

# 局部湿敷加常压氧疗法对直肠癌/肛管癌患者放射治疗所致的放射性皮炎的治疗效果:一项探索性研究

杨云英<sup>1</sup>, 张素娅<sup>1</sup>, 毛雪娇<sup>1</sup>, 叶思欣<sup>1</sup>, 高雅丽<sup>2\*</sup>

1.中山大学附属第一医院 护理部 放射治疗科, 广东 广州 510080

2.中山大学附属第一医院 皮肤科, 广东 广州 510080

**【摘要】 目的** 探讨局部湿敷加常压氧疗法对直肠癌/肛管癌放射治疗(简称放疗)所致放射性皮炎的治疗效果。**方法** 回顾性纳入2017年8月至2024年7月在中山大学附属第一医院接受放疗的18例直肠癌/肛管癌患者,其中10例接受根治性放疗,5例接受术前新辅助同期放化疗,3例接受术后辅助放化疗。对出现肛周皮肤放射性皮炎的患者每天进行2次局部湿敷加常压氧气治疗,直到伤口愈合。记录和评估氧疗前及氧疗后3 d、5 d、10 d患者放射性皮炎分级和数字分级评分法(numerical rating scale, NRS)评分的差异。**结果** 共13例患者出现3级放射性皮炎,5例患者出现2级放射性皮炎。氧疗前及氧疗后3 d、5 d、10 d放射性皮炎分级的中位数分别为3.00(2.25, 3.00)级及2.50(2.00, 3.00)级、2.00(2.00, 2.00)级、1.00(1.00, 2.00)级;NRS评分的中位数分别为6.00(4.25, 6.00)分、3.00(3.00, 3.75)分、2.00(1.25, 2.75)分、1.00(1.00, 2.00)分。不同时间点的放射性皮炎分级( $\chi^2=42.066, P<0.001$ )、NRS评分( $\chi^2=50.122, P<0.001$ )差异有统计学意义。与氧疗前相比,氧疗后5 d及10 d的放射性皮炎分级降低(均 $P<0.001$ );氧疗后3 d、5 d及10 d的NRS评分降低(均 $P<0.001$ )。**结论** 局部湿敷加常压氧疗法可有效缓解直肠癌/肛管癌放疗患者的放射性皮炎和皮肤疼痛。

**【关键词】** 直肠癌; 肛管癌; 放射性皮炎; 局部湿敷; 氧气疗法

## Therapeutic efficacy of localized hydropathic compresses combined with normobaric oxygen therapy for radiodermatitis in rectal/anal canal cancer patients undergoing radiotherapy: an exploratory study

Yang Yunying<sup>1</sup>, Zhang Suyu<sup>1</sup>, Mao Xuejiao<sup>1</sup>, Ye Sixin<sup>1</sup>, Gao Yali<sup>2\*</sup>

1.Department of Radiation Oncology, Department of Nursing, the First Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, Guangdong, China

2.Department of Dermatology, the First Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, Guangdong, China

\*Corresponding author: Gao Yali, E-mail: gaoyli@mail.sysu.edu.cn

**【Abstract】 Objective** To investigate the therapeutic effect of localized hydropathic compresses combined with normobaric oxygen therapy on radiodermatitis due to radiotherapy for rectal/anal canal cancer.

**Method** 18 patients with rectal/anal canal cancer receiving radiotherapy at the First Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University from August 2017 to July 2024 were retrospectively included, of which 10 received radical radiotherapy, 5 received preoperative neoadjuvant concurrent radiochemotherapy, and 3 received postoperative adjuvant radiochemotherapy. Patients who developed radiodermatitis of the perianal skin were treated with localized hydropathic compresses combined with normobaric oxygen therapy twice daily until wound healing is achieved. Differences in radiodermatitis grades and numerical rating scale (NRS) scores were recorded and evaluated in patients before oxygen therapy and 3 d, 5 d, and 10 d after oxygen therapy.

**Result** A total of 13 patients developed grade 3 radiodermatitis and 5 patients developed grade 2 radiodermatitis. The median radiodermatitis grades before oxygen therapy and 3 d, 5 d, and 10 d after oxygen therapy were 3.00 (2.25, 3.00), 2.50 (2.00, 3.00), 2.00 (2.00, 2.00), and 1.00 (1.00, 2.00), respectively; and the median

\* 通信作者: 高雅丽, E-mail: gaoyli@mail.sysu.edu.cn

NRS scores were 6.00 (4.25, 6.00), 3.00 (3.00, 3.75), 2.00 (1.25, 2.75), and 1.00 (1.00, 2.00), respectively. The differences in radiodermatitis grades ( $\chi^2=42.066, P<0.001$ ) and NRS scores ( $\chi^2=50.122, P<0.001$ ) at different time points were statistically significant. Compared with the pre-oxygen therapy, the radiodermatitis grades were lower at 5 d and 10 d after oxygen therapy (both  $P<0.001$ ); and the NRS scores were lower at 3 d, 5 d, and 10 d after oxygen therapy (all  $P<0.001$ ). **Conclusion** Localized hydropathic compresses combined with normobaric oxygen therapy can effectively relieve radiodermatitis and skin pain in patients with rectal/anal canal cancer undergoing radiotherapy.

**【Key words】** Rectal cancer; Anal canal cancer; Radiodermatitis; Localized hydropathic compresses; Oxygen therapy

结直肠癌是全球第三大常见癌症<sup>[1]</sup>。全直肠系膜切除术是早期直肠癌(T<sub>1</sub>/T<sub>2</sub>期和N<sub>0</sub>期)的标准治疗<sup>[2]</sup>。而对于晚期直肠癌(T<sub>3</sub>/T<sub>4</sub>期和/或N<sup>+</sup>期),新辅助放化疗结合手术治疗是标准治疗,研究表明其可以减少局部复发,同时提高局部晚期直肠癌患者的局部无复发生存率<sup>[2]</sup>。鉴于越来越多的肛管癌或局部晚期直肠癌患者接受放射治疗(简称放疗),治疗相关的不良反应也正成为令人关注的问题<sup>[3-4]</sup>。肛周皮肤放射性皮炎是直肠癌/肛管癌放疗的常见不良反应<sup>[5]</sup>。放射性皮炎的症状包括轻度红斑、皮肤湿性脱皮,严重者会出现溃疡<sup>[6]</sup>。这些不良反应通常在放疗后的1~4周内开始出现,并持续整个治疗期间,严重影响患者的生活质量,甚至导致放疗中断<sup>[6]</sup>。目前,对于接受放疗的直肠癌/肛管癌患者,尚未有标准的皮肤护理指南。预防和治疗放射性皮炎的传统方法主要是药物治疗,例如三乙醇胺和类肝素,但不适用于对这些药物过敏的患者<sup>[5]</sup>。

越来越多的证据表明,局部氧疗可以有效治疗慢性伤口<sup>[7-10]</sup>。同时,研究表明高压氧疗法也可以有效治疗放疗引起的皮肤溃疡<sup>[11-12]</sup>。这些研究均提示局部氧疗对于放疗所致放射性皮炎可能是一种治疗选择。因此,本研究旨在探讨局部湿敷加常压氧疗法对直肠癌/肛管癌放疗所致放射性皮炎的治疗效果。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

本研究回顾性纳入2017年8月至2024年7月在中山大学附属第一医院放射治疗科接受放疗的18例直肠癌/肛管癌患者。纳入标准为:①病理确诊为直肠或肛管癌;②无远处转移;③接受根治性放疗、术前新辅助放疗或术后辅助放疗;④年满18周岁;⑤无其他严重疾病。排除标准为:①神志

不清无法配合研究的患者;②不同意接受研究的患者;③临床资料不完整或随访数据缺失。本研究得到了中山大学附属第一医院伦理审查委员会的批准(伦审[2019]303号)。

### 1.2 放疗的方法

使用Eclipse放射治疗计划系统(Varian Medical Systems,美国)和Monaco治疗计划系统(Elekta Ltd.,英国),对直肠癌/肛管癌进行6 mV调强放射治疗(intensity-modulated radiation therapy, IMRT)。术前/根治性放疗的剂量为原发灶和淋巴结大体肿瘤靶区(gross target volume, GTV)50 Gy/25F共5周,临床靶区(clinical target volume, CTV)45 Gy/25F共5周。术后放疗的剂量为CTV 45 Gy/25F共5周,局部瘤床推量至CTV 50 Gy/25F共5周。

### 1.3 放射性皮炎和皮肤疼痛的评估

放疗期间,由2名护理人员每天评估患者皮肤状况。采用美国放射治疗肿瘤协作组(Radiation Therapy Oncology Group, RTOG)标准对放射性皮炎进行评估<sup>[13]</sup>。0级:无反应;1级:轻度红斑,干性脱皮,脱毛,出汗减少;2级:中度、触痛性红斑,斑块渗出性皮炎和中度水肿;3级:渗出性皮炎,除皮肤皱褶和严重水肿区域;4级:溃疡、出血、坏死。皮肤疼痛通过数字分级评分法(numerical rating scale, NRS)进行评估,分值范围0~10分,分数越高代表疼痛程度越严重<sup>[14]</sup>。放射性皮炎分级和NRS评分的评估时间点均为局部湿敷加常压氧疗前及氧疗后3 d、5 d、10 d。

### 1.4 护理方法

对患者实施常规护理,要求患者穿着宽松的棉质内衣,避免在皮肤上使用任何药物或在清洁皮肤时使用沐浴露或肥皂。此外,在患者出现肛周皮肤的放射性皮炎后,每天进行2次局部湿敷加常压氧气治疗,直到伤口愈合。具体如下:用生理

盐水轻轻清洁伤口表面和周围皮肤,清创伤口脓性渗出物和坏死组织。用呋喃西林溶液浸泡的无菌纱布覆盖于皮炎伤口表面湿敷 30 min,然后用生理盐水清洗伤口表面,并通过软管(直径为 0.8~1.0 cm)在距离肛周皮肤 4~6 cm 处进行气态氧输送(6~8 L/min)30 min。氧疗后,用复合维生素 B<sub>12</sub> 溶液(贯新克)喷洒伤口表面。

### 1.5 统计学方法

采用 SPSS 26.0 进行统计分析。放射性皮炎分级和 NRS 评分以  $M(P_{25}, P_{75})$  描述。采用 Friedman 检验分析不同时间点的放射性皮炎分级和 NRS 评分差异,采用 Wilcoxon 符号秩检验进行不同时间点的两两比较(用 Bonferroni 法校正  $P$  值)。本研究共进行 6 次两两比较(氧疗前对比氧疗后 3 d、5 d、10 d;氧疗后 3 d 对比氧疗后 5 d、10 d;氧疗后 5 d 对比氧疗后 10 d),双侧检验水准  $\alpha=0.05$ ,校正后的检验水准阈值  $\alpha'=0.0083$ 。 $P<0.05$ (两两比较时, $P<0.0083$ )为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 患者的人口学及临床特征

本研究共纳入 18 例直肠癌/肛管癌患者,10 例接受根治性放疗,5 例接受术前新辅助同期放化疗,3 例接受术后辅助放化疗。所有患者均完成了放疗的全部疗程。患者的人口学和临床特征见

表 1。其中,男性 7 例,女性 11 例,平均年龄为  $(54.67\pm 10.05)$  岁,范围为 38~70 岁。9 例患者诊断为低位直肠癌,9 例患者诊断为肛管癌。

### 2.2 患者的放射性皮炎分级和数字分级评分法评分

18 例患者在放疗后 4~5 周均出现放射性皮炎,其中 13 例患者出现 3 级放射性皮炎,5 例患者出现 2 级放射性皮炎。氧疗前及氧疗后 3 d、5 d、10 d 放射性皮炎分级的中位数分别为 3.00(2.25, 3.00)级及 2.50(2.00, 3.00)级、2.00(2.00, 2.00)级、1.00(1.00, 2.00)级;NRS 评分的中位数分别为 6.00(4.25, 6.00)分、3.00(3.00, 3.75)分、2.00(1.25, 2.75)分、1.00(1.00, 2.00)分(表 2)。Friedman 检验结果显示,不同时间点的放射性皮炎分级( $\chi^2=42.066$ ,  $P<0.001$ )、NRS 评分( $\chi^2=50.122$ ,  $P<0.001$ )差异有统计学意义。

分别对不同时间点的放射性皮炎分级和 NRS 评分进行两两比较,结果见表 3。放射性皮炎分级:氧疗后 5 d 及 10 d 均较氧疗前降低(均  $P<0.001$ );氧疗后 3 d 与氧疗前差异无统计学意义;氧疗后 5 d( $P=0.002$ )及 10 d( $P<0.001$ )均较氧疗后 3 d 降低;氧疗后 10 d 较氧疗后 5 d 降低( $P=0.002$ )。NRS 评分:氧疗后 3 d、5 d 及 10 d 均较氧疗前降低(均  $P<0.001$ );氧疗后 5 d( $P=0.001$ )及 10 d( $P<0.001$ )均较氧疗后 3 d 降低;氧疗后 10 d 较氧疗后 5 d 降低( $P=0.004$ )。

表 1 18 例直肠癌/肛管癌患者的人口学和临床特征

病例编号	性别	年龄(岁)	诊断	分期	放疗方案
1	女	60	直肠癌	T <sub>2</sub> N <sub>1</sub> M <sub>0</sub> 期	根治
2	女	51	直肠癌	T <sub>3a</sub> N <sub>1</sub> M <sub>0</sub> 期, III B 期	根治
3	女	51	肛管鳞状细胞癌	T <sub>3</sub> N <sub>1</sub> M <sub>0</sub> 期, III C 期	根治
4	女	38	直肠癌	T <sub>3</sub> N <sub>2</sub> M <sub>0</sub> 期, III B 期	术前
5	男	70	肛管癌	T <sub>4b</sub> N <sub>1</sub> M <sub>0</sub> 期, III C 期	根治
6	女	45	肛管鳞状细胞癌	T <sub>3</sub> N <sub>2</sub> M <sub>0</sub> 期, III B 期	根治
7	女	46	肛管鳞状细胞癌	T <sub>4</sub> N <sub>1</sub> M <sub>0</sub> 期, IV A 期	根治
8	女	52	直肠癌	T <sub>4</sub> N <sub>2</sub> M <sub>0</sub> 期, III C 期	根治
9	男	77	直肠癌	T <sub>4</sub> N <sub>2</sub> M <sub>0</sub> 期, III 期	术前
10	男	61	肛管癌	T <sub>4</sub> N <sub>2</sub> M <sub>0</sub> 期, III B 期	根治
11	女	48	肛管鳞状细胞癌	T <sub>4b</sub> N <sub>2</sub> M <sub>0</sub> 期, III C 期	根治
12	女	62	直肠腺癌	T <sub>3</sub> N <sub>2</sub> M <sub>0</sub> 期, III B 期	术前
13	男	51	直肠黏液腺癌	T <sub>4a</sub> N <sub>1</sub> M <sub>0</sub> 期, III B 期	术后
14	女	40	肛管腺癌	T <sub>4a</sub> N <sub>2</sub> M <sub>0</sub> 期, III C 期	术前
15	男	63	直肠腺癌	T <sub>4a</sub> N <sub>2</sub> M <sub>0</sub> 期, III C 期	术后
16	男	59	直肠癌	T <sub>4</sub> N <sub>0</sub> M <sub>0</sub> 期	术前
17	女	52	肛管癌	T <sub>4</sub> N <sub>2</sub> M <sub>0</sub> 期, III B 期	根治
18	男	58	肛管鳞状细胞癌	T <sub>x</sub> 期	术后

表2 18例直肠癌/肛管癌患者的放射性皮炎分级和数字分级评分法评分结果

病例编号	放射性皮炎分级(级)				NRS评分(分)			
	氧疗前	氧疗后3d	氧疗后5d	氧疗后10d	氧疗前	氧疗后3d	氧疗后5d	氧疗后10d
1	3	3	2	2	2	1	1	0
2	2	2	2	1	6	3	2	1
3	3	3	3	2	8	4	2	2
4	3	3	2	1	7	5	4	2
5	3	3	3	2	6	4	2	1
6	3	3	2	1	4	3	2	1
7	2	2	2	1	5	3	1	1
8	3	2	2	1	6	3	3	2
9	3	3	2	1	5	3	2	2
10	3	2	2	2	6	4	3	3
11	2	2	1	1	3	0	0	0
12	3	3	2	2	5	3	3	2
13	3	3	3	2	6	3	2	2
14	2	2	1	1	7	3	1	1
15	3	3	2	1	7	5	3	3
16	2	2	1	1	4	3	1	1
17	3	2	1	1	6	3	2	1
18	3	2	2	2	4	2	2	1
总[M(P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> )]	3.00(2.25, 3.00)	2.50(2.00, 3.00)	2.00(2.00, 2.00)	1.00(1.00, 2.00)	6.00(4.25, 6.00)	3.00(3.00, 3.75)	2.00(1.25, 2.75)	1.00(1.00, 2.00)

注: NRS, 数字分级评分法。

表3 18例直肠癌/肛管癌患者的放射性皮炎分级和数字分级评分法评分的两两比较结果

时间	放射性皮炎分级		NRS评分	
	Z值	P值	Z值	P值
氧疗前比氧疗后3d	-2.000	0.046*	-3.773	<0.001
氧疗前比氧疗后5d	-3.500	<0.001	-3.757	<0.001
氧疗前比氧疗后10d	-3.874	<0.001	-3.758	<0.001
氧疗后3d比氧疗后5d	-3.162	0.002	-3.272	0.001
氧疗后3d比氧疗后10d	-3.704	<0.001	-3.695	<0.001
氧疗后5d比氧疗后10d	-3.162	0.002	-2.887	0.004

注: NRS, 数字分级评分法。\* 两两比较中,  $P > 0.0083$ , 差异无统计学意义。

### 3 讨论

研究表明局部氧疗法对慢性皮肤创伤具有较好的疗效<sup>[15-17]</sup>。Blackman等<sup>[15]</sup>的前瞻性对照研究表明, 局部伤口氧疗可有效促进严重糖尿病足溃疡的愈合。Woo等<sup>[16]</sup>报道, 持续局部氧疗能够促进慢性伤口愈合。Tawfik等<sup>[17]</sup>证明, 局部伤口氧疗可以有效促进难治性非愈合性静脉溃疡的愈合。基于这些发现, 氧疗可能对放疗所致放射性皮炎具有潜在的治疗作用。此外, 呋喃西林溶液具有抑菌或杀菌作用, 可用于治疗皮肤或黏膜感染, 将其

用于冲洗或湿敷创口, 可加快创口愈合。本研究初步探讨了局部湿敷加常压氧疗法对直肠癌/肛管癌放疗导致的放射性皮炎的疗效。结果显示, 放射性皮炎分级从氧疗前到氧疗后的不同时间点呈下降趋势; 与氧疗前相比, 氧疗后5d、10d的放射性皮炎分级降低, 差异有统计学意义。此外, NRS评分从氧疗前到氧疗后的不同时间点也呈逐步下降趋势; 与氧疗前相比, 氧疗后3d、5d及10d的NRS评分降低, 差异有统计学意义。由此可见, 对于接受放疗的直肠癌/肛管癌患者, 局部湿敷加常压氧疗法可以有效缓解放射性皮炎和皮肤疼痛。

放疗联合化疗是肛管癌/局部晚期直肠癌患者的标准治疗方法。几乎所有接受放疗的直肠癌/肛管癌患者均在会阴部位出现不同程度的放射性皮炎<sup>[5]</sup>。放射性皮炎主要是由辐射导致的皮肤生发层细胞和皮下血管发生变化而引起的<sup>[6]</sup>。被辐射部位的皮肤毛细血管扩张会导致皮肤红斑, 进而引起血管损伤和微循环障碍, 最终导致坏死性溃疡<sup>[6]</sup>。正确管理放疗引起的不良反应对于患者的治疗依从性和预防计划外治疗中断至关重要<sup>[3]</sup>。本研究的18例患者在暴露于辐射后4~5周, 肛周皮肤均出现2~3级放射性皮炎。由于被辐射部位

的皮肤附着较多分泌物,且很难保持干燥和清洁,因此,除了常规的急性放射性皮炎护理外,所有患者均被要求穿着宽松的棉质内衣以减少摩擦,避免在皮肤上使用任何药物或在清洁皮肤时使用沐浴露或肥皂。通过上述护理措施,以及应用局部湿敷加常压氧疗法,有效缓解了患者出现的放射性皮炎,所有患者也均完成了放疗的全部疗程。

与常规药物治疗放射性皮炎相比,局部湿敷加常压氧疗法具有以下优点:氧疗与皮肤无直接接触,大大减少了感染的机会;氧疗不会引起过敏反应,适用于对药物过敏的患者;局部氧疗比药物治疗更便宜(我院氧疗收费为4元/h),减轻了患者的经济负担。然而,本研究为探索性研究,样本量相对较小。未来应扩大样本量开展前瞻性研究,以验证本研究的发现。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

**作者贡献声明** 杨云英、高雅丽,负责研究设计、数据收集、数据最终分析,并撰写论文的大部分内容,完成论文的校对工作;张素娅、毛雪娇、叶思欣,参与研究设计、数据收集、数据初步分析,并撰写论文的部分章节

**人工智能使用声明** 本文未使用任何人工智能相关工具对文字和表格进行处理

## 参考文献

- [1] BRAY F, LAVERSANNE M, SUNG H, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. *CA Cancer J Clin*, 2024, 74(3): 229–263.
- [2] BENSON AB, VENOOK AP, ADAM M, et al. NCCN Guidelines® Insights: Rectal Cancer, Version 3.2024[J]. *J Natl Compr Canc Netw*, 2024, 22(6): 366–375.
- [3] KATZ L, HOROWITZ DP, KACHNIC LA. Acute and Chronic Complications After Treatment of Locoregional Anal Cancer: Prevention and Management Strategies[J]. *J Natl Compr Canc Netw*, 2023, 21(11): 1204–1211.
- [4] MORTON AJ, RASHID A, SHIM JSC, et al. Long-term adverse effects and healthcare burden of rectal cancer radiotherapy: systematic review and meta-analysis[J]. *ANZ J Surg*, 2023, 93(1–2): 42–53.
- [5] LIU S, WANG Y, SHI S, et al. The effect of recombinant human epidermal growth factor on radiation dermatitis in rectal and anal cancer patients: a self-controlled study[J]. *BMC Cancer*, 2022, 22(1): 1140.
- [6] RÜBE CE, FREYTER BM, TEWARY G, et al. Radiation Dermatitis: Radiation-Induced Effects on the Structural and Immunological Barrier Function of the Epidermis[J]. *Int J Mol Sci*, 2024, 25(6): 3320.
- [7] NAGARSHETH K, KANKARIA A, MARSELLA J, et al. Systematic review of the effects of topical oxygen therapy on wound healing[J]. *JVS Vasc Insights*, 2024, 2:100051.
- [8] GUPTA S, MUJAWDIYA P, MAHESHWARI G, et al. Dynamic Role of Oxygen in Wound Healing: A Microbial, Immunological, and Biochemical Perspective[J]. *Arch Razi Inst*, 2022, 77(2): 513–523.
- [9] PALIN L, NORDGREN M, LINGEMARK A, et al. Topical oxygen treatment relieves pain from hard-to-heal leg ulcers and improves healing: a case report[J]. *J Wound Care*, 2021, 30(3): 210–212.
- [10] CHINARONCHAI K. Oxygen Therapy to Enhance Wound Healing After Revascularization [J]. *Int J Low Extrem Wounds*, 2024, 23(1): 49–54.
- [11] WINAIKOSOL K, PUNYAVONG P, JENWITHEESUK K, et al. Radiation ulcer treatment with hyperbaric oxygen therapy and haemoglobin spray: case report and literature review[J]. *J Wound Care*, 2020, 29(8): 452–456.
- [12] GAIÓ-LIMA C, CASTEDO J, CRUZ M, et al. The role of hyperbaric oxygen therapy in the treatment of radiation lesions[J]. *Clin Transl Oncol*, 2022, 24(12): 2466–2474.
- [13] COX JD, STETZ J, PAJAK TF. Toxicity criteria of the Radiation Therapy Oncology Group (RTOG) and the European Organization for Research and Treatment of Cancer (EORTC) [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 1995, 31(5): 1341–1346.
- [14] HE S, RENNE A, ARGANDYKOV D, et al. Comparison of an Emoji-Based Visual Analog Scale With a Numeric Rating Scale for Pain Assessment[J]. *JAMA*, 2022, 328(2): 208–209.
- [15] BLACKMAN E, MOORE C, HYATT J, et al. Topical wound oxygen therapy in the treatment of severe diabetic foot ulcers: a prospective controlled study [J]. *Ostomy Wound Manage*, 2010, 56(6): 24–31.
- [16] WOO KY, COUTTS PM, SIBBALD RG. Continuous topical oxygen for the treatment of chronic wounds: a pilot study[J]. *Adv Skin Wound Care*, 2012, 25(12): 543–547.
- [17] TAWFICK WA, SULTAN S. Technical and clinical outcome of topical wound oxygen in comparison to conventional compression dressings in the management of refractory nonhealing venous ulcers[J]. *Vasc Endovascular Surg*, 2013, 47(1): 30–37.

收稿日期:2025-05-21