

DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202422565

· 论著 ·

## 正常听力儿童的失匹配负波检查

朱斌, 焦成, 关兵, 徐丽, 张俊中

(扬州大学附属苏北人民医院耳鼻咽喉头颈外科, 江苏扬州 225001)

**摘要:** **目的** 探讨正常听力儿童的失匹配负波(MMN)的特点,同时分析不同性别、不同耳儿童MMN的差异。**方法** 对44例纯音测听、听性脑干反应检测正常的儿童分别进行双耳的MMN检查,其中男25例,女19例。采用经典的oddball模式,标准刺激和偏差刺激分别为1 000 Hz和2 000 Hz的短纯音测试受试者MMN,观察不同性别、不同耳儿童MMN潜伏期及波幅的特点并比较差异。**结果** 44例受试者的双耳均可正常引出MMN波形,男性儿童左耳MMN平均潜伏期为(170.24 ± 32.83)ms,平均波幅为(3.40 ± 2.04)μV;男性儿童右耳MMN平均潜伏期为(172.51 ± 24.19)ms,平均波幅为(4.20 ± 2.29)μV;女性儿童左耳MMN平均潜伏期为(162.13 ± 31.40)ms,平均波幅为(4.01 ± 2.82)μV;女性儿童右耳MMN平均潜伏期为(170.30 ± 33.11)ms,平均波幅为(3.76 ± 2.80)μV。所有受试者左右耳间MMN潜伏期及波幅差异无统计学意义( $P > 0.05$ );男性左右耳间MMN潜伏期差异无统计学意义( $P > 0.05$ );男性左右耳间MMN波幅差异具有统计学意义( $P < 0.05$ );女性左右耳间MMN潜伏期及波幅差异均无统计学意义( $P$ 均 $> 0.05$ )。男女间MMN潜伏期及波幅差异无统计学意义( $P$ 均 $> 0.05$ )。**结论** 正常听力的儿童双耳在频率差异的短纯音刺激下均能稳定的引出MMN波形,在儿童中性别、不同耳对MMN的潜伏期和波幅无明显影响,但不能排除性别是MMN检查中影响其规范数据的一个因素,需要扩大样本量进一步研究。

**关键词:** 失匹配负波;儿童;潜伏期;波幅

中图分类号:R764

## Mismatch negativity in children with normal hearing

ZHU Bin, JIAO Cheng, GUAN Bing, XU Li, ZHANG Junzhong

(Department of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, Northern Jiangsu People's Hospital Affiliated to Yangzhou University, Yangzhou 225001, China)

**Abstract:** **Objective** To study the characteristics of mismatch negativity (MMN) in children with normal hearing, and to analyze the differences of MMN between different ears and genders in normal children. **Methods** A total of 44 children (25 males and 19 females) with normal pure tone audiometry and auditory brainstem response were examined by MMN in both ears. Classical oddball mode was adopted. Standard and deviated stimuli were 1 000 Hz and 2 000 Hz, respectively. The characteristics of MMN latency and amplitude in children of different genders and ears were recorded and compared. **Results** MMN waveform could be elicited from both ears in all the 44 subjects. The average latency and amplitude of MMN in left ear of male children were (170.24 ± 32.83)ms and (3.40 ± 2.04)μV, and those in right ear of male children were (172.51 ± 24.19)ms and (4.20 ± 2.29)μV. The average MMN latency and amplitude of left ear of female children were (162.13 ± 31.40)ms and (4.01 ± 2.82)μV, while those of right ear of female children were (170.30 ± 33.11)ms and (3.76 ± 2.80)μV. The differences in MMN latency and amplitude between the left and right ears of all subjects were statistically insignificant ( $P > 0.05$ ). There was no significant difference in MMN latency between the left and right ears of males ( $P > 0.05$ ), while the MMN amplitude of male left and right ears was statistically different ( $P < 0.05$ ). There were no significant differences in MMN latency and amplitude between left and right ears of females ( $P > 0.05$ ). The differences in MMN latency and amplitude between males and females were statistically insignificant ( $P > 0.05$ ). **Conclusions** MMN waveform can be stably elicited under the stimulation of short pure tone with different

基金项目:苏北人民医院科研基金资助项目(yzucms202026)。

第一作者简介:朱斌,男,硕士,主治医师。

通信作者:张俊中,Email:18905272898@189.cn

frequencies in children with normal hearing. Their gender and different sides of ear have no significant influence on the latency and amplitude of MMN. However, gender cannot be excluded as a factor affecting the standard data of MMN, and further study with expanded sample size is needed.

**Keywords:** Mismatch negativity; Children; Latency; Amplitude

听觉诱发电位 (auditory evoked potentials, AEPs) 可作为认知过程的客观测量指标<sup>[1]</sup>, AEPs 的最大优势在于它可以记录与大脑处理相关的神经元激活, 使评估在认知处理任务中激活的大脑区域成为可能<sup>[2]</sup>。AEPs 这些测量中失匹配负波 (mismatch negativity, MMN) 显示了对大脑电活动的听觉处理、辨别和记忆能力, 这种电活动是由检测存储在短期听觉记忆中的一系列听觉刺激中所呈现的听觉变化的过程所触发<sup>[3]</sup>。

MMN 是事件相关电位 (event-related potential, ERP) 的一种, 是一种内源性事件相关电位成分, 它不依赖于受试者对给定任务的注意力, 无需受试者主动参与, 它有简单、非侵入性等特点, 故较多地应用于神经、精神、心理等疾病的诊断中<sup>[4]</sup>; 也可用于听神经病、唇腭裂、感音神经性耳聋人工耳蜗植入者、脑卒中后感觉性失语患者等不同程度的言语识别功能障碍疾病的研究<sup>[5]</sup>, 近年也有针对于突发性耳聋的 MMN 研究<sup>[6]</sup>, 故 MMN 应用前景广。因 MMN 不需要受试者的参与, 在婴幼儿以及儿童中应用也具有广阔的前景<sup>[7]</sup>, 但目前针对儿童的 MMN 测试没有统一规范的测试方式及参考值, 尤其针对性别、不同耳侧对 MMN 的研究不多, 本研究针对不同性别不同耳侧的儿童进行测试, 以观察正常听力的儿童的 MMN 潜伏期及波幅特点, 对比性别、不同耳侧对结果的影响, 为未来划定儿童 MMN 的参考值提供依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

对 44 例纯音测听、听性脑干反应检测正常的儿童分别进行双耳的 MMN 检查, 其中男 25 例, 女 19 例; 年龄 7 ~ 18 岁, 平均年龄 (10.80 ± 3.43) 岁。经过统计学分析男女受试者年龄差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。纳入标准: ①受试者能正常沟通, 经专业医师排除认知、言语功能障碍者, 发育正常; ②经耳鼻咽喉专科医师检查排除耳科及耳科相关疾病病史; ③身体健康, 均为右利手, 无先天性疾病; ④全身情况好, 能配合检测; ⑤双耳纯音测听 (pure tone au-

diometry, PTA) 各频段主观听阈 ≤ 25 dB HL, 双耳听性脑干反应 (acoustic brainstem response, ABR) 阈值均 ≤ 35 dB nHL。所有受试者均获得其监护人的知情同意。

### 1.2 研究方法

1.2.1 PTA 在本底噪声小于 20 dB(A) 的隔声屏蔽室, 采用 Madsen 纯音听力计, 按国家标准 (GB/T16403—1996) 基本方法由专人采用上升法进行测试, 从 250 ~ 8 000 Hz 每隔一个倍频程测试各个频率的骨导、气导听阈, 双耳频段主观听阈 ≤ 25 dB HL 为正常<sup>[8]</sup>。

1.2.2 ABR、MMN 在本底噪声小于 20 dB(A) 的隔声屏蔽室, 采用 ICS Medical 诱发电位仪, 额部发际前沿正中连接记录电极, 眉弓间连接接地电极, 双侧乳突表面连接参考电极, 极间电阻均 < 5.0 kΩ, ABR 检测: 滤波带通 50 ~ 1 500 Hz, 刺激声为短声 (click 声), 刺激频率 21.1 次/s, 叠加 1 024 次, 刺激声由弱到强, 以 5 dB nHL 为递增量级, 检查中当重复引出 V 波的最小刺激强度为 ABR 阈值, ABR 阈值 ≤ 35 dB nHL 则该耳正常<sup>[9]</sup>。然后进行 MMN 检测, 受试者处于舒适坐位, 要求受试者保持清醒状态, 自行选择观看感兴趣的无声视频以分散注意力, 忽略刺激声, 检测时间 15 ~ 30 min, 刺激方式为 odd-ball 靶式, 刺激声为短纯音; 偏差刺激声为 2 000 Hz, 概率为 20%, 叠加 100 次; 标准刺激为 1 000 Hz, 概率为 80%, 叠加 400 次; 刺激声强度为 ABR 阈上 50 dB nHL; 首先测试右耳, 右耳测试结束后休息 10 min 继续进行左耳的测试, 波形判断: MMN 为偏差刺激减去标准刺激所得潜伏期位于 100 ~ 250 ms 的最大差异波<sup>[10]</sup>, 然后观察和记录 MMN 的潜伏期及波幅。

### 1.3 统计学方法

采用 SPSS 25.0 统计学软件进行数据处理, 平均值用  $\bar{x} \pm s$  表示; 不同耳间的 MMN 潜伏期、波幅比较中采用配对样本  $t$  检验; 男女间的年龄、MMN 潜伏期、波幅比较采用独立样本  $t$  检验;  $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 2 结果

44 例受试者双耳均正常引出 MMN, 图 1、2 为同

一受试者的左右耳 MMN 波形。44 例受试者左右耳的 MMN 潜伏期、波幅差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见表 1; 男女间左右耳潜伏期、波幅均无明显差异 ( $P > 0.05$ ); 男性左右耳间 MMN 潜伏期、女性左右耳间 MMN 潜伏期及波幅均无明显差异 ( $P > 0.05$ ); 男性左右耳间 MMN 波幅差异具有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 见表 2。

表 1 受试者双耳对比分析 ( $\bar{x} \pm s$ )

临床因素	例数	潜伏期 (ms)	波幅 ( $\mu V$ )
左耳	44	166.74 $\pm$ 32.30	3.67 $\pm$ 2.41
右耳	44	171.55 $\pm$ 28.23	4.00 $\pm$ 2.52
<i>P</i>		0.155	0.181

### 3 讨论

MMN 是在一系列重复出现的标准刺激中偶尔穿插的偏差刺激所诱发, 出现于刺激后的 100 ~ 300 ms, 用偏差刺激诱发的负波与标准刺激诱发的负波相减所得; MMN 的出现与受试者是否注意声音无关, 可用振幅、潜伏期、持续时间或曲线面积来判断 MMN 是否出现<sup>[11-12]</sup>。MMN 产生于双侧颞上平面的神经元(听觉皮质)及其附近的区域, 不同部位产生的 MMN 由不同的刺激声信号差异诱发, 双侧额叶也有 MMN 发生器如额皮层, 其产生与听觉皮质以及相关区域对刺激变化的加工处理有关, 可以客观反映听觉皮层的功能状态, 是目前唯一有效的对人脑中枢听觉加工过程的检测手段, 而且其不需要受试者的主动参与, 为常规检查无法配合的患者提供了较好

的客观测量指标。再者, MMN 具有与其他外源性和 ERP 成分(如 P1、N1、P3a、P3b 或 N400)不同的无数特征, 这些特征对重复刺激中的不规则性很敏感, 这种特殊的特征组合使 MMN 成为研究中央听觉信息处理各个方面的有吸引力的工具。结合其特征 MMN 目前多用于神经系统疾病(痴呆、意识障碍、脑卒中、癫痫、偏头痛等)、精神心理类疾病(精神分裂症、自闭症谱系疾病、强迫症、抑郁症、双向情感障碍等)、听觉相关言语障碍类疾病(听神经病、人工耳蜗植入者、唇腭裂患者、脑卒中后感觉性失语患者等)的科学研究及临床应用<sup>[4-5]</sup>。

在学术界我们通常认为 MMN 潜伏期代表听觉通路的功能状态, 而 MMN 振幅取决于皮层的状态, 振幅变异较大, 受多种因素的影响<sup>[5]</sup>。目前 MMN 的异常主要被认为与认知、前注意加工、听觉记忆痕迹、刺激偏差等异常相关。研究发现听神经病、唇腭裂、感音神经性耳聋人工耳蜗植入者、脑卒中后感觉性失语患者均表现为 MMN 潜伏期延长和/或波幅降低, 但对其病因目前不是十分明确, 仍需进一步深入探讨研究<sup>[5]</sup>。在意识障碍的患者当中 MMN 的出现表示患者存在着相对较好的基础神经认知功能, 因此它可以作为一个预测指标来对患者进行预后评估<sup>[13]</sup>。MMN 振幅在慢性精神分裂症患者中是最可靠的潜在生物标志, 有较高的稳定性和独立性, 且部分研究证明 MMN 对于预测早期精神病风险及转化、诊断和跟踪疾病进展、反映抗精神病药物疗效有一定效果, 但部分结果尚需要重复验证<sup>[14]</sup>。以上均表明

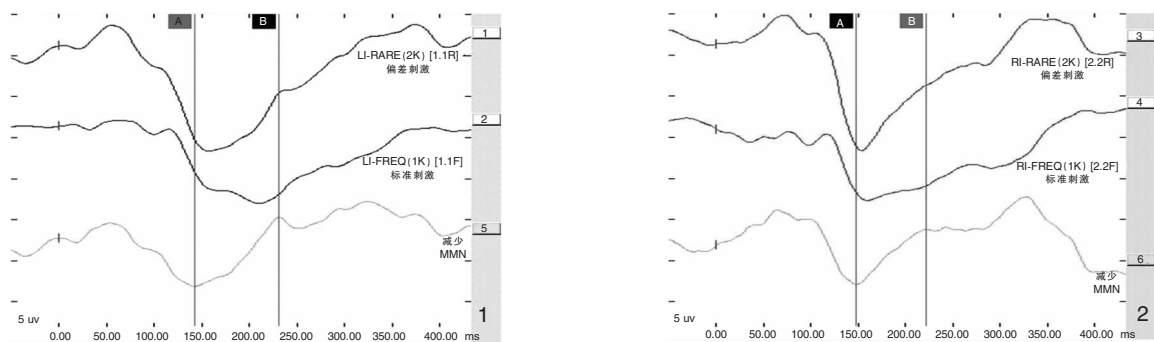


图 1 左耳 MMN 图 2 右耳 MMN 注: 患者男, 10 岁, A-B 之间为最大差异波即 MMN; MMN(失匹配负波)。下同。

表 2 不同侧耳不同性别间 MMN 间潜伏期及波幅对比 ( $\bar{x} \pm s$ )

性别	例数	潜伏期 (ms)		<i>P</i>	波幅 ( $\mu V$ )		<i>P</i>
		左	右		左	右	
男	25	170.24 $\pm$ 32.83	172.51 $\pm$ 24.19	0.651	3.40 $\pm$ 2.04	4.19 $\pm$ 2.29	0.031
女	19	162.13 $\pm$ 31.40	170.30 $\pm$ 33.11	0.059	4.01 $\pm$ 2.82	3.76 $\pm$ 2.80	0.437
<i>P</i>		0.246	0.718		0.241	0.423	

MMN 应用前景广阔,值得我们进一步深入研究。

MMN 可以在没有特殊任务要求的情况下产生,在睡眠中没有注意力的情况下产生,独立于受试者的动机,这一特点使它特别适合测试婴儿和新生儿,此外与 ERP 的许多其他成分不同,MMN 在发育过程中相当稳定,甚至可以从早产儿中获得,这也使得评估年轻群体的中央听觉处理能力成为可能<sup>[15]</sup>。Mohideen 等<sup>[16]</sup>发现与健康儿童相比患有听觉处理障碍和阅读障碍的儿童表现出 MMN 潜伏期增加,振幅降低,曲线下面积减少,推断 MMN 幅度和 MMN 曲线下面积可作为听觉处理障碍和阅读障碍患儿时间顺序评估的有效指标。Lassen 等<sup>[17]</sup>发现患有自闭症的儿童和青少年的 MMN 与健康对照组相比振幅较小,分析可能是自闭症儿童对重复的感觉输入表现出延迟的神经适应和减少对感觉新颖性的神经反应。Lopes 等<sup>[18]</sup>认为对于有症状的颞叶癫痫儿童来说,MMN 检测有较高的特异性,MMN 波幅的增高与降低可能与海马或部分脑回损伤有关。尽管其在婴儿和儿童中有广泛的临床应用价值,但其测量和程序方案的可变性要求获得 MMN 潜伏期和振幅的标准化值,研究 MMN 在儿童群体的标准值成为一种趋势。因此,本研究的目的是验证正常听力儿童 MMN 的发生,描述听力正常儿童 MMN 的参考值,同时分析比较性别和左右耳侧 MMN 的潜伏期和振幅间的差异。

本课题组既往对 29 例正常听力儿童(7~16 岁)及 29 例正常听力青年(18~34 岁)受试者采用经典的 oddball 模式(标准刺激和偏差刺激分别为 1 000 Hz 和 2 000 Hz 的短纯音)进行 MMN 检查,研究发现所有受试者均能引出稳定的 MMN 波形,且两组间 MMN 的潜伏期和波幅无明显差异;我们认为 MMN 结果与儿童受试者听觉通路的成熟情况有关,与年龄差异无关<sup>[12]</sup>。相关文献也报道了随着年龄的增长 MMN 潜伏期明显缩短,儿童后期至青春早期 MMN 的潜伏期才与成年人相似<sup>[19]</sup>,我们考虑 7 岁以上的儿童听觉基本已成熟,与成人无异,故本研究选取年龄范围在 7~18 岁的儿童进行 MMN 检测,尽量减少听觉通路不成熟对结果的影响。本研究中男女受试者的年龄无明显统计学差异,故结合以往研究及本次试验数据,排除年龄对试验结果的干扰。王鸿南等<sup>[10]</sup>对 12 例青年女性和 18 例青年男性采用与我们相同的方法进行 MMN 检查,发现正常青年男女均能引出 MMN 波形。但 Souza 采用非言语刺激(标准刺激和偏差刺激分别为 750 Hz 和 1 000 Hz 的短纯音)和言语刺激(标准刺激和偏差

刺激分别为 [da] 和 [ta] 的音节)对 23 例儿童进行 MMN 测试,结果发现两组间潜伏期、持续时间和面积变量均有统计学意义的差异,表明所有被评估变量中言语刺激的值均高于非言语刺激,考虑是因为言语刺激表现出更大的语言负荷,因此听觉信息的处理更加复杂,导致所有的研究变量值更高<sup>[20]</sup>。因我科常规开展 MMN 研究,故我们继续采用既往的经典的非言语刺激 oddball 模式。后续考虑进行言语刺激下的 MMN 研究。为排除左右利手的影响,均采用右利手的儿童,能更好地同时明确性别、不同耳侧对 MMN 结果的影响。

本研究中发现 44 例受试者左右耳间 MMN 潜伏期、波幅无统计学差异,同时分别对男性及女性儿童的左右耳进行比较,发现只有男性儿童左右耳间 MMN 波幅有统计学差异。国内评估正常婴儿和儿童的 MMN 变量的研究还很少,大多数都是研究患有语音障碍、阅读障碍、自闭症或其他障碍的特定儿童群体的 MMN,与对照组进行比较。国外有部分学者如 Ferreira 等<sup>[21]</sup>对 36 例 5~11 岁儿童进行非言语刺激(标准刺激和偏差刺激分别为 1 000 Hz 和 2 000 Hz 的短纯音)下的 MMN 检测,发现 5~11 岁儿童 MMN 潜伏期和波幅在左右耳之间无明显差异。Schwade 等<sup>[22]</sup>对 40 例正常成年人的非言语刺激(标准刺激和偏差刺激分别为 1 000 Hz 和 2 000 Hz 的短纯音)下的 MMN 研究中,发现正常听力受试者双耳之间 MMN 潜伏期和振幅没有差别,但右利手与左利手受试者之间 MMN 的潜伏期存在差异。以上研究都表明在频率差异刺激下引出的 MMN 潜伏期和波幅无论是儿童还是成人左右耳间均无明显差异,本研究中儿童男女间 MMN 的潜伏期无差异,与既往研究结果相同,而本研究中出现男性儿童左右耳间 MMN 波幅有统计学差异考虑是因为样本量较少、波幅变化大导致的,需要扩大样本量进一步研究。

本研究中男女儿童间 MMN 潜伏期和波幅无明显统计学差异。Ferreira 等<sup>[21]</sup>对 36 例 5~11 岁儿童进行 MMN 检测得出:女性组右耳、左耳 MMN 平均潜伏期和振幅分别为 177.3 ms 和 5.01  $\mu$ V、182.4 ms 和 5.39  $\mu$ V。男性组右耳、左耳 MMN 平均潜伏期为 194.4 ms 和 5.11  $\mu$ V、183.6 ms 和 5.83  $\mu$ V,结果发现 5~11 岁儿童男女之间 MMN 潜伏期和波幅无明显差异;Souza 等 23 例儿童进行两种模式下(言语刺激和非言语刺激)的 MMN 测试,发现两种模式下男女之间 MMN 的潜伏期和波幅均无明显差异<sup>[20]</sup>;Sangeeta 等<sup>[15]</sup>通过对 42 例正常婴幼儿(2 个月至 5 岁)的 MMN 检测也没有发现 MMN 变量的性别差

异。以上均与我们的结果相同。我们结果中女性组右耳、左耳 MMN 平均潜伏期和振幅分别为 170.30 ms 和 3.76  $\mu$ V、162.13 ms 和 4.01  $\mu$ V,男性组右耳、左耳 MMN 平均潜伏期为 172.51 ms 和 4.19  $\mu$ V、170.24 ms 和 3.40  $\mu$ V,虽无明显统计学差异但男性儿童的右耳潜伏期和波幅平均值均高于女性,既往有针对成年人的研究显示男性的潜伏期和振幅值高于女性,如 Schwade 对 20 例男性和 20 例女性成年人(18~29 岁)采用频率差异刺激下的 MMN 检查,发现左右耳间正常成年人 MMN 潜伏期和振幅没有差异,在性别方面男性组在右耳中的潜伏期高于女性组,研究者推断女性在右耳非言语声音的听觉辨别和加工方面可能更受青睐<sup>[22]</sup>。一些研究证明性别在神经生理学方面的差异会引起男性的潜伏期高于女性,目前认为这些差异只发生在带有语音对比的刺激上,考虑与音位对比的听觉辨别有关<sup>[23]</sup>。但本研究中在性别之间没有发现统计学上的显著差异,考虑与受试者的听觉通路发育、样本量大小等有关。因此,根据以往研究,我们推断在 MMN 的研究中性别可能是影响其规范数据的一个因素,需要扩大样本量进一步研究。

综上所述,正常听力的儿童双耳在频率差异的短纯音刺激下均能稳定的引出 MMN 波形,在儿童中性别、左右耳对 MMN 的潜伏期和波幅无明显影响,但不能排除性别是 MMN 检查中影响其规范数据的一个因素,需要扩大样本量进一步研究,为 MMN 更好的应用于临床提供理论依据。

#### 参考文献:

- [1] Didoné DD, Garcia MV, Oppitz SJ, et al. Potencial evocado auditivo P300 em adultos: valores de referência [J]. *Einstein (Sao Paulo)*, 2016,14(2): 208-212.
- [2] Santos MAR, Munhoz MSL, Peixoto MAL, et al. Contribuição do Mismatch Negativity na avaliação cognitiva de indivíduos portadores de esclerose múltipla [J]. *Rev Bras Otorrinolaringol*, 2006,72(6): 800-807.
- [3] Näätänen R, Gaillard AW, Mäntysalo S. Early selective-attention effect on evoked potential reinterpreted [J]. *Acta Psychol (Amst)*, 1978,42(4): 313-329.
- [4] 谢惠敏,赵克佳,左秀芹,等.失匹配负波(MMN)的临床应用进展[J].*中华保健医学杂志*,2020,22(5): 555-557.
- [5] 刘浩强,赵立东.失匹配负波(MMN)对听觉中枢言语识别功能的评估[J].*中华耳科学杂志*,2018,16(2): 227-233.
- [6] 胡萍萍,朱斌,孟子坤,等.单侧全聋型突发性聋患者失匹配负波的初步研究[J].*临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*,2021,35(5): 391-394.
- [7] Rocha-Muniz CN, Befi-Lopes DM, Schochat E. Mismatch nega-

tivity in children with specific language impairment and auditory processing disorder [J]. *Braz J Otorhinolaryngol*, 2015, 81(4): 408-415.

- [8] 朱斌,王鸿南,马莲,等.84例唇腭裂患者听觉失匹配负波的研究[J].*中华耳科学杂志*,2017,15(1): 66-70.
- [9] 姚晓琳,王鸿南,吴玮,等.256例腭裂患者临床听力学研究[J].*中华耳科学杂志*,2015,13(2): 322-325.
- [10] 王鸿南,吴玮,韩浩伦,等.正常青年人失匹配负波检查[J].*中华耳科学杂志*,2014,12(2): 239-241.
- [11] Sussman ES, Chen S, Sussman-Fort J, et al. The five myths of MMN: redefining how to use MMN in basic and clinical research [J]. *Brain Topogr*, 2014,27(4): 553-564.
- [12] 朱斌,孟子坤,胡萍萍,等.正常听力儿童及青年失匹配负波研究[J].*听力学及言语疾病杂志*,2021,29(1): 25-28.
- [13] 欧梦涵,宋涛.失匹配负波评估意识障碍患者预后的临床应用及研究进展[J].*中国康复医学杂志*,2021,36(5): 616-620.
- [14] 秦湘琴,侯文鹏,李先宾,等.失匹配负波对精神分裂症不同阶段识别作用的研究进展[J].*神经疾病与精神卫生*,2022,22(6): 409-413.
- [15] Sangeeta G, Anchala B. Mismatch negativity responses to different auditory attributes in normally developing infants and children [J]. *Cureus*, 2022, 14(12): e33163.
- [16] Mohideen R, Thangaraj M. Relationship between temporal pattern perception test and mismatch negativity in children with auditory processing disorder and dyslexia [J]. *J Audiol Otol*, 2023, 27(1): 16-23.
- [17] Lassen J, Oranje B, Vestergaard M, et al. Reduced mismatch negativity in children and adolescents with autism spectrum disorder is associated with their impaired adaptive functioning [J]. *Autism Res*, 2022,15(8): 1469-1481.
- [18] Lopes R, Simões MR, Ferraz L, et al. The mismatch negativity (MMN) potential as a tool for the functional mapping of temporal lobe epilepsies [J]. *Epilepsy Behav*, 2014,33: 87-93.
- [19] 王子健,潘滔,马芙蓉.听觉刺激对听觉功能发育的影响[J].*临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*,2016,30(12): 994-997.
- [20] De Souza AEH, Biaggio EPV. Verbal and nonverbal mismatch negativity in children with typical development: Variables analysis [J]. *Int Arch Otorhinolaryngol*, 2021,25(3): e399-e406.
- [21] Ferreira DA, Bueno CD, de Costa SS, et al. Mismatch negativity in children: Reference values [J]. *Int Arch Otorhinolaryngol*, 2019,23(2): 142-146.
- [22] Schwade LF, Didoné DD, Sleifer P. Auditory evoked potential mismatch negativity in normal-hearing adults [J]. *Int Arch Otorhinolaryngol*, 2017,21(3): 232-238.
- [23] Aerts A, van Mierlo P, Hartsuiker RJ, et al. Sex differences in neurophysiological activation patterns during phonological input processing: An influencing factor for normative data [J]. *Arch Sex Behav*, 2015,44(8): 2207-2218.

(收稿日期:2022-12-28)

**本文引用格式:**朱斌,焦成,关兵,等.正常听力儿童的失匹配负波检查[J].*中国耳鼻咽喉颅颈外科杂志*,2024,30(1): 55-59. DOI: 10.11798/j.issn.1007-1520.202422565

**Cite this article as:**ZHU Bin, JIAO Cheng, GUAN Bing, et al. Mismatch negativity in children with normal hearing [J]. *Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg*, 2024,30(1): 55-59. DOI: 10.11798/j.issn.1007-1520.202422565