

# 支气管热成形术对第一秒用力呼气容积占预计值的百分比<60%重症哮喘患者的疗效及安全性

龙发 钟定 黄文婷 龙亮 胡凤波 付鹏 胡斯育

中国科学院大学深圳医院呼吸与危重症医学科,深圳 518106

通信作者:钟定,Email: drzhongding@sina.com

**【摘要】** 目的 探讨支气管热成形术(BT)对第一秒用力呼气容积(FEV<sub>1</sub>)占预计值的百分比(FEV<sub>1</sub>% 预计值)<60%重症哮喘患者的疗效及安全性。方法 对2016年1月至2018年1月在中国科学院大学深圳医院行BT治疗的75例哮喘患者进行回顾性分析,患者根据治疗前的FEV<sub>1</sub>% 预计值分为两组:FEV<sub>1</sub>% 预计值<60%组(39例)、FEV<sub>1</sub>% 预计值≥60%组(36例)。对两组患者治疗前后的激素用量、急性发作次数、哮喘控制测试(ACT)评分、肺功能改变及治疗后3周不良反应等进行比较。结果 FEV<sub>1</sub>% 预计值<60%组治疗前口服泼尼松用量、吸入布地奈德罗用量、急性发作次数均>FEV<sub>1</sub>% 预计值≥60%组,ACT评分低于FEV<sub>1</sub>% 预计值≥60%组[ $M(Q_1, Q_3)$ , 10.00(0, 20.00)比0(0, 3.75)mg/d, 960(320, 960)比320(320, 640)μg/d, 5(4, 8)比4(4, 5)次/年, 13(9, 15)比17(13, 19)分]( $P$ 值均<0.05);其中BT治疗后1年FEV<sub>1</sub>% 预计值<60%组口服泼尼松用量仍偏高外[0(0, 5.00)比0(0, 0)mg/d]( $P=0.009$ ),其余各项指标在治疗后1年及治疗后2年两组间差异均无统计学意义( $P$ 值均>0.05);两组治疗后1、2年各项指标均好于治疗前( $P$ 值均<0.05),FEV<sub>1</sub>% 预计值<60%组BT治疗后2年吸入布地奈德量、急性加重次数均少于治疗前1年[320(320, 320)比320(320, 640)μg/d, 0(0, 0)比0(0, 1)次/年]( $P$ 值均<0.05),其余指标差异均无统计学意义( $P$ 值均>0.05);FEV<sub>1</sub>% 预计值≥60%组各指标治疗后2年与治疗前1年相比,除吸入布地奈德量外,差异均无统计学意义( $P$ 值均>0.05)。FEV<sub>1</sub>% 预计值<60%组治疗前、治疗后1年、治疗后2年FEV<sub>1</sub>、FEV<sub>1</sub>% 预计值均低于FEV<sub>1</sub>% 预计值≥60%组[FEV<sub>1</sub>: (1.21±0.41)比(2.26±0.80)L, (1.84±0.73)比(2.30±0.78)L, (1.70±0.66)比(2.38±0.76)L;FEV<sub>1</sub>% 预计值: 46.2(38.5, 53.7)%比80.8(66.5, 93.6)%、60.1(48.2, 71.6)%比87.4(68.5, 96.5)%、58.5(48.6, 74.8)%比86.6(73.0, 97.3)%]( $P$ 值均<0.05);FEV<sub>1</sub>% 预计值<60%组治疗后1、2年的FEV<sub>1</sub>、FEV<sub>1</sub>% 预计值均高于治疗前( $P$ 值均<0.05);FEV<sub>1</sub>% 预计值≥60%组治疗前后各时点FEV<sub>1</sub>差异均无统计学意义( $P$ 值均>0.05),但治疗后2年FEV<sub>1</sub>% 预计值高于治疗前( $P<0.05$ );两组各项不良事件发生情况差异均无统计学意义( $P$ 值均>0.05)。结论 BT可明显改善FEV<sub>1</sub>% 预计值<60%的重症哮喘患者的肺功能,降低急性发作次数及激素用量,安全有效。

**【关键词】** 哮喘; 治疗学; 支气管热成形术; 肺功能

DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20200119-00127

## Analysis of the safety and efficacy of bronchial thermoplasty for severe asthma with the first second forced expiratory volume (FEV<sub>1</sub>) as a percentage of the predicted value (FEV<sub>1</sub>%pred)<60%

Long Fa, Zhong Ding, Huang Wenting, Long Liang, Hu Fengbo, Fu Peng, Hu Siyu

Department of Respiratory Medicine, Shenzhen Hospital of Chinese Academy of Sciences, Shenzhen 518106, China

Corresponding author: Zhong Ding, Email: drzhongding@sina.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the efficacy and safety of bronchial thermoplasty (BT) in severe asthma patients with the first second forced expiratory volume (FEV<sub>1</sub>) as a percentage of the predicted value (FEV<sub>1</sub>%pred)<60%. **Methods** A retrospective analysis was performed on 75 patients with asthma who were treated with BT at Shenzhen University Hospital of the Chinese Academy of Sciences from January 2016 to January 2018. The patients were divided into two groups based on the FEV<sub>1</sub>%pred before treatment: FEV<sub>1</sub>%pred <60% group (39 cases) and FEV<sub>1</sub>%pred ≥60% group (36 cases). Comparative analysis of

glucocorticoid consumption, times of acute attack, asthma control test (ACT) score, changes in lung function, and adverse reactions at 3 weeks after treatment were performed between the two groups of patients.

**Results** Before BT treatment, the consumption of oral prednisone, the amount of budesonide inhaled, and the times of acute attack [ $M(Q_1, Q_3)$ ] in the  $FEV_1\%pred < 60\%$  group were significantly greater than those in the  $FEV_1\%pred \geq 60\%$  group, and the ACT score was significantly lower than the  $FEV_1\%pred \geq 60\%$  group [10.00 (0, 20.00) vs 0(0, 3.75) mg/d, 960 (320, 960) vs 320 (320, 640)  $\mu\text{g}/\text{d}$ , 5(4, 8) vs 4 (4, 5) times/year, 13 (9, 15) vs 17 (13, 19) scores] (all  $P < 0.05$ ). Except that the oral prednisone dosage in the  $FEV_1\%pred < 60\%$  group was still higher 1 year after treatment [0 (0, 5.00) vs 0 (0, 0) mg/d] ( $P = 0.009$ ), there was no significant difference in the remaining indicators between the two groups 1 year after treatment and 2 years after treatment (all  $P > 0.05$ ). After 1 year and 2 years of treatment, all indicators in the two groups were better than before treatment (all  $P < 0.05$ ). The inhaled budesonide amount and the times of acute exacerbation in the  $FEV_1\%pred < 60\%$  group 2 years after treatment were less than those 1 year after treatment [320 (320, 320) vs 320 (320, 640)  $\mu\text{g}/\text{d}$ , 0 (0, 0) vs 0(0, 1) times/year] (all  $P < 0.05$ ), and there was no significant difference in the remaining indicators. In the  $FEV_1\%pred \geq 60\%$  group, there was no significant difference between 2 years after treatment and 1 year after treatment in the above indicators except the amount of inhaled budesonide (all  $P > 0.05$ ). In the  $FEV_1\%pred < 60\%$  group,  $FEV_1$  and the  $FEV_1\%pred$  were significantly lower than the  $FEV_1\%pred \geq 60\%$  group before treatment, 1 year after treatment and 2 years after treatment [ $FEV_1: (1.21 \pm 0.41)$  vs  $(2.26 \pm 0.80)\text{L}$ ,  $(1.84 \pm 0.73)$  vs  $(2.30 \pm 0.78)\text{L}$ ,  $(1.70 \pm 0.66)$  vs  $(2.38 \pm 0.76)\text{L}$ ;  $FEV_1\%pred: 46.2 (38.5, 53.7)\%$  vs  $80.8(66.5, 93.6)\%$ ,  $60.1 (48.2, 71.6)\%$  vs  $87.4 (68.5, 96.5)\%$ ,  $58.5 (48.6, 74.8)\%$  vs  $86.6 (73.0, 97.3)\%$ ] (all  $P < 0.05$ ). In the  $FEV_1\%pred < 60\%$  group,  $FEV_1$  and  $FEV_1\%pred$  1 year after treatment and 2 years after treatment were all increased compared with before treatment (all  $P < 0.05$ ). In the  $FEV_1\%pred \geq 60\%$  group, there was no statistical difference in  $FEV_1$  at each time point before and after treatment (all  $P > 0.05$ ), but the  $FEV_1\%pred$  at 2 years after treatment was higher than before treatment ( $P < 0.05$ ). There were no significant differences in adverse events between the two groups (all  $P > 0.05$ ). **Conclusion** BT can significantly improve the lung function, reduce the times of acute attack and the dosage of glucocorticoids in severe asthma patients with  $FEV_1\%pred < 60\%$ , which is safe and effective.

**【Key words】** Asthma; Therapeutics; Bronchial thermoplasty; Lung function  
DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20200119-00127

重症哮喘可影响5%~10%的哮喘患者,给个人和社会带来了沉重负担,据统计全球哮喘所致费用甚至超过结核与艾滋病的总和<sup>[1]</sup>。支气管热成形术(BT)带来曙光,然而目前BT指南基本将第一秒用力呼气容积( $FEV_1$ )占预计值的百分比( $FEV_1\%$ 预计值) $< 60\%$ 、住院超过3个月、每日口服糖皮质激素(激素)剂量 $> 10\text{mg}$ 等最重的患者排除在外。在临床上,这部分患者恰恰因为对药物的不敏感而需要BT治疗,但BT治疗对这部分患者的疗效和安全性尚未见较为专项、系统的论述,使得临床医师在面对该群患者时是否使用BT心存疑虑。本研究采用回顾性队列研究方法,分析了对 $FEV_1\%$ 预计值 $< 60\%$ 的重症患者进行BT治疗2年后的资料,综合评估BT治疗后的效果。

## 对象与方法

### 一、对象

1.对象来源:回顾性分析2016年1月—2018年1月在中国科学院大学深圳医院呼吸科行BT治疗

的75例重症哮喘患者。

2.纳入标准:(1)年龄 $\geq 18$ 岁,能够阅读、理解并签署BT书面知情同意书;(2)能够接受支气管镜检查;(3)达到重度哮喘的诊断标准即:①符合我国哮喘防治指南中哮喘的诊断标准;②排除患者治疗依从性不良,并处理诱发加重或使哮喘难以控制的因素;③按照我国哮喘防治指南,采用第4级治疗方案,即 $> 2$ 种控制性药物规范治疗和管理 $> 6$ 个月,尚不能达到理想效果。

3.排除标准:(1)已知对利多卡因、阿托品和苯环类等过敏;(2)体内有植入电子装置如埋入式起搏器等;(3)行麻醉或支气管镜检查会增加风险的患者(如妊娠、胰岛素依赖性糖尿病、癫痫)或其他显著增加病死率的疾病(如未控制的冠心病、急性或慢性肾功能衰竭、未控制的高血压);(4)急性呼吸道感染;(5)2周内哮喘急性发作;(6)进行操作前不能停止应用抗凝药物或抗血小板药物,有血友病等出血性疾病的患者;(7)其他呼吸系统疾病,包括上气道机械性阻塞、囊性纤维化、未控制的阻塞性睡眠呼吸暂停等;(8)48 h内进行过支气管镜

检查且速效支气管舒张剂用量>12 掀/d。

本研究经中国科学院大学深圳医院科研审查伦理委员会批准(批号:GKDSY-LL-XJS-2018003),所有患者均同意参与本研究并签署知情同意书。

## 二、方法

1. 分组:75 例患者根据 FEV<sub>1</sub>% 预计值分为两组:FEV<sub>1</sub>% 预计值<60% 组(39 例)、FEV<sub>1</sub>% 预计值≥60% 组(36 例)。

2. BT 手术过程:手术设备包括 Alair 支气管热成形系统(美国 Asthmatx Inc 公司),支气管镜(BF260,日本 Olympus 公司)。所有患者均分 3 次进行,每次间隔 3 周,第 1 次为右肺下叶、第 2 次左肺下叶、第 3 次双肺上叶行热成形术。全身静脉麻醉后将支气管镜经患者口腔喉罩插入支气管中,到达选定肺叶的支气管远端,在支气管镜直视下,伸出加热导管,消融探头从≥3 mm(一般为 V 级支气管)的小气道至叶支气管开口,由远及近按一定顺序逐个处理各气道,每次射频时间持续 10 s,而后将加热导管向近端移动约 5 mm 进行下一次烧灼,直至选定肺叶所有镜下可见直径 3~10 mm 支气管均完成烧灼,整个过程连续有序而不重复。术前和术后 3 d 给予患者静脉滴注甲基泼尼松龙 40 mg/d。同时给予患者抗生素预防感染,原哮喘维持药物不变。

3. 观察指标:(1)比较 2 组患者治疗前、治疗后 1、2 年激素用量、急性发作次数以及哮喘控制测试(ACT)评分;(2)分别于治疗前、治疗后 1、2 年检测两组患者的肺功能,包括 FEV<sub>1</sub> 以及 FEV<sub>1</sub>% 预计值。(3)统计 2 组治疗后呼吸不良事件发生情况,包括肺炎、节段性肺不张、咳嗽、痰多、胸闷胸痛、血丝痰、短暂喘息发作等。

## 三、统计学方法

采用 SPSS 19.0 统计软件,年龄、体质指数、FEV<sub>1</sub> 呈正态分布,用  $\bar{x} \pm s$  表示;治疗前后的各指标应用配对 *t* 检验进行差异分析,两组患者间的比较用独立样本的 *t* 检验;其余连续变量均呈偏态分布,用  $M(Q_1, Q_3)$  表示,采用 Mann-Whitney *U* 检验比较;频数和率的比较用  $\chi^2$  检验。双侧检验,检验水准  $\alpha=0.05$ 。

## 结 果

### 一、两组患者基本临床资料

两组患者基本临床资料比较差异均无统计学意义(均  $P>0.05$ )(表 1)。

表 1 两组重症哮喘患者基本临床资料比较

组别	例数	性别 (例, 男/女)	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	体质指数 (kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	吸烟史 (例,吸烟/ 戒烟/ 不吸烟)
FEV <sub>1</sub> % 预计值 <60% 组	39	26/13	53.7±13.3	23.4±3.8	10/11/18
FEV <sub>1</sub> % 预计值 ≥60% 组	36	18/18	48.1±11.9	23.6±3.6	14/10/12
$\chi^2/t$ 值		2.144	1.936	-0.214	1.797
<i>P</i> 值		0.143	0.057	0.831	0.407

注:FEV<sub>1</sub> 为第一秒用力呼气容积;FEV<sub>1</sub>% 预计值为 FEV<sub>1</sub> 占预计值的百分比

### 二、两组患者治疗前后激素用量、急性发作次数、ACT 评分

治疗前 FEV<sub>1</sub>% 预计值<60% 组口服泼尼松用量、吸入布地奈德量、急性发作次数均高于 FEV<sub>1</sub>% 预计值≥60% 组,而 ACT 评分低于 FEV<sub>1</sub>% 预计值≥60% 组( $P$  值均<0.05),经 BT 治疗后,除治疗后 1 年 FEV<sub>1</sub>% 预计值<60% 组口服泼尼松用量仍偏高外( $P=0.009$ ),余各项指标在治疗后 1、2 年两组差异均无统计学意义( $P$  值均>0.05);两组治疗后 1、2 年均较治疗前好转( $P$  值均<0.05);FEV<sub>1</sub>% 预计值<60% 组治疗后 2 年吸入布地奈德量、急性加重次数均显著少于治疗前 1 年( $P$  值均<0.05);FEV<sub>1</sub>% 预计值≥60% 组治疗后 2 年与治疗后 1 年相比,吸入布地奈德量有统计学意义( $P<0.05$ )(表 2)。

### 三、两组患者治疗前后肺功能结果

FEV<sub>1</sub>% 预计值<60% 组治疗前及治疗后 1、2 年的 FEV<sub>1</sub>、FEV<sub>1</sub>% 预计值均低于 FEV<sub>1</sub>% 预计值≥60% 组( $P$  值均<0.05);FEV<sub>1</sub>% 预计值<60% 组治疗后 1、2 年的 FEV<sub>1</sub>、FEV<sub>1</sub>% 预计值均高于治疗前( $P$  值均<0.05);FEV<sub>1</sub>% 预计值≥60% 组治疗前、后各时点 FEV<sub>1</sub> 差异均无统计学意义( $P$  值均>0.05),但治疗后 2 年 FEV<sub>1</sub>% 预计值高于治疗前( $P<0.05$ )(表 3)。

### 四、两组患者治疗后 3 周内呼吸不良事件

两组治疗后 3 周内不良事件均以咳嗽、痰多、短暂喘息发作居多,两组不良事件发生情况差异均无统计学意义( $P$  值均>0.05)(表 4)。

## 讨 论

尽管多数哮喘患者的肺功能可保持正常或接近正常,但重症哮喘患者多会出现肺功能持续下降<sup>[2]</sup>。大量研究证实,哮喘患者的肺功能与病情密

表2 两组重症哮喘患者BT治疗前后激素用量、急性发作次数、ACT评分比较[M(Q<sub>1</sub>, Q<sub>3</sub>)]

指标及时间	FEV <sub>1</sub> % 预计值<60%组(39例)	FEV <sub>1</sub> % 预计值≥60%组(36例)	Z值	P值
口服泼尼松量(mg/d)				
治疗前	10.00(0, 20.00)	0(0, 3.75)	-3.515	<0.001
治疗后1年	0(0, 5.00) <sup>a</sup>	0(0, 0) <sup>a</sup>	-2.615	0.009
治疗后2年	0(0, 0) <sup>a</sup>	0(0, 0) <sup>a</sup>	-0.380	0.704
吸入布地奈德量(μg/d)				
治疗前	960(320, 960)	320(320, 640)	-3.045	0.002
治疗后1年	320(320, 640) <sup>a</sup>	320(320, 320) <sup>a</sup>	-1.605	0.108
治疗后2年	320(320, 320) <sup>ab</sup>	320(320, 320) <sup>ab</sup>	-0.461	0.645
急性加重次数(次/年)				
治疗前	5(4, 8)	4(4, 5)	-3.298	0.001
治疗后1年	0(0, 1) <sup>a</sup>	0(0, 1) <sup>a</sup>	-0.589	0.556
治疗后2年	0(0, 0) <sup>ab</sup>	0(0, 0) <sup>a</sup>	-0.252	0.801
ACT(分)				
治疗前	13(9, 15)	17(13, 19)	-3.085	0.002
治疗后1年	22(21, 24) <sup>a</sup>	23(22, 24) <sup>a</sup>	-1.199	0.230
治疗后2年	22(21, 24) <sup>a</sup>	23(22, 24) <sup>a</sup>	-1.366	0.172

注:BT为支气管热成形术;ACT为哮喘控制测试;FEV<sub>1</sub>为第一秒用力呼气容积;FEV<sub>1</sub>% 预计值为FEV<sub>1</sub>占预计值的百分比;与本组治疗前相比,<sup>a</sup>P<0.05;与本组治疗后1年相比,<sup>b</sup>P<0.05

表3 两组重症哮喘患者BT治疗前后肺功能比较

指标	FEV <sub>1</sub> % 预计值<60%组(39例)	FEV <sub>1</sub> % 预计值≥60%组(36例)	t/Z值	P值
FEV <sub>1</sub> (L, $\bar{x} \pm s$ )				
治疗前	1.21±0.41	2.26±0.80	-7.077	<0.001
治疗后1年	1.84±0.73 <sup>a</sup>	2.30±0.78	-2.675	0.009
治疗后2年	1.70±0.66 <sup>ab</sup>	2.38±0.76	-4.136	<0.001
FEV <sub>1</sub> % 预计值[%, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]				
治疗前	46.2(38.5, 53.7)	80.8(66.5, 93.6)	-7.445	<0.001
治疗后1年	60.1(48.2, 71.6) <sup>a</sup>	87.4(68.5, 96.5)	-5.313	<0.001
治疗后2年	58.5(48.6, 74.8) <sup>a</sup>	86.6(73.0, 97.3) <sup>a</sup>	-5.324	<0.001

注:BT为支气管热成形术;FEV<sub>1</sub>为第一秒用力呼气容积;FEV<sub>1</sub>% 预计值为FEV<sub>1</sub>占预计值的百分比;与本组治疗前相比,<sup>a</sup>P<0.05;与本组治疗后1年相比,<sup>b</sup>P<0.05

表4 两组重症哮喘患者BT治疗后3周内呼吸不良事件比较[例(%)]

组别	例数	咳嗽	痰多	胸闷痛	血丝痰	节段性肺不张	肺炎	短暂喘息发作
FEV <sub>1</sub> % 预计值<60%组	39	36(92.3)	23(59.0)	13(33.3)	8(20.5)	2(5.1)	4(10.3)	21(53.8)
FEV <sub>1</sub> % 预计值≥60%组	36	34(94.4)	21(58.3)	12(33.3)	9(25.0)	3(8.3)	4(11.1)	19(52.8)
χ <sup>2</sup> 值		0.137	0.003	<0.001	0.215	0.309	0.014	0.009
P值		1.000	0.955	1.000	0.643	0.666	1.000	0.926

注:BT为支气管热成形术;FEV<sub>1</sub>为第一秒用力呼气容积;FEV<sub>1</sub>% 预计值为FEV<sub>1</sub>占预计值的百分比

密切相关,哮喘频繁急性发作可造成肺功能进行性丧失,肺功能低下则是哮喘加重的重要危险因素<sup>[3-5]</sup>。重症哮喘患者肺功能严重下降后急需给予有效的治疗以防止肺功能持续恶化,但临床对其治疗存在较大争议,如是否可行BT治疗。重症哮喘难于治疗的关键在于发病进程中出现了气道重塑,使呼吸道管腔变窄,持续气道阻塞<sup>[6-7]</sup>。BT治疗哮喘已被证实能有效改善气道重塑,进而缓解病情<sup>[8-11]</sup>。但

目前多数研究将FEV<sub>1</sub>% 预计值<60%的哮喘排除在BT治疗之外,原因是基于安全性考虑。但实际临床工作中,这类哮喘患者常规药物治疗并不能奏效,BT反而成为一个较好的选择。平滑肌增生肥大是气道重塑的重要病理学特点,d'Hooghe等<sup>[12]</sup>表明,BT术可减少气道平滑肌质量约50%,而FEV<sub>1</sub>与气道平滑肌质量的减少呈负相关,FEV<sub>1</sub>% 预计值较低的患者经BT治疗后,气道平滑肌质量减少

较多。

本研究从 2016 年开始使用 BT 治疗哮喘,经随访观察得出,FEV<sub>1</sub>% 预计值<60% 组哮喘患者治疗前口服波尼松用量、吸入布地奈德罗用量、急性发作次数均>FEV<sub>1</sub>% 预计值≥60% 组,ACT 分值低于 FEV<sub>1</sub>% 预计值≥60% 组,即 FEV<sub>1</sub>% 预计值<60% 组病情更重,但两组治疗后 1、2 年各项指标均较治疗前显著好转,且两组治疗后 1、2 年组间比较差异无统计学意义。可见,FEV<sub>1</sub>% 预计值<60% 组哮喘患者在使用 BT 治疗后获益更大。肺功能指标方面,FEV<sub>1</sub>% 预计值≥60% 组患者治疗前后肺功能稳定,FEV<sub>1</sub> 以及 FEV<sub>1</sub>% 预计值治疗前后比较差异无统计学意义,与目前国内外报道基本一致。但 FEV<sub>1</sub>% 预计值<60% 组患者治疗后 1、2 年肺功能较治疗前显著改善,治疗后 2 年较治疗后 1 年略有降低,但差异无统计学意义。该结果提示针对 FEV<sub>1</sub>% 预计值<60% 的重症哮喘患者进行 BT 治疗,不仅能明显改善年急性发作次数、ACT 分值和激素用量等状况,还能明显改善患者已经明显低下的肺功能,并且可以维持 2 年以上。其原因即在于 BT 热消融有效扩张了狭窄的气腔,改善气道重塑,进而改善肺功能。安全性方面本研究结果显示,两组各项呼吸不良事件发生率比较差异均无统计学意义,且两组治疗后 2 年内均未出现恶性心律失常、死亡等严重不良事件。提示,对 FEV<sub>1</sub>% 预计值<60% 的哮喘患者行 BT 治疗是安全可行的。

综上所述,对 FEV<sub>1</sub>% 预计值<60% 的重症哮喘患者进行 BT 治疗能有效改善肺功能指标,缓解病情,且不会明显增加呼吸不良事件的发生,其中 FEV<sub>1</sub>% 预计值<60% 的重症哮喘患者相对于 FEV<sub>1</sub>% 预计值≥60% 的患者 BT 治疗后获益更明显,值得进一步推广应用。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参 考 文 献

[1] 杨冬,侯东妮.重症哮喘的流行病学和疾病负担[J].中华结

核和呼吸杂志,2017,40(11):808-809. 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2017.11.004.

- [2] Lange P, Pamer J, Vestbo J, et al. A 15-year follow-up study of ventilatory function in adults with asthma[J]. *N Engl J Med*, 1998,339:1194-2000. DOI: 10.1056/NEJM199810223391703.
- [3] Kim JH, Chang HS, Shin SW, et al. Lung function trajectory types in never-smoking adults with asthma: clinical features and inflammatory patterns[J]. *Allergy Asthma Immunol Res*, 2018, 10(6): 614-627. DOI:10.4168/aaair.2018.10.6.614.
- [4] Ortega H, Yancey SW, Keene ON, et al. Asthma exacerbations associated with lung function decline in patients with severe eosinophilic asthma[J]. *J Allergy Clin Immunol Pract*, 2018, 6(3): 980-986. DOI: 10.1016/j.jaip.2017.12.019.
- [5] Huang S, Vasquez MM, Halonen M, et al. Asthma, airflow limitation and mortality risk in the general population[J]. *Eur Respir J*, 2015, 45(2): 338-346. DOI: 10.1183/09031936.00108514.
- [6] Castro M, Rubin A, Laviolette M, et al. Effectiveness and safety of bronchial thermoplasty in the treatment of severe asthma: a multicenter. Randomized, double, blind, sham-controlled clinical trial[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2010, 181(2): 116-124. DOI: 10.1164/rccm.200903-03540C.
- [7] James AL, Elliot JG, Jones RL, et al. Airway smooth muscle hypertrophy and hyperplasia in asthma[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2012, 185(10): 1058-1064. DOI: 10.1164/rccm.201110-18490C.
- [8] Pretolani M, Bergqvist A, Thabut G, et al. Effectiveness of bronchial thermoplasty in patients with severe refractory asthma: clinical and histopathological correlations[J]. *J Allergy Clin Immunol*, 2017, 139(4): 1176-1185. DOI: 10.1016/j.jaci.2016.08.009.
- [9] Facciolongo N, Di Stefano A, Pietrini V, et al. Nerve ablation after bronchial thermoplasty and sustained improvement in severe asthma[J]. *BMC Pulm Med*, 2018, 18(1): 29. DOI: 10.1186/s12890-017-0554-8.
- [10] Chakir J, Haj-Salem I, Gras D, et al. Effects of bronchial thermoplasty on airway smooth muscle and collagen deposition in asthma[J]. *Annals ATS*, 2015, 12(11): 1612-1618. DOI:10.1513/AnnalsATS.201507-4630C.
- [11] Benayoun L, Druilhe A, Dombret MC, et al. Airway structural alterations selectively associated with severe asthma[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2003, 167: 1360-1368. DOI: 10.1164/rccm.200209-10300C.
- [12] d'Hooghe JNS, Goorsenberg AWM, ten Hacken NHT, et al. Airway smooth muscle reduction after bronchial thermoplasty in severe asthma correlates with FEV<sub>1</sub>[J]. *Clin Exp Allergy*, 2019, 49(4):541-544. DOI: 10.1111/cea.13365.

(收稿日期:2020-01-19)

(本文编辑:宋国营 吕相征)