



国家职业资格培训教程 用于国家职业技能鉴定

助听器验配师

中国就业培训技术指导中心组织编写

(国家职业资格二级)



NLIC 2970757876



中国劳动保障出版社



用于国家职业技能鉴定
国家职业资格培训教程

YONGYU GUOJIA ZHIYE JINENG JIANDING

GUOJIA ZHIYE ZIGE PEIXUN JIAOCHENG

助听器验配师

(国家职业资格二级)

编审委员会

主任	刘康				
副主任	张亚男				
委员	刘金峰	胡向阳	梁涛	倪道凤	高成华
	卜行宽	孙喜斌	陈振声	王树峰	张建一
	张华	翟所强	郝昕	龙墨	韩睿
	刘莎	曹永茂	唐惠德	陈蕾	张伟

主编	陈振声				
副主编	孙喜斌	王树峰	刘莎	韩睿	
编者	(按姓氏笔画排序)				
	王树峰	龙墨	冯定香	刘莎	刘巧云
	孙喜斌	宋戎	张建一	陈振声	段吉茸
	郭占东	陶征	曹永茂	韩睿	
主审	倪道凤	高成华			



NLIC 2970757876

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

助听器验配师：国家职业资格二级/中国就业培训技术指导中心组织编写。—北京：
中国劳动社会保障出版社，2011

国家职业资格培训教程

ISBN 978-7-5045-8973-6

I. ①助… II. ①中… III. ①助听器-技术培训-教材 IV. ①TH789

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 074743 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出版人：张梦欣

*

北京市艺辉印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 11.75 印张 202 千字

2011 年 5 月第 1 版 2011 年 5 月第 1 次印刷

定价：25.00 元

读者服务部电话：010-64929211/64921644/84643933

发行部电话：010-64961894

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010-64954652

如有印装差错，请与本社联系调换：010-80497374

前 言

为推动助听器验配师职业培训和职业技能鉴定工作的开展，在助听器验配师从业人员中推行国家职业资格证书制度，中国就业培训技术指导中心在完成《国家职业标准·助听器验配师》（试行）（以下简称《标准》）制定工作的基础上，组织参加《标准》编写和审订的专家及其他有关专家，编写了助听器验配师国家职业资格培训系列教程。

助听器验配师国家职业资格培训系列教程紧贴《标准》要求，内容上体现“以职业活动为导向、以职业能力为核心”的指导思想，突出职业资格培训特色；结构上针对助听器验配师职业活动领域，按照职业功能模块分级别编写。

助听器验配师国家职业资格培训系列教程共包括《助听器验配师（基础知识）》《助听器验配师（国家职业资格四级）》《助听器验配师（国家职业资格三级）》《助听器验配师（国家职业资格二级）》4本。《助听器验配师（基础知识）》内容涵盖《标准》的“基本要求”，是各级别助听器验配师均需掌握的基础知识；其他各级别教程的章对应于《标准》的“职业功能”，节对应于《标准》的“工作内容”，节中阐述的内容对应于《标准》的“能力要求”和“相关知识”。

本书是助听器验配师国家职业资格培训系列教程中的一本，适用于二级助听器验配师的职业资格培训，是国家职业技能鉴定推荐辅导用书，也是二级助听器验配师职业技能鉴定国家题库命题的直接依据。

本书列入“十一五”国家科技支撑计划《聋儿认知规律与康复技术规范化的研究（课题任务书编号 2008BAI50B01）》，在编写过程中得到中国聋儿康复研究中心、中国听力医学发展基金会、首都医科大学附属北京同仁医院、北京协和医院、中国人民解放军总医院等单位的大力支持与协助，在此一并表示衷心的感谢。

中国就业培训技术指导中心

(a1) (1) 素景51新颞微音单 2 景册
(a1) (1) 素景51新颞微音单 2 景册

目 录

CONTENTS 国家职业资格培训教程

第 1 章 听力检测	(1)
第 1 节 听性脑干反应	(1)
第 2 节 诱发耳声发射	(21)
第 3 节 其他听觉诱发反应测试	(38)
第 2 章 助听器调试	(53)
第 1 节 助听器性能测试	(53)
第 2 节 助听器降噪功能调试	(72)
第 3 章 效果评估	(88)
第 1 节 背景声中的选择性听取	(88)
第 2 节 语音识别	(104)
第 4 章 培训指导	(118)
第 1 节 培训计划编制	(118)
第 2 节 实习指导	(129)
附录 1 儿童语音均衡式词表——韵母部分 (孙喜斌词表)	(156)
附录 2 儿童语音均衡式词表——声母部分 (孙喜斌词表)	(158)
附录 3 儿童音位对比式词表——韵母部分 (孙喜斌—刘巧云词表) ...	(160)
附录 4 儿童音位对比式词表——声母部分 (孙喜斌—刘巧云词表) ...	(168)

附录5 单音节词测试记录表（1） (175)

附录6 单音节词测试记录表（2） (176)

参考文献 (177)

国家职业资格培训教材

目 录

CONTENTS

(1)	.....	附录5表1
(1)	.....	附录6表1
(31)	.....	附录6表2
(38)	.....	附录6表3
(38)	.....	附录6表4
(53)	.....	附录6表5
(53)	.....	附录6表6
(88)	.....	附录6表7
(88)	.....	附录6表8
(101)	.....	附录6表9
(118)	.....	附录6表10
(118)	.....	附录6表11
(130)	.....	附录6表12
(130)	.....	附录6表13
(130)	.....	附录6表14
(130)	.....	附录6表15
(130)	.....	附录6表16
(130)	.....	附录6表17
(130)	.....	附录6表18
(130)	.....	附录6表19
(130)	.....	附录6表20
(130)	.....	附录6表21
(130)	.....	附录6表22
(130)	.....	附录6表23
(130)	.....	附录6表24
(130)	.....	附录6表25
(130)	.....	附录6表26
(130)	.....	附录6表27
(130)	.....	附录6表28
(130)	.....	附录6表29
(130)	.....	附录6表30
(130)	.....	附录6表31
(130)	.....	附录6表32
(130)	.....	附录6表33
(130)	.....	附录6表34
(130)	.....	附录6表35
(130)	.....	附录6表36
(130)	.....	附录6表37
(130)	.....	附录6表38
(130)	.....	附录6表39
(130)	.....	附录6表40
(130)	.....	附录6表41
(130)	.....	附录6表42
(130)	.....	附录6表43
(130)	.....	附录6表44
(130)	.....	附录6表45
(130)	.....	附录6表46
(130)	.....	附录6表47
(130)	.....	附录6表48
(130)	.....	附录6表49
(130)	.....	附录6表50
(130)	.....	附录6表51
(130)	.....	附录6表52
(130)	.....	附录6表53
(130)	.....	附录6表54
(130)	.....	附录6表55
(130)	.....	附录6表56
(130)	.....	附录6表57
(130)	.....	附录6表58
(130)	.....	附录6表59
(130)	.....	附录6表60
(130)	.....	附录6表61
(130)	.....	附录6表62
(130)	.....	附录6表63
(130)	.....	附录6表64
(130)	.....	附录6表65
(130)	.....	附录6表66
(130)	.....	附录6表67
(130)	.....	附录6表68
(130)	.....	附录6表69
(130)	.....	附录6表70
(130)	.....	附录6表71
(130)	.....	附录6表72
(130)	.....	附录6表73
(130)	.....	附录6表74
(130)	.....	附录6表75
(130)	.....	附录6表76
(130)	.....	附录6表77
(130)	.....	附录6表78
(130)	.....	附录6表79
(130)	.....	附录6表80
(130)	.....	附录6表81
(130)	.....	附录6表82
(130)	.....	附录6表83
(130)	.....	附录6表84
(130)	.....	附录6表85
(130)	.....	附录6表86
(130)	.....	附录6表87
(130)	.....	附录6表88
(130)	.....	附录6表89
(130)	.....	附录6表90
(130)	.....	附录6表91
(130)	.....	附录6表92
(130)	.....	附录6表93
(130)	.....	附录6表94
(130)	.....	附录6表95
(130)	.....	附录6表96
(130)	.....	附录6表97
(130)	.....	附录6表98
(130)	.....	附录6表99
(130)	.....	附录6表100



第1章

听力检测

第1节 听性脑干反应



学习目标

- 掌握听性脑干反应的基本概念、原理与相关参数
- 能进行皮肤脱脂和电极放置
- 能记录并确定脑干电位各波阈值和潜伏期并进行分析



知识要求

一、概述

1. 听性脑干反应的概念

听性脑干反应 (auditory brainstem response, ABR) 由 Jewett 在 1971 年首先提出, 他指出, 当用短声刺激受试者后, 从受试者头皮记录到的一组潜伏期在 10 ms 以内的反应波, 可能来源于脑干。目前认为, 听性脑干反应是由短持续音诱发、潜伏期在 20 ms 以内, 最多由 7 个反应波构成的一组诱发电位; 这些反应波主要产生于脑干与听觉有关的听神经核团, 被命名为听性脑干反应。在中等强度的短声刺激下, 得到的这组反应波总共有 7 个, 按照出现的先后顺序, 采用罗马数字命名为波 I ~ 波 VII (见图 1-1)。

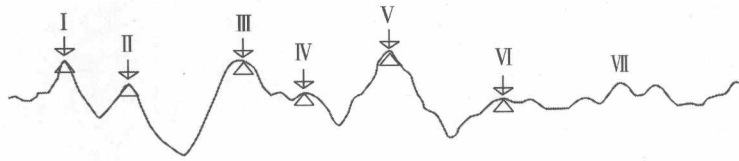


图 1—1 ABR 的 7 个反应波

2. 反应波的发生源

波 I：出现率高，是分析 ABR 的主要参数波，来源于听神经。

波 II：出现率低，来自于听神经颅内段及耳蜗核。

波 III：出现率高，是分析 ABR 的主要参数波，来源于上橄榄核。但也有资料表明，耳蜗核及斜方体也与波 III 有关。

波 IV：出现率低，经常与波 V 融合，来源于外侧丘系及其核团（脑桥中上段）。

波 V：最稳定，也是波幅最高的波，来源于下丘及外侧丘系上方。

波 VI 和波 VII：在正常人中出现率很低，临床中较少见，它们分别来自于内膝体和听放线。

总的来说，ABR 出现的所有反应波的波幅较低，为 $0.01 \sim 1 \mu\text{V}$ 。

二、测试相关参数

1. 测试常用的刺激声

常用的刺激声为短声（click），另外还有短纯音（tone burst）或短音（tone-pip）等。由于短声 ABR 应用最广泛，研究最透彻，所以，本节中所有内容除非特别指出，均为短声 ABR 的测试结果。

（1）短声的特点

短声由方波电脉冲冲击耳机或扬声器的振动膜片产生（见图 1—2）。

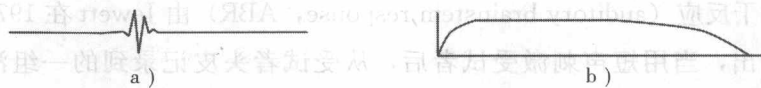


图 1—2 短声的波形及频谱

a) 短声的波形 b) 短声的频谱（坐标横轴代表频率由低到高）

短声具有以下特点：

1) 持续时间短暂。短声的持续时间一般为 0.1 ms, 所以, 它是引起听神经同步兴奋的最佳刺激信号。

2) 频率特性差。短声的频谱非常宽, 从 125 Hz~8 kHz 都有能量分布。实际频谱与耳机、扬声器、受试者外耳和中耳特性都有关。

3) 有极性。当耳机膜片初始振动的方向朝向鼓膜时, 产生的短声为密波短声; 离开鼓膜时为疏波短声。当疏密波交替出现时为交替短声。

(2) 短声的计量

长纯音信号的强度是听力测试的标准分贝 (dB HL), 但短的刺激声却没有这样的标准, 因为它的持续时间太短, 无法用声级计进行校准。将耳机、耦合腔、麦克风、声级计和示波器连接在一起, 通过耳机给出短声信号并在示波器上测出其波峰—波峰 (或基线—波峰) 电压; 再由耳机发出纯音信号, 调节纯音的声强, 使其波峰—波峰 (或基线—波峰) 电压值与短声相同, 此时用声级计测得纯音声压级的数值即是短声的波峰—波峰 (或基线—波峰) 的峰等效声压级 (pe SPL)。短声的另一声强标准是正常听力级 (nHL)。像纯音测试一样选择一组正常听力的年轻人, 用短声刺激得到他们的行为听阈并求均, 即得到一组正常人的短声听阈, 并将此时的短声 dB 数值定为零。所以, 0 dB nHL 意味着一组正常听力者刚刚听到的短声强度。《听力计 第三部分: 用于测听与神经耳科的短持续听觉测试信号》(GB/T 7341.3—1998) 对此有具体规定。

此外, 还有感觉级 (SL), 是针对某一受试者的实际听阈而定, 如某人的短声听阈是 40 dB peSPL, 这是他刚刚能听到的声音, 所以其感觉级为 0 dB SL。

2. 与测试有关的软硬件设置

(1) 电极

目前多用三导或四导连接。用四导连接时, 记录电极放置在颅顶, 两侧乳突或耳垂作为参考电极, 鼻根部为接地电极 (四导联); 用三导连接时, 记录电极不变, 测试耳乳突为参考电极, 对侧耳乳突为接地电极。

(2) 放大器

由于 ABR 各反应波的幅值都非常低, 为微伏级, 所以, 必须将反应信号放大才便于观察分析, 一般放大 10 万倍即可。

(3) 滤波器

滤波设置可直接影响 ABR 的测试结果。对于成人, 当刺激强度较高时, ABR 反应波的频谱主要在 500~1 000 Hz, 当刺激强度接近反应阈值时, 频谱集中在 250 Hz 左右。ABR 的反应波频谱随着刺激声频率的降低及年龄降低而降低。所

以，对于儿童，将滤波的高通降低，可以增加反应波振幅，提高信噪比。但降低高通会使低频噪声干扰增强，因此，临床上除非有特殊的设置，一般采用高通的截止频率为 100 Hz，低于 100 Hz 时肌电干扰明显；高于 100 Hz，反应的慢成分会失真。低通的截止频率一般为 1 500~3 000 Hz，超过 3 000 Hz，高频噪声明显。一般商用测试仪都是这样设定的。但有研究显示，降低滤波器的高通截止频率，如将 100 Hz 降至 30 Hz，可以增加低强度刺激时的反应波幅度，在婴幼儿中效果更明显。但此时应注意避免电源频率的干扰。

(4) 伪迹剔除

伪迹包括外源性伪迹和内源性伪迹，如外来电磁干扰，为外源性伪迹；心电、肌电干扰等为内源性伪迹。这些干扰电波的强度较高，所以，一般把超过 $25 \mu\text{V}$ 的电波设定为伪迹干扰波，仪器自动予以剔除。

(5) 叠加和平均技术

由于一次刺激引出的反应波幅值都很低，不容易被观察和分析，所以，在实际应用中，都是采用多次刺激然后求平均的技术。因为每次刺激都会引出一和刺激声有锁时关系的反应波，即反应波都是在刺激后一相对固定的时间出现，其极性变化都是有规律的；而背景脑电活动的电波是杂乱的，极性变化是无规律的。当多次刺激后，把每次刺激所记录到的电波进行叠加，这些有规律的诱发电波相加，其规律性的极性使得电波越发清晰；而无规律的脑电波相加时，各个电波之间由于极性的不规律导致互相抵消；通过多次叠加就会使反应波清晰可见，平均后就得到了一次刺激的结果（见图 1—3）。

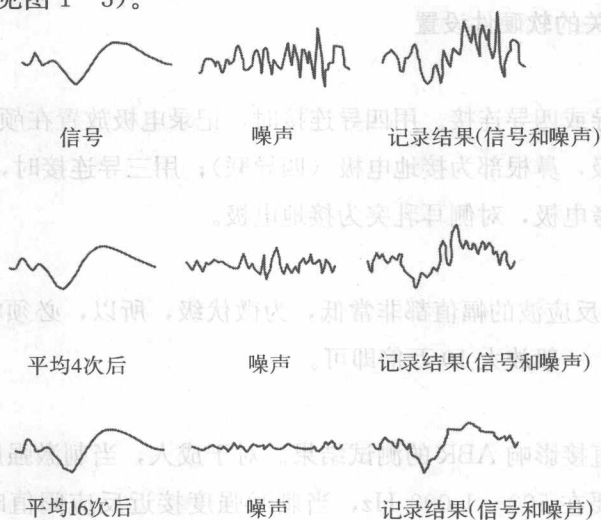


图 1—3 平均和叠加技术

(6) 刺激次数和重复率选定

叠加技术需要多次刺激，刺激重复率越慢，反应波越清晰，但测试时间越长；加快重复率会使反应波振幅变小，潜伏期和峰潜伏期都延长。临床多用10~20次/s的刺激率，这种刺激率可以保证得到清晰无失真的反应波。

ABR信噪比与刺激次数的平方根成正比。900次的刺激使信噪比改善30倍，2500次的刺激使信噪比改善50倍。也就是说，当刺激次数增加近3倍时，信噪比改善不到一倍。所以，过多地增加刺激次数并无必要，刺激次数达500~1000次的时候，信噪比改善最为明显。因此，一般采用测试强度刺激次数为1024或2048次（避免是50 Hz的倍数，以减少电源干扰），就可以得到理想的波形。对不同的个体，有时需要增加刺激次数才能得到理想的结果。

(7) 分析时间

高强度刺激时，成人的所有反应波都在10 ms以内出现，随着刺激强度降低，反应波的潜伏期延长，尤其是婴幼儿，波V后的负波明显延长，而这个延长的负波在反应较低时可能是唯一的信息，因此分析时间应适当延长。

(8) 测试环境

测试房间要尽量安静，有条件的要在隔声测听室内进行，必要时设置屏蔽室。有研究显示，在耳机下噪声达36~46 dB SPL时，可以影响波V的潜伏期，由于耳机本身可以对环境噪声产生30 dB SPL的衰减，所以，环境噪声只要不超过76 dB SPL，就不会对测试结果产生明显影响。因此，测试时应远离有电磁干扰的环境，测试仪应连接专用地线，测试室内要关闭手机。

三、听性脑干反应的结果分析

1. 反应波的辨认

ABR各反应波的辨认应从以下几个方面入手。

(1) 潜伏期测量

潜伏期指从开始给出刺激声到出现反应波所需的时间，由于反应波的峰点比起始点清晰，所以，一般多测量反应波的峰潜伏期，即测量刺激开始到反应波的峰顶点的时间。如果反应波的波峰较宽、峰顶点不很明显，可以取其波峰的中点作为测量点。各个反应波的波峰顶点之间的时间间隔称为峰间期。

(2) 波幅的测量

最常用的波峰幅度测量，是测量波峰到基线（幅度为零）的垂直距离。目前临床应用的测试仪均有计算机自动提供基线标准。还有一种是峰—峰幅度，即测量两

个连续的极性相反波的峰—峰之间的垂直距离。

就 ABR 来说，在一定强度刺激下，正常人短声诱发的各反应波的潜伏期有一个相对稳定的范围。例如，波 I 在 2 ms 之内，波 III 在 4 ms 之内，波 V 多在 6 ms 之内。如果这些反应波的潜伏期明显延长，或某些反应波之间的波间期明显延长，则有可能是异常 ABR 结果。反应波的波幅对 ABR 结果分析有重要意义，但即使是正常人，不同个体之间的波幅，容易受噪声水平和肌电伪迹的影响，变化较大，一般不作为测试指标。

(3) 各反应波的辨认

在 ABR 测试结果中，波 V 对估计听阈最重要，波 I、波 III、波 V 对神经耳科最重要。分析辨认每个反应波，主要根据反应波出现的潜伏期及波幅。

对于正常听力，刺激强度在 70~80 dB nHL 时，上述三个反应波的出现率基本是 100%；另外几个反应波的出现率，不同学者结论不一。由于反应波的潜伏期相对稳定，所以，分析 ABR 结果时常常以反应波的潜伏期作为测量指标。虽说不同个体的波幅差异较大，但就同一个体来讲，了解不同反应波的波幅高低有利于辨认反应波。如通常波 V 波幅最高，波 III 次之。ABR 波形有一定的个体差异，主要表现为部分人群的波 III、波 V 为双峰型，或者是两波融合（如波 IV 和波 V），如图 1—4 所示。也有部分波 IV 的波幅大于波 V 的波幅。各种反应波的辨认，需要一定的经验积累，因此，ABR 测试是客观测试过程，主观判定结果。

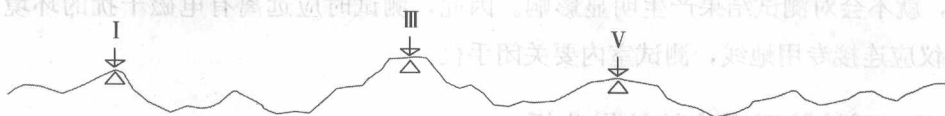


图 1—4 波 III 为双峰型波 IV、波 V 融合的 ABR 结果

在逐渐降低刺激强度时，反应波的波幅逐渐降低，潜伏期也延长，并渐渐消失；波 V 是最后消失的波。在听力学中，ABR 检测以波 V 最后出现的强度定为 ABR 的反应阈值。当给予阈上 70 dB nHL 强度刺激，波 V 出现在刺激后 5.5 ms 左右，它常是最高的一峰（但在儿童的测试中，经常出现波 III 更大的情形），从峰值向下有一个明显的负波。接近反应阈值时，波 V 的形状不典型，多表现为低波幅的负波，此时潜伏期明显延长，但延长至多少并没有限定。因此，在阈值处要做重复刺激，能够重复的是波 V。

在不同的测试仪器、环境和测试人群中，各个反应波的潜伏期存在一定的波动

范围。临床工作中,每个测听室都应该建立所用测试仪测试正常人的波潜伏期、波间期等测量指标。除此之外,还应了解研究人员在不同实验室测量指标的正常值。不同研究人员报告的测试结果见表1—1、表1—2和表1—3。

表1—1 国内不同研究人员报告 ABR 的波 I ~ 波 VII 的潜伏期

报告者	声级	波 I	波 II	波 III	波 IV	波 V	波 VI	波 VII	备注	
胡岗等	70 dB (SL)	1.69± 0.17	2.82± 0.17	3.94± 0.19	5.13± 0.20	5.80± 0.22	7.44± 0.28	8.56± 0.34	由耳 机发出 刺激短 声	
戚以胜	80 dB (HL)	1.91± 0.27	3.07± 0.36	4.16± 0.30	5.35± 0.45	6.25± 0.45	7.32± 0.38	8.57± 0.50		
李兴启	75 dB (SL)	1.63± 0.14	2.84± 0.17	3.91± 0.17	5.01± 0.15	5.74± 0.20	7.34± 0.27	8.93± 0.49		
赵纪余	第一组								由扬 声器发 出刺激 短声	
	75 dB (SL)	1.74± 0.10	2.75± 0.16	3.82± 0.16	5.0± 0.15	5.64± 0.21	7.16± 0.26	8.75± 0.59		
江敏	75 dB (SL)	1.33± 0.17	2.53± 0.22	3.65± 0.25	4.90± 0.25	5.58±0.26	...	...
陈玉琰	80 dB (SL)	1.3	...	...	...	5.5	...	...
		(1.0~1.70)				5.3~5.7				
魏保龄	80 dB (SL)	1.5± 0.1	2.6± 0.1	3.8± 0.3	5.0± 0.3	5.7± 0.3	7.1± 0.4	8.8± 0.4		
徐丽蓉	80 dB (SL)	1.76± 0.18	2.75± 0.24	3.84± 0.27	5.09± 0.34	5.77± 0.28	...	...

表1—2 国外不同研究人员报告 ABR 的波 I ~ 波 VII 的潜伏期

报告者	短声强度 (dB)	波 I	波 II	波 III	波 IV	波 V	波 VI	波 VII
Jewett 等	65~75 (SL)	1.5	2.6	3.5	4.3	5.1	6.5	...
Starr	75 (SL)	1.4	2.6	3.7	4.6	5.4	6.9	8.7
Picton	60 (SL)	1.5	2.5	3.4	5.0	5.8	7.4	...
加我等	85 (SL)	1.93	3.37	3.60	4.89	5.42	6.89	8.48
大西	70 (SL)	1.55	2.59	3.67	4.80	5.48	6.81	8.40
堀内	80 (SL)	1.5	2.8	3.6	5.5	6.2	7.0	...
市川	...	2	3	4.1	5.0	6.5	7.2	8.3

表 1—3 国内不同研究人员报告 ABR 各波间期

报告者	声级 (dB)	I~Ⅲ (ms)	Ⅲ~Ⅴ (ms)	I~Ⅴ (ms)
胡 岗等	90~10 (SL)	2.25±0.17	1.86±0.15	4.11±0.21
		(2.42~2.08)	(2.01~1.71)	(4.32~3.90)
戚以胜等	100~30 (HL)	2.41~2.01	2.11~1.62	(4.41~3.88)
李兴启等	75~10 (SL)	2.28±0.15	1.83±0.19	4.11±0.17
		(2.68~1.92)	(2.12~1.40)	(4.38~3.62)
江 敏等	75 (SL)	...	...	...
		75~35 (SL)	3.89±0.21 (4.10~3.68) 至 3.70±0.27 (3.97~3.43)	
徐丽蓉等	80 (SL)	2.33±0.23	1.92±0.24	4.24±0.27
		(2.56~2.09)	(2.16~1.68)	(4.51~3.98)
徐丽蓉等	80 (SL)	2.09±0.03	1.92±0.04	4.00±0.08
		(2.12~2.06)	(1.96~1.88)	(4.08~3.92)

中国聋儿康复研究中心测试的一组正常听力幼儿的 ABR 结果见表 1—4。

表 1—4 正常听力幼儿 ABR 各反应波潜伏期及范围 (给声强度 70~80 dB nHL)

潜伏期 (ms)	波 I	波 III	波 V
平均 (左耳)	1.91±0.24	4.66±0.27	6.82±0.43
范围	1.32~2.64	4.14~5.10	5.64~7.62
平均 (右耳)	1.99±0.33	4.68±0.40	6.75±0.47
范围	1.38~3.12	3.30~5.94	5.61~7.80

从正常听力儿童不同刺激强度 ABR 各反应波 (见图 1—5) 可以看出, 当给予 90 dB nHL 强度刺激时, 波 I~波 VI 均可清晰记录到。随着刺激强度降低, 波 II、波 IV、波 VI、波 I、波 III 依次逐渐消失, 当刺激强度在 30 dB nHL 时, 只有波 V 还存在。同一个反应波的潜伏期随刺激强度降低而逐渐延长。

2. 如何判定测试结果

(1) 反应波潜伏期及波间期延长

反应波的潜伏期与神经传导速度、神经元活动的同步性及传导路径的长短有关。

凡是引起听觉传导通路神经纤维变性、压迫的因素都可导致神经冲动的传导速度降低。当潜伏期延长时, 就应该分析是否有影响传导速度和路径的原因存在。由于潜伏期主要反映有髓神经纤维的传导功能, 所以, 当潜伏期延长时, 说明可能有神经纤维脱髓鞘病变发生, 或者是纤维间的突触传递障碍。当传导路径上有占位性

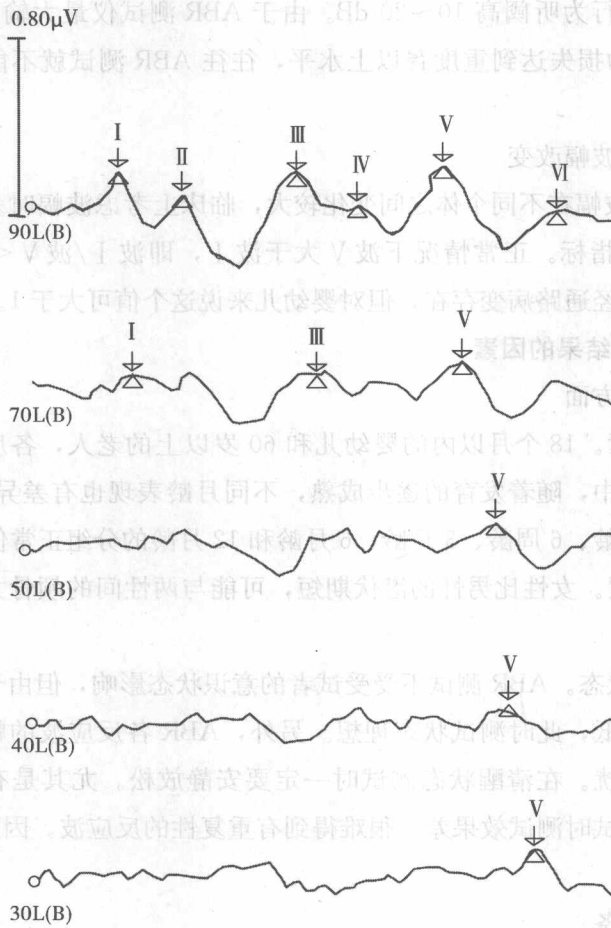


图 1-5 正常听力儿童不同刺激强度 ABR 反应波

病变时，压迫可导致神经元放电同步性下降，从而使潜伏期延长，临床多见于波 V 延长，波 I~波 V、波 III~波 V 间期延长。

听力下降，同样导致潜伏期延长。这是因为当高强度刺激时，内耳参与反应的毛细胞以耳蜗底回为主，即高频成分占主要地位。此时，顶回的低频区域也产生电活动，但其相位与底回电活动不同而被抵消。当高频听力下降时，顶回毛细胞参与较多；从底回到顶回兴奋传递的路径延长，导致潜伏期延长。传导性听力损失的各波潜伏期也会延长。

(2) 反应波缺失

当听神经通路有病变或听力下降到一定程度时，可导致某些反应波消失甚至全部反应波消失。就听力学方面来说，主要看波 V 的反应阈值。总体来说，正常人波

V 的反应阈值比行为听阈高 10~20 dB。由于 ABR 测试仪最大输出刺激声在 100 dB nHL, 当听力损失达到重度聋以上水平, 往往 ABR 测试就不能引出任何反应波。

(3) 反应波波幅改变

由于 ABR 波幅在不同个体之间变化较大, 临床上考虑波幅时多以波 I 与波 V 的比值作为观察指标。正常情况下波 V 大于波 I, 即波 I/波 V < 1, 当该值 > 1 时, 可能有听神经通路病变存在, 但对婴幼儿来说这个值可大于 1。

3. 影响测试结果的因素

(1) 受试者方面

1) 年龄因素。18 个月以内的婴幼儿和 60 岁以上的老人, 各反应波的潜伏期延长。在婴幼儿中, 随着发育的逐步成熟, 不同月龄表现也有差异, 为严格起见, 最好有测试 3 周龄、6 周龄、3 月龄、6 月龄和 12 月龄的分组正常值。

2) 性别因素。女性比男性的潜伏期短, 可能与两性间的颅骨大小和脑组织结构差异有关。

3) 受试者状态。ABR 测试不受受试者的意识状态影响, 但由于睡眠时身体放松, 脑电活动降低, 此时测试状态理想。另外, ABR 各反应波的幅值较低, 容易受肌电活动的干扰。在清醒状态测试时一定要安静放松。尤其是有听力损失的患者, 清醒状态测试时测试效果差, 很难得到有重复性的反应波。因此, 最好在睡眠时进行测试。

(2) 测试设备

1) 刺激声的影响。短声是记录清晰 ABR 反应的最好刺激声, 因为它是猝发声, 神经反应的同步效果好。但不足之处是缺乏频率特异性。应用短音或短纯音, 可以提高频率特异性, 但反应波的清晰度下降。有关刺激声的极性对各反应波的波幅及潜伏期的影响, 研究结论不一。商用型仪器有的采用疏波短声, 也有的采用密波短声, 还有的采用交替波短声。一般来说, 刺激声极性可以由测试者来选定。

2) 刺激速率的影响。刺激速率越慢, 反应波越清晰, 但耗时越长; 刺激速率越快, 潜伏期越短, 波幅越低。在临床应用中, 既要获得清晰的反应波形, 又不能使测试时间过长, 否则受试者不易耐受。目前一般采用 11~20 次/s 的刺激速率, 在这个范围内引出的反应波无显著差异。

四、听性脑干反应的临床应用

ABR 最主要的临床用途是用来评估听阈, 还可以进行外周或中枢某些神经系

统病变以及术中监测。

1. 客观听力测试

(1) 儿童或难测人群的听力测试手段

常用 ABR 测试了解受试者的听力情况，主要分析 ABR 的反应阈值。短声刺激，多数研究报告认为，ABR 反应阈值与纯音测听结果的 2~4 kHz 的结果最接近，范围是 10~20 dB，所以，ABR 结果可以估计受试者的高频听力。但这些结果多是从正常听力者得到的。对于听力损失者，有学者指出，ABR 的反应阈值与他们的平均听力更接近。对于不能配合的人群，只能用 ABR 来估计其行为听力。ABR 测试经过多年的研究证实，其测试结果稳定可靠，重复性好，因此，ABR 是客观测听中的最佳方法。

但短声的宽频谱特点，使得 ABR 结果在某些受试者中与实际听力有较大差异。例如，一些低频陡降或高频陡升型纯音听力的受试者，ABR 结果与其真正听力不一致；当纯音听力在 2~4 kHz 处与其他频率相差较大时，ABR 结果也不能如实反映纯音听力。也就是说，当纯音听力不是平坦型时，用 ABR 测试结果来估计行为听力可能有较大误差。

(2) 器质性聋与功能性聋的鉴定

正常人或器质性聋（真聋），他们的短声主观听阈均比 ABR 反应阈值低；功能性聋（伪聋）则相反，其 ABR 反应阈值比主观短声听阈低。功能性聋 ABR 反应阈值正常，各反应波潜伏期在正常范围；器质性聋 ABR 反应阈值高于正常，出现反应波潜伏期延长、反应波消失等现象。

(3) 新生儿的听力筛查

作为早期发现听力损失儿童的重要手段，最常用的筛查方法是耳声发射测试。ABR 操作相对复杂，结果判定要求较高的专业水平，所以临床应用不多。但自动听性脑干反应测试（Auto-ABR, AABR）的应用，改善了 ABR 的一些不足。AABR 的特殊之处在于它相比传统的 ABR，操作相对简化，结果判定由设置好的测试程序自动进行。但由于 AABR 标准并没有统一，所以，AABR 在临床并未广泛应用。

当需要对新生儿的听力作出确诊时，就必须有 ABR 的测试结果。

2. 骨导 ABR 测试

相比气导 ABR 结果，骨导 ABR 测试得到的反应波波幅低，主要以波 V 出现为主，潜伏期也比气导 ABR 延长。而且有研究证实，短声骨导 ABR 可以使几乎整个基底膜兴奋，同样无频率特异性，主要用来鉴别是否有传导性聋。但骨导