doi:10.11659/jjssx.10E020018

·临床研究·

改良乳突根治术联合咽鼓管球囊扩张术在中耳胆脂瘤并咽鼓管功能障碍患者中的应用

陈金灿[1],徐继峰[1],李 巍[2] (1.徐州医科大学研究生院,江苏 徐州 221004;2.徐州医科大学附属医院耳鼻咽喉头颈外科,江苏 徐州 221002)

[摘 要] **目的** 探讨中耳胆脂瘤并咽鼓管功能障碍患者使用改良乳突根治术联合咽鼓管球囊扩张术治疗的临床效果。**方法** 回顾性分析86例(86耳)中耳胆脂瘤并咽鼓管功能障碍患者的临床资料,按照手术方式分为球囊组(41例)和非球囊组(45例)。非球囊组采用改良乳突根治术,球囊组采用改良乳突根治术联合咽鼓管球囊扩张术。记录2组患者术前及术后6个月平均听阈、气骨导差、声导抗、七项咽鼓管功能障碍症状评分量表(ETDQ-7)及干耳时间,并评估鼓膜愈合情况。**结果** 2组患者术后6个月平均听阈、气骨导差、声导抗、ETDQ-7评分及干耳时间比较,差异有统计学意义($P<0.05$);球囊组鼓膜愈合率较非球囊组高,差异具有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 对于合并咽鼓管功能障碍的中耳胆脂瘤,改良乳突根治术联合咽鼓管球囊扩张术的近期疗效改善明显。

[关键词] 中耳胆脂瘤;咽鼓管功能障碍;咽鼓管球囊扩张;改良乳突根治术;疗效
[中图分类号] R764.2 [文献标识码] A [收稿日期] 2020-10-10

Application of modified radical mastoidectomy combined with eustachian tube balloon dilatation in patients with middle ear cholesteatoma and eustachian tube dysfunction

CHEN Jin-can[1], XU Ji-feng[1], LI Wei[2] (1. Graduate School, Xuzhou Medical University, Xuzhou Jiangsu 221004, China; 2. Department of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou Jiangsu 221002, China)

Abstract: Objective To investigate the clinical effect of modified radical mastoidectomy combined with eustachian tube balloon dilatation in patients with middle ear cholesteatoma and eustachian tube dysfunction. **Methods** The clinical data of 86 patients (86 ears) with

[通信作者] 李 巍,E-mail:2459825078@qq.com

[11] 路 闯,袁宏伟,代振动,等.急性颈脊髓损伤患者呼吸功能检测方法选择[J].中国实用医刊,2014,41(9):113-114.doi:10.3760/cma.j.issn.1674-4756.2014.09.049.
[12] Mutolo D. Brainstem mechanisms underlying the cough reflex and its regulation[J]. Respir Physiol Neurobiol,2017,243:60-76. doi:10.1016/j.resp.2017.05.008.
[13] Irwin RS, Boulet LP, Cloutier MM, et al. Managing cough as a defense mechanism and as a symptom. A consensus panel report of the American College of Chest Physicians[J]. Chest,1998,114(2 Suppl Managing):133S-181S. doi:10.1378/chest.114.2_supplement.133s.
[14] Umayahara Y, Soh Z, Sekikawa K, et al. Estimation of cough peak flow using cough sounds[J]. Sensors (Basel, Switzerland),2018,18(7):2381. doi:10.3390/s18072381.
[15] Toki A, Nakamura T, Nishimura Y, et al. Clinical introduction and benefits of non-invasive ventilation for above C3 cervical spinal cord injury[J]. J Spinal Cord Med,2019,12:1-7. doi:10.1080/10790268.2019.1644474.
[16] Scantling D, Granche J, Williamson J, et al. Development of clinical tracheostomy score to identify cervical spinal cord injury patients requiring prolonged ventilator support[J]. J Trauma Acute Care Surg,2019,87(1):195-199. doi:10.1097/TA.0000000000002286.
[17] Mu Z, Zhang Z. Risk factors for tracheostomy after traumatic cervical spinal cord injury[J]. J Orthop Surg (Hong Kong),2019,27(3):2309499019861809. doi:10.1177/2309499019861809.
[18] 陈 坤,戴建强,张 雷,等.ICU内创伤性颈脊髓损伤的流行病学特点分析[J].中华急诊医学杂志,2017,26(10):1167-1171. doi:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2017.10.015.
[19] Wang H, Xiang Q, Li C, et al. Epidemiology of traumatic cervical spinal fractures and risk factors for traumatic cervical spinal cord injury in China[J]. J Spinal Disord Tech,2013,26(8):E306-E313. doi:10.1097/BSD.0b013e3182886db9.
[20] Wang HC, Chen KY, Lin YT, et al. Factors associated with prolonged mechanical ventilation and re-ventilation in acute cervical spinal cord injury patients[J]. Spine (Phila Pa 1976),2020,45(9):E515-E524. doi:10.1097/BRS.0000000000003302.
[21] DiMarco AF, Geertman RT, Tabbaa K, et al. Restoration of cough via spinal cord stimulation improves pulmonary function in tetraplegics[J]. J Spinal Cord Med,2019,43(5):579-585. doi:10.1080/10790268.2019.1699678.
[22] Shank CD, Walters BC, Hadley MN. Current topics in the management of acute traumatic spinal cord injury[J]. Neurocrit Care,2019,30(2):261-271. doi:10.1007/s12028-018-0537-5.
[23] Wang Y, Guo Z, Fan D, et al. A meta-analysis of the influencing factors for tracheostomy after cervical spinal cord injury[J]. Biomed Res Int,2018:5895830. doi:10.1155/2018/5895830.

(编辑:杨 颖)

middle ear cholesteatoma and eustachian tube dysfunction were retrospectively analyzed, the patients were divided into the balloon group (41 cases) and the non-balloon group (45 cases) according to the surgical method. Modified radical mastoidectomy was performed in the non-balloon group, while modified radical mastoidectomy combined with eustachian tube balloon dilatation was performed in the balloon group. The average hearing threshold, air bone gap, acoustic immittance, the seven-item eustachian tube dysfunction questionnaire (ETDQ-7) score before and 6 months after operation and dry ear time were recorded in the two groups, and the healing of the tympanic membrane was evaluated. **Results** There were statistically significant differences in the average hearing threshold, air bone gap, acoustic immittanc, ETDQ-7 score 6 months after operation and dry ear time between the two groups ($P<0.05$). The healing rate of the tympanic membrane in the balloon group was higher than that in the non-balloon group, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). **Conclusion** The short-term curative effect of modified radical mastoidectomy combined with eustachian tube balloon dilatation in the treatment of middle ear cholesteatoma and eustachian tube dysfunction is obviously improved.

Keywords: middle ear cholesteatoma; eustachian tube dysfunction; eustachian tube balloon dilatation; modified radical mastoidectomy; curative effect

中耳胆脂瘤是一种良性但具有破坏性的病变,是耳鼻喉科的常见疾病,其发病机制尚不明确[1]。临床上针对诊断明确的胆脂瘤,常采用改良乳突根治术进行治疗。改良乳突根治术是在开放式乳突根治术的基础上尽可能保留正常的听小骨,保持咽鼓管的开放并使用自体骨粉充填乳突腔,既可保留开放式乳突根治术的宽阔视野,尽可能彻底清除病变,也能促进听觉的恢复,同时还能够促进乳突腔上皮化,减少渗出,缩短干耳时间,降低感染率,但是术后胆脂瘤的复发仍较常见。近年来,有研究表明咽鼓管的功能状态直接影响手术的疗效[2]。咽鼓管具有调节中耳压力、引流中耳分泌物的作用,通常情况下处于闭合状态[3]。长期咽鼓管功能障碍(eustachian tube dysfunction, ETD)会导致中耳压力降低,形成回缩袋,被认为是中耳胆脂瘤发生及发展的重要病因之一[4]。目前对于保守治疗无效的咽鼓管功能障碍,咽鼓管球囊扩张术(eustachian tube balloon dilatation, ETBD)的出现为其提供了新的治疗手段[5]。本研究拟通过对比采用改良乳突根治术和改良乳突根治术联合咽鼓管球囊扩张术治疗的患者手术前后听力改变、咽鼓管评分、干耳时间及鼓膜愈合的情况,初步探讨联合手术的可行性,为中耳胆脂瘤并咽鼓管功能障碍的治疗提供新的思路及方法。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性分析 2017 年 1 月至 2019 年 12 月徐州医科大学附属医院收治的 86 例(86 耳)经病理学确诊为中耳胆脂瘤并咽鼓管功能障碍患者的临床资料,按照手术方式不同将其分为球囊组和非球囊组。球囊组 41 例(41 耳),其中男 19 例,女 22 例;左侧 19 例,右侧 22 例;年龄 18 ~ 61 岁,平均(41.44 ± 13.70)岁;平均病程(7.41 ± 9.55)年。非球囊组 45 例(45 耳),其中男 22 例,女 23 例;左侧 24 例,右侧 21 例;年龄 21 ~ 58 岁,平均(41.04 ± 13.35)岁;平均病程(13.91 ± 14.57)年。2 组患者一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。

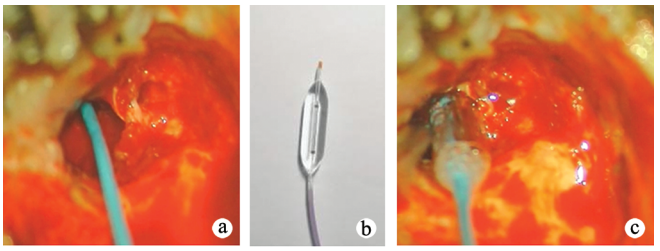
纳入标准:①术前声导抗图 B 型或 C 型且七项咽鼓管功能障碍症状评分量表(the seven-item eustachian tube dysfunction questionnaire, ETDQ-7)评分≥14.5 分,保守治疗 3 个月无效;②患者依从性好,能够遵医嘱定期复查。排除标准:①外耳道胆脂瘤;②既往有中耳外伤合并感染史;③中耳特殊细菌感染;④鼻咽部肿瘤压迫咽鼓管,有鼻咽癌术后放化疗病史;⑤颞部薄层 CT 提示中耳畸形或颈动脉裂;⑥感音神经性聋。本研究经徐州医科大学附属医院伦理委员会批准,患者对手术知情同意,且所有患者的手术均由同 1 位经验丰富的术者完成。

1.2 方法

非球囊组:全身麻醉后患耳朝上,耳后作 C 型切口,采用开放式入路,取颞肌筋膜及健康骨粉备用,根据患者病变范围清理病灶后重建鼓室。所有患者术中探查听骨,若砧骨侵袭则予以去除,保留锤骨柄;镫骨完整且底板活动良好,则使用部分听骨赝复物(规格:1.0 mm × 0.3 mm;产地:德国;批号:201701170039)进行听骨链重建。术中常规探查鼓室口,如有肉芽组织阻塞则予以清理。

球囊组:全身麻醉后患耳朝上,耳后作 C 型切口,采用开放式入路,取颞肌筋膜及健康骨粉备用,根据患者病变范围清理病灶后重建鼓室。清理咽鼓管鼓室口,经鼓室口置入咽鼓管球囊(图 1a)。水泵缓慢加压至12 Bar(图 1b),2 min 后缓慢减压至负压,退出导管(图 1c),见球囊完整、导管笔直无反折则表示扩张成功。探查听骨链,采用部分听骨赝复物进行听骨链重建。

所有患者均在术后 2 周门诊复查时,抽出外耳道填塞的碘仿纱条,复查鼻咽镜及鼓膜成像。



a:经咽鼓管鼓室口置入球囊导管;b:加压后的咽鼓管球囊;c:撤出球囊导管

图1 球囊组术中图片

1.3 观察指标

术前及术后6个月复查纯音测听,计算纯音测听的气导平均听阈(0.5 kHz、1 kHz、2 kHz、4 kHz 4个频率的均值)及气骨导差,比较2组患者手术前后听力变化情况;比较2组患者干耳时间及鼓膜愈合情况。评估2组患者手术前后声导抗各曲线类型的构成情况,统计A型曲线的构成情况并计算改善率;记录2组患者ETDQ-7评分,通过询问患者与咽鼓管功能相关的7个症状,如耳内压力感、疼痛感、听声音模糊感等,每项由轻到重依次为1~7分[6],总分≥14.5分表示咽鼓管功能障碍,分数越高,程度越重;术后6个月再次评估咽鼓管功能,总分<14.5分表示咽鼓管功能正常。

1.4 统计学处理

采用SPSS 25.0统计学软件处理数据,计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,采用t检验;计数资料以率(%)表示,采用χ^2检验,$P<0.05$为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 患者手术前后纯音测听及ETDQ-7评分比较

2组患者术后6个月平均听阈、气骨导差及ETDQ-7评分均优于术前,差异具有统计学意义($P<0.05$)。2组患者术前平均听阈、气骨导差及ETDQ-7评分比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);术后6个月球囊组平均听阈、气骨导差及ETDQ-7评分优于非球囊组,差异有统计学意义($P<0.05$),见表1。

表1 手术前后纯音测听及ETDQ-7评分比较($\bar{x}\pm s$)

组别		平均听阈/dB	气骨导差/dB	ETDQ-7评分/分
球囊组	术前	45.37±11.75	28.83±11.30	22.41±5.67
(n=41)	术后6个月	28.07±8.68*#	15.95±8.55*#	10.85±3.25*#
非球囊组	术前	48.64±10.59	29.52±8.55	22.91±4.74
(n=45)	术后6个月	32.95±11.14*	19.57±7.96*	12.47±3.32*

*:与本组术前比较,$P<0.05$;#:与非球囊组比较,$P<0.05$

2.2 患者手术前后声导抗变化情况

球囊组术后6个月声导抗曲线A型改善率为87.80%,非球囊组改善率为66.67%,2组比较差异具有统计学意义($\chi^2=5.371$,$P=0.02$)。术后6个月2组患者声导抗图比较,差异具有统计学意义($\chi^2=6.206$,$P=0.045$),见表2。

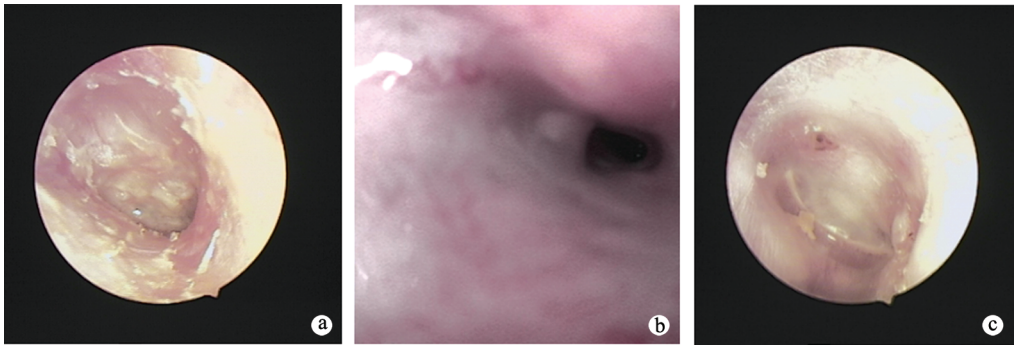
表2 手术前后声导抗结果[例(%)]

组别	n	术前			术后			改善
		A型	B型	C型	A型	B型	C型	
球囊组	41	0(0)	22(53.66)	19(46.34)	36(87.80)*#	4(9.76)	1(2.44)	36(87.80)
非球囊组	45	0(0)	23(51.11)	22(48.89)	30(66.67)*	8(17.78)	7(15.56)	30(66.67)

*:与本组术前比较,$P<0.05$;#:与非球囊组比较,$P<0.05$

2.3 患者手术前后干耳时间及鼓膜愈合情况

球囊组干耳时间(4.53±0.89)个月,非球囊组干耳时间(5.29±0.97)个月,2组比较差异有统计学意义($P<0.05$)。球囊组患者耳内镜下见鼓膜均生长良好,无内陷或膨隆,鼓膜愈合率为100%;复查鼻咽镜提示咽鼓管咽口呈椭圆形,周围黏膜无充血肿胀,无肉芽、瘢痕组织增生(图2)。非球囊组患者耳内镜下见鼓膜生长良好,鼓膜愈合率为93.3%。球囊组鼓膜愈合率较非球囊组高,差异具有统计学意义($P<0.05$)。



a:术后4个月鼓膜情况;b:术后6个月咽鼓管咽口情况;c:术后1年鼓膜情况

图2 球囊组术后鼓膜愈合情况

3 讨论

中耳胆脂瘤是耳鼻咽喉—头颈外科的常见疾病,长期耳流脓、鼓膜穿孔、听力减退等为其常见的临床表现。中耳胆脂瘤不同于慢性中耳炎,具有侵袭性[7],严重者可引起颅内外并发症,因此手术治疗尤为重要[8]。以往中耳胆脂瘤的治疗主要采用乳突根治联合鼓室成形术,然而术后复发并不罕见,其中咽鼓管功能未得到恢复是其复发较为常见的原因之一[9-10]。Kobayashi 等[11]认为中耳胆脂瘤可破坏鼓室口的骨质,长期的炎症刺激会引起咽鼓管鼓室口黏膜重塑、瘢痕形成,影响咽鼓管功能。咽鼓管是连接中耳与鼻咽的生理管道,全长约 33 mm,两端分别为咽鼓管的鼓室口及咽口[11-13]。在生理上,咽鼓管具有维持中耳压力平衡、通气、促进分泌、防止反流、保护中耳免受侵害等功能,临床上咽鼓管功能障碍通常是指咽鼓管的通气功能障碍[14]。Danner[15]认为中耳内存在跨膜气体交换,当咽鼓管功能障碍时,中耳的通气将成比例下降,继而形成持续性负压,鼓膜容易内陷,导致中耳胆脂瘤复发;同时加剧中耳黏膜表面血管的渗出,导致干耳时间延长,由此可见,正常的咽鼓管功能是行鼓室成形术的重要条件[16-17]。

以往对于咽鼓管功能障碍患者多采取保守治疗,如应用局部和全身类固醇激素和/或联合应用抗组胺药物[18],但治疗效果欠佳。随着科技的进步,新兴的咽鼓管球囊扩张术逐渐用于治疗难治性分泌性中耳炎及慢性鼻窦炎[5,19-20],其具有安全、微创、易操作的特点,已成为治疗咽鼓管功能障碍术式选择的热点。本研究拟通过对比纯音听阈、气骨导差、声导抗、ETDQ-7 评分、干耳时间及鼓膜愈合率,初步评估改良乳突根治术联合咽鼓管球囊扩张术治疗中耳胆脂瘤并咽鼓管功能障碍的临床效果。

临床上常用平均听阈及气骨导差来评估患者术后的听力效果。中耳的增压效应依赖于鼓膜的弹性、鼓室内足量的气体以及通畅的咽鼓管。鼓室成形术后中耳通气不佳会导致一定程度的传导性听力损失,Chien 等[21]和 Mehta 等[22]认为咽鼓管功能障碍或黏膜疾病导致中耳通气不足是鼓室成形术后听力不良的原因之一,而使用咽鼓管球囊扩张术可以解决这一问题。本研究中,2 组患者的术后平均听阈及气骨导差均明显低于术前,且球囊组改变情况较非球囊组明显,证实了咽鼓管球囊扩张术在提高听觉功能方面的有效性。Christov 等[23]认为咽鼓管球囊扩张时会挤压软骨部上皮层而保留基底层,取而代之的是更薄的纤维瘢痕组织,使软骨部黏膜及黏膜下结构发生弹性改变[24],重塑黏膜结构,使得咽鼓管管腔更加宽敞,从而减少气流阻力,有利于恢复咽鼓管通气功能。Sheer 等[25]发现咽鼓管球囊扩张术通过挤压软骨部的黏膜增加了咽鼓管的顺应性,降低开放所需要的压力,有利于咽鼓管主动开放,便于中耳腔的通气和引流。本研究采用客观声导抗法联合主观 ETDQ-7 评分法评估患者的咽鼓管功能,以期提高诊断的准确性。结果显示,2 组患者术后声导抗曲线 A 型改善率比较,差异具有统计学意义。球囊组患者 ETDQ-7 评分由术前的(22.41 ± 5.67)分降至术后 6 个月的(10.85 ± 3.25)分,改善程度较非球囊组明显;非球囊组患者 ETDQ-7 评分也较术前明显降低,这可能与术中常规清理咽鼓管鼓室口病变有关[26]。但是非球囊组仍有 15 例患者声导抗呈 B 型及 C 型,可能的原因有:①常规操作时咽鼓管鼓口常常暴露不充分,鼓口会被水肿、增生及肉芽组织遮挡,用耳显微钳清理时会留下创面,后期可能会形成瘢痕使鼓口狭窄,导致咽鼓管引流受阻,其通气功能仍然无法改善。②咽鼓管阻塞的部位更靠近软骨部远端,即鼻咽段,这种情况下仅处理鼓室口病变并不能改善患者的咽鼓管通气功能。③鼓膜的完整性。咽鼓管的开放除了受腭帆张肌、咽鼓管咽肌调节外,鼓膜的完整性对于鼓室内气压的维持也很重要[27]。鼓膜穿孔的患者,咽鼓管开放所需要的压力会大大增加,说明完整的鼓膜状态能够影响咽鼓管功能的恢复,这与陆银萍等[28]的观点一致。本研究中,球囊组患者鼓膜全部愈合,相应咽鼓管功能改善显著;非球囊组患者中有 3 例鼓膜未愈合,考虑可能与咽鼓管功能障碍影响明胶海绵的吸收及分泌物的排泄有关。改良乳突根治术利用自体骨粉进行填充缩小乳突腔,促进了乳突腔上皮化,减少了术腔渗出,缩短了干耳时间,促进了鼓膜的愈合。联合球囊扩张术后,干耳时间将会进一步缩短。本研究中球囊组患者平均干耳时间较非球囊组明显缩短,效果显著,进一步说明改良乳突根治术联合咽鼓管球囊扩张术治疗中耳胆脂瘤合并咽鼓管功能障碍的有效性。本研究术后 6 个月的结果表明,短期内球囊组的总体治疗效果优于非球囊组,但是其远期疗效尚不明确,还需进一步研究。

以往研究多在鼻内镜引导下经咽鼓管咽口置入球囊导丝[29],需要重新摆放体位及消毒,程序繁琐,延长了手术时间。本研究患者经鼓室口置入扩张球囊,视野清晰,容易观察到导丝是否有弯折或球囊破裂等情况,更能保证手术的安全性,且具有可操作性和创新性。

综上所述,使用改良乳突根治术联合咽鼓管球囊

扩张术治疗中耳胆脂瘤并咽鼓管功能障碍,可以改善患者的咽鼓管功能,进一步改善患者的听力情况,缩短干耳时间及鼓膜愈合时间,提高手术疗效,且其操作简单、安全性较高,值得推广。

[参考文献]

[1] Li Q, Ao Y, Yu Q, et al. Role of autophagy in acquired cholesteatoma [J]. Otol Neurotol, 2019, 40(10): e993 - e998. doi: 10.1097/MAO.0000000000002404.

[2] 杨 洁,王艳琦,孙家强,等. 咽鼓管解剖和功能与慢性化脓性中耳炎发生发展的相关性研究[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2019, 12(12): 1121 - 1124. doi: 10.13201/j.issn.1001 - 1781.2019.12.002.

[3] Adil E, Poe D. What is the full range of medical and surgical treatments available for patients with Eustachian tube dysfunction? [J]. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg, 2014, 22(1): 8 - 15. doi: 10.1097/MOO.0000000000000020.

[4] Ockermann T, Reineke U, Upile T, et al. Balloon dilation eustachian tuboplasty: a feasibility study[J]. Otol Neurotol, 2010, 31(7): 1100 - 1103. doi: 10.1097/MAO.0b013e3181e8cc6d.

[5] Micucci S, Keschner DB, Liang J. Eustachian tube balloon dilation: emerging practice patterns for a novel procedure[J]. Ann Otol Rhinol Laryngol, 2018, 127(11): 848 - 855. doi: 10.1177/0003489418798858.

[6] McCoul ED, Anand VK, Christos PJ. Validating the clinical assessment of eustachian tube dysfunction: the eustachian tube dysfunction questionnaire (ETDQ-7)[J]. Laryngoscope, 2012, 122(5): 1137 - 1141. doi: 10.1002/lary.23223.

[7] 李文文,宋少鹏,马秀岚. 基质金属蛋白酶在中耳胆脂瘤中的表达[J]. 中华耳科学杂志, 2019, 17(1): 94 - 97. doi: 10.3969/j.issn.1672 - 2922.2019.01.016.

[8] Sadé J, Halevy A. The aetiology of bone destruction in chronic otitis media[J]. J Laryngol Otol, 1974, 88(2): 139 - 143. doi: 10.1017/s0022215100078476.

[9] 李盼盼,王 乐,叶放蕾. 330 例乳突再手术相关因素分析[J]. 中华耳科学杂志, 2020, 18(1): 103 - 107. doi: 10.3969/j.issn.1672 - 2922.2020.01.018.

[10] 李 莉,樊兆民,韩月臣,等. 中耳乳突再手术相关因素分析[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2016, 51(5): 333 - 337. doi: 10.3760/cma.j.issn.1673 - 0860.2016.05.004.

[11] Kobayashi T, Yaginuma Y, Takahashi Y, et al. Incidence of sniff-related cholesteatomas[J]. Acta Otolaryngol, 1996, 116(1): 74 - 76. doi: 10.3109/00016489609137716.

[12] Şahin MM, Sözmen Cılız D, Çayönü M, et al. Magnetic resonance imaging of the eustachian tube and the paratubal structures in patients with unilateral acquired cholesteatoma[J]. J Int Adv Otol, 2020, 16(3): 373 - 377. doi: 10.5152/iao.2020.7508.

[13] Sudo M, Sando I, Suzuki C. Three-dimensional reconstruction and measurement study of human eustachian tube structures: a hypothesis of eustachian tube function[J]. Ann Otol Rhinol Laryngol, 1998, 107(7): 547 - 554. doi: 10.1177/000348949810700701.

[14] Schilder AG, Bhutta MF, Butler CC, et al. Eustachian tube dysfunction: consensus statement on definition, types, clinical presentation and diagnosis[J]. Clin Otolaryngol, 2015, 40(5): 407 - 411. doi: 10.1111/coa.12475.

[15] Danner CJ. Middle ear atelectasis: what causes it and how is it corrected? [J]. Otolaryngol Clin North Am, 2006, 39(6): 1211 - 1219. doi: 10.1016/j.otc.2006.09.002.

[16] 闵小玲,刘晓海. 咽鼓管功能障碍在慢性化脓性中耳炎患者中的发生情况分析[J]. 中国中西医结合耳鼻咽喉科杂志, 2018, 26(1): 16 - 20. doi: 10.16542/j.cnki.issn.1007 - 4856.2018.01.005.

[17] Kapadia M, Arsiwala Z, Tarabichi M. Endoscopic transtympanic Eustachian tube dilatation: an overview of evaluation methods and dilatation technique[J]. World J Otorhinolaryngol Head Neck Surg, 2019, 5(3): 152 - 159. doi: 10.1016/j.wjorl.2019.08.006.

[18] Froehlich MH, Le PT, Nguyen SA, et al. Eustachian tube balloon dilation: a systematic review and meta-analysis of treatment outcomes[J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 2020, 163(5): 870 - 882. doi: 10.1177/0194599820924322.

[19] Mirza AA, Shawli HY, Alandejani TA, et al. Efficacy and safety of paranasal sinus balloon catheter dilation in pediatric chronic rhinosinusitis: a systematic review[J]. J Otolaryngol Head Neck Surg, 2020, 49(1): 69. doi: 10.1186/s40463 - 020 - 00463 - 0.

[20] 曹 磊,王 竹,李 巍,等. 外周球囊导管鼻窦扩张术治疗上颌窦炎的疗效分析[J]. 局解手术学杂志, 2020, 29(7): 549 - 552. doi: 10.11659/jjssx.12E019078.

[21] Chien W, Rosowski JJ, Merchant SN. Investigation of the mechanics of type Ⅲ stapes colunmlla tympanoplasty using laser-Doppler vibrometry [J]. Otol Neurotol, 2007, 28(6): 782 - 787. doi: 10.1097/mao.0b013e31811f40fb.

[22] Mehta RP, Ravicz ME, Rosowski JJ, et al. Middle-ear mechanics of type Ⅲ tympanoplasty (stapes columella): I. Experimental studies[J]. Otol Neurotol, 2003, 24(2): 176 - 185. doi: 10.1097/00129492 - 200303000 - 00009.

[23] Christov F, Gluth MB. Histopathology of the mucosa of eustachian tube orifice at the middle ear in chronic otitis media with effusion: possible insight into tuboplasty failure[J]. Ann Otol Rhinol Laryngol, 2018, 127(11): 817 - 822. doi: 10.1177/0003489418796648.

[24] Smith ME, Weir AE, Prior DCC, et al. The mechanism of balloon Eustachian tuboplasty: a biomechanical study[J]. Med Biol Eng Comput, 2020, 58(4): 689 - 699. doi: 10.1007/s11517 - 020 - 02121 - z.

[25] Sheer FJ, Swarts JD, Ghadiali SN. Three-dimensional finite element analysis of Eustachian tube function under normal and pathological conditions[J]. Med Eng Phys, 2012, 34(5): 605 - 616. doi: 10.1016/j.medengphy.2011.09.008.

[26] 龚辉成,于 锋,焦粤龙,等. 中耳胆脂瘤手术同期行咽鼓管球囊扩张的临床观察[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2019, 25(3): 285 - 288. doi: 10.11798/j.issn.1007 - 1520.201903013.

[27] Martin C, Karkas A, Prades J. Tubotympanic system functioning[J]. Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis, 2017, 134(3): 177 - 184. doi: 10.1016/j.anorl.2017.03.010.

[28] 陆银萍,徐家兔,刘 平,等. 伴咽鼓管功能异常的慢性中耳炎患者术中行咽鼓管冲洗的临床意义研究[J]. 中国耳鼻咽喉头颈外科, 2019, 26(5): 248 - 251. doi: 10.16066/j.1672 - 7002.2019.05.004.

[29] Swain SK, Janardan S, Mohanty JN. Endoscopy guided eustachian tube balloon dilation: our experiences[J]. Iran J Otorhinolaryngol, 2020, 32(112): 287 - 294. doi: 10.22038/ijorl.2019.41623.2359.

(编辑:贺绍梅)