

DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202006006

· 人工耳蜗专栏 ·

脑膜炎后耳蜗骨化患者人工耳蜗植入的临床分析

张娜,董瑞娟,李轶,马晓波,王丹妮,郑军,陈雪清,赵守琴

(首都医科大学附属北京同仁医院耳鼻咽喉头颈外科 北京市耳鼻咽喉科研究所耳鼻咽喉头颈科学教育部重点实验室,北京 100730)

摘要: **目的** 总结因脑膜炎而致严重感音神经性听力损失的人工耳蜗植入经验,探讨其诊疗策略。**方法** 回顾性分析2010年9月—2020年9月于首都医科大学附属北京同仁医院耳鼻咽喉头颈外科因脑膜炎致重度及极重度感音神经性听力损失进行人工耳蜗植入的22例患者资料,其中成人13例,儿童9例。对其术前影像学、手术所见进行分析。**结果** 颞骨HRCT检查中16例(72.7%)诊断耳蜗骨化;6例(27.3%)未诊断,但经手术探查证实存在耳蜗骨化。18例内耳MRI检查中,3例(16.7%)未发现耳蜗信号改变,而经手术探查存在耳蜗骨化。两者结合后检出率为90.9%(20/22),20例(90.9%)可见合并半规管等其他迷路病变。术中未见耳蜗骨化者1例(4.5%),圆窗骨化7例(31.8%),耳蜗底转骨化14例(63.6%)。电极完全植入者18例(81.8%),部分植入者4例(18.2%)。**结论** 脑膜炎后耳蜗骨化可致严重感音神经性听力损失,人工耳蜗是理想的治疗策略,建议尽早植入。术前颞骨HRCT和MRI对确定是否适合耳蜗植入和术前计划至关重要,诊断存在假阴性,但联合检查可大大提高耳蜗骨化的术前诊断阳性率。

关键词:人工耳蜗植入;脑膜炎;耳蜗骨化;感音神经性聋

中图分类号:R764.9⁺3

Cochlear implantation in patients with cochlear ossification after meningitis

ZHANG Na, DONG Ruijuan, LI Yi, MA Xiaobo, WANG Danni, ZHENG Jun, CHEN Xueqing, ZHAO Shouqin

(Department of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, Beijing Tongren Hospital, Capital Medical University, Beijing Institute of Otolaryngology, Key Laboratory of Otolaryngology Head and Neck Surgery, Ministry of Education, Beijing 100730, China)

Abstract: **Objective** To explore the strategy of cochlear implantation in patients with cochlear ossification after meningitis. **Methods** A retrospective study was conducted. Medical records of patients diagnosed as severe-profound sensorineural hearing loss due to cochlear ossification after meningitis and undergone cochlear implantation in our department from Sept. 2010 to Sept. 2020 were collected and reviewed. Twenty-two patients (9 children and 13 adults) with unilateral cochlear implantation were included. Preoperative imagings and intraoperative findings were analyzed. **Results** Cochlear ossification was confirmed by preoperative temporal high-resolution computed tomography (HRCT) in 16 cases (63.7%), and 6 cases (27.3%) without preoperative HRCT findings were confirmed as having cochlear ossification during cochlear implantation. Of the 18 cases with preoperative inner ear magnetic resonance imaging (MRI), 3 cases (16.7%) without any cochlear MRI signal changes were confirmed as having cochlear ossification during surgery. Combination of CT and MRI could achieve a detection rate of 90.9%, and ossified labyrinths such as ossification of semicircular canal were found in 20 cases (90.9%). There was no cochlea ossification in 1 case (4.5%), ossification of round window in 7 (31.8%), and ossification of cochlear basal turn in 14 (63.6%). Eighteen cases (81.8%) had complete electrode implantation and 4 (18.2%) had partial electrode implantation. **Conclusions** Cochlear ossification after meningitis can cause profound sensorineural hearing loss. Cochlear implantation is an ideal treatment strategy and should be performed as soon as possible. Preoperative temporal bone HRCT and inner ear MRI are essential for determining

基金项目:北京市科委首都临床特色应用研究(Z171100001017079)。

第一作者简介:张娜,女,博士,副主任医师。

通信作者:赵守琴,Email: shouqinzhao@163.com;陈雪清,Email: xueqingchen2006@aliyun.com。赵守琴和陈雪清对本文有同等贡献,为共同通信作者。

whether it is suitable for cochlear implantation and preoperative planning. Diagnosis of imaging can be false negative, but the combination of CT and MRI can greatly improve the positive rate of preoperative diagnosis of cochlear ossification.

Keywords: Cochlear implantation; Meningitis; Cochlear ossification; Sensorineural hearing loss; Radiology

耳蜗骨化是炎症反应或炎症导致的耳蜗内新骨形成的病理过程。脑膜炎感染是获得性感音神经性耳聋最常见的病因之一,而耳蜗骨化是细菌性脑膜炎的一个重要后遗症^[1-2]。近50年来,人工耳蜗植入已被证明是重度及极重度感音神经性听力损失(sensorineural hearing loss, SNHL)患者的一种理想治疗策略。耳蜗骨化曾经是人工耳蜗植入的相对禁忌证。但随着科技的进步及人工耳蜗植入技术的不断发展,人工耳蜗植入已经成为耳蜗骨化患者的有效治疗手段。脑膜炎后人工耳蜗植入的时机存在争议,影像学在本病的诊断和治疗的决策方面起到了越来越重要的作用。本研究对10年来脑膜炎后耳蜗骨化而进行人工耳蜗植入患者进行了分析,旨在总结因脑膜炎而致重度SNHL的治疗经验,探讨其诊疗策略。

1 材料与方法

1.1 一般资料

采用回顾性分析的方法,对2010年9月—2020年9月于北京同仁医院耳鼻咽喉头颈外科进行CI的患者进行筛选,研究对象为因脑膜炎致重度及极重度SNHL的患者,共22例(22术耳),其中男14例,女8例,年龄2~59岁,中位年龄22岁,成人13例,儿童9例。全部患者入院后行术前听力检查:纯音测听(其中年龄<6岁患儿行为测听或听觉稳态诱发电位)、声导抗、脑干听觉诱发电位、耳声发射、40 Hz相关电位及耳蜗电图检查。

1.2 影像学评估

所有患者术前均行颞骨HRCT检查,行常规轴位、冠位及矢状位扫描。18例患者行内耳MRI检查。

1.3 手术方式

本组患者均为单耳植入,采取标准的人工耳蜗植入方法。耳后入路,磨除接收刺激器移植床后,开放乳突、鼓室,以砧骨短脚和水平半规管作为解剖标志,定位垂直段面神经,开放面隐窝进入后鼓室。注意保护鼓索神经,如遇面神经前移或面隐窝狭小病例,则采取游离鼓索神经或磨除后拱柱等方法,开放后鼓室。定位圆窗龛,圆窗入路或前下方鼓阶入路,

开窗后植入人工耳蜗电极。选用耳蜗为:澳大利亚Cochlear公司生产的Freedom CI24RE(CA或ST)、美国Advanced Bionics公司生产的HiRes90k Hi-Focus 1j、奥地利MED-EL公司生产的Sonata TI100及我国诺尔康公司生产的CS-10A。耳蜗骨化程度分级依据Smullen和Balkany分级法^[3](表1)。

表1 Smullen和Balkany骨化分级

骨化部位	Smullen和Balkany骨化分级
无骨化	0
圆窗	I
底转下部	II
底转>180°	III

1.4 随访

所有患者术后1个月开机。对于儿童随访患者,使用听觉行为分级标准(categories of auditory performance, CAP)进行听觉感知能力分级评估;言语可懂度分级标准(speech intelligibility rating, SIR)对患者的言语能力进行分级评估^[4]。CAP问卷将患儿听觉能力分10个等级,得分0~9分。其中0分为不能觉察环境声或说话声,1分为可察觉环境声,2分为对言语声做出反应,3分为可鉴别环境声,4分为无需借助唇读可分辨言语声,5分为无需借助唇读可理解常用短语,6分为无需借助唇读可理解交谈内容,7分为可和认识的人打电话,8分为在有回声或干扰噪声的房间(如教师或餐厅)里可与一组人员交谈,9分为在不知话题时可以和陌生人打电话。SIR问卷将患儿言语可懂度分为5个等级,得分1~5分。其中1分为连贯的言语无法被听懂,口语中的词汇不能被识别,患者日常交流的主要方式为手势;2分为连贯的言语无法被听懂,当结合谈话情境和唇读线索时,可听懂言语中的单个词汇;3分为连贯的言语可被某一个聆听者听懂,但需聆听者了解谈话主题,集中注意力并结合唇读;4分为连贯的言语可被某一位聆听者听懂,如果聆听者不熟悉聋人言语,不需费力倾听;5分为连贯的言语可被所有聆听者听懂,在日常语境中孩子的言语很容易被理解。

对于成人随访患者,采用Nijmegen人工耳蜗植入量表进行回访,分别从基本声音感知、高级声音感

知、言语能力、自信心、活动能力和社会交流6个子维度进行评估^[5]。

2 结果

2.1 一般资料

所有患者均有脑膜炎病史,并于其后发现双耳听力下降。自脑膜炎至人工耳蜗植入时间平均为12.7年,其中成人患者平均18.6年,儿童患者平均4.3年。语前聋患者9例,语后聋患者13例。诊断均为双耳重度或极重度 SNHL,骨化性迷路炎,均行单侧人工耳蜗植入,其中左侧12例,右侧10例。4例患者有其他伴随诊断,分别为脑膜脑膨出、周围性面瘫,脑脊液耳漏,前庭导水管扩大,以及脑脊液鼻漏术后。

2.2 影像学结果

颞骨 HRCT 检查中16例(72.7%)诊断耳蜗骨化,多表现为耳蜗密度增高,或局灶性骨性密度影,耳蜗蜗管狭窄,螺旋板或蜗轴密度增高。半规管或前庭亦可为高密度影填充,半规管管腔狭窄。6例(27.3%)未诊断耳蜗密度改变,但经手术探查证实存在耳蜗骨化。MRI 耳蜗骨化者多表现为 T1 等信号, T2 高信号减低或消失,欠均匀或欠连续,增强后

轻度或明显强化,管腔变窄或消失水成像系列可表现为信号减低或消失;半规管或前庭也可有上述表现。18例术前 MRI 中,3例(16.7%)未发现耳蜗信号改变,而经手术探查存在耳蜗骨化。经影像学检查,20例(90.9%)可见合并半规管等其他迷路病变。见图1、2。

2.3 手术情况

本组患者22例,均根据术前影像学及听力学检查结果,采取单侧人工耳蜗植入。其中术前发现双侧病变,选择右侧手术者6例,选择左侧手术者12例;术前提示单侧耳蜗骨化,选择对侧耳蜗手术者3例(皆为右侧,其中2例术侧颞骨 HRCT 及内耳 MRI 均未诊断耳蜗骨化,对侧术中证实亦存在耳蜗圆窗骨化,并经术后病理证实);1例术前双侧皆未诊断耳蜗骨化,选择右侧植入,但术中发现右侧圆窗骨化,并经术后病理证实。侧别选择遵循无耳蜗骨化病变侧,或骨化较轻侧,双侧病变如对称,则选择听阈较低侧。术后均无面瘫等并发症发生。对合并脑脊液耳漏的患者,同时行脑脊液耳漏修补术。根据 Smullen 和 Balkany 分级法,术中所见耳蜗骨化0级患者1例(4.5%),I级7例(31.8%),II级14例(63.6%),未见III级骨化。电极完全植入者18例(81.8%),部分植入者4例(18.2%)。电极植入后情况见图3。

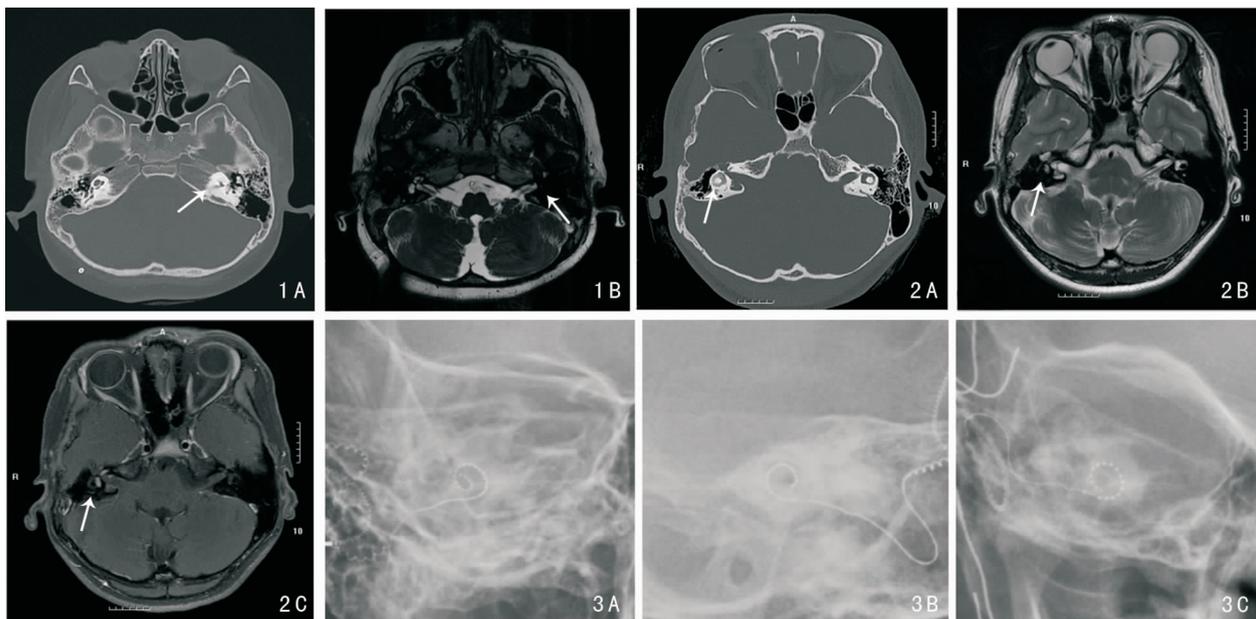


图1 病例2影像学检查 1A:颞骨 HRCT 水平位,左侧耳蜗被骨质替代;1B:内耳 MRI 水成像,左侧耳蜗信号消失 图2 病例9影像学检查 2A:颞骨 HRCT 水平位,右侧半规管增粗,密度增高;2B:内耳 MRI 水平位 T2 加权像示右侧半规管及前庭高信号减低;2C:内耳 MRI 水平位 T1 加权像增强后可见右侧半规管及前庭信号轻度强化。箭头所示为外半规管及前庭

图3 颞骨斜前位示人工耳蜗植入术后电极植入情况,皆为完全植入 3A:0级骨化人工耳蜗植入术后;3B:I级骨化人工耳蜗植入术后;3C:II级骨化人工耳蜗植入术后

对于 I 级耳蜗骨化患者,骨化位于圆窗,去除周围纤维及骨化组织,圆窗周围注入少许氢化泼尼松及透明质酸,于圆窗前下方鼓阶入路,缓慢植入电极。7 例电极皆完全植入。对于 II 级耳蜗骨化患者,骨化位于底转的下部,以 1 mm 金刚钻磨除部分耳蜗底,去除部分纤维化结缔组织,缓慢植入全部电极(9/13,69.2%),部分阻力较大者,电极未能完全植入(4/13,30.8%)。

2.4 术后开机及随访情况

术后 1 个月开机,22 例患者电极均开机正常,电阻值正常。其中全部植入 18 例,部分植入 4 例。9 例儿童患者共随访 7 例,随访时间 6 个月至 12 年,CAP 及 SIR 分级得分详见表 2。

参与随访的 7 例患儿,其中 1 例具有较好的听觉能力,可和认识的人打电话;言语清晰度较好,其连贯的言语可被所有聆听者听懂,在日常语境中孩子的言语很容易被理解。1 例具有较好的听觉能力,无需借助唇读可理解交谈内容;言语清晰度尚可,其连贯的言语可被某一个聆听者听懂,但需聆听

者了解谈话主题,集中注意力并结合唇读。1 例听觉能力尚可,无需借助唇读可理解常用短语,言语清晰度较好,其连贯的言语可被所有聆听者听懂,在日常语境中孩子的言语很容易被理解;1 例听觉能力尚可,无需借助唇读可理解常用短语,但言语清晰度欠佳,其连贯的言语无法被听懂,当结合谈话情境和唇读线索时,可听懂言语中的单个词汇;2 例听觉能力欠佳,可察觉环境声,言语清晰度欠佳,1 例连贯的言语无法被听懂,当结合谈话情境和唇读线索时,可听懂言语中的单个词汇;另 1 例连贯的言语无法被听懂,口语中的词汇不能被识别,患者日常交流的主要方式为手势。1 例由于效果不佳不再使用人工耳蜗植入。

13 例成人患者共随访 8 例,随访时间 2~5 年。Nijmegen 人工耳蜗植入量表结果详见表 3。随访结果发现患者可获得基本声音感知能力,高级声音感知、言语能力、自信心、活动能力和社会交流差异较大。随访的 8 例患者都在坚持使用人工耳蜗植入,每天都能全天使用。

表 2 儿童随访情况

序号	性别	年龄	植入侧别	言语	CAP 分级	SIR 分级	备注
1	男	2	右	语前聋	6	3	
2	女	3	右	语前聋	N/A	N/A	尚未开机
3	男	4	左	语前聋	7	5	
4	男	4	右	语前聋	N/A	N/A	失访
5	男	5	左	语前聋	1	1	
6	女	10	右	语前聋	5	2	
7	男	10	右	语后聋	N/A	N/A	不再使用
8	男	11	右	语前聋	1	3	
9	女	14	左	语后聋	5	5	

注:N/A 示无;下表同。

表 3 成人随访情况

序号	性别	年龄	言语	基本声音感知	社会交流	言语能力	自信心	高级声音感知	活动能力	总分
10	女	19	语后聋	42.5	27.5	55.0	25.0	22.5	20.0	32.2
11	男	21	语前聋	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
12	女	24	语后聋	65.0	37.5	40.0	32.5	25.0	40.0	40.0
13	男	26	语前聋	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
14	女	28	语后聋	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
15	男	29	语后聋	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
16	女	29	语后聋	55.0	42.5	37.5	50.0	45.0	52.5	47.1
17	男	30	语后聋	52.5	20.0	40.0	30.0	30.0	20.0	32.1
18	男	32	语后聋	50.0	15.0	52.5	12.5	35.0	15.0	30.0
19	男	40	语后聋	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
20	男	46	语后聋	55.0	52.5	42.5	42.5	37.5	52.5	47.1
21	男	46	语后聋	65.0	42.5	45.0	65.0	30.0	40.0	47.9
22	女	59	语后聋	2.5	32.5	15.0	42.5	7.5	25.0	20.8

3 讨论

脑膜炎是获得性 SNHL 的最常见原因之一,约 10%~23% 脑膜炎患者存在 SNHL^[2]。骨化性迷路炎通常是细菌性脑膜炎的结果,非细菌引起的骨化性迷路炎是罕见的。据报道,62% 的肺炎球菌性脑膜炎患者发生骨化性迷路炎。感染通过蛛网膜下腔、耳蜗导水管或内耳道进入耳蜗,因此靠近耳蜗导水管的圆窗区及耳蜗底转的鼓阶通常最先受到影响,也是最严重的;骨化常从基底转向顶转发展,鼓阶比前庭阶更常见^[6]。耳蜗的纤维化和骨化可分为 4 个阶段:急性期,中期,晚期和终末期。耳蜗骨化可分为单侧或双侧,可为部分或全部骨化,尽管完全骨化较为罕见。动物和人类研究表明,感染后 3 d 内可出现纤维化和骨化的最初症状。人类耳蜗可在 3 周至 2 个月内完全骨化,因此迫切需要进行诊断和治疗干预^[7]。

对于严重的 SNHL,应考虑进行人工耳蜗植入,因为听力损失可能是进行性纤维化和骨化的反映。脑膜炎后出现的耳蜗基底转纤维化或骨化可使耳蜗植入电极插入困难或不可能^[8]。有关人工耳蜗植入时机有两种观点,保守的方法主张,应允许一个观察的等待期,并密切随访,以发现骨化的早期迹象,并监测听力。相反,有学者建议早期植入,以避免处理骨化性迷路炎,并优化听力结果。本研究 22 例患者中,从脑膜炎发作到植入耳蜗的间隔时间从 2 个月到 51 年不等,其中 3 例植入在患病 3 个月以内,皆由术前影像证实双侧耳蜗骨化,单侧植入侧骨化亦得到术中确认,有患者在脑膜炎发病 1 周后即出现耳鸣及听力下降。细菌性脑膜炎骨化性迷路炎过程可发展迅速,脑膜炎后 4~8 周内即开始出现骨化性迷路炎,5 个月后完成骨化^[2]。虽有少量文献报道明脑膜炎后一段时间内,患儿的听阈会有一定程度的提升,但是无显著性差异^[9]。建议在诊断后立即对所有患者进行听力评估。

此外,术前 CT 和/或 MRI 成像对确定是否适合人工耳蜗植入和术前计划至关重要。HRCT 在显示骨结构、乳突和中耳解剖方面优于 MRI,而 MRI 在显示耳蜗内液体、半规管、桥小脑角和前庭蜗神经方面更为有利^[8]。研究表明 HRCT 检测早期骨化的敏感性较差,约为 33%~73%^[9-10]。MRI 被认为比 HRCT 对预测耳蜗是否骨化有更好的敏感性和特异性,T2 加权图像可有助于识别早期耳蜗底转的骨

化^[11],与钆增强的 T1 加权相像效力相同^[10]。MRI 与 HRCT 联合检测耳蜗骨化的灵敏度可达到 90% 以上^[9]。本研究中,22 例术前 HRCT 中,耳蜗骨化的 HRCT 检出率为 72.7% (16/22);18 例术前 MRI 中,耳蜗骨化的检出率为 83.3% (15/18),两者结合后检出率提高至 90.9% (20/22)。由此可见,HRCT 与 MRI 的诊断皆存在假阴性,但术前联合检查,可大大提高耳蜗骨化的术前诊断阳性率。

除了耳蜗外,研究表明外半规管的骨化是随后耳蜗基底转骨化的预测因素^[10],可在耳蜗之前显示骨化迹象,因此可以作为一种筛查手段,即如果在 HRCT 发现外半规管或耳蜗内钙化,应行 MRI 以明确耳蜗是否骨化。术前应详细评估整个迷路,而不仅仅是耳蜗情况。本研究术前影像学检查示 20 例合并半规管骨化,皆伴有相应侧别的耳蜗骨化。

所有耳蜗植入的目标,都是尽量无创地将所有电极完全植入底转的鼓阶中^[11]。鼓阶植入术可以保护 Reissner 膜,将耳蜗电极放置在离螺旋神经节细胞更近的位置,并且产生较少的眩晕症状,因此这是相对于前庭阶植入的首选选择^[3,11]。但由于耳蜗骨化,有可能做不到电极的完全植入。对于植入电极的数量,有文献推荐奥地利 MED-EL 公司耳蜗至少植入 8 对(总共 12 对),澳大利亚 CA 公司耳蜗至少植入 10 个(总共 22 个),美国 AB 公司耳蜗至少植入 9 个(总共 16 个)电极^[12]。本研究 22 例手术中,4 例为部分植入,但均达到以上标准。

由于儿童及成人耳蜗植入后的随访方式不同,且研究病例较少,因此未进行统计假设检验分析。15 例参与随访的耳蜗骨化患者人工耳蜗植入术后,大部分可获得基本声音感知能力,但言语能力、活动能力等效果各异。分析原因,可能与炎症及骨化过程导致的剩余螺旋神经节细胞受损或数量进一步减少相关;骨化程度与电极阵列的部分插入可能与较差的听力结果相关。文献报道,脑膜炎后耳聋术后的人工耳蜗植入有良好的预后,尤其是长期效果较好^[8]。

因此,脑膜炎一经诊断,控制感染后,患者神经系统稳定的情况下,即须进行听力评估,以确定患者是否患有严重的 SNHL。对于听力损失较轻的患者,需要警惕性地连续测听来监测听力损失的进展。当听力下降到严重程度时,因面临耳蜗骨化的风险,应在手术条件完备的情况下,甚至在 MRI 尚不可见耳蜗内纤维化时,尽早进行人工耳蜗植入手术^[13],以期获得更好的听力结果。

4 结论

脑膜炎后耳蜗骨化可致严重 SNHL, 人工耳蜗植入是理想的治疗策略, 建议尽早植入。术前颞骨 CT 和 MRI 成像对确定是否适合耳蜗植入和术前计划至关重要, 诊断存在假阴性, 但联合检查可大大提高耳蜗骨化的术前诊断阳性率。

参考文献:

- [1] Yetiser S, Karaman K. Double challenge: cochlear implantation in the only hearing ear with progressive hearing loss following meningitis and vestibular dysfunction after implantation [J]. J Otol, 2020, 15(2):74-76.
- [2] Sözen T, Bajin MD, Kara A, et al. The effect of national pneumococcal vaccination program on incidence of postmeningitis sensorineural hearing loss and current treatment modalities [J]. J Int Adv Otol, 2018, 14(3):443-446.
- [3] Smullen JL, Balkany TJ. Implantation of the Ossified Cochlea [J]. Operat Tech Otolaryngol Head Neck Surg, 2005, 16(2):117-120.
- [4] Wang L, Shen M, Liang W, et al. Validation of the Mandarin versions of CAP and SIR [J]. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2020, 139:110413.
- [5] 董瑞娟, 刘博, 彭晓霞, 等. Nijmegen 人工耳蜗植入量表中文版信度和效度评价 [J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2010, 45(10):818-823.
- [6] Wasson JD, Briggs RJS. Contemporary surgical issues in paediatric cochlear implantation [J]. Int J Audiol, 2016, 55(Suppl 2):

S77-S87.

- [7] Nabili V, Brodie HA, Neverov NI, et al. Chronology of labyrinthitis ossificans induced by Streptococcus pneumoniae meningitis [J]. Laryngoscope, 2010, 109(6):931-935.
- [8] Tokat T, Calli T, Bayrak F, et al. Cochlear implantation in postmeningitic deafness [J]. J Craniofac Surg, 2018, 29(3):e245-e248.
- [9] Philippon D, Bergeron F, Ferron P, et al. Cochlear implantation in postmeningitic deafness [J]. Otol Neurotol, 2010, 31(1):83-87.
- [10] Caye-Thomasen P, Dam MS, Omland SH, et al. Cochlear ossification in patients with profound hearing loss following bacterial meningitis [J]. Acta Otolaryngol, 2012, 132(7):720-725.
- [11] Coelho DH, Roland JJ. Implanting obstructed and malformed cochleae [J]. Otolaryngol Clin North Am, 2012, 45(1):91-110.
- [12] Eshraghi AA, Ocaik E. Cochlear implant electrode choice in challenging surgical cases: malformation, residual hearing, ossification, or reimplantation [J]. Curr Otorhinolaryngol Rep, 2017, 5(4):315-322.
- [13] 刘军, 杨仕明. 人工耳蜗及相关技术的进展 [J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2019, 25(5):449-455.

(收稿日期:2020-10-18)

本文引用格式:张娜, 董瑞娟, 李轶, 等. 脑膜炎后耳蜗骨化患者人工耳蜗植入的临床分析 [J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2020, 26(6):631-636. DOI: 10.11798/j.issn.1007-1520.202006006

Cite this article as:ZHANG Na, DONG Ruijuan, LI Yi, et al. Cochlear implantation in patients with cochlear ossification after meningitis [J]. Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg, 2020, 26(6):631-636. DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202006006