

- [38] NAGHIBZADEH M, ZOJAJI R, MOKHTARI A-MIR MAJDI N, et al. Using a sternocleidomastoid muscle flap to prevent postoperative pharyngocutaneous fistula after total laryngectomy: a study of 88 cases[J]. *Ear Nose Throat J*, 2014, 93:362-365.
- [39] IBRAHIM S G, WAHBA B M, ELBATAWI A M, et al. Sternocleidomastoid flap augmentation of the pharyngeal closure after total laryngectomy[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2017, 274:3197-3202.
- [40] AIRES F T, DEDIVITIS R A, PETRAROLHA S M, et al. Early oral feeding after total laryngectomy: A systematic review[J]. *Head Neck*, 2015, 37:1532-1535.
- [41] BONDI S, GIORDANO L, LIMARDO P, et al. Role of Montgomery salivary stent placement during pharyngolaryngectomy, to prevent pharyngocutaneous fistula in high-risk patients[J]. *J Laryngol Otol*, 2013, 127:54-57.
- [42] KAMHIEH Y, FOX H, HALLETT E, et al. Routine use of salivary bypass tubes in laryngectomy patients: systematic review[J]. *J Laryngol Otol*, 2018, 132:380-384.
- [43] HONE R, RAHMAN E, WONG G, et al. Do salivary bypass tubes lower the incidence of pharyngocutaneous fistula following total laryngectomy? A retrospective analysis of predictive factors using multivariate analysis[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2017, 274:1983-1991.
- [44] ERYILMAZ A, DEMIRCI B, GUNEL C, et al. Can tissue adhesives and platelet-rich plasma prevent pharyngocutaneous fistula formation[J]? *Auris Nasus Larynx*, 2016, 43:62-67.
- [45] LEE D W, CHUNG S, LEE W J, et al. Use of a collagen patch for management of pharyngocutaneous fistula after hypopharyngeal reconstruction [J]. *J Craniofac Surg*, 2010, 21:1674-1676.
- [46] DEMIR B, SARI M, BINNETOGLU A, et al. Comparison of pharyngocutaneous fistula closure with and without bacterial cellulose in a rat model[J]. *Auris Nasus Larynx*, 2018, 45:301-305.
- [47] TIMMERMANS A J, LANSAT L, KROON G V, et al. Early oral intake after total laryngectomy does not increase pharyngocutaneous fistulization[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2014, 271:353-358.
- [48] SUSLU N, SEFIK H A. Early oral feeding after total laryngectomy: Outcome of 602 patients in one cancer center[J]. *Auris Nasus Larynx*, 2016, 43:546-550.

(收稿日期:2018-09-05)

影响耳硬化症术后疗效的因素分析

蔡莉¹ 唐翔龙¹ 刘奕康¹ 刘艳玲¹ 周文雯¹ 夏巍¹ 唐安洲¹

[关键词] 耳硬化症; 镫骨外科手术; 治疗结果

doi:10.13201/j.issn.1001-1781.2018.24.019

[中图分类号] R764.32 [文献标志码] A

Research on the factors affecting the postoperative outcome of otosclerosis

Summary Otosclerosis is not often seen in the clinic, but it can seriously affect the quality of life due to the hearing loss of patients. Currently, the treatment of otosclerosis is mainly surgery. With the development of microsurgical techniques, the treatment of surgery for otosclerosis has been highly praised and widely carried out. However, different surgical methods, assistive techniques and instruments used during surgery, selected placement of prostheses, and varying levels of experience of the surgeon can all affect postoperative outcomes. In order to provide reference for the surgical treatment of otosclerosis in the future, this paper will summarize the factors related to postoperative efficacy of stapes surgery for otosclerosis.

Key words otosclerosis; stapes surgery; treatment outcome

耳硬化症(otosclerosis)是以原发性骨迷路包囊内出现海绵状变性并替代正常骨质为病理特征的颞骨岩部病变,又称耳海绵化症。其发病原因尚

未明确,临床表现以进行性听力减退为主要特征,晚期可伴有感音神经性聋,部分患者可有耳鸣、眩晕等表现,严重影响患者的生活质量。研究认为药物如氟化钠、双磷酸盐类等可起到一定的治疗该病的作用^[1],但镫骨手术仍是目前认为改善和恢复耳硬化症患者听力最有效的方法,其术后听力评判标

¹广西医科大学第一附属医院耳鼻咽喉头颈外科(南宁, 530021)

通信作者:唐安洲, E-mail:anzhoutang@126.com

准也在实践探索中不断完善与改进。在过去的一些指南建议中,以 0.5、1、2 kHz 或 0.5、1、2、4 kHz 作为最重要的测量频率。1995 年,AAO-HNS 建议将 0.5、1、2、3 kHz 四个频率的纯音测听气骨导差平均值作为镫骨手术术后听力效果的评判标准,以更准确地反映语言识别率,并以术后听力 <10 dB 作为手术成功的标准,将术后气骨导差结果分为 0~10 dB,11~20 dB,21~30 dB,>30 dB 四个范围以评估术后听力改善情况^[2]。研究认为影响术后疗效的原因很多,手术方式的选择、术中器械及技术的应用、置入假体的不同及术者经验等均可对耳硬化症术后效果产生影响。因此,本文对耳硬化症手术效果的影响因素作一简要综述。

1 手术方式的选择

近现代耳硬化症手术在耳显微技术及器械条件不断提高的基础上得以广泛开展,1952 年,Rose 在行半规管开窗术时对镫骨活动情况进行了探查,肯定了镫骨撼动对听力提高的作用。但镫骨撼动术多适用于病程早期,且术后足板易发生再固定,听力效果维持时间较短,现已较少应用。1956 年,Shea 使用高生物相容性特殊材料特氟龙假体替代镫骨完成了第 1 例镫骨切除和听骨链重建手术,为耳硬化症手术带来了革命性进展,并在很长一段时间内,该术式成为当时治疗耳硬化症的标准术式。1970 年,David Myers 设计出了只需要在镫骨足板中央钻一小孔的镫骨足板开窗术,并沿用至今^[3-4]。

目前,治疗耳硬化症最常用的标准手术方式仍是镫骨切除术(stapedectomy)和镫骨足板开窗术(stapedotomy)。长期以来,两种手术的术后效果都得到业内的广泛认可,但目前多数学者认为,镫骨足板开窗术听力恢复时间较短,听力提高情况较好,效果更持久稳定,且在高频听力上的改善优于镫骨足板切除术^[5-7];但另有研究结果表明,两种手术方式的远期效果可无差异,House 等^[8]对接受两种手术方式治疗的患者分别观察 11.5 年与 6 年指出,两者在术后远期的听力改善以及术后并发症的发生情况上并没有统计学意义,国内亦有学者同样研究发现,两种手术治疗后的远期听力水平一致,术后听力效果均稳定^[9]。镫骨足板开窗术的手术方式为在镫骨足板钻一小孔后置入合适的活塞假体以重建听骨链,所以目前大部分学者认为,该手术方式操作相对轻柔,可起到降低发生镫骨足板浮动的风险,以减少内耳损伤。与镫骨切除术相比,镫骨足板开窗术术后出现感音神经性听力下降、前庭功能损伤等并发症也较少^[10],镫骨足板开窗术也成为近年来耳硬化症手术选择的主流。

传统镫骨足板开窗术的步骤是先去去除镫骨上结构,再行镫骨足板钻孔及假体置入,1982 年,Fisch 在传统镫骨足板开窗术的基础上进一步提出

了先钻孔置入假体,再行镫骨足板上结构切除的逆行镫骨足板开窗术,可进一步减少术后并发症的发生。不少耳外科医生在比较两组手术差异后指出,两者术后听力结果差异虽然并不大,但逆行手术术中发生砧骨脱位、镫骨足板浮动及前庭损伤的风险均低于传统钻孔术^[11-12]。然而,并不是所有的耳硬化症患者都适合逆行镫骨足板钻孔术,Malafrente 等^[13]研究认为,当术中探查发现耳硬化病变范围较小、病灶只包裹小部分前庭窗边缘时,才提倡使用该术式;而当镫骨足板周围受累广泛、病变范围较大时,该术式并不能有效避免上述并发症的发生,反而会增加手术难度。另外,当存在一些解剖变异,如面神经管壁遮盖部分前庭窗使镫骨足板暴露困难等时,也提倡选择传统镫骨足板开窗术。

2 激光辅助的镫骨开窗术

传统镫骨足板开窗术的不断完善虽然可以降低手术风险,减轻术后并发症,但是术者在使用钻头手动开窗时易因用力不当致镫骨足板骨折,从而不得不将手术方式改变为镫骨足板切除,特别是当患者伴有解剖变异,如面神经管裂、镫骨底板较厚或圆窗龛较深时,会进一步加大术者操作难度,增加手术风险^[14],故需要更精确、损伤更小的手术器械及技术解决这个问题。而激光手术被认为具有准确性高、减轻机械性损伤、缩短手术时间、减少出血等优点,也因此逐渐被用于耳科手术。1980 年,Perkins 首次将氩离子激光成功用于治疗耳硬化症,并取得了良好的效果。此后,激光辅助的耳硬化症镫骨足板开窗术被广泛用于临床,并成为国内外研究热点。

既往界内对于使用激光辅助的术后效果及安全性存在一定程度的争议。临床研究表明,激光辅助镫骨足板开窗术的术后听力改善程度优于传统手动的镫骨足板钻孔术^[15-16];且与传统镫骨足板钻孔术相比,激光辅助的镫骨底板钻孔术后的骨导提高程度更大^[17-18]。目前可应用的激光类型有很多,例如钪激光、CO₂ 激光、KTP、氩激光、半导体激光等,但 CO₂ 激光因其具有波长相对较长,易被液体吸收,对深部组织损伤较小等特点,已成为临床上最常应用的激光类型^[19]。另有学者认为,激光使用时产生的热效应与压强效应可对内耳造成一定程度的损伤,特别是当单次激光照射未能穿透足板、需要多次照射时^[20-21]。但随着近年来对激光研究的进展不断深入,激光的安全性也得到了大部分耳科医生的认可。一方面,利用激光辅助镫骨足板开窗在操作中因不会直接接触镫骨足板,故可减少开窗过程中对内耳的机械损伤,降低术后感音神经性聋及眩晕等并发症发生的风险,是一种比传统手动钻孔更为安全可靠的方式^[22-23];另一方面,随着研究人员对于激光模式设置的不断改进,通过单次施

加的聚焦激光束可以使内耳受到的能量达到最小,从而最大程度地防止内耳损伤^[24]。且对于经验丰富的耳外科医生而言,在使用时只要注意选择合适的能量、参数,随着术后时间的推移,激光对内耳造成的损伤是具有自限性和可逆性的^[25]。

3 耳内镜在耳硬化症手术中的应用

耳硬化症的术区范围大多只需要暴露鼓室及周围结构,故有耳外科医生认为,术中选择经外耳道路径并使用耳内镜辅助操作对于耳硬化症手术治疗是最合适的方式,耳内镜的熟练使用可以使术者获得较清晰的术野,观察到更细致的结构,选择经外耳道路径用耳内镜辅助镫骨开窗的方式可达到减少术中出血、减轻术后创伤、降低神经损伤风险、提高患者术后满意度等目的^[26-28]。Sproat等^[29]对比了36例耳硬化症患者在内镜术后的听力效果及并发症出现情况后与耳显微镜差别并不大,但耳内镜可提供更好的手术视野,能在一定程度上减少对鼓室结构的损伤。Surmelioglu等^[30]报道耳内镜组镫骨手术术后的听力效果略优于耳显微镜组。但因耳内镜显示的二维图像缺乏立体感,且在镜下只能单手操作,特别是对于外耳道狭窄的患者,在一定程度上加大了术者的操作难度,手术时间也会随之延长^[31-32],所以耳内镜在镫骨手术中的推广受到一定限制,且目前报道缺乏对患者远期听力效果及术后并发症等的随访观察。因此,当术者操作经验不足,或患者存在外耳道狭窄等解剖变异时,我们仍提倡使用显微镜技术行手术治疗。

4 置入假体的选择

自1956年Shea成功开创耳硬化症镫骨开窗手术以来,镫骨假体也应运而生,最开始时,耳外科医生在术中使用自己制造的镫骨假体,但因手术时长增加、术后自制假体易发生再固定、被吸收等问题,现已不再应用这样的方式。这些年来,随着显微外科技术、材料性能等不断更新发展,耳科医生也对不同的假体材质选择进行了大量尝试,从早期的特氟龙、不锈钢演变成后来的铂金、钛、镍钛合金等。20世纪90年代,Steinbach发明的一种纯金假体可以更容易地压于砧骨长脚上,曾被广泛使用,但因对材料耐受问题可引起内耳损伤,导致肉芽肿反应及感音神经性聋,现已少用^[33]。近年来,钛金属以其质量轻、产生的排异反应较小、具有良好的生物相容性,被认为是最具有发展前景的假体材料,目前在临床上被广泛使用。与此同时,假体固定于砧骨长脚方式的设计也随之不断改进,早期手动将假体压于砧骨长脚处使其固定的方式可因操作不当造成砧骨长脚坏死、锤砧关节脱位等术中并发症,影响术后听力恢复。为尽量避免此类问题,让手术步骤更简化,使固定更牢靠的钛记忆合金假

体也逐渐被运用于临床研究中^[34],这使得术者操作更加方便,手术质量也不断提高。

假体活塞的大小选择一直以来争议较大,目前使用的假体直径多在0.4~0.8 mm之间,假体活塞直径大小的选择还受到患者个人解剖结构的限制,如遇卵圆窗封闭、面神经前移等,需使用较小活塞直径的假体以尽量减少周围结构的损伤,更方便术者操作。目前研究多倾向于认为,在一定范围内,活塞的直径越大,越有利于听力的改善,特别是对低频听阈的提高。Sennaroglu等^[35]对比了使用活塞直径0.6 mm与0.8 mm的两组患者,术后随访显示,使用0.8 mm组患者术后听力改善情况较0.6 mm组患者明显。但Gristwood等^[36]指出,大小为0.6 mm与0.8 mm的活塞对术后听力结果并无影响,且0.6 mm大小的活塞对高频听阈的提高更显优势。对于分别置入0.6 mm与0.4 mm两组的对比研究发现,使用直径0.6 mm组的患者术后听力情况优于0.4 mm组,特别是在术后早期低频听力的提高上有显著效果,在没有解剖变异的条件下更提倡选择使用直径相对较大的活塞^[37-39]。现多认为小直径的活塞不能更好地振动外淋巴液,导致患者术后听力的恢复欠佳,但可以相对减少内耳的损伤;而较大直径的活塞易损伤镫骨环韧带,有增加镫骨足板损伤甚至导致足板骨折破裂造成镫骨足板浮动的风险。故笔者认为,在一般情况下,活塞大小为0.6 mm是最佳选择。

关于假体的长度研究较少报道,目前常用的假体长度范围多在3~5 mm,置入的假体太短易引起脱位,影响术后听力改善;假体太长可以损伤球囊、椭圆囊,影响患者术后前庭功能引起眩晕,甚至造成内耳损伤导致感音神经性聋^[40-41]。术者在术中根据不同患者的具体差异选择相应长度的活塞,可使患者术后获得更好的听力效果,减少术后并发症的发生^[42]。

5 术者经验

耳硬化症镫骨手术看似简单,但过程却是精细又充满挑战的,稍有不慎即可出现严重的术后并发症,造成感音神经性聋,故术者经验及操作水平是决定镫骨手术成功与否的关键,而通过对耳外科医生手术过程的学习曲线(learning curve)观察可以更好地反映该手术过程的规律,为临床医生的日后操作以及年轻耳外科医生的培养提供指导。学习曲线又称练习曲线,是指在一定时间内获得的技能或知识的速率,该术语于20世纪80年代才首次在医学领域中使用,主要运用于微创手术中^[43];外科手术学习曲线的定义是:外科医生独立完成该手术并得到稳定而成功的手术效果所需要的平均手术时间或例数。在耳硬化症手术中,术后听力的改善情况通常作为评价术后疗效的最重要指标,但不论

是用作评估术后成功率的听力学数据还是对手术的规律总结方面均存在一定差异。1991年, Hughes^[44]将学习曲线的终点定义为“90%患者的术后气骨导差在 10 dB 以内”,并在分析他的耳硬化症手术过程中发现,手术例数完成 50 例左右时,可达到该终点,在完成 70 例时可基本消除气骨导差。2007年, Yung 等^[45]定义学习曲线的终点为“当曲线到达最高点,且术后效果稳定”,而当骨导下降 ≥ 20 dB 时为内耳损害,在其进行 100 例耳硬化症手术后指出,使术后效果达到该终点,气骨导差维持在 15 dB 以内,需要完成 60~70 例手术。同期 Oates 的学习曲线出现 2 个峰值,第一处在 30~40 例,另一处在 70~80 例,此后效果可达到稳定。但值得注意的是, Hughes 的前 50 余例使用镫骨切除术,后 20 余例使用镫骨足板开窗术。Yung 和 Oates 全部使用镫骨足板开窗术,但 Yung 在完成 30 例之后使用激光辅助, Oates 则全部使用激光辅助。可见,手术方式的革新及新技术的运用可显著影响手术过程的难易程度及术后疗效,而专业技能不足及设备技术缺乏的耳科医生将需要更多的时间达到他们学习曲线的平台期。

6 小结

总之,耳硬化症镫骨手术的术后效果受到诸多因素影响,包括手术方式的选择,术中器械及技术的应用,置入的假体材质、尺寸以及术者的操作水平和经验等。因此,在临床应用中,耳外科医生应注意选择合适的手术方式及术中辅助技术和器械,仔细测量个体解剖数据,做好术前术中评估,制定个性化手术方案。术者也应不断积累临床经验,熟练运用术中辅助器械及技术,为患者术后恢复提供有利条件。

参考文献

- [1] 乔巍,张剑,苗春雨,等. 耳硬化症药物治疗的研究进展[J]. 听力学及言语疾病杂志,2018,26(4):439-441.
- [2] [No authors listed]. Committee on Hearing and Equilibrium guidelines for the evaluation of results of treatment of conductive hearing loss. American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery Foundation, Inc[J]. Otolaryngol Head Neck Surg,1995,113:186-187.
- [3] NAZARIAN R, MCELVEEN J T Jr, ESHRAGHI A A. History of Otosclerosis and Stapes Surgery[J]. Otolaryngol Clin North Am,2018,51:275-290.
- [4] SEVY A, ARRIAGA M. The Stapes Prosthesis: Past, Present, and Future [J]. Otolaryngol Clin North Am,2018,51:393-404.
- [5] QUARANTA N, BESOZZI G, FALLACARA R A, et al. Air and bone conduction change after stapedotomy and partial stapedectomy for otosclerosis[J]. Otolaryngol Head Neck Surg,2005,133:116-120.
- [6] SAKAMOTO T, KIKUTA S, KIKKAWA Y S, et al. Differences in Postoperative Hearing Outcomes and Vertigo in Patients with Otosclerosis Treated with Laser-Assisted Stapedotomy versus Stapedectomy[J]. ORL,2015,77:287-293.
- [7] PERSSON P, HARDER H, MAGNUSON B. Hearing results in otosclerosis surgery after partial stapedectomy, total stapedectomy and stapedotomy [J]. Acta Otolaryngol,1997,117:94-99.
- [8] HOUSE H P, HANSEN M R, AL D A, et al. Stapedectomy versus stapedotomy: comparison of results with long-term follow-up [J]. Laryngoscope,2002,112:2046-2050.
- [9] 刘兆华,钟时勋,杨俊慧,等. 足板小孔与大孔开窗镫骨切除术的远期效果比较[J]. 中华耳鼻咽喉科杂志,2004,39(5):262-264.
- [10] CHENG H, AGRAWAL S K, PARNES L S. Stapedectomy Versus Stapedotomy [J]. Otolaryngol Clin North Am,2018,51:375-392.
- [11] 黄宏明,吴佩娜,许咪咪,等. 逆行性镫骨足板开窗术治疗耳硬化症的疗效分析[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志,2011,25(22):1022-1024.
- [12] SZYMANSKI M, GOŁABEK W, MORSHED K, et al. The influence of the sequence of surgical steps on complications rate in stapedotomy[J]. Otol Neurotol,2007,28:152-156.
- [13] MALAFRONTÉ G, FILOSA B. Fisch's reversal steps stapedotomy: when to use it [J]? Otol Neurotol,2009,30:1128-1130.
- [14] YETISER S. Flexible Fiber Optic Carbon-Dioxide Laser Assisted Stapedotomy in Otosclerosis [J]. Int J Otolaryngol,2016,12:485-490.
- [15] FANG L, LIN H, ZHANG T, et al. Laser versus non-laser stapedotomy in otosclerosis: A systematic review and meta-analysis [J]. Auris Nasus Larynx,2014,41:337-342.
- [16] MOTTA G, MOSCILLO L. Functional Results in Stapedotomy with and without CO₂ Laser [J]. ORL,2002,64:307-310.
- [17] MOSCILLO L, IMPERIALI M, CARRA P, et al. Bone conduction variation poststapedotomy [J]. Am J Otolaryngol,2006,27:330-333.
- [18] 郝欣平,陈树斌,于子龙,等. 200 例耳硬化症手术患者临床特征分析[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志,2017,31(20):1545-1547,1553.
- [19] VINCENT R, BITTERMANN A J, OATES J, et al. KTP versus CO₂ laser fiber stapedotomy for primary otosclerosis: results of a new comparative series with the otology-neurotology database [J]. Otol Neurotol,2012,33:928-933.
- [20] ARNOLDNER C, SCHWAB B, LENARZ T. Clinical results after stapedotomy: a comparison between the erbium: yttrium-aluminum-garnet laser and the

- conventional technique[J]. *Otol Neurotol*, 2006, 27: 458-465.
- [21] KOENRAADS S P C, DE BOORDER T, GROLMAN W, et al. A 1,470 nm diode laser in stapedotomy: Mechanical, thermal, and acoustic effects[J]. *Lasers Surg*, 2017, 49: 619-624.
- [22] BRASE C, KEIL I, SCHWITULLA J, et al. Bone conduction after stapes surgery: comparison of CO2 laser and manual perforation[J]. *Otol Neurotol*, 2013, 34: 821-826.
- [23] FRENI F, MANNELLA V K, CAMMAROTO G, et al. Classic and reversal steps stapedotomy performed with CO2 laser: a comparative analysis[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2014, 271: 981-986.
- [24] JOVANOVIĆ S, SCHÖNFELD U, SCHERER H. CO2 laser stapedotomy with the "one-shot" technique-clinical results [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2004, 131: 750-757.
- [25] SCHONFELD U, WEIMING H, HOFMANN V M, et al. CO₂ laser stapedotomy safety: influence of laser energy and time on bone-conduction hearing levels[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2017, 274: 4137-4139.
- [26] DANESHI A, JAHANDIDEH H. Totally endoscopic stapes surgery without packing: novel technique bringing most comfort to the patients[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2016, 273: 631-634.
- [27] 郝欣平, 陈树斌, 于子龙, 等. 耳道内径路激光辅助下微创镫骨手术治疗耳硬化症的临床研究[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2016, 30(5): 353-356.
- [28] 张湘民, 熊观霞, 江广理, 等. 耳内镜下听骨链重建探讨及初步疗效观察[J]. *中华耳科学杂志*, 2012, 10(1): 27-30.
- [29] SPROAT R, YIANNAKIS C, IYER A. Endoscopic Stapes Surgery: A Comparison With Microscopic Surgery[J]. *Otol Neurotol*, 2017, 38: 662-666.
- [30] SURMELIOGLU O, OZDEMIR S, TARKAN O, et al. Endoscopic versus microscopic stapes surgery[J]. *Auris Nasus Larynx*, 2017, 44: 253-257.
- [31] KOJIMA H, KOMORI M, CHIKAZAWA S, et al. Comparison between endoscopic and microscopic stapes surgery[J]. *Laryngoscope*, 2014, 124: 266-271.
- [32] NAIK C, NEMADE S. Endoscopic stapedotomy: our view point [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2016, 273: 37-41.
- [33] TANGE R A, SCHIMANSKI G, VAN LANGE J W, et al. Reparative granuloma seen in cases of gold piston implantation after stapes surgery for otosclerosis[J]. *Auris Nasus Larynx*, 2002, 29: 7-10.
- [34] JUTILA T, HIRVONEN T P, NICOLI T K, et al. Comparison of manually crimping and laser-activated nitinol prosthesis in otosclerosis surgery: our experience of 98 patients[J]. *Clin Otolaryngol*, 2017, 42: 728-731.
- [35] SENNAROGLU L, ÜNAL Ö F, SENNAROGLU G, et al. Effect of teflon piston diameter on hearing result after stapedotomy[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2001, 124: 279-281.
- [36] GRISTWOOD R E, VENABLES W N. Effects of fenestra size and piston diameter on the outcome of stapes surgery for clinical otosclerosis[J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2011, 120: 363-371.
- [37] BERNARDESCHI D, DE SETA D, CANU G, et al. Does the diameter of the stapes prosthesis really matter? A prospective clinical study[J]. *Laryngoscope*, 2018, 128: 1922-1926.
- [38] MARCHESE M R, CIANFRONE F, PASSALI G C, et al. Hearing results after stapedotomy: role of the prosthesis diameter[J]. *Audiol Neurootol*, 2007, 12: 221-225.
- [39] 张志钢, 郑亿庆, 陈穗俊, 等. 2 种不同直径活塞小柱对早期听力结果的影响[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2007, 10(13): 586-587.
- [40] BAKHOS D, LESCANNE E, CHARRETIER C, et al. A review of 89 revision stapes surgeries for otosclerosis[J]. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*, 2010, 127: 177-182.
- [41] WILLIAMS M T, AYACHE D, ELMALEH M, et al. Helical CT findings in patients who have undergone stapes surgery for otosclerosis[J]. *Am J Roentgenol*, 2000, 174: 387-392.
- [42] MARCHICA C L, SALIBA I. The Relationship between Stapes Prosthesis Length and Rate of Stapedectomy Success [J]. *Clin Med Insights Ear Nose Throat*, 2015, 24: 23-31.
- [43] SUBRAMONIAN K, MUIR G. The 'learning curve' in surgery: what is it, how do we measure it and can we influence it[J]? *BJU Int*, 2004, 93: 1173-1174.
- [44] HUGHES G B. The learning curve in stapes surgery [J]. *Laryngoscope*, 1991, 101: 1280-1284.
- [45] YUNG M W, OATES J. The learning curve in stapes surgery and its implication for training[J]. *Adv Otorhinolaryngol*, 2007, 65: 361-369.

(收稿日期: 2018-08-21)