

DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202625331

· 论 著 ·

短声听性脑干反应与多频稳态反应联合评估非综合征型腭裂并发分泌性中耳炎患儿听力的临床研究

赵琴, 黄敏, 赵斯君, 张梦萍, 谢丽华

(中南大学湘雅医学院附属儿童医院 湖南省儿童医院 耳鼻咽喉头颈外科, 湖南 长沙 410007)

摘 要: **目的** 探讨将短声听性脑干反应(c-ABR)与多频稳态反应(ASSR)联合应用于评估非综合征型腭裂(NSCP)并发分泌性中耳炎患儿听力状况的临床价值。**方法** 回顾性分析 2017 年 1 月—2023 年 12 月确诊的 36 月龄以下无法配合行为测听 NSCP 传导性听力损失严重程度,根据 c-ABR 检测中 V 波阈值判断严重程度,同时结合 ASSR 判断此类患儿听力损失频率分布,采用 Spearman 系数评估 c-ABR 与 ASSR 的相关性,并依据年龄、性别、腭裂程度进行分组比较。**结果** 本研究筛选了 588 例 NSCP,最终纳入 330 例(660 耳),其中男 103 例(206 耳),女 227 例(454 耳)。根据 c-ABR 将听力损失严重程度分为正常(118 耳)、轻(442 耳)、中(100 耳)。以 ASSR 的结果补充低频听力,其中 0.5 kHz 的未引出率较高。整体上 c-ABR 与 ASSR 阈值相关性为 2 kHz 相关性最高($r=0.359$),按性别、年龄、腭裂程度分层后,其中婴儿期 $r=0.350$,幼儿期 $r=0.433$;男 $r=0.255$,女 $r=0.386$;腭裂Ⅱ度 $r=0.331$,Ⅲ度 $r=0.747$ 以上相关性均具有统计学意义($P<0.01$)。**结论** c-ABR 与 ASSR 是 NSCP 听力学评估的重要工具,有助于 NSCP 传导性听力损失的早期诊断与干预,当腭裂程度为Ⅲ度 c-ABR 和 ASSR 结果高度相关,且需重视 0.5 kHz 的听力补充检查;在临床检测中需互相补充,二者联合应用更有利于准确评估 NSCP 听力损失程度。

关 键 词: 分泌性中耳炎; 非综合征型腭裂; 听性脑干反应; 多频稳态反应; 传导性听力损失

中图分类号:R764.21

Clinical study on combined assessment of hearing in children with non-syndromic cleft palate and concurrent secretory otitis media using c-ABR and ASSR

ZHAO Qin, HUANG Min, ZHAO Sijun, ZHANG Mengping, XIE Lihua

(Department of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, the Affiliated Children's Hospital of Xiangya School of Medicine, Central South University, Hunan Children's Hospital, Changsha 410007, China)

Abstract: **Objective** To explore the clinical value of combining click auditory brainstem responses (c-ABR) and auditory steady-state response (ASSR) in evaluating the hearing status of children with non-syndromic cleft palate (NSCP) complicated with secretory otitis media. **Methods** A retrospective analysis was conducted on patients under 36 months of age who were diagnosed between January 2017 and December 2023 and were unable to cooperate with behavioral audiometry. The severity of conductive hearing loss was determined based on the V-wave threshold in c-ABR, while ASSR was used to assess the frequency-specific distribution of hearing loss. The correlation between c-ABR and ASSR was evaluated using Spearman's coefficient, with group comparisons based on age, gender, and severity of cleft palate. **Results** A total of 588 cases of NSCP were screened, and 330 patients (660 ears) were ultimately included, among them 103 were male (206 ears) and 227 were female (454 ears). Based on c-ABR, hearing loss severity was classified as normal (118 ears), mild (442 ears), and moderate (100 ears). ASSR supplemented low-frequency hearing assessment, with a higher non-elicitation rate at 0.5 kHz. Overall, the highest correlation between ABR and ASSR thresholds was

基金项目:湖南省出生缺陷协同防治科技重大专项(2019SK1015)。

第一作者简介:赵琴,女,硕士,医师。

通信作者简介:黄敏,女,主任医师。

observed at 2 kHz ($r = 0.359$). After stratification by gender, age, and degree of cleft palate, analysis revealed correlations of $r = 0.350$ in infants and $r = 0.433$ in young children; $r = 0.255$ in males and $r = 0.386$ in females; and $r = 0.331$ in grade II cleft palate and $r = 0.747$ in grade III. All correlations were statistically significant ($P < 0.01$).

Conclusions c-ABR and ASSR are essential tools for audiological evaluation in NSCP patients, facilitating early diagnosis and intervention for conductive hearing loss. When the degree of cleft palate is III, the results of c-ABR and ASSR are highly correlated, and it is necessary to pay attention to the supplementary hearing test at 0.5 kHz. In clinical detection, they should complement each other, and their combined application is more conducive to accurately assessing the degree of hearing loss in NSCP.

Keywords: Secretory otitis media; Non-syndromic cleft palate; Auditory brainstem response; Auditory steady-state response; Conductive hearing loss

腭裂是一种先天性颌面部畸形,根据是否合并其他器官的改变,腭裂可分为综合征型腭裂及非综合征型腭裂(non-syndromic cleft palate, NSCP)两种,其中后者占腭裂患儿 70% 以上^[1]。腭裂常伴有咽鼓管功能障碍,并易诱发分泌性中耳炎,导致 NSCP 患儿的听力学特征主要表现为轻中度传导性听觉损失^[2,3]。轻中度听力损失可能进一步损害患儿听力理解、语言分辨能力、短时记忆、沟通能力^[4]。因此,早期诊断、密切随访、适时干预可降低听力损失对患儿听力发育与语音以及语言能力造成的不良影响^[5,6]。

腭裂患儿听力干预措施有腭裂修复手术、鼓膜切开置管术、助听器、人工耳蜗植入术等^[2,7-8],这些干预措施的适宜时机、适应证等都离不开听力的及时及精准评估,因此,准确的听力评估是腭裂患儿听力诊治的基础。临床中常采用行为测听及纯音听阈评估听力,但需要患儿的主观配合,这在婴幼儿中难以实现。短声听性脑干反应(click auditory brainstem responses, c-ABR)和多频稳态反应(auditory steady-state response, ASSR)是目前评估听觉功能的两种重要电生理学方法,可对婴幼儿进行客观听力评估,临床应用率高,但二者应用于 NSCP 患儿听力检测评估情况尚不清楚。因此,本研究回顾性收集了在我院同时接受 c-ABR 和 ASSR 检测的 NSCP 患儿的听力结果,旨在分析 c-ABR 和 ASSR 阈值之间的相关性,并评估年龄、腭裂程度和性别对 c-ABR 和 ASSR 阈值之间相关性产生影响以提供临床参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

以 2017 年 1 月—2023 年 12 月于湖南省儿童医院耳鼻咽喉头颈外科就诊的 NSCP 患儿为研究对

象。所有 NSCP 患者的腭裂程度均根据畸形严重程度分为 I ~ III 度^[9]; I 度腭裂为软腭部分或悬雍垂裂开; II 度腭裂为软腭及部分硬腭(切牙孔后部)裂开; III 度腭裂为悬雍垂至硬腭(切牙孔前部)以至牙槽嵴裂开。纳入标准:①诊断为轻中度传导性听力损失,伴有 II 度或 III 度腭裂;②年龄 6 ~ 36 个月;③患儿声导抗鼓室图均为“B”型图,中耳功能示分泌性中耳炎。排除标准:①由噪声、耳毒性药物、外伤、神经系统疾病、家族遗传等因素所致的听力下降腭裂患儿;②既往有耳部手术史、畸形、肿瘤等疾病的腭裂患儿;③伴有其他系统畸形的腭裂患儿;④听力资料不全者。受试者监护人均已签署书面知情同意书。本研究经湖南省儿童医院伦理委员会批准(审批号:HCHLL-2020-49)。

1.2 c-ABR

听觉诱发电位测试使用美国 IHS 公司的 Smart EP 仪,在电屏蔽隔声室内进行。电极放置如下:记录电极置于前额发际,地极置于鼻根部,参考电极置于双侧乳突。刺激声通过 ER-3A 插入式耳机给予,采用短声刺激,刺激速率为 19.3 次/s,叠加 1 024 次。分析时间窗为 11 ms,带通滤波范围为 100 ~ 3 000 Hz。刺激强度起始于 80 dB nHL,并以 20 dB 幅度逐级递减。听力损失的严重程度依据 c-ABR 检测中 V 波的阈值确定。

1.3 ASSR

听觉诱发电位测试采用美国 IHS 公司的 Smart EP 仪,在电屏蔽隔声室内进行。电极放置如下:参考电极位于双侧乳突,接地电极位于鼻根,测试采用快速扫描法。刺激声为载波频率 0.5、1、2、4 kHz 的调幅调频信号。结果以极坐标图及类纯音听力图形式呈现,仪器自动显示各频率“预估听力阈值”。双耳双通道同步记录,任一频率只要在一个通道记录到反应,即判定该频率存在听觉反应。ASSR 反应阈定义为各载波频率可引出反应的最小刺激声

压级(dB SPL),原始数据由仪器自动转换为 dB nHL。ASSR 听力损失分级标准同 c-ABR。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计软件进行分析,将数据按照性别、年龄、腭裂严重程度分组,由于听力结果经正态性检验后呈非正态性分布($P<0.05$),故采用斯皮尔曼相关性检验来分析各频率下 c-ABR 与 ASSR 阈值之间的相关性,对回顾性研究数据进行缺失值分析后,发现 ASSR 0.5 kHz 未引出率较高(49.5%),因此该频率段单独分析。以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

本研究共筛选 588 例腭裂患儿,根据纳入排除标准最后一共纳入了 330 例(660 耳),男女分别为 103 例(206 耳)、227 例(454 耳);年龄分布为 6 个月至 1 岁 183 例(366 耳), $>1\sim 3$ 岁 147 例(294 耳);腭裂程度分度为 II 度 303 例(606 耳),III 度 27 例(54 耳)。

2.2 ABR 结果

非 NSCP 患儿听力结果分布如下:正常听力 118 耳(17.88%),轻度传导性听力损失 442 耳(66.97%),中度传导性听力损失 100 耳(15.15%);主要表现为轻度传导性听力损失。

2.3 ASSR 结果

ASSR 反应阈在 0.5、1、2、4 kHz 未引出耳数分别为 327、85、21、91 耳,未引出率分别为 49.55%、12.88%、3.18%、13.79%。

2.4 相关性分析结果

因 ASSR 0.5 kHz 未引出率较高,故单独分析

(表 1),在其余测试频率和平均频率中,c-ABR 与 ASSR 阈值之间存在显著的斯皮尔曼相关性($P<0.05$),见表 2。在 2 kHz 时 c-ABR 与 ASSR 相关性最高($r=0.359$),亚组分析(性别、年龄、腭裂程度)显示了类似的趋势,相关性峰值始终出现在中高频率(2 kHz)。

表 1 c-ABR 与 ASSR 0.5 kHz 的相关性

项目	耳数	0.5 kHz	
		<i>r</i>	<i>P</i>
性别			
男	94	0.170	0.101 6
女	239	0.348	<0.000 1
年龄			
6 个月至 1 岁	195	0.350	<0.000 1
$>1\sim 3$ 岁	138	0.257	0.002 3
腭裂程度			
II 度	304	0.271	<0.000 1
III 度	29	0.687	<0.000 1
合计	333	0.306	<0.000 1

注:c-ABR(短声听性脑干反应);ASSR(多频稳态反应)。下同。

3 讨论

3.1 ASSR 0.5kHz 未引出率较高

ABR 和 ASSR 是常用的两种听力检测方法,已广泛应用于婴幼儿听力检测,ABR 提供高度可靠的波形反应,特别用于检测听神经和脑干通路功能,是诊断神经性听力损失和婴幼儿听力筛查和诊断的金标准^[10]。ABR 按照刺激声不同主要分为 c-ABR 和短纯音 ABR(tone burst auditory brainstem response, t-ABR),其中 c-ABR 主要反映中高频听力,能量主要集中在 2~4 kHz;t-ABR 具有频率特异性,可以针对 0.5、1、2、4 kHz 等特定频率进行听力测试,但因其临床检查所耗时间长,主要使用 c-ABR 用于临床

表 2 c-ABR 与 ASSR 不同频率的相关性

项目	耳数	1.0 kHz		2.0 kHz		4.0 kHz	
		<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
性别							
男	63	0.253	0.045 6	0.255	0.044 1	0.122	0.341 9
女	173	0.372	<0.000 1	0.386	<0.000 1	0.352	<0.000 1
年龄							
6 个月至 1 岁	142	0.350	<0.000 1	0.323	<0.000 1	0.266	0.001 3
$>1\sim 3$ 岁	94	0.354	0.000 4	0.433	<0.000 1	0.354	0.000 4
腭裂程度							
II 度	221	0.330	<0.000 1	0.331	<0.000 1	0.272	<0.000 1
III 度	15	0.683	0.005 0	0.747	0.001 3	0.726	0.002 2
合计	236	0.348	<0.000 1	0.359	<0.000 1	0.299	<0.000 1

测试。ASSR 则使用经不同频率调制的声信号,可反映 0.5、1、2、4 kHz 不同频率的听阈,同时测试时间相对较短,且 ASSR 提供频率特异性听力阈值预估,自动化程度高且不易受背景噪声影响,稳定性较高^[11-13]。值得注意的是,已有研究发现在 0.5 kHz 听阈反应幅值低于其他频段、检测相对困难且对该频段的引出率缺乏量化报道,其机制认为与 ASSR 使用经不同频率调制的声信号,测试时间相对较短有关^[14]。本研究发现 0.5 kHz 未引出率高达 49.5%,与上述机制推测一致,进一步验证了既往观点。另外检测时间也影响引出率,ABR 和 ASSR 由于检查时间较长(一般为 30 min)并且即使在睡眠状态下有时仍存在脑电波对测试的干扰,可在一定程度上影响测试结果的准确性,故对于 0.5 kHz 未引出的患儿可进一步完善单频率的 t-ABR 进行补充,以提高低频听阈判定准确性。

3.2 c-ABR 与 ASSR 在 NSCP 婴幼儿中具有较好的一致性

c-ABR 与 ASSR 的测试结果具有良好的一致性,已广泛联合应用于听力诊断检查。研究发现在 6 个月至 61 岁的 698 耳不同听力损失类型和听力损失程度的患者中,c-ABR 和 ASSR 检测到的阈值特别是 2~4 kHz 的阈值一致性较高($r>0.5$),且与年龄、听力类型及听力严重程度无关^[15];本研究发现,按性别、年龄分层后,二者听力检测结果仍存在一定的相关性,进一步验证年龄、性别不是影响 c-ABR 与 ASSR 测试结果一致性的因素。同时考虑到 NSCP 患儿容易并发分泌性中耳炎可诱导听力进一步下降。又 c-ABR 更适用于 2~4 kHz 的听力阈值,而 ASSR 有助于检测 0.5~4 kHz 的听力阈值,二者联用可更全面准确地评估 NSCP 患儿的听力,及时对患儿后续的听力干预提供依据。因此,建议及时联用 c-ABR 与 ASSR 完善 NSCP 患儿的听力检查。

3.3 腭裂严重程度越高,c-ABR 与 ASSR 相关性越高

耳部发育异常可导致传导性或感音神经性听力损失。外中耳畸形主要影响声波传导,引起传导性聋。咽鼓管畸形则因其结构或功能障碍,导致中耳通气与引流受阻,致使中耳腔形成持续负压并出现浆液性渗出,引起分泌性中耳炎,造成传导性听力损失。Wang 等^[16]发现在 36 月龄小儿先天性小耳畸形患者中,c-ABR 与 ASSR 相关性强度与小耳畸形程度呈正比,这预示着畸形程度越高,其听力结果可能更差。本研究在 NSCP 患儿中也有类似发现,腭

裂程度Ⅲ度 c-ABR 与 ASSR 相关性最高(Ⅲ度 $r=0.747$)。咽鼓管开放主要依靠腭帆张肌,腭裂程度越高,腭帆张肌发育越差,咽鼓管发育异常越严重;同时因其口鼻相通的区域加大,食物反流、呛咳导致鼻咽处常有异物残留,从而使得中耳积液难以排出,引起分泌性中耳炎,导致听力进一步下降^[17]。因此对于腭裂程度严重的患儿,需高度警惕其听力情况,及早进行诊断及治疗。

3.4 小结

c-ABR 与 ASSR 在 NSCP 婴幼儿中具有较好的一致性,这些客观的听力检测方式为听力损失的早期发现提供了可靠且互补的工具,尤其适用于存在解剖结构异常(如先天性腭裂)的人群。对于涉及低频听力损失的 NSCP 患儿并适时补充 0.5 kHz 的单频听力结果,可能会提高诊断的准确性,并有助于 NSCP 患儿及时进行听觉干预及康复,为后续治疗如通风管的置入、助听器的适配等提供更为全面可靠的客观依据^[18]。

3.5 不足与展望

本研究尚有不足,首先,仅纳入 NSCP 特定年龄段的患儿,进一步的研究应纳入更多样化的患者群体,以验证研究结果的普适性和可靠性。其次,研究为单中心设计,患者来源地域相对集中,可能限制结果的推广性。最后,缺乏长期随访数据,未能评估干预措施的远期效果或疾病的自然进展,未来研究应延长随访时间并增加随访次数。

参考文献:

- [1] Farronato G, Cannalire P, Martinelli G, et al. Cleft lip and/or palate: review[J]. *Minerva Stomatol*, 2014,63(4): 111-126.
- [2] Frisina A, Piacentile K, Frosolini A, et al. Hearing status and ventilation tube at time of palatoplasty in cleft lip and palate patients: A retrospective study[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2023, 59(3): 513.
- [3] 钱绩, 赵斯君, 黄敏, 等. 腭裂患儿伴分泌性中耳炎的治疗进展[J]. *中国耳鼻咽喉颅底外科杂志*, 2024,30(6): 58-62.
- [4] Walker EA, Sapp C, Dallapiazza M, et al. Language and reading outcomes in fourth-grade children with mild hearing loss compared to age-matched hearing peers[J]. *Lang Speech Hear Serv Sch*, 2020,51(1): 17-28.
- [5] Wang J, Sung V, Carew P, et al. Prevalence of childhood hearing loss and secular trends: A systematic review and meta-analysis[J]. *Acad Pediatr*, 2019,19(5): 504-514.
- [6] le Clercq CMP, Labuschagne LJE, Franken MJP, et al. Association of slight to mild hearing loss with behavioral problems and school performance in children[J]. *JAMA Otolaryngol Head Neck*

- Surg, 2020,146(2): 113-120.
- [7] 刘璐,徐幼,徐浪,等. 腭裂儿童分泌性中耳炎的特点及鼓膜置管研究进展[J]. 中华耳科学杂志, 2024,22(3): 485-488.
- [8] Tengroth B, Lohmander A, Hederstierna C. Hearing thresholds in young children with otitis media with effusion with and without cleft palate[J]. Cleft Palate Craniofac J, 2020,57(5): 616-623.
- [9] 国家卫生健康委员会. 腭裂诊疗指南(2022年版)[EB/OL]. (2022-10-08)[2024-06-04]. <https://www.nhc.gov.cn/zygj/s7659/202204/a0e67177df1f4398683e1333957e74.shtml>.
- [10] 国家卫生和计划生育委员会新生儿疾病筛查听力诊断治疗组. 婴幼儿听力损失诊断与干预指南[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2018,53(3): 181-188.
- [11] 丁璐,王梅红,张英慧,等. 气、骨导 ABR 和窄带 CE-Chirp ASSR 在先天性外耳畸形婴儿听力评估中的应用[J]. 中华耳科学杂志, 2021,19(5): 759-763.
- [12] 林少莲,林有辉,舒博,等. 不同程度感音神经性听力损失儿童 ASSR、click-ABR 反应阈与行为听阈的相关性[J]. 听力学及言语疾病杂志, 2022,30(1): 46-49.
- [13] 伍美芳,李维,王春花,等. 多频稳态听觉诱发电位对不同程度听力损失的感音神经性耳聋听阈的评价[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2015,21(5): 396-398.
- [14] 张建,李群,周重昌,等. 感音神经性聋患者窄带 CE-Chirp ASSR 测试结果初步分析[J]. 中华耳科学杂志,2019,17(3):343-346.
- [15] Yılmaz O, Gündoğdu O, Mutlu BÖ, et al. Correlations between auditory brainstem and steady-state responses as a function of age, and severity and configuration of hearing loss[J]. J Am Acad Audiol, 2022, 33(9-10): 431-437.
- [16] Wang Y, Zhu J, Wang D, et al. Audiological assessment using click auditory brainstem response and chirp auditory steady-state response in pediatric patients with congenital microtia under 36 months: A single-center experience[J]. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2025,192:112320.
- [17] Karanth TK, Whittemore KR. Middle-ear disease in children with cleft palate[J]. Auris Nasus Larynx,2018,45(6):1143-1151.
- [18] 中华医学会耳鼻咽喉头颈外科学分会小儿学组. 非综合征性腭裂患儿听力障碍诊断与干预专家共识[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2022, 36(8): 561-567.
- (收稿日期:2025-08-06)

本文引用格式:赵琴,黄敏,赵斯君,等. 短声听性脑干反应与多频稳态反应联合评估非综合征型腭裂并发分泌性中耳炎患儿听力的临床研究[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2026,32(1):49-53. DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202625331

Cite this article as:ZHAO Qin, HUANG Min, ZHAO Sijun, et al. Clinical study on combined assessment of hearing in children with non-syndromic cleft palate and concurrent secretory otitis media using c-ABR and ASSR [J]. Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg, 2026,32(1):49-53. DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202625331