

言语声诱发的听性脑干反应的性别差异性研究*

符一飞¹ 郝昕¹ 史伟¹ 洪梦迪¹ 陈艾婷¹ 王倩¹

[摘要] 目的:探讨正常成人言语声诱发的听性脑干反应(s-ABR)各波的电生理特性,分析其与受试者噪声下言语识别能力及性别的关系。方法:以 40 ms 时程的复合语音/da/为刺激声,诱发 40 例母语为汉语的健听成人的 s-ABR,分析 s-ABR 各波的引出率,潜伏期、V/A 斜率(V-A 峰峰值与 V-A 波间期之比)与受试者性别的关系,以及 V/A 斜率与噪声下言语识别阈间的关系。结果:s-ABR 引出的 7 个反应波形中,女性受试者的 V、A、O、F 波潜伏期较男性短(均 $P < 0.05$),其余各波潜伏期受性别影响小,差异无统计学意义($P > 0.05$);噪声下言语识别阈与 V/A 斜率呈负相关($r = -0.478, P < 0.05$),即 V/A 斜率越大,噪声下言语识别阈越低。结论:言语信息中随时间快速变化的高频辅音所诱发的神经反应受性别影响明显,随时间变化较慢的低频元音部分所诱发的神经反应受性别影响小;瞬态变化信息处理能力好的受试者,其噪声下言语识别能力也越好。

[关键词] 听性脑干反应;s-ABR;性别差异;噪声下言语识别阈

doi:10.13201/j.issn.1001-1781.2015.22.013

[中图分类号] R764.9 **[文献标志码]** A

Study of auditory brainstem response to speech sounds in sex differences

FU Yi fei XI Xin SHI Wei HONG Mengdi CHEN Aiting WANG Qian

(Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Chinese PLA General Hospital, Beijing, 100853, China)

Corresponding author: XI Xin, E-mail: xixin_plagh@yeah.net

Abstract Objective: To study the electrophysiological characteristics of the Auditory Brainstem Response to Speech Sounds (s-ABR) in healthy adults, and then analyze its relationship between noise speech recognition ability and sex. **Method:** We accessed the auditory brainstem response to a synthesized stop-consonant speech syllable /da/ in 40 native-Chinese speech adults. Timing components of the response were compared between males and females to determine which aspects of the response are affected by sex. The relationship of the slope between the onset peak (V) and trough (A) (V/A slope) and the noise speech recognition ability was analyzed. **Result:** A dissimilarity between males and females was observed in the response to the component that change rapidly over time ($P < 0.05$). The other peaks latency except ($P < 0.01$) was different between gender, the remaining peaks did not have

* 基金项目:国家自然科学基金项目(No:61370023,81460099)

¹解放军总医院耳鼻咽喉头颈外科 解放军耳鼻咽喉科研究所(北京,100853)
通信作者:郝昕,E-mail:xixin_plagh@yeah.net

[9] 许耀东,方朝新,区永康,等.耳甲腔软骨-软骨膜复合物在上鼓室外侧壁重建加鼓膜成形术中的应用[J].国际医药卫生导报,2008,14(19):29-31.

[10] 童步升,杨见明,吴开乐,等.上鼓室开放加外侧壁重建治疗上鼓室胆脂瘤[J].安徽医科大学学报,2009,44(2):283-284.

[11] BARBARA M. Lateral attic reconstruction technique: preventive surgery for epitympanic retraction pockets [J]. Otol Neurotol, 2008, 29: 522-525.

[12] 邓毅,邢奋丽,吴元庆,等.上鼓室进路并外耳道及鼓室成形术的临床分析[J].临床耳鼻咽喉头颈外科杂志,2012,26(16):727-728,732.

[13] 曾宪海,李娟娟,赵海亮,等.耳屏软骨-软骨膜复合体在上鼓室切开术中的应用[J].听力学及言语疾病杂志,2013,21(4):412-413.

[14] 刘建治,胡晓华,朱宏宇.耳屏软骨-软骨膜在鼓室成形及鼓室盾板重建中的应用[J].武汉大学学报:医学版,2014,57(2):216-218.

[15] YU Z, YANG B, WANG Z, et al. Reconstruction of

lateral attic wall using autogenous mastoid cortical bone[J]. Am J Otolaryngol, 2011, 32: 361-365.

[16] 郑雅丽,李永新,龚树生,等.上鼓室胆脂瘤的临床治疗分析[J].中国耳鼻咽喉头颈外科,2012, 19(5): 267-268.

[17] 王成元,李原,王娜亚,等.上鼓室胆脂瘤型中耳炎的手术治疗[J].中国听力语言康复科学杂志,2009, 7(3):15-18.

[18] JESIC S D, DIMITRIJEVIC M V, NESIC V S, et al. Temporalis fascia graft perforation and retraction after tympanoplasty for chronic tubotympanic otitis and attic retraction pockets: factors associated with recurrence[J]. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 2011, 137: 139-143.

[19] 兰龙江,徐珏.上鼓室外侧壁软骨重建技术在乳突根治鼓室成形术中的应用[J].听力学及言语疾病杂志, 2014, 22(6): 647-648.

(收稿日期:2015-09-15)

statistical differences ($P > 0.05$). Noise speech recognition and the V/A slope was negatively correlated ($r = -0.478, P < 0.05$), which indicated that the greater slope of V/A, the lower of the speech recognition threshold under noise. **Conclusion:** The verbal components change rapidly over time, and high-frequency consonants evoked neural response obviously affected by gender. In the slower changing, lower frequency information in the stimulus was minimally affected by sex. The subjects with better abilities of processing transient and rapid information can show lower noise speech recognition threshold.

Key words auditory brainstem response; s-ABR; sex difference; noise speech recognition

ABR 作为一种客观测听方法广泛应用于临床,对听阈评估、听力障碍鉴定、听觉传导通路疾病的诊断起着重要作用。临床常用的刺激声为短声(click)等,但这些简单音与人耳日常接收的复杂音不同,包含言语信息少,无法显示脑干对复杂音的反应情况。目前认为脑干是言语处理的重要中枢,言语刺激时脑干的放电模式与言语声的声学特性密切相关。因此研究脑干对言语声的反应情况,仅仅依靠上述的单纯音是远远不够的,而需通过包含更多频率信息的复杂言语声(更接近自然、人类日常生活中的声音)进行刺激,从而诱发听性脑干反应。而言语声诱发听性脑干反应(auditory brainstem response to speech sounds, s-ABR),即采用复合语音声诱发脑干反应,主要包括起始反应、频率跟随反应和结束事件部分;其刺激声一般由辅音-元音合成的单音节声(如/ba/、/ga/、/da/等),亦有合成的音乐声以及含不同声调的合成音。通过这些复合音诱发脑干反应从而研究言语中的周期性信息的编码机制、辨认元-辅音的神经基础研究、言语声的基频信息、不同声调的识别机制等^[1]。

研发客观的言语评估方法一直都是从事听力康复研究学者的目标,而 s-ABR 的出现使这一目标成为可能。目前国内外多家研究中心都致力于 s-ABR 的研究,如自闭症儿童和学习障碍儿童的 s-ABR 反应特征, s-ABR 与噪声下听取能力、大脑可塑性、音乐感知等的关系, s-ABR 对助听器验配的应用价值等^[2-4]。本研究中使用合成言语声/da/刺激右耳诱发脑干反应,研究性别对其主波波参数影响,以及其与噪声下言语识别阈间的关系,探讨言语声在脑干的传播路径以及声音信息神经传导通路的性别差异,探讨客观评估言语能力的可能性。

1 资料与方法

1.1 临床资料

听力正常健康成人 40 例,男 20 例,女 20 例;年龄 24~40 岁,男(32.0 ± 6.5)岁,女(30.44 ± 8.79)岁;均为右利手,双耳声导抗检查正常;无听觉系统、神经系统疾病及精神障碍疾病史,言语表达流畅,言语理解无障碍,双耳纯音测听 500~4000 Hz 各频率均 ≤ 25 dB HL,平均听阈 ≤ 20 dB HL,以 80 dB nHL 强度引出 click-ABR 反应的潜伏期在正常范围内。I

波(1.6 ± 0.2)ms, III 波(3.7 ± 0.2)ms, V 波潜伏期(5.6 ± 0.2)ms。

1.2 研究方法

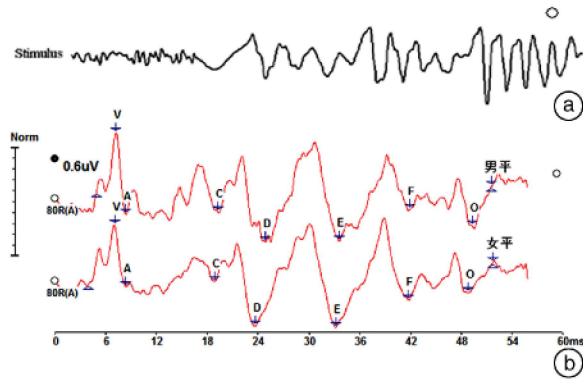
1.2.1 测试仪器 纯音测听与噪声下言语识别阈测试仪器采用 GSI-61 纯音听力计。以“升 5 降 10”的平台搜索法得到各测听频率的纯音听阈值;以解放军总医院与清华大学联合研发的“心爱飞扬”言语评估软件,采用自适应的测试方法评估每位受试者在最舒适声级下的噪声下语句识别阈。声导抗测试采用 GSI-33 中耳功能分析仪进行鼓室导抗图、声顺值及同侧、对侧镫骨肌反射检查。ABR 与 s-ABR 使用美国 Intelligent Hearing Systems 公司生产提供的 Smart EP 诱发电位测试仪在标准声电屏蔽室内进行。

1.2.2 检测条件与方法 在测试前征得受试者同意,首先进行声导抗测试,随后在标准隔声室内以校准后头戴式耳机进行纯音测试,2 项测试结果均符合入选标准的受试者再进行噪声下言语识别阈测试和 ABR 检测。ABR 测试时,受试者平卧位,尽量取最舒适体位,放松颈部,请受试者闭目,保持安静,忽视测试声。用 99% 的乙醇局部去污脱脂,以 AgCl 皮肤表面电极贴片连接,电极连接取垂直连接法,记录电极位前额正中发迹处,接地电极取眉心处,参考电极接右耳耳垂。检查电极电阻均 ≤ 3 k Ω 。ER-3A 插入式耳机插入右耳外耳道口深部 0.5 cm 处固定,以短声(click)为刺激声,刺激强度为 80 dB nHL,右耳给声,同侧记录模式。click-ABR 测试能引出 I、III、V 波,且各波潜伏期在正常范围内, I 波(1.6 ± 0.2)ms, III 波(3.7 ± 0.2)ms, V 波潜伏期(5.6 ± 0.2)ms 的受试者纳入实验。s-ABR 测试前的准备与 click-ABR 测试相同,刺激声为 40 ms 长的合成言语声/da/,刺激强度为 80 dB nHL,刺激速率为 10.9 次/s,叠加次数为 3000 次,刺激采样率为 40000 Hz,采用 100~3000 Hz 带通滤波、随机交替刺激极性及其截除波幅大于 31 μ V 的反应以减小反应的干扰伪影,每个受试者记录 2 组反应波形,记录窗宽为 60 ms;测试时每个记录间隔 1 min^[5-6]。

1.3 波形标记及数据分析

/da/诱发的 ABR 主要由起始反应(onset response, OR)、频率跟随反应(frequency following

response, FFR)组成,此外还包括辅音-元音过渡反应、结束事件。根据潜伏期及振幅分别表示为 V、A、C、D、E、F、O 波(图 1)。潜伏期前 10 ms 内的 OR 部分,为辅音部分所诱发,包含正性波 V 及紧随其后的负性波 A;C 波在潜伏期 10~20 ms 内,为辅-元音的过渡信息诱发;而潜伏期在 20~50 ms 内的 FFR 部分,即 D、E、F 波,由 /da/ 中的元音部分诱发; /da/ 的终止刺激诱发结束事件,即 O 波,约在 48 ms 左右^[7-8]。



a: 刺激声波形, b: 两组受试组反应叠加的平均波形。

图 1 男女 2 个受试组由 40 ms/da/声刺激诱发的 s-ABR 反应波形

每个受试者记录 2 次反应波形,两次反应波形相加得到该受试者右耳的总波形;结合振幅、潜伏期分别标定出 s-ABR 反应的 7 个主波,包括起始反应的 V、A 波,过渡反应的 C 波,频率跟随反应的 D、E、F 波以及结束事件的 O 波;V 波选择标定在引出反应后 6.5 ms 左右紧跟一负波的振幅最大的波峰;A 波为 V 波后紧跟其后的波谷处;C 波约在 18 ms 处的最大负波处,D、E、F 波分别为 22、32、42 ms 附近的最大负波处,O 波为约在 48 ms 附近的负波。在标注各波时还需要注意,如果两个邻近的点具有相同振幅,取前者进行标定;若是波峰/波谷为一平台或是 ≥ 3 个点具有相同振幅时,则取中点进行标定^[9]。由 2 位具有丰富经验的研究人员标注各波,其中一位不知道受试者性别。

采用 SPSS 17.0 统计软件对 s-ABR 的各波潜伏期、V/A 斜率(V-A 波峰峰值比上 V-A 波间期)、与性别进行独立样本 *t* 检验(双侧)。男女 2 个受试组各参数的平均值见表 1。分析噪声下言语识别阈

与 s-ABR 各波、V/A 斜率间的关系。

2 结果

2.1 s-ABR 反应波形

80 dB nHL 强度刺激下,2 个测试组均引出了含有 7 个主波的相似的反应波形,包括了起始反应部分(V、A 波)、过渡反应部分(C 波)、周期性反应部分(D、E、F 波)、结束事件(O 波),将男女 2 组反应波形分别进行叠加平均后得到男女 2 组的总体平均波形见表 1。

表 1 男女两受试组噪声下言语识别阈、s-ABR 反应各主波潜伏期、V/A 斜率、D-E 波间期与 E-F 波间期

	$\bar{x} \pm s$	
潜伏期/ms	女(20 例)	男(20 例)
V 波	7.09 ± 0.29	7.37 ± 0.25
A 波	8.20 ± 0.35	8.47 ± 0.33
C 波	18.98 ± 0.42	18.98 ± 0.35
D 波	23.14 ± 0.52	23.44 ± 0.55
E 波	33.49 ± 0.48	33.78 ± 0.68
F 波	42.24 ± 0.73	42.80 ± 0.75
O 波	48.62 ± 0.30	48.99 ± 0.33
V/A	0.20 ± 0.09	0.18 ± 0.17
D-E 波间期	9.34 ± 0.55	9.34 ± 0.68
E-F 波间期	8.76 ± 0.47	9.03 ± 0.73
噪声下识别阈/dB HL	-5.51 ± 1.03	-4.86 ± 0.86

2.2 潜伏期

对 s-ABR 各主波的潜伏期、V/A 斜率与性别的关系进行 *t* 检验统计分析,发现与 s-ABR 的起始反应(V、A 波)潜伏期存在性别差异 V 波 [$t(38) = -3.601, P < 0.01$]; A 波 [$t(38) = -2.829, P < 0.01$],且女性的起始反应潜伏期较男性的短,这与 click-ABR 各波潜伏期存在性别差异情况相似;周期性反应波中的 F 波也存在着性别差异,具有统计学意义 [$t(38) = -2.698, P < 0.05$];结束事件的 O 波亦差异有统计学意义 [$t(38) = -4.060, P < 0.01$]。其他的主波潜伏期及周期性反应波间期,均未呈现明显的性别差异。V/A 斜率亦未见明显的性别差异。

2.3 噪声下言语识别阈

噪声下言语识别阈与 s-ABR 各波潜伏期、V/A 斜率、FFR 波间期进行相关性分析(表 2),结果

表 2 噪声下言语识别阈与各 s-ABR 各波潜伏期、V/A 斜率、FFR 波间期的相关性

识别阈	V 波	A 波	C 波	D 波	E 波	F 波	O 波	V/A	D-E 波间期	E-F 波间期
Pearson 相关性	0.235	0.230	0.082	0.256	0.170	0.147	0.223	-0.478*	-0.053	-0.004
显著性(双侧)	0.144	0.068	0.613	0.111	0.293	0.364	0.166	0.002	0.746	0.982
N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

* 在 0.05 水平(双侧)上显著相关,在 0.01 水平(双侧)上显著相关。

提示噪声下言语识别阈与 V/A 斜率具有相关性 ($r = -0.478$, $P < 0.05$)。

3 讨论

ABR 对高频声音信息反应较低频信息好,此外,ABR 具有性别差异性,主要表现为女性的潜伏期较男性短。但研究亦发现,由纯音诱发的时间锁相反应,即反应低频信息编码的频率 FFR 性别差异无统计学意义。这与本实验的实验结果相似,女性的起始反应成分(OR)与结束事件潜伏期较男性短,FFR 未发现明显的性别差异。快速反应部分主要反应了高频、快速变化声音信息的编码;周期性反应部分主要反应了低频、变化速度慢的声音信息的编码。这提示了女性的神经反应同步性较男性更为迅速敏感。

流行病学研究发现,男性患自闭症与言语学习障碍的发病率较女性高^[10];除此之外,在对患有自闭症和言语学习障碍儿童群组中研究发现,这与皮层下声音刺激编码障碍相关^[11-12]。声音的传播路径不对称性导致了高频信息主要由左半球处理,低频信息主要由右半球处理,因为快速、高频信息含有更多的言语信息对语言的理解至关重要,因此言语的主要处理半球为左半球^[13]。而女性对高频、快速变化的声音信息更为敏感,这可能也是女性患言语学习障碍、自闭症较男性少的生理原因。本实验亦发现噪声下言语识别阈同 V/A 斜率呈负相关,V/A 斜率越大,噪声下言语识别阈越低,这也提示了瞬态信息处理能力与噪声下听取能力相关。

本实验主要目的是研究性别对 s-ABR 的影响以及 s-ABR 与噪声下言语识别阈间的关系。根据实验结果分析得出不同性别对言语信息不同成分的神经反应不同,言语信息中随时间快速变化的、高频的部分受性别影响明显,而随时间变化慢、低频部分受性别影响小;瞬态变化信息处理能力好的受试者噪声下言语识别阈越好。但本次实验的受试者均为健康成年,且样本量较小,尚缺少针对大样本量以及对听力损失患者、言语能力低下人群等的研究,后续还需补充这些人群的 s-ABR 研究,探讨客观评估言语功能的可能。

(致谢:感谢解放军总医院耳鼻咽喉头颈外科研究所李兴启教授)

参考文献

- [1] 符秋养,梁勇. 言语诱发的听性脑干反应[J]. 听力学及言语疾病杂志,2010,18(4):407-410.
- [2] ANDERSON S, PARBERY-CLARK A, White-Schwoch T, et al. Auditory brainstem response to complex sounds predicts self-reported speech-in-noise performance[J]. J Speech Lang Hear Res,2013, 56:31-43.
- [3] ANDERSON S, KRAUS N. Objective neural indices of speech-in-noise perception [J]. Trends Amplif, 2010,14:73-83.
- [4] SKOE E, KRIZMAN J, ANDERSON S, et al. Stability and plasticity of auditory brainstem function across the lifespan[J]. Cereb Cortex,2015,25:1415-1426.
- [5] KRIZMAN J, SKOE E, KRAUS N. Stimulus rate and subcortical auditory processing of speech[J]. Audiol Neurootol,2010,15:332-342.
- [6] SONG J H, NICOL T, KRAUS N. Test-retest reliability of the speech-evoked auditory brainstem response[J]. Clin Neurophysiol,2010,122:346-355.
- [7] 符秋养,梁勇,苏园园,等. 正常青年人言语诱发 ABR 的成分及特性研究[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志,2009,44(11):900-905.
- [8] 符秋养,梁勇,苏园园,等. 言语诱发听性脑干反应的潜伏期特性分析[J]. 中国耳鼻咽喉头颈外科,2010,17(7):358-361.
- [9] JENNIFER K, ERIKA S, NINA K. Sex differences in auditory subcortical function[J]. Clin Neurophysiol,2012,123:590-597.
- [10] RUTTER M, CASPI A, FERGUSSON D, et al. Sex differences in developmental reading disability: new findings from 4 epidemiological studies[J]. JAMA, 2004,291:2007-2012.
- [11] BANAI K, HORNICKEL J, SKOE E, et al. Reading and subcortical auditory function[J]. Cereb Cortex 2009,19:2699-707.
- [12] BASU M, KRISHNAN A, WEBER-FOX C. Brainstem correlates of temporal auditory processing in children with specific language impairment[J]. Develop Sci,2010,13:77-91.
- [13] ABRAMS D A, NICOL T, ZECKER S, et al. Right-hemisphere auditory cortex is dominant for coding syllable patterns in speech[J]. J Neurosci, 2008, 28: 3958-3965.

(收稿日期:2015-07-13)