

doi: 10.3969/j.issn.1672-4933.2025.01.009

学龄前儿童不同间隔时间序贯植入双侧人工耳蜗术后听觉效果分析

An Analysis of Auditory Effects in Preschool Children after Sequential Bilateral Cochlear Implantation at Different Intervals

崔圆圆 张标新 邱建新 孙琴枝 汪璐璐 刘佩 张纯靖 吴婷

CUI Yuan-yuan, ZHANG Biao-xin, QIU Jian-xin, SUN Qin-zhi, WANG Lu-lu, LIU Pei, ZHANG Chun-jing, WU Ting

【摘要】目的 比较学龄前儿童不同间隔时间序贯植入双侧人工耳蜗术后听觉效果。**方法** 选取2022年2月~2023年5月在本院诊治的45例13~68个月学龄前儿童,按序贯植入的间隔时间分为双侧人工耳蜗序贯植入1组(sequential bilateral cochlear implantation I, SBCI₁)10例(间隔<12个月)、SBCI₂组23例(间隔12~23个月)及SBCI₃组12例(间隔24~36个月),分别在首次人工耳蜗植入时(T₀)、对侧耳蜗植入时(T₁)及双侧耳蜗植入1年后(T₂),采用父母版言语空间特性量表(the speech, spatial and qualities of hearing scale-parent's version, SSQ-P)、儿童听力/口语评估家长问卷(parents' evaluation of aural/oral performance of children, PEACH)及言语可懂度分级问卷(SIR)评估患儿听觉康复效果。**结果** ①双侧人工耳蜗植入1年后(T₂),3组儿童的听觉能力相近(P>0.05)。②双侧人工耳蜗植入1年后(T₂),3组儿童的听觉能力较对侧人工耳蜗植入时(T₁)显著改善;对侧耳蜗植入时(T₁),3组儿童的听觉能力较首次植入时(T₀)显著改善(P<0.01)。③T₀~T₁期间,SBCI₂、SBCI₃组的SSQ-P、PEACH得分增长水平高于SBCI₁组,SBCI₃组SIR得分增长水平显著高于SBCI₁组(P<0.01)。T₁~T₂期间,SBCI₁组的SSQ-P得分增长水平高于SBCI₂,SBCI₂组高于SBCI₃组,SBCI₁、SBCI₂组PEACH得分增长水平显著高于SBCI₃组(P<0.01)。**结论** 学龄前儿童不同间隔时间序贯植入双侧人工耳蜗术后短期听觉能力相近,但植入门隔时间越短的患儿获得听觉效果增益越早,应合理制订康复计划,促进患儿全面康复。

【关键词】 人工耳蜗;序贯植入;双耳听觉;学龄前儿童**【中图分类号】** R764.43**【文献标识码】** A**【文章编号】** 1672-4933(2025)01-0034-05

【Abstract】 Objective To compare the auditory effects of sequential implantation of bilateral cochlear implants at different intervals in preschool children. **Methods** 45 preschool children aged 13-68 months who were treated in our hospital from February 2022 to May 2023 were selected and divided into SBCI₁ group of 10 cases (interval<12 months), SBCI₂ group of 23 cases (interval 12-23 months), and SBCI₃ group of 12 cases (interval 24-36 months) according to the interval of sequential implantation. At the time of the first cochlear implantation (T₀), contralateral cochlear implantation (T₁), and one year after bilateral cochlear implantation (T₂), the auditory effects of the children were evaluated using The Speech, Spatial And Qualities Of Hearing Scale-Parent's Version (SSQ-P) and Parents' Evaluation Of Aural/Oral Performance Of Children (PEACH), Speech Intelligibility Rate (SIR). **Results** One year after bilateral cochlear implantation (T₂), the auditory abilities of the three groups of children were similar (P>0.05). After one year of bilateral cochlear implantation (T₂), the auditory ability of the three groups of children significantly improved compared to the contralateral cochlear implantation (T₁). During contralateral cochlear implantation (T₁), the auditory abilities of the three groups of children were significantly improved compared to the first cochlear implantation (T₀) (P<0.01). From T₀ to T₁, the growth levels of SSQ-P and PEACH scores in the SBCI₂ and SBCI₃ groups were higher than those in the SBCI₁ group. The SIR score growth level of SBCI₃ group was higher than that of SBCI₁ group (P<0.05). From T₁ to T₂, the SSQ-P score growth level in the SBCI₁ group was higher than that in the SBCI₂ group, and SBCI₂ was higher than that in the SBCI₃ group. The growth level of PEACH scores in SBCI₁ and SBCI₂ groups was higher than that in SBCI₃ group (P<0.01). **Conclusion** Preschool children who undergo sequential bilateral cochlear implantation at different intervals have similar short-term auditory abilities, but the shorter the implantation interval, the earlier the auditory effect gain. A precise rehabilitation plan should be developed to promote comprehensive recovery of the children.

【Key words】 Cochlear implant; Sequential implantation; Binaural hearing; Preschool children

基金项目:2024年度安徽医科大学护理学院研究生青苗培育项目(hlqm12024047);安徽省高校自然科学基金重大项目(2024AH040110);安徽医科大学校科研基金项目(2023xkj279)

作者单位:安徽医科大学护理学院 合肥 230032

作者简介:崔圆圆 硕士在读;研究方向:耳康复护理

通讯作者:张标新, E-mail:532611328@qq.com

人类听觉系统的降噪和声学定位能力取决于双耳感知声音信号之间的时间和频谱差异,双侧耳蜗能形成双耳听觉,表现出更好的听觉效果,越来越多地用于治疗重度-极重度感音神经性聋^[1,2]。双耳严重听力损失患者若不能同期植入双侧耳蜗,序贯植入双侧耳蜗不失为一种选择。双侧人工耳蜗序贯植入(sequential bilateral cochlear implantation, SBCI)是分期进行2次人工耳蜗植入手术。SBCI患者植入间隔期较长,影响双耳整合和信息使用能力,缩短植入间隔时间有助于获得更好的听觉效果^[3];即使间隔期较长,患儿仍可获得良好的听觉表现,植入间隔时间对听觉效果没有显著影响或影响较小^[4]。目前,植入间隔时间对双侧人工耳蜗植入术后听觉效果影响的研究结果存在不同观点,没有具体划分合理的植入间隔时间。本研究比较不同间隔时间序贯植入双侧人工耳蜗术后短期听觉水平的差异,为学龄前儿童双侧序贯植入时间节点的选择提供参考。

1 资料与方法

1.1 对象及分组

选取2022年2月~2023年5月在安徽医科大学第一附属医院人工耳蜗植入中心接受对侧人工耳蜗植入术的45例语前聋儿童,年龄13~68个月,按植入间隔分为SBCI₁组10例(间隔<12个月),SBCI₂组23例(间隔12~23个月),SBCI₃组12例(间隔24~36个月)。3组患儿双耳均为重度-极重度感音神经性聋,内耳结构正常;对侧人工耳蜗植入手术均由同一主刀医生及团队完成,术后

无严重并发症;既往无认知功能障碍或合并其它发育障碍。所有儿童每日佩戴双侧人工耳蜗的时间超过8小时,首次植入术后康复训练以机构康复为主,家庭康复为辅。3组患儿一般资料见表1,植入间隔时间存在统计学差异($P<0.01$)。本研究已通过安徽医科大学生物医学伦理委员会批准(83242316)。

1.2 听觉能力评估方法

采用父母版言语空间特性量表(the speech, spatial and qualities of hearing scale-parent's version, SSQ-P)、儿童听力/口语评估家长问卷(parents' evaluation of aural/oral performance of children, PEACH)及言语可懂度分级问卷(SIR)评估3组儿童首次人工耳蜗植入时(T_0)、对侧人工耳蜗植入时(T_1)及双侧人工耳蜗植入1年后(T_2)的听觉能力。评估学龄前儿童不同间隔时间序贯植入双侧人工耳蜗术后短期听觉效果的差异,比较各组首次人工耳蜗植入时(T_0)、对侧人工耳蜗植入时(T_1)及双侧人工耳蜗植入1年后(T_2)的听觉能力变化。

1.2.1 父母版言语空间特性量表(SSQ-P)评估患儿日常复杂听觉场景中的表现,该量表由Galvin等^[5]提出,包括言语感知、空间听力和听力音质,涉及安静环境下对话、吵闹环境下对话、语境对话、多语言交流、定位、距离与移动、声音质量及声音识别,共23个问题,每个问题按0~10分评价,0分表示受试儿童完全不能做到,10分表示完全可以做到,取平均分;得分越高,表示听觉表现越好。量表的Cronbach's α 系数为0.936,具有良好的内部一致性信度。

表1 患儿一般资料比较

组别	项目	SBCI ₁ 组(n=10)	SBCI ₂ 组(n=23)	SBCI ₃ 组(n=12)	$\chi^2/F/H$	P
性别(n,%)						
男		4(40.0)	12(52.2)	9(75.0)	2.92 ^①	0.230
女		6(60.0)	11(47.8)	3(25.0)		
术前残余听力(dB HL, $\bar{x}\pm s$)		96.1 \pm 5.4	93.5 \pm 6.9	91.1 \pm 7.2	1.54 ^②	0.230
首次植入术前是否坚持配戴助听器(n,%)						
是		2(20.0)	6(26.1)	5(41.7)	1.39 ^③	0.570
否		8(80.0)	17(73.9)	7(58.3)		
序贯植入间期是否坚持配戴助听器(n,%)						
是		0(0.0)	2(8.7)	3(25.0)	3.02 ^③	0.200
否		10(100.0)	21(91.3)	9(75.0)		
首次人工耳蜗植入年龄(岁,%)						
0~1		4(40.0)	6(26.1)	2(16.7)	2.69 ^③	0.660
2~3		5(50.0)	16(69.6)	9(75.0)		
4~5		1(10.0)	1(4.3)	1(8.3)		
间隔时间(月, $M[P_{25}, P_{75}]$)		8(6.5,11)	19(14,22)	29(25.0,32.8)	36.93 ^③	<0.010*
SSQ-P(分, $M[P_{25}, P_{75}]$)		0.7(0.3,1.2)	0.7(0.4,0.8)	0.9(0.5,1.2)	5.18 ^③	0.080
PEACH(% , $M[P_{25}, P_{75}]$)		5.0(5.0,10.0)	5.0(5.0,5.0)	6.3(5.0,15.6)	5.87 ^③	0.050
SIR(分, $M[P_{25}, P_{75}]$)		1(1.0,1.3)	1(1.0,1.0)	1(1.0,1.8)	0.80 ^③	0.670

注:① χ^2 值;②F值;③H值;* $P<0.05$,下同

1.2.2 儿童听力/口语评估家长问卷 (parents' evaluation of aural/oral performance of children, PEACH) 评估儿童不同环境下的听觉效果,该量表由张微等^[6]编译。家长通过对孩子的观察,评价其听觉和口语行为,每个条目按0~4分评价,评分方式是将安静(条目3、5、7、9和11)和噪声环境下(条目4、6、8、10和12)的10个条目分数相加得出总分。PEACH量表以实际得分转换为百分数作为统计数据。得分越高,表示日常听能越好,量表的Cronbach's α 系数是0.9,具有良好的内部一致性信度。

1.2.3 言语可懂度分级问卷(SIR)评估儿童对日常言语的理解能力,该量表由英国诺丁汉小儿人工耳蜗项目小组开发,由熟悉听障儿童的家长或康复人员根据儿童的日常表现评级,共分为5级,得分越高,表明言语理解度越佳。中文版言语可懂度分级问卷具有较好的信效度^[7]。

1.3 统计学方法

使用SPSS 26.0软件进行统计分析,计量资料符合正态分布用 $\bar{x}\pm s$,组间比较采用方差分析;非正态分布用四分位数间距,组间比较采用Kruskal-Wallis检验。计数资料用频数、百分比,组间比较采用 χ^2 检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 3组患儿听觉能力比较

T_0 时,3组患儿的SSQ-P、PEACH3及SIR得分无明显差异($P>0.05$)。 T_2 时,3组患儿的SSQ-P、PEACH及SIR得分相近,差异无统计学意义($P>0.05$),见表2。

2.2 各组患儿在 T_0 、 T_1 、 T_2 时听觉能力比较

SBCI₁组 T_2 时的SSQ-P、PEACH、SIR得分显著高于 T_1 、 T_1 时的SSQ-P、PEACH、SIR得分显著高于 T_0 ($P<0.01$)。SBCI₂组 T_2 时的SSQ-P、PEACH、SIR得分显著高

于 T_1 、 T_1 时的SSQ-P、PEACH、SIR得分显著高于 T_0 ($P<0.01$)。SBCI₃组 T_2 时的SSQ-P、PEACH、SIR得分显著高于 T_1 、 T_1 时的SSQ-P、PEACH、SIR得分显著高于 T_0 ($P<0.01$),见表3。

2.3 3组患儿听觉能力得分的差值比较

$T_0\sim T_1$ 期间,SBCI₁组SSQ-P、PEACH得分的差值显著低于SBCI₂、SBCI₃组($P<0.05$);SBCI₁组SIR得分的差值显著低于SBCI₃组($P<0.05$)。 $T_1\sim T_2$ 期间,SBCI₁组SSQ-P得分的差值显著高于SBCI₂,SBCI₂显著高于SBCI₃组($P<0.01$);SBCI₁、SBCI₂组PEACH得分的差值显著高于SBCI₃组($P<0.01$),见表4。

3 讨论

3.1 不同植入间隔时间学龄前儿童双侧人工耳蜗术后短期听觉能力相近

神经生理学结果表明,单侧人工耳蜗的听觉刺激导致双侧听觉脑干通路发育不平衡,即植入间隔引起双侧听觉通路的发育不平衡,可能造成听觉功能受损^[8,9]。因此,植入间隔的时机尤为重要。Chen等^[10]通过纵向随访发现,双侧序贯植入的间隔时间与语前聋儿童的言语感知能力呈负相关,缩短植入间隔时间可以帮助语前聋儿童获得更好的听觉效果,这与神经生理学结果一致。本研究结果显示,植入间隔时间 <12 、 <24 和 ≤ 36 个月患儿,在重建双耳听力术后1年的听觉水平相近,表明植入间隔时间对学龄前儿童双侧耳蜗术后短期听觉效果影响较小。首次人工耳蜗植入年龄、植入间隔及完成双侧人工耳蜗植入年龄,共同影响双侧人工耳蜗使用和双耳听觉效果^[11,12]。这三者密切关联,即首次人工耳蜗植入年龄和间隔时间决定双侧人工耳蜗植入年龄。结合既往研究

表2 3组患儿SSQ-P、PEACH及SIR得分

项目 组别	SBCI ₁ 组(n=11)	SBCI ₂ 组(n=23)	SBCI ₃ 组(n=12)	F/H	P
SSQ-P	7.77±0.63	7.78±0.62	7.67±0.54	0.12	0.890
PEACH	81.25±9.15	83.48±7.75	81.46±8.62	0.37	0.700
SIR	3.50(3.00,4.25)	4.00(3.00,4.00)	4.00(4.00,4.75)	1.10	0.370

表3 不同时间SSQ-P、PEACH及SIR得分

项目	组别	n	T_0	T_1	t/Z	P	T_1	T_2	t/Z	P
SSQ-P	SBCI ₁ 组	10	0.85±0.80	4.38±1.17	8.00	<0.01	4.38±1.17	7.77±0.63	11.41	<0.01*
	SBCI ₂ 组	23	0.63±0.26	5.22±0.89	22.53	<0.01	5.22±0.89	7.78±0.62	14.26	<0.01*
	SBCI ₃ 组	12	0.88±0.31	5.81±0.41	28.56	<0.01	5.81±0.41	7.67±0.54	11.92	<0.01*
PEACH	SBCI ₁ 组	10	9.25±10.54	52.61±10.03	9.62	<0.01	52.61±10.03	81.25±9.15	11.76	<0.01*
	SBCI ₂ 组	23	5.44±1.23	53.00±10.62	20.90	<0.01	53.00±10.62	83.48±7.75	11.77	<0.01*
	SBCI ₃ 组	12	10.42±7.75	64.58±4.50	20.15	<0.01	64.58±4.50	81.46±8.62	7.01	<0.01*
SIR	SBCI ₁ 组	10	1.00(1.00,1.25)	2.00(1.75,2.25)	2.53	0.01	2.00(1.75,2.25)	3.50(3.00,4.25)	2.70	0.01*
	SBCI ₂ 组	23	1.00(1.00,1.00)	2.00(2.00,3.00)	4.12	<0.01	2.00(2.00,3.00)	4.00(3.00,4.00)	4.28	<0.01*
	SBCI ₃ 组	12	1.00(1.00,1.75)	3.00(3.00,3.00)	3.17	<0.01	3.00(3.00,3.00)	4.00(4.00,4.75)	3.21	<0.01*

表4 3组患儿SSQ-P、PEACH及SIR得分差值

项目	组别	n	$T_0 \sim T_1$	$T_1 \sim T_2$
SSQ-P	SBCI ₁ 组	10	3.53±1.40	3.38±0.94
	SBCI ₂ 组	23	4.59±0.98 ^a	2.56±0.86 ^a
	SBCI ₃ 组	12	4.93±0.60 ^a	1.87±0.54 ^{ab}
	<i>F</i>		4.35	9.59
	<i>P</i>		0.03	<0.01
PEACH	SBCI ₁ 组	10	33.00±10.85	39.00±10.49
	SBCI ₂ 组	23	47.17±10.83 ^a	30.87±12.58
	SBCI ₃ 组	12	54.17±9.31 ^a	16.88±8.33 ^{ab}
	<i>F</i>		11.53	11.41
	<i>P</i>		<0.01	<0.01
SIR	SBCI ₁ 组	10	1.00(0.00,1.00)	2.00(1.00,2.25)
	SBCI ₂ 组	23	1.00(1.00,2.00)	1.00(1.00,2.00)
	SBCI ₃ 组	12	2.00(1.25,2.00) ^a	1.00(1.00,1.00)
	<i>H</i>		10.71	5.63
	<i>P</i>		<0.01	0.060

注:a与SBCI₁组相比, $P < 0.05$;b与SBCI₂组相比, $P < 0.05$

分析可能是本研究中除了SBCI₁组有1位患儿首次植入年龄48个月,其余均在3.5岁内。在听觉中枢发育可塑性最高的3.5年内植入首侧耳蜗,可以延迟对侧耳蜗植入的敏感期^[13]。同时,本研究纳入的样本中,所有患儿双侧耳蜗序贯植入的间隔时间较短,在3年内均从单耳听觉过渡到双耳听觉。除了SBCI₃组2名患儿分别在5.2、5.7岁植入对侧耳蜗,其余均在5岁或以内完成双侧人工耳蜗植入,此时期是听觉中枢发育的敏感期^[14];在关键临界期前给予有效言语刺激,能充分发挥听觉潜力,3组患儿由此可能受益相似,听觉效果相近,与Forli的结果一致^[15]。因此,在听觉中枢发育可塑性最高时植入首侧人工耳蜗,在5岁或以内完成双侧人工耳蜗植入,这二者的共同影响可能是导致不同植入间隔患儿双侧人工耳蜗术后短期听觉效果无显著差异的原因,也与Degirmenci的研究结果一致^[16]。

除此之外,植入间隔时间对不同组别患儿术后听觉效果没有影响可能归因于本研究只追踪到双侧人工耳蜗术后1年,而双耳获益随着人工耳蜗佩戴时间的延长继续增加,继而减轻甚至逆转听觉脑干通路发育的不对称性带来的后果,从而最大限度地提高聆听能力^[8,17]。听觉能力在完成双侧序贯植入术后6个月开始提高,24个月时仍在增加,尤其是噪声环境下的言语感知能力改善显著^[18~20],表明评估双耳听觉效果需要考虑时间效应。今后的研究应延长随访时间,进一步探究不同植入间隔患儿术后听觉效果发展轨迹,为个性化康复方案的制订提供科学依据。

3.2 学龄前儿童序贯植入双侧人工耳蜗可有效提高听觉能力

本研究显示,各组在不同时间的听觉能力从高到低

依次是 $T_2 > T_1 > T_0$,呈上升趋势。SBCI₁组康复历时1~2年,处于听觉快速发展期,听觉能力随时间推移逐渐提高。但SBCI₂、SBCI₃组分别历时2~3年、3~4年,听觉能力依旧显著提高,与其它人工耳蜗植入方式听觉康复规律不同^[21]。分析原因可能与双侧序贯植入成就双耳听力,听觉水平再次递增有关^[22]。李芮等^[23]证实间隔2年序贯植入双侧人工耳蜗能显著提高患儿的听觉能力,而同期未植入对侧人工耳蜗的患儿听觉发展停滞不前,进一步证明双侧序贯植入是听觉发展的关键。因此,除了重视首次人工耳蜗植入带来的快速发展期,还应关注重建双耳听觉后的听觉发展^[24]。重建双耳听觉后以机构康复和家庭康复相结合的系统康复训练,SBCI₁组9例,SBCI₂组15例,SBCI₃组只有4例。其中SBCI₁组部分患儿家长坚持康复仅是因为首次植入人工耳蜗术后康复时间较短。其它两组在植入对侧的间隔时间完成了基本的康复训练,导致重建双耳听觉后的强化康复意识不强,尤其是SBCI₃组。因此,应根据双耳听力重建的时间,制订符合当下听觉发展的强化康复策略,重点关注植入间隔较长的患儿,以期获得更好的听觉效果。

3.3 学龄前儿童双侧人工耳蜗序贯植入不同发展阶段的听力增长水平不同

本研究显示, $T_0 \sim T_1$ 期间,听觉能力增长水平从高到低依次是SBCI₃组>SBCI₂组>SBCI₁组。听觉效果与人工耳蜗植入术后康复年限呈正相关,并在术后2.5年趋于平稳^[25]。SBCI₃组植入间隔在2~3年,单侧人工耳蜗康复时间最长,因此,听力增长水平最高。 $T_1 \sim T_2$ 期间,听觉能力增长水平从高到低依次是SBCI₁组>SBCI₂组>SBCI₃组。此时SBCI₁组增长水平最高。分析原因可能是人工耳蜗术后前12个月是听觉发展的快速期,24个月到达平台期,当前SBCI₁组处于快速期,其它两组则已到达平台期,所以SBCI₁组增长水平最高^[21];此外,患儿在 $T_1 \sim T_2$ 期间具备了双耳听觉,能通过双耳听觉优势促进听觉能力发育^[2]。因此,SBCI₁组可能处于听觉发展快速期,并获得双耳听觉后带来的累积效应,共同促进听觉能力的发展,增长水平高于SBCI₂、SBCI₃组。

综上,尽管不同植入间隔时间对学龄前儿童双侧人工耳蜗术后短期听觉效果没有影响,但相较于间隔时间植入对侧耳蜗的患儿,间隔<12个月的患儿可以在较小生理年龄获得同样的听觉效果,最大程度地缩小语前聋儿童与健听儿童之间听觉能力,甚至整体综合能力的差距,与我国《人工耳蜗植入指南》推荐的最佳植入间隔一致^[26,27]。对此,提倡语前聋儿童早期植入对侧人工耳蜗,植入间隔最好在12个月内,若错过此间隔时间,可适当延迟,但最好在5岁时完成双侧人工耳蜗植入,可在此基础

上做出符合家庭实际情况的决策。由于3组儿童首次人工耳蜗植入地点不同,且存在样本量偏小、忽略患儿未坚持使用助听器,但有助听器配戴史等影响因素,导致本研究存在局限性,后期可扩大样本量、延长随访时间,继续探究不同植入间隔时间对听觉效果的影响,为语前聋儿童双侧序贯植入人工耳蜗的间隔时间选择提供参考。

参考文献

- [1] Gordon KA, Papsin BC, Papaioannou V, et al. The Importance of Access to Bilateral Hearing through Cochlear Implants in Children[J]. *Seminars in Hearing*, 2021, 42(4): 381-388.
- [2] Anand AK, Suri N, Ganesh J, et al. Comparison of Outcomes in Unilateral and Bilateral Pediatric Cochlear Implants: Our Experience [J]. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*, 2022, 74(Suppl 1): 707-713.
- [3] Simões-Franklin C, Flood I, Sechler S, et al. Sequential bilateral implantation in older children: Inter-implant map differences and their effects on functional outcomes[J]. *Clinical Otolaryngology*, 2020, 45 (4): 459-465.
- [4] Kleijbergen WJ, Sparreboom M, Mylanus EAM, et al. Benefit of sequential bilateral cochlear implantation in children between 5 to 18 years old: A prospective cohort study[J]. *PLoS ONE*, 2022, 17(7): e0271497.
- [5] Galvin KL, Noble W. Adaptation of the speech, spatial, and qualities of hearing scale for use with children, parents, and teachers[J]. *Cochlear Implants International*, 2013, 14(3): 135-141.
- [6] Zhang VW, Xu T, Ching TYC, et al. The Chinese version of the Parents' Evaluation of Aural/Oral Performance of Children (PEACH) rating scale for infants and children with normal hearing[J]. *International Journal of Audiology*, 2022, 61(7): 600-606.
- [7] 王丽燕, 申敏, 梁巍, 等. 言语可懂度分级问卷中文版的研发及其信度效度研究[J]. *听力学及言语疾病杂志*, 2021, 29(5): 483-487.
- [8] Wu YL, Chen L, Zhu HY, et al. Relationships between bilateral auditory brainstem activity and inter-implant interval in children with cochlear implants[J]. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 2024, 281(4): 1735-1743.
- [9] Atılgan A, Cesur S, Çiprut A. A longitudinal study of cortical auditory maturation and implications of the short inter-implant delay in children with bilateral sequential cochlear implants[J]. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 2023, 166: 111472.
- [10] Chen SL, Zhang BY, Lee YC, et al. Importance of age at 2nd implantation and interimplant interval to the outcome of bilateral prelingually deafened pediatric cochlear implantation[J]. *Journal of the Chinese Medical Association*, 2024, 87(4): 434-441.
- [11] Illg A, Sandner C, Büchner A, et al. The Optimal inter-implant interval in pediatric sequential bilateral implantation[J]. *Hearing Research*, 2019, 372: 80-87.
- [12] Mori N, Yamaguchi S, Ishida A, et al. Effects of bilateral cochlear implants in children: Timing of second surgery and the significance of wearing bilateral cochlear implants in Japan[J]. *Auris Nasus Larynx*, 2020, 47(3): 359-366.
- [13] Zhang Z, Wei C, Zhang Y, et al. Sequential Bilateral Cochlear Implantation With Prolonged Time Intervals[J]. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 2020, 63(9): 3195-3207.
- [14] Gaurav V, Sharma S, Singh S. Effects of Age at Cochlear Implantation on Auditory Outcomes in Cochlear Implant Recipient Children[J]. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*, 2020, 72 (1): 79-85.
- [15] Forli F, Bruschini L, Franciosi B, et al. Sequential bilateral cochlear implant: long-term speech perception results in children first implanted at an early age[J]. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 2023, 280(3): 1073-1080.
- [16] Degirmenci Uzun E, Batuk MO, Sennaroglu G, et al. Factors affecting phoneme discrimination in children with sequential bilateral cochlear implants[J]. *International Journal of Audiology*, 2022, 61(4): 329-335.
- [17] Polonenko MJ, Papsin BC, Gordon KA. Limiting asymmetric hearing improves benefits of bilateral hearing in children using cochlear implants[J]. *Scientific Reports*, 2018, 8: 13201.
- [18] Mohammad Azmi HH, Goh BS, Abdullah A, et al. The outcomes of bilateral cochlear implant users in Universiti Kebangsaan Malaysia[J]. *Acta Oto-Laryngologica*, 2020, 140(10): 838-844.
- [19] Sparreboom M, Snik AFM, Mylanus EAM. Sequential Bilateral Cochlear Implantation in Children: Development of the Primary Auditory Abilities of Bilateral Stimulation[J]. *Audiology and Neurotology*, 2010, 16(4): 203-213.
- [20] Baron S, Blanchard M, Parodi M, et al. Sequential bilateral cochlear implants in children and adolescents: Outcomes and prognostic factors [J]. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*, 2019, 136(2): 69-73.
- [21] 孔维丽, 李梅, 罗学翀, 等. 人工耳蜗术后患儿早期听觉康复规律及影响因素的动态研究[J]. *中华耳科学杂志*, 2021, 19(5): 781-786.
- [22] Kraaijenga VJC, Ramakers GGJ, Smulders YE, et al. Objective and Subjective Measures of Simultaneous vs Sequential Bilateral Cochlear Implants in Adults[J]. *JAMA Otolaryngology-- Head & Neck Surgery*, 2017, 143(9): 881-890.
- [23] 李芮, 邱建新. 语前聋患儿分期双侧人工耳蜗植入术后短期效果分析[J]. *听力学及言语疾病杂志*, 2019, 27(2): 197-200.
- [24] 郁金裕, 姜耀锋. 分期双侧人工耳蜗植入儿童康复效果分析[J]. *中国听力语言康复科学杂志*, 2024, 22(4): 420-423.
- [25] 吴孟波, 李欢, 李少红, 等. 人工耳蜗植入术提高语前聋患者听觉言语能力及生活质量[J]. *中南大学学报(医学版)*, 2021, 46(9): 989-995.
- [26] 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志编辑委员会, 中华医学会耳鼻咽喉头颈外科学分会, 中国残疾人康复协会听力语言康复专业委员会等. 人工耳蜗植入工作指南(2013)[J]. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2014, 49(2): 89-95.
- [27] Ma SJ, Li SX, Tan H, et al. The mental health of paediatric cochlear implant recipients[J]. *The Journal of Laryngology & Otology*, 2024, 138(5): 487-495.

收稿日期 2024-07-15

责任编辑 蒋 春