

## 论著·临床研究

## 体外膈肌起搏器技术对支气管扩张症急性加重期患者的疗效分析\*

张真, 王国涛, 赵博慧, 占国强, 孙云晖<sup>△</sup>

(佳木斯大学附属第一医院, 黑龙江 佳木斯 154002)

**[摘要]** 目的 评估体外膈肌起搏器(EDP)技术对支气管扩张症急性加重期患者临床治疗效果的影响,为患者提供更具有针对性的肺康复手段。方法 回顾性研究 2019 年 1 月至 2022 年 3 月在佳木斯大学附属第一医院呼吸与危重症医学科住院确诊的 162 例支气管扩张症急性加重期患者的临床资料。其中 81 例患者(A 组)给予常规治疗,另 81 例患者(B 组)给予常规治疗及 EDP 技术治疗,根据脑电双频指数评分对 2 组患者的疾病严重程度进行评估,划分为轻、中、重度,并比较疗效。观察比较 2 组患者治疗前后的白细胞计数、肺通气功能指标[第 1 秒用力呼气容积(FEV<sub>1</sub>)、最大呼气流量(PEF)]及临床症状变化情况。结果 B 组患者总有效率明显高于 A 组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。2 组患者治疗后白细胞计数、FEV<sub>1</sub>、PEF 较治疗前均有改善,B 组轻度患者治疗后白细胞计数较 A 组变化更明显,B 组重度患者治疗后 FEV<sub>1</sub>、PEF 较 A 组变化更明显,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。B 组中、重度患者治疗后白细胞计数变化程度及 B 组轻、中度患者治疗后 FEV<sub>1</sub>、PEF 的变化程度与 A 组比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。结论 EDP 技术对支气管扩张症急性加重期患者治疗效果明显,可在一定程度上起到辅助治疗的作用,其可改善急性加重期患者肺通气功能,缓解临床症状。

**[关键词]** 支气管扩张症急性加重期; 肺康复; 体外膈肌起搏技术; 回顾性研究

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2023.05.013 中图法分类号:R563

文章编号:1009-5519(2023)05-0781-05 文献标识码:A

Analysis of the efficacy of external diaphragm pacing technique on clinical treatment of patients with acute exacerbation of bronchiectasis\*

ZHANG Zhen, WANG Guotao, ZHAO Bohui, ZHAN Guoqiang, SUN Yunhui<sup>△</sup>

(The First Affiliated Hospital of Jiamusi University, Jiamusi, Heilongjiang 154002, China)

**[Abstract]** **Objective** To evaluate the efficacy of external diaphragm pacing (EDP) technique on clinical treatment of patients with acute exacerbation of bronchiectasis and to provide more targeted means of lung rehabilitation for patients. **Methods** A retrospective study was conducted on 162 patients with acute exacerbation of bronchiectasis diagnosed in the Department of Respiratory and Critical Care Medicine of the First Affiliated Hospital of Jiamusi University from January 2019 to March 2022. A total of 81 patients were treated with routine treatment (group A), and the other 81 patients were treated with routine and EDP technique (group B), the severity of the disease was divided into mild, moderate and severe in both groups according to bronchiectasis severity index scores, and the curative effect was compared. The changes of white blood cell count, pulmonary ventilation function [Forced expiratory volume in one second (FEV<sub>1</sub>), peak expiratory flow (PEF)] and clinical symptoms in each group before and after treatment were observed and compared. **Results**

The total effective rate of the group B was significantly higher than that of the group A, the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). The white blood cell count, FEV<sub>1</sub>, and PEF of each group were improved after treatment, the change of white blood cell count of mild patients in the group B was more obvious than that of the group A after treatment, and the changes of FEV<sub>1</sub> and PEF of severe patients in the group B were more significantly higher severe patients than those of the group A, all the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). There were no significant differences in the degrees of change in white blood cell count in

\* 基金项目:黑龙江省卫生健康委员会科研课题(2020-323)。

作者简介:张真(1996-),硕士研究生在读,主要从事的工作或研究。 <sup>△</sup> 通信作者, E-mail:394849603@qq.com。

moderate and severe patients, and the changes of FEV<sub>1</sub> and PEF between mild and moderate patients in the group B and the group A after treatment ( $P > 0.05$ ). **Conclusion** EDP technique has therapeutic effect on patients with acute exacerbation of bronchiectasis and can play an auxiliary role to some extent. It can improve pulmonary ventilation function and relieve clinical symptoms in patients with acute exacerbation.

**[Key words]** Acute exacerbation of bronchiectasis; Lung rehabilitation; External diaphragm pacing; Retrospective study

支气管扩张症(Bronchiectasis)是目前引起患者咯血的常见病因之一,其逐渐得到国内外呼吸学界的重视。主要病理学特征是支气管及周围肺组织发生慢性炎症使中小支气管出现反复损伤、阻塞,导致支气管壁结构破坏从而引起支气管异常持久扩张。临床上表现为慢性咳嗽、咳脓痰、咯血、气促和呼吸衰竭<sup>[1]</sup>。在我国,支气管扩张症患病率逐年增加,但因我国对支气管扩张症的关注度不足,现仍缺乏大型流调数据<sup>[2]</sup>,国内研究进展相对较慢,导致支气管扩张症患者的疾病负担加重,严重影响了患者的生活质量<sup>[3-4]</sup>。若患者没有及时接受系统治疗或治疗不彻底,病情则易反复发作,最终将会危及生命。因此,对于支气管扩张症的治疗尤为重要,目前我国临床上主要采用寻找病因、控制感染、改善气流受限、清除气道分泌物、止血等综合治疗,对于咯血患者,内科治疗效果不佳时考虑介入或外科手术治疗。除上述治疗方法外,2021年《中国成人支气管扩张症诊治专家共识》<sup>[1]</sup>中还提到将肺康复治疗作为支气管扩张症的管理方式之一,肺康复治疗目的在于改善患者临床症状,促进肺功能的恢复,提高生活质量。在我国肺康复治疗逐步应用于临床之时,20世纪80年代,一项肺康复技术应运而生,这种新兴技术就是体外膈肌起搏器(EDP),其最先应用于慢性阻塞性肺疾病的治疗,且在该疾病治疗方面研究较多。但国内外关于EDP在支气管扩张症方面的应用研究报道甚少,所以研究EDP对支气管扩张症患者的治疗效果具有重要意义,值得进一步探讨,本研究中的支气管扩张症患者均处于急性加重期,现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 资料

**1.1.1 一般资料** 本研究经本院医学伦理委员会批准。回顾性分析2019年1月至2022年3月在本院呼吸与危重症医学科住院确诊的162例支气管扩张症急性加重期患者的临床资料。其中A组81例患者进行常规治疗,B组81例患者进行常规治疗联合应用EDP治疗。B组患者使用EDP 4~14 d,平均(7.89±2.62)d。2组患者性别、年龄比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),资料均衡可比,见表1。根据脑电双频指数(BSI)评分标准,对A、B组患者的疾病严重程度

进行评估划分,见表2。

表1 A、B组患者基本情况比较

组别	n	性别(男/女,n/n)	年龄( $\bar{x} \pm s$ ,岁)
A组	81	44/37	64.07±10.70
B组	81	33/48	61.53±10.79
$\chi^2$	—	2.995	31.947
P	—	0.084	0.810

注:—表示无此项。

表2 A、B组患者疾病严重程度(n)

组别	轻度	中度	重度
A组	41	31	9
B组	46	28	7

**1.1.2 纳入标准** 入组患者诊断标准参考2021年《中国成人支气管扩张症诊治专家共识》<sup>[1]</sup>:根据患者临床表现、体征、影像学 and 既往病史进行综合分析诊断。(1)患者临床表现主要为咳嗽、咳脓性痰,同时还应出现以下症状及症状的恶化,包括痰量变化、呼吸困难或运动耐受度下降、乏力或不适,并持续48 h以上。(2)体征主要为湿啰音、杵状指/趾。(3)胸部高分辨率CT(HRCT)直接征象:①支气管内径/伴行肺动脉直径大于1;②从中心到外周,支气管末逐渐变细;③距外周胸膜1 cm或接近纵隔胸膜范围内可见支气管影。(4)胸部HRCT间接征象:①支气管壁增厚;②黏液嵌塞;③呼气相CT发现“马赛克”征或“气体陷闭”,此外还可见到气管壁增厚(支气管内径小于80%外径)、“树芽征”“印戒征”“双轨征”或“串珠”状改变,“蜂窝”或“卷发”状改变。(5)既往有麻疹、百日咳、肺炎等可能诱发支气管扩张症的相关病史。

**1.1.3 排除标准** (1)活动性咯血者;(2)合并慢阻肺、活动性肺结核、变应性支气管哮喘、霉菌病(ABPA)、间质性肺疾病、恶性肿瘤者;(3)重症肌无力、运动神经元病者;(4)严重心衰、心律失常、肝肾衰竭、急性脑血管病变、风湿性疾病患者;(5)心脏起搏器植入者;(6)精神异常者;(7)其他肺功能检查禁忌患者(如未控制的高血压、甲状腺功能亢进、严重肺大疱等)。

### 1.2 方法

**1.2.1 治疗方法** A 组患者给予抗炎、化痰、体位引流等对症支持治疗,对于合并气流受限的支气管扩张症患者给予支气管舒张剂治疗。B 组患者在常规治疗基础上配合 EDP 治疗。EDP 具体使用方法:患者取坐位或斜卧位(最佳体位为倾斜 30°~40°卧位,此时胸锁乳突肌为最佳放松状态),用乙醇或清水清洁贴片处皮肤,待皮肤干燥后将小电极片贴于胸锁乳突肌外缘下 1/3 的位置,大电极片贴于锁骨中线与第 2 肋交界处;贴放完毕后安装起搏器电池、开机、接导线和电极片,最后连接导线和主机,调整参数,开始治疗。通常只需调节刺激强度,由低到高循序渐进,其他参数使用默认值(刺激频率 40 HZ,起搏次数 9 次/分,每次 30 min),每天 2 次。

**1.2.2 观察指标** (1)A、B 组患者的治疗效果;(2)不同疾病严重程度之间各组患者治疗前后白细胞计数、肺通气功能指标[第 1 秒用力呼气容积(FEV<sub>1</sub>)、最大呼气流量(PEF)]及临床症状的变化情况。

**1.2.3 治疗效果评价** 显效:患者临床症状(发热、咳嗽、咳痰、呼吸困难等)消失,白细胞计数明显下降或处于正常范围,FEV<sub>1</sub>、PEF 明显升高或达到正常;有效:患者临床症状(发热、咳嗽、咳痰、呼吸困难等)有所减轻,白细胞计数有所下降,FEV<sub>1</sub>、PEF 有升高;无效:上述指标及临床症状均无明显变化或加重。总有效率=(显效例数+有效例数)/总例数×100%。

**1.3 统计学处理** 本研究应用 SPSS 25.0 统计学软件进行数据处理与分析,计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,组内比较采用 *t* 检验,组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验,计数资料以构成比或率表示,采用  $\chi^2$  检验。*P* < 0.05 认为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 A、B 组患者治疗效果比较** B 两组患者治疗总有效率明显高于 A 组,差异有统计学意义( $\chi^2 = 7.007, P = 0.005$ ),见表 3。

**2.2 A、B 组不同疾病严重程度患者治疗前后白细胞计数比较** A、B 组患者治疗后的白细胞计数较治疗前均有所改善,B 组轻度患者治疗后的白细胞计数较

A 组变化更明显,差异均有统计学意义(*P* < 0.05),但 B 组中、重度患者治疗后的白细胞计数变化程度与 A 组比较,差异均无统计学意义(*P* > 0.05)。见表 4、图 1。

表 3 A、B 组患者治疗效果比较

组别	<i>n</i>	显效( <i>n</i> )	有效( <i>n</i> )	无效( <i>n</i> )	总有效[ <i>n</i> (%)]
A 组	81	6	52	23	58(71.6)
B 组	81	20	53	8	73(90.1) <sup>a</sup>

注:与 A 组比较,<sup>a</sup>*P* < 0.05。

表 4 A、B 组不同疾病严重程度患者治疗前后白细胞计数比较( $\bar{x} \pm s, \times 10^9/L, n = 81$ )

疾病严重程度	组别	<i>n</i>	治疗前	治疗后	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度	A 组	41	8.31±3.49	7.65±2.35	2.474	0.018
	B 组	46	9.56±4.55	7.09±3.39	8.628	<0.001
	<i>Z</i>	—	-0.850	-2.003	—	—
<i>P</i>	—	0.395	0.045	—	—	
中度	A 组	31	7.55±4.00	6.74±2.23	2.077	0.046
	B 组	28	8.83±4.98	6.61±2.78	4.313	<0.001
	<i>Z</i>	—	-0.881	-1.146	—	—
<i>P</i>	—	0.379	0.252	—	—	
重度	A 组	9	9.26±3.82	7.84±2.60	3.086	0.015
	B 组	7	8.15±2.62	6.38±1.35	2.734	0.034
	<i>Z</i>	—	-0.476	-1.217	—	—
<i>P</i>	—	0.634	0.223	—	—	

注:—表示无此项。

**2.3 A、B 组不同疾病严重程度患者治疗前后肺通气功能指标比较** A、B 组患者治疗后 FEV<sub>1</sub>、PEF 较治疗前均有所改善,B 组重度患者治疗后 FEV<sub>1</sub>、PEF 较 A 组变化更明显,差异均有统计学意义(*P* < 0.05)。B 组轻、中度患者治疗后 FEV<sub>1</sub>、PEF 变化程度与 A 组比较,差异均无统计学意义(*P* > 0.05)。见表 5、图 2~3。

表 5 A、B 组不同疾病严重程度患者治疗前后肺通气功能指标比较( $\bar{x} \pm s, L, n = 81$ )

疾病严重程度	组别	<i>n</i>	FEV <sub>1</sub>				PEF			
			治疗前	治疗后	<i>t</i>	<i>P</i>	治疗前	治疗后	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度	A 组	41	2.11±0.76	2.40±0.69	-5.239	<0.001	5.59±1.99	6.21±1.64	-4.774	<0.001
	B 组	46	2.12±0.66	2.40±0.71	-4.852	<0.001	5.33±1.79	6.07±1.59	-5.541	<0.001
	<i>Z</i>	—	-0.332	-0.109	—	—	-0.440	-0.217	—	—
<i>P</i>	—	0.740	0.914	—	—	0.660	0.828	—	—	
中度	A 组	31	1.68±0.57	2.07±0.57	-7.377	<0.001	4.40±1.53	5.27±1.34	-7.292	<0.001

续表 5 A、B 组不同疾病严重程度患者治疗前后肺通气功能指标比较( $\bar{x} \pm s, L, n = 81$ )

疾病严重程度	组别	n	FEV <sub>1</sub>				PEF			
			治疗前	治疗后	t	P	治疗前	治疗后	t	P
轻度	B 组	28	1.80±0.75	2.10±0.72	-5.274	<0.001	4.42±1.88	5.29±1.74	-5.053	<0.001
	Z	—	0.000	-0.523	—	—	-0.329	-0.379	—	—
	P	—	1.000	0.601	—	—	0.742	0.704	—	—
中度	A 组	9	1.08±0.29	1.45±0.20	-8.717	<0.001	2.95±0.87	3.09±0.81	-9.038	<0.001
	B 组	7	1.07±0.57	1.99±0.50	-6.684	<0.001	2.95±1.45	4.33±1.14	-6.089	0.001
	Z	—	-0.637	-2.172	—	—	-0.265	-2.064	—	—
重度	A 组	9	1.08±0.29	1.45±0.20	-8.717	<0.001	2.95±0.87	3.09±0.81	-9.038	<0.001
	B 组	7	1.07±0.57	1.99±0.50	-6.684	<0.001	2.95±1.45	4.33±1.14	-6.089	0.001
	Z	—	-0.637	-2.172	—	—	-0.265	-2.064	—	—
P	—	0.524	0.030	—	—	0.791	0.039	—	—	

注：—表示无此项。

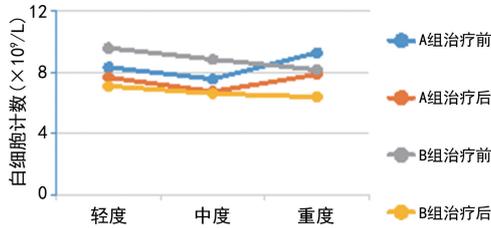


图 1 A、B 组患者治疗前后白细胞计数的比较

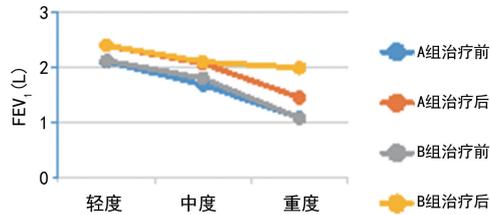


图 2 A、B 组患者治疗前后 FEV<sub>1</sub> 的比较

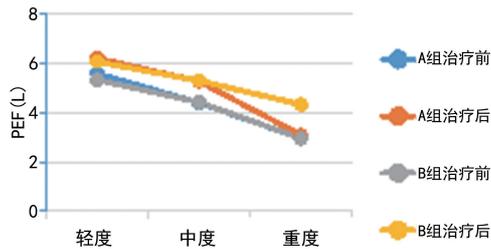


图 3 A、B 组患者治疗前后 PEF 的比较

### 3 讨 论

GOLOGANU 等<sup>[5]</sup>研究发现,20%~50%的慢性阻塞性肺疾病、支气管扩张症、支气管哮喘等疾病患者存在呼吸肌肌力下降,其下降程度为健康人的 15%~30%。而人体最主要的呼吸肌是膈肌,其对于呼吸的贡献达到 60%~80%<sup>[6]</sup>,膈肌每移动 1 cm,通气量增加约 350 mL;且人体维持呼吸功能的神经主要是膈神经。因此,有专家认为通过电刺激膈神经可以引起膈肌收缩,从而在不需要进行常规运动的情况下即可达到锻炼呼吸肌的目的<sup>[7]</sup>。1988 年谢秉煦教授等专家团队研发出的 EDP 便是应用了该原理;通过电刺激膈神经引起膈肌规律收缩,以模拟生理节律呼吸<sup>[8]</sup>,使膈肌活动度增加,从而使胸腔内容积增加,提

高肺通气量,改善呼吸功能。其具有无创性、操作简便、费用低、患者依从性好等优点<sup>[9]</sup>。EDP 的诞生开创了我国膈肌起搏技术的开端。目前,EDP 技术在慢性阻塞性肺疾病、肺心病、肺癌、顽固性呃逆、膈肌功能障碍、颈髓损伤及脑卒中等疾病治疗方面均有应用<sup>[10]</sup>,其经过几十年的研究与探索,现正逐步应用于临床,应用范围不断扩展,患者的接受度也在增加。

本研究观察比较了 162 例疾病严重程度和治疗方式不同的支气管扩张症急性加重期患者的白细胞计数、肺通气功能指标(FEV<sub>1</sub>、PEF)及临床症状的变化情况,并在此基础上对治疗效果做了进一步评价。通过研究可知,EDP 技术对于支气管扩张症急性加重期患者整体上是有效果的,可在一定程度上起到辅助治疗的作用。B 组轻度患者经 EDP 治疗后白细胞计数较 A 组变化更显著,而 B 组中、重度患者治疗后白细胞计数变化并不明显,考虑与中重度患者内老年患者居多有关,老年患者免疫力低下,白细胞计数变化不能被及时反映。且有研究显示,支气管扩张症患者最常见的病原菌为革兰阴性菌<sup>[11]</sup>,革兰阴性菌感染时白细胞计数往往正常或有所下降,本研究结果的得出不除外有该可能性。B 组重度患者治疗后 FEV<sub>1</sub>、PEF 较 A 组变化更显著;B 组轻、中度患者治疗后 FEV<sub>1</sub>、PEF 变化与 A 组无明显差异。此结果考虑与支气管扩张的病变范围和类型有关,病变局限的支气管扩张对肺通气功能影响轻,病变广泛者则影响较重。朱元钰等<sup>[12]</sup>提到柱状支气管扩张对肺功能影响较小,而囊状支气管扩张因为对支气管管壁破坏较严重,可并发肺气肿及肺纤维化,对肺功能损害较大。本研究选取的轻、中度患者病变较局限,病变多仅累及一个肺叶,肺通气功能变化与此相关性可能不明显,对于支气管扩张症患者的病变范围及类型还需要进一步深入研究。

综上所述,EDP 技术作为一种有效的呼吸辅助技术,在常规治疗基础上配合 EDP 技术可有效地改善

支气管扩张症急性加重期患者的肺通气功能,控制肺内感染程度,缓解患者的临床症状。希望通过本研究为支气管扩张症急性加重期患者的肺康复治疗提供一些新思路,在一定程度上减轻患者的疾病负担,提高生活质量。但应用该技术时电极精准定位难度较大,患者依从性难以控制,导致治疗效果差异较大,长期巩固治疗的效果仍需进一步观察随访。相信随着科技进步及技术的完善,将来一定会出现更加精密、实用的仪器,使患者能够随时享受 EDP 技术所带来的益处,改善生活品质。

### 参考文献

- [1] 支气管扩张症专家共识撰写协作组,中华医学会呼吸病学分会感染学组. 中国成人支气管扩张症诊断与治疗专家共识[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2021,44(4):311-321.
- [2] 刘学东,赵伟业,张淑立,等. 成人支气管扩张症的研究进展[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2020, 43(10):902-905.
- [3] MA Y, LIU D, JI Y, et al. Clinical features related to hospital expenses for non-cystic fibrosis bronchiectasis in-China[J]. J Int Med Res, 2020,48(6):300060520931616.
- [4] GUAN W J, HAN X R, ROSA-CARRILLO D, et al. The significant global economic burden of bronchiectasis:a pending matter[J]. Eur Respir J, 2019,53(2):1802392.
- [5] GOLOGANU D. Dynamic hyperinflation-the main mechanism of decreased exercise tolerance in patients with COPD [J]. Pneumologia, 2013, 62(2):102-105.
- [6] 黄渝,王增旭,龚雨叶,等. 膈肌锻炼促进肺癌病人肺康复的研究进展[J]. 全科护理, 2022, 20(2):187-191.
- [7] 肖飞,陈钢. 膈神经功能与膈肌起搏研究的现状与进展[J]. 医学综述, 2004, 11(9):545-546.
- [8] 朱允和,马路景. 体外膈肌起搏在临床疾病中的研究进展[J]. 中国继续医学教育, 2021, 13(22):117-120.
- [9] 曾娟利,胡瑞成. 体外膈肌起搏的临床应用及研究进展[J]. 临床与病理杂志, 2017, 37(9):1978-1984.
- [10] 邹盛国. 体外膈肌起搏对恢复期脑卒中患者呼吸功能的影响[D]. 合肥:安徽医科大学, 2019.
- [11] YU H, TEO J, CHEW J W, et al. Dry powder inhaler formulation of high-payload antibiotic nanoparticle complex intended for bronchiectasis therapy: spray drying versus spray freeze drying preparation[J]. Int J Pharm, 2016, 499(1/2):38-46.
- [12] 朱元钰,陈文彬. 呼吸病学[M]. 北京:人民卫生出版社, 2003:892.
- (收稿日期:2022-11-08 修回日期:2023-01-11)
- (上接第 780 页)
- [13] GARCIA R, SALLUH JI F, ANDRADE T R, et al. A systematic review and meta-analysis of propofol versus midazolam sedation in adult intensive care (ICU) patients[J]. J Crit Care, 2021, 64:91-99.
- [14] ANDRADE T R, SALLUH JI F, GARCIA R, et al. A cost-effectiveness analysis of propofol versus midazolam for the sedation of adult patients admitted to the intensive care unit[J]. Rev Bras Ter Intensiva, 2021, 33(3):428-433.
- [15] PREETHY N A, SOMASUNDARAM S. Sedative and behavioral effects of intranasal midazolam in comparison with other administrative routes in children undergoing dental treatment - a systematic review[J]. Contemp Clin Dent, 2021, 12(2):105-120.
- [16] 张姝红,晏明君. 右美托咪定对无创正压通气呼吸衰竭患者的镇静、镇痛效果以及对呼吸系统的影响[J]. 广西医学, 2020, 42(21):2813-2816.
- [17] 姜锋,张莉,梁冲. 右美托咪定与丙泊酚对颅脑外伤患者的镇静效果、血流动力学及脑保护作用比较[J]. 中国现代医学杂志, 2020, 30(22):86-90.
- [18] 张日霖,陈淑玲,李庆军,等. 右美托咪定在无创正压机械通气治疗急性左心衰竭中的应用[J]. 广东医学院学报, 2018, 36(4):473-475.
- (收稿日期:2022-09-27 修回日期:2022-11-17)