

鸟类脑干听觉诱发电位的观察*

张海珠

(山西师范大学生命科学学院 临汾 041004)

摘要: 采用短声刺激鸟类听觉感受器的方法,对 15 只健康成年虎皮鹦鹉的脑干听觉诱发电位进行了实验观察。结果发现,鸟类头顶均能记录到与听觉有关的脑干听觉诱发电位 I 波、II 波、III 波、IV 波和 V 波。为鸟类语言发声研究的听力学评价提供一个简便可行的方法。

关键词: 听觉;诱发电位;鹦鹉

中图分类号: Q955 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2004)02-10-04

Observation of Brainstem Auditory-evoked Potentials in Bird

ZHANG Hai-Zhu

(College of Life Science, Shanxi Teachers University, Linfen 041004, China)

Abstract: To investigate the Brainstem Auditory Evoked Potentials of fifteen healthy adult *Melopsittacus undelafus* by using click stimulation to auditory receptor of bird. The results showed that bird's scalp can record waves I, II, III, IV and V of brainstem auditory evoked potentials, which provides a simple and available way for learning evaluation of bird's language study.

Key words: Hearing; Evoked potentials; *Melopsittacus undelafus*

脑干听觉诱发电位 (brainstem auditory evoked potentials, BAEP) 最早是由 Jewette 和 Williston, Sohmer 和 Feinmesser 在 20 世纪 60 年代末和 70 年代初提出的^[1,2]。之后相继有学者对此进行了研究。研究结果表明 BAEP 的最大特点是反应的可靠性,尤其是各波潜伏期的准确性;另一大特点是机体状态对反应的影响很小,也就是说 BAEP 对中枢神经系统的生理状态很稳定,但是只要病变累及听觉通路,BAEP 对中枢神经系统的功能异常又极度敏感。因此,BAEP 作为脑干功能客观灵敏的评价指标,在听力学、神经学上 20 世纪 70 年代中期以后已有广泛应用^[3,4],把 BAEP 作为听力学评价的辅助手段是完全正确的^[5]。尤其是对不能配合其它听力测试和难于测试的儿童,BAEP 的测试往往是评价听力惟一可行的测试手段。鸟类语言是自然界中除人类以外最复杂的语言,它与

人类语言在很多方面都有相似之处,例如:发声学习的优势半球、发声学习与性激素的关系^[6]、发声与呼吸的关系^[7]、发声学习的听觉反馈^[8,9]等。研究鸟类的语言和发声可以为人类的语言和发声研究提供有价值的理论基础。鸟类作为人类语言发声研究的动物模型是非常理想的。本研究旨在了解能否从鸟的头顶记录出脑干听觉诱发电位,分析其波形,为鸟类语言发声研究的听力学评价找到一个简便可行的方法。

1 材料与方 法

1.1 实验动物及处理 选用成年虎皮鹦鹉 15 只,平均体重 40 g,雌性 9 只,雄性 6 只,均购于

* 山西省自然科学基金资助项目 (No. 20021099);

作者介绍 张海珠,女,40 岁;研究方向:神经生物学;E-mail: zhhaizhu@sohu.com.

收稿日期:2003-08-15,修回日期:2003-12-05

临汾市百汇花鸟鱼市场。动物购回后随机挑取6只(雌性3只,雄性3只),60 mg/kg体重的链霉素(相当于人类儿童治疗剂量15~30 mg/kg的2~4倍)肌肉注射15 d。其余9只不做处理。

1.2 实验方法 动物麻醉(10%氨基甲酸乙酯,1 g/kg体重,腹腔注射)后,安插三根针状电极(WD4000 III型神经电位诊断系统配置)(记录电极置于颅顶,参考电极置于耳乳突,接地电极置于额头部)。2 000~4 000 Hz的短声,脉宽100 μ s的方波,通过TDH39型耳机进行换能,用转换成的短声(click)进行刺激,刺激声压级(SPL)分别为75、55和35 dB,刺激重复频率为10次/s,刺激方式为单左耳刺激,刺激声源距离(R)即耳机中央孔与鸟外耳道口的距离分别为1 cm和3 cm,非测试右耳用胶泥封堵外耳道口。用广东威达医疗器械集团公司,中国人民解放军第三军医大学联合研制的WD4000 III型神经电位诊断系统的听觉电生理信号处理系统进行记录和分析。

2 结果

声音由耳机传出,经过外耳集声传播到鼓膜,然后到达内耳,内耳将声能转换为神经电信号,沿着听觉通路上传到大脑皮层的听觉中枢。

当用适宜的短声刺激鸟听觉感受器时,刺激后在1.3、2.7、5.0 ms左右处,用针状电极在鸟的头顶可以记录到振幅比较大的、稳定的、重复性比较好的三个波,分别用罗马数字I、III、V表示。I波是振幅最大的波,有效刺激后1.3 ms左右出现。V波是振幅最小的波,有效刺激后5 ms左右出现。III波位于I、V波之间,有效刺激后2.7 ms左右出现。波与波之间有振幅比较小的不太稳定的两个波,分别用罗马数字II、IV表示(图1:a)。也就是说鸟类的BAEP包括5个波,依次用罗马数字I~V表示。当短声刺激的刺激声压级变小,刺激鸟听觉感受器时,记录到波的振幅的平均值都变小,峰潜伏期平均值都变长;I、III波之间的II波消失(图1:b)。当刺激声压级变得更小刺激鸟听

觉感受器时,记录到波的振幅的平均值变得更小,峰潜伏期平均值变得更长;III、V波之间的IV波也消失(图1:c)。当刺激的声源距离加大刺激鸟听觉感受器时,能记录到完整的I、II、III、IV、V五个波,但是记录到波的振幅的平均值变小,峰潜伏期平均值变长(图1:d)。刺激停止后,鸟头顶记录不到典型的波。

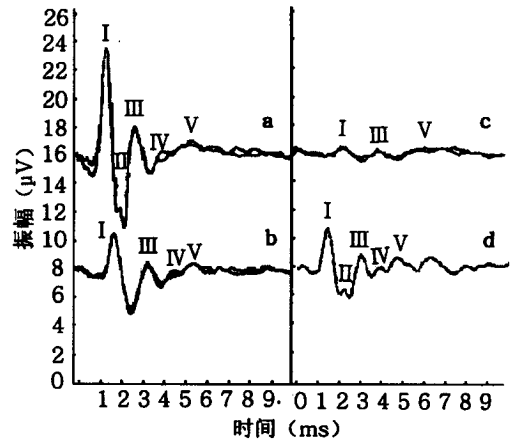


图1 正常鸟短声刺激引导的BAEP

I、II、III、IV、V表示BAEP的5个波

a. R=1 cm, SPL=75 dB; b. R=1 cm, SPL=55 dB;

c. R=1 cm, SPL=35 dB; d. R=3 cm, SPL=75 dB;

其中R表示刺激声源距离, SPL表示刺激声压级

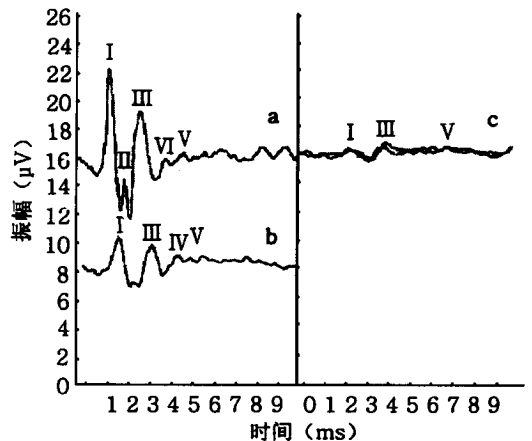


图2 链霉素肌肉注射的鸟短声刺激引导的BAEP

I、II、III、IV、V表示BAEP的5个波

a. R=1 cm, SPL=75 dB; b. R=1 cm, SPL=55 dB;

c. R=1 cm, SPL=35 dB;

其中R表示刺激声源距离, SPL表示刺激声压级

链霉素处理过的动物,当用适宜的短声刺

激鸟听觉感受器时,同样能记录到完整的 I、II、III、IV、V 五个波,但是记录到波的振幅的平均值也都变小,峰潜伏期的平均值稍有变长(图 2:a)。短声刺激的刺激声压级变小刺激鸟听觉感受器时,记录到波的振幅平均值都变小,峰潜伏期平均值都变长, I、III 波之间的 II 波也消失(图 2:b)。当刺激声压级变得更小刺激鸟听觉感受器时,记录到波的振幅绝对值变的更小,峰潜伏期变的更长, III、V 波之间的 IV 波也消失(图 2:c)。

正常鸟短声刺激后引导的 BAEP I、III、V 三个主要波的振幅平均值随着 SPL 的逐渐变小和 R 的加大有变小的趋势(图 3)。

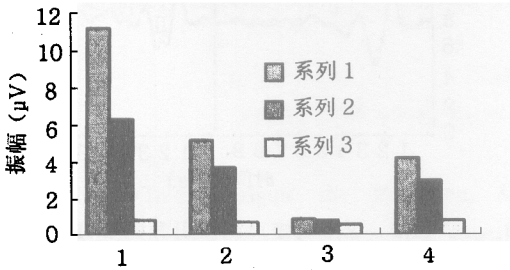


图 3 正常鸟短声刺激引导的 BAEP I、III、V 波的振幅平均值示意图

横坐标中的 1 表示 R = 1 cm, SPL = 75 dB 时引导的 BAEP; 2 表示 R = 1 cm, SPL = 55 dB 时引导的 BAEP; 3 表示 R = 1 cm, SPL = 35 dB 时引导的 BAEP; 4 表示 R = 3 cm, SPL = 75 dB 时引导的 BAEP。系列 1~3 表示各类鸟 BAEP I、III、V 波的振幅平均值

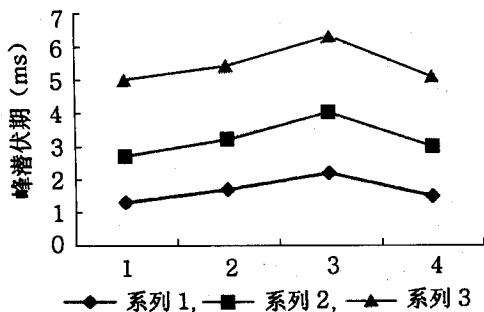


图 4 正常鸟短声刺激引导的 BAEP I、III、V 波的峰潜伏期平均值示意图

横坐标中的 1 表示 R = 1 cm, SPL = 75 dB 时引导的 BAEP; 2 表示 R = 1 cm, SPL = 55 dB 时引导的 BAEP; 3 表示 R = 1 cm, SPL = 35 dB 时引导的 BAEP; 4 表示 R = 3 cm, SPL = 75 dB 时引导的 BAEP。系列 1~3 表示各类鸟 BAEP I、III、V 波的峰潜伏期平均值

正常鸟短声刺激后引导的 BAEP I、III、V 三个主要波的峰潜伏期平均值随着 SPL 的逐渐变小和 R 的加大有变长的趋势(图 4)。

链霉素处理过的鸟短声刺激后引导的 BAEP I、III、V 三个主要波的振幅平均值随着 SPL 的逐渐变小和 R 的加大也有变小的趋势(图 5)。而其波峰潜伏期平均值随着 SPL 的逐渐变小和 R 的加大亦有变长的趋势(图 6)。

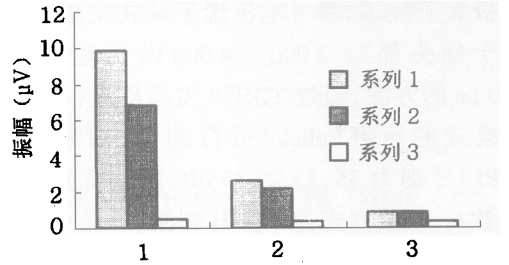


图 5 链霉素处理过的鸟短声刺激引导的 BAEP I、III、V 波的振幅平均值示意图

横坐标中的 1 表示 R = 1 cm, SPL = 75 dB 时引导的 BAEP; 2 表示 R = 1 cm, SPL = 55 dB 时引导的 BAEP; 3 表示 R = 1 cm, SPL = 35 dB 时引导的 BAEP。系列 1~3 表示各类鸟 BAEP I、III、V 波的振幅平均值

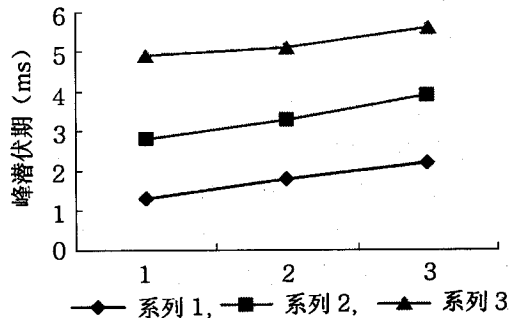


图 6 链霉素处理过的鸟短声刺激引导的 BAEP I、III、V 波峰潜伏期平均值示意图

横坐标中的 1 表示 R = 1 cm, SPL = 75 dB 时引导的 BAEP; 2 表示 R = 1 cm, SPL = 55 dB 时引导的 BAEP; 3 表示 R = 1 cm, SPL = 35 dB 时引导的 BAEP。系列 1、2、3 表示各类鸟 BAEP I、III、V 波的峰潜伏期平均值

3 讨论

诱发电位(evoked potential, EP)是中枢神经系统在感受内、外刺激时产生的生物电活动。听觉诱发电位是听觉各级中枢在接受声音刺激

时记录到的电位变化。脑干听觉诱发电位是听觉系统在接受刺激后,利用计算机平均叠加技术在颅顶记录的听觉通路的每一级神经元的生物电活动。

鸟类的听觉系统与哺乳类相似^[10],听觉传入通路也是由四级神经元组成。第一级是延髓的耳蜗核^[11](nucleus cochlear, nCo),第二级是层状核(nucleus laminaris, La)和上橄榄核(nucleus olivaris superior, Os),第三级是中脑背外侧核(nucleus mesencephalicus lateralis, Mld),第四级是丘脑的卵园核(nucleus ovoidalis, OV)。丘脑的卵园核发出的神经纤维投射到大脑皮层的听觉中枢^[12]。鸟耳受到短声刺激时,鸟头顶记录电极记录到电位变化的波形。当短声刺激强度变小时(75→55→35 dB),鸟头顶记录到电位变化的波形潜伏期变长,振幅变小。根据《临床诱发电位学》中 BAEP 的判断标准,所记录到的电位变化波形属于 BAEP 的波形。参照 Chiappa^[13]提出的四项辨认鸟类的 BAEP 波形的规则,经过辨认包括 5 个波,分别用罗马数字 I~V 表示,是听觉通路中各级神经元以及神经元之间的突触结构产生的生物电变化。BAEP 的测试从实验方法上来说,无创伤头皮记录是一种无损伤的比较简单测试。

BAEP 电位变化的最大特点是反应的可靠性,尤其是各波潜伏期的准确性。潜伏期的长短一般与感觉细胞的感觉速度、神经细胞的传导速度、突触结构的传递速度有关。振幅的高低一般与感觉细胞及神经细胞的功能状态、参与感觉和传导、传递的细胞数目有关。BAEP 的另一大特点是机体状态对反应的影响很小,也就是说 BAEP 对中枢神经系统的生理状态很稳定,但是只要病变累及听觉通路,BAEP 对中枢神经系统的功能异常就极度敏感。链霉素属于氨基甙类抗生素(aminoglycoside antibiotic),具有耳蜗毒性和前庭毒性^[14],实验中用链霉素肌肉注射 15 d 的鸟,短声刺激后所记录到的电位变化的波形潜伏期变长,振幅变小。因此,BAEP 作为听力学评价的辅助手段是完全正确的。它

能比较真实的反映鸟类外周听觉敏度及脑干听觉通路的神经信号传导和传递能力。对鸟类的听觉判断有一定的帮助。

BAEP 的测试从实验方法上来说,头皮记录无创伤、简单,比其它的记录方法(例如:耳蜗电位的记录方法)优越性大。是一种无损伤的比较简单测试方法。BAEP 的测试从作用上来说,电位变化具有很大的可靠性,电位变化对机体的机能改变特别敏感。是反映外周的听觉敏度及听觉传导通路的神经传导和传递能力的一种测试方法。

参 考 文 献

- [1] Jewett D L, Williston J S. Auditory-evoked far fields averaged from the scalp of humans. *Brain*, 1971, **94**:681.
- [2] Sohmer H, Feinmesser M. Routine use of electrocochleography (cochleary audiometry) on human subjects. *Audiol*, 1973, **12**: 167.
- [3] Metson R. Facial nerve evoked potentials in the cat. *Neck Surg*, 1988, **98**:130.
- [4] 胡苛.有关听觉脑干诱发电位测试正常值.中华耳鼻咽喉科杂志, 1981, **16**:196.
- [5] 潘映幅.临床诱发电位学.北京:人民出版社,1988, 8.
- [6] Nottebohm F, Arnold A P. Sexual dimorphism in vocal control areas of the songbird brain. *Science*, 1976, **194**:211.
- [7] 王学斌,张立富,李东风.鸟类呼吸与发声的神经调控.动物学杂志,1998, **33**(2):16.
- [8] Durand S E, Teepper J M, Cheng M F. The shell region of the nucleus ovoidalis: a subdivision of the avian auditory thalamus. *J Comp Neurol*, 1992, **323**:495.
- [9] Eggermont J J. Electrocochleograph and auditory brainstem electrical responses in patients with pontine angle tumors. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 1980, **89**(Suppl):75.
- [10] Boord R L. Ascending projection of the primary cochlear nuclei and nucleus laminaris in the pigeon. *J Comp Neurol*, 1968, **133**:523.
- [11] 曾庆华,蓝书成.鸣禽鸟听觉低级中枢的研究.动物学杂志,1994, **29**(4):25.
- [12] 张信文,蓝书成.黄雀端脑听区神经联系的研究.动物学杂志,1995, **30**(4):18.
- [13] Chiappa K H. Evoked responses: Overused, underused, misused? *Arch Neurol*, 1985, **42**:76.
- [14] 周自永,王世祥.新编常用药物手册(第三版).北京:金盾出版社,2002,1.