

doi:10.3969/j.issn.1672-4933.2010.04.004

噪声下言语识别速测表 (Quick SIN) 普通话版的编制*

The development of Quick Speech-In-Noise tests in Mandarin

■陈艾婷¹ 郝昕^{1**} 赵乌兰² 冀飞¹ 赵阳¹ 韩东一¹

CHEN Ai-ting, XI Xin, ZHAO Wu-lan, JI Fei, ZHAO Yang, HAN Dong-yi

【摘要】目的 编制普通话版的噪声下言语识别速测表(Quick Speech-In-Noise, Quick SIN)并进行等价性筛选。**方法** 从嘈杂语噪声下的普通话儿童短句库中抽取90个句子组成15张噪声下句表,每张表6句话,每句包含5个关键词,表中各句的信噪比依次为+15, +10, +5, 0, -5, -10 dB。选择15名18~25岁听力正常人为受试者,每位受试者依次测试15张表,计算各自的信噪比损失。对15张句表的信噪比损失进行单因素方差分析,并使用Tukey HSD检验进行表间两两比较和等价性分析。**结果** 15名受试者的信噪比损失为(0.84±1.77) dB。经统计学分析,15张句表中有12张表相互等价,表5、8、14不等价。单侧80%医学参考值范围是小于+2.32 dB,95%医学参考值范围是小于+3.74 dB。**结论** 普通话版的Quick SIN为临床提供了一种简单、快捷地评价患者在噪声下言语识别能力的测听方法,并为助听装置的选配提供了客观依据。

【关键词】 噪声下言语识别;信噪比损失;助听装置

【Abstract】Objective The purpose of this study was to develop Quick Speech-in-Noise(Quick SIN)test lists with equivalence using Mandarin short sentences in 4-talker babble noise materials. **Methods** 15 Mandarin-speaking subjects aged 18~25 with normal aural/oral communication abilities participated in the research. The psychometric measures on Mandarin speech intelligibility in babble noise were implemented under the SNR of +15, +10, +5, 0, -5 and -10 dB using 15 Mandarin Quick SIN lists (6 sentences each).The signal-to-noise loss (SNR loss) was calculated and analyzed with one-way ANOVA. The equivalence of the 15 lists was compared through Tukey's HSD test. **Results** The mean SNR loss of 15 normal-hearing people was (0.84±1.77) dB . Among the 15 lists, 12 provided homogenous results for listeners with normal hearing while List 5, 8, and 14 fell outside the critical range. A score not more than +2.32 dB SNR Loss was considered as normal. **Conclusion** Quick Speech in Noise test in Mandarin can provide information about supra-threshold hearing that cannot be inferred from the audiogram, which can be used to determine whether and how much the patients with hearing loss can benefit from hearing aids. Further, this test may assist the clinicians in hearing aid consultation and selection.

【Key words】 Speech recognition in noise;Signal-to-noise ratio loss(SNR Loss);Hearing aid

【中图分类号】R764.5 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1672-4933(2010)04-0027-04

*基金项目:“十一五”国家科技支撑计划(2007BAI18B12, 2008BAI50B01, 2008BAI50B08);
解放军总医院苗圃基金(08MP-11);
中科院自动化所模式识别国家重点实验室开放课题(08-3-1)

作者单位:1 解放军总医院耳鼻咽喉-头颈外科
北京 100853

2 浙江中医药大学听力与言语科学学院
杭州 310053

作者简介:陈艾婷 在职硕士 主管技师;研究方向:临床听力学

**通讯作者:郝昕xxi@bbn.cn

在噪声环境中聆听言语是令许多感音神经性听力损失患者苦恼的问题。一些纯音听阈基本正常或只有轻-中度听力损失的患者,在噪声环境中听懂言语的能力却很差。噪声对言语听力的干扰,往往是听力师选配助听设备时比较头疼的问题之一。测试患者在噪声中的言语识别能力,对于评估噪声性听力损失患者、老年性听力损失患者、学龄前儿童的交谈能力,以及助听器的选配和效果评价等都有现实意义^[1]。由于患者在噪声环境

中的识别能力不能由纯音听力来估算,评价其信噪比损失(SNR Loss)就变得十分必要^[2]。本研究设计了普通话版的噪声下言语识别速测表(Quick Speech-in-Noise, Quick SIN),期望能为临床医师提供一种快速量化患者噪声下聆听能力的方法。

1 资料与方法

1.1 测试材料

本研究所用语句均从嘈杂语噪声下汉语短句识别语料库中选取,测试句子由男性播音员播音,混杂在由四人连续语流混叠而成的嘈杂语噪声中^[3,4]。该测试材料经数字化处理后,强度、频谱、时间间隔等得到严格控制。句子与噪声的频谱均与国际长时平均语谱(international long-term average speech spectrum, ILTASS)相匹配。每个短句与其所对应的嘈杂语噪声在时序上精确匹配。噪声先于语句2秒出现,接着有“嘀”的一声提示音,语句随之出现。语句结束的同时噪声结束。本测试用表选取含有5个关键词的语句共90句编制成15张表,每张表包括6个句子。使用原句所对应的嘈杂语噪声,每张句表的第1句到第6句信噪比(Signal-to-Noise Ratio, SNR)逐渐降低,依次为+15, +10, +5, 0, -5, -10 dB。语句之间留有3.5 s静音供受试者复述和测试者记录^[3]。将语句材料灌制成测试用CD,每张句表独立作为一个音轨,编号为表1~15。

1.2 测试对象

参加实验的受试者均为北京在校大学生及研究生,男5名,女10名。年龄18~25岁,中位数19.6岁,入选标准为无耳科疾病史,耳镜检查正常,听力较佳耳在0.25~4 kHz各频率的纯音听阈均小于10 dB HL,鼓室导抗图均为A型,日常使用普通话交流,口齿清晰。

1.3 测试环境及测试设备

15名受试者均在门诊标准隔声室(本底噪声 ≤ 30 dB A)中进行测试,使用SONY D-NE730播放器播放测试CD,送入GSI 16听力计的外接音频输入端口A。每次测试前,播放CD中的1 kHz校准音,调整听力计的外接音频输入的电平,使VU表的指针指向0。输出换能器使用TDH-50P耳机。

1.4 测试过程

选择受试者听力较好耳进行单耳测试。测试前向受试者解释测试方法。首先播放一段男性播音员的声音,以便受试者熟悉;然后告知受试者在“多人七嘴八舌交谈时”的嘈杂语噪声中,分辨男

播音员朗读的语句,并尽可能一字不错地复述。男播音员朗读的语句会越来越难听清,没有听清楚的字、词,可以联系上下文猜测。要求受试者心态平和、精力集中。正式测试前先使用两张练习表让受试者练习。如果受试者反应较慢,可在每句之间使用CD播放器的暂停键控制复述时间。整个测试大约20分钟,为避免受试者焦躁、疲惫,中间可安排休息。每名受试者循序测试所有15张表,但每名受试者的首张测试表的表号各不相同,使得每张表均有一次机会成为首张测试表,目的在于克服学习效应的影响。

记录结果时,将正确反应的关键词数记录在每句后的“正确词数”栏里。记录单样式见表1。

表1 结果记录单举例

List 12	信号声强度 =				dB	关键词	正确词数	信噪比SNR
1.	谁	最	爱	吃	萝卜?	5		+15 dB
2.	我	不	讲	这个	故事	5		+10 dB
3.	给	他	吃	葡萄	干儿	5		+5 dB
4.	脚	别	放	在	这里!	5		+0 dB
5.	只	剩下	一	朵	花了	5		- 5 dB
6.	你	把	我	抱	下来	5		-10 dB
关键词正确总数:								
SNR Loss = 23.5 - 关键词正确总数 = dB								

1.5 信噪比损失的计算

信噪比损失是在噪声下句子识别测试中,与正常人的听力表现相比,听力损失患者在噪声中理解言语信噪比需要提高的分贝数,即患者获得50%识别得分的信噪比(记为 SNR_{50})相对于正常人群该信噪比(记为 SNR_{50N})的差值。

本测试借鉴了Tillman和Olsen^[5]提出的获得扬扬格词阈值的方法,即仅计数受试者正确复述的词数,即可简单地得出 SNR_{50} 。该方法是在每个强度下测试两个扬扬格词,起始强度选择在两个词都能复述对的强度,以2 dB为步距下降,直到某个强度两个词都没能正确复述。扬扬格词的识别阈等于起始强度加1 dB再减去所有正确复述的词数。其中的1 dB即测试步距(2 dB)的一半。因每个步距测试2个词,故每个测试词对应1 dB。如果听力计只能选择5 dB的步距,就每5 dB测5个词,而扬扬格词的识别阈就等于起始强度加2.5 dB(步距的一半)再减去所有正确复述的词数。

与扬扬格词阈值测试类似,本研究开发的Quick SIN即是以5 dB为步距,每步距对应1句话5个关键词。表中最高的SNR为+15 dB,所以应以15加步距的一半(2.5 dB),再减去正确复述的词数,

所得结果就是50%的得分所对应的信噪比(记为 SNR_{50})。这是依据斯皮尔曼-卡伯方法(Spearman-Kärber method)提出的公式 $T_{50\%}=i+\frac{1}{2}(d)-d(r)/n$ 。其中 $T_{50\%}$ 是50%识别率所对应的阈值, i 为初始给声强度(或信噪比), d 是阶梯下降的步距, r 为正确复述的词数, n 为每个测试强度上测试项的数目。应用于Quick SIN测试中, $T_{50\%}$ 对应为 SNR_{50} ,初始信噪比 i 为+15 dB,步距 d 为5 dB, r 为受试者正确复述的词数,每个信噪比阶梯上的关键词数目 n 为5,代入上述公式后, $SNR_{50}=15+\frac{1}{2}(5)-5\times r/5=17.5-r=17.5-$ 复述正确的词数^[6]。

根据先前所做研究,在正常听力人群中,本测试选用的语句材料的 SNR_{50N} 为-6 dB^[3,4]。所以对某一患者用本表测试所得的 SNR_{50} 减去-6 dB即为信噪比损失(SNR_{Loss})。

$$\begin{aligned} SNR_{Loss} &= SNR_{50} - SNR_{50N} \\ &= SNR_{50} - (-6 \text{ dB}) \\ &= 17.5 - \text{复述正确的词数} - (-6 \text{ dB}) \\ &= 23.5 - \text{复述正确的词数} \end{aligned}$$

1.6 统计学分析

将15张表在听力正常人群中测试所得的 SNR_{Loss} 结果进行单因素方差分析(One-way ANOVA)并使用Tukey HSD检验进行Post-Hoc两两比较评价表间 SNR_{Loss} 的等价性。找出与其它不全等价的表。去除不等价的表之后重复上述步骤直至筛选出所有相互等价的表。计算单侧80%和95%医学参考值范围。

2 结果

2.1 测试结果

15位听力正常受试者均顺利完成实验。使用各测试表在正常人群中得到的信噪比损失结果见表2。

表2 15张噪声下语句识别速测表信噪比损失的均数和标准差(单位: dB)

	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15
均数	1.90	1.10	0.50	0.17	2.30	0.37	1.37	-1.10	-0.03	0.63	0.43	1.10	0.70	-1.17	2.03
标准差	2.10	2.03	2.10	1.59	1.47	1.51	1.25	1.80	1.88	1.68	1.33	1.92	1.74	0.72	2.20

2.2 Quick SIN 的表间等价性

对15张表、15名受试者的测试结果进行单因素方差分析,结果表明各表间不全等价($P<0.001$)。Post-Hoc两两比较结果表明,表5、8、14与其它12张表不全等价($P<0.001$),予以剔除。

对剩余12张表的结果分布进行绘图(图1)。由图1可看出有4个奇异点,分别在-2.5 dB(2

个)、+4.5 dB(1个)、+6.5 dB(1个)。剔除上述奇异点后,剩余12张表满足方差齐性($P=0.064$)。再次进行单因素方差分析,结果表明12张表表间均等价($F=1.856$, $P=0.049$)。Post-Hoc两两比较亦表明12张表彼此等价($P>0.05$)。

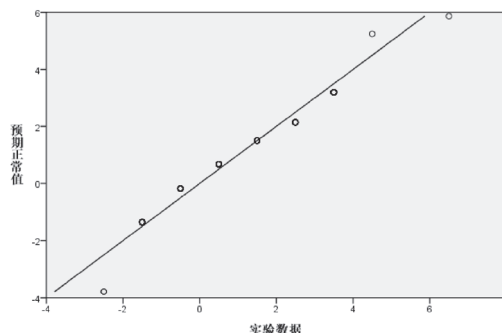


图1 15名受试者12张表的 SNR_{Loss} 结果的分布

2.3 医学参考值范围

根据12张等价表的测试结果(不包含4个奇异点)计算得到15名听力正常人的 SNR_{Loss} 均值为 (0.84 ± 1.77) dB。单侧80%医学参考值范围小于+2.32 dB,95%医学参考值范围小于+3.74 dB。

3 讨论

3.1 评估信噪比损失的意义

常规的言语测听都是采用单纯的言语信号,其基本目的是评价受试者在日常条件下对言语的识别能力,反映中枢听觉系统和外周听觉系统的状态。但言语测听和纯音听力测试结果常不一致,言语能力的下降并不一定伴有纯音听敏度的改变,故纯音听阈测试不能评价听觉系统对宽带信号的识别功能,更不能准确判断噪声下的言语理解力^[4]。部分听力损失患者在安静环境下言语识别能力很好,但会抱怨在嘈杂环境中言语识别能力差,即使使用了助听器也很难达到理想的效果。因而国际上对于听力损失患者的听觉功能评价,不仅仅依靠纯音测听,而更关注言语识别能力的评估。其中除了主观的调查问卷,听力师更需要量化的评价手段来评估患者在噪声环境下的言语识别能力。

听力损失患者与听力正常人在噪声环境下信噪比表现的差异可定义为信噪比损失(SNR_{Loss})。与纯音听力损失(Hearing Loss)的定义相似, SNR_{Loss} 的定义是与正常人的听力表现相比,听力损失患者在噪声中理解言语所需的信噪比提高的分贝数。利用嘈杂语噪声下汉语短句识别测听材料测试正常听力者,当信噪比 SNR 为6 dB时,句表关键字识别就可达到50%,即 SNR_{50N} (50%正确率对应的

信噪比)。而对于听力损失患者要达到50%正确率,言语信号大多都需要比噪声高6 dB以上,例如需要SNR为+9 dB,那么该患者的SNR Loss就是15 dB(高于正常SNR 15 dB)。因此采用SNR Loss来表示与正常SNR的差异是因为它独立于校准和测试材料的差异,对于正常听力及有听力损失的人群都一样。

3.2 Quick SIN的应用

本研究所用测试语句均来源于“嘈杂语噪声下汉语短句识别测听材料”。该材料的言语信号和噪声信号分别刻在不同的声道上,可以由听力师决定测试时所用的信噪比^[3,4]。但多用于在固定信噪比下受试者间或同一患者在不同康复阶段的识别率的比较。而要获得某一患者在某一康复阶段时不同信噪比的表现,或者要获得该患者的SNR₅₀,就需要做多张表或利用计算机软件辅助实现。虽然比噪声下听力测试(Hearing in Noise Test, HINT)^[7]所用语句更简短,但仍需要花费一定的时间。本研究在测试形式上进行了改变,在一张表中用6个句子涵盖6个逐渐降低的信噪比,整个测试过程无需听力师自己调整听力计表盘,每张表测试时间均不超过1分钟,日常门诊使用做1~2张表,结果进行平均即可,更加简单、快捷,所得的SNR Loss结果直接显示与正常人SNR_{50N}的差异。本套测试在临床使用中的80%医学参考值范围是小于+2.32 dB,也就是说SNR Loss小于+2.32 dB时即为正常。

英文Quick SIN最早是由Killion等开发的^[2],材料源于SIN。正常听力者在SIN测试中使用的信噪比SNR为+2 dB(+1.9 dB),因此测试的起始信噪比是从+25 dB到0 dB,SNR₅₀为27.5 dB减去复述正确的词数,而普通话版SNR Loss的计算为23.5减去复述正确的词数。为了评价助听器各项功能的使用对噪声环境中言语识别能力的改善程度,英文Quick SIN同时提供了更多具有针对性的测试用表,如评价方向性麦克风的用表,对高频陡降型听力损失增强助听器高频增益后的评估用表等。英文Quick SIN还给出了SNR Loss的分级,并针对各级给出了使用方向性麦克风后的预期改善效果。其中0~2 dB SNR Loss分级为正常/接近正常,预期在噪声环境下可能比正常听力听得更好,本研究给出的医学参考值范围与此分级是接近的。2~7 dB为轻度SNR Loss,预期在噪声环境下接近正常听力。7~15 dB为中度SNR Loss,预期方向性麦克风有帮助,应考虑阵列麦克风。高于15 dB为重度SNR Loss,预期需要极大改善信噪比,应考虑FM系统。

英文Quick SIN逐渐在临床上广泛使用,很多学者也以此进行了相关研究。McArdle和Wilson在24名听力正常者和72名感音神经性听力损失患者中对Quick SIN进行了等价性分析。18张词表中,听力正常者平均言语识别成绩的SNR Loss范围为2.8~4.3 dB,而听力损失患者的SNR Loss范围为10.0~14.3 dB。各词表的心理测量函数显示,表间等价性在听力损失患者中较高,其中9张句表能为听力正常者和听力损失患者提供等效的结果。另外,两组间信噪比差别为8.7 dB,这说明要获得相同的言语识别成绩,听力损失者需要更高的信噪比^[8]。Mendel在2007年对评估助听器效果的主客观评价材料进行了比较,R-SPIN(Revised Speech Perception in Noise test),HINT, Quiet threshold和Quick SIN对于评价助听器在噪声环境下的表现都是非常有效的客观评价手段,且和主观陈述的改善相一致^[9]。

综上所述,普通话版的Quick SIN为临床提供了一种简单、快捷地评价患者在噪声下言语识别能力的测听方法,并能为助听装置的咨询提供客观依据。■

收稿日期 2010-03-11

责任编辑 李 原

参考文献

- [1] 顾瑞. 在竞争声下言语识别检查. 见:韩东一,翟所强,韩维举,主编. 临床听力学. 第二版. 北京:中国协和医科大学出版社,2008. 188-189.
- [2] Killion MC, Niquette PA, Gudmundsen GI. Development of a quick speech-in-noise test for measuring signal-to-noise ratio loss in normal-hearing and hearing-impaired listeners. J Acoust Soc Am, 2004, 116: 2395-2405.
- [3] 郝昕,赵阳,冀飞,等. 嘈杂语噪声下汉语整句识别的同质性研究. 听力学及言语疾病杂志, 2008, 6: 36-39.
- [4] 郝昕, 陈艾婷, 李佳楠,等. 嘈杂语噪声下普通话儿童语句测听表的标准化. 听力学及言语疾病杂志, 2009, 17: 318-322.
- [5] Tillman TW, Olsen WO. Speech audiometry. In: Jerger J, eds. Modern developments in audiology. New York: Academic Press, 1973. 34-74.
- [6] RH Wilson, RH Margolis. Measurements of Auditory Thresholds for Speech Stimuli. In DF Konkle, WF Rintelmann Eds. Principles of Speech Audiometry. Baltimore: University Park Press, 1983, 107-108.
- [7] Nilsson M, Soli SD, Sullivan JA. Development of the Hearing in Noise Test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. J Acoust Soc Am, 1994, 95: 1085-1099.
- [8] McArdle R, Wilson R. Homogeneity of the 18 QuickSin lists. J Am Acad Audiol, 2006, 17: 157-167.
- [9] Mendel LL. Objective and subjective hearing aid assessment outcomes. Am J Audiol, 2007, 16: 118-129.