

# 中耳胆脂瘤手术治疗进展\*

李陈<sup>1</sup> 王冰<sup>2</sup> 张韩<sup>1</sup> 杨双元<sup>1</sup> 杨婷<sup>1</sup> 韩想利<sup>2</sup> 刘晖<sup>2</sup> 张文<sup>2</sup>

[关键词] 中耳胆脂瘤;乳突根治术;内镜外科手术;激光

DOI:10.13201/j.issn.2096-7993.2021.10.020

[中图分类号] R764.2 [文献标志码] A

## Advances in the surgical treatment of cholesteatoma of the middle ear

**Summary** Middle ear cholesteatoma, as a common ear disease, has been further understood in terms of its molecular mechanism, classification and staging, and it is generally believed that surgical treatment is the first choice, but there is no final conclusion on its surgical choice. Microscopic surgery includes complete or open radical mastoidectomy with or without reconstruction of the middle ear cavity, and their pros and cons have been debated for decades. In the past decade, a variety of surgical methods have been developed, including various improvements and combined operations that combine the advantages of traditional open radical mastoidectomy and complete mastoidectomy. On the other hand, the emergence of ear endoscopic surgery has opened up new surgical methods, as well as the use of laser and other new technologies to improve the surgical effect and prognosis, but also can not avoid their limitations and shortcomings. The purpose of this paper is to summarize the advantages and disadvantages of various surgical treatments for middle ear cholesteatoma in order to provide guidance and help for otologists in the treatment of middle ear cholesteatoma.

**Key words** middle ear cholesteatoma; radical mastoidectomy; endoscopic surgical procedures; lasers

中耳胆脂瘤是一种位于鼓室或乳突腔内的角化复层鳞状上皮来源的囊样病变,不同厚度的上皮组织堆积在基质周围,过度角化与角蛋白纤维层层堆积,形成炎症反应包裹的囊性肿物,其侵袭范围广,常可侵及中耳鼓室各区域、鼓室和乳突腔<sup>[1]</sup>。极少情况下,它们会直接侵蚀到内耳,如不及时治疗,可导致面神经损伤和颅内并发症等严重后果。欧洲耳科与神经耳科学会(EAONO)和日本耳科学会(JOS)关于中耳胆脂瘤的分期联合共识<sup>[2]</sup>将胆脂瘤分为I~IV期,不同病变程度的治疗选择不尽相同。本综述分析的每种技术都有利有弊,所以根据具体情况选择手术方法对于获得更好的治疗效果至关重要。

### 1 显微镜手术及进展

#### 1.1 开放式乳突根治术和完壁式乳突根治术

乳突根治术主要包括两大类:开放式乳突根治术和完壁式乳突根治术<sup>[3]</sup>。开放式乳突根治术需要完全磨除外耳道后壁,从而使外耳道和乳突形成一个共同的腔,但是,“根治性”开放式乳突根治术会导致中耳、上鼓室和乳突腔完全暴露,并阻塞咽鼓管,虽然可以在中耳使用植皮术以降低黏膜化和慢性耳漏的风险<sup>[4]</sup>,但是近年来很少采用此技术。完壁式乳突根治术包括去除沿筋膜、乙状窦、

乙状窦前硬脑膜板和外耳道后壁的所有乳突状气室,可以通过完全保留外耳道后壁或在切除患病组织后重建局部缺损(例如通过上鼓室切除术)以保持耳道轮廓的完整性<sup>[5]</sup>。

完壁式乳突根治术和开放式乳突根治术的优劣比较一直作为中耳胆脂瘤手术选择的讨论热点。完壁式乳突根治术的主要优点是在外耳道中保留了正常的解剖轮廓,而结构破坏较少,可以促进伤口愈合并预防空腔问题,并且避免类似开放式乳突根治术导致的终生耳部清理。完壁式乳突根治术还可以克服开放式乳突根治术的其他一些缺点,例如避免冷热刺激的威胁,同时还有助于术后助听器的安装<sup>[5-6]</sup>。此外,完壁式乳突根治术因对中耳体积改变较小而可以取得更好的听力恢复。但是完壁式乳突根治术不能充分暴露中耳腔的关键区域,包括咽鼓管上隐窝、镫骨后脚、面神经隐窝和鼓室窦等。这些区域极难识别和完全根除胆脂瘤,特别是在存在低位的被覆物、硬化或者板障型乳突或乙状窦前置的情况下<sup>[7]</sup>。许多研究认为完壁式乳突根治术中暴露不足会导致残留疾病的发生率远高于开放式乳突根治术,尤其是在经验不足的术者进行操作时,常常需要再次手术,带给患者更多的痛苦以及额外的经济负担;术者也因无法获得足够的暴露或遇到骨质的广泛侵蚀而从完壁式乳突根治术转为开放式乳突根治术<sup>[5]</sup>。开放式乳突根治术因为良好的视野而被广泛用于治疗胆脂瘤,在很大程度上克服了完全清除病灶的技术难题,复发率较低。一项荟萃分析比较了复发性病例,表明完壁式

\*基金项目:陕西省重点研发计划项目(No:2018ZDXM-SF-048)

<sup>1</sup>西安医学院(西安,710068)

<sup>2</sup>陕西省人民医院耳鼻咽喉头颈外科

通信作者:张文,E-mail:smileww@foxmail.com

乳突根治术导致复发性胆脂瘤的可能性是开放式乳突根治术的 2.87 倍。同一项研究报道开放式乳突根治术的复发率为 5%~17%, 完璧式乳突根治术的复发率为 9%~70%<sup>[6]</sup>。但开放式乳突根治术可造成空腔, 且手术恢复时间长<sup>[8]</sup>。空腔的问题包括持续的耳部引流以及角蛋白碎片和耳垢的积聚, 术后需要经常护理, 如果不定期清洁, 则会形成角蛋白碎片堆积、继发感染, 甚至胆脂瘤复发。患者也常常因为上述问题而拒绝行开放式乳突根治术。

### 1.2 乳突填塞术

开放式乳突根治术造成的巨大的术后空腔会遗留很多问题, 如空腔接触水引起眩晕, 为避免痂皮堆积需要长期护理等<sup>[9]</sup>。此外, 听力受损者无法佩戴传统的助听器。有学者提出通过乳突填塞<sup>[10-11]</sup>的方式重建乳突和外耳道后壁<sup>[11-12]</sup>以避免开放式乳突根治术后的巨大空腔。乳突填塞的材料类型主要有生物学材料和人工合成材料<sup>[11]</sup>。自体材料是乳突填塞和外耳道后壁重建的最佳选择, 例如软骨、筋膜、软骨膜和脂肪等。乳突填塞的各种材料中, 自体乳突皮质骨粉取材方便、操作简易、经济实用且无抗原排斥反应, 同时骨粉易于塑形及术后易与自身组织亲和骨化, 所以被广泛应用于乳突术腔填塞<sup>[13]</sup>。但应用骨粉重建外耳道后上壁仍不够稳固, 术后骨粉易于流失, 出现外耳道后上壁塌陷等问题。阮奕劲等<sup>[14]</sup>通过应用坚硬不变形的自体皮质骨固定塑形, 再填塞骨粉的方法避免了上述问题。但自体材料仍然存在吸收、萎缩、成形困难和供体部位不足等缺点, 也会因多次手术造成取材困难<sup>[15]</sup>。为了解决这些问题, 合成材料例如生物活性玻璃、羟基磷灰石、钛和硅等已应用于临床<sup>[16-17]</sup>。其中生物活性玻璃应用最多, 被认为是可靠的合成材料<sup>[18]</sup>。合成材料的优点在于易于使用, 不受污染, 并且在理论上是无穷无尽的; 而且, 由于不需要进行术中制作, 因此可节省大量的手术时间。乳突填塞可提供坚固的屏障并减小乳突空腔, 还可以防止鼓膜回缩进入乳突, 即使鼓膜回缩, 也仅限于中耳而不会形成深的内陷袋。用于填塞的材料选择和实施方式可以根据外科医生的喜好来确定。虽然这种技术仍然有残留病灶掩埋在填塞材料下的风险, 然而有研究表明, 随访 3~10 年, 有 12%~24% 出现这种情况, 与开放式乳突根治术和完璧式乳突根治术的复发率(分别为 5%~17% 和 9%~70%) 相比<sup>[6]</sup>, 合成技术(即乳突填塞或外耳道后壁重建的个体化乳突切除术)的复发风险是可以接受的, 为胆脂瘤的治疗提供了新的前景。

### 1.3 上鼓室乳突开放术

由于完璧式乳突根治术和开放式乳突根治术

的局限性, 因此不能满足所有的胆脂瘤患者。完璧式乳突根治术和开放式乳突根治术主要用于解决胆脂瘤侵入乳突的情况。对于仅限于中耳的胆脂瘤, 乳突根治术涉及去除大量健康的气房以进入中耳, 从而留下大量乳突死腔, 咽鼓管功能不佳或盾板缺失的患者由于死腔的保留而产生负压, 容易形成内陷袋或外耳道后壁回缩<sup>[19]</sup>, 因此仅限于中耳且易于清除的胆脂瘤可通过鼓室成形术而无需行乳突根治术。为避免破坏所有乳突气房, 有外科医生提出了个性化手术方式, 即进行上鼓室乳突开放术(一种由内而外的方法), 根据疾病扩散到中耳腔的程度来清除病灶, 从而形成一个上鼓室隐窝开放术、一个上鼓室-鼓室开放术或上鼓室-鼓室-乳突凿开术的开放腔, 使胆脂瘤得以清除, 并在充分充气的乳突中留下最小的空腔, 克服了完璧式乳突根治术的主要问题。这项技术的优势在于: ①大多数原发性和复发或残留胆脂瘤都位于中耳而不是乳突<sup>[20]</sup>, 因此没有必要采用传统乳突切除术去除所有健康的乳突气房; ②在大多数传统乳突切除术患者中, 术后复发多发生在中耳腔的隐藏区域或难以接近的区域, 而不是乳突, 上鼓室乳突开放术是处理有限的可及性的最合理策略, 可增加耳科医生有效应对潜在危险的能力; ③由于与所产生的空腔相关的终身性问题, 许多耳科医生不太可能执行“根治性”的方法治疗胆脂瘤。上鼓室乳突开放术被认为是一种侵入性较小、技术上可行的选择, 长期效果令人满意<sup>[21]</sup>。上鼓室乳突开放术主要包括“按需要行耳道壁重建上鼓室乳突开放术”<sup>[21]</sup>和“由内而外的胆脂瘤手术”<sup>[22]</sup>。

## 2 耳内镜手术及进展

### 2.1 耳内镜胆脂瘤手术的选择

耳内镜可以降低胆脂瘤的术后复发率, Yung<sup>[23]</sup>发现, 使用内镜可以将完璧式乳突切除术残留疾病的发生率(9.4%)降低到与开放式乳突切除术(8.7%)相当的水平。耳内镜的优势在于改善可视化效果, 通过选择不同角度的耳内镜和改变耳内镜的位置可以获得更加广阔的手术视野; 降低了胆脂瘤残留率及复发率<sup>[24]</sup>; 避免了大范围的磨除骨质, 减少了黏膜损伤, 降低了听力重建的难度和术后恢复时间<sup>[25]</sup>; 减少了组织损伤和对美观的影响<sup>[26-27]</sup>。但是由于外耳道空间的限制, 单手手术以及无法提供连续的冲洗和吸引功能, 尤其在术野血液较多时对术者要求较高, 尽管已设计出可以进行双手操作的内镜支架<sup>[28]</sup>, 但仍存在技术难题。此外, 由于器械产生的热量, 内镜的长期安全性也存在疑问<sup>[29]</sup>。当需要磨出骨质时, 耳内镜单手操作的困难尤为突出, 对此一些研究提出了潜水磨骨的方法。赵喜红等<sup>[30]</sup>研究认为液泵冲洗电钻持续潜水磨骨克服了单手操作电钻并完成冲水及清理骨

粉的弊端,同时流动水持续冲刷镜面使视野更加清晰,高压水下作业腔因为始终处于低温的流动水中有利于止血,且将光源与电钻对组织的热损伤降到最低,持续低温操作还可以避开镜头产生的虚雾,保证磨骨操作的连续性。但相关研究较少,技术需要进一步完善。另一方面,由于耳内镜不能完全进入乳突腔,因此广泛的乳突胆脂瘤仍需要使用传统显微镜手术来处理<sup>[31]</sup>。

Sun 等<sup>[32]</sup>根据中耳胆脂瘤的分期<sup>[2]</sup>将中耳胆脂瘤耳内镜下手术分为四种类型。I 型:上鼓室内陷袋,仅需进行鼓膜置管或内陷袋切除及鼓膜重建;II 型:仅限于上鼓室或经内镜检查确认完全清除了乳突胆脂瘤病灶,包括仅需使用刮匙的 II a 型和需要使用电钻或凿子的 II b 型;I 型和 II 型中耳胆脂瘤手术完全在内镜下进行;III 型:胆脂瘤不限于上鼓室,内镜检查不能确认乳突区域胆脂瘤病灶已完全清除,需要结合内镜和显微镜进行内镜鼓室成形术和乳突切除术;IV 型:乳突腔胆脂瘤病变或可能存在并发症风险,只有在显微镜下进行乳突切除术才能切除。此外,还有两种特殊类型:儿童“狭窄外耳道”和先天性胆脂瘤。“狭窄外耳道”指外耳道的外径大、内径小,耳道又长又窄,耳道平面为“S”形,用内镜完成操作相对困难(整个外耳道狭窄是内镜手术的禁忌证),需要在显微镜下进行手术<sup>[33]</sup>;先天性胆脂瘤的特点是大多数鼓膜较为完整,胆脂瘤常发生在鼓膜的前上部分和下鼓腔。儿童的外耳道比成人的短而直,保持儿童耳的正常结构比成年人更重要,因此,儿童先天性胆脂瘤首先应考虑采用微创耳内镜手术。

## 2.2 激光辅助耳内镜治疗胆脂瘤

由于胆脂瘤具有很强的侵蚀性以及潜在的复发性,完全清除病灶仍然是耳科医生的首要任务,而不是寻求额外的听力改善。但对于那些希望根据听力的恢复程度评估术后改善情况的患者,则需要采用更为保守的方法进行治疗。中耳手术中激光技术是一种有望在根除疾病的同时保护听力的方法<sup>[34]</sup>。Er:YAG 激光<sup>[35]</sup>、磷酸钛氧钾(KTP)激光<sup>[36-38]</sup>和 CO<sub>2</sub> 激光<sup>[39-41]</sup>是胆脂瘤手术中激光主要的选择类型。激光的优势在于可以促进血液凝结,为耳科医生提供更好的手术视野。此外,McCaffer 等<sup>[42]</sup>描述的可弯曲激光纤维,可以精确地靶向照射位于听小骨后方或紧邻听小骨的胆脂瘤上皮,使病灶完全汽化而避免了听小骨关节脱位以及听小骨的其他机械损伤。配合耳内镜可以减少对骨质和正常结构的破坏而完全清除病灶<sup>[43]</sup>。同时通过调节激光强度可仅清除胆脂瘤,而不损伤耳蜗及面神经等正常结构。Hamilton<sup>[38]</sup>认为光纤引导的激光可以使 90% 的患者保留听骨链,从而改善听力,并不会以增加残余胆脂瘤的风险为代价。在对照

研究中 Hamilton 认为使用激光显著降低了 12 个月后的疾病复发率。Sharma 等<sup>[43]</sup>则认为与对照组相比随访 12 个月复发率的差异无统计学意义。大多数的相关研究复发率为 0~33%<sup>[34]</sup>。由于中耳胆脂瘤和肉芽的存在,虽然听骨链已经破坏,但是病灶本身形成了假连接<sup>[44]</sup>,单纯清除病灶后,听力一般不会改善,有些甚至略有降低。Nagel<sup>[35]</sup>报道 6 例患者在 4 kHz 时骨导阈值降低了 5~10 dB, 11 例提高了 5~10 dB, 1 例下降了 15 dB。Basu 等<sup>[37]</sup>报道骨传导听力阈值平均下降 0.3 dB。Lee 等<sup>[41]</sup>研究认为手术后 15.5% 的患者听力水平降低,其中 97% 仍可保持在术前水平的 10 dB 以内。尚没有严格的随机对照前瞻性研究认为激光辅助治疗中耳胆脂瘤有助于患者术后听力的提高。面神经麻痹是激光辅助手术的潜在并发症,大多数文献建议不要对面神经附近或直接对面神经进行激光治疗。Lau 等<sup>[34]</sup>报道面瘫并发症发生率为 0.6%。当前研究的随访时间不足以提供有关激光辅助手术对胆脂瘤复发的影响的权威评估,需要进一步的研究尤其是随机对照大样本的前瞻性研究。

## 2.3 耳内镜下胆脂瘤手术的听力重建

鼓室成形术是胆脂瘤手术听力重建的主要部分。针对无听骨链病变的患者可行鼓膜修补术,选用颞骨筋膜、乳突骨膜、耳屏软骨膜等自体材料作为修补移植植物。Jeffery 等<sup>[45]</sup>认为使用软骨作为鼓膜移植植物具有出色的移植成功率和良好的术后听力恢复以及较低的术后并发症发生率,同时软骨具有坚固不易变形、可抵抗耳内负压、避免修补鼓膜再次内陷和穿孔等优点<sup>[46]</sup>。对于胆脂瘤破坏听骨链的情况,则需在鼓膜修补术的基础上行不同程度的听骨链重建术,大致分为镫骨足板完好的部分听骨链重建和镫骨足板完好的完全听骨链重建。移植物的选择可分为自体材料、异体材料、金属材料、塑料材料和生物陶瓷等。异体材料因存在传播疾病的风险而被逐渐放弃;自体移植材料的排异率很低,不会传播疾病,成本低,生物相容性好,但也有缺点,如移位、完全吸收(特别是与软骨)、增加手术时间、存在胆脂瘤残留的可能性;生物合成材料的全听骨膜复物和部分听骨膜复物(PORP)因坚固不易吸收变形、安全稳定等优势而广泛应用于临床。Bartel 等<sup>[47]</sup>比较不同材料行 III 型鼓室成形术后认为:使用 PORP 材料作为移植植物可取得和传统的自体砧骨材料相同的听力提高水平,且在鼓膜愈合率方面,PORP 优于自体砧骨。耳内镜可提供良好的视野,清理胆脂瘤病变的同时可尽可能多地保存正常生理结构,为听力重建提供很好的前期准备,而且在耳内镜下听力重建,手术灵活,创伤小,安全性高<sup>[48]</sup>,在中耳胆脂瘤的听力恢复方面提供了更广阔的研究方向,有待更多的研究进一步

探索。

### 3 小结

胆脂瘤治疗中使用的每种手术各有利弊,目前尚没有任何手术可作为治疗中耳胆脂瘤的标准术式。在完全清理病灶的基础上进行更好的听力重建是胆脂瘤手术的理念,中耳胆脂瘤手术的选择应以患者的病情程度以及外科医生的习惯和经验为指导,综合考虑胆脂瘤的不同分型和严重程度,耳科医生的手术熟练程度,以及患者的主要需求,选择个体化的手术方式往往能获得更低的风险和更高的收益。患者和耳科医生必须就能够提供最大收益的最合适策略达成共识。

### 参考文献

- [1] Anikin IA, Bokuchava TA. [The peculiar clinical features of different types of acquired cholesteatoma of the middle ear][J]. Vestn Otorinolaringol, 2018, 83(3):11-15.
- [2] Yung M, Tono T, Olszewska E, et al. EAONO/JOS Joint Consensus Statements on the Definitions, Classification and Staging of Middle Ear Cholesteatoma[J]. J Int Adv Otol, 2017, 13(1):1-8.
- [3] Nevoux J, Lenoir M, Roger G, et al. Childhood cholesteatoma[J]. Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis, 2010, 127(4):143-150.
- [4] Mokbel KM, Khafagy YW. Single flap with three pedicles, bone paté and split-thickness skin graft for immediate mastoid obliteration after canal wall down mastoidectomy[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2012, 269(9):2037-2041.
- [5] Dornhoffer JL, Friedman AB, Gluth MB. Management of acquired cholesteatoma in the pediatric population[J]. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg, 2013, 21(5):440-445.
- [6] Tomlin J, Chang D, McCutcheon B, et al. Surgical technique and recurrence in cholesteatoma: a meta-analysis[J]. Audiol Neurootol, 2013, 18(3):135-142.
- [7] Vital V. Pediatric cholesteatoma: personal experience and review of the literature [J]. Otorhinolaryngol Head Neck Surg, 2011, 45:5-14.
- [8] Carlson ML, Latuska RF, Pelosi S, et al. Evolving considerations in the surgical management of cholesteatoma in the only hearing ear[J]. Otol Neurotol, 2014, 35(1):84-90.
- [9] Mehta RP, Harris JP. Mastoid obliteration[J]. Otolaryngol Clin North Am, 2006, 39(6):1129-1142.
- [10] Deveze A, Rameh C, Puchol MS, et al. Rehabilitation of canal wall down mastoidectomy using a titanium ear canal implant[J]. Otol Neurotol, 2010, 31(2):220-224.
- [11] Chan CY, Chan YM. Mastoid obliteration and reconstruction: a review of techniques and results[J]. Proc Singap Healthc, 2012, 21:23-29.
- [12] Edfeldt L, Kinnefors A, Strömbäck K, et al. Surgical treatment of paediatric cholesteatoma: long-term follow up in comparison with adults[J]. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2012, 76(8):1091-1097.
- [13] 陈付华, 郭欣. 开放式鼓室成形术中自体骨粉行外耳道后壁重建的临床研究[J]. 现代医药卫生, 2016, 32(1):96-98.
- [14] 阮奕劲, 石雄州, 薛远琼, 等. 自体皮质骨外耳道上鼓室重建及骨粉乳突填塞在鼓室成形术中的应用[J]. 中国耳鼻咽喉头颈外科, 2017, 24(2):84-86.
- [15] Alves RD, Cabral Junior F, Fonseca AC, et al. Mastoid Obliteration with Autologous Bone in Mastoidectomy Canal Wall Down Surgery: a Literature Overview[J]. Int Arch Otorhinolaryngol, 2016, 20(1):76-83.
- [16] Sorour SS, Mohamed NN, Abdel Fattah MM, et al. Bioglass reconstruction of posterior meatal wall after canal wall down mastoidectomy[J]. Am J Otolaryngol, 2018, 39(3):282-285.
- [17] Lee HB, Lim HJ, Cho M, et al. Clinical Significance of  $\beta$ -Tricalcium Phosphate and Polyphosphate for Mastoid Cavity Obliteration during Middle Ear Surgery: Human and Animal Study[J]. Clin Exp Otorhinolaryngol, 2013, 6(3):127-134.
- [18] Skoulakis C, Koltsidopoulos P, Iyer A, et al. Mastoid Obliteration with Synthetic Materials: A Review of the Literature[J]. J Int Adv Otol, 2019, 15(3):400-404.
- [19] Yanagihara N, Komori M, Hinohira Y. Total mastoid obliteration in staged canal-up tympanoplasty for cholesteatoma facilitates tympanic aeration[J]. Otol Neurotol, 2009, 30(6):766-770.
- [20] Aziz B, Mahmoud R, Ahmed M, et al. A new staging system for tympanomastoid cholesteatoma[J]. J Int Adv Otol, 2012, 8(1):63-68.
- [21] Hatano M, Ito M, Yoshizaki T. Retrograde mastoidectomy on demand with soft-wall reconstruction in pediatric cholesteatoma[J]. Acta Otolaryngol, 2010, 130(10):1113-1118.
- [22] Roth TN, Haeusler R. Inside-out technique cholesteatoma surgery: a retrospective long-term analysis of 604 operated ears between 1992 and 2006[J]. Otol Neurotol, 2009, 30(1):59-63.
- [23] Yung MW. The use of middle ear endoscopy: has residual cholesteatoma been eliminated? [J]. J Laryngol Otol, 2001, 115(12):958-961.
- [24] 杨海弟, 高敏倩, 熊浩, 等. 耳内镜下中耳手术及鼓室成形术效果分析[J]. 中华耳科学杂志, 2017, 15(4):403-407.
- [25] 刘婷, 谢景华, 苏娟, 等. 全耳内镜处理鼓室胆脂瘤临床分析[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2020, 34(1):70-72, 78.
- [26] Marchioni D, Alicandri-Ciuffelli M, Piccinini A, et al. Inferior retrotympanum revisited: an endoscopic anatomic study[J]. Laryngoscope, 2010, 120(9):1880-1886.

- [27] Marchioni D, Alicandri-Ciuffelli M, Pothier DD, et al. The round window region and contiguous areas: endoscopic anatomy and surgical implications [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2015, 272(5):1103-1112.
- [28] Khan MM, Parab SR. Concept, Design and Development of Innovative Endoscope Holder System for Endoscopic Otolaryngological Surgeries [J]. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*, 2015, 67(2):113-119.
- [29] Kozin ED, Lehmann A, Carter M, et al. Thermal effects of endoscopy in a human temporal bone model: implications for endoscopic ear surgery [J]. *Laryngoscope*, 2014, 124(8):E332-339.
- [30] 赵喜红, 王武庆. 内镜下潜水磨骨在上鼓室切开的应用 [J]. *中华耳科学杂志*, 2020, 18(1):190-194.
- [31] Tarabichi M, Nogueira JF, Marchioni D, et al. Transcanal endoscopic management of cholesteatoma [J]. *Otolaryngol Clin North Am*, 2013, 46(2):107-130.
- [32] Sun Y, Wang EH, Yu JT, et al. A Novel Surgery Classification for Endoscopic Approaches to Middle Ear Cholesteatoma [J]. *Curr Med Sci*, 2020, 40(1):9-17.
- [33] Mahdoui R, Tazi N, Barhmi I, et al. Bilateral primitive cholesteatoma of external auditory canal with congenital stenosis [J]. *Int J Surg Case Rep*, 2016, 24:108-111.
- [34] Lau K, Stavrakas M, Yardley M, et al. Lasers in Cholesteatoma Surgery: A Systematic Review [J]. *Ear Nose Throat J*, 2021, 100(1\_suppl):94S-99S.
- [35] Nagel D. The Er:YAG laser in ear surgery: first clinical results [J]. *Lasers Surg Med*, 1997, 21(1):79-87.
- [36] Eskander A, Holler T, Papsin BC. Delayed facial nerve paresis after using the KTP laser in the treatment of cholesteatoma despite inter-operative facial nerve monitoring [J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2010, 74(7):823-824.
- [37] Basu S, Hamilton J. Treatment using diffuse laser energy of cochlear and vestibular fistulas caused by cholesteatoma [J]. *J Laryngol Otol*, 2019, 133(2):102-105.
- [38] Hamilton JW. Systematic preservation of the ossicular chain in cholesteatoma surgery using a fiber-guided laser [J]. *Otol Neurotol*, 2010, 31(7):1104-1108.
- [39] Landegger LD, Cohen MS. Use of the flexible fiber CO2 laser in pediatric transcanal endoscopic middle ear surgery [J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2016, 85:154-157.
- [40] Stevens SM, Walters ZA, Tawfik K, et al. Two Consecutive Cases of Persistent Stapedial Artery Managed With a Carbon Dioxide Laser [J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2018, 127(1):59-63.
- [41] Lee CH, Kim MK, Kim HM, et al. Endaural Laser-Assisted Single-Stage Inside-Out Cholesteatoma Surgery (LASIC) to Treat Advanced Congenital Cholesteatoma [J]. *Otol Neurotol*, 2019, 40(7):927-935.
- [42] McCaffer CJ, Pabla L, Watson C. Curved adjustable fibre-optic diode laser in microscopic cholesteatoma surgery: description of use and review of the relevant literature [J]. *J Laryngol Otol*, 2018, 132(4):360-363.
- [43] Sharma SD, Swarup A, James AL. Use of the KTP laser in totally endoscopic cholesteatoma surgery [J]. *J Laryngol Otol*, 2020, 134(4):362-365.
- [44] 叶放蕾, 赵堃, 陈蓓, 等. 中耳胆脂瘤听骨链破坏与传导性听力损失的关系 [J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2013, 27(13):701-703.
- [45] Jeffery CC, Shillington C, Andrews C, et al. The palisade cartilage tympanoplasty technique: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Otolaryngol Head Neck Surg*, 2017, 46(1):48.
- [46] Lou ZC, Lou ZH. A moist edge environment aids the regeneration of traumatic tympanic membrane perforations [J]. *J Laryngol Otol*, 2017, 131(7):564-571.
- [47] Bartel R, Cruellas F, Hamdan M, et al. Hearing results after type III tympanoplasty: incus transposition versus PORP. A systematic review [J]. *Acta Otolaryngol*, 2018, 138(7):617-620.
- [48] 李珊, 柯嘉, 马芙蓉. 耳内镜下鼓室成形术的临床研究进展 [J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2020, 34(9):853-856.

(收稿日期:2020-12-08)