

# 球囊扩张术治疗气道狭窄的研究进展

李 婵<sup>1,2</sup>, 王在强<sup>2</sup>, 傅恩清<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>西安医学院, 陕西 西安

<sup>2</sup>空军军医大学第二附属医院呼吸与危重症医学科, 陕西 西安

收稿日期: 2022年6月13日; 录用日期: 2022年7月6日; 发布日期: 2022年7月19日

## 摘 要

气道狭窄是各种原因导致气管或支气管管腔直径变小, 严重时导致呼吸困难甚至窒息死亡。随着支气管镜介入术的不断发展, 球囊扩张术治疗良性气道狭窄短期成功率约70%~90%, 已成为治疗良性气道狭窄的主要方法, 也可作为治疗恶性气道狭窄的辅助方法。但目前对于球囊扩张方式、扩张压力、扩张时机以及球囊扩张的效果等尚无具体的参考。鉴于此, 本文将对球囊扩张术治疗气道狭窄的研究进展作一综述。

## 关键词

气道狭窄, 支气管镜, 球囊扩张

# Progress of Balloon Dilatation in the Treatment of Airway Stenosis

Chan Li<sup>1,2</sup>, Zaiqiang Wang<sup>2</sup>, Enqing Fu<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Xi'an Medical University, Xi'an Shaanxi

<sup>2</sup>Department of Pulmonary and Critical Care Medicine, The Second Affiliated Hospital of Air Force Military Medical University, Xi'an Shaanxi

Received: Jun. 13<sup>th</sup>, 2022; accepted: Jul. 6<sup>th</sup>, 2022; published: Jul. 19<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

Airway stenosis is a condition in which the diameter of the trachea and bronchi becomes smaller due to various reasons, leading to respiratory distress or even death by asphyxia in severe cases. With the development of bronchoscopic intervention, the short-term success rate of balloon dilatation for benign airway stenosis is about 70%~90%. It has become the main method for treating

\*通讯作者。

benign airway stenosis, and it can also be used as an auxiliary method for treating malignant airway stenosis. However, there is no specific reference on balloon dilation method, dilation pressure, timing of dilation and the effect of balloon dilation. In view of this, this article will review the application of balloon dilation in airway stenosis.

## Keywords

Airway Stenosis, Bronchoscopy, Balloon Dilatation

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

气道狭窄是各种原因导致的气管或支气管管腔直径变小,表现主要为不同程度的咳嗽、咳痰、呼吸困难等症状,症状通常与病变部位和气管狭窄程度有关[1] [2] [3]。对于任何原因引起的气管、支气管狭窄,如果不进行积极治疗,可能会进一步导致气管、支气管更严重的阻塞,导致远端病灶疗效不佳或分泌物引流不畅通,进而反复出现肺部感染和呼吸困难,甚至支气管闭塞,呼吸衰竭,危及患者的生命[4]。

气道狭窄的原因包括良性和恶性病变。良性气道狭窄是指各种良性疾病造成的气道狭窄,常见病因包括气管支气管结核、气管插管和气管切开[5] [6]。恶性气道狭窄一般指气道壁因各种原发及转移性恶性肿瘤引起的气道管腔狭窄,常见病因包括肺癌、食管癌等多种恶性肿瘤[7]。良性气道狭窄的传统治疗以外科手术为主,常见的手术方式是气管狭窄部位切除 + 端端吻合,但手术创伤大、风险高、恢复慢、并发症多,有时甚至出现吻合口再狭窄和吻合口瘘等严重并发症[8] [9]。此外,部分患者存在心肺功能不全、超长气道狭窄、声门下狭窄、严重感染等手术禁忌症,限制了外科手术的应用[10]。球囊扩张术能有效恢复气道的通畅,改善患者的临床症状[11] [12] [13],且与外科手术治疗相比,并发症少,球囊扩张术已成为治疗良性气道狭窄的主要方法,也可作为治疗恶性气道狭窄的辅助方法。目前,对球囊扩张气道狭窄的方式、压力、时机和效果尚存在争议,本文就球囊扩张术治疗气道狭窄的研究进展作一综述。

## 2. 球囊扩张术

球囊扩张术是借助导丝将球囊置于气道狭窄处,用高压枪泵将水注入球囊,使球囊膨胀并维持在高压状态,对气道造成由内向外的压力,导致管腔扩大。其原理是使患者的气道狭窄处形成多个纵向撕裂伤,并在修复过程中被纤维组织填充,达到扩大管径的目的[14]。

球囊扩张术最早应用于先天性心脏病等心血管疾病的治疗,自1988年首次使用球囊扩张术治疗结核性气管支气管狭窄以来,因球囊扩张术在治疗良性气道狭窄方面的显著优势,目前已成为治疗良性气道狭窄的主要方法[15] [16]。球囊扩张术治疗良性气道狭窄的优势包括:1) 操作简单安全,支气管以下气道采用局部麻醉即可;2) 治疗即刻起效,扩张后气道直径增加,阻塞症状迅速改善;3) 术后并发症少,术后出血、气胸、纵隔气肿等严重并发症减少。

## 3. 球囊扩张术在治疗良性气道狭窄中的应用

### 3.1. 球囊扩张术的适用类型

气道狭窄类型分为结构型和动力型。结构型狭窄主要指因瘢痕挛缩引起的气道直径缩小,球囊扩张

后管腔通常维持较长时间，治疗效果较好；动力型狭窄主要指由于气管软骨完整性受到破坏而引起的气道塌陷。因气道软化，球囊扩张治疗后效果不佳，因此，动力型气道狭窄通常需行支架置入术治疗[17]。

### 3.2. 球囊扩张术的扩张时机

治疗气道狭窄时合适的扩张时机对扩张效果至关重要。临床研究发现，在急性炎症期不适合行球囊扩张，如出现严重的气道狭窄(如气道阻塞等)，可使用临时金属支架或硅酮支架进行治疗，尽可能维持肺功能；在溃疡坏死期为保持气道通畅，可间歇进行球囊扩张，但不建议常规球囊扩张；在病变稳定期可使用球囊扩张狭窄的气道，如有必要，可联合针形电刀、激光烧灼切开瘢痕或去除肉芽组织[18]。我国良性气道狭窄的主要原因是气管支气管结核，对于结核引起的支气管狭窄，有研究表明球囊扩张的最佳时机是在气管支气管镜下的临床恢复期(即气管支气管结核急性炎症消退后，气道成熟瘢痕形成期前，通常为规范有效抗结核药物治疗 3~6 个月) [19]。翁丽珍[20]等认为术前应该充分进行抗结核治疗，综合治疗 6~8 周后行球囊扩张，可以提高扩张效果，对于增生期的早期支气管结核，重点是扩张阻塞的气道，保持气道通畅和引流通畅。罗林紫等[21]同样证实气道狭窄的恢复期行球囊扩张疗效好，治疗中无严重并发症且 6 个月后再狭窄率低。但有研究表明，进行球囊扩张的最佳时机为临床稳定期(即瘢痕期)，此时行球囊扩张可显著改善患者的肺功能，再狭窄率低于恢复期[22]。因为临床好转期患者气道可能存在少量坏死物附着于管壁中，且管壁黏膜红肿、充血等炎症表现易导致气道狭窄反复。目前临床中关于球囊扩张术治疗良性气道狭窄最佳时机的研究不多，因此，尚需对球囊扩张治疗良性气道狭窄的最佳时机进行大样本研究。

### 3.3. 球囊扩张术的扩张部位

临床上气道狭窄通常是多叶多段的支气管狭窄，选择球囊扩张部位时应遵循的原则有：1) 先易后难，通常先选择容易扩张的部位，再选择难扩张部位，2) 先近后远，先扩张左、右主支气管，再扩张肺叶、段支气管。在扩张过程中，主气道应保持通畅，对左、右主支气管狭窄扩张时，避免球囊扩张后长时间阻塞气管和对侧主支气管[23]。

### 3.4. 球囊的推送和定位

球囊的推送方式有两种，一种是先送入导丝，再插入支气管镜，在支气管镜外沿导丝送入球囊，可直视下对球囊施加压力，主要针对主支气管以下支气管扩张。一种是经过支气管镜操作孔直接送入球囊，主要用于远端较小气道的狭窄，特别是经导丝无法送入者。球囊扩张术中球囊的位置可通过注水后球囊向导管近端或远端滑动判断球囊插入过浅或过深，可采用适当减压重新调整球囊位置，或者可在患者深吸气、屏住呼吸时调整球囊位置。需要注意的是，无论球囊定位在何处，应能清楚看到球囊的外显影点，可用支气管镜透过水囊观察远端支气管情况，以协助确定球囊位置和远端支气管情况。

### 3.5. 球囊扩张术的扩张方式

球囊扩张术的扩张方式主要有两种：一是主气道球囊扩张，一般在全麻下间断扩张，扩张 3~5 次，每次扩张 3~5 分钟，可根据需要增加次数。单次扩张不能过长时间，否则引发呼吸心跳骤停的风险增加，即使血氧饱和度良好，二氧化碳升高同样可导致心跳骤停，应引起高度重视。二是主气道以下球囊扩张，一般在局麻下持续扩张，扩张时间可达 30~60 分钟，主支气管以下球囊扩张也可选择间断多次扩张法。

### 3.6. 球囊扩张术的扩张压力

球囊扩张术的压力是影响治疗效果的关键，如加压压力过高、过快容易引起气道壁的撕裂、出血，

行球囊扩张术时,应根据狭窄段支气管内径选用合适的球囊压力,避免发生危及生命的并发症,如严重的深度裂伤和纵隔气肿[24] [25] [26]。不同直径的球囊压力不同,如8 mm球囊(1114.575~1418.55 kPa)、10 mm球囊(1114.575~1317.225 kPa)、12 mm球囊(1114.575~1317.225 kPa)、15 mm球囊(911.925~1013.25 kPa) [27] [28]。球囊压力一般根据患者气道狭窄程度和部位确定,选取球囊的直径通常是狭窄部位程度的2~3倍。段支气管控制在2~5 atm,叶支气管控制在5~6 atm,左右主支气管控制在6~8 atm,必要时压力可增至10 atm,且缝隙状狭窄扩张压力应较低,环形狭窄扩张压力应较高[23]。

### 3.7. 球囊扩张术的扩张效果

球囊扩张术治疗良性气道狭窄短期成功率约70%~90%,长期成功率约6.3%~73.0% [29]。球囊扩张的短期效果较好,长期效果在一定程度上取决于气管支气管结核、气管插管、气管切开术等基础疾病的病理生理状态。姜君等[30]认为,球囊扩张对炎症浸润型、溃疡型和瘢痕型支气管结核气道狭窄有较好的疗效,但对肉芽增殖型支气管结核气道狭窄治疗效果欠佳,对于肉芽增生型气管支气管结核,应以清除增生肉芽组织,抑制局部肉芽组织增生为主,待局部炎症消退后行球囊扩张可获得一定疗效。黄治家等[31]认为,短期气道再狭窄的危险因素包括基础疾病(高血压、糖尿病)、局部感染、球囊扩张时机不当;长期气道再狭窄的危险因素主要是球囊扩张时机不当。有研究指出,有瘢痕家族史或瘢痕体质的患者,气道狭窄复发率较高[32]。冷冻治疗可以缓解气道瘢痕增生和缩窄,因此对瘢痕体质患者应采用球囊扩张联合冷冻治疗。对于瘢痕挛缩或韧性较强的瘢痕,尤其是长度<1 cm的蹼状网眼型狭窄气道,可先用针形电刀切割,使瘢痕松动,然后进行球囊扩张,更好地缓解患者症状[33]。赵岳等[34]通过将149例结核性支气管狭窄患者分为抗结核药物治疗组与抗结核药物联合支气管镜下球囊扩张术组,研究表明,行球囊扩张术患者肺功能恢复更理想,提示结核性支气管狭窄患者行球囊扩张术有利于增加支气管管径和改善肺功能。球囊扩张治疗气道狭窄后,无明显狭窄段延长,复发性狭窄较前轻[35]。球囊扩张术在良性气道狭窄的介入治疗中起着重要作用,其短期效果显著,可以与冷冻和支架置入等相结合,以巩固扩张的长期效果。当球囊扩张失败且需要多次扩张时,需考虑支架治疗。

## 4. 球囊扩张术在治疗恶性气道狭窄中的应用

随着支气管镜介入球囊扩张术在我国的快速发展和广泛应用,球囊扩张术可作为治疗恶性气道狭窄的辅助手段,在临床上适用于部分恶性气道狭窄患者,尤其是外压和管壁软骨损伤的患者[36]。中央气道狭窄,一般根据肿瘤是否单纯位于管腔内、管腔外、管腔壁、混合型。分别是:1)腔内型,肿瘤局限于管腔内,称为内源性或腔内性;2)管腔外型,肿瘤在管腔外,没有管腔内部分,气管狭窄是由于生长和压迫腔外肿瘤,且没有腔内组织和管壁损伤的,称为外压型,即腔外型;3)气管壁型,肿瘤沿着气管壁生长,基底较宽,气管壁较厚,可引起管腔狭窄;4)混合型,肿瘤在管腔内生长,也累及气管壁和管腔外。混合型通常起源于邻近气道的组织,并且随着肿瘤组织的生长,最终侵入气道壁和管腔。球囊扩张术可应用于单纯外压性重度狭窄,在行支气管镜下球囊扩张术后再置入支架;对于混合性狭窄若支架扩张效果不好时,可采用球囊扩张支架[7]。对于原发性气管内肿瘤,介入治疗越早越好。王洪武[37]等研究表明,腺样囊性癌和腺癌多为混合型,且病变段较长,可先用球囊导管扩张,再辅以内支架等治疗,结果显示,患者治疗效果良好。球囊扩张术可作为治疗恶性气道狭窄的辅助方法,多为姑息性治疗,可缓解症状、提高患者生活质量,并且可以为后续治疗提供机会。

## 5. 球囊扩张术的并发症

球囊扩张术的并发症主要包括出血、胸痛、气道黏膜撕裂、气胸、纵隔气肿、气道软化、气道再狭



窄。出血是最常见的并发症，但一般情况下出血不多，无需处理；出血多时可应用凝血酶或肾上腺素稀释后(1:10,000 局部用)。因此，通常行球囊扩张时需根据狭窄段支气管内径选择大小合适的扩张球囊，避免球囊直径过大引起严重气道撕裂大出血。部分患者在治疗过程中出现胸痛，大部分可以自行缓解，无需特殊治疗。球囊扩张后患者出现纵隔或颈部皮下气肿，是扩张时气管破裂引起的，一般休息后绝大部分可以自愈，此时让患者尽量减少咳嗽并给与预防抗感染治疗。有研究表明球囊扩张介入治疗后气道再狭窄率高达 40%~70% [25]。气道通畅维持时间是球囊扩张术后狭窄再复发的关键因素[38] [39]。研究表明，影响介入治疗术后气道通畅维持时间的因素包括气道狭窄程度、狭窄部位、麻醉方法及局部用药[40]，因此，医生在治疗的过程中应注意这些影响因素，以减少球囊扩张术的并发症。长期反复进行球囊扩张会增加患者的身体和经济负担，但与气道狭窄造成的后果相比，行球囊扩张术总体利大于弊。

## 6. 小结

球囊扩张术治疗良性气道狭窄时，应根据狭窄类型、部位和程度等选择合适的球囊直径、压力和扩张时间。球囊扩张术可维持病变部位气道开放，尽早实现肺复张，缓解患者临床症状，改善肺功能。支气管镜下球囊扩张的长期效果因狭窄类型不同治疗效果存在差异，因此需制定个体化治疗方案，联合其他治疗方法以提高疗效。虽然球囊扩张术已成为治疗气道狭窄的重要手段，但还存在许多亟待解决的问题。如何合理掌握球囊扩张压力、时机、时间，减少并发症等，都值得进一步探讨。

## 参考文献

- [1] Vinh, V.H., Khoi, N.V., Quang, N.V.D. and Khanh, H.Q. (2021) Surgical Repair for Post-Tuberculosis Tracheobronchial Stenosis. *Asian Cardiovascular & Thoracic Annals*, **29**, 26-32. <https://doi.org/10.1177/0218492320963972>
- [2] Fitzmaurice, G., Redmond, K., Fitzpatrick, D. and Bartosik, W. (2014) Endobronchial Cryotherapy Facilitates End-Stage Treatment Options in Patients with Bronchial Stenosis: A Case Series. *Annals of Thoracic Medicine*, **9**, 120-123. <https://doi.org/10.4103/1817-1737.128861>
- [3] 韦鹏, 吴丽娟, 周磊, 覃淑娟, 陈书平, 吴文彬, 等. 支气管镜下氩离子凝固术联合高频电刀及冷冻治疗气道狭窄的疗效观察[J]. 临床肺科杂志, 2021, 26(3): 370-374.
- [4] Sachdeva, A., Pickering, E.M. and Lee, H.J. (2015) From Electrocautery, Balloon Dilatation, Neodymium-Doped: Yttrium-Aluminum-Garnet (Nd:YAG) Laser to Argon Plasma Coagulation and Cryotherapy. *Journal of Thoracic Disease*, **7**, S363-S379.
- [5] Bibas, B.J., Cardoso, P.F.G., Salati, M., Minamoto, H., Luiz Tamagno, M.F., Terra, R.M., et al. (2018) Health-Related Quality of Life Evaluation in Patients with Non-Surgical Benign Tracheal Stenosis. *Journal of Thoracic Disease*, **10**, 4782-4788. <https://doi.org/10.21037/jtd.2018.07.80>
- [6] Shin, B., Kim, K., Jeong, B.H., Eom, J.S., Song, W.J., Kang, H.K., et al. (2017) Clinical Significance of Differentiating Post-Intubation and Post-Tracheostomy Tracheal Stenosis. *Respirology*, **22**, 513-520. <https://doi.org/10.1111/resp.12925>
- [7] Jin, F., Li, Q., Li, S., Wang, H., Bai, C., Zeng, Y., et al. (2019) Interventional Bronchoscopy for the Treatment of Malignant Central Airway Stenosis: An Expert Recommendation for China. *Respiration*, **97**, 484-494. <https://doi.org/10.1159/000497213>
- [8] 李小梦, 蒋露晰, 谷汝孟, 穆德广. 良性瘢痕性气道狭窄发病机制及治疗的研究进展[J]. 浙江医学, 2021, 43(8): 912-916.
- [9] 中华医学会呼吸病学分会. 良性中心气道狭窄经支气管镜介入诊治专家共识[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2017, 40(6): 408-418.
- [10] Tsakiridis, K., Darwiche, K., Visouli, A.N., Zarogoulidis, P., Machairiotis, N., Christofis, C., et al. (2012) Management of Complex Benign Post-Tracheostomy Tracheal Stenosis with Bronchoscopic Insertion of Silicon Tracheal Stents, in Patients with Failed or Contraindicated Surgical Reconstruction of Trachea. *Journal of Thoracic Disease*, **4**, 32-40.
- [11] Sethi, S., Gildea, T.R., Almeida, F.A., Cicienia, J.C. and Machuzak, M.S. (2018) Clinical Success Stenting Distal Bronchi for “Lobar Salvage” in Bronchial Stenosis. *Journal of Bronchology & Interventional Pulmonology*, **25**, 9-16. <https://doi.org/10.1097/LBR.0000000000000422>

- [12] Yaguchi, D., Kimura, H., Inoue, N. and Ichikawa, M. (2019) Tuberculous Bronchial Stenosis Treated with Balloon Dilatation. *QJM*, **112**, 539-540. <https://doi.org/10.1093/qjmed/hcy307>
- [13] Lee, K.C.H., Tan, S., Goh, J.K., Hsu, A.A.L. and Low, S.Y. (2020) Long-Term Outcomes of Tracheobronchial Stenosis Due to Tuberculosis (TSTB) in Symptomatic Patients: Airway Intervention vs. Conservative Management. *Journal of Thoracic Disease*, **12**, 3640-3650. <https://doi.org/10.21037/JTD-20-670>
- [14] 杨守峰, 苏菲菲, 张抱一, 戴建义, 黄默荷, 陈贤豪, 等. 电子纤维支气管镜下球囊扩张术治疗结核性支气管狭窄(附 52 例临床分析)[J]. 中国防痨杂志, 2017, 39(3): 309-311.
- [15] Yeh, Y., Yeh, Y., Liu, C., Wu, F.Y., Soong, W.J., Lee, Y.S., et al. (2019) A Combination of Tracheoplasty and Tracheal Stenting Is an Acceptable Method of Treating Severe Congenital Tracheobronchial Stenosis under Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Journal of Pediatric Surgery*, **54**, 2492-2497. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2019.08.043>
- [16] Cho, Y.C., Kim, J.H., Park, J., Shin, J.H., Ko, H.K., Song, H.Y., et al. (2015) Tuberculous Tracheobronchial Strictures Treated with Balloon Dilatation: A Single-Center Experience in 113 Patients during a 17-Year Period. *Radiology*, **277**, 286-293. <https://doi.org/10.1148/radiol.2015141534>
- [17] Freitag, L., Ernst, A., Unger, M., Kovitz, K. and Marquette, C.H. (2007) A Proposed Classification System of Central Airway Stenosis. *European Respiratory*, **30**, 7-12. <https://doi.org/10.1183/09031936.00132804>
- [18] Hanaoka, J., Ohuchi, M., Kaku, R., Okamoto, K. and Ohshio, Y. (2019) Bronchoscopic Balloon Dilatation Combined with Laser Cauterization of High and Long Segmental Tracheal Stenosis Secondary to Endobronchial Tuberculosis: A Case Report. *Respiratory Medicine Case Reports*, **28**, Article ID: 100917. <https://doi.org/10.1016/j.rmcr.2019.100917>
- [19] 胡智敏, 靖秋生, 吴鸣镛, 张建爽, 向嵘, 程娅雯, 等. 结核性气道狭窄患者行球囊扩张治疗的最佳时机探讨[J]. 中国防痨杂志, 2019, 41(3): 283-287.
- [20] 翁丽珍, 陈晓红, 林剑东, 郭志平, 陈秀平, 廖小琴, 等. 经支气管镜球囊扩张治疗气管、支气管结核时机选择及疗效分析[J]. 中国临床医生杂志, 2017, 45(10): 42-45.
- [21] 罗林紫, 罗莉, 卢志斌, 丁衍, 罗海龙, 周磊, 等. 合并中心气道狭窄的溃疡坏死型支气管结核患者于临床好转期行球囊扩张治疗的疗效分析[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2021, 44(3): 237-242.
- [22] 田良东, 李俊, 陆光兵, 程德云. 不同时机行球囊扩张术对结核性气道狭窄患者肺功能及阻塞性肺炎的影响[J]. 临床肺科杂志, 2021, 26(10): 1463-1466+1480.
- [23] 刘波, 尹红军, 齐凤娥, 翟亚军, 王桂英, 张建华, 等. 电子支气管镜直视下高压球囊扩张术在良性气道狭窄治疗中应用技巧[J]. 实用医学杂志, 2016, 32(24): 4058-4061.
- [24] Mehmet, K., Melih, H., Nur, E.G. and Narin, N. (2019) Fiberoptic Bronchoscopic Balloon Dilatation of Bronchial Stenosis in Children. *Journal of Bronchology & Interventional Pulmonology*, **26**, 260-264. <https://doi.org/10.1097/LBR.0000000000000581>
- [25] 蒋德雄, 王红军, 张雪漫, 饶耀. 经支气管镜球囊扩张术治疗良性中心气道狭窄临床分析[J]. 中华肺部疾病杂志(电子版), 2020, 13(5): 639-642.
- [26] Li, L., Liang, Y., Li, Y., Xu, M.-P., Li, W.-T. and Liu, G.-N. (2018) Comparison between Traditional and Small-Diameter Tube-Assisted Bronchoscopic Balloon Dilatation in the Treatment of Benign Tracheal Stenosis. *The Clinical Respiratory Journal*, **12**, 1053-1060. <https://doi.org/10.1111/crj.12627>
- [27] 叶伟杰, 黄雪芬, 高炎超. 支气管镜下球囊扩张术治疗结核性支气管狭窄的临床价值[J]. 中国医学创新, 2019, 16(8): 132-135.
- [28] 孙杨, 王瑜玲, 郭云, 刘玉珍, 戴二黑, 高会霞, 等. 纤维支气管镜下冷冻联合高压球囊扩张治疗瘢痕狭窄型气管支气管结核的效果观察[J]. 临床误诊误治, 2017, 30(4): 75-79.
- [29] Mondoni, M., Reossi, A., Carlucci, P., Centanni, S. and Sotgiu, G. (2017) Bronchoscopic Techniques in the Management of Patients with Tuberculosis. *International Journal of Infectious Diseases*, **64**, 27-37. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2017.08.008>
- [30] 姜君. 支气管球囊扩张术治疗支气管结核气道狭窄的疗效[J]. 职业与健康, 2014, 30(23): 3486-3488.
- [31] 黄治家, 谭小武, 吴昆鹏, 言彩红. 良性中心气道狭窄支气管镜介入治疗术后近远期再狭窄相关因素分析[J]. 蛇志, 2017, 29(2): 135-138.
- [32] Rojas-Solano, J. and Becker, H.D. (2011) Bronchoscopic Application of Mitomycin-C as Adjuvant Treatment for Benign Airway Stenosis. *Journal of Bronchology & Interventional Pulmonology*, **18**, 53-55. <https://doi.org/10.1097/LBR.0b013e318205be75>
- [33] Fernando, H.C., Dekeratry, D., Downie, G., Finley, D., Sullivan, V., Sarkar, S., et al. (2011) Feasibility of Spray

- Cryotherapy and Balloon Dilation for Non-Malignant Strictures of the Airway. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, **40**, 1177-1180. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2011.02.062>
- [34] 赵岳, 李鹏飞, 安福成. 支气管镜下球囊扩张术对结核性支气管狭窄患者肺功能的影响研究[J]. 武警后勤学院学报(医学版), 2021, 30(12): 68-70.
- [35] Liang, W., Hu, P., Guo, W., Su, Z., Li, J. and Li, S. (2019) Appropriate Treatment Sessions of Flexible Bronchoscopic Balloon Dilation for Patients with Nonmalignant Central Airway Stenosis. *Therapeutic Advances in Respiratory Disease*, **2019**, Article ID: 1023400290. <https://doi.org/10.1177/1753466619831966>
- [36] Liang, Y.L., Liu, G.N., Zheng, H.W., Li, Y., Chen, L.C., Fu, Y.Y., *et al.* (2015) Management of Benign Tracheal Stenosis by Small-Diameter Tube-Assisted Bronchoscopic Balloon Dilatation. *Chinese Medical Journal*, **128**, 1326-1330. <https://doi.org/10.4103/0366-6999.156776>
- [37] 王洪武, 张楠, 李冬妹, 陶梅梅, 张洁莉, 邹珩, 等. 恶性复杂中央气道病变的气管镜介入治疗[J]. 中国肺癌杂志, 2016, 19(12): 854-858.
- [38] Li, T., Fu, P.J., Han, X.W., Ma, J., Zhu, M., Li, Z., *et al.* (2020) Repeated Balloon Dilatation with Long-Term Biliary Drainage for Treatment of Benign Biliary-Enteric Anastomosis Strictures: A STROBE-Compliant Article. *Medicine*, **99**, e22741. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000022741>
- [39] Dhondt, E., Vanlangenhove, P., Van Vlierberghe, H., Troisi, R., De Bruyne, R., Huyck, L., *et al.* (2019) Benign Anastomotic Biliary Strictures Untreatable by ERCP: A Novel Percutaneous Balloon Dilatation Technique Avoiding Indwelling Catheters. *European Radiology*, **29**, 636-644. <https://doi.org/10.1007/s00330-018-5526-8>
- [40] 王婷, 张杰, 邱小建, 王娟, 裴迎华, 王玉玲. 气管镜下介入治疗瘢痕性气道狭窄的有效性及影响因素分析[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2020, 43(9): 784-790.