(16)血清钾离子水平;(17)尿蛋白/蛋白尿;(18)血清肌酸激酶同工酶水平;(19)血清肌酸激酶水平;(20)血清总胆红素水平;(21)血清白蛋白水平;(22)降钙素原水平;(23)血肌酐水平;(24)白细胞介素6水平;(25)男性;(26)尿红细胞;(27)血乳酸水平;(28)皮疹;(29)发生休克;(30)活化部分凝血活酶时间;(31)发生横纹肌溶解症;(32)发生溶血;(33)超敏肌钙蛋白I水平;(34)外周血小板计数;(35)血尿素氮水平;(36)外周血红细胞计数。

2.3 Meta 分析结果 纳入文献共涉及36个潜在危险因素,其中19个因素涉及的文献数量 ≥ 2 篇,17个因素涉及的文献数量仅有1篇,对涉及 ≥ 2 篇文献的因素进行Meta分析。

2.3.1 外周血白细胞计数:6篇文献^[9,14,18,20,22-23]报告了该因素对蜂蜇伤后AKI的影响,其中4篇文献^[9,14,20,23]报告了外周血白细胞计数升高与蜂蜇伤后AKI的关系,2篇文献^[18,22]报告了外周血白细胞计数 $>20 \times 10^9/L$ 与蜂蜇伤后AKI的关系。Meta分析结果显示,外周血白细胞计数升高、外周血白细胞计数 $>20 \times 10^9/L$ 均是蜂蜇伤后AKI的危险因素($P < 0.05$),见表2。

2.3.2 血红蛋白水平/贫血:6篇文献^[9-10,15,20,22-23]报告了该因素对蜂蜇伤后AKI的影响,其中4篇文献^[9-10,15,20]报告了血红蛋白水平降低与蜂蜇伤后AKI的关系,2篇文献^[22-23]报告了贫血与蜂蜇伤后AKI的关系。Meta分析结果显示血红蛋白水平降低不是蜂蜇伤后AKI的危险因素($P > 0.05$),贫血是蜂蜇伤后AKI的危险因素($P < 0.05$),见表2。

2.3.3 降钙素原水平:3篇文献^[9-10,21]报告了该因素对蜂蜇伤后AKI的影响,其中2篇文献^[9,21]报告了降钙素原水平升高与蜂蜇伤后AKI的关系,1篇文献^[10]

报告了降钙素原升高程度与蜂蜇伤后AKI的关系。Meta分析结果显示,降钙素原水平升高是蜂蜇伤后AKI的危险因素($P < 0.05$),见表2。

2.3.4 患者年龄:4篇文献^[9,14,21-22]报告了该因素对蜂蜇伤后AKI的影响,其中3篇文献^[9,14,21]报告了年龄增长与蜂蜇伤后AKI的关系,1篇文献^[22]报告了某年龄段与蜂蜇伤后发生AKI的关系。Meta分析结果显示,年龄增长是蜂蜇伤后AKI的危险因素($P < 0.05$),见表2。

2.3.5 蜂蜇伤至入院时间:5篇文献^[13,17,20,22-23]报告了该因素对蜂蜇伤后AKI的影响,其中4篇文献^[13,20,23]报告了蜂蜇伤至入院时间延长与蜂蜇伤后AKI的关系,2篇文献^[17,22]报告了蜂蜇伤至入院时间 >6 h与蜂蜇伤后AKI的关系。Meta分析结果显示蜂蜇伤至入院时间 >6 h不是蜂蜇伤后AKI的危险因素($P > 0.05$),蜂蜇伤至入院时间延长是蜂蜇伤后AKI的危险因素($P < 0.05$),见表2。

2.3.6 蜂蜇伤数目:6篇文献^[11-15,23]报告了该因素对蜂蜇伤后AKI的影响,其中3篇文献^[14-15,23]报告了蜂蜇伤数目增加与蜂蜇伤后AKI的关系,2篇文献^[11-12]报告了蜂蜇伤数目 >30 处与蜂蜇伤后AKI的关系,

1 篇文章^[13]报告了蜂蜇伤数目≥2处与蜂蜇伤后 AKI 的关系。Meta 分析结果显示蜂蜇伤数目增加、蜂蜇伤数目>30处是蜂蜇伤后 AKI 的危险因素($P>0.05$), 见表 2。

2.3.7 涉及≥2 篇文章的其他潜在危险因素: Meta 分析结果显示, 肉眼血尿(4 篇文章^[12,15,18-19])、血清乳酸脱氢酶水平升高(4 篇文章^[8,14,20,23])、血清肌红蛋白水平升高(3 篇文章^[14,20,23])、血清白蛋白水平≤35 g/L(2 篇文章^[17,19])是蜂蜇伤后 AKI 的危险因素, 而男性(4 篇文章^[9,15,17,23])、血清 AST 水平升高(3 篇文章^[14-15,20])、血清 ALT 水平升高(3 篇文章^[14,19-20])、血清肌酸激酶同

工酶水平升高(2 篇文章^[14,20])、血清总胆红素水平升高(2 篇文章^[15,20])、活化部分凝血活酶时间延长(2 篇文章^[16,20])、超敏 C 反应蛋白水平升高(2 篇文章^[14,21])不是蜂蜇伤后 AKI 的危险因素($P>0.05$), 见表 2。

2.3.8 其他: 共有 2 篇文章^[11,14]涉及血清钾离子水平, 分别报告了血清钾离子水平升高程度和血清钾离子水平对蜂蜇伤后 AKI 的影响, 但不能合并数据。尿蛋白/蛋白尿涉及 2 篇文章^[14-15], 分别报告了尿蛋白定量水平和尿蛋白阳性对蜂蜇伤后 AKI 的影响, 但不能合并数据。

表 2 蜂蜇伤后 AKI 危险因素的 Meta 分析结果

潜在危险因素	纳入文献序号	异质性检验结果		效应模型	Meta 分析结果	
		I ² 值	P 值		OR 值(95% CI)	P 值
外周血白细胞计数升高	9,14,20,23	0	0.44	固定	1.127(1.081,1.176)	<0.01
外周血白细胞计数>20×10 ⁹ /L	18,22	0	0.74	固定	27.829(7.891,98.142)	<0.01
血红蛋白水平降低	9,10,15,20	71%	0.02	随机	1.033(0.998,1.069)	0.06
贫血	22,23	0	0.73	固定	29.873(7.774,114.786)	<0.01
降钙素原水平升高	9,21	65%	0.09	随机	1.211(0.914,1.603)	0.18
年龄增长	9,14,21	68%	0.04	随机	1.051(1.008,1.096)	0.02
蜂蜇伤至入院时间延长	13,20,23	48%	0.15	固定	1.070(1.037,1.104)	<0.01
蜂蜇伤至入院时间>6 h	17,22	90%	0.02	随机	7.482(0.187,299.424)	0.28
蜂蜇伤数目增加	14,15,23	87%	<0.01	随机	1.229(1.017,1.485)	0.03
蜂蜇伤数目>30处	11,12	0	0.74	固定	7.291(2.153,24.691)	0.01
肉眼血尿	12,15,18,19	0	0.98	固定	10.549(4.924,22.599)	<0.01
血清乳酸脱氢酶水平升高	8,14,20,23	96%	<0.01	随机	1.003(1.000,1.005)	0.03
血清肌红蛋白水平升高	14,20,23	0	0.42	固定	1.001(1.0006,1.0014)	<0.01
血清白蛋白水平≤35g/L	17,19	0	0.82	固定	4.679(2.018,10.853)	<0.01
男性	9,15,17,23	74%	0.01	随机	1.838(0.503,6.726)	0.36
血清 AST 水平升高	14,15,20	90%	<0.01	随机	1.003(0.995,1.010)	0.47
血清 ALT 水平升高	14,19,20	74%	0.02	随机	1.005(0.993,1.017)	0.41
血清肌酸激酶同工酶水平升高	14,20	91%	<0.01	随机	1.007(0.992,1.022)	0.35
血清总胆红素水平升高	15,20	76%	0.04	随机	1.072(0.902,1.274)	0.43
活化部分凝血活酶时间延长	16,20	85%	0.01	随机	1.025(0.968,1.086)	0.40
超敏 C 反应蛋白水平升高	14,21	93%	<0.01	随机	1.318(0.805,2.159)	0.27

2.4 敏感性分析 基于固定效应模型和随机效应模型的结果比较, 对表 2 中的潜在危险因素进行敏感性分析, 发现以下 5 个因素的 Meta 分析结果发生了实质性改变, 即血红蛋白水平降低[OR=1.028(95% CI: 1.013, 1.044), $P<0.001$]、降钙素原水平升高[OR=1.104(95% CI: 1.036, 1.176), $P=0.002$]、蜂蜇伤至入院时间>6 h [OR=3.770(95% CI: 1.266, 11.229), $P=0.02$]、血清 ALT 水平升高[OR=1.001(95% CI: 1.000,

1.002), $P=0.03$]、超敏 C 反应蛋白水平升高[OR=1.049(95% CI: 1.018, 1.081), $P=0.002$], 提示针对这 5 个因素所得出的结论稳定性较差, 应谨慎对待。而其余潜在危险因素在两种分析模型中的结果基本一致, 提示结论稳定可靠。

2.5 亚组分析和发表偏倚分析 由于本研究所有潜在危险因素涉及的文献数量均过少($n\leq 4$), 因此未进行亚组分析和发表偏倚分析。

3 讨论

蜂毒是一种透明的酸性液体,主要由蛋白质、多肽和小分子组成^[24]。由于每种成分具有不同的生物学作用,因此蜂蜇伤患者的临床表现多种多样。磷脂酶A2是蜂毒主要的蛋白质成分,能促进卵磷脂转化为溶血性卵磷脂,引起溶血^[25]。同时,磷脂酶A2有较强的肌肉毒性作用,其通过破坏肌膜而引起继发肌肉细胞的一系列退化事件,参与横纹肌溶解的发生与发展^[26-27]。横纹肌溶解后释放的肌红蛋白不仅可以机械性阻塞肾小管,而且对肾小管上皮细胞具有直接毒性作用,从而诱导急性肾小管坏死^[28]。上述因素为蜂蜇伤所致AKI的主要机制^[29]。既往研究表明,抑制磷脂酶活性有助于防止蜂蜇伤引起的肾毒性,并可能成为蜂蜇伤致AKI的潜在治疗靶点^[29-30]。此外,一些蜂毒成分不仅对肾小管有直接毒性作用,而且还能使血管扩张而引起低血压,从而导致缺血性肾损伤^[31]。早期识别蜂蜇伤后AKI的危险因素,有助于更深入地了解该疾病,提前预知潜在风险的可能性并及时采取相应的防治措施。故本研究采用Meta分析的方法,探讨蜂蜇伤后AKI的危险因素,为蜂蜇伤后AKI的防治提供依据。

蜂毒对肾小管的直接毒性受其在患者体内滞留时间和剂量的影响,这与患者的入院时间及蜂蜇伤数目有关。本研究的Meta分析结果显示,蜂蜇伤至入院时间延长、蜂蜇伤数目增加或蜂蜇伤数目>30处可增加蜂蜇伤后AKI的发生风险($P<0.05$)。蜂蜇伤数目越多,进入患者体内的蜂毒越多,患者发生AKI的可能性越大。Xie等^[31]认为,蜂蜇伤数目是蜂蜇伤严重程度的预测因素,蜂蜇伤数目越多的患者发生AKI、肝脏损伤、凝血障碍和死亡的风险越高。Xuan等^[32]的研究结果显示,蜂蜇伤入院时间较长的患者更容易发生AKI,出现这种现象可能是由于蜂毒没有被及时清除并停留在患者体内,从而持续对肾脏造成损害。

肉眼血尿是横纹肌溶解和溶血的常见临床表现。本研究的Meta分析结果提示肉眼血尿是蜂蜇伤后AKI的危险因素($P<0.05$),与蜇伤后AKI的发病机制相符。因此,一旦蜂蜇伤患者出现肉眼血尿,医务人员应高度怀疑发生AKI的可能性。在人口学特征方面,年龄是AKI的重要预测因素^[33-34],本研究的Meta分析也得出了同样的结论。随着年龄增长,机体各器官功能出现生理性下降,这种变化可影响肾脏的承受能力和恢复能力。在实验室指标方面,本研究的Meta分析显示贫血、血清乳酸脱氢酶水平升

高和血清肌红蛋白水平升高是蜂蜇伤后AKI的危险因素($P<0.05$)。贫血和血清乳酸脱氢酶水平升高提示溶血可能,而血清肌红蛋白水平升高与横纹肌溶解有关。另外,肌红蛋白是一氧化氮的有效清除剂,可能引发肾髓质血管收缩和肾组织缺氧,继而导致肾脏损伤^[35-36]。多项研究发现,血清白蛋白水平是手术相关性AKI、造影剂相关性AKI、恙虫病相关性AKI的重要预测因子^[37-39],本研究的Meta分析显示血清白蛋白水平降低(≤ 35 g/L)也是蜂蜇伤后AKI的危险因素($P<0.05$),这可能与白蛋白可改善肾血流量及肾小球滤过率、维持肾小管细胞功能等机制有关^[40]。此外,本研究的Meta分析还提示,外周血白细胞计数升高及外周血白细胞计数 $>20 \times 10^9/L$ 是蜂蜇伤后AKI的危险因素($P<0.05$)。外周血白细胞计数越高,意味着炎症反应越严重,而炎症在AKI的发生、发展中发挥着积极作用^[41]。蜂毒刺激细胞因子、趋化因子和黏附分子的释放,诱导多种炎症细胞浸润,最终导致肾脏损害^[42]。

本研究的Meta分析存在以下局限性:首先,所纳入的研究均为观察性研究,容易受到选择偏倚的影响,可能会掩盖其他的潜在危险因素。其次,由于潜在危险因素涉及的文献数量过少,无法进行亚组分析。

综上所述,外周血白细胞计数升高、外周血白细胞计数 $>20 \times 10^9/L$ 、贫血、年龄增长、蜂蜇伤至入院时间延长、蜂蜇伤数目增加、蜂蜇伤数目 >30 处、肉眼血尿、血清乳酸脱氢酶水平升高、血清肌红蛋白水平升高、血清白蛋白水平 ≤ 35 g/L可增加蜂蜇伤后AKI的发生风险。

参 考 文 献

- [1] Witharana EWRA, Wijesinghe SKJ, Pradeepa KSM, et al. Bee and wasp stings in Deniyaya; a series of 322 cases[J]. Ceylon Med J, 2015, 60(1):5-9.
- [2] Choi MB, Kim TG, Kwon O. Recent trends in wasp nest removal and hymenoptera stings in South Korea[J]. J Med Entomol, 2019, 56(1):254-260.
- [3] Xie CH, Xu SB, Ding FF, et al. Clinical features of severe wasp sting patients with dominantly toxic reaction: analysis of 1091 cases[J]. PLoS One, 2013, 8(12):e83164.
- [4] Tang X, Lin L, Yang YY, et al. Development and validation of a model to predict acute kidney injury following wasp stings: a multicentre study[J]. Toxicon, 2022, 209:43-49.
- [5] Vikrant S, Parashar A. Acute kidney injury due to multiple hymenoptera stings-a clinicopathological study[J]. Clin Kidney J, 2017, 10(4):532-538.

- [6] Khwaja A. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury[J]. *Nephron Clin Pract*, 2012, 120(4):c179-c184.
- [7] 曾宪涛, 刘慧, 陈曦, 等. Meta分析系列之四: 观察性研究的质量评价工具[J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2012, 4(4):297-299.
- [8] Wang MH, Prince S, Tang Y, et al. Macroscopic hematuria in wasp sting patients: a retrospective study[J]. *Ren Fail*, 2021, 43(1):500-509.
- [9] Zhang X, Feng Y, Wang K, et al. The association between procalcitonin and acute kidney injury in patients stung by wasps[J]. *Front Physiol*, 2023, 14:1199063.
- [10] 冯云霞, 张学鹏, 陈硕, 等. 蜂蜇伤患者血清降钙素原水平及其预测急性肾损伤的价值[J]. *中国急救医学*, 2020, 40(7):610-613.
- [11] 刘亚君. 黔北地区某三甲医院胡蜂蜇伤流行病学特征及预后分析[D]. 遵义: 遵义医科大学, 2022.
- [12] 刘振忠, 徐伟. 胡蜂蜇伤致急性肾损伤的危险因素分析[J]. *浙江临床医学*, 2022, 24(12):1801-1803.
- [13] 姚蓉, 杜敏, 胡海, 等. 蜂蜇伤后急性肾损伤的临床特征及其危险因素分析[J]. *川北医学院学报*, 2015, 30(3):323-326.
- [14] 席秋萍, 陈宗英, 方文燕, 等. 蜂蜇伤中毒致急性肾损伤的相关危险因素调查[J]. *中华劳动卫生职业病杂志*, 2018, 36(2):106-109.
- [15] 张冬菊, 蒋红利, 魏丽敏, 等. 蜂蜇伤患者急性肾损伤的危险因素分析[J]. *中华肾脏病杂志*, 2022, 38(8):693-698.
- [16] 张琼, 王彩凤, 梁哲. 黄蜂蜇伤临床特点及急性肾损伤的危险因素分析[J]. *现代泌尿外科杂志*, 2019, 24(11):944-947.
- [17] 李琴, 林楠, 汤计瑞, 等. 蜂蜇伤致横纹肌溶解症的临床特征及急性肾损伤危险因素分析[J]. *浙江医学*, 2023, 45(4):367-371.
- [18] 李甫罡, 刘利, 张勇, 等. 蜂蜇伤后临床特点及发生急性肾损伤的危险因素分析[J]. *临床肾脏病杂志*, 2017, 17(11):663-666.
- [19] 杨美玲, 谢莉, 董传江, 等. 宜昌地区老年蜂蜇伤急性肾损伤患者临床特征及危险因素[J]. *中国老年学杂志*, 2020, 40(5):1024-1027.
- [20] 田飞, 张蓉, 刘静兰, 等. 胡蜂蜇伤致急性肾损伤的危险因素分析[J]. *巴楚医学*, 2021, 4(4):54-59.
- [21] 许治华, 陈硕, 冯云霞, 等. 降钙素原作为潜在生物指标预测蜂蜇伤患者发生急性肾损伤的价值[J]. *中华危重病急救医学*, 2022, 34(8):848-852.
- [22] 谷晓玲, 甘林望, 吴蔚桦, 等. 蜂蜇伤致急性肾损伤的危险因素分析[J]. *中华危重病急救医学*, 2015, 27(5):386-388.
- [23] 邓璐. 胡蜂蜇伤致急性肾损伤的危险因素及预后分析[D]. 恩施: 湖北民族大学, 2020.
- [24] Lee SH, Baek JH, Yoon KA. Differential properties of venom peptides and proteins in solitary vs. social hunting wasps[J]. *Toxins (Basel)*, 2016, 8(2):32.
- [25] Habermann E. Bee and wasp venoms[J]. *Science*, 1972, 177(4046):314-322.
- [26] Thakshila P, Hodgson WC, Isbister GK, et al. *In vitro* neutralization of the myotoxicity of Australian mulga snake (*Pseudechis australis*) and Sri Lankan russell's viper (*Daboia russelii*) venoms by Australian and Indian polyvalent antivenoms[J]. *Toxins (Basel)*, 2022, 14(5):302.
- [27] Lomonte B, Gutiérrez JM. Phospholipases a2 from viperidae snake venoms: how do they induce skeletal muscle damage?[J]. *Acta Chim Slov*, 2011, 58(4):647-659.
- [28] Gong JH, Yuan H, Gao Z, et al. Wasp venom and acute kidney injury: the mechanisms and therapeutic role of renal replacement therapy[J]. *Toxicon*, 2019, 163:1-7.
- [29] Yuan H, Gao Z, Chen G, et al. An integrative proteomics metabolomics based strategy reveals the mechanisms involved in wasp sting induced acute kidney injury[J]. *Toxicon*, 2022, 205:1-10.
- [30] Wang R, Gao D, Yu FL, et al. Phospholipase a2 inhibitor varespladib prevents wasp sting-induced nephrotoxicity in rats[J]. *Toxicon*, 2022, 215:69-76.
- [31] Chao YW, Yang AH, Ng YY, et al. Acute interstitial nephritis and pigmented tubulopathy in a patient after wasp stings[J]. *Am J Kidney Dis*, 2004, 43(2):e15-e19.
- [32] Xuan BHN, Mai HL, Thi TXN, et al. Swarming hornet attacks: shock and acute kidney injury--a large case series from Vietnam[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2010, 25(4):1146-1150.
- [33] Zhu DC, Li WY, Zhang JW, et al. Rhabdomyolysis-associated acute kidney injury: clinical characteristics and intensive care unit transfer analysis[J]. *Intern Med J*, 2022, 52(7):1251-1257.
- [34] Wu LJ, Hu Y, Zhang XZ, et al. Changing relative risk of clinical factors for hospital-acquired acute kidney injury across age groups: a retrospective cohort study[J]. *BMC Nephrol*, 2020, 21(1):321.
- [35] Blomberg LM, Blomberg MRA, Siegbahn PEM. A theoretical study of myoglobin working as a nitric oxide scavenger[J]. *J Biol Inorg Chem*, 2004, 9(8):923-935.
- [36] Heyman SN, Rosen S, Fuchs S, et al. Myoglobinuric acute renal failure in the rat: a role for medullary hypoperfusion, hypoxia, and tubular obstruction[J]. *J Am Soc Nephrol*, 1996, 7(7):1066-1074.
- [37] Li N, Qiao H, Guo JF, et al. Preoperative hypoalbuminemia was associated with acute kidney injury in high-risk patients following non-cardiac surgery: a retrospective cohort study[J]. *BMC Anesthesiol*, 2019, 19(1):171.
- [38] Banda J, Duarte R, Dickens C, et al. Risk factors and outcomes of contrast-induced nephropathy in hospitalised South Africans[J]. *S Afr Med J*, 2016, 106(7):699-703.
- [39] Oh JH, Lim JH, Cho AY, et al. Clinical significance of hypoalbuminemia in patients with scrub typhus complicated by acute kidney injury[J]. *PLoS One*, 2021, 16(2):e0247584.
- [40] Wiedemann CJ, Wiedemann W, Joannidis M. Causal relationship between hypoalbuminemia and acute kidney injury[J]. *World J Nephrol*, 2017, 6(4):176-187.
- [41] de Oliveira NA, Cardoso SC, Barbosa DA, et al. Acute kidney injury caused by venomous animals: inflammatory mechanisms[J]. *J Venom Anim Toxins Incl Trop Dis*, 2021, 27:20200189.
- [42] Akcay A, Nguyen Q, Edelstein CL. Mediators of inflammation in acute kidney injury[J]. *Mediators Inflamm*, 2009, 2009:137072.

(收稿日期:2023-12-11 修回日期:2024-01-20)