

外中耳畸形患者骨桥植入术后听觉言语康复效果分析

曾栋,边盼盼,陆韵伊,程世红,李思璇,陈迟,徐百成
(兰州大学第二医院 耳鼻咽喉科,甘肃 兰州 730000)

摘要: **目的** 分析先天性外中耳畸形患者行骨桥植入术后听觉和言语识别能力的改善情况,评估骨桥植入的主观听觉获益。**方法** 回顾性分析行单侧骨桥植入的 9 例先天性外中耳畸形患者的术前裸耳及术后助听听阈、言语识别阈和言语识别率,并应用言语空间听觉质量量表—父母版(SSQ-P)问卷以及言语可懂度分级(SIR)标准问卷评估患者骨桥植入后主观获益情况。**结果** 9 例患者在骨桥植入术后的助听听阈、言语识别阈和言语识别率较术前明显改善。助听听阈在主要频率 0. 25 ~ 8 kHz 分别降低(31. 1 ± 12. 7)、(43. 9 ± 21. 5)、(53. 3 ± 14. 1)、(45. 0 ± 12. 2)、(45. 0 ± 15. 2)、(42. 2 ± 19. 1) dB,平均听阈下降(43. 4 ± 13. 0) dB,言语识别阈平均下降(44. 7 ± 4. 8) dB,单音节言语识别率平均提高(67. 3 ± 8. 2)%,双音节言语识别率平均提高(68. 1 ± 8. 4)%,安静环境下语句言语识别率平均提高(53. 3 ± 13. 5)%,噪声环境下语句言语识别率平均提高(49. 6 ± 11. 0)%。调查问卷结果显示,SSQ-P 平均受益分数为(4. 6 ± 0. 7)分,SIR 平均受益分数为(1. 4 ± 0. 4)分。**结论** 部分先天性外中耳畸形患者接受骨桥植入能获得明显听觉及言语能力改善,有效提升言语、空间和听觉的主观受益。

关键词:人工听觉;先天性外中耳畸形;骨桥;传导性聋;听觉言语康复

中图分类号:R764. 7⁺1

Analysis of auditory and speech rehabilitation effect of bonebridge implantation in patients with external and middle ear malformation

ZENG Dong, BIAN Panpan, LU Yunyi, CHENG Shihong, LI Sixuan, CHEN Chi, XU Baicheng
(Department of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, Lanzhou University Second Hospital, Lanzhou 730000, China)

Abstract: **Objective** To analyze the improvement of auditory and speech recognition in patients with congenital external and middle ear malformation after bonebridge implantation, and to evaluate the subjective auditory benefits of bonebridge implantation. **Methods** Clinical data of 9 patients with congenital external middle ear malformation who underwent unilateral bonebridge implantation were retrospectively analyzed. The analyzed data included preoperative and postoperative hearing threshold, speech recognition threshold, and speech recognition rate. The subjective benefit of the patients after bonebridge implantation was assessed by using the speech spatial hearing quality scale for parents (SSQ-P) questionnaire and the speech comprehensibility rating (SIR) questionnaire. **Results** The hearing aid threshold, speech recognition threshold and speech recognition rate of the 9 patients were significantly improved after bonebridge implantation. The hearing aid threshold in the main frequencies (0. 25 ~ 8 kHz) decreased by (31. 1 ± 12. 7) dB, (43. 9 ± 21. 5) dB, (53. 3 ± 14. 1) dB, (45. 0 ± 12. 2) dB, (45. 0 ± 15. 2) dB, (42. 2 ± 19. 1) dB, respectively, with an average decrease of (43. 4 ± 13. 0) dB. The average speech recognition threshold decreased by (44. 7 ± 4. 8) dB, the average monosyllabic speech recognition rate increased by (67. 3 ± 8. 2)%, the average two-syllable speech recognition rate increased by (68. 1 ± 8. 4)%, the average sentence speech recognition rate in quiet environment increased by (53. 3 ± 13. 5)%, and the average sentence speech recognition rate in noisy environment increased by (49. 6 ± 11. 0)%. The questionnaire results showed that the mean benefit score of SSQ-P was (4. 6 ± 0. 7) and that of SIR was (1. 4 ± 0. 4). **Conclusion** Some patients with congenital external and middle ear malformation receiving bonebridge implantation can obtain significant improvement in auditory and speech ability, effectively improving the subjective benefits in terms of speech, space, and hearing.

基金项目:甘肃省临床医学研究中心建设项目(21JR7RA434)。
第一作者简介:曾栋,男,硕士研究生。
通信作者:徐百成,Email:xbsuc@126. com

Keywords: Artificial hearing; Congenital external and middle ear malformation; Bonebridge; Conductive deafness; Auditory and speech rehabilitation

先天性外中耳畸形是原因不明的胚胎期第一二鳃弓、第一咽囊及第一鳃裂发育不良所致的先天性耳部和颌面部形态畸形,全球发病率约为2.06/10 000,我国发病率约为3.06/10 000^[1]。该病主要表现为单侧或双侧耳廓畸形、外耳道狭窄或闭锁及中耳畸形,一般不包含有内耳畸形^[2],以单侧受累为多见,双侧受累时对听功能和语言功能影响明显,临床上需要根据听功能和外观受影响程度进行必要的听力干预和外耳道再造。随骨传导人工听觉技术的进步,目前骨传导人工听觉植入装置正成为部分先天性外中耳畸形患者的新选择。骨桥是一种主动式跨皮骨传导装置,包括内外两个部分组件,内部的骨导植入物由骨导-漂浮质量传感器和磁铁组成,外部组件是音频处理器。骨桥适用于5岁以上患有传导性聋、混合性聋(骨导阈值在45 dB以内)或单侧重至极重度感音神经性聋患者。我们分析了9例先天性外中耳畸形患者骨桥植入术后听功能的恢复情况,并结合主观评分和问卷综合评价患者的听觉和言语康复效果,现将资料报道如下。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

回顾性分析2018年7月—2023年3月在兰州大学第二医院行骨桥植入的9例先天性外中耳畸形患者,其中男2例,女7例,植入时年龄7~19岁,平均年龄11.7岁。这些患者术前均经临床检查、听力学检查和影像学检查,结合病史明确诊断为先天性外中耳畸形。术前纯音测听提示所有患者均为双侧重度传导性聋,且术前均行颞骨高分辨率CT检查,使用Jahrsdoerfer分级量表进行分级,Jahrsdoerfer评分均在6分以下。评估乳突骨皮质的厚度及乳突周围重要结构的相对位置,如硬脑膜、乙状窦、面神经

等,确定BC-FMT的适宜安放位置。经知情告知,监护人同意后进行骨桥植入术。9例患者均行单侧骨桥植入(型号:BCI601,MED-EL),其中左侧7例,右侧2例。

1.2 方法

1.2.1 手术方式 9例患者均采用乳突区放置植入体的手术方法。在全麻下,耳后纵行切口3 cm左右,切口尽量靠近耳后发迹,切开皮肤后分层分离但尽量保护切口前方皮下组织层次的完整性。与皮肤切口错位切开乳突区骨膜,暴露乳突表面骨质,以颞线及枕乳缝为标志,结合术前高分辨率CT,定位骨桥骨岛的位置,尽量保证乳突天盖、骨性外耳道后壁完整性,避免面神经乳突段的暴露和损伤。用耳钻磨开乳突区骨质,制作大小深度适宜的骨岛(图1A),对于部分乳突腔较小的患者,在制作植入体骨岛的过程中适当轮廓化甚至磨除部分乙状窦的前壁、外侧壁和后壁周围骨质,将乙状窦向后推挤或移位,充分保证骨导-漂浮质量传感器严密耦合在骨床内(图1B)。并保证两侧锚钉牢靠固定在骨皮质,术中用专业工具测量螺钉阻尼符合技术要求,靠近乳突尖一侧螺钉偶有阻尼不够的情况,需要适当旋转植入体后再次用螺钉固定,手术中视骨皮质厚度决定是否加用垫片,确保骨桥植入稳定(图1C),切口分层间断缝合。

1.2.2 听觉和言语功能评估 所有患者均在术前及术后开机当天、术后3、6、12个月进行纯音测听、言语识别率及言语识别阈检测。纯音测听检测患者0.25、0.5、1、2、4、8 kHz的气导阈值及0.5、1、2、4 kHz的骨导阈值。言语识别率检测患者单音节、双音节、安静环境下语句、信噪比5 dB(signal to noise ratio, SNR5)环境下语句的言语识别率。言语识别阈检测值为言语识别率为50%时的声级,最大声级为95 dB。

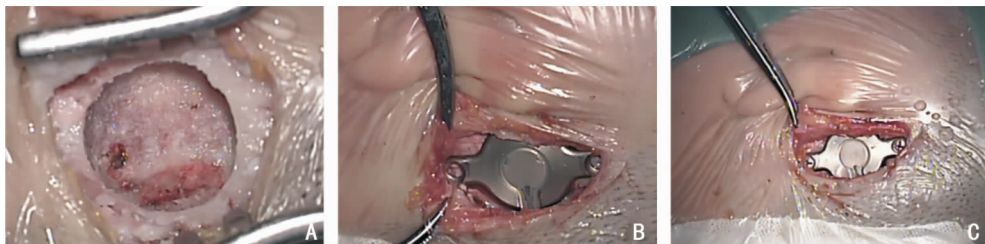


图1 骨桥植入的关键步骤 A:制作适宜的骨岛;B:植入物与骨床严密耦合;C:植入体用螺钉固定

1.2.3 问卷评估 所有患者在术前及术后的主观听力获益情况采用言语空间听觉质量量表—父母版 (speech, spatial, and other qualities of hearing scale for parents, SSQ-P) 及言语可懂度分级 (speech intelligibility rating, SIR) 标准问卷进行评估, SSQ-P 总共 23 个问题, 包括言语感知、空间听力和听觉质量 3 个部分, 每个问题由 0 到 10 分显示由差到优的不同等级, 由专业人员向患者父母及本人详细说明并指导后, 父母和孩子共同完成。此外, 还采用 SIR 共同评估患者骨桥植入前后生活中的主观听力表现。

1.2.4 统计学分析 采用 SPSS 26.0 进行统计学分析, 结果以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 对数据进行正态性检验, 若符合正态分布, 采用相关样本 t 检验。若数据不符合正态分布, 则采用相关样本 Wilcoxon 秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

9 例患者麻醉过程及手术顺利, 成功完成骨桥植入, 手术时间约 45 ~ 90 min, 住院 5 d 后状况良好出院, 术后 7 d 拆线, 均未出现眩晕、耳鸣、皮下气肿及感染等并发症。选择在术后 14 d 开机, 配备体外音频处理器, 根据患者感受和头皮厚度调节磁力强度。由于患者术后来院复查、调试及听觉言语功能评估缺乏连续性, 选取术后 3 个月作为时间点, 资料最为完善, 评估患者术后听觉言语康复效果。

2.2 听觉和言语功能结果

9 例患者术后 0.25 ~ 8 kHz 各频率听阈较术前均有明显改善, 存在显著差异 ($P < 0.001$), 具体数据见表 2。9 例患者术后单音节、双音节、安静环境下语句及 SNR5 语句的言语识别率平均值较术前均有明显改善, 存在显著差异 ($P < 0.01$), 具体数据见表 3。9 例患者术前双音节言语识别阈平均值为 (79.6 ± 18.5) dB HL, 术后 3 个月双音节言语识别阈平均值为 (34.9 ± 16.4) dB HL, 存在显著差异 ($P < 0.01$)。

2.3 问卷调查结果

SSQ-P 评估显示, 9 例患者手术前后单项平均评分与 3 个维度子项平均评分均存在显著差异 ($P < 0.05$), 如图 2 所示。9 例患者 SIR 评估显示术前平均评分 (3.0 ± 1.6) 分, 术后平均评分 (4.4 ± 1.2) 分, 存在显著差异 ($P < 0.05$)。

表 2 9 例患者 0.25 ~ 8 kHz 术前和术后各频率平均听阈具体数据 (dB, $\bar{x} \pm s$)

频率 (kHz)	术前听阈	术后听阈	t	P
0.25	77.8 ± 17.0	46.7 ± 8.3	7.353	0.000
0.5	77.2 ± 16.2	33.3 ± 14.4	6.132	0.000
1	75.0 ± 11.5	21.7 ± 7.5	11.314	0.000
2	70.6 ± 9.5	25.6 ± 12.4	11.023	0.000
4	70.0 ± 14.6	25.0 ± 8.7	8.878	0.000
8	72.2 ± 18.4	30.0 ± 17.0	6.646	0.000

表 3 9 例患者术前和术后助听的单音节、双音节、安静环境下语句及 SNR5 语句言语识别率 (% , $\bar{x} \pm s$)

项目	术前识别率	术后识别率	Z	P
单音节词	19.3 ± 29.1	86.7 ± 18.2	-2.666	0.008
双音节词	19.6 ± 30.1	87.7 ± 16.4	-2.668	0.008
安静语句	30.2 ± 45.4	83.6 ± 26.3	-2.675	0.007
SNR5 语句	16.7 ± 28.4	66.2 ± 32.3	-2.668	0.008

注: SNR5 (信噪比 5 dB)。

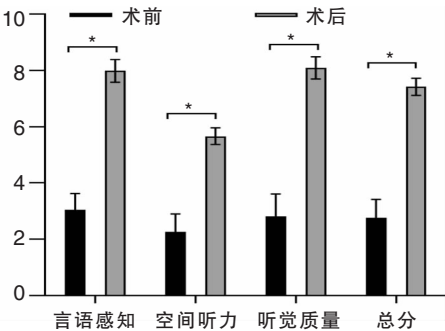


图 2 9 例患者手术前后 SSQ-P 评估对比 注: * $P < 0.05$; SSQ-P (言语空间听觉质量量表—父母版)。

3 讨论

对于先天性外中耳畸形的听力干预, 传统治疗方法主要是耳显微镜下鼓室成形术和外耳道成形术。耳显微外科手术能够重建外中耳听觉通路, 容易被患者接受, 但耳显微手术受到中耳畸形程度的影响, 对于经影像学评估 Jahrsdoerfer 评分 6 分以下的患者, 难以获得理想的听力重建效果, 对于部分外耳道骨性狭窄和闭锁、听骨链畸形严重、前庭窗闭锁和面神经畸形的患者, 耳显微手术难以取得满意而稳定的疗效, 往往存在远期耳道再狭窄、听力再次下降的风险^[3]。近年来逐步开发并在临床应用的人工听觉植入技术有望解决这些难题, 目前适用于先天性外中耳畸形患者的人工听觉植入系统主要包括振动声桥和骨传导助听装置。振动声桥要求尽量有砧镞骨发育、活动的镞骨底板以及中耳含气腔, 手术难度高, 且存在面神经损伤, 植入物移位及纤维结缔

组织包裹的风险^[4],同时费用较为昂贵,因而在临床上难以得到广泛应用。骨传导助听装置通过骨传导机制传递声音能量,绕开外中耳,直接震动内耳,对于单侧重至极重度感音神经性耳聋患者,亦可通过交叉听力,将信号从聋耳传递至听力正常耳,从而克服头影效应,改善患者噪声环境言语识别等能力^[5]。相对于传统手术,安全性高而且适应证更广,听力增益效果相对稳定。目前临床应用较广的植入式骨传导助听装置有骨锚式助听器 BAHA 和骨桥。BAHA 基于钛植入物与骨融合的概念,需要6个月左右的骨融合期^[6]。骨桥是一种主动式跨皮骨传导装置,与经皮骨传导装置相比,减少了皮肤感染和软组织过度增生的风险,由于骨桥植入无需骨融合,因而只要切口皮肤愈合、肿胀消退就可以早期激活植入体^[7]。骨桥植入的手术入路主要有3种:乳突或窦脑膜角入路、乙状窦后入路和颅中窝入路^[8]。本研究中,9例患者均选择了乳突入路植入骨桥,术程顺利,未损伤硬脑膜和乙状窦,术后未出现皮肤感染、头痛及眩晕等并发症,且植入前后患者的骨导阈值基本无变化,手术的安全性与 Sprinzl 等^[5]的报道基本相符。因此,我们认为乳突入路的骨桥植入术相对简单安全且高效,在条件允许情况下,首选乳突入路行骨桥植入。

本研究中,9例患者骨桥植入术后助听听阈较术前裸耳听阈平均改善了 (43.4 ± 13) dB,0.25 ~ 8 kHz各频率听力的改善幅度分别为31.1、43.9、53.3、45、45、42.2 dB,1 kHz 频率听力提升最为显著,整体来看中高频提升幅度优于低频。Shoman 等^[9]报道了相似的结果,认为骨桥植入术将机械传感器直接植入颅骨,设计上可以避免声音振动的软组织衰减,从而更具听觉优势。赵守琴等^[10]也发现了类似现象,这可能是因为低频声能在传播过程中容易衰减,声信号也易被体外麦克风捕捉,另外低频区改善幅度不及中高频也可能与目前的骨导-漂浮质量传感器具有一定惰性有关。此外,本研究中骨桥植入后患者的单音节识别率较术前提升67.3%,双音节识别率较术前提升68.1%,安静环境语句识别率较术前提升53.3%,SNR5 语句识别率较术前提升49.6%,双音节言语识别阈较术前降低44.7 dB,与文献报道基本一致^[11-14]。综合以上研究成果,我们认为骨桥植入手术对外中耳畸形患者的听力康复具有显著效果,对以汉语言为母语的患者,骨桥同样具有显著的听觉和言语功能的恢复作用。

助听听阈、言语能力评估并不能完全代表个人

日常生活的听力表现^[15],为全面了解患者骨桥植入术后获得的主观和客观综合收益,我们对患者进行了 SSQ-P 和 SIR 主观问卷调查以及随访。对患者植入前后 SSQ-P 的分析显示,在言语感知、空间听力、听觉质量及言语表达方面,患者均表现出积极的提升。SIR 的结果显示,患儿在日常生活中的言语表达能力有明显提升。本研究中有患者表示在空间听力方面虽有提升但仍有欠缺,考虑到本手术为单侧听力的重建,所以在空间听力方面难以取得满意的效果。Irmer 等^[16]采用 SSQ-12 量表评估了双侧骨桥植入患者的空间听力受益,发现问卷评分显著高于单侧骨桥植入者。这提示我们,对于部分有较高听觉功能要求的先天性外中耳畸形患者,应该尝试进行双侧骨桥植入。

对于经乳突入路的骨桥植入术,我们做了一些技术上的改进,以实现骨桥植入的稳定性和可靠性。部分外中耳畸形患者合并有乳突发育不良和乙状窦前置,因此在外耳道骨性后壁和乙状窦前壁之间磨出合适大小的骨床存在困难。通过临床实践我们发现,乙状窦周围骨质可以进行完全切除,对乙状窦前壁、外侧壁和后壁的骨质尽可能充分的切除,可以将乙状窦血管充分后移,由此能够在不干扰乙状窦血流的情况下完成骨床的制作。一般情况下,患者乳突尖骨皮质多有气房发育,并且乳突尖一侧骨皮质低于鼓室天盖侧,因此,首先试探性拧紧乳突尖一侧螺钉,如果该侧螺钉旋入时落空,则有机会调整植入体而寻找到理想的螺钉固定位置,通常鼓室天盖一侧的螺钉都能固定在致密的骨皮质。另外,为了实现植入体表面与头颅侧壁的平行,乳突尖一侧螺钉常常需要借助垫片才能达到有效的阻尼,使植入体与颅骨实现满意的耦合。

综上,经乳突入路的骨桥植入手术简单高效且风险低,但针对患者的不同情况,需要进行个性化设计和操作,以利于患者的手术安全。骨桥植入对先天性外中耳畸形患者的听力和言语功能均有显著的改善,同时言语感知、空间听力、听觉质量及言语表达方面也有不错的提升。因此,我们认为骨桥植入是先天性外中耳畸形的一种有效听力重建方案。

参考文献:

- [1] Deng K, Dai L, Yi L, et al. Epidemiologic characteristics and time trend in the prevalence of anotia and microtia in China[J]. Birth Defects Res A Clin Mol Teratol, 2016, 106(2): 88-94.
- [2] 谢众, 赵斯君. 非综合征型先天性小耳畸形的病因研究进展

- [J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2022, 28(5): 102 – 106.
- [3] Zhang TY, Bulstrode N, Chang KW, et al. International consensus recommendations on microtia, aural atresia and functional ear reconstruction[J]. J Int Adv Otol, 2019, 15(2): 204 – 208.
- [4] Liu Y, Ren R, Zhao S. Successive ipsilateral surgery of Vibrant Soundbridge and Bonebridge devices for congenital bilateral conductive hearing loss: a case report[J]. J Int Med Res, 2020, 48(12): 300060520972280.
- [5] Sprinzl GM, Wolf-Magele A. The Bonebridge bone conduction hearing implant; indication criteria, surgery and a systematic review of the literature[J]. Clin Otolaryngol, 2016, 41(2): 131 – 143.
- [6] Fan X, Chen Y, Niu X, et al. Outcomes of the Baha Attract System combined with auricle reconstruction in mandarin speaking patients with bilateral microtia-atresia[J]. Acta Otolaryngol, 2019, 139(5): 425 – 431.
- [7] Miller ME. Osseointegrated auditory devices: Bonebridge[J]. Otolaryngol Clin North Am, 2019, 52(2): 265 – 272.
- [8] Lassaletta L, Calvino M, Zernotti M, et al. Postoperative pain in patients undergoing a transcutaneous active bone conduction implant (Bonebridge)[J]. Eur Arch otorhinolaryngol, 2016, 273(12): 4103 – 4110.
- [9] Shoman NM, Khan U, Hong P. Comparison of passive versus active transcutaneous bone anchored hearing devices in the pediatric population[J]. J Otolaryngol Head Neck Surg, 2022, 51(1): 44.
- [10] 赵守琴, 任冉, 韩德民, 等. 骨桥在双侧先天性外中耳畸形中应用的初步研究[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2017, 52(7): 512 – 516.
- [11] Ren R, Zhao S, Wang D, et al. Audiological effectiveness of bonebridge implantation for bilateral congenital malformation of the external and middle ear[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2019, 276(10): 2755 – 2762.
- [12] Seiwerth I, Fröhlich L, Schilde S, et al. Clinical and functional results after implantation of the bonebridge, a semi-implantable, active transcutaneous bone conduction device, in children and adults[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2022, 279(1): 101 – 113.
- [13] Carnevale C, Morales-Olavarría C, Til-Pérez G, et al. Bonebridge® bone conduction implant. Hearing outcomes and quality of life in patients with conductive/mixed hearing loss[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2023, 280(4): 1611 – 1619.
- [14] Ratuszniak A, Skarzynski PH, Gos E, et al. The Bonebridge implant in older children and adolescents with mixed or conductive hearing loss: Audiological outcomes[J]. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2019, 118: 97 – 102.
- [15] Auinger AB, Liepins R, Brkic FF, et al. The functional hearing gain with an active transcutaneous bone conduction implant does not correlate with the subjective hearing performance[J]. J Pers Med, 2022, 12(7): 1064.
- [16] Irmer C, Volkenstein, S, Dazert S, et al. The bone conduction implant bonebridge increases quality of life and social life satisfaction[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2022, 279(12): 5555 – 5563.

(收稿日期: 2024 – 09 – 08; 网络首发: 2024 – 12 – 23)

本文引用格式: 曾栋, 边盼盼, 陆韵伊, 等. 外中耳畸形患者骨桥植入术后听觉言语康复效果分析[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2025, 31(2): 13 – 17. DOI: 10. 11798/j. issn. 1007 – 1520. 202524351

Cite this article as: ZENG Dong, BIAN Panpan, LU Yunyi, et al. Analysis of auditory and speech rehabilitation effect of Bonebridge implantation in patients with external and middle ear malformation[J]. Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg, 2025, 31(2): 13 – 17. DOI: 10. 11798/j. issn. 1007 – 1520. 202524351