

重症气性坏疽患者的临床特点分析*

白颖¹ 孙旭² 刘颖³ 毛璐⁴ 张帆¹ 于森森¹ 周宁¹

[摘要] **目的:**收集气性坏疽病例的临床资料,总结临床特点及治疗经验,为临床诊治提供数据参考。**方法:**回顾 2013 年 1 月—2023 年 1 月北京积水潭医院重症医学科收治的诊断气性坏疽的患者,将患者分为感染性休克组及非感染性休克组,记录基本信息、入院实验室数据、病原学数据、临床预后和预测评分(LRINEC 评分、SIARI 评分和 NAS 评分)。**结果:**共纳入 14 例患者,死亡的 3 例(21.4%)患者早期均出现感染性休克。患者全部为男性;基础疾病包括高血压(3 例)、糖尿病(2 例)、冠心病(1 例)、肾功能不全(1 例)等;感染部位包括下肢 8 例(57.1%),会阴区及肛周 2 例(14.3%),手部 1 例(7.1%),骨盆区及骶尾部 1 例(7.1%),泌尿系 1 例(7.1%),腹部 1 例(7.1%)。12 例(85.7%)患者粗大杆菌涂片阳性;4 例(28.6%)患者的伤口分泌物培养出产气荚膜梭菌。感染性休克组早期 APTT、PT、INR 明显高于非感染性休克组($P < 0.05$)。ICU 住院时间($P = 0.176$)和总住院天数($P = 0.257$)在 2 组间差异无统计学意义。感染性休克组的住院费用为(16.0±10.0)万元,显著高于非感染性休克组的(7.2±3.9)万元($P = 0.048$)。**结论:**气性坏疽早期诊断十分重要,LRINEC 评分和粗大杆菌涂片是较为敏感的筛查手段,气性坏疽一旦进展为感染性休克,病死率及住院费用将明显增加。感染性休克组患者早期的凝血指标也明显较差。

[关键词] 气性坏疽;产气荚膜梭菌;坏死性筋膜炎实验室风险指标评分;坏死性筋膜炎;外毒素

DOI:10.13201/j.issn.1009-5918.2023.06.002

[中图分类号] R633.2 **[文献标志码]** A

Analysis of the clinical characteristics of patients with severe gas gangrene

BAI Ying¹ SUN Xu² LIU Ying³ MAO Lu⁴ ZHANG Fan¹
YU Miaomiao¹ ZHOU Ning¹

¹Department of Critical Care Medicine, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing, 100035, China;

²Department of Orthopaedic Trauma, Beijing Jishuitan Hospital; ³Department of Clinical Laboratory, Beijing Jishuitan Hospital; ⁴Department of Pharmacy, Beijing Jishuitan Hospital)

Corresponding author: ZHOU Ning, E-mail:zhouning1954@163.com

Abstract Objective: Collect clinical data of gas gangrene cases and summarize clinical characteristics and treatment experience to provide data reference for clinical diagnosis and treatment. **Methods:** The patients diagnosed as gas gangrene in the Department of Intensive Care Unit of Beijing Jishuitan Hospital from January 2013 to January 2023 were divided into septic shock group and non-septic shock group. The basic information, admission laboratory data, pathogenic data, clinical prognosis, and prediction score (LRINEC score, SIARI score, NAS score) were recorded. **Results:** A total of 14 patients were included. Three patients(21.4%) died of septic shock at the early stage. All patients were male. Basic diseases include hypertension(3 cases), diabetes(2 cases), coronary heart disease(1 case), renal insufficiency(1 case), etc. The infection sites included 8 cases(57.1%) of lower limbs, 2 cases(14.3%) of perineal region and perianal region, 1 case(7.1%) of hand, 1 case(7.1%) of pelvic region and sacrococcygeal region, 1 case(7.1%) of urinary system, and 1 case(7.1%) of abdomen. The early wound secretion smears from the 12(85.7%) patients with gas gangrene infection in the present study showed large gram-positive rods. Clostridium perfringens was cultured in the wound secretion of 4 patients(28.6%). The early APTT, PT and INR in septic shock group were significantly higher than those in non-septic shock group ($P < 0.05$). There was no significant difference between the two groups in the length of stay in ICU($P = 0.176$) and the total length of stay in hospital($P = 0.257$). The hospitalization cost of the septic shock group was(160 000 ± 100 000) Yuan, significantly higher than(72 000 ± 39 000) Yuan in the non-septic shock group($P = 0.048$). **Conclusion:** The early diagnosis of gas gangrene is very important. LRINEC score and the early wound secretion

*基金项目:北京市属医院科研培育计划(No:PX2022014)

¹北京积水潭医院重症医学科(北京,100035)

²北京积水潭医院创伤骨科

³北京积水潭医院检验科

⁴北京积水潭医院药剂科

通信作者:周宁, E-mail:zhouning1954@163.com

smears are relatively sensitive screening methods. Once gas gangrene develops into septic shock, the mortality and hospitalization costs will increase significantly and the early coagulation indexes of patients with septic shock will be significantly worse.

Key words gas gangrene; clostridium perfringens; laboratory risk indicator for necrotizing fasciitis score; necrotizing soft tissue infection; exotoxin

气性坏疽是一种危及生命的软组织感染,通常由厌氧的、有芽孢形成的梭菌亚种引起^[1]。该疾病常与创伤性损伤相关,可以自发发生,自发病例通常与腹部疾病及恶性肿瘤有关^[2]。约 70% 的气性坏疽病例发生于创伤之后,其他病因还包括肠道及胆道手术、肌内注射、胎盘滞留或宫内胎儿死亡等^[3]。气性坏疽患者如未接受积极治疗,病死率可以高达 100%,并于入院后 2~4 d 死亡^[4]。除手术外,与死亡相关的因素还包括高龄、躯干部位感染、基础疾病以及是否出现感染性休克等^[5]。

气性坏疽所导致的不良预后十分严重,临床医生需要深入了解该疾病。但由于其发病率低,目前国内外报道主要以个案分析为主,缺乏多例临床病例的总结分析^[1,5]。此外,该疾病部分病例属于轻型可不出现休克,而部分病例会迅速进展为休克并导致死亡,目前临床缺乏对于休克病例的总结以及与非休克病例的对照^[6]。本研究拟回顾北京积水潭医院近年来的气性坏疽病例,分析出现感染性休克重症病例的特点,为有效诊治气性坏疽提供关键的临床数据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

通过病历系统回顾 2013 年 1 月—2023 年 1 月北京积水潭医院收治的诊断气性坏疽的患者,本研究共评估了 16 例患者,1 例伴有严重肺部感染和 1 例因肠穿孔导致腹腔感染的患者被排除。纳入标准:①重症医学科(intensive care unit,ICU)收治的并诊断为气性坏疽的患者;②诊断依据综合术中所见、病原学检查结果、实验室检查结果。排除标准:①同时伴有其他严重感染;②信息缺失者。本研究经北京积水潭医院伦理委员会审批(No:202003-04)。

1.2 临床指标

1.2.1 患者基本信息 基本资料、临床表现、感染部位、入院至手术时间。

1.2.2 入院检验指标 血常规(血红蛋白、白细胞、血小板)、生化常规(血钾钠氯离子、血尿素氮、血肌酐、血糖)、凝血常规[活化部分凝血酶原时间(APTT)、凝血酶原时间(PT)、国际化标准比值(INR)]。

1.2.3 病原学数据 入院伤口分泌物培养、血液培养、伤口分泌物涂片。

1.2.4 手术及预后指标 手术次数、ICU 住院时间和总住院时间。

1.2.5 评分 坏死性筋膜炎实验室风险指标(laboratory risk indicator for necrotizing fasciitis, LRINEC)评分^[7]、SIARI 评分^[8]、坏死性软组织感染评估评分(NSTI assessment score,NAS)^[9]。

1.2.6 患者危重程度评分 APACHE II 评分、序贯器官衰竭估计(sequential organ failure assessment,SOFA)评分。

1.3 统计学方法

应用 SPSS 17.0 统计学软件进行统计学分析。符合正态分布的定量资料以 $\bar{X} \pm S$ 表示,不符合正态分布的定量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示。组间比较符合正态分布及方差齐者采用两独立样本 t 检验,不符合正态分布者采用非参数 Mann-Whitney U 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

本研究共纳入 14 例患者,死亡 3 例(21.4%)。中位年龄为 27 岁,患者全部为男性。其中 3 例有慢性基础疾病,包括高血压(3 例)、糖尿病(2 例)、冠心病(1 例)、肾功能不全(1 例)等。感染部位包括下肢 8 例(57.1%),会阴区及肛周 2 例(14.3%),手部 1 例(7.1%),骨盆区及骶尾部 1 例(7.1%),泌尿系 1 例(7.1%),腹部 1 例(7.1%)。

患者的病原学结果显示:12 例(85.7%)患者粗大杆菌涂片阳性,13 例(92.9%)创面培养有阳性结果,5 例(35.7%)血培养有阳性结果,4 例(28.6%)患者的伤口分泌物培养出产气荚膜梭菌。见表 1。

按照是否出现了感染性休克分为 2 组:感染性休克组 7 例(50%),无感染性休克组 7 例(50%)。感染性休克组死亡 3 例(42.9%),非感染性休克组无死亡。感染性休克组早期凝血指标如 APTT($P = 0.018$)、PT($P = 0.044$)、INR($P = 0.018$)明显高于非感染性休克组。其他实验室检查结果如血红蛋白、白细胞、血钠、血糖、肌酐、尿素氮等,2 组间均差异无统计学意义(均 $P > 0.05$),见表 2。

LRINEC 评分(表 3)、SIARI 评分和 NAS 评分预测气性坏疽的假阴性率分别为 14.3%(2/14)、50.0%(7/14)和 57.1%(8/14)。非感染性休克组的 ICU 住院时间为(4.9±2.2) d,休克组为(9.0±7.3) d,2 组间差异无统计学意义($P = 0.176$)。ICU 住院时间($P = 0.176$)和总住院天数($P = 0.257$)在 2 组间差异无统计学意义。感染性休克组的住院费用为(16.0±10.0)万元,显著高于非感染性休克组的(7.2±3.9)万元($P = 0.048$)。见表 4。

表 1 基本资料及临床预后

例序	性别	年龄/岁	主要创伤诊断	合并症	伤口粗 大杆菌 涂片 ^{a)}	培养结果(初始创面/血)	初始抗生素	预后
1	男	53	小腿开放性损伤,胫腓骨骨折	无	+	创面(产气荚膜梭菌)	哌拉西林他唑巴坦	治愈
2	男	27	小腿开放性损伤伴骨折,膝关节脱位	无	+	创面(大肠埃希菌)	哌拉西林他唑巴坦	治愈
3	男	17	小腿挤压伤,胫骨远端骨折,小腿开放性损伤	无	+	创面(产气荚膜梭菌+屎肠球菌)	头孢哌酮钠舒巴坦钠+甲硝唑	治愈
4	男	51	手开放性外伤累及肌腱,掌骨骨折	无	+	无	头孢哌酮钠舒巴坦钠	治愈
5	男	9	小腿开放性损伤伴骨折,胫骨远端骨折伴腓骨骨折	无	+	创面(大肠埃希菌+嗜水气单胞菌)	头孢哌酮钠舒巴坦钠+甲硝唑	治愈
6	男	19	左下肢截肢清创术后	无	-	创面(鲍曼不动杆菌,屎肠球菌),血培养(鲍曼不动杆菌)	头孢哌酮钠舒巴坦钠+万古霉素	治愈
7	男	76	肢体闭塞性动脉硬化症,右股腘动脉人工血管血栓形成	糖尿病,高血压,冠心病	+	创面(产气荚膜梭菌+溶血性葡萄球菌)	亚胺培南西司他丁钠	治愈
8	男	49	腘动脉损伤(双侧),骨盆骨折(开放性),皮肤剥脱伤(右股、骨盆区、骶尾部),热压伤(右股)	无	+	创面(大肠埃希菌、奇异变形菌),血培养(大肠埃希菌、奇异变形菌)	亚胺培南西司他丁钠+甲硝唑	治愈
9	男	12	小腿车祸伤,小腿多发血管、神经、肌腱损伤	无	+	创面(拜氏梭菌,摩氏摩根菌,大肠埃希菌)	哌拉西林他唑巴坦+甲硝唑	治愈
10	男	11	左股及臀部皮肤缺损,左下肢、臀部撕脱伤	无	+	创面(产气荚膜梭菌+粪肠球菌+阴沟肠杆菌)	美罗培南	治愈
11	男	62	肛周感染;盆间隙及后腹膜间隙感染	高血压、糖尿病、肾功能不全	+	创面(肺炎克雷伯菌),血培养(肺炎克雷伯菌)	亚胺培南西司他丁钠+甲硝唑	死亡
12	男	22	肌肉挫伤伴肌坏死(腹部,左下肢,左髋部);大面积皮肤及软组织剥脱	无	-	创面(粪肠球菌)	哌拉西林他唑巴坦+万古霉素	死亡
13	男	28	会阴部撕裂伤,会阴部伤口感染,骨盆髌臼骨折,股骨干骨折	无	+	创面(大肠埃希菌,粪肠球菌),血培养(大肠埃希菌)	头孢哌酮钠舒巴坦钠	死亡
14	男	35	尿道异物,泌尿系感染	高血压	+	创面(牛链球菌Ⅱ型),血培养(牛链球菌Ⅱ型)	左氧氟沙星+奥硝唑	治愈

注:例 1~例 7 为无感染性休克组,例 8~例 14 为感染性休克组;^{a)}粗大杆菌涂片为入院初始取样结果。

表 2 感染性休克组及非感染性休克组实验室检查结果比较

实验室指标	非感染性休克组(n=7)	感染性休克组(n=7)	总体(n=14)	$\bar{X} \pm S, M(Q_1, Q_3)$	P	Z/t
白细胞/($\times 10^9/L$)	16.6(13.7,17.9)	21.4(16.6,23.4)	16.9(14.6,21.0)	0.110	2.551	
血红蛋白/(g/L)	73.7 \pm 21.2	86.3 \pm 21.6	80.0 \pm 21.6	0.294	1.207	
血钠/(mmol/L)	134.7 \pm 5.5	138.4 \pm 7.0	136.4 \pm 6.2	0.306	1.150	
APTT/s	30.4 \pm 3.4	41.1 \pm 9.7	35.8 \pm 8.9	0.018	7.541	
PT/s	12.8 \pm 1.3	16.0 \pm 3.6	14.4 \pm 3.1	0.044	5.069	
INR	1.0 \pm 0.0	1.3 \pm 0.3	1.2 \pm 0.3	0.018	7.453	
血糖/(mmol/L)	5.8(5.7,6.8)	6.9(6.5,7.8)	6.5(5.7,7.2)	0.201	1.636	
尿素氮/(mmol/L)	5.0(3.4,9.2)	9.9(6.3,12.8)	7.8(4.0,10.9)	0.225	1.473	
血肌酐/(μ mol/L)	62.0(48.0,73.0)	101.0(74.5,130.5)	73.0(49.8,101.8)	0.141	2.164	

表 3 LRINEC 评分

变量(单位)	分值
C 反应蛋白/(mg/L)	
<150	0
≥150	4
白细胞/(×10 ⁹ /L)	
<15	0
15~25	1
>25	2
血红蛋白/(g/L)	
>13.5	0
11~13.5	1
<11	2
血钠/(mmol/L)	
≥135	0
<135	2
血肌酐/(μmol/L)	
≤141	0
>141	2
血糖/(mmol/L)	
≤10	0
>10	1

3 讨论

坏死性软组织感染是各种严重的软组织感染的统称,包括坏死性筋膜炎、气性坏疽、链球菌坏疽等。这些严重的软组织感染虽然具有相似的治疗策略,但是在临床特点及预后上仍有一定的区别^[3]。部分患者症状较轻,部分患者病情十分危重,常出现感染性休克、多器官功能障碍综合征或死亡。根据感染病原体的不同,坏死性软组织感染可以分为 3 型,Ⅰ型为混合微生物感染,Ⅱ型为单一微生物感染,Ⅲ型为产气荚膜梭菌和创伤弧菌感染^[3,6]。

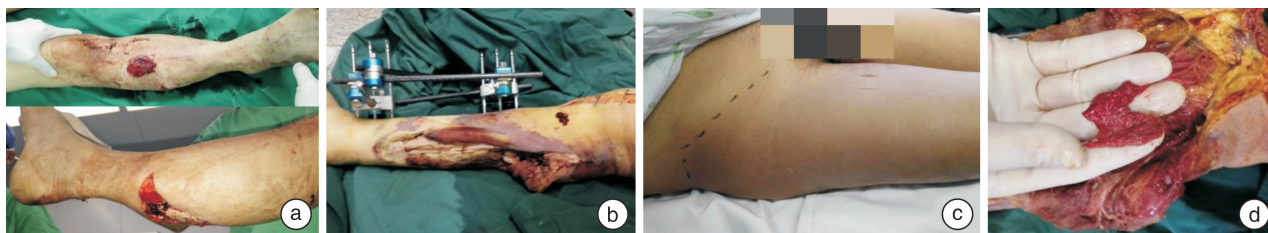
气性坏疽又称为梭菌性肌坏死,80%的气性坏疽是由产气荚膜梭菌引起的,其他病原体还包括败血症梭菌、诺氏梭菌、溶组织梭菌以及妇科多见的索氏梭菌^[10]。在各种坏死性软组织感染中,产气荚膜梭菌感染患者病情特别凶险,其在有氧环境下不能生存,但芽孢的抵抗力强,能在自然界中长期存活,经高压蒸汽灭菌或煮沸 1 h 方可被杀死^[11]。产气荚膜梭菌释放的外毒素可以迅速导致全身中毒及死亡,病死率高达 70%~100%^[12]。根据产气荚膜梭菌产生的外毒素(α、β、ε、ι)可以分为五型(A、B、C、D、E),其中 A 型引起人类的气性坏疽^[13]。

表 4 感染性休克组和非感染性休克组预测评分及预后比较

评分及预后	非感染性休克组	感染性休克组	t	P
LRINEC 评分/分	7.0±2.1	7.3±2.3	0.060	0.811
SIARI 评分/分	3.9±2.1	5.9±0.7	5.654	0.035
NAS 评分/分	4.7±3.4	5.4±2.9	0.183	0.676
ICU 住院天数/d	4.9±2.2	9.0±7.3	2.066	0.176
总住院天数/d	33.7±21.3	23.3±9.1	1.419	0.257
住院费用/万元	7.2±3.9	16.0±10.0	4.727	0.048

气性坏疽的潜伏期为 1~4 d^[14],临床上可以表现为病情急速恶化,伴有意识障碍,高热可达 40℃,可出现溶血性贫血、黄疸、血红蛋白尿等。局部患肢肿胀剧痛,伤口内大量浆液性或血性渗出,可以伴有或不伴有大量气体溢出,伤口内因组织分

解产生大量硫化氢而出现特殊恶臭(图 1)。伤口触及捻发感、革兰染色涂片提示阳性粗大杆菌、影像学显示深部大量气体均为早期判断的重要临床表现^[1]。



a: 右小腿开放骨折,急诊扩创;b:3 d 后患者伤口剧烈疼痛,体温 40℃,心率 120 次/min,间断意识障碍,伴溶血性黄疸,诊断为感染性休克,患肢伤口大量浆液性渗出,伴恶臭,周围皮肤呈紫红色;c:肢体厥冷,严重肿胀至股根部;d:行股骨开放截肢术,术中可见肌肉坏死,呈肉酱样、腐肉样及鱼肉样改变。

图 1 典型气性坏疽病例的临床表现

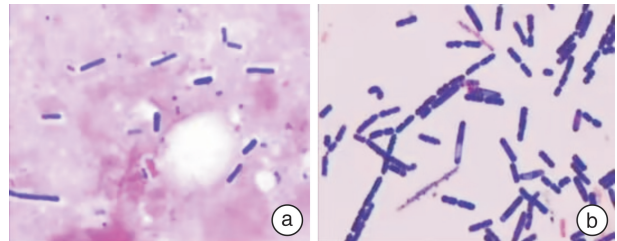
气性坏疽患者的预后与疾病早期是否出现感染性休克有密切关系。在本研究中,感染性休克组死亡3例(42.9%),无感染性休克组无死亡。出现感染性休克与产气荚膜梭菌分泌的 α -毒素有关。 α -毒素可以引起肌肉坏死和溶血并进一步导致的血管通透性增加(毛细血管渗漏)以及心肌抑制,最终表现为患者出现感染性休克^[15-16]。对于出现感染性休克的患者,除了早期手术清创外,在ICU针对脓毒症的治疗非常重要,应按照指南在1h内实施脓毒症集束化治疗以降低脓毒症的病死率^[3]。针对产气荚膜梭菌,青霉素仍是首选的,其余可以选择甲硝唑、克林霉素及碳青霉烯类药物^[17]。在临床实践中,气性坏疽常伴有多种其他细菌的混合感染,对于不能早期鉴别的重症气性坏疽患者,抗生素的选择上可以根据美国传染病学会针对坏死性软组织感染推荐的方案,使用万古霉素或利奈唑胺联合碳青霉烯或哌拉西林他唑巴坦进行治疗^[18]。

在各种类型的坏死性软组织感染中,如何早期识别和诊断都是极为重要的研究内容^[3],重症气性坏疽患者后期病死率极高,早期识别更为重要。既往提出了一些评分系统帮助早期诊断,应用较为广泛的是LRINEC评分^[7]。LRINEC评分系统使用白细胞计数、血红蛋白、血钠、葡萄糖、肌酐和C反应蛋白浓度来区分坏死性筋膜炎和其他轻度感染。既往研究发现,LRINEC评分的阳性预测值范围为57%~92%^[7-8],近年还提出了一些新的预测评分系统(如SIARI评分和NAS评分)。在本研究中,全部患者均为确诊气性坏疽,LRINEC评分预测气性坏疽的假阴性率为14.3%(2/14),明显好于SIARI评分的50.0%(7/14)和NAS评分的57.1%(8/14)。LRINEC评分可能仍为气性坏疽早期筛查最好的预测评分手段。

除了临床表现和评分系统外,病原学诊断对于气性坏疽非常重要。粗大杆菌涂片是早期筛查最重要的病原学检测手段。但是由于分泌物的培养时间较长,且常由于混合细菌感染或早期使用了抗生素等原因难以得到梭菌的培养结果,本研究产气荚膜梭菌培养阳性率为28.6%(4/14),但85.7%(12/14)的患者早期涂片发现了革兰阳性粗大杆菌(图2a),这提示分泌物涂片对产气荚膜梭菌筛查具有良好的敏感性。需要注意的是,伤口中分离出产气荚膜梭菌并不足以诊断气性坏疽,因为这种微生物可能在伤口中定植而并不会引起疾病。另一方面,需要鉴别其他与产气荚膜梭菌形态相似的粗大杆菌。如图2b为枯草芽孢杆菌,同为革兰阳性粗大杆菌,但不致病或致病力较弱。本医院的检验科将粗大杆菌阳性作为一项危急值向临床汇报,医生可以结合病情进行综合判断。

本研究具有一定的局限性。首先,本研究为单

中心的回顾性研究,且由于该病发病率较低,搜集病例较为困难,这导致了本研究的样本量较少,未来需要较大样本量的多中心研究,以反映我国气性坏疽诊治的真实情况。其次,本研究未设立与气性坏疽相对应的对照组,预测工具的评估仅限于假阴性率,需要未来进一步的对照研究。



a:产气荚膜梭菌,表现为革兰阳性粗大杆菌,两端钝圆,无动力,有荚膜,芽孢不明显,无白细胞,有坏死组织,有气泡(未着色区);b:枯草芽孢杆菌,为革兰阳性粗大杆菌,与产气荚膜梭菌形态学上相近,需要鉴别。

图2 两种需要鉴别的粗大杆菌涂片

4 结论

气性坏疽早期诊断十分重要,LRINEC评分和粗大杆菌涂片是较为敏感的筛查手段,气性坏疽一旦进展为感染性休克,病死率及住院费用将明显增加,其早期凝血指标更加恶化。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Leiblein M, Wagner N, Adam EH, et al. Clostridial gas gangrene-A rare but deadly infection; case series and comparison to other necrotizing soft tissue infections[J]. Orthop Surg, 2020, 12(6): 1733-1747.
- [2] Sárvári KP, Schoblocher D. The antibiotic susceptibility pattern of gas gangrene-forming *Clostridium* spp. clinical isolates from South-Eastern Hungary[J]. Infect Dis, 2020, 52(3): 196-201.
- [3] Stevens DL, Bryant AE. Necrotizing soft-tissue infections[J]. N Engl J Med, 2018, 378(10): 971.
- [4] Sison-Martinez J, Cooper JS. Hyperbaric treatment of clostridial myositis and myonecrosis[M]. Treasure Island; StatPearls Publishing, 2023.
- [5] Buboltz JB, Murphy-Lavoie HM. Gas gangrene[M]. Treasure Island; StatPearls Publishing, 2023.
- [6] Madsen MB, Skrede S, Perner A, et al. Patient's characteristics and outcomes in necrotising soft-tissue infections; results from a Scandinavian, multicentre, prospective cohort study [J]. Intensive Care Med, 2019, 45(9): 1241-1251.
- [7] Breidung D, Malsagova AT, Barth AA, et al. Diagnostic and prognostic value of the Laboratory Risk Indicator for Necrotising Fasciitis (LRINEC) based on an 18 years' experience[J]. J Plast Reconstr Aesthetic Surg, 2023, 77: 228-235.

- [8] R K, Tandup C, Reddy D, et al. Prospective validation and comparison of laboratory risk indicator for necrotizing fasciitis (LRINEC) and site other than lower limb, immunosuppression, age, renal impairment, and inflammatory markers (SIARI) scoring systems for necrotizing fasciitis[J]. J Surg Res, 2023, 283: 719-725.
- [9] Harasawa T, Kawai-Kowase K, Tamura J, et al. Accuracy and quick predictor of necrotizing soft tissue infection: usefulness of the LRINEC score and NSTI assessment score[J]. J Infect Chemother, 2020, 26(4): 331-334.
- [10] Preseau T, Devriendt J, Duttman R, et al. *Clostridium perfringens* in gas gangrene: still a smoked Gun! [J]. J Transl Int Med, 2020, 8(1): 54-56.
- [11] 孙旭, 米萌, 朱仕文, 等. 开放骨折并发气性坏疽的诊治[J]. 骨科临床与研究杂志, 2018, 3(4): 230-234.
- [12] Srivastava I, Aldape MJ, Bryant AE, et al. Spontaneous *C. septicum* gas gangrene: a literature review[J]. Anaerobe, 2017, 48: 165-171.
- [13] Abu El Hawa AA, Dekker PK, Mishu MD, et al. Early diagnosis and surgical management of necrotizing fasciitis of the lower extremities: risk factors for mortality and amputation[J]. Adv Wound Care (New Rochelle), 2022, 11(5): 217-225.
- [14] 肖光夏. 气性坏疽[M]//吴在德, 吴肇汉. 外科学. 7版. 北京: 人民卫生出版社, 2008: 162-163.
- [15] Cheung JK, Adams V, D'Souza D, et al. The EngCP endo α -N-acetylgalactosaminidase is a virulence factor involved in *Clostridium perfringens* gas gangrene infections[J]. Int J Med Microbiol, 2020, 310(2): 151398.
- [16] Liu S, Yang XF, Zhang H, et al. Amentoflavone attenuates *Clostridium perfringens* gas gangrene by targeting alpha-toxin and perfringolysin O[J]. Front Pharmacol, 2020, 11: 179.
- [17] Kanaujia R, Dahiya D, Banda AR, et al. Non-traumatic gas gangrene due to *Clostridium sporogenes* [J]. Lancet Infect Dis, 2020, 20(6): 754.
- [18] Stevens DL, Bisno AL, Chambers HF, et al. Practice guidelines for the diagnosis and management of skin and soft tissue infections: 2014 update by the Infectious Diseases Society of America[J]. Clin Infect Dis, 2014, 59(2): e10-e52.

(收稿日期: 2023-03-06)

(上接第 280 页)

- [8] Huppert LA, Matthay MA, Ware LB. Pathogenesis of acute respiratory distress syndrome[J]. Semin Respir Crit Care Med, 2019, 40(1): 31-39.
- [9] 杨唯奕, 石梦竹, 刘海林, 等. 机械通气中驱动压与肺保护通气策略的关系研究进展[J]. 山东医药, 2023, 63(5): 96-99.
- [10] Guérin C, Albert RK, Beitler J, et al. Prone position in ARDS patients: why, when, how and for whom[J]. Intensive Care Med, 2020, 46(12): 2385-2396.
- [11] 雷光锋, 张雪晴, 张素霞. ALI/ARDS 患者俯卧位与仰卧位通气的 Meta 分析[J]. 护理学杂志, 2016, 31(22): 87-92.
- [12] Fazzini B, Page A, Pearse R, et al. Prone positioning for non-intubated spontaneously breathing patients with acute hypoxaemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis[J]. Br J Anaesth, 2022, 128(2): 352-362.
- [13] 邱合信, 邢疆波, 李东风, 等. 不同体位机械通气对 ARDS 患者呼吸参数指标、血液流变学和胸部 CT 影像学的影响[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2018, 16(8): 61-63, 89.
- [14] 刘莹, 袁伟峰. 俯卧位通气对急性呼吸窘迫综合征患者氧合能力及血流动力学的影响[J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2017, 9(8): 114-117.
- [15] Baka M, Bagka D, Tsolaki V, et al. Hemodynamic and respiratory changes following prone position in acute respiratory distress syndrome patients: a clinical study[J]. J Clin Med, 2023, 12(3): 760.
- [16] Jozwiak M, Teboul JL, Anguel N, et al. Beneficial hemodynamic effects of prone positioning in patients with acute respiratory distress syndrome[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2013, 188(12): 1428-1433.
- [17] Prisk GK, Yamada K, Henderson AC, et al. Pulmonary perfusion in the prone and supine postures in the normal human lung[J]. J Appl Physiol, 2007, 103(3): 883-894.

(收稿日期: 2023-04-17)