动物致伤患者伤口感染危险因素分析及预测模型的建立*

孙春红[1]　李勇[1]　闫柏刚[1]

［摘要］ **目的**：分析动物致伤患者伤口感染的危险因素，并构建预测模型。**方法**：回顾性收集 2020 年 10 月—2022 年 12 月收治的 649 例动物致伤患者临床资料，根据患者是否发生创面感染分为感染组和未感染组，分析动物致伤患者伤口感染的影响因素，并构建回归方程，采用受试者工作特征曲线（ROC）分析回归方程的预测价值。**结果**：年龄≥51.5 岁、受伤至清创时间≥6.5 h、受伤部位为手足、糖尿病是动物致伤患者伤口感染的独立危险因素，根据多因素分析结果构建回归方程及预测概率绘制 ROC 曲线，当 Logit(P)＞0.2043 时，AUC 为 0.930(95%*CI*：0.897～0.964)，约登指数为 0.759，灵敏度为 86.0%，特异度为 89.9%。**结论**：动物致伤患者伤口感染的独立危险因素包括年龄≥51.5 岁、受伤至清创时间≥6.5 h、受伤部位为手足、糖尿病，相关回归方程对动物致伤患者伤口感染的预测价值较好，为动物致伤患者伤口感染高危因素进行个体化评估治疗提供了依据。

［关键词］ 动物致伤；伤口感染；危险因素；预测模型
DOI：10.13201/j.issn.1009-5918.2024.08.005
［中图分类号］ R646　　［文献标志码］ A

Analysis of risk factors for wound infection in animal injury patients and establishment of predictive models

SUN Chunhong　LI Yong　YAN Baigang
(Department of Emergency and Critical Care Medicine Center, the Third Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing, 401120, China)
Corresponding author: YAN Baigang, E-mail: 798239967@qq.com

Abstract　**Objective**: To analyze the risk factors of wound infection in patients with animal injuries and to establish a predictive model. **Methods**: The clinical data of 649 patients with animal-injury from October 2020 to December 2022 were retrospectively collected. The patients were divided into infection group(n=86) and non-infection group(n=563) based on whether they experienced wound infection. The influencing factors of wound infection in patients with animal injury were analyzed, and the regression equation was constructed. The predictive value of the regression equation was analyzed by receiver operating characteristic(ROC) curve. **Results**: Age≥ 51.5 years old, time from injury to debridement ≥6.5 hours, hand and foot injuries, and diabetes were independent risk factors for wound infection in patients with animal injuries. Regression equations were constructed based on the results of multivariate analysis and ROC curves were drawn with prediction probability. When Logit(P)＞0.2043, AUC was 0.930(95%*CI*: 0.897－0.964), Youden index was 0.759, sensitivity was 86.0%, and specificity was 89.9%. **Conclusion**: The independent risk factors of wound infection in animal injured patients include age ≥ 51.5 years old, time from injury to debridement ≥ 6.5 hours, injured parts are hands and feet, and diabetes. The correlation regression equation has a good predictive value for wound infection in animal injured patients, providing a basis for individualized evaluation and treatment of high-risk factors of wound infection in animal injured patients.

Key words　animal injury; wound infection; risk factors; predictive models

动物致伤是一个严重威胁人类健康的全球性健康问题，数据显示，动物致伤约占急诊科创伤性患者救治的 5%[1-2]。动物致伤除了原本对于机体组织的直接损伤外，病原菌的感染及传播对人类的生命健康也造成了严重的伤害。动物致伤伤口感染不但增加了临床治疗的难度，而且还严重影响患者的康复，对患者的正常生活和工作带来很大的负面影响[3-4]。因此，早期评估影响动物致伤伤口感

*基金项目：重庆市科技局技术创新与应用发展项目(No:cstc2020jscx-msxmX0160)
[1]重庆医科大学附属第三医院急诊与重症医学中心(重庆，401120)
通信作者：闫柏刚，E-mail：798239967@qq.com

引用本文：孙春红，李勇，闫柏刚. 动物致伤患者伤口感染危险因素分析及预测模型的建立[J]. 临床急诊杂志，2024，25(8)：424-427. DOI：10.13201/j.issn.1009-5918.2024.08.005.

染的因素，及时作出临床预防、提高预后有重要意义[5]。本研究回顾性分析动物患者发生伤口感染的危险因素，建立预测模型，并采用 ROC 曲线分析其预测价值，以期降低动物致伤伤口感染率。

1　资料与方法

1.1　一般资料

收集 2020 年 10 月—2022 年 12 月重庆医科大学附属第三医院急诊与重症医学中心、犬伤门诊诊治患者 649 例动物致伤患者作为研究对象。

纳入标准：性别、年龄不限；伤口为皮肤黏膜屏障完全破坏，深度至少到达皮下脂肪层。排除标准：自身免疫性疾病、严重免疫缺陷、使用免疫制剂、严重多器官功能不全、认知功能障碍或精神异常、院前具有急慢性感染性疾病。

1.2　方法

收集患者的年龄、性别、致伤动物类别、受伤到清创时间、伤口类型（穿刺伤或撕裂伤）、受伤部位（手足、肢体、躯干、头面）、是否扩创引流、糖尿病、是否使用抗生素、感染情况。按是否发生伤口感染对 649 例动物致伤患者进行分组，未感染组 563 例，感染组 86 例。

1.3　观察指标及评价标准

感染标准：①须具备以下 3 项主要标准之一：发热（体温超过 38℃，且排除其他原因引起者）、脓肿和淋巴管炎；或同时具备以下 5 项次要标准之 4：创缘周围≥2 cm 的组织发红、肿胀、压痛、有脓性分泌物和血白细胞≥12×10^9/L；②感染主要临床表现及并发症：主要为发热、触痛、水肿、局部皮肤发红；并发症主要是脓肿、腱鞘炎、淋巴管炎、关节炎和败血症。

1.4　统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计学软件进行数据分析，正态分布计量资料采用 $\bar{X}\pm S$ 进行统计学描述，组间比较采用独立样本 t 检验；计数资料采用率进行统计学描述，以例（%）表示，组间比较采用 χ^2 检验；动物致伤患者创面感染的影响因素采用多因素 logistic 回归分析，根据筛选的影响因素结果构建风险预测模型，绘制受试者工作特征（receiver operating characteristic，ROC）曲线。对动物致伤患者创面感染的预测价值，曲线下面积（area under the curve，AUC）评估预测效能。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结果

2.1　动物致伤患者伤口感染的单因素分析

649 例动物致伤患者建模，按是否发生伤口感染进行分组，未感染组 563 例，感染组 86 例，两组进行单因素分析，年龄、受伤部位不同、受伤至清创时间、糖尿病是动物致伤患者伤口感染相关因素（$P<0.05$）；而性别、致伤动物类别、伤口类型、是否扩创引流、是否使用抗生素差异无统计学意义（$P>0.05$）。见表 1。

表 1　动物致伤患者伤口感染的单因素分析

因素	未感染组（563 例）	感染组（86 例）	统计量	P
年龄/岁	27.95±15.47	49.65±20.52	−9.407	<0.001
性别/例			0.047	0.829
男	281	44		
女	282	42		
致伤动物类别/例			9.732	0.204
狗	305	43		
猫	205	31		
鼠	37	7		
蛇	5	2		
蜂	8	1		
蚁	2	1		
猪	1	1		
其他	1	0		
受伤到清创时间/h	5.20±4.07	12.17±8.02	−7.911	<0.001
伤口类型/例			1.089	0.297
穿刺伤	159	29		
撕裂伤	404	57		
受伤部位/例			45.435	<0.001
手足	188	61		
肢体	189	13		
躯干	118	10		
头面	68	2		
是否扩创引流/例			0.174	0.677
是	82	14		
否	481	72		
糖尿病/例			140.880	<0.001
是	23	38		
否	540	48		
抗生素使用/例			2.178	0.140
是	25	7		
否	538	79		
是否豢养/例			0.213	0.644
是	457	68		
否	106	18		

2.2　动物致伤患者伤口感染的多因素分析 logistic 回归分析

分别以动物致伤患者伤口感染单因素分析有统计学意义的危险因素绘制的 ROC 曲线。据年龄因素建立 ROC 曲线，AUC 为 0.781（95% CI：0.719～0.842），约登指数为 0.54，灵敏度为 61.6%，特异度为 92.4%，截断值为 51.5 岁；据受伤至清创时间因素建立 ROC 曲线，AUC 为 0.87（95% CI：0.830～0.910），约登指数为 0.627，灵敏度为 91.9%，特异度为 70.8%，截断值为 6.5 h。据上述年龄及受伤到清创时间的截断值，将以上两

个连续变量转变为二分类变量(年龄≥51.5 岁=1,年龄<51.5 岁=0;受伤到清创时间≥6.5 h=1,受伤到清创时间<6.5 h=0)后与受伤部位及是否糖尿病作为自变量,将动物致伤伤口是否感染作为因变量进行多因素 logistic 回归分析,结果显示年龄、受伤部位不同、受伤到清创时间、糖尿病均是其伤口感染的独立危险因素($P<0.05$)。见表 2、图 1。

表 2 动物致伤患者伤口感染的多因素分析 logistic 回归分析

因素	β	SE	Wald χ^2	P	统计量	95%CI
年龄(是否≥51.5 岁)	2.365	0.495	22.853	<0.001	10.648	4.037~28.082
受伤到清创时间(是否≥6.5h)	3.851	0.516	55.745	<0.001	47.051	17.120~129.311
受伤部位			14.908	0.002		
肢体	−1.280	0.427	8.978	0.003	0.278	0.120~0.642
躯干	−1.188	0.469	6.425	0.011	0.305	0.122~0.764
头面	−1.935	0.884	4.786	0.029	0.144	0.026~0.818
是否糖尿病	1.547	0.591	6.859	0.009	4.696	1.476~14.945

注:表中“受伤部位”的多因素分析中设置哑变量进行分析,以受伤部位为“手足”作为参照,分析受伤部位为“肢体、躯干、头面”相对于受伤部位为“手足”的感染风险程度。

2.3 动物致伤患者伤口感染预测模型的构建及其预测价值

多因素 logistic 回归分析回归方程模型 Logit(P)=−4.741+2.365× 年龄(是否≥51.5 岁)+1.547× 是否糖尿病+受伤部位为手足+(−1.280× 受伤部位为肢体)+(−1.188× 受伤部位为躯干)+(−1.935× 受伤部为头面)+3.851× 受伤至清创时间(是否≥6.5 h),该模型的预测概率为 93.4%。各独立因素生成的预测概率 ROC 曲线,当 Logit(P)>0.2043 时,AUC 为 0.930(95%CI:0.897~0.964),约登指数为 0.759,灵敏度为 86.0%,特异度为 89.9%。见图 1。

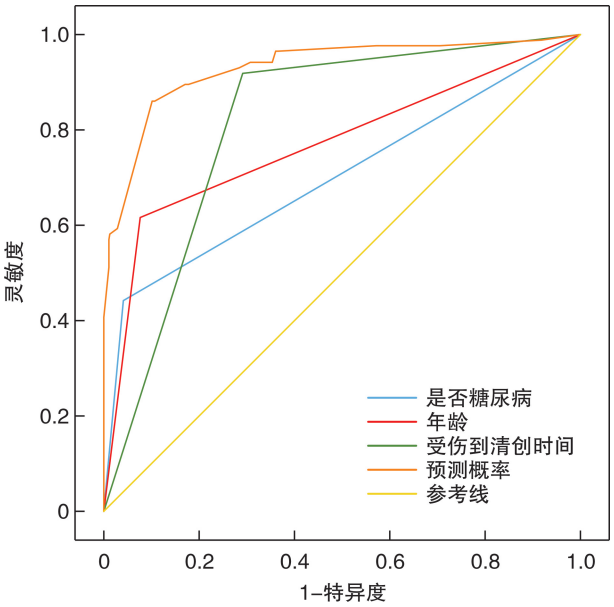

图 1 动物致伤伤口感染独立危险因素及预测概率 ROC 曲线

3 讨论

动物致伤伤口是一种特殊的创伤,具有致伤致病特点千差万别、伤口感染率高及感染速度较快的特点[6-7]。如何有效地预防和控制动物致伤伤口的感染,如何在短时间内做出正确处理给医务工作者带来了严峻的挑战。因此,早期发现和预测动物致伤伤口感染风险对于伤口感染的防治尤为重要。

本研究根据我院诊治的动物致伤患者的数据资料,结合临床常见的伤口感染危险因素,对动物致伤患者伤口感染的因素进行分析。结果显示:年龄、受伤到清创时间、受伤部位、是否为糖尿病是动物致伤患者伤口感染的独立危险因素。独立危险因素中年龄的 ROC 曲线分析及截断值结果显示,当动物致伤患者年龄≥51.5 岁时,其伤口感染的风险较年龄更小的患者更高,这可能与机体在步入老年化后,随着年龄的增长,机体器官功能逐渐减退,抵抗病原菌能力逐渐下降有关[8-9]。此外,随着年龄的增加,体内白细胞磷酸果糖活性降低,白细胞的杀菌活性受到抑制[10]亦是年龄较大受伤患者更容易感染的重要原因。

动物致伤伤口几乎均属于污染伤口,病原菌复杂且种类繁多,常为需氧菌、厌氧菌及其他多种不典型致病菌的混合感染[11-12]。受伤后到给予清创之间的时间越长,暴露于病原菌环境下的时间就越长,病原菌定植及繁殖的风险越高。我们分析受伤后到清创的时间数据得出,当动物致伤患者在受伤后≥6.5 h 对伤口进行处理,其伤口感染风险明显增大,这与我们普遍认识的伤口应在受伤后 6 h 左右进行创面处理的基本原则相符。

我们在对动物致伤患者受伤部位的分析中发现,动物致伤患者伤口位于手足部位的感染风险显著高于肢体、躯干及头面部,动物致伤致肢体、躯干及头面部伤口的感染风险分别只有手足伤口感染风险的 27.8%、30.5%及 14.4%。手足部伤口感染率更高[13-15],可能与其解剖学结构有关。手足位

于肢体末段，供血较其他部位较少，且手足部关节较多、皮下组织较少，动物咬伤后易导致肌腱、关节开放性损伤，甚至伴骨骼损伤，而肌腱、关节、骨骼是机体抗感染能力较差的组织，因此受伤后感染率高。

我们还发现，动物致伤合并糖尿病的患者，其伤口感染的风险是非糖尿病患者的 4.5 倍。究其原因，糖尿病患者体内含有较高糖分，是细菌生长、繁殖培养基，并因高糖状态导致的血浆渗透压增高，降低中性粒细胞趋化与杀菌能力，增加了伤口感染概率。此外，糖尿病患者机体长期高血糖状态下，更容易发生高血压、动脉粥样硬化、血管内皮损伤、脂质代谢异常等一系列并发症[16-21]，导致血管病变和血栓形成，从而导致机体组织缺血、缺氧，对机体组织的更新及免疫细胞的迁移造成严重障碍，进一步为细菌的繁殖生长提供了绝佳的环境，增加伤口感染发生率[22-23]。

综上所述，动物致伤患者的年龄、受伤到清创时间、受伤部位、是否为糖尿病是其伤口感染的独立危险因素，临床工作中，我们应加强动物致伤伤口的早期及时清创处理，对于老年、糖尿病患者及伤口位于手足部位的患者做好感染风险的评估，做好预防伤口感染工作。然而本研究为单中心、回顾性研究，动物种类主要集中于犬、猫两大类动物，其余动物致伤伤口的样本量匮乏，且前期数据资料收集的类型及要素相对不完善，未来需要收集更完善的临床因素资料、增大样本量进一步分析影响动物致伤伤口感染的因素，并采用前瞻性研究予以进一步验证模型的预测效能。

利益冲突　所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] Bula-Rudas FJ，Olcott JL. Human and animal bites[J]. Pediatr Rev，2018，39(10)：490-500.

[2] Ortiz DD，Lezcano FO. Dog and cat bites：rapid evidence review[J]. Am Fam Physician，2023，108(5)：501-505.

[3] Murphy J，Qaisi M. Management of human and animal bites[J]. Oral Maxillofac Surg Clin North Am，2021，33(3)：373-380.

[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] 中国医学救援协会动物伤害救治分会专家组. 动物致伤专家共识[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志，2018，13(11)：1056-1061.

[6] Greene SE，Fritz SA. Infections complications of bite injuries[J]. Infect Dis Clin North Am，2021，35(1)：219-236.

[7] 林煜芬，郑凤娥，刘有限，等. 刺血疗法结合三黄散治疗犬咬伤暴露后感染伤口 132 例[J]. 中医药临床杂志，2023，35(6)：1193-1197.

[8] Zuo XL，Wen Y. Risk factors and care of early surgical site infection after primary posterior lumbar interbody fusion[J]. Front Nurs，2023，10(2)：203-211.

[9] Ballenger BK，Hunter GR，Fisher G. Vascular hemodynamics and blood pressure differences between young and older women[J]. Clin Hypertens，2021，27(1)：25.

[10] 魏雪盈，杨黛稚，骆斯慧，等. 起病年龄对成年 1 型糖尿病患者代谢控制的影响[J]. 中华糖尿病杂志，2020，12(6)：393-397.

[11] Talan DA，Citron DM，Abrahamian FM，et al. Bacteriologic analysis of infected dog and cat bites. Emergency Medicine Animal Bite Infection Study Group[J]. N Engl J Med，1999，340(2)：85-92.

[12] Smith SN，Colston TJ，Siler CD. Venomous snakes reveal ecological and phylogenetic factors influencing variation in gut and oral microbiomes[J]. Front Microbiol，2021，12：657754.

[13] 易可，黄敏丹. 手足外科伤口感染创面细菌分布及敏感性分析[J]. 临床合理用药杂志，2021，14(36)：173-175.

[14] Guo FX，Wu CY. Study on the prevention and nursing intervention of infection after flap transfer for hand trauma[J]. Medicine (Baltimore)，2023，102(34)：e34756.

[15] Lipatov KV，Asatryan A，Melkonyan G，et al. Septic arthritis of the hand：From etiopathogenesis to surgical treatment[J]. World J Orthop，2022，13(11)：993-1005.

[16] Nagib AM，Elsayed Matter Y，Gheith OA，et al. Diabetic nephropathy following posttransplant diabetes mellitus[J]. Exp Clin Transplant，2019，17(2)：138-146.

[17] Knapp M，Tu X，Wu RX. Vascular endothelial dysfunction，a major mediator in diabetic cardiomyopathy[J]. Acta Pharmacol Sin，2019，40(1)：1-8.

[18] 王芳，刘琼，范久波，等. 不同病程的糖尿病患者合并肺部感染病原菌分布及耐药性比较[J]. 中国感染控制杂志，2019，18(10)：910-916.

[19] 李迎，陈旭东，张天琦，等. Nrf2 激动剂 EGCG 对糖尿病伤口愈合障碍的治疗作用研究[J]. 中国免疫学杂志，2020，36(8)：923-927.

[20] Wang J，Wu J，Li W，et al. Linking mitochondrial function to insulin resistance：focusing on comparing the old and the young[J]. Front Nutr，2022，9：892719.

[21] 呼彪彪，胡书群，许铁，等. 早期血糖不稳定指数对院外心脏骤停患者预后的评估价值[J]. 临床急诊杂志，2023，24(4)：201-206.

[22] Raja JM，Maturana MA，Kayali S，et al. Diabetic foot ulcer：a comprehensive review of pathophysiology and management modalities[J]. World J Clin Cases，2023，11(8)：1684-1693.

[23] Deng LL，Du CZ，Song PY，et al. The role of oxidative stress and antioxidants in diabetic wound healing[J]. Oxid Med Cell Longev，2021，2021：8852759.

（收稿日期：2024-04-01）