

儿童喉软化症的研究进展*

张亚敏¹ 王智楠¹ 夏忠芳^{1△}

[关键词] 儿童;喉软化症;进展

doi:10.13201/j.issn.1001-1781.2017.02.023

[中图分类号] R767.3 [文献标志码] A

Research progress of laryngomalacia in children

Summary Laryngomalacia is defined as a supraglottic collapse of the glottis, resulting in intermittent airflow obstruction and associated wheezing. This disease is the most common cause of stridor in neonates and infants. Associated feeding difficulties are present in approximately half of the children. A definitive diagnosis can generally be made with flexible fiberoptic laryngoscopy. The disorder is most often self-limited with resolution of symptoms within the first 24 months of life, and the majority of children can thus be managed conservatively. The approximately 5%–20% of children with severe or refractory disease may require more aggressive intervention, most commonly in the form of transoral supraglottoplasty. High success rates and a low rate of complications have been reported for this procedure in otherwise healthy children. Children with syndromes or medical comorbidities are more likely to have complications or persistent symptoms after supraglottoplasty and may require additional interventions.

Key words children; throat softening; progress

喉软化症被定义为吸气时声门上结构塌陷导致间歇性气流受阻并产生相关喘鸣。该病是新生儿和婴儿最常见的喘鸣病因,占 60%~70%^[1],其中男性约为女性的 2 倍,将近一半的患儿伴有喂养困难,一般可通过纤维喉镜检查确诊。该病在 24 个月之前多半可自愈,绝大多数患儿适当控制即可,将近 5%~20% 的重度喉软化患儿需要手术治疗,最常见的方式即经口声门上成形术^[2-3]。

1 发病机制

喉软化症发病机制尚不明确,目前有几种假说:包括解剖学说、软骨学说、神经学说或三者的结合。历史上,喉软化症被认为代表着喉软骨的解剖异常。该理论有前瞻性研究支持,重度喉软化症患儿与正常患儿相比表现其杓会厌皱襞至声门长度比例较低^[4],但却难以解释为什么某些有类似喉部体征的患儿没有症状。虽然喉软骨发育迟缓是一重要因素,但未在组织学上得到证明。此外,相对于足月新生儿,早产儿并没有更高的发病率^[5]。最近,关注点聚焦于神经肌肉病原学,该观点得到喉软化症婴儿生理学研究的支持;Thompson 等^[6]发现喉软化症包含了喉部发声和感觉运动等综合功能的改变,这也解释了喉软化患儿出现的喂养困难问题。另外组织学研究也证实与正常年龄对照比较,重度喉软化症患儿喉上神经分支存在显著差

异^[7]。

2 临床表现

喉软化症相关的特征性高调吸气性喘鸣并不总是出现在刚出生时,一般在出生后 2~4 周渐渐变得明显,4~8 月龄症状可能加重,12~24 月龄有好转。喘鸣可因烦躁、哭闹、进食、上呼吸道感染或仰卧位恶化。轻中度患儿的喘鸣在睡眠时可减轻或缓解。将近 5%~20% 的患儿呼吸问题多集中出现为阻塞性睡眠呼吸暂停、呼吸急促、呼吸困难、呼吸窘迫或者低氧血症。对大多数重症患儿,如果没有适合的治疗可能发展至肺动脉高压和肺源性心脏病^[6]。喂养困难出现在将近一半的轻中度喉软化症患儿以及几乎全部的重度病例,并且涵盖了咳嗽、误吸、发作紫绀、反流、呕吐以及进食缓慢。在更多的重度患者,复发性吸入性肺炎或者因消耗及热量减少致生长缓慢,出现需要增加呼吸功以提高代谢需求^[8]。

尽管喉软化症最常出现于婴儿期,但有时候症状仅是偶尔出现或者稍晚才发生。在状态依赖型喉软化症,患儿仅在夜间出现症状,可能早期还做了腺样体扁桃体切除手术。当症状持续,睡眠状态下的内镜检查可显示与喉软化症符合的声门上塌陷^[9]。在较大患儿还可能看到喉软化仅在运动后明显,可能被误诊为反常声带运动障碍,运动后的纤维喉镜可区分这 2 种状态。

3 诊断

喉软化症的典型临床诊断基于因进食、烦躁、仰卧位或哭闹时加重的吸气性喘鸣。有关病史应包括出生情况(包括胎龄和有无气管插管)、先天性

* 基金项目:武汉市卫生局临床医学科研项目(No: WX14A07)

¹ 华中科技大学同济医学院附属武汉儿童医院(武汉市妇幼保健院)耳鼻咽喉科(武汉,430016)

△ 审校者

通信作者:王智楠, E-mail: locke001@163.com; 夏忠芳, E-mail: zhfxia2005@163.com

或遗传学畸形、呼吸道症状加重或缓解因素以及喂养相关的发育迟滞、误吸或者作呕、反流症状或者继发的肺炎。体检应包括身高、体重、呼吸循环周期的呼吸音,测定呼吸周期的胸廓运动或漏斗胸及肺部听诊。

喉软化症的确诊绝大多数患者(88%)有赖于经鼻软性纤维喉镜^[10]。操作由家属抱着清醒的患儿,一般不需要镇静。应避免表面麻醉药的使用,因其可能加剧气道塌陷甚至要改变检查方式。特征性表现包括吸气性声门上塌陷,伴有因缩短的杓会厌皱襞导致的声带显示不清,杓状软骨向气道塌陷,后声门区水肿或者一个Ω形卷曲或者后屈的会厌。喉镜下将金属吸引管置于喉入口处,其吸引负压会引起会厌和杓状软骨向喉腔内脱垂,称为Narey征阳性。借此可获得最直接的诊断依据^[11]。Roger等^[12]制定了重度喉软化的诊断标准:①平静时呼吸困难和(或)活动时重度呼吸困难;②进食困难;③身高和体重增长迟缓;④睡眠窒息或阻塞性通气不足;⑤无法控制的胃食管反流;⑥有因阻塞性呼吸困难而行气管插管术的病史;⑦活动时低氧血症;⑧活动时高CO₂血症;⑨随窒息或阻塞性通气不足加重而出现睡眠监测的异常记录。

目前也有研究指出3D内镜检查可能是一个更好的选择。Gaudreau等^[13]报道3D内镜可提高复杂气道解剖结构的显像。喉软化声门上解剖学结构使用3D技术可以得到更好的呈现。3D内镜的使用可能允许了更为精确的组织切除。手术结果和并发症与传统2D技术相近。

Holinger分类把喉软化症分为5类来描述不同机制引起的畸形,但这种分类并不适用于临床。因为Holinger分类中I、III型有相同点,II、IV型也有类似之处。Olney等^[14]于1999年对喉软化症的分型进行了改进,I型为杓状软骨黏膜脱垂,吸气时向内塌陷;II型为会厌卷曲呈管状,杓会厌皱襞短缩并且吸气时向内塌陷;III型为会厌后移,吸气时阻塞声门。

4 相关并发症

据报道,喉软化症最常见的并发症是胃食管或喉咽的反流性疾病。65%~100%的喉软化症患儿有反流性疾病^[15-16]。理论上,呼吸对抗阻塞的气道可产生升高的胸腔负压,很可能压制住食管括约肌的保护作用。反流可刺激喉黏膜,造成水肿,并因此加重气道塌陷。慢性反流可能也导致喉感知力下降,进一步加重误吸的风险。有证据表明抑酸可提高喉感知力^[17-18]。因此有些医生提倡对喉软化症患儿应进行常规pH值研究^[19]。然而,最近一项系统回顾评估喉软化症与胃酸反流关系的研究支持二者共存体的存在,但是仅发现有限的证据表明其有因果联系。

喉软化症患儿伴气道损害(SALs)的发病率同样是一个有争议的话题。据报道发生率为12%~64%,通常是气管软化、声门下狭窄和声带麻痹^[20-23]。继发性气道损害的临床意义也尚不明确。Mancuso等^[22]报道仅有4.7%的喉软化症患者和SALs需要手术。相反地,一项有200例婴儿的报道显示超过一半(51.7%)的受试者伴有SALs。这些看起来矛盾的现象,一个解释就是在一些报告中SALs的高发病率反映出不对称的患儿,与其他病例相比气道畸形患儿的危险大为增高。最近一项大数据报道支持该解释,在一家儿科三级护理中心,通过直接喉镜及支气管镜检查确诊了108例喉软化症患儿。将有其他气道疾病的患儿排除在外,包括有心血管或大血管畸形、早产、较长时间或重复气管插管、前期气道手术或急性感染。在剩余的91例患儿中仅测得7.7%的SALs^[24]。

多导睡眠监测也应用于怀疑由于喉软化症引起的夜间低氧血症或重度阻塞性睡眠呼吸暂停。据报道,喉软化症患者中枢性睡眠呼吸暂停的比例增高(46%),患儿最显著的是神经肌肉障碍、张力减退或其他综合征^[25]。相似地,超声心动图有助于评估先天性心脏缺损患儿的心功能障碍和心源性低氧血症的程度,二者可评估手术期间的发病率以及确定与喉软化症无关的残余低氧血症的可能性^[8]。

5 治疗

5.1 保守和内科治疗

间歇性或轻中度吸入性喘鸣和无相关喂养困难的患儿最终确诊后一般选择观察。应仔细监控有无适当的体重增长,呼吸或喂养症状有无恶化。轻中度呼吸系统疾病和轻度喂养困难的患儿,保守治疗也同样有效。喂养干预应包括饮用黏稠的配方或母乳,直立位较慢喂养,针对可能的反流性疾病进行药物治疗。许多患儿在1岁(平均7.6个月)时症状缓解^[2],其他患儿在18~24个月时也大都能够缓解。

5.2 手术治疗

一小部分喉软化症患儿保守治疗无效或表现出更为严重的呼吸及喂养困难,推荐手术治疗。手术适应证包括不能经口喂养、体重不增、生长发育停滞、神经精神发育迟缓、危及生命的呼吸道梗阻事件、肺动脉高压或肺心病、低氧血症或高碳酸血症等^[6]。

1920年有关于喉软化症出现部分会厌切除术及杓会厌皱襞切除术的零星报道;然而,接下来的60年里气管切开术仍占据着手术治疗的主流。改良的显微外科器械和技术的引入使得声门上成形术重新兴盛起来,包括使用耳科手术器械^[26]或CO₂激光^[27]分离杓会厌皱襞以及切除多余的杓状

软骨黏膜。随着喉显微手术器械的出现以及纤维光学技术的进步,经口声门上成形术得到了广泛的接受,在治疗重度喉软化症中基本取代了气管切开术^[28-30]。

声门上成形术的最终目的是还原或稳定喉部组织,阻止吸人性塌陷和气道阻塞。该操作通常在喉悬吊后保留自主呼吸的镇静状态下完成,必要时经口气管插管给氧,高频通气以及间歇气管插管有时也用于气道治疗。纤维喉镜可见解剖学结构异常,常实施部分会厌切除术、杓会厌皱襞分离术以及杓状软骨多余黏膜切除的联合处理方法。手术方式包括喉显微手术器械^[30]、动力吸切器^[31-32]或 CO₂ 激光^[31]。据报道其手术成功率相近^[33-34],因此手术器械和技术可由医生的偏好和训练而定。

会厌后移造成梗阻的患者必要时可行会厌固定术。相关报道行会厌软骨黏膜切除术,甚至联合行会厌及舌肌群的缝合术^[35-36]。Whymark 等^[36]也报道 58 例重度喉软化患儿行单独的会厌固定术后有 73% 的患儿出现喘鸣改善和体重增长。

5.3 术后护理

推荐强有力的药物抗反流治疗和床头抬高可减轻水肿,减少因胃酸刺激裸露的黏膜表面导致的瘢痕组织或肉芽形成。短期全身使用糖皮质激素可减少水肿和气道梗阻^[8]。患儿可能需要术后插管,不过术后不久或者术后第 1 天就可拔管,拔管时间有赖于患儿年龄、严重程度以及症状的改善程度^[8]。

尽管患儿术后常规使用监护病床,但最近一项研究对 65 例其他方面都健康的重度喉软化患儿行冷器械声门上成形术,术后患儿并不常规需要插管或重症监护^[37]。

5.4 手术成功率和并发症

手术成功被定义为症状的显著改善或完全消退,据报道在行声门上成形术的几大报道中成功率超过 50%~95%^[3,28,30,38,43]。Preciado 等^[39]报道存在神经系统疾病和心脏病或重度胃食管反流病的患儿与那些只有独立疾病的患儿相比,手术失败率较高(7.14 倍)。据报道有些患儿术后仍有持续的呼吸或喂养困难^[6],尤其是在早产或者神经系统受累的患儿^[40-41],有并发症的患儿存在高达 4.3 倍的手术失败率^[39]。其他手术并发症如气道狭窄、肉芽形成或气管插管被燃也偶有报道^[33]。但是 Anderson 等^[42]指出声门上成形术治疗喉软化是一种安全有效的手段,不会显著增加患儿术后误吸的发病率,因此误吸风险不应该被考虑妨碍手术,甚至在伴有神经肌肉问题的患儿也是如此。

关注气道阻塞或狭窄以及误吸提示单侧声门上成形术实施^[37]。在一项 106 例重度喉软化患儿行单侧或双侧声门上成形术的对比研究中,David

等^[44]报道单侧操作有 95.7% 的成功率,只有 8.5% 的并发症发生率,实施单侧切除术的患儿只有约 14.9% 需要进行对侧手术。

另外,针对喉软化伴睡眠呼吸暂停的患儿单独行声门上成形术的手术效果有限。Camacho 等^[45]通过大量数据行 Meta 分析后报道,单独的声门上成形术可以提高伴有阻塞性睡眠呼吸暂停的喉软化患儿的睡眠呼吸暂停低通气指数和最低血氧饱和度,但是绝大多数难以完全治愈。

气管切开术现在鲜有使用,主要在无法用声门上成形术等手术治疗的重症喉软化症或再次手术中使用。尽管气管切开术对于气道阻塞不失为一项有效的治疗手段,但儿童气管切开后并发症高达 43%~77%,包括出血、气管食管瘘、意外脱管等^[46-47]。

5.5 备选的治疗方案

尽管外科手术现在已被公认为是重度喉软化的主要治疗手段,但备选治疗方案在某些特定病例可能更有效。一项最近的回顾性研究纳入 17 例患儿行声门上成形术,对照组则行抑酸治疗、高热量饮食以及经胃管进食疗法,2 组患儿经过 2 个月的治疗周期,最终随访获得了同等的体重增长。只有 1 例患儿需要额外的外科手术(气管切开术与胃造口术放置软管)^[48]。

持续正压辅助通气治疗已在一些伴重度喉软化、呼吸窘迫或阻塞性睡眠呼吸暂停的患儿中实施,尤其对等待手术期间或者不适合外科手术以及声门上成形术失败者^[49-50]。

6 结论

喉软化是新生儿、婴儿喘鸣和喂养困难一个最常见的病因。大部分确诊有赖于纤维喉镜检查,但当出现或怀疑有并发症时,应该增加另外的检查和操作。

绝大多数轻中重度喉软化可通过观察或保守治疗治愈。这些患儿症状消退常在 1 岁以内,很少持续至 24 个月以后。5%~20% 的重度喉软化患儿需行声门上成形术,在某些报道中手术成功率高达 95%,因此现在很少做气管切开术。但临床上应特别注意有并发症存在的患儿,其手术风险更高,成功率受并发症影响较大,对于术后仍有症状持续或不适合手术的重度喉软化患儿,备选治疗方案可能更有效。

参考文献

- [1] DANIEL S J. The upper airway: congenital malformations[J]. Paediatr Respir Rev 2006,7:S260-263.
- [2] WRIGHT C T, GOUDY S L. Congenital laryngomalacia: symptom duration and need for surgical intervention[J]. Ann Otol Rhinol Laryngol, 2012,121:57-60.

- [3] OLNEY D R, GREINWALD JR J H, SMITH R J, et al. Laryngomalacia and its treatment[J]. *Laryngoscope*, 1999, 109: 1770—1775.
- [4] MANNING S C, INGLIS A F, MOUZAKES J, et al. Laryngeal anatomic differences in pediatric patients with severe laryngomalacia[J]. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 2005, 131: 340—343.
- [5] BELMONT J R, GRUNDFAST K. Congenital laryngeal stridor(laryngomalacia): etiologic factors and associated disorders[J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 1984, 93: 430—437.
- [6] THOMPSON D M. Abnormal sensorimotor integrative function of the larynx in congenital laryngomalacia: a new theory of etiology[J]. *Laryngoscope*, 2007, 117: 1—33.
- [7] MUNSON P D, SAAD A G, EL-JAMAL S M, et al. Submucosal nerve hypertrophy in congenital laryngomalacia[J]. *Laryngoscope*, 2011, 121: 627—629.
- [8] RICHTER G T, THOMPSON D M. The surgical management of laryngomalacia[J]. *Otolaryngol Clin North Am*, 2008, 41: 837—864.
- [9] SMITH J L, SWEENEY D M, SMALLMAN B, et al. State-dependent laryngomalacia in sleeping children[J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2005, 114: 111—114.
- [10] LIMA T M, GONCALVES D U, GONCALVES L V, et al. Flexible nasolaryngoscopy accuracy in laryngomalacia diagnosis[J]. *Braz J Otorhinolaryngol*, 2008, 74: 29—32.
- [11] JANI P, KOLTAI P, OCHI J W, et al. Surgical treatment of laryngomalacia[J]. *Laryngol Otol*, 1991, 105: 1040—1045.
- [12] ROGER G, DENOYELLE F, TRIGHA J M, et al. Severe laryngomalacia: surgical indications and results in 115 patients[J]. *Laryngoscope*, 1995, 105: 1111—1117.
- [13] GAUDREAU P, FORDHAM M T, DONG T. Visualization of the supraglottis in laryngomalacia with 3-Dimensional pediatric endoscopy[J]. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2016, 142: 258—262.
- [14] OLNEY D R Jr, GREINWALD J, SMITH R J, et al. Laryngomalacia and its treatment[J]. *Laryngoscope*, 1999, 109: 1770—1775.
- [15] GIANNONI C, SULEK M, FRIEDMAN E M, et al. Gastroesophageal reflux association with laryngomalacia: a prospective study[J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1998, 43: 11—20.
- [16] MATTHEWS B L, LITTLE J P, MCGUIRT Jr W F, et al. Reflux in infants with laryngomalacia: results of 24-hour double-probe pH monitoring[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 1999, 120: 860—864.
- [17] SUSKIND D L, THOMPSON D M, GULATI M, et al. Improved infant swallowing after gastroesophageal reflux disease treatment: a function of improved laryngeal sensation[J]? *Laryngoscope*, 2006, 116: 1397—1403.
- [18] YELLON R F, GOLDBERG H. Update on gastroesophageal reflux disease in pediatric airway disorders[J]. *Am J Med*, 2001, 3: 78—84.
- [19] BOUCHARD S, LALLIER M, YAZBECK S, et al. The otolaryngologic manifestations of gastroesophageal reflux: when is a pH study indicated[J]? *J Pediatr Surg*, 1999, 34: 1053—1056.
- [20] GONZALEZ C, REILLY J S, BLUESTONE C D. Synchronous airway lesions in infancy[J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 1987, 96: 770—780.
- [21] COHEN S R, EAVEY R D, DESMOND M S, et al. Endoscopy and tracheotomy in the neonatal period: a 10-year review, 1967—1976[J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 1977, 86: 577—583.
- [22] MANCUSO R F, CHOI S S, ZALZAL G H, et al. Laryngomalacia. The search for the second lesion[J]. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 1996, 122: 302—306.
- [23] YUEN H W, TAN H K, BALAKRISHNAN A. Synchronous airway lesions and associated anomalies in children with laryngomalacia evaluated with rigid endoscopy[J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2006, 70: 1779—1784.
- [24] RIFAI H A, BENOIT M, EL-HAKIM H. Secondary airway lesions in laryngomalacia: a different perspective[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2011, 144: 268—273.
- [25] TANPHAICHITR A, TANPHAICHITR P, APIWATTANASAWEE P, et al. Prevalence and risk factors for central sleep apnea in infants with laryngomalacia[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2014, 150: 677—683.
- [26] LANE R W, WEIDER D J, STEINEM C, et al. Laryngomalacia. A review and case report of surgical treatment with resolution of pectus excavatum[J]. *Arch Otolaryngol*, 1984, 110: 546—551.
- [27] SEID A B, PARK S M, KEARNS M J, et al. Laser division of the aryepiglottic folds for severe laryngomalacia[J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 1985, 10: 153—158.
- [28] HOLINGER L D, KONIOR R J. Surgical management of severe laryngomalacia[J]. *Laryngoscope*, 1989, 99: 136—142.
- [29] SOLOMONS N B, PRESCOTT C A. Laryngomalacia. A review and the surgical management for severe cases[J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 1987, 13: 31—39.
- [30] ZALZAL G H, ANON J B, COTTON R T. Epiglottoplasty for the treatment of laryngomalacia[J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 1987, 96: 72—76.
- [31] ZALZAL G H, COLLINS W O. Microdebrider-as-

- sisted supraglottoplasty[J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2005, 69: 305—309.
- [32] GROBLEWSKI J C, SHAH R K, ZALZAL G H. Microdebrider-assisted supraglottoplasty for laryngomalacia[J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2009, 118: 592—597.
- [33] DENOYELLE F, MONDAIN M, GRESILLON N, et al. Failures and complications of supraglottoplasty in children[J]. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 2003, 129: 1077—1080.
- [34] RASTATTER J C, SCHROEDER J W, HOFF S R, et al. Aspiration before and after Supraglottoplasty regardless of Technique[J]. *Int J Otolaryngol*, 2010, 2010: 912—914.
- [35] WERNER J A, LIPPERT B M, DUNNE A A, et al. Epiglottopexy for the treatment of severe laryngomalacia[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2002, 259: 459—564.
- [36] WHYMARK A D, CLEMENT W A, KUBBA H, et al. Laser epiglottopexy for laryngomalacia: 10 years' experience in the west of Scotland[J]. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 2006, 132: 978—982.
- [37] FORDHAM M T, POTTER S M, WHITE D R. Postoperative management following supraglottoplasty for severe laryngomalacia[J]. *Laryngoscope*, 2013, 123: 3206—3210.
- [38] ROGER G, DENOYELLE F, TRIGLIA J M, et al. Severe laryngomalacia: surgical indications and results in 115 patients[J]. *Laryngoscope*, 1995, 105: 1111—1117.
- [39] PRECIADO D, ZALZAL G. A systematic review of supraglottoplasty outcomes [J]. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 2012, 138: 718—721.
- [40] DURVASULA V S, LAWSON B R, BOWER C M, et al. Supraglottoplasty outcomes in neurologically affected and syndromic children[J]. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2014, 140: 704—711.
- [41] DURVASULA V S, LAWSON B R, BOWER C M, et al. Supraglottoplasty in premature infants with laryngomalacia: does gestation age at birth influence outcomes[J]? *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2014, 150: 292—299.
- [42] ANDERSON DE MORENO L C, BURGIN S J, MATT B H. The incidence of postoperative aspiration among children undergoing supraglottoplasty for laryngomalacia[J]. *Ear Nose Throat J*, 2015, 94: 320—328.
- [43] REDDY D K, MATT B H. Unilateral vs. bilateral supraglottoplasty for severe laryngomalacia in children[J]. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 2001, 127: 694—649.
- [44] DAVID L W, DANIEL B N, KATHERINE K H. Supraglottoplasty in infants: a staged approach[J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2015, 124: 803—807.
- [45] CAMACHO M, DUNN B, TORRE C, et al. Supraglottoplasty for laryngomalacia with obstructive sleep apnea: a systematic review and Meta-Analysis[J]. *Laryngoscope*, 2016, 126: 1246—1255.
- [46] CARR M M, POJE C P, KINGSTON L, et al. Complications in pediatric tracheostomies[J]. *Laryngoscope*, 2001, 111: 1925—1928.
- [47] MAHADEVAN M, BARBER C, SALKELD L, et al. Pediatric tracheotomy: 17 year review[J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2007, 71: 1829—1835.
- [48] FARIA J, BEHAR P. Medical and surgical management of congenital laryngomalacia: a case-control study[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2014, 151: 845—851.
- [49] ESSOURI S, NICOT F, CLEMENT A, et al. Non-invasive positive pressure ventilation in infants with upper airway obstruction: comparison of continuous and bilevel positive pressure[J]. *Int Care Med*, 2005, 31: 574—580.
- [50] FAUROUX B, PIGEOT J, POLKEY M I, et al. Chronic stridor caused by laryngomalacia in children: work of breathing and effects of noninvasive ventilatory assistance [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2001, 164: 1874—1878.

(收稿日期: 2016-10-11)