

脑白质病变程度对语前聋患儿人工耳蜗植入术后听觉言语康复的影响*

张雪媛¹ 梁茂金¹ 刘佳浩¹ 李湘辉¹ 郑亿庆¹ 翁胤仑²

[摘要] 目的:评价脑白质发育异常的极重度感音神经性聋患儿人工耳蜗植入术后的听觉言语康复效果与脑白质病变程度的关系。方法:回顾性分析 35 例行人工耳蜗植入术的脑白质发育异常患儿(实验组),并选取 35 例植入年龄匹配、耳蜗正常的极重度感音神经性聋患儿作为对照组。根据患儿术前 MRI 表现进行脑白质病变评测(Scheltens 量表评分),术后 6、12、24 个月采用听觉行为(CAP)和言语可懂度(SIR)分级标准对两组患儿的听力及言语恢复水平分别评分。结果:经统计学分析,实验组术后 6 个月的 CAP 得分、SIR 得分均低于对照组($P < 0.05$),术后 12、24 个月的 CAP 得分与对照组无明显差异,SIR 得分低于对照组($P < 0.05$)。其中 Scheltens 分级越高的患儿,CAP 和 SIR 得分越低。结论:脑白质发育异常的语前聋患儿人工耳蜗植入术后听觉感知及言语康复效果与脑白质病变程度有关,病变累及范围越广,听觉和言语康复水平越低,言语康复效果受脑白质病变程度影响更为显著。

[关键词] 脑白质病变;语前聋;人工耳蜗植入;听觉言语康复

doi:10.13201/j.issn.1001-1781.2017.08.005

[中图分类号] R764.43 **[文献标志码]** A

The effect of white matter abnormality to auditory and speech rehabilitation after cochlear implantation in prelingual deafness children

ZHANG Xueyuan¹ LIANG Maojin¹ LIU Jiahao¹ LI Xianghui¹
ZHENG Yiqing¹ WENG Yinlun²

(¹Department of Otolaryngology, Institute of Hearing and Speech-Language Science, Sun Yat-Sen Memorial Hospital, Sun Yat-Sen University, Guangzhou, 510120, China; ²Department of Neurosurgery, Sun Yat-Sen Memorial Hospital, Sun Yat-Sen University)

Corresponding author: ZHENG Yiqing, E-mail: yiqingzheng@hotmail.com; WENG Yinlun, E-mail: yearonyung@126.com

Abstract Objective: To investigate the effect of white matter abnormality to auditory and speech rehabilitation after cochlear implantation in prelingual deafness children. **Method:** Thirty-five children with white matter abnormality were included in this study. The degree of leukoencephalopathy was evaluated by Scheltens scale based on MRI. The hearing and speech recovery level was rated by auditory behavior grading standards (CAP) and speech intelligibility grading standards (SIR) at 6 months, 12 months, and 24 months post operation. **Result:** The CAP scores and SIR scores of the children with white matter abnormality were lower than those of the control group at 6 months after operation ($P < 0.05$). The SIR scores of the children with white matter abnormality at 12 months and 24 months post operation were significantly lower than those of the control group. There was no statistically significant difference between the CAP scores of the two groups at 12 and 24 months after operation ($P > 0.05$). Scheltens classification had a greater impact on SIR scores than on CAP scores. **Conclusion:** The effect of white matter abnormality on auditory and speech rehabilitation after cochlear implantation was related to the degree of leukoencephalopathy. When the lesion of white matter abnormality was larger, the level of hearing and verbal rehabilitation was lower, and the speech rehabilitation was more significantly impacted by white matter lesions degree.

Key words white matter abnormality; prelingual deafness; cochlear implantation; auditory and speech rehabilitation

* 基金项目:国家自然科学基金项目(No:81301609)和国家自然科学基金项目(No:81570935)资助

¹中山大学孙逸仙纪念医院耳鼻喉科 中山大学听力与言语研究所(广州,510120)

²中山大学孙逸仙纪念医院神经外科

通信作者:郑亿庆, E-mail: yiqingzheng@hotmail.com; 翁胤仑, E-mail: yearonyung@126.com

每年全世界有 1/1 000 的新生儿被诊断为重度、极重度先天性感音神经性聋,人工耳蜗植入术是目前治疗重度、极重度感音神经性聋最有效的方法,每年有超过 100 000 例患者通过人工耳蜗植入术重获听力^[1]。随着手术适应证的不断扩展,一些中枢神经系统病变,如脑瘫、脑白质病变等,不再是

人工耳蜗植入的禁忌证,很多病变患儿也接受了人工耳蜗植入术。Lapointe 等^[2] 研究显示 20% 的极重度双侧耳聋患者在 MRI 检查时发现明显的大脑异常表现,其中,脑白质病变是最常见的类型,约占 70%,这可能与患者出生前后经受的大脑损伤如感染、缺血、缺氧或早产等有一定联系,也可能与遗传或免疫、炎症、环境等因素引起的脑白质髓鞘异常有关。Lapointe 推测大脑病变将可能导致神经发育迟缓,继而对后期人工耳蜗植入术预后起制约作用。但同时,有研究也显示,部分脑白质发育异常患儿人工耳蜗植入术后通过正规的康复训练,听力言语康复效果能达到无脑白质病变的语前聋患儿相同的水平^[3]。鉴于脑白质病变对人工耳蜗术后康复效果影响的不确定性,我们拟探索脑白质病变对语前聋患儿人工耳蜗植入术后康复效果的影响,以及脑白质病变程度与术后康复效果的相关性。为验证假设,本研究随访了伴发脑白质病变的语前聋人工耳蜗植入术后的患儿,对术后听觉言语康复效果进行评估,分析其与脑白质病变影像学评分的关系。

1 资料与方法

1.1 临床资料

本研究将 2012—2013 年在孙逸仙纪念医院行人工耳蜗植入术的 35 例重度或极重度感音神经性聋伴脑白质发育异常患儿纳入实验组,同时选取 35 例重度或极重度感音神经性聋但无脑白质发育异常患儿作为对照组。实验组及对照组具有相仿的性别比例、植入年龄、回访周期、康复模式,术前均未佩戴过助听器。

纳入标准:①所有患儿均为语前聋;②手术方式采取右侧耳蜗植入;③手术均由同一医师完成;④术后康复以康复学校语训为主,家庭语训为辅。剔除标准:①明显的智力低下;②视力障碍;③行走不稳、肢体肌力差;④术中及术后出现严重的并发症。

1.2 行为学评分

本研究参照 Beadle 等建立的听觉行为(categories of auditory performance, CAP)以及言语可懂度(speech intelligibility ratings, SIR)分级标准,采取问卷调查及电话随访的方式,分别于术后 6 个月、12 个月、24 个月对与患者生活环境密切相关的人员(如聋儿家长或康复教师)进行直观的行为学分级评分^[4],不同时间点接受随访的均为患儿的同一位家长或同一位老师。CAP 和 SIR 均不受被评估者年龄的限制^[4],是目前国际上广泛通用简便易行的听障患者评估方法。CAP 主要反映患者日常生活环境中的听觉水平(表 1),SIR 用于评估患者的言语能力(表 2)。

表 1 CAP 分级标准

分级	判断标准
8	能使用电话与熟悉的人沟通
7	不借助唇读即可与人沟通
6	不借助唇读即可理解常用的短句
5	不借助唇读即可辨别一些言语声
4	能够辨识环境声音
3	对语言声(例如“走”等)能够做出反应
2	能够感知环境声音
1	不能感知环境声音

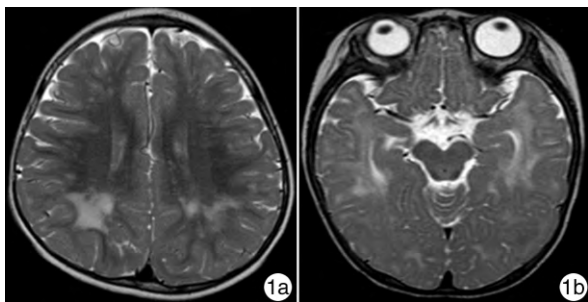
表 2 SIR 分级标准

分级	判断标准
5	连贯言语可被所有人听懂,在口语环境下儿童可以轻易听懂
4	连贯言语可被不具备聆听聋人言语经验的人听懂
3	连贯言语需要听者集中注意力,并结合唇读方可听懂
2	连贯言语不可懂,但听者主要是通过个别词语并借助语境和唇读提示理解其言语
1	连贯言语不可懂,口语中的单词只有手术之前可懂的单词能够识别,主要沟通方式为手语或手势

1.3 脑白质病变评分

本研究主要通过基于 MRI 的 Scheltens 量表评价脑白质病变程度,所有患儿在人工耳蜗植入术前接受 MRI 检查(包括大脑和脑干的 T1 和 T2 序列),由放射科医师进行读片和评分。具体的诊断标准为:在磁共振 T2 像脑白质区域出现高信号的白色斑片状影,同时在 T1 像下相同对应部位呈低信号的灰暗区,在 T2 抑水像下该处仍为白色斑片状高信号(图 1)。Scheltens 量表是纵向观察脑白质病变进展与临床表现之间关系的较为优化及敏感的量表^[5]。

改良 Scheltens 量表(0~30 分)对基底节和幕下病变,脑室旁和深部病变分开评分。脑室旁高信号(0~6 分)评分如下:枕叶帽状高信号计 0~2 分,额叶帽状高信号计 0~2 分,侧脑室带状高信号计 0~2 分。其中无病变计 0 分,病变<5 mm 计 1 分,病变在 6~10 mm 计 2 分。白质高信号(0~24 分)评分如下:额叶计 0~6 分,顶叶计 0~6 分,枕叶计 0~6 分,颞叶计 0~6 分。其中无异常计 0 分;病变范围≤3 mm,数量≤5 个计 1 分;病变范围≤3 mm,数量≥6 个计 2 分;病变范围 4~10 mm,数量≤5 个计 3 分;病变范围 4~10 mm,数量≥6 个计 4 分;病变范围≥11 mm,数量≥1 个计 5 分;病变融合计 6 分(示例见图 1)。



1a: MRI 示患儿双侧大脑半球放射冠、侧脑室后角白质见多发斑片状异常信号灶(评分 6 分);1b: MRI 示患儿双侧侧脑室前后角周围白质、双侧额叶斑片状异常信号影(评分 4 分)。

图 1 脑白质病变评分

1.4 统计学分析

统计学分析均采用 SPSS21.0 进行。采用两两配对样本的 t 检验对实验组及对照组患儿不同康复阶段的行为学得分情况进行统计学分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

实验组基本情况、术前 MRI 表现和脑白质病变程度分级见表 3。实验组男 23 例,女 12 例;平均植入年龄(3.21 ± 1.30)岁。植入体类型为:澳大利亚 Neuclear Freedom 型弯电极 9 例,美国 AB 人工耳蜗 90K 型 7 例,奥地利 Sonata 型 19 例。实验组术后切口愈合好,无血肿、面瘫等并发症。术后 1 个月开机调试,均有听觉反应。在随访的 24 个月内均未出现智力、行为发育倒退等脑白质病变程度加重的表现。

2.2 实验组与对照组患儿术后听觉言语康复情况比较

患者开机后均参加聋儿康复学校的正规听力言语康复训练,经 1~2 年的康复训练逐渐掌握了初步的听觉语言能力,能听懂家人的指令,能讲日常简单用语并进行简单交流。经问卷调查或电话随访,将实验组与对照组术后 CAP 及 SIR 问卷得分进行对比(表 4);实验组术后 6 个月的 CAP 得分与对照组比较差异有统计学意义($P < 0.05$),但两组术后 12 个月、24 个月的 CAP 差异均无统计学意义($P > 0.05$);实验组术后 6 个月、12 个月以及 24 个月的 SIR 得分与对照组比较均差异有统计学意义($P < 0.05$)。

2.3 术前脑白质病变程度与术后听觉言语康复的关系

对脑白质病变患儿的 Schelten 分级与 CAP 和 SIR 评分分别进行相关性分析,脑白质病变程度与 CAP 和 SIR 呈负相关(图 2)。术后 6、12、24 个月的 CAP 分别为 $-0.781(P = 0.002)$ 、 $-0.909(P =$

$0.000)$ 和 $-0.868(P = 0.002)$;SIR 分别为 $-0.890(P = 0.04)$ 、 $-0.917(P = 0.007)$ 和 $-0.950(P = 0.000)$ 。其中,Schelten 分级对 SIR 得分的影响程度大于对 CAP 得分的影响。

3 讨论

重度和极重度先天性感音神经性聋在新生儿中的发病率为 1/1 000。婴儿期和儿童期的严重感染,如脑膜炎,使学龄期的重度和极重度感音神经性聋的患病率提高到 9/1 000^[6]。人工耳蜗植入是这类患儿重获听力并进行正常言语交流的唯一手段。根据人工耳蜗工作指南,脑白质异常的重度感音神经性聋患儿,在排除癫痫频繁发作不能控制,排除严重精神、智力、行为及心理障碍,确定患儿能够配合听觉言语训练后,可进行人工耳蜗植入^[7]。

脑白质异常的患儿可能出现精神运动发育延迟,认知发育延迟,中枢性麻痹和神经感觉减退^[8-9],而这些都有可能成为言语和语言发育的负面影响因素^[10-12]。因此,对于同时患有脑白质异常的重度感音神经性聋患儿,术前对脑白质病变程度的准确评估对术后康复效果的预测有重要意义。

Luthra 等^[13]总结 5 例合并脑白质异常聋儿人工耳蜗植入后的效果评价,与脑白质正常的聋儿相比,脑白质异常聋儿植入术后均存在不同程度的听力言语恢复障碍。而 Moon 等^[3]的研究中,脑白质病变患儿人工耳蜗植入术后 6 个月听力言语康复行为学得分与对照组有差异,术后 1 年无明显差异,轻度脑白质异常的语前聋患儿人工耳蜗植入术后,经过正规康复训练,其听力言语康复效果与无综合征及明显病因的语前聋患儿无显著差别。

本研究中,双侧极重度感音神经性聋的脑白质发育异常患儿的 CAP 得分在人工耳蜗植入术后 6 个月与对照组比较有差异,术后 12 个月、24 个月两组比较均无明显差异;SIR 得分在术后 6 个月、12 个月和 24 个月与对照组比较有差异。脑白质病变 Schelten 分级与 CAP 和 SIR 得分分别进行相关性分析发现两者呈现负相关,其中,Schelten 分级对 SIR 得分的影响大于对 CAP 得分的影响。由此可见,脑白质病变对患儿人工耳蜗植入术后短期的听力、言语水平都有明显影响,经过术后康复训练后,听力水平可以康复到对照组水平,但言语水平仍较对照组落后,脑白质病变对言语康复的影响大于对听力康复的影响。脑白质病变对人工耳蜗植入术后听力和言语康复水平的影响并不一致,恰好解释了现有文献中对脑白质病变患者人工耳蜗植入术后康复效果的判断不一致的现象。

脑白质是大脑内部神经纤维聚集的地方,负责神经信号的传递和处理,脑白质病为中枢白质的髓鞘发育异常或弥漫性损害而致神经放电同步性降

表 3 实验组患儿基本情况、术前 MRI 表现和脑白质病变程度分级

例序	性别	植入年龄	植入体类型	白质病变区域	Schelten 分级
1	男	4 岁 3 个月	Cochlear	双侧侧脑室周围、双侧放射冠	4
2	男	2 岁 6 个月	Medel	双侧额顶枕叶灰白质交界区斑片状高信号影, 双侧半卵圆中心、侧脑室三角区异常信号	12
3	男	3 岁	AB	双侧大脑脑白质发育不良	2
4	女	5 岁 2 个月	AB	双侧脑室前后角周围脑白质、双颞叶前部白质及双侧半卵圆中心多发斑片影	6
5	女	1 岁 9 个月	Cochlear	两侧额顶枕叶皮层下及双侧侧脑室周围脑白质区多发异常信号影	10
6	女	2 岁 2 个月	Medel	双侧额叶、顶叶、颞叶及枕叶白质内见多发片状异常信号影	10
7	男	2 岁 4 个月	Medel	双侧额顶枕额叶白质区多发斑片状异常信号	9
8	男	3 岁 5 个月	AB	双侧大脑半球脑白质多发性异常灶	6
9	女	4 岁	Cochlear	双侧额颞顶枕叶白质区多发斑片状异常信号	10
10	男	2 岁 10 个月	Medel	双侧颞叶轻度脑白质病变	3
11	男	3 岁 1 个月	Medel	双侧大脑半球脑白质软化灶	2
12	男	3 岁	Medel	双侧颞叶可疑斑片状异常信号灶	6
13	女	2 岁 11 个月	Medel	双侧枕叶、顶叶白质散在斑片状 FLAIR 上稍高信号影	4
14	女	2 岁 9 个月	Cochlear	双侧侧脑室三角区脑白质斑片状长 T2 高信号	2
15	男	3 岁 7 个月	AB	双侧大脑半球放射冠、侧脑室后角白质见多发斑片状异常信号灶	6
16	男	4 岁	AB	双侧侧脑室前后角周围白质、双侧半卵圆中心对称性斑片状异常信号影	4
17	男	3 岁 2 个月	Medel	双侧大脑半球白质内靠近灰质区广泛的小斑片状 T2 高信号灶	6
18	男	2 岁 6 个月	Medel	双侧颞叶及侧脑室旁脑白质异常信号	6
19	女	2 岁 8 个月	Medel	脑白质内多发异常信号	10
20	男	2 岁 11 个月	AB	左侧丘脑、内囊后肢区见小斑片长 T2 异常信号, 拟软化灶	6
21	女	5 岁	AB	双侧颞极斑片状稍长 T2 信号灶	6
22	男	3 岁	Medel	双侧放射冠及半卵圆中心区多发片状异常信号影	10
23	男	2 岁 8 个月	Medel	左侧脑室后角旁脑白质区 T2W 高信号小灶	2
24	男	3 岁 2 个月	Medel	双侧额颞枕顶叶、侧脑室旁白质区异常信号	14
25	男	3 岁 3 个月	Cochlear	双侧大脑半球白质异常改变	10
26	女	2 岁 9 个月	Cochlear	双侧大脑皮层下、侧脑室旁白质对称性多发信号异常	12
27	男	3 岁 6 个月	Cochlear	双侧枕叶皮层下对称性斑片状异常信号灶	6
28	男	1 岁 8 个月	Medel	双侧侧脑室后角及双侧额叶、半卵圆中心异常信号影	8
29	男	2 岁	Medel	左侧颞角及双侧枕顶区白质软化表现	10
30	男	1 岁 10 个月	Medel	双侧侧脑室后角旁脑白质异常信号	2
31	男	2 岁 4 个月	Cochlear	双侧侧脑室后角旁脑白质异常信号影	2
32	男	2 岁 8 个月	Cochlear	双侧大脑放射冠脑白质异常信号	2
33	女	4 岁	Medel	脑桥、延髓、左侧大脑脚、左侧小脑中脚脑白质异常信号	4
34	女	2 岁 10 个月	Medel	双侧侧脑室后角旁脑白质异常信号	2
35	女	3 岁	Medel	双侧侧脑室及双侧额叶脑白质异常信号影	6

表 4 实验组与对照组术后 CAP 和 SIR 问卷得分比较

组别	例数	CAP 得分			SIR 得分		
		术后 6 个月	术后 12 个月	术后 24 个月	术后 6 个月	术后 12 个月	术后 24 个月
实验组	35	1.914±0.742 ¹⁾	4.171±0.954	5.771±0.973	1.971±0.618 ¹⁾	3.086±0.818 ¹⁾	4.028±0.923 ¹⁾
对照组	35	2.314±0.530	4.571±0.815	6.543±0.742	2.971±0.618	4.114±0.832	4.714±0.572

与对照组比较,¹⁾ $P<0.05$ 。

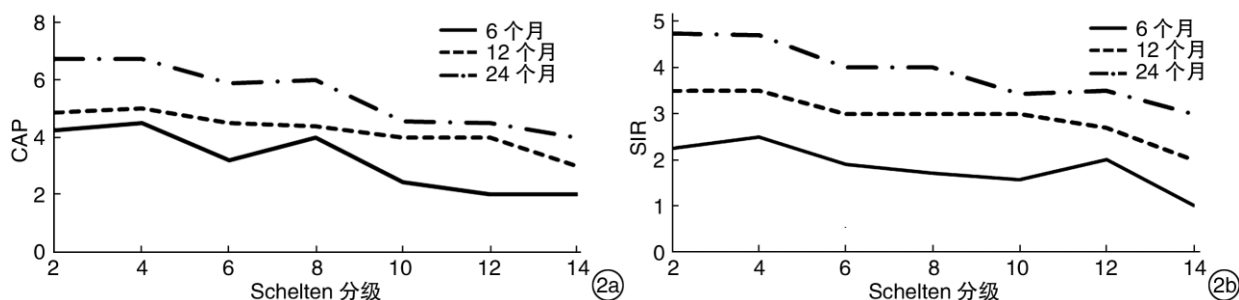


图 2 脑白质病变患儿 Schelten 分级与 CAP(2a)和 SIR(2b)得分的相关性分析

低,听觉信息传递和处理障碍。脑白质可参与发声、言语和语言形成的各个阶段^[14-17]。已有语言和认知相关的神经心理学研究发现,脑白质区域缺血性或其他性质病变者不仅存在发声困难和构音障碍,也存在复杂注意的减少和信息加工的延迟,从而发生语言形成困难,并推测这些表现可能与脑白质病变后信息传导回路的中断有关^[18-19]。

认知功能依赖于广泛分布的神经网络以及神经传导和处理速度^[20]。因此,具有弥漫性实质病变的患者可能具有降低的处理速度和负面影响特定认知领域的神经网络的连接能力。听觉的产生是神经对声音信号感知的过程,而言语需要中枢对信号做出分析、整合和反馈,甚至有研究表明,皮层下脑白质区域投射纤维的减少和缺失可能导致儿童言语发育障碍及口吃^[21-22],这可能是本研究中脑白质病变对言语功能康复影响更显著的原因。

参考文献

- [1] FALLON J B, IRVINE D R, SHEPHERD R K. Cochlear implants and brain plasticity[J]. *Hear Res*, 2008, 238:110-117.
- [2] LAPOINTE A, VIAMONTE C, MORRIS M C, et al. Central nervous system findings by magnetic resonance in children with profound sensorineural hearing loss[J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2006, 70: 863-868.
- [3] MOON I J, KIM E Y, PARK G Y, et al. The clinical significance of preoperative brain magnetic resonance imaging in pediatric cochlear implant recipients[J]. *Audiol Neurotol*, 2012, 17:373-380.
- [4] ALLEN M C, NIKOLOPOULOS T P, O'DONOGHUE G M. Speech intelligibility in children after cochlear implantation[J]. *Am J Otol*, 1998, 19:742-746.
- [5] SCHELTENS P, BARKHOF F, LEYS D, et al. A

semiquantitative rating scale for the assessment of signal hyperintensities on magnetic resonance imaging [J]. *J Neurol Sci*, 1993, 114:7-12.

- [6] VICKERS D, KITTERICK P, VERSCHUUR C, et al. Issues in Cochlear Implant Candidacy[J]. *Cochlear Implants Int*, 2016, 17 Suppl 1:1-2.
- [7] VICKERS D, DE RAEVE L, GRAHAM J. International survey of cochlear implant candidacy[J]. *Cochlear Implants Int*, 2016, 17 Suppl 1:36-41.
- [8] INDER T E, WARFIELD S K, WANG H, et al. Abnormal cerebral structure is present at term in premature infants[J]. *Pediatrics*, 2005, 115:286-294.
- [9] INZITARI D, SIMONI M, PRACUCCI G, et al. Risk of rapid global functional decline in elderly patients with severe cerebral age-related white matter changes: the LADIS study[J]. *Arch Intern Med*, 2007, 167:81-88.
- [10] WILEY S, MEINZEN-DERR J, CHOO D. Auditory skills development among children with developmental delays and cochlear implants[J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2008, 117:711-718.
- [11] LEE Y M, KIM L S, JEONG S W, et al. Performance of children with mental retardation after cochlear implantation: speech perception, speech intelligibility, and language development[J]. *Acta Otolaryngol*, 2010, 130:924-934.
- [12] STEVEN R A, GREEN K M, BROOMFIELD S J, et al. Cochlear implantation in children with cerebral palsy[J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2011, 75: 1427-1430.
- [13] LUTHRA S. 1418 Leukodystrophy & Its Effects on Rehabilitation of Children with Cochlear Implant: A Preliminary Case Study[J]. *Pediatric Res*, 2010, 68: 701-701.
- [14] RADANOVIC M, MANSUR L L, AZAMBUJA M

骨锚式助听器——临床应用与研究进展

石静华¹ 夏寅^{1△}

[关键词] 聋;骨锚式助听器;BAHA attract;进展

doi:10.13201/j.issn.1001-1781.2017.08.006

[中图分类号] R764.5 [文献标志码] A

Clinical application and recent advance in BAHA

Summary There are many deafness patients at present in the world. Bone-anchored hearing aids are well-established solutions for treatment of hearing-impaired patients, such as conductive deafness, mixed deafness and single side deafness. The article aimed to review the basic structure, clinical indications, surgical method and complications of bone anchored hearing aids, and for a new BAHA attract system, we also have a brief discussion. To conclude, the BAHA attract system is an aesthetic, easy, safe and effective hearing aid, and become the patient's preference.

Key words deafness; bone anchored hearing aids; BAHA attract; recent advance

文献报告全球约有 2.78 亿人患有中度以上的听力损失,其中因聋致残者接近 1 亿^[1]。随着科学技术的不断进步,针对耳聋患者的治疗方式发展迅速,并呈现多元化的趋势。骨锚式助听器是目前助听效果较好且患者容易接受的助听装置之一。

1 骨锚式助听装置

1.1 装置简介

骨锚式助听器(bone anchored hearing aids, BAHA)是直接经过骨传导方式的植入式助听装置,这一概念最早由 Berger(1976)提出。Tjellström 等^[2-3]首次将钛质植入体应用于 3 例慢

性中耳炎患者,取得良好的助听效果。经过不断改进和严格的临床试验后,BAHA 被 FDA 批准用于传导性耳聋、混合性耳聋(1996)和单侧耳聋的治疗(2002)^[4]。

1.2 组成部分

BAHA 由钛质植入体、桥基及外部的声音处理器三部分组成。其特殊价值在于可增强声波的骨传导能力,进而有效地提高听力。与传统的骨导助听器相比,BAHA 具有传声效率高,音质好,耗电量低,安全和佩戴舒适等优点。与传统的气导助听器相比,因为不嵌入外耳道,而是直接植入颅骨,有效避免了外耳道感染、流脓,耳闷胀感和佩戴不适等不良反应^[5]。

¹首都医科大学附属北京天坛医院耳鼻喉科(北京,100050)

[△]审校者

通信作者:夏寅, E-mail: xiayin3@163.com

- J, et al. Contribution to the evaluation of language disturbances in subcortical lesions: a pilot study[J]. *Arg Neuropsychiatr*, 2004, 62:51-57.
- [15] JODZIO K, DRUMM D A, NYKA W M, et al. The contribution of the left and right hemispheres to early recovery from aphasia: a SPECT prospective study [J]. *Neuropsychol Rehabil*, 2005, 15:588-604.
- [16] MURDOCH B E. Subcortical brain mechanisms in speech and language[J]. *Folia Phoniatr Logop*, 2001, 53:233-251.
- [17] RADANOVIC M, SCAFF M. Speech and language disturbances due to subcortical lesions [J]. *Brain Lang*, 2003, 84:337-352.
- [18] PANTONI L, SIMONI M, PRACUCCI G, et al. Visual rating scales for age-related white matter changes (leukoaraiosis): can the heterogeneity be reduced [J]? *Stroke*, 2002, 33:2827-2833.
- [19] RINGELSTEIN E B, NABAVI D G. Cerebral small vessel diseases: cerebral microangiopathies[J]. *Curr Opin Neurol*, 2005, 18:179-188.
- [20] JANSSON-VERKASALO E, EGGERS K, JARVENPAA A, et al. Atypical central auditory speech-sound discrimination in children who stutter as indexed by the mismatch negativity[J]. *J Fluency Disord*, 2014, 41:1-11.
- [21] DALIRI A, MAX L. Electrophysiological evidence for a general auditory prediction deficit in adults who stutter[J]. *Brain Lang*, 2015, 150:37-44.
- [22] DALIRI A, MAX L. Modulation of auditory processing during speech movement planning is limited in adults who stutter[J]. *Brain Lang*, 2015, 143:59-68.

(收稿日期:2017-02-07)