

# 可接受噪音级：预测临床助听器 验配成功率的重要工具

The application of acceptable noise level to predict amplification success

■ David JIANG (加拿大) 李 刚

David JIANG (Canada), Li Gang

【中图分类号】R764.5 【文献标识码】B 【文章编号】1672-4933(2008)05-0048-04

长期以来,在噪音中聆听言语效果不佳一直是助听器使用者抱怨的严重问题,同时,在环境噪音中获得的言语测试结果也不能准确地预测助听器的成功使用。目前有不同的硬件技术解决因此造成的各种实际问题,如降噪技术、方向性麦克风和声反馈抑制技术等。这些新技术的使用无疑有效地解决了部分背景噪音问题,但我们必须清楚地认识到这些技术手段均处于被动的模式,即依赖数字技术抵消或抑制噪音所造成的问题,换言之,助听器技术主要提供在现实环境中,噪音一旦出现时可利用的技术手段,更多地从技术层面来考虑,较少关注助听器使用者的能动作用,比如对背景噪音的感觉、喜好和习惯等。其实,人们的生活环境本身就是一个极其喧嚣的噪音世界,听力正常与否都须面对无处不在的噪音。为了真正让先进技术充分发挥作用,达到最佳效果,首先必须清楚地认识背景噪音对听损患者的作用。而作为临床听力学家,需要能客观测试背景噪音对患者影响的工具和手段。

多年来,听力学家沿着这个方向不遗余力地研究,试图寻找答案。如果患者能接受某种噪音,并愿意在噪音环境里聆听言语,能不能因此而提高助听器使用的成功率?假设我们能够对患者接受噪音的意愿进行客观测试,临床听力学家能否根据这些结果,在验配助听器以前准确地预测听损患者使用助听器的成功概率?如果能肯定地回答这些问题,无疑将从根本上改变助听器的验配和使用,从而大大提高助听器使用率。17年前这些问题只是一些假设,但是到了今天,已成为现实。这种测试患者接受背景噪音意愿的新方法称作可接受噪音级(acceptable noise level, ANL)。本期小词典将就ANL的研发背景和临床应用所涉及的一些主要问题做个简单介绍,尤其将重点关注一些常用的词汇的理解,如不舒适阈(uncomfortable loudness level, UCL)和最大舒适阈(the most comfortable listening level, MCL)等。

## 1 可接受噪音级(ANL)研发背景

在介绍可接受噪音级前,有几个重要概念必须区分:噪音对言语理解能力的影响和对噪音的接受程度不一样,前者是观察随着噪音级别的增加或降低人们言语理解能力出现的相应变化,临床上通常使用信噪比来测试和分析,后者则是客观测量人们接受噪音的程度,使用具体计量单位来描述个体对不同强度噪音的接受能力,过去常用MCL或UCL等指标来记录受试者对声信号的反应,这个计量单位便是本文即将介绍的可接受噪音级。

可接受噪音级研究始于1991年,由美国著名噪音研究专家、田纳西大学的Nabelek教授首次提出,当时被称为“可容忍信噪比”(tolerated speech-to-noise ratio),主要用于测试噪音环境对聆听言语的影响<sup>[1]</sup>,其特点类似我们现在熟知的信噪比。2004年,Nabelek将“可容忍信噪比”改为“可接受噪音级”,即“acceptable noise level”,因为,前者容易和响度不适级(loudness discomfort level)混淆。ANL的定义是聆听言语会话最大舒适阈和聆听者愿意接受的最大背景噪音级(the maximum background noise level, BNL)之差,用分贝计量。ANL值越小,说明患者的动态范围越大,也就是患者能接受噪音的绝对值越大,从而表明患者接受噪音的能力越强<sup>[1]</sup>。

当时,Nabelek在其试验中,根据患者使用助听器的时间长短,将其分成全天使用助听器、部分时间使用助听器和不使用助听器3组。她分别使用了5种不同噪音作为刺激信号:群体谈话声、模拟言语频谱声、交通噪音、钻孔机噪音和电梯音乐声,通过模拟患者助听器频响曲线的耳机,单耳给声。测试结果表明:使用5种噪音获得的ANL平均值相近,全天使用助听器患者的ANL值远比部分时间使用者或不使用者平均值要低得多,而部分时间和不使用助听器患者的ANL平均值相差不大,说明长期使用助听器的患者接受噪音的能力比其他两种患者要强<sup>[1]</sup>。

1994年,另外一个听力学家Crowley对ANL与听力

作者单位:加拿大达尔豪斯大学

作者简介:David JIANG 博士 教授;研究方向:听力学

图其它相关变量之间的关系进行了研究,听力图特征包括听力阈值、听力曲线走向、背景噪音的言语感知等<sup>[1]</sup>。他试图确定每天使用助听器的时间和患者满意度这两个变量之间的关系,从而预测使用者的满意度。他测试了46名双耳新配戴助听器患者,用噪音言语感知测试(speech perception in noise, SPIN),同样,他通过模拟患者助听器频响曲线耳机单耳给声,最后来获得ANL值;不同的是他只使用了两种测试信号:言语会话声和言语频谱噪音,因为这两种噪音是大多数诊所常用的言语测试信号,使用简单。经过4~6个星期的助听器试戴后,他再用助听器受益度量表来评估使用效果。该试验结果表明ANL以及SPIN测试结果和其他个体变量之间没有具有统计学意义的相关性,但是用言语会话噪音和言语频谱噪音获得的ANL值之间却有非常明显的相关性。Crowley和Nabelek在继续分析这些数据的基础上,运用回归统计分析来确定ANL作为预测或估计助听器受益度的工具到底有多大影响,分析结果显示ANL具有预测助听器受益度量表的子题的作用。

同年, Lytle 对两组听力敏感度和言语感知能力相近的老年患者的ANL值进行分析。受试者均使用助听器,其中一组是助听器成功使用者,由10名全天使用助听器的患者组成,另一组是由10名很少配戴助听器的不成功使用者组成。听力学家比较了两组受试者在两种背景噪音环境下,单耳配戴和没有配戴线性助听器所获得的ANL值,发现测出的ANL值并没有显著差别,这说明ANL作为预测助听器成功和不成功使用者的工具只有在没有验配助听器前才有意义。

一般而言,预测助听器使用是否能成功应该是基于验配助听器之前的各变量的分析,而评估助听器使用效果是否达到则是根据助听器试戴后获得的数据评估获得的。到目前为止,预测的基础是聆听者的众多特点,比如年龄、性别、纯音测试平均阈值;与此同时,助听器效果评估主要通过量表来核定助听器使用者的受益度和满意度,这些量表包括助听器受益评估表(profile of hearing aid benefit, PHAB)、助听器日常使用满意度量表(satisfaction with amplification in daily life, SADL)和助听器效果评估国际量表(international outcome inventory for hearing aids, IOI-HA)等。研究结果表明助听器需求和效果评估表不能预测助听器使用成功率,患者使用助听器后的主观感受和受益不能用来进行预测。

2006年Nabelek总结了过去十几年的研究结果<sup>[1,2]</sup>,进一步对ANL作为临床预测助听器成功率工具的可行性和可靠性做了大型试验,又测试了191名受试者,这些患者都是来自其他听力学诊所,使用各种不同的模拟或数字助听器。最后结果表明无助听和助听的ANL值和年龄、性别以及患者平均纯音听阈没有相关性,表明

ANL是患者个体内在的特征,不受年龄和听力损失的影响;无助听和助听的ANL值和助听器日常使用的时间长短有相关性;无助听和助听的ANL值和SPIN得分之间没有相关性,因为这两个测试关注的是患者使用助听器的不同方面,ANL值和助听器使用的时间模式有关,并据此预测助听器使用的成功与否,而SPIN得分则是随着助听器的使用而得到提高,显示患者理解言语能力的改善或提高。简而言之,接受背景噪音的意愿和在背景噪音下理解言语是两个均以噪音为条件的不同测试,分别从不同角度来测试,验证和预测助听器的使用效果和言语能力的提高。

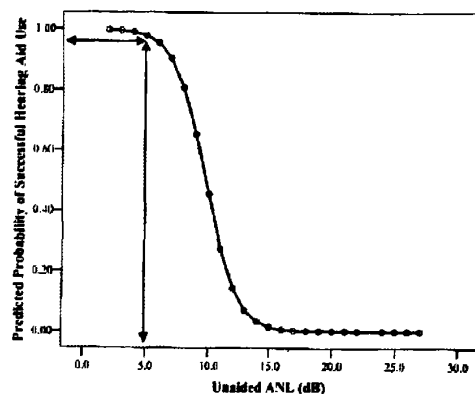


图1 非助听的ANL值和成功使用助听器之间的可预测概念值

该试验结果表明,助听器长期使用者的ANL值比部分时间使用和不使用助听器患者的值低,因此,根据这个结果,可以将这些患者分成成功的使用者和不成功的使用者(包括部分时间使用者和不使用者)。为此, Nabelek 专门建立了一套测试方法和相应的问卷,并根据logistic回归分析结果,建立了以非助听ANL值为函数的回归曲线,用来确定助听器使用成功率的预测概率。只要测试出患者的ANL值,便能很快算出该患者使用助听器的成功概率。比如某患者的非助听ANL值为5 dB,从图1可看到,与此对应的助听器成功率接近100%,这是非常重要的信息,具有宝贵的临床价值。更重要的是ANL的测试只需不到5分钟便可完成,无需任何特殊设备,便于掌握和使用<sup>[2]</sup>。

根据前期临床研究结果, Nabelek 和其研究团队发现ANL除了用于分析背景噪音外,还可用来验证和评估助听器的临床应用,于是开始推广和继续深入研究。目前, ANL 已经在海外得到了普遍的使用。

## 2 ANL值和个体习惯的噪音之间的关系

ANL是一项相对客观的行为测试,这和通常的听力

测试没有很大差别,而每个人对噪音的主观感受不同,那么客观测试(ANL)和个体对噪音的感觉之间是否存在相关性?能否在临床上,通过客观测试的结果来预测主观感受,从而更准确地评估患者对助听器使用的个体感受?这是推广使用ANL的一个重要理论研究,如果该项假设成立的话,势必对助听器验配产生重大影响。Saunders等早在2004年<sup>[3]</sup>,通过对助听器使用者的各种抱怨进行分析,发现大多数报道的残疾问题主要由两方面组成,既涉及功能相关的要素,也包括感觉相关的要素,二者起到的作用相同。如果患者能接受某些噪音,那么这些患者的ANL得分可能和个人的感觉有关,也就是说,假如环境噪音是患者熟悉的、能接受的,从理论上讲,该患者的ANL得分便会很低,反映出较高的噪音接受能力。为了证实这个假说,Freyaldenhoven等人对30名患者进行了ANL和个体噪音喜好测试,后者是他们为此项试验专门设计的量表,含7个问题,分别涉及日常生活的主要活动,如学习、驾驶、阅读和睡觉等,针对每个问题,受试者可选择从“从不”到“总是”5个回答之一,目的是让受试者根据个人习惯喜好,自由选择个人所愿意接触噪音的时间长短<sup>[3]</sup>。

试验结果表明,就听力正常年轻人而言,使用言语频谱和言语噪声获得的ANL得分在短期内的测试结果重复性好、可靠,不过ANL值因测试噪音类型的不同而不同,因此,选择测试信号非常重要,同时,不应该笼统地对使用不同信号获得的ANL值进行比较,避免误导性结果。另外,个人噪音喜好的问卷测试结果稳定且一致。该试验最后结果表明个人喜好的噪音和对背景噪音的接受意愿之间并没有直接关系,因此,简单询问受试者对噪音的个人喜好还是不能用来判断ANL的结果。

Nabelek在设计ANL测试中,发现如果受试者ANL得分 $\geq 14$  dB,表明助听器的使用会有很大障碍,如果得分 $\leq 8$  dB,表明患者使用助听器的成功率会很高,而得分在二者之间的患者,使用助听器的成功率和困难各异。

### 3 ANL值和听觉系统的关系

2005年Harkrider和Smith通过实验,发现ANL值的高低和中耳主要的变量无关,如中耳阻抗、声反射阈值、受对侧耳抑制影响测试的耳声发射等。除此之外,ANL值和内侧橄榄耳蜗束(the medial olivocochlear bundle, MOCB)无关,但是单耳的ANL值和双耳听分的ANL值却有直接的关系<sup>[4]</sup>,说明ANL至少有一部分在上橄榄复合体(the superior olivary complex, SOC)以上的神经系统处得到调节,因为上橄榄复合体是听觉系统首次处理双耳聆听的神经部位。因此,为了进一步确定ANL的临床应用价值,有必要通过对正常人的耳蜗、外周系统和中枢神经生理活动的测试来解释ANL值显示的变异。

2006年,Harkrider和Smith就这个专题做了初步试验,在《女性受试者ANL低分和高分之间从耳蜗到中枢神经系统的不同反应》的研究中<sup>[4]</sup>,对13名女性受试者分别进行了ANL、耳声发射、ABR和MRL等电生理测试。结果表明这两组ANL得分不同的受试者在耳声发射(otoacoustic emission, OAE)和听性脑干反应(auditory brainstem response, ABR)的波I、波III之间没差别,但波V的振幅却显示出明显差别,尤其ANL得分较高的女性受试者的波V振幅明显比低分受试者的振幅更加显著。该研究的初步结果表明:①受试者对接受背景噪音不同意愿所显示的差异可能和听觉系统的中枢部分有关;②ANL得分低的女性的中枢传出神经机制要么更强些,要么更弱些。这仅仅是初步研究结果,需要进一步深入研究。

### 4 ANL值和双耳验配的关系

通常双耳验配可极大改善听损者在噪音下聆听言语的能力,双耳验配可帮助患者更好地聆听言语中的重要声学特征,还能改善由头部阴影造成的掩蔽效果等。不过最新研究也揭示双耳验配在背景噪音下也有不利之处,比如因双耳干扰效应(binaural interference),有些患者感觉在噪音下单耳聆听效果更好。另外,研究者还发现使用助听器适应噪音的能力和患者具有较好的噪音下言语理解能力有关,理解能力高的患者一般成功率更高,那么根据这些研究,单耳和双耳配戴助听器是否会对ANL测试结果有影响?2006年,Freyaldenhoven等人对《单耳和双耳助听使用时对噪音的接受》研究中试图来回答这个问题<sup>[5]</sup>。他们测试了39名平均年龄为69岁的受试者,发现对噪音的接受能力并不因单耳或双耳配戴助听器而受影响,在这两种验配情况下所获得的ANL值相同;研究表明ANL得分直接和患者使用的助听器类型有关。同时,该试验还发现单耳使用助听器不会影响ANL值,相反,就某些听损患者而言,单耳验配可能帮助他们更好地接受背景噪音,我们必须意识到双耳验配可能有时还会产生副作用。因此,当患者两个耳朵听力状况不一、理解能力不同时,结合单耳ANL测试,选择较好的耳朵验配助听器也是值得考虑的,在这种情况下,ANL可以帮助我们判断哪只耳朵戴助听器成功率更大。还有一点,如果将方向性技术引入单、双耳的比较,可以看到单耳指向性的助听可能比双耳单向性助听更有利于患者接受背景噪音。当然这些研究结果尚需通过更多实验证实。

总之,ANL值和SPIN值互不相同,各自反映人们对环境噪音的不同反应。因此,在验配助听器时,这两种测试都需使用,以预测助听器使用的成功率。

### 5 ANL和其他非英语语言的关系

目前已经证明ANL能在以英语为母语的环境中使

用,还有必要证明其也能在多种语言的临床环境里使用,有必要验证是否 ANL 只是和某一种语言有关。如果 ANL 只局限于某种语言,其临床使用和推广价值会大大降低。反过来,如果试验证明 ANL 不受具体语言影响,能在多语种环境里使用,有效地预测助听器验配成功率,其临床价值就会非常重要,尤其在一些发展中国家,听力学的基本测试手段仍然处于启蒙阶段,ANL 可以客观、便捷和有效地用来验配助听器,大大提高助听器的使用率和成功率,具有临床和经济意义。

目前,基于其他语种的 ANL 研究较少,美国的 Hapsburg 和 Bahng 的论文《朝鲜语英语双语患者对背景噪音的接受》<sup>[6]</sup>是其中一个重要研究。该文主要是研究英语和朝鲜语双语受试者对背景噪音的接受。现在,有大量研究表明背景噪音对双语患者的理解能力会产生极大影响。早在 1984 年,Mayo 等人便使用 R-SPIN 测试来评估双语患者的言语感知能力,分别比较了背景噪音对早期和晚期获得双语的患者的影响程度。结果表明早期获得双语的受试者在背景噪音较高的情况下(一般是 4~6 dB SPL)其言语感知仍然能够保持 50% 的正确率,相比之下,晚期获得双语的受试者则受到较大影响。

Hapsburg 和 Bahng 的试验是典型的临床对比研究,共有 30 位受试者,其中 10 名是没有任何第二外语经验的英文受试者,其他 20 名则精通朝鲜语和英语。该实验的第一个结果表明虽然不同语言对理解言语有影响,但并不直接影响 ANL 作为一种测试工具的使用,持不同语言的患者照样可用 ANL 来验证助听器使用的成功率;第二个结果确定 ANL 可通过非英语语种的测试获得,朝鲜语获得的 ANL 值和英语基本一致,说明 ANL 可用于双语受试人群,由此证明 ANL 不受语言影响,能在多语种环境使用。当然,这只是一个初步实验,依然需要进一步的验证。

## 6 结语

历时 17 年的研究和临床试验已初步确定 ANL 在预测助听器验配成功率方面有重要意义,可以在临床推广。在第 20 届美国听力学学会年会上,对 ANL 基础和临床应用研究又向前推进了一步。据不完全统计,本次年会共有 9 篇论文从不同角度来探讨 ANL 的临床应用。比如 Taylor 教授的论文《ANL 和现实世界助听器受益度预测》(The Acceptable Noise Level Test as a Predictor of Real World Hearing Aid Benefit),利用非助听的 ANL 得分和目前广泛使用的助听器效果评估表 IOI-HA 进行对比,发现二者结果吻合,表明不仅 ANL 可用于验证助听器使用的效果,而且非助听的 ANL 结果也具有同等效果,并能更准确地反映出使用

者在现实生活中使用助听器的具体状况。ANL 的另一临床应用是 Madix 等人的研究——《助听器全天使用者听觉疲倦对背景噪音接受的影响》(The Effects of Listener Fatigue on the Acceptance of Background Noise in Full Time Hearing Aid Users),该项试验创造性地用 ANL 来测试患者的听觉疲倦程度,从而更好地帮助患者使用助听器,达到最佳效果。通过对 20 名患者的研究,他们发现 ANL 能用于临床测试听觉疲倦。而其他研究,如 Plylor 等人的《言语兴趣级别对可接受噪音的影响》(Effects of Interest Level of Speech on the ANL)、Moore 等人的《人格特质、噪音敏感度和可接受噪音之间的关系》(Relationship of Personality, Noise Sensitivity and ANL),则分别从言语的角度和心理人格特质测试领域进一步论证 ANL 的临床价值。

目前的研究结果表明,ANL 是一项行之有效的临床工具,可以帮助我们解决患者使用助听器面对的噪音问题,还能弥补其他测试手段的不足,是临床助听器验配不可缺少的工具之一。从更高的一个层面来讲,假如患者使用助听器的成功率有限,我们完全可以根据 ANL 的理论积极干预和改善,提高患者对背景噪音的接受能力,达到提高助听器使用成功率的目的。除了应用先进的助听器技术、个性化的语训服务,甚至药物介入外,ANL 的建立和使用为普及助听器开辟了一个新的路径,将从根本上改变早期助听器验配“踩着石头过河”的经验方法,替之以科学验配。从这个意义上讲,ANL 应是一个重大突破,值得国内学界和业界关注。■

收稿日期 2008-06-15

责任编辑 李原

## 参考文献

- [1] Nabelek AK. Acceptable noise level: a clinical measure for predicting hearing aid outcome. *J Am Acad Audiol*, 2006, 17(9): 624-625.
- [2] Nabelek AK, Freyaldenhoven MC, Tampas JW, et al. Acceptable noise level as a predictor of hearing aid use. *J Am Acad Audiol*, 2006, 17: 626-639.
- [3] Freyaldenhoven MC, Smiley DF, Muenchen RA, et al. Acceptable noise level: reliability measures and comparison to preference for background sounds. *J Am Acad Audiol*, 2006, 17(9): 640-648.
- [4] Harkrider AW, Tampas JW. Differences in responses from the cochlea and central nervous systems of females with low versus high acceptable noise levels. *J Am Acad Audiol*, 2006, 17(9): 667-676.
- [5] Freyaldenhoven MC, Plylor PN, Thelin JW, et al. Acceptance of noise with monaural and binaural amplification. *J Am Acad Audiol*, 2006, 17(9): 659-666.
- [6] von Hapsburg D, Bahng J. Acceptance of background noise levels in bilingual (Korean-English) listeners. *J Am Acad Audiol*, 2006, 17(9): 649-658.

作者: [David JIANG](#), [李刚](#)  
作者单位: [加拿大达尔豪斯大学](#)  
刊名: [中国听力语言康复科学杂志](#)   
英文刊名: [CHINESE SCIENTIFIC JOURNAL OF HEARING AND SPEECH REHABILITATION](#)  
年, 卷(期): 2008 (5)  
被引用次数: 1次

#### 参考文献(6条)

1. [Nabelek AK](#) [Acceptable noise level:a clinical measure for predicting hearing aid outcome](#)[外文期刊] 2006 (09)
2. [Nabelek AK](#); [Freyaldenhoven MC](#); [Tampas JW](#) [Acceptable noise level as a predictor of hearing aid use](#)[外文期刊] 2006
3. [Freyaldenhoven MC](#); [Smfley DF](#); [Muenchen RA](#) [Acceptable noise level:reliability measures and comparison to preference for background sounds](#)[外文期刊] 2006 (09)
4. [Harkrider AW](#); [Tampas JW](#) [Differences in responses from the cochleae and central nsrvous systems of females with low versus high acceptable noise levels](#)[外文期刊] 2006 (09)
5. [Freyaldenhoven MC](#); [Plyler PN](#); [Thelin JW](#) [Acceptance of noise with monaural and binaural amplification](#) [外文期刊] 2006 (09)
6. [von Hapsburg D](#); [Bahng J](#) [Acceptance of background noise levels in bilingual\(Korean-English\)listeners](#) [外文期刊] 2006 (09)

#### 引证文献(1条)

1. [胡旭君](#), [胡湘云](#), [李文靖](#) [可接受噪声级测试临床应用可行性探讨](#)[期刊论文]-[听力学及言语疾病杂志](#) 2013 (5)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_zgtlyyfkxzz200805014.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_zgtlyyfkxzz200805014.aspx)