

综 述

影像学在烟雾吸入性肺损伤中的应用及研究进展*

谢树光 张 金 范 丽

萧 毅 刘士远*

海军军医大学第二附属医院放射诊断科
(上海 200003)

【摘要】烟雾吸入性肺损伤(smoke inhalation resulting in acute lung injury, SI-ALI)是烧伤患者的常见合并症,早期、精确地诊断与评估SI-ALI是改善患者预后的关键。影像学在SI-ALI的诊断与鉴别诊断、病情评估、预后预测等多个环节均能发挥重要作用,但目前仍存在缺乏诊断与分级共识,评估标准不够客观、对早期损伤灵敏度不足等问题亟待解决。本文就影像学在烟雾吸入性肺损伤中的应用及研究进展进行综述。

【关键词】烟雾吸入损伤;
急性肺损伤; X线; CT; MRI

【中图分类号】R322.3+5

【文献标识码】A

【基金项目】国家自然科学基金:

缺血性疾病组织微循环障碍的多模态影像学(81930049);

基于深度学习的小气道功能和阻力

可视化对COPD发生发展的

预测研究(82171926);

早期COPD肺局部微结构和生理改变

的超极化¹²⁹XeMR成像研究

(81871321);

科技部重点研发计划:

老年心肺功能减退及相关疾病多维

预警、综合诊疗与干预策略研究

(2022YFC2010000);

老年心肺功能减退及相关疾病预警、

分层、干预的临床影像技术集成与

多中心数据库构建

(2022YFC2010002);

新一代人体多核磁共振成像装备研发

(2022YFC2410000)

长征青年科普扶持计划:

“主动健康,肺同寻常”胸部重大

慢病的全流程心肺护 航科普系列工程

(CZQNK-P-TYX-LZ-2022-06)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.08.055

Advancements in the Application and Research of Medical Imaging in Smoke Inhalation Lung Injury*

XIE Shu-guang, ZHANG Jin, FAN Li, XIAO Yi, LIU Shi-yuan*.

Department of Radiology, The Second Affiliated Hospital of Naval Military Medical University, Shanghai 200003, China

ABSTRACT

Smoke inhalation resulting in acute lung injury (SI-ALI) is a common comorbidity in burn patients. Early and accurate diagnosis and evaluation of SI-ALI is crucial for improving the prognosis of patients. Imaging can play an important role in the diagnosis and differential diagnosis of SI-ALI, condition assessment, prognosis prediction, and other related areas. Nevertheless, there are still issues that require resolution, including a lack of consensus on diagnosis and grading, the absence of objective assessment criteria, and an insufficient sensitivity to early injury. This article reviews the Advancements in the application and research of medical imaging in smoke inhalation lung injury.

Keywords: Smoke Inhalation Injury; Acute Lung Injury; X-ray; CT; MRI

烟雾吸入性肺损伤(smoke inhalation resulting in acute lung injury, SI-ALI)是由于热力、有毒或刺激性烟雾气体吸入引起的呼吸道和肺实质的损伤,常见于火灾发生时,多作为烧伤患者的合并症存在。早在上世纪80年代就有流行病学调查研究^[1]显示,烧伤患者若合并SI-ALI会导致病死率升高20%;而近年来的一些研究也显示^[2-3], SI-ALI不仅与烧伤患者院内死亡率之间存在显著相关性,还影响着患者的住院时间。因此尽早对SI-ALI做出精确的诊断与评估,对于临床工作的开展具有重大的意义,而影像学检查在SI-ALI的诊断、病情评估、预后预测等多个临床诊疗环节均能发挥重要作用^[4]。笔者通过阅读已发表的国内外有关SI-ALI的文献,对目前影像学在烟雾吸入性肺损伤中的应用及研究进展展开综述。

1 影像学在SI-ALI诊断和鉴别诊断中的价值及研究进展

目前SI-ALI的临床诊断主要依据病史、临床表现、X线片或胸部CT(computed tomography)、纤维支气管镜检查以及血气分析等结果综合判定,然而烧伤病人病情比较危急,且SI-ALI的病史症状体征往往比较明确,因此国内2018版吸入性损伤临床诊疗指南^[4]指出,当临床病史、症状体征符合烟雾吸入性肺损伤时,即使无影像学资料、纤维支气管镜检查结果,均应临床诊断为吸入性损伤,并开始预防和治疗。纤维支气管镜检查(fiberoptic bronchoscopy, FOB)是临床最常用也被认为是最可靠的诊断方法,因为FOB不仅可以在镜下直观地观察大气道损伤,还可以去除支气管内假膜和其他碎片^[5],从而达到减轻气道梗阻的目的。然而FOB也有其局限性,一方面FOB只能检测大气道,不能检测到远处气道、呼吸细支气管和肺实质的损伤,另一方面也有研究指出^[6], FOB与普通烧伤患者以及重度烧伤患者的主要临床结果之间的存在相关性, FOB作为一种侵入性检查措施,可能存在一定的程序风险。

影像学检查多种多样,而胸部X线及CT检查是目前最常采用、最便捷的检查,它能清楚显示病灶的部位、形态、大小、密度及特征表现^[7-8]。SI-ALI的影像表现与烟雾接触时间、浓度、所采取的防护措施等多种因素相关,一般来说,轻度SI-ALI主要表现为正常或双肺野纹理增多、增粗、走行紊乱;而重度SI-ALI的影像表现以肺水肿、肺部感染、肺实变或肺不张为主^[8-9]。另外,由于X线是重叠影像且密度分辨率不如CT,因此往往仅用于患者的入院初筛或是病情严重无法配合检查的床边患者。

尽管目前有研究显示,与肺部MRI增强扫描相比,肺部CT灌注成像对重度烧伤吸入性损伤患者的诊断更加准确^[10],但MRI的优势在于它不仅能够显示肺部的解剖结构,还能够对肺部进行功能成像。如今已经有许多研究^[12-14]证明了MRI在肺功能成像方面的价值,不过在SI-ALI方面,无论是临床还是基础研究方面,都尚未发现相关应用,将来需要进一步研究探索。

早在2002年就有学者使用PET来研究SI-ALI羊羔肺内通气、灌注、分流的变化情况^[15]。而Musch等人^[16]使用五只绵羊构建SI-ALI模型,并进行¹⁸F-fluorodeoxy glucose(¹⁸F-FDG)PET扫描,结果显示吸入烟雾后早期就发生了肺¹⁸F-FDG摄取增加和呼

【第一作者】谢树光,男,硕士,主要研究方向:胸部影像诊断。E-mail: 1433215428@qq.com

【通讯作者】刘士远,男,主任医师,主要研究方向:胸部影像诊断。E-mail: cjr.liushiyan@vip.163.com

吸-灌注不匹配,表明吸入烟雾后早期就发生肺部炎症和相关的肺功能障碍,这提示我们PET对于SI-ALI早期诊断价值。然而,可能是出于成本考虑,目前尚未发现PET在SI-ALI的相关临床应用与研究。

总的来说,在SI-ALI的临床诊断中,影像学检查目前主要作为FOB的重要辅助措施,而X线与CT是其中最常用的影像学检查。相比于FOB,影像学检查不仅是无创的,而且能够从结构与功能、通气与灌注等多个角度对SI-ALI进行诊断。但仍需注意的是,一些先前存在的疾病(例如感染)、皮肤烧伤等会使得SI-ALI的诊断变得复杂^[17],因为先前存在的肺部感染可能会被误诊为烟雾吸入性损伤,或者反过来掩盖吸入性损伤的症状。而且由于皮肤烧伤烫伤会导致大规模的全身炎症反应,因此,烫伤但未接触烟雾的患者也可能会发生急性肺损伤^[18]。这些问题都对SI-ALI的准确诊断与鉴别诊断提出了更高的要求,亟待学者们在未来提出更加精确的诊断标准。

2 影像学对SI-ALI病情评估的价值

国内临床上最常用的SI-ALI分级采用的是三度分类法,主要依据的是损伤部位:(1)轻度吸入性损伤,指声门以上,包括鼻、咽和声门的损伤;(2)中度吸入性损伤,指气管隆上,包括咽喉和气管的损伤;(3)重度吸入性损伤,指支气管以下部位,包括支气管及肺实质的损伤。这种评估方式的优点是在临床实际工作中简

单易行,缺点则是在这种评估方法下,存在损伤部位重叠,不能清楚准确判断损伤程度,其临床实际价值有待商榷。

FOB也可以对SI-ALI进行评估分级,基于FOB检查结果的简化损伤评分(abbreviated injury score, AIS,表1)^[19]是根据镜下表现对SI-ALI进行分级评分,目前在各种文献当中,AIS已被广泛用作主要的支气管镜吸入性损伤严重程度评分。然而这种分级评分是偏主观的,并且在很大程度上依赖于临床医生的经验和专业知识,因此Yifan Li等人^[20]通过在支气管镜检查图像中使用深度学习算法,根据支气管镜检查图像中的炭末沉积、起泡和纤维蛋白管型来确定损伤等级,结果显示,他们的方法总体准确率可达到86.11%。不过,有研究显示,AIS严重程度与死亡率之间的关系并不一致^[21],而且正如前文所述,支气管镜检查无法识别较窄的远端气道变化,因此无法准确反映SI-ALI的总体损伤程度。FOB也能够与影像学进行结合从而更加精确地评估SI-ALI, Choi等人^[22]开发并测试了一种基于纤维支气管镜的光学相干断层扫描(OCT)测量气道粘膜厚度(MT)的床边技术,发现通过OCT测得的MT与PaO₂与FiO₂比值(PFR)、吸气峰值压(PIP)、总液体量和组织水分含量之间存在显着相关性。随后,他们进一步使用自动OCT分割评估SI-ALI的体内近端气道容积(PAV)^[23],结果显示PAV同样与多种肺功能参数显著相关。这些研究提示我们,在FOB检查的同时,或许可以与影像学技术结合,进行OCT以对患者病情实现更加精准地评估。

表1 基于FOB的吸入性损伤 AIS 分级系统

级别	定义	表现
0	无损伤	无炭末沉着、红斑、水肿、支气管黏液溢、气管阻塞
1	轻度损伤	小范围炭末沉着,斑片状红斑,无充血水肿、支气管黏液溢、气管阻塞
2	中度损伤	中度炭末沉着、红斑、充血水肿、支气管黏液溢、气管阻塞
3	严重损伤	严重的炎症反应,黏膜破溃,大范围炭末沉着、充血水肿、支气管黏液溢、气管阻塞
4	巨大损伤	黏膜脱落、坏死,支气管腔闭塞

注: FOB为纤维支气管镜检查, AIS为简化损伤评分。

表2 吸入性损伤的 RADS 评分(分)

发现	评分
正常	0
间质改变	1
磨砂玻璃样改变	2
不张	3

注: RADS为放射科医师评分。



图1 左肺下侧两部可见不张(consolidation)分别记3分,左肺上侧两部分可见磨砂玻璃样改变(ground glass)分别记2分,左肺RADS评分为10分;右肺下侧两部分可见不张分别记3分,右肺上侧两部分可见间质改变(interstitial markings)分别记1分,右肺RADS评分为8分;图片引用自参考文献^[24]。

在影像学方面,相比于AIS,影像学具有全面、无创等优势,而CT是最常用的评估手段。RADS (radiologist's score, 表2, 图1)是Park等人^[24]提出的一种影像学评分,他们在绵羊烟雾损伤模型上进行了验证,结果显示RADS对损伤情况的评估能力要优于根据通气不良、不通气和总体积计算的异常肺组织分数(FALT)和平均灰度密度(DENS)。Zhan等人^[25]通过控制蒸汽吸入时间建立了不同损伤程度的新西兰大白兔吸入性损伤模型,比较其不同时间点的RADS、病理学评分及肺湿干比(W/D比),发现在同一时间点,肺RADS与肺病理评分和W/D比均呈正相关,进一步证明了RADS评估SI-ALI的能力。不过同AIS一样,RADS也是一种主观的评分系统,受到临床医生的经验和专业知识的影响,且RADS的计算要求医生对每一个层面进行评分,这无疑是十分耗时的,限制了其在临床实际工作中的应用,因此RADS评分目前多应用于科学研究当中。

气道梗阻是SI-ALI多种病理机制的一种^[27],尽早尽快地识别与解除气道梗阻,对于SI-ALI的治疗具有重要意义,影像学检查在评估气道阻塞方面表现出了优异的性能。Kwon等人^[28]通过比较虚拟支气管镜技术(virtual bronchoscopy)与FOB在猪SI-ALI损伤模型上的评分,发现VB提供了与FOB相似的损伤严重程度评分,并且可靠地检测到气道狭窄。气道狭窄还可以通过CT后处理技术计算支气管壁厚度(bronchial wall thickness, BWT)、管腔面积百分比(luminal area %, LA%)、气道壁厚度与支气管总直径比(Airway wall thickness to total bronchial diameter ratio, T/D)等量化的CT参数进行评估。Yamamura等人^[29]的研究指出,与没有SI-ALI的对照患者相比,有SI-ALI的患者所测得上述各种CT参数显著增大,很好地反映了SI-ALI患者的气流受限情况。王欣等人^[30]的研究还显示,存活和死亡患者的特重度特重度烧伤伴吸入性损伤患者伤后BWT均明显增大,但存活患者的BWT恢复至正常水平较快。

除了上面一些常见的影像学方法外,还有研究^[31]指出,可以使用电阻抗断层扫描 (electrical impedance tomography EIT)对于绵羊SI-ALI模型的通气分布进行评估,从而对通气分布进行个体测量,这可能有助于改善通气管管理。

3 影像学在SI-ALI预后预测中的价值

各种检测手段所获取的参数不仅能够评估SI-ALI患者当前病情,还能够一定程度上预测患者的预后情况。Albright等人^[30]的研究表明,AIS评分的增加与呼吸机使用天数($P=0.036$)和ICU住院时间($P=0.04$)的延长有关。Mosier等人^[33]指出AIS分级与24小时内发生ARDS之间存在显著关联($P<0.01$)。然而,在AIS分级与临床结果之间的关系目前存在争议,与Endorf^[34]在2007年的研究相反,Albright、Mosier和Spano等人^[32-35]的研究发现,AIS等级的增加对死亡率没有显著影响。在影像学方面,John S等人^[26]发现单独使用支气管镜检查检测到吸入性损伤与复合终点(肺炎、ARDS、死亡)增加8.3倍相关,而支气管镜检查阳性且RADS >8 与复合终点增加12.7倍相关。除了偏主观的AIS和RADS外,一些客观量化的影像学指标也能够预测预后情况。Yamamura等人^[29,36]的研究发现机械通气天数与初始输注量、T/D比和LA%相关,T/D比值和LA%是SII严重程度的预测因子;而使用入院几小时内获得的胸部CT扫描测量的BWT还可以预测SI-ALI患者的呼吸机使用天数、ICU住院天数以及肺炎的发生情况。此外,王欣等人^[30]还通过比较特重度烧伤伴吸入性损伤存活组和死亡组患者的入院时BWT和入院时吸入性损伤评级,发现在预测死亡方面,入院时

BWT要优于入院时吸入性损伤评级。

4 SI-ALI影像学研究目前面临的挑战

(1)诊断与分级标准:SI-ALI受到多种因素的影响,因此目前临床上暂无一致的诊断与分级共识,更多的是结合病史、临床表现、胸部CT或X线片、FOB以及血气分析等结果综合判定^[6,37]。因此,应当开展大型前瞻性多中心随机对照试验来制定诊断和分级的通用指南。

(2)早期检出与诊断:SI-ALI尤其是中-重度SI-ALI易演变为ARDS,倘若未能早期识别并启动干预措施,后果可能是致命的^[38]。但CT与X线对于损伤早期或程度较轻的患者可能出现阴性的情况^[39],而肺部磁共振成像技术与PET是从功能角度进行评估,或许有助于SI-ALI的早期检出与诊断,应在这些方面进一步研究,以帮助开发更灵敏精准的诊断工具。

(3)临床实际应用:虽然,有各种主观的或客观的影像学参数能够对SI-ALI进行损伤评估与预后预测,但是,如何将其应用于临床、切实解决临床需求仍需要广大医务工作者的共同努力。

总而言之,影像学在SI-ALI诊疗中有着广泛的应用,包括诊断与鉴别诊断、病情评估、预后预测等多个方面,但目前仍存在缺乏诊断与分级共识,评估标准不够客观、对早期损伤灵敏度不足等问题亟待解决。需要影像学研究者们积极探索不同影像学技术在SI-ALI中的应用,密切合作,制定规范化的SI-ALI诊断与分级指南,指导SI-ALI治疗,改善患者预后。

参考文献

- [1] Shirani K Z, Pruitt B A, Mason A D. The influence of inhalation injury and pneumonia on burn mortality[J]. *Annals of Surgery*, 1987, 205 (1): 82-87.
- [2] Taylor S L, Sen S, Greenhalgh D G, et al. A competing risk analysis for hospital length of stay in patients with burns[J]. *JAMA Surgery*, 2015, 150 (5): 450-456.
- [3] Galeiras R, Seoane-Quiroga L, P é r t e g a - D í a z S. Prevalence and prognostic impact of inhalation injury among burn patients: a systematic review and meta-analysis[J]. *The Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 2020, 88 (2): 330-344.
- [4] 郭光华, 朱峰, 黄跃生, 等. 吸入性损伤临床诊疗全国专家共识 (2018版) [J]. *感染、炎症、修复*, 2018, 19 (4): 204-209.
- [5] Ogura H, Sumi Y, Matsushima A, et al. [Smoke inhalation injury: Diagnosis and respiratory management] [J]. *Nihon Geka Gakkai Zasshi*, 2005, 106 (12): 740-744.
- [6] Ziegler B, Hundeshagen G, Uhlmann L, et al. Impact of diagnostic bronchoscopy in burned adults with suspected inhalation injury. [J]. *Burns*, 2019, 45 (6): 1275-1282.
- [7] 郭子祺, 田苗, 康丽敏. 低剂量呼气相胸部CT参数与慢性支气管炎肺功能的关系分析 [J]. *罕少疾病杂志*, 2024, 31 (7): 43-45.
- [8] 马秋月, 王海波, 王潇偲. 螺旋CT扫描技术在肺磨玻璃结节良、恶性定性鉴别诊断中的应用 [J]. *罕少疾病杂志*, 2024, 31 (9): 45-46.
- [9] 杨明贵, 王东, 赵俊祥. 不同类型烧伤患者胸部影像学特点及临床意义 [J]. *中国烧伤创疡杂志*, 2019, 31 (2): 120-122.
- [10] 王欣, 贾例聪, 冯世海, 等. 吸入性损伤影像表现研究进展 [J]. *继续医学教育*, 2018, 32 (2): 144-145.
- [11] 丁丹丹, 段前深, 张治礼. 肺部CT灌注成像与MRI增强扫描在重度烧伤吸入性损伤中的诊断价值比较 [J]. *中国烧伤创疡杂志*, 2020, 32 (2): 105-107.
- [12] Kooner H K, McIntosh M J, Desai Goudar V, et al. Pulmonary functional MRI: Detecting the structure-function pathologies that drive asthma symptoms and quality of life [J]. *Respirology*, 2022, 27 (2): 114-133.
- [13] Zhang M, Li H, Li H, et al. Quantitative evaluation of lung injury caused by PM_{2.5} using hyperpolarized gas magnetic resonance [J]. *Magnetic Resonance in Medicine*, 2020, 84 (2): 569-578.

- [14] Santyr G, Kanhere N, Morgado F, et al. Hyperpolarized gas magnetic resonance imaging of pediatric cystic fibrosis lung disease[J]. Academic radiology, 2019, 26 (3): 344-354.
- [15] Willey-Courand D B, Harris R S, Galletti G G, et al. Alterations in regional ventilation, perfusion, and shunt after smoke inhalation measured by PET[J]. Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985), 2002, 93 (3): 1115-1122.
- [16] Musch G, Winkler T, Harris R S, et al. Lung [(18)F]fluorodeoxyglucose uptake and ventilation-perfusion mismatch in the early stage of experimental acute smoke inhalation[J]. Anesthesiology, 2014, 120 (3): 683-693.
- [17] Enkhbaatar P, Pruitt B A, Suman O, et al. Pathophysiology, research challenges, and clinical management of smoke inhalation injury[J]. Lancet (London, England), 2016, 388 (10052): 1437-1446.
- [18] Zak A L, Harrington D T, Barillo D J, et al. Acute respiratory failure that complicates the resuscitation of pediatric patients with scald injuries[J]. The Journal of Burn Care & Rehabilitation, 1999, 20 (5): 391-399.
- [19] Patel P H. Calculated decisions: abbreviated injury score (AIS) for inhalation injury[J]. Emergency Medicine Practice, 2018, 20 (3 Suppl): S1-S2.
- [20] Li Y, Pang A W, Zeitouni J, et al. Inhalation injury grading using transfer learning based on bronchoscopy images and mechanical ventilation period[J]. Sensors (Basel, Switzerland), 2022, 22 (23): 9430.
- [21] Sheridan R L. Fire-related inhalation injury[J]. The New England Journal of Medicine, 2016, 375 (19): 1905.
- [22] Choi J H, Chou L D, Roberts T R, et al. Point-of-care endoscopic optical coherence tomography detects changes in mucosal thickness in ARDS due to smoke inhalation and burns[J]. Burns, 2019, 45 (3): 589-597.
- [23] Miao Y, Choi J H, Chou L D, et al. Automatic proximal airway volume segmentation using optical coherence tomography for assessment of inhalation injury. [J]. The Journal of Trauma And Acute Care Surgery, 2019, 87 (1S Suppl 1): S132-S137.
- [24] Park M S, Cancio L C, Batchinsky A I, et al. Assessment of severity of ovine smoke inhalation injury by analysis of computed tomographic scans[J]. The Journal of Trauma, 2003, 55 (3): 417-427; discussion 427-429.
- [25] Zhan Q, Cui P, Pan Y, et al. Investigating the potential to assess severe lung inhalation injuries using computed tomography[J]. Burns, 2019, 45 (2): 310-316.
- [26] Oh J S, Chung K K, Allen A, et al. Admission chest CT complements fiberoptic bronchoscopy in prediction of adverse outcomes in thermally injured patients[J]. Journal of Burn Care & Research: Official Publication of the American Burn Association, 2012, 33 (4): 532-538.
- [27] Walker P F, Buehner M F, Wood L A, et al. Diagnosis and management of inhalation injury: an updated review[J]. Critical Care, 2015, 19 (1): 351.
- [28] Kwon H P, Zanders T B, Regn D D, et al. Comparison of virtual bronchoscopy to fiber-optic bronchoscopy for assessment of inhalation injury severity. [J]. Burns, 2014, 40 (7): 1308-1315.
- [29] Yamamura H, Morioka T, Hagawa N, et al. Computed tomographic assessment of airflow obstruction in smoke inhalation injury: Relationship with the development of pneumonia and injury severity. [J]. Burns, 2015, 41 (7): 1428-1434.
- [30] 王欣, 张雪宁, 吴梦琳, 等. 特重度烧伤伴吸入性损伤患者支气管壁厚度动态变化趋势及对预后的意义[J]. 中华烧伤杂志, 2018, 34 (4): 208-213.
- [31] Grant C A, Fraser J F, Dunster K R, et al. The assessment of regional lung mechanics with electrical impedance tomography: a pilot study during recruitment manoeuvres[J]. Intensive Care Medicine, 2009, 35 (1): 166-170.
- [32] Albright J M, Davis C S, Bird M D, et al. The acute pulmonary inflammatory response to the graded severity of smoke inhalation injury[J]. Critical Care Medicine, 2012, 40 (4): 1113-1121.
- [33] Mosier M J, Pham T N, Park D R, et al. Predictive value of bronchoscopy in assessing the severity of inhalation injury[J]. Journal of Burn Care & Research: Official Publication of the American Burn Association, 2012, 33 (1): 65-73.
- [34] Endorf F W, Gamelli R L. Inhalation injury, pulmonary perturbations, and fluid resuscitation[J]. Journal of Burn Care & Research: Official Publication of the American Burn Association, 2007, 28 (1): 80-83.
- [35] Spano S, Hanna S, Li Z, et al. Does bronchoscopic evaluation of inhalation injury severity predict outcome? [J]. Journal of Burn Care & Research : Official Publication of the American Burn Association, 2016, 37 (1): 1-11.
- [36] Yamamura H, Kaga S, Kaneda K, et al. Chest computed tomography performed on admission helps predict the severity of smoke-inhalation injury[J]. Critical care, 2013, 17 (3): R95.
- [37] Greenhalgh D G. Management of burns[J]. The New England Journal of Medicine, 2019, 380 (24): 2349-2359.
- [38] Badulak J H, Schurr M, Sauaia A, et al. Defining the criteria for intubation of the patient with thermal burns[J]. Burns: Journal of the International Society for Burn Injuries, 2018, 44 (3): 531-538.
- [39] 李文有. 发烟罐烟雾所致肺损伤影像学表现(附40例分析) [J]. 中国社区医师, 2015 (1): 118.

(收稿日期: 2024-06-05)
(校对编辑: 赵望淇、江丽华)